

サブサハラ・アフリカ諸国

サブサハラ・アフリカ諸国における  
電力分野アクセス向上に係る  
情報収集・確認調査

ファイナルレポート

2023 年 2 月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

八千代エンジニアリング株式会社  
有限責任監査法人トーマツ  
西日本技術開発株式会社

|        |
|--------|
| 社基     |
| JR     |
| 23-031 |

# サブサハラ・アフリカ諸国における電力分野アクセス向上に係る 情報収集・確認調査

## ファイナルレポート

プロジェクト対象位置図  
調査対象重点国の基礎データ  
要約

### [第一部 電力アクセス向上の課題と候補案件の概要]

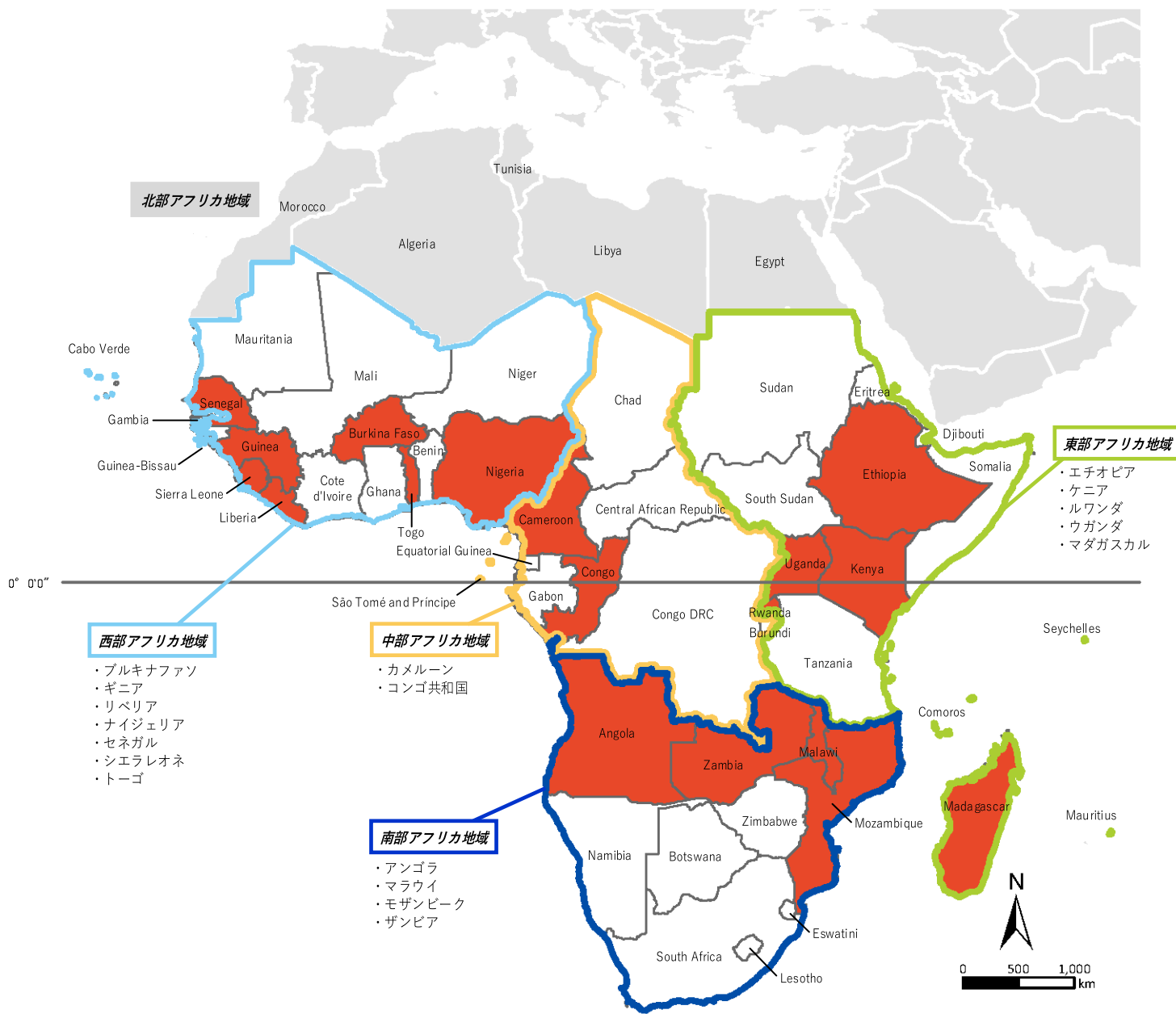
- 第1章 調査概要
- 第2章 サブサハラ・アフリカ地域の電力アクセス向上に向けた諸課題
- 第3章 電力アクセス向上に資する新規プロジェクト提案
- 第4章 提言

### [第二部 各国の調査結果]

- 第1章 アンゴラ共和国
- 第2章 ブルキナファソ
- 第3章 カメルーン共和国
- 第4章 コンゴ共和国
- 第5章 エチオピア連邦民主共和国
- 第6章 ギニア共和国
- 第7章 ケニア共和国
- 第8章 リベリア共和国
- 第9章 マダガスカル共和国
- 第10章 マラウイ共和国
- 第11章 モザンビーク共和国
- 第12章 ナイジェリア連邦共和国
- 第13章 ルワンダ共和国
- 第14章 セネガル共和国
- 第15章 シエラレオネ共和国
- 第16章 トーゴ共和国
- 第17章 ウガンダ共和国
- 第18章 ザンビア共和国

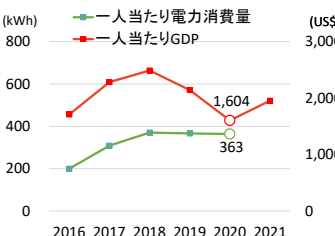
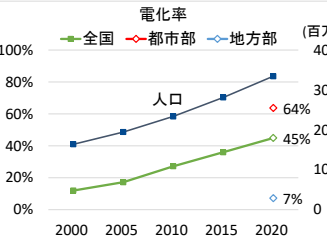
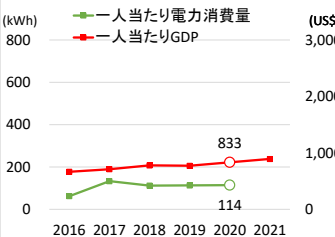
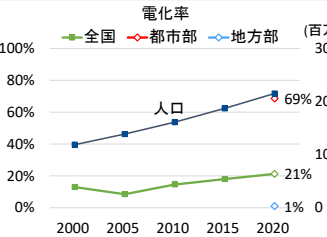
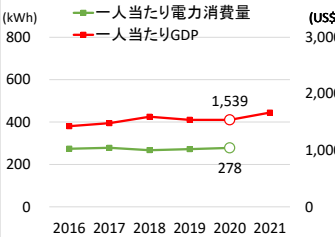
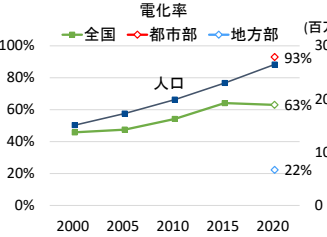
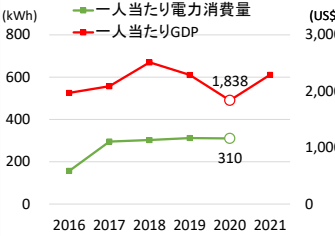
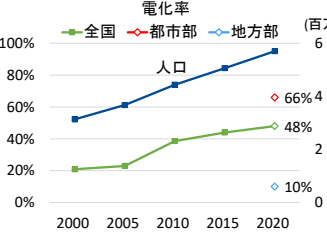
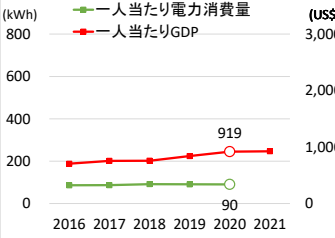
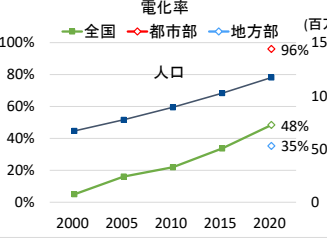
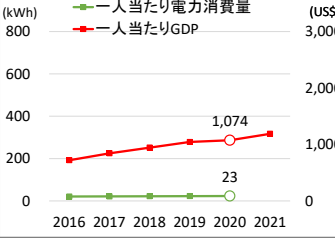
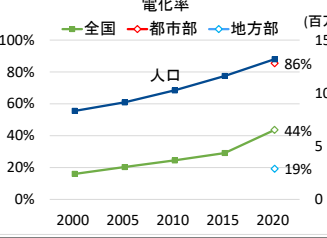
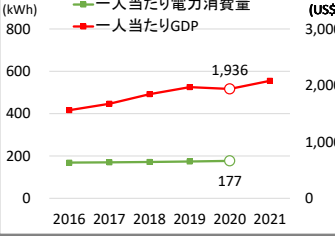
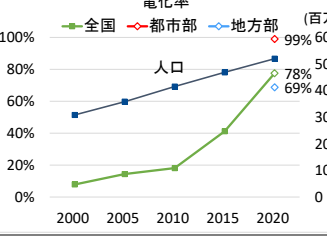
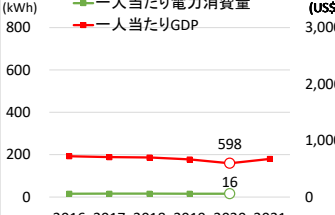
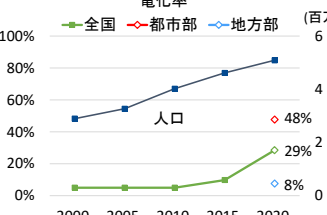
### [別冊資料]

- 資料1：調査対象重点国のスクリーニング評価手法
- 資料2：技術候補の概要と期待される効果
- 資料3：各国財務状況レポート
- 資料4：現地調査報告書



\* 図中の国名はアルファベット順

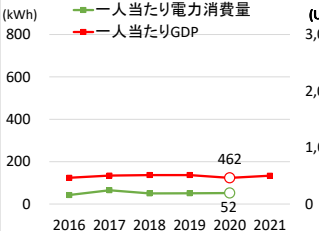
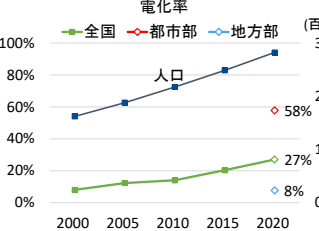
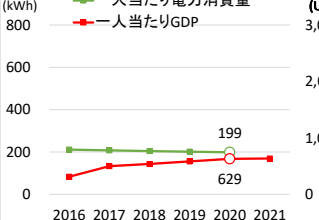
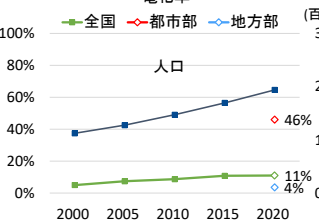
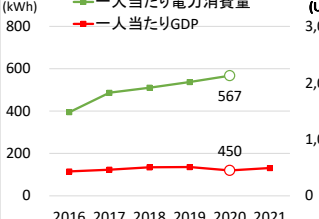
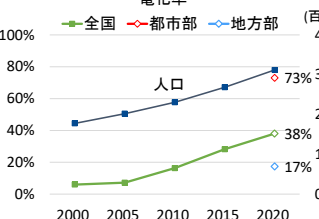
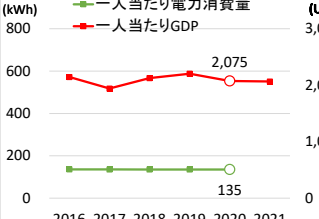
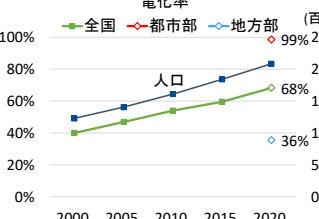
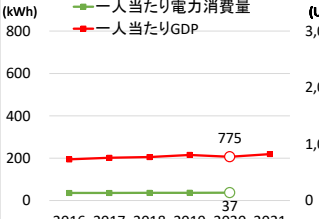
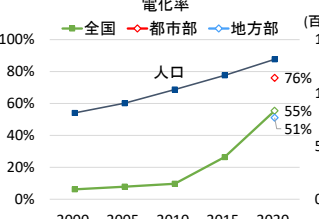
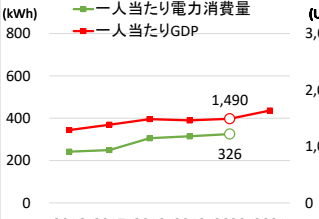
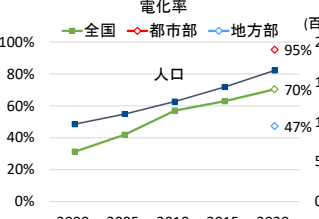
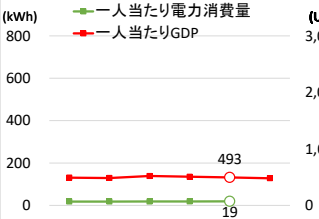
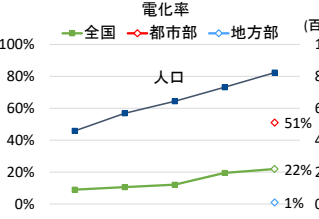
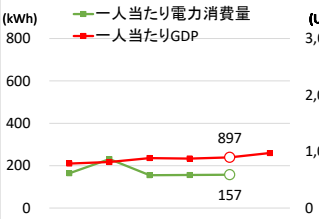
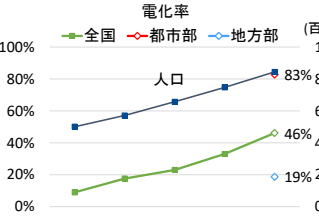
プロジェクト対象位置図

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>アンゴラ共和国</b><br/>Republic of Angola</p> <p>人口: 3,080 万人 (2019 年: 世銀)<br/>首都: ルアンダ<br/>言語: ポルトガル語 (公用語), その他ウンブンドゥ語等<br/>GDP: (各目) 946 億ドル (2019 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 2,973 ドル (2019 年: 世銀)</p>                          |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>1,604<br/>363</p>    |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>64%<br/>7%</p>             |
|  <p><b>ブルキナファソ</b><br/>Burkina Faso</p> <p>人口: 2,090 万人 (2020 年: 世銀)<br/>首都: ワガドゥグ<br/>言語: フランス語, モシ語, ディウラ語, グルマンチェ語<br/>GDP: 173.7 億米ドル (2020 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 790 米ドル (2020 年: 世銀)</p>                                |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>833<br/>114</p>     |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>69%<br/>21%<br/>1%</p>    |
|  <p><b>カメルーン共和国</b><br/>Republic of Cameroon</p> <p>人口: 2,654 万人 (2020 年: 世銀)<br/>首都: ヤウンデ<br/>言語: フランス語, 英語 (ともに公用語), その他部族語<br/>GDP: 408 億米ドル (2020 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 1,537 米ドル (2020 年: 世銀)</p>                        |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>1,539<br/>278</p>   |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>93%<br/>63%<br/>22%</p>   |
|  <p><b>コンゴ共和国</b><br/>Republic of Congo</p> <p>人口: 522 万人 (2020 年: 世銀)<br/>首都: ブラザビル<br/>言語: フランス語 (公用語), リンガラ語, キトゥバ語<br/>GDP: 101.9 億米ドル (2020 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 1,770 米ドル (2020 年: 世銀)</p>                             |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>1,838<br/>310</p>  |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>66%<br/>48%<br/>10%</p>  |
|  <p><b>エチオピア連邦民主共和国</b><br/>Federal Democratic Republic of Ethiopia</p> <p>人口: 約 1 億 1,787 万人 (2021 年: 世銀)<br/>首都: アディスアベバ<br/>言語: アムハラ語 (公用語), 英語<br/>GDP: 1,112 億米ドル (2021 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 960 米ドル (2021 年: 世銀)</p> |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>919<br/>90</p>    |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>96%<br/>48%<br/>35%</p> |
|  <p><b>ギニア共和国</b><br/>Republic of Guinea</p> <p>人口: 1,350 万人 (2021 年: 世銀)<br/>首都: コナクリ<br/>言語: フランス語, 各部族語 (プル、マリンケ、スースー等)<br/>GDP: 158.5 億米ドル (2021 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 1,010 米ドル (2021 年: 世銀)</p>                       |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>1,074<br/>23</p>  |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>86%<br/>44%<br/>19%</p> |
|  <p><b>ケニア共和国</b><br/>Republic of Kenya</p> <p>人口: 5,377 万人 (2020 年: 世銀)<br/>首都: ナイロビ<br/>言語: スワヒリ語, 英語<br/>GDP: 1,010 億米ドル (2020 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 1,878 米ドル (2020 年: 世銀)</p>                                          |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>1,936<br/>177</p> |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>99%<br/>78%<br/>69%</p> |
|  <p><b>リベリア共和国</b><br/>Republic of Liberia</p> <p>人口: 518 万人 (2021 年: 世銀)<br/>首都: モンロビア<br/>言語: 英語 (公用語), その他各部族語<br/>GDP: 34.9 億米ドル (2021 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 620 米ドル (2021 年: 世銀)</p>                                   |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>598<br/>16</p>    |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>48%<br/>29%<br/>8%</p>  |

出典: 一般事情、一人当たりGDP: 外務省並びに世銀データ、電化率: IEA、電力消費量: Africa Energy Portal hosted by African development Bank

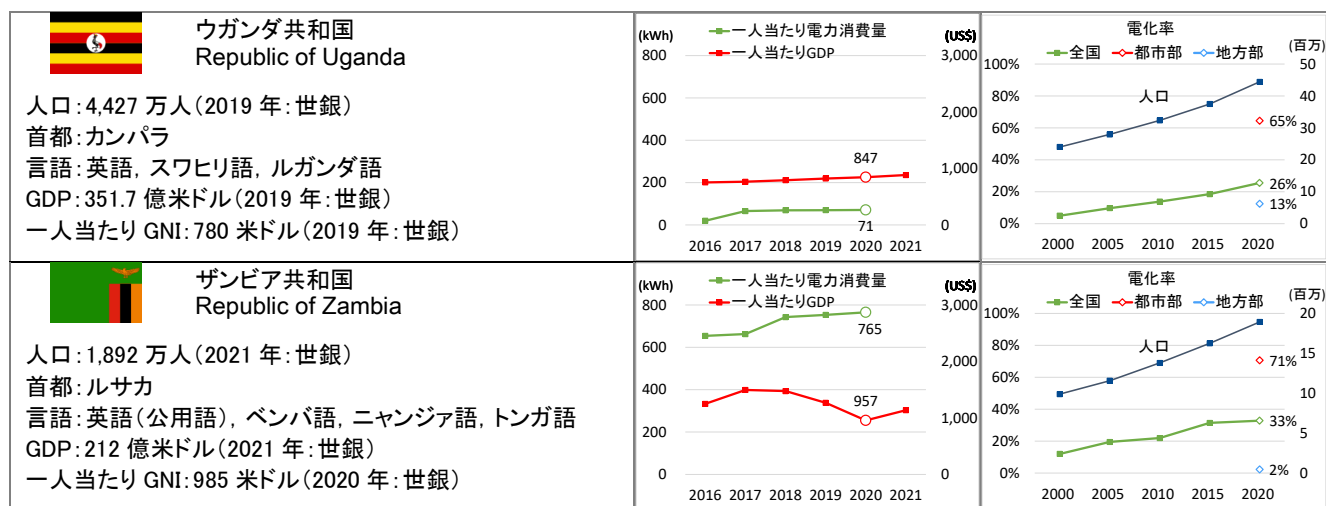
## 調査対象重点国の基礎データ (調査対象重点国 1～8)



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>マダガスカル共和国</b><br/>Republic of Madagascar</p> <p>人口: 2,843 万人 (2021 年: 世銀)<br/>首都: アンタナナリボ<br/>言語: マダガスカル語, フランス語 (共に公用語)<br/>GDP: 146 億米ドル (2021 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 500 米ドル (2021 年: 世銀)</p>                 |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>462<br/>52</p>       |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>58%<br/>27%<br/>8%</p>     |
|  <p><b>マラウイ共和国</b><br/>Republic of Malawi</p> <p>人口: 1,965 万人 (2021 年: 世銀)<br/>首都: リロングウェ<br/>言語: チェワ語, 英語 (以上公用語), 各民族語<br/>GDP: 126.3 億米ドル (2021 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 630 米ドル (2021 年: 世銀)</p>                     |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>199<br/>629</p>     |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>46%<br/>11%<br/>4%</p>    |
|  <p><b>モザンビーク共和国</b><br/>Republic of Mozambique</p> <p>人口: 約 3,036 万人 (2019 年: 世銀)<br/>首都: マプト<br/>言語: ポルトガル語<br/>GDP: 149 億米ドル (2019 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 480 米ドル (2019 年: 世銀)</p>                                  |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>567<br/>450</p>     |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>73%<br/>38%<br/>17%</p>   |
|  <p><b>ナイジェリア連邦共和国</b><br/>Federal Republic of Nigeria</p> <p>人口: 2 億 614 万人 (2020 年: 世銀)<br/>首都: アブジャ<br/>言語: 英語, 各民族語 (ハウサ語, ヨルバ語, イボ語等)<br/>GDP: 4,323 億米ドル (2020 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 2,000 米ドル (2020 年: 世銀)</p> |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>2,075<br/>135</p>  |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>99%<br/>68%<br/>36%</p>  |
|  <p><b>ルワンダ共和国</b><br/>Republic of Rwanda</p> <p>人口: 1,263 万人 (2019 年: 世銀)<br/>首都: キガリ<br/>言語: ルワンダ語, 英語, フランス語, スワヒリ語<br/>GDP: 101.2 億ドル (2019 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 820 米ドル (2019 年: 世銀)</p>                      |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>775<br/>37</p>    |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>76%<br/>55%<br/>51%</p> |
|  <p><b>セネガル共和国</b><br/>Republic of Senegal</p> <p>人口: 1,674 万人 (2020 年: 世銀)<br/>首都: ダカール<br/>言語: フランス語 (公用語), ウォロフ語など各民族語<br/>GDP: 246.44 億米ドル (2020 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 1,472 米ドル (2020 年: 世銀)</p>               |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>1,490<br/>326</p> |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>95%<br/>70%<br/>47%</p> |
|  <p><b>シエラレオネ共和国</b><br/>Republic of Sierra Leone</p> <p>人口: 約 814 万人 (2021 年: 世銀)<br/>首都: フリータウン<br/>言語: 英語 (公用語), クリオ語, メンデ語, テムネ語他<br/>GDP: 約 42 億米ドル (2021 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 510 ドル (2021 年: 世銀)</p>        |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>493<br/>19</p>    |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>51%<br/>22%<br/>1%</p>  |
|  <p><b>トーゴ共和国</b><br/>Republic of Togo</p> <p>人口: 828 万人 (2020 年: 世銀)<br/>首都: ロメ<br/>言語: フランス語 (公用語), エヴェ語, カビエ語他<br/>GDP: 76 億米ドル (2020 年: 世銀)<br/>一人当たり GNI: 920 米ドル (2020 年: 世銀)</p>                             |  <p>(kWh) 一人当たり電力消費量 (US\$) 一人当たりGDP</p> <p>2016 2017 2018 2019 2020 2021</p> <p>897<br/>157</p>   |  <p>電化率 (百万) 人口</p> <p>2000 2005 2010 2015 2020</p> <p>83%<br/>46%<br/>19%</p> |

出典: 一般事情、一人当たりGDP: 外務省並びに世銀データ、電化率: IEA、電力消費量: Africa Energy Portal hosted by African development Bank

## 調査対象重点国の基礎データ (調査対象重点国 9 ~ 16)



出典: 一般事情、一人当たりGDP: 外務省並びに世銀データ、電化率: IEA、電力消費量: Africa Energy Portal hosted by African development Bank

## 調査対象重点国の基礎データ（調査対象重点国 17、18）

## 第1章 調査概要

### (1) 背景

世界では、電気にアクセスできない人々の数は、2015年から2019年にかけて年平均9%減少したが、新型コロナウイルスの流行が始まった後、2019年から2020年にかけて増加に転じた<sup>1</sup>。

2020年時点では世界で約8億人の人々が、主にアフリカとアジアで、電気にアクセスすることなく生活している。特にサブサハラ・アフリカでは、約10.9億人<sup>2</sup>という人口に対して、電化率が49%程度であるため、未電化人口はおおよそ5.1億人で、世界の未電化人口の67%を占めている。

IEAによれば、2030年時点の電化率は92%に達する一方で、サブサハラ・アフリカでは61%程度に止まると推計されており、5億人以上が電力利用の恩恵を受けられないと予測されている。

2030年までにSDGsゴール7「すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する。」を達成するのは至難の業であるが、様々なアクターが協力するとともに、革新的な開発手法やビジネスモデル、ドナーによる支援方法等のイノベーションが期待されている。

こうした現状に対し、JICAは電力セクターのアフリカ地域における協力量針として、発電設備強化（地熱、水力、ガス火力）、パワープール系統強化、配電網整備に対する資金協力、技術協力等の取り組みをこれまで行ってきた。さらに2019年8月に開催された第7回アフリカ開発会議（TICAD 7）において、①再生可能エネルギー（地熱に加え太陽光や風力）、②電力アクセス（電化率向上）、③送配電網整備（地域パワープールの強化）を、民間投資促進や能力強化を通じこれまで以上に推進することで、アフリカにおけるSDGsゴール7の達成および経済転換に一層貢献することを、発信している。

本件調査では、上記の②及び③を中心に具体的案件（無償、技術協力）形成に必要な情報を収集することを目的とした調査を実施する。

### (2) 調査の目的

本調査では主に、①コロナ禍を踏まえた調査の進め方、②コロナ禍が対象国電力セクターやJICAの事業実施に与える影響、③基礎的社会サービス施設への電力安定供給や低所得者層の電力アクセス保障、④再生可能エネルギー導入促進等に留意し、短期・中長期的な支援を見据えた、電力アクセス及び送配電網整備等に関する具体的案件（無償、技術協力）形成に必要な情報を収集する。調査方法及び調査報告書の作成にあたっては、関係者間で十分な協議を行い、取り進めるものとする。

### (3) 調査対象地域

本調査開始時点では、エチオピア、ケニア、ルワンダ、ウガンダ、ナイジェリア、セネガル、モザンビーク、アンゴラ、ザンビア、カメルーン、ブルキナファソ、マダガスカル、マラウイ、シエラレオネ、リベリア、トーゴの16カ国を重点国と位置付けた。

その後、ギニア、スリランカ、コンゴ共和国の3カ国が追加された。

<sup>1</sup> 国際エネルギー機関（IEA：International Energy Agency）

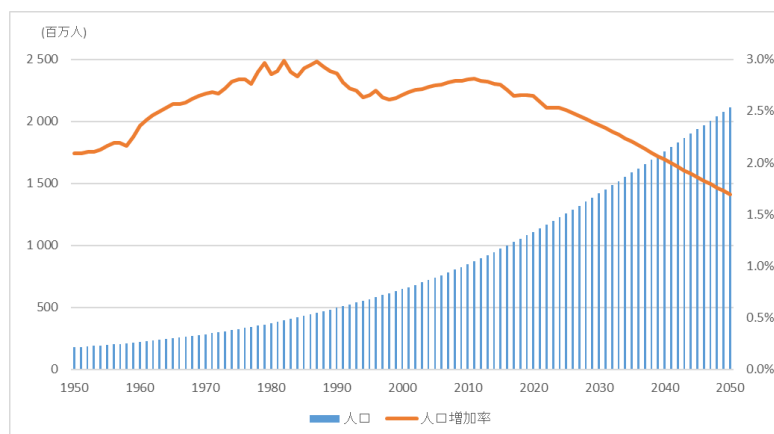
<sup>2</sup> UN, World Population Prospects 2022 による。

## 第2章 サブサハラ・アフリカ地域の電力アクセス向上に向けた諸課題

### (1) 世界人口とサブサハラ地域の人口

アフリカの人口増加は、サブサハラ・アフリカ地域がけん引しており、図 S-1 に示すように、1970 年から 2020 年までの 50 年間にも亘り、2.5～3%という非常に高い増加率が続いている。

1950 年には 1.8 億人に満たなかった総人口は、2020 年には 6 倍以上の 10.9 億人にまで達し、2050 年には 21 億人に及ぶとの見通しが立てられている。

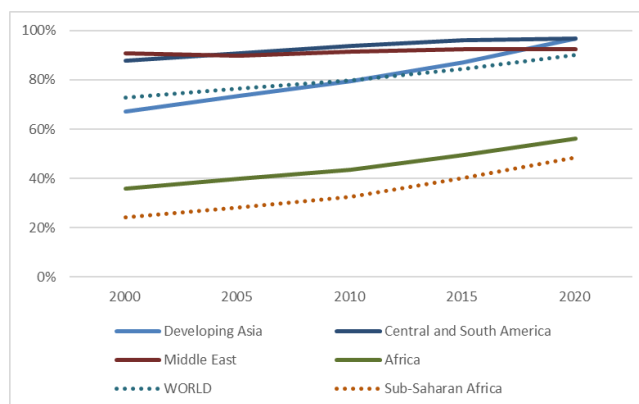


出典：UN, World Population Prospects 2022

図 S-1 サブサハラ・アフリカ地域の人口増加と増加率

### (2) サブサハラ・アフリカ地域の未電化人口及び電化率

国際エネルギー機関（International Energy Agency: IEA）の報告では、2018 年に約 8 億 6 千万人であった全世界の未電化人口は、2020 年には 7 億 6 千万人にまで減少した。インドでは電力へのアクセスが 100%になったほか、アフリカの多くの国でも電力アクセス向上に係る政策が実施されている。しかし、図 S-2 に示す通り、世界全体の電力アクセス率が 2020 年時点で 90%と推計される一方で、サブサハラ・アフリカ地域では 49%に留まり、その他の開発途上地域と大きな乖離が存在する。



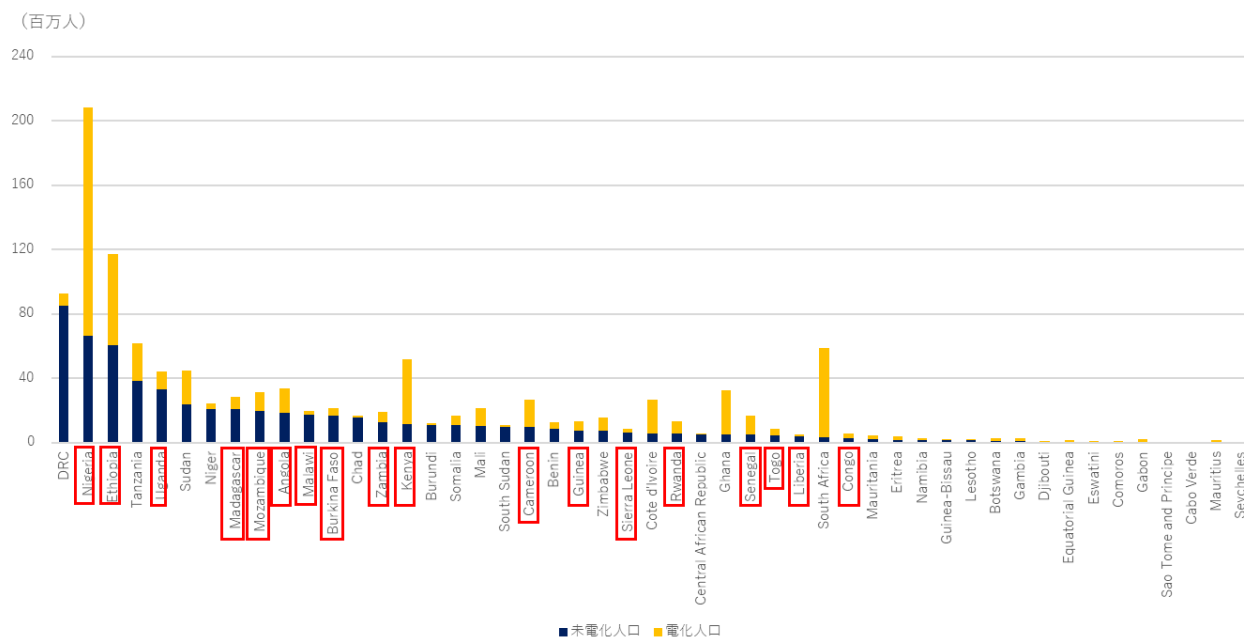
出典：IEA

図 S-2 地域別の電力アクセス率推移（2000 年～2020 年）

サブサハラ・アフリカ地域では 2010 年以降、ケニア、セネガル、ルワンダ、ガーナ、エチオピア

アといった国々を中心に未電化人口は着実に減少している。特にケニアにおいては、アクセス率が2010年の14%から2020年にはほぼ78%にまで上昇し、10年間で4倍以上の伸びを見せている。アフリカでの過去10年間の進歩の大部分はグリッド接続によるものであったが、昨今では、オフグリッドシステムの活用が増えている。

しかし、世界的な広がりを見せる新型コロナウイルスの影響から、2020年には増加傾向に逆転し、持続可能な開発目標としている2030年の目標値からは、多くの国が遠のくことが想定されており、2030年には、世界の未電化人口の50%が、コンゴ民主共和国、ナイジェリア、ウガンダ、パキスタン、タンザニア、ニジェール、スーダンの7カ国に集中すると考えられる。



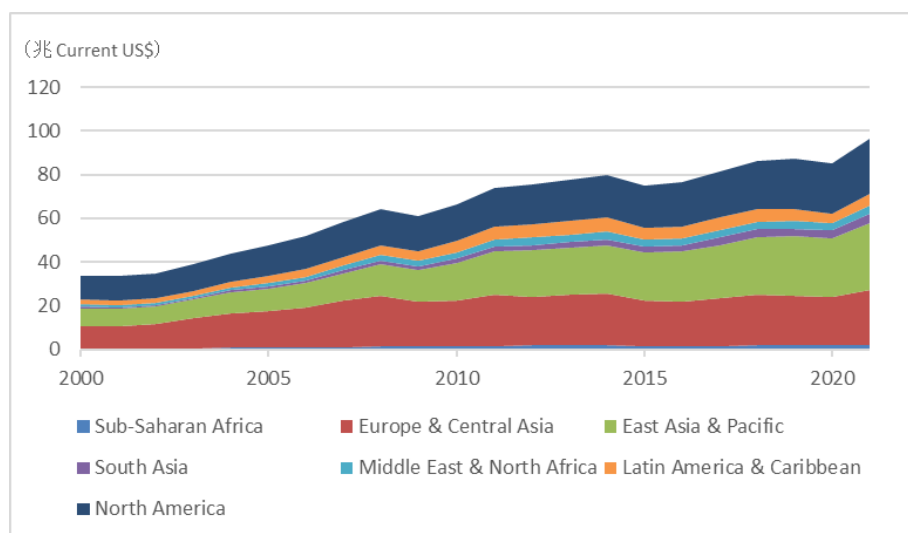
出典：IEA 及び World Population Prospects 2022

備考：□ は本調査対象国を示す。

図 S-3 サブサハラ・アフリカ地域の未電化人口及び電化人口（2020 年）

### (3) サブサハラ・アフリカ地域の GDP

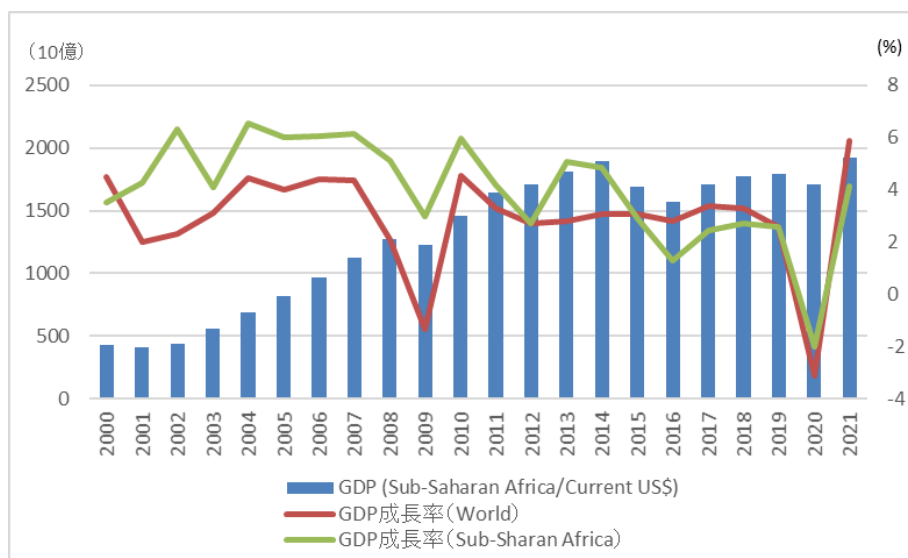
図 S-4 には地域別の GDP 推移を示す。新型コロナウイルス感染症の影響で GDP 成長がマイナスに転じたが、2000 年から 2021 年まで全世界の GDP は拡大傾向にあると言える。2000 年と 2021 年の各地域の GDP のシェアを比較すると、ヨーロッパや北アメリカ地域がシェアを縮める一方で、東アジア地域は、24.8%から 32%へ顕著な拡大が見られる。一方でサブサハラ・アフリカ地域が占めるシェアは、2000 年の 1.3%から 2021 年の 2%と微増に留まっている。



出典：World Bank Open Data

図 S-4 地域別の GDP 推移

図 S-5 に示すように、2000 年に約 4,231 億米ドルだったサブサハラ・アフリカ地域の GDP は 2021 年には 2 兆米ドル近くにまで拡大した。成長率で見ると、2015 年頃まで 3~5% で推移してきたサブサハラ・アフリカ地域は、世界全体の成長率をほとんどの年で上回ってきたが、2016 年以降は世界全体以下の成長率が目立ち、GDP 成長の停滞が伺える。



出典：World Bank Open Data

図 S-5 サブサハラ・アフリカ地域の GDP 及び GDP 成長率と世界の GDP 成長率推移

#### (4) 電気事業体経営の現状と課題

サブサハラ地域においては、世界からドナーが資金援助しており、多額の投資が行われているところである。電化率が一定程度まで高まるまでは、資産規模が年々、増加すると考えられ、財務分析を行っても、1 年ごとの変動がかなり激しい国もあり、経年比較を実施しても増加率が大きすぎる状況である。そのような状況にある国については、設備投資を行うとともに、電化率が高まった段階において、経営基盤を強化することを検討する必要がある。

## ■ 普及後を見据えた経営戦略の策定

経営を安定化するためには、組織体制を充実する必要がある。具体的には、組織改編、人員配置（採用含む）などの人員計画、経営モニタリング・ガバナンスの構築、中長期にわたる財務計画など、整備すべき課題は多い。

## ■ 電気料金改定・料金徴収のしくみ構築

電気料金を払えない住民も一定程度は存在するが、経営を安定化するためには、適正な料金設定としたうえで、料金徴収を十分に行う必要がある。前記の財務計画と連動するが、中長期で検討し、政府から税投入されることなく、独立的で持続可能である組織とするために、必要な電気料金設定を行う。その際、料金改定シミュレーションを行い、経営健全化に資する適正料金とする。

また、徴収体制が十分に整備できていない面もあるため、メーター設置などを含めて、徴収のしくみや体制などを構築する。さらに、減免などの基準を明確にするなども必要である。

## ■ 公営もしくは民営化に関する経営体制検討支援

今回の調査対象国では、公的機関による電力供給がされている地域が多い状況である。しかしながら、今後、安定的な経営を行っていくためには民営化を含めた検討を行っていく必要がある。公的機関から民間事業者となるためには、経営体制のほか、ガバナンスを含めた組織体制、人員計画、定款などの規程類整備など、実施すべき事項が多い。現状は各国で異なるため、各国の実情に応じて、民営化への道筋を立てることが必要となる。

## ■ 民間資金活用支援

民間資金を活用していくには、PPP/PFI 可能性調査を実施するほか、インフラファイナンス（交付金、補助金、政策・民間金融機関）との関係整理のほか、日本企業進出可能性調査を実施することも考えられる。

### 1) 財務分析方法

財務諸表の入手状況から、2019 年度の財務諸表を入手できた国について、個々の国ごとに財務分析を実施した。

言い換えれば、2019 年度を基準年度とし、2019 年度の財務諸表が入手できていない国・事業体については、個々の国ごとの分析は実施していない。また、入手した財務諸表が不完全であったトーゴや基準年の入手ができなかったザンビアに関しては、分析を実施していない。

### 2) 財務分析要約

財務分析を実施した結果、アフリカ電力企業においては国によっては資産額の増加が顕著である一方、収益性や回転率・在庫の管理・安全性などに懸念があり、経営上特に留意する必要があることが判明した。

|                                                                                                | アフリカ電力企業の特徴                                                                                                                                                      | 経営上の留意点                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  収益性の低い企業が多い  | <p>売上高から売上原価を差し引いた売上総利益率の低い企業が多く、<b>収益性を改善する</b>必要がある。収益性が低ければ、営業によるキャッシュフローにも影響し、資金繰りも悪化する傾向にある。</p>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>中長期の計画策定</b><br/>投資を行う期間があると考えられるが、それを踏まえて、中長期目線で政策や施策を打ち出し、それに基づく財政計画（投資計画・事業計画）が必要である。</li> <li>● <b>料金改定</b><br/>場合によっては、料金改定を検討する必要がある。</li> </ul>                       |
|  売上債権回転期間が長い  | <p>電力を販売して、利用者から売上債権を回収する期間、つまり、資金化するまでの期間が長い企業が多く、<b>資金繰りに窮することが懸念</b>される。発電、送電、配電部門で分社しているケースも多いが、1社で資金を回収しつつも、適時に各社に資金配分をしなければ、すべての部門で資金繰りが困難となることが懸念される。</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>債権回収に関する体制整備・手続き明確化</b><br/>債権回収に関する体制を整備し、手続きを明確化し、画一的に行う。特に滞留債権については留意する必要がある。</li> </ul>                                                                                  |
|  流動比率・当座比率が低い | <p>短期的な債務に対し、支払原資となる現金やすぐに現金化できる資産が少なく、<b>追加の借入金等による資金調達の必要性が生じる</b>可能性が大きい。資金調達手段が確保できていない場合、政府から多額の補助金を拠出することになる。</p>                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>資金調達手段の確保</b><br/><b>短期的な資金需要に対応できる資金調達手段</b>を常に確保する（例えば銀行とのコミットメントライン契約の締結等）。</li> <li>● <b>資金管理の徹底（再掲）</b><br/><b>常に一定の余剰資金を確保</b>できるように現金残高の管理を行い、資金繰りの精度を高める。</li> </ul> |

出典：調査団作成

図 S-6 電力企業の特徴と経営上の留意点

## (5) 電気事業体経営の支援策

マラウイ及びルワンダであるが、財務・経理担当リーダーのレベルが安定しており、体制としては大きな問題はないと考えられるが、財務・経理担当への継続的な人材育成支援策は考えられる。また、両国ともに複数の会社を保有しているが、ルワンダにおいては、REG が統括会社の役割を担うべきであるが、十分でなく、ガバナンス・経営管理に関する 3 社の役割分担整理などが考えられる。

エチオピアであるが、資産規模などが大きい状況であるが、借入金がかかなり膨らんでおり、負債を抱えながら資産形成してきている。今後、負債返済などを考えると、資金繰りが良好でない可能性もあり、資産形成のための資金調達を含めた、資金戦略策定支援が考えられる。

マダガスカルは、今回の対象国のなかでも収益性が特に悪く、前記したような、普及後を見据えた経営戦略支援、電気料金改定・料金徴収のしくみ構築支援、公営もしくは民営化に関する経営体制検討支援、民間資金活用支援など、すべての支援策が考えられる。

以下は、財務分析の結果、考えられる支援策である。

- 資産が過少となっており、電力ニーズを把握したうえで、設備投資支援が考えられる。  
(リベリア、マダガスカル、ブルキナファソ)
- 総資産回転率が非常に低く、売上が資産規模に比して、かなり少ないと考えられる。よって、資産効率向上支援として、売上向上策が考えられる。  
(リベリア、マラウイ、モザンビーク、ザンビア)
- 料金逆ザヤが発生しているので、売上を増やせば増やすほど、財務状況が悪化する。よって、売上総利益率を向上する方策として、料金改定支援やコスト効率化支援が考えられる。  
(リベリア、シエラレオネ（配電）、マダガスカル)



- 売上債権（電力利用料）の料金回収状況が芳しくなく、滞留債権が発生していると考えられ、料金徴収などのしくみ構築などの支援が考えられる。  
（アンゴラ、セネガル、シエラレオネ）
- 政府からの補助金額が多額であり、今後、独立性や持続可能な経営を行う上で国の補助に頼らない経営を行うための支援が考えられる。  
（ケニア、リベリア、マラウイ、シエラレオネ、ウガンダ）

## (6) O&M 技術の現況及び課題

調査対象国の発送変電設備における O&M について、表 S-1 のとおり、3 つのカテゴリーに分けて評価する。調査対象 18 カ国における調査結果から、全体的に、健全な状態から著しく逸脱した設備の運転を余儀なくされており、組織の運営体制も弱体化しており、供給信頼度の確保に向けて、技術的な課題が数多く確認された。特にシエラレオネやリベリアなどは、これまで体系的に技術研修を受けた実績が無く、作業標準に示した項目を実際の運転維持管理と同時進行で、基本から習得していくことが必要である。系統の保護協調、需給計画等については、根本的にこれまでの方針を見直していかなければならない。また、送配電課は、送配電設備の老朽化から、日々度重なる故障復旧業務を強いられており、補修業務に対する適切かつ効率的な手順についても、習得する必要がある。各国における現況の比較表を下記に示す。

表 S-1 対象国の発送変電設備における O&M

|    | 対象国     | 監視システム<br>(中央給電指令所) | 障害時の復旧<br>対応 | 保守点検 | 支援ニーズ等                                                                                    |
|----|---------|---------------------|--------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | アンゴラ    | -                   | -            | -    | 収集データから O&M におけるニーズが不詳。                                                                   |
| 2  | ブルキナファソ | ×                   | ○            | ○    | ✓ 研修指導員の能力開発<br>✓ 研修施設/設備                                                                 |
| 3  | カメルーン   | -                   | -            | -    | 収集データから O&M におけるニーズが不詳。                                                                   |
| 4  | コンゴ共和国  | -                   | -            | -    | O&M 調査は対象外                                                                                |
| 5  | エチオピア   | ○                   | ○            | ○    | 詳細は後述の 1) エチオピアを参照。                                                                       |
| 6  | ギニア     | -                   | -            | -    | 収集データから O&M におけるニーズが不詳。                                                                   |
| 7  | ケニア     | -                   | -            | -    | 収集データから O&M におけるニーズが不詳。                                                                   |
| 8  | リベリア    | ×                   | ×            | ×    | LEC <sup>3</sup> より系統シミュレーターなどの研修機材等のニーズあり。<br>✓ 系統運用シミュレーター<br>✓ 太陽光発電研修機材<br>✓ 試験器具     |
| 9  | マダガスカル  | ×                   | ×            | ×    | 詳細は後述の 2) マダガスカルを参照。                                                                      |
| 10 | マラウイ    | ×                   | ○            | ○    | 詳細は後述の 3) マラウイを参照。                                                                        |
| 11 | モザンビーク  | ×                   | ○            | ○    | 要請内容は電力全般的に亘り、ICT においても Lab 機材など要請あり。詳細は下記参照。<br>✓ 電力設備や技術者倫理など電力全般的なトレーニング<br>✓ 研修施設及び機器 |

<sup>3</sup> Liberia Electricity Corporation (LEC) (リベリア電力公社)

|    | 対象国    | 監視システム<br>(中央給電指令所) | 障害時の復旧<br>対応 | 保守点検 | 支援ニーズ等                                                                      |
|----|--------|---------------------|--------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 12 | ナイジェリア | －                   | －            | －    | 対象外                                                                         |
| 13 | ルワンダ   | ○                   | ○            | ○    | 詳細は後述の４）ルワンダを参照。                                                            |
| 14 | セネガル   | －                   | －            | －    | 収集データからO&Mにおけるニーズが不詳。                                                       |
| 15 | シエラレオネ | ×                   | ×            | ×    | ✓ 電力系統における O&M 研修（特に配電設備）<br>✓ 保護協調に関する研修<br>✓ 電力系統計画                       |
| 16 | トーゴ    | －                   | －            | －    | 収集データからO&Mにおけるニーズが不詳。                                                       |
| 17 | ウガンダ   | ○                   | ○            | ○    | UEGCL より、Isimba 水力発電所（新）におけるダム安全に係る O&M に関するトレーニングセンターや自動化システムに関する研修等の要望あり。 |
| 18 | ザンビア   | －                   | －            | －    | 収集データからO&Mにおけるニーズが不詳。                                                       |

出典：調査団内資料

備考：○（サブサハラ諸国における標準レベルを有する）、×（該当しない）

## （７） 発送配電設備の O&M 能力向上に係る提言

本調査結果より、対象国においては、全体的に、健全な状態から著しく逸脱した設備の運転を余儀なくされており、供給信頼度の確保に向けて、O&M の技術的な課題が数多く確認されている。対象国によっては、体系的な O&M 体制が構築されておらず、人材育成も十分でない。

したがって、ほとんどの対象国においては、まずは、作業標準に示した項目を実際の運転維持管理と同時進行で、基本から習得していくことが必要である。そのうえで、IT 化・デジタル化を進めていく必要がある。その普及促進のための最大の課題は人材である。

このため、従来型のグリッドの拡張に加えて、地産地消可能な分散電源活用によるミニグリッド、デジタル技術やシステムの導入提案等の、比較的短期間で電化を加速させ電気事業体の収益増にもつながる方策が必要である。そのためにも、各国のニーズや技術レベルに見合った持続可能な開発となるために、長期的な観点による人材育成が必要である。

特に送配電設備については、大半の設備において老朽化が進んでいるため、これまでの運用を大きく見直す段階にあり、既存設備の運用状態を改善しつつ、保護方式、制御方式を新しい状況に適合させていくことを支援する必要がある。加えて、マダガスカル国等の電力系統は老朽化のため、多くの不具合が発生しており、適切な補修方法を技術移転することも必要である。これに対し、マラウイ国等の電力系統については、比較的規模が小さいので、現状の設備に対する運転維持管理技術については比較的早い段階で移転を図り、電力系統に内在する根本的な問題を解消するため、送配電網の更新、増強計画の立案（電力系統計画）に関する能力開発に着手する必要がある。

## 第3章 電力アクセス向上に資する新規プロジェクト提案

### (1) 提案の方法

相手国のニーズを基に、プロジェクトが調査対象国の上位計画や我が国の開発協力方針に合っているか、また、支援の意義、整合性、有効性、インパクト、効率性や持続性が認められるか、といった観点から絞り込みを行った。また、案件規模が当該国に対する無償資金協力事業や技術協力プロジェクトに適しているかも検討した。

プロジェクト提案では、経緯やニーズ、セクターの相関関係や、抱えている課題等、多様な状況において、コンポーネントを組成する必要があるため、様々なアプローチ方法がある。

本調査では主に以下のアプローチを用いて、プロジェクトの提案を行った。

- 既に協力要請がなされているプロジェクト（シエラレオネ）

調査対象国から、JICA 事務所/本部に対して支援依頼が表明されているプロジェクト候補については、その内容が上記基本方針等から大きく逸脱していないか等を確認のうえ、迅速に検討を進めた。

- 開発（投資）計画を促進するプロジェクト（エチオピア、コンゴ共和国等）

調査対象重点国の、開発計画における優先度が高いもの、あるいは本件調査の中で新たなニーズが確認されて、資金協力が決定されていないプロジェクト候補については、基本方針に従い検討を行い、提案した。

- 緊急性が高いプロジェクト（スリランカ、マダガスカル等）

開発（投資）計画には反映されていないものの、明らかに緊急性が高いと思われるプロジェクト候補については、基本方針に従い、特にプロジェクトを実施しなかった場合の当該地域や国における社会や経済へのインパクトの大きさを考慮した。

調査対象国が直面している課題、おかれている状況を鑑みて、調査団が提案するものであり、「技術提案」「マルチセクター・アプローチ」「グローバル・リスクへの対応」の3つの要素がある。

- 技術提案

相手国からの積極的な要請はないものの、課題を解決/是正するために有効と考えられる技術を、本邦企業からのヒアリング結果に基づきプロジェクトに取り込むための提案をする。

- マルチセクター・アプローチ

人々の抱える問題を中心に据え、その問題解決のために様々な専門的知識を組み合わせ、分野横断的に取り組み、セクターを越えて包括的に開発課題に取り組むプロジェクト。

- グローバル・リスクへの対応

新型コロナや昨今の世界情勢の影響を受け、経済等の危機を迎えている国、また、地球的規模の問題である気候変動による被害を最小限に食い止めるための対応、あるいは脱炭素への貢献に資するプロジェクト。

### (2) 候補案件の概要

現地調査を実施した7カ国の新規協力候補案件ロングリストのうち、ポテンシャルが高く、更なる深堀調査の実施が推奨されるプロジェクトのリストを表 S-2 に示す。

表 S-2 新規候補案件ショートリスト

| タイトル                                                    | スコープ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 期待される効果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 備考                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| マラウイ                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| リロングウェ首都圏<br>33kV 配電線環状化プロジェクト<br>無償（調達＋据付）<br>配電<br>変電 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 配電               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 33kV 配電線建設及び増強</li> </ul> </li> <li>● 変電               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 33/11kV チャタタ変電所新設</li> <li>・ 33/11kV エリア 49 変電所新設</li> <li>・ 132/66/33/11kV カネゴ変電所改修</li> <li>・ 66/33/11kV カウマ変電所改修</li> <li>・ 33/11kV チティピ変電所改修</li> <li>・ 33/11kV エリア 47 変電所改修</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 都市近郊の家庭の電化が進み、保健所や病院、教育機関への電力供給がより安定する。</li> <li>・ 11kV 長距離配電から 33kV 配電への切替えにより、配電ロス低減、電力品質が向上する。</li> <li>・ 首都周辺 33 kV 配電網を環状化することで冗長性と運用の柔軟性を確保する。</li> <li>・ 開発が進むチャタタエリア周辺に配電用変電所を設置することで、大規模需要家向け及び一般家庭向け電力供給の安定化を図る。また既設カネゴ変電所の負荷救援も可能となる。</li> <li>・ 過負荷となっている既設カネゴ～エリア 47 間の配電線を増強化することで、配電ロス低減、電力品質の向上に資する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 他の候補案件に比べて、ビジビリティが高い首都の配電網強化案件候補である。</li> <li>・ 既設の送配電線を活用することにより、環境社会配慮上の問題を低減できる。</li> <li>・ 先方プロジェクト「リロングウェ市における変電所改修計画」との相乗効果が期待される。</li> <li>・ 開発が進む地域のため、事業実施が遅れると用地や Right Of Way の確保が困難になる。</li> </ul> |
| エチオピア                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 維持管理機材整備計画<br>無償（調達＋ソフコン）<br>配電                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 維持管理機材の調達と運用指導               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 架空線、地中ケーブルの故障時対応機器（故障点検出装置）の調達・運用指導</li> <li>・ 移動式設備（パッドマウント変圧器）の調達・運用指導</li> <li>・ 配電線無停電工法採用のための必要機材調達・運用指導</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「事故時復旧時間の短縮」、「設備の予防保全の実施」が可能となり、事故復旧時間と事故発生件数の削減が期待される。</li> <li>・ その結果、アジスアベバの電力供給信頼度が高まり、顧客満足度が向上し料金徴収ロスが低減すると考えられる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 紛争地域を含む、アジスアベバ以外の地域等、幅広い配電ネットワークにおいて、本邦技術を活かした効果が期待される。</li> </ul>                                                                                                                                             |
| マダガスカル                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| トアマシナ配変電網増強計画<br>無償（調達＋据付）<br>配電<br>変電                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Tamatave-1 変電所（TM-1）の更新建設<br/>20/5 kV 変圧器、開閉装置、監視制御装置、土木建築工事</li> <li>・ Tamatave-2 変電所（TM-2）の更新建設<br/>35/20 kV 変圧器、開閉装置、監視制御装置、土木建築工事</li> <li>・ 配電用柱上変圧器、配電線区分開閉器及</li> </ul>                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ トアマシナ地区（人口 35 万人）の待機需要（接続申請済 2022 年 5 月現在約 1,500 件）の解消に伴う現在 6 割以下の電化率の向上が図れる。</li> <li>・ 建屋と設備の信頼性向上、自動開閉機能付き区分開閉器の利用に伴う停電回数・時間の減少が期待できる。（約 150 回/月、約 1 時間/回の大</li> </ul>                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 変電所建設は JIRAMA の保有する既存の敷地内で建設が可能である。</li> <li>・ 配電線のルートによっては、Right Of Way 確保のため、住民移転が多くなる可能性がある。</li> </ul>                                                                                                     |

| タイトル                                      | スコープ                                                                                                                                                               | 期待される効果                                                                                                                                                                                                                        | 備考                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | び新設 TM-1 と TM-2 から既設配電線への接続資材                                                                                                                                      | 幅な低減)                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                |
| スリランカ                                     |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                |
| 太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画<br>無償（調達＋据付）<br>再エネ | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽光発電パネル及び付帯設備</li> <li>・ コンテナ装置（DC/AC 変換インバータ、蓄電池、AC スイッチ、変圧器、他）</li> <li>・ ケーブル、通信線</li> <li>・ 太陽光発電システム監視装置</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電力系統や自家用発電機による電力供給の一部を太陽光発電により代替することにより、医療施設の電力供給と病院運営の向上に寄与する。</li> <li>・ 地域社会サービス基盤の改善。</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽光発電パネルを据付ける屋根材の張り替えや建屋の補強検討が必要と考えられ、その工法やコスト、工期の検討に十分留意する必要がある。</li> <li>・ 設備の初期投資が高く、エネルギー効率が低いため、投資回収という観点では劣る。</li> <li>・ 設備の維持管理指導や体制の整備に係る留意が必要である。</li> </ul> |
| コンゴ（共）                                    |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                |
| ムボウノ変電所増強計画<br>無償（調達＋据付）                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ムボウノ変電所における 220/20kV 主変圧器増設（220/20kV 70 MVA 変圧器×1 台</li> <li>・ 開閉装置</li> <li>・ 監視制御装置</li> <li>・ 土木工事</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配電用変電所の主変圧器の容量増加で待機需要の解消に貢献し電化率の向上</li> <li>・ 当該変電所近隣の 6.6kV 配電系統の 20kV 昇圧に貢献し、電力品質向上と配電地域拡大が可能</li> </ul>                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ムボウノ変電所における 220/20kV 主変圧器を増設する。</li> </ul>                                                                                                                            |
| 配電電圧昇圧化計画<br>無償（調達）                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配電用変圧器（約 150 台）</li> <li>・ 20kV 埋設ケーブル（AL 150mm<sup>2</sup> 65km）</li> <li>・ 配電用端末材他一式</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 20 kV への昇圧化は、電圧降下改善や配電線の延伸に有利</li> <li>・ 本邦技術の低損失変圧器の採用に伴い配電損失の低減が可能</li> <li>・ ブラザビル市内の 6.6kV 設備削除にともない保守機材の簡素化に伴う運用性の向上</li> <li>・ 将来のブラザビル市内電力ネットワーク 220kV 化に向けた配電系統の整備</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本邦技術で提案した移動用変圧器を含めて供与すれば、20kV 昇圧化工事実施中の需要家への停電時間短縮が図れる。</li> <li>・ 6.6kV から 20kV への配電電圧昇圧用の配電機材納入</li> </ul>                                                          |

出典：調査団作成

## 第4章 提言

### (1) 調査対象国共通の課題

本調査を通じて、以下の3項目については共通な課題として抱えている国が多いことが分かった。これらの課題は正と負の要因を持つ相関関係にあるため、課題解決が出来るか出来ないかで電気事業体の経営、ひいては国の社会経済発展にも影響を及ぼすものと考えられる。

- 電力アクセス率の伸び悩み
  - ・ 人口増加に対して発電・流通設備等の供給力不足（資金面）
  - ・ 設備投資計画等の計画策定（人材育成）
  - ・ 広範囲な地方農村部で点在して暮らす人々への困難な配電設備の整備（投資環境）
- 電気事業体の収益不足
  - ・ 売電できる電力の供給力不足（供給量）
  - ・ IPP等からの買電価格と消費者への売電価格の格差（逆ザヤ）
  - ・ 電力損失（高い技術的ロス・低い料金徴収率）
- 維持管理能力不足
  - ・ リソース不足（教育・訓練）
  - ・ 電力損失低減（キャパシティ・ビルディング）
  - ・ 設備故障時の対応や事故の原因分析（キャパシティ・ビルディング）

### (2) 提言

調査対象国に共通する課題への解決、及びサブサハラ・アフリカ地域の広い範囲における、電力事情の改善と、平等で社会包摂的、かつ持続可能な社会経済の構築に向けた方策の一案として、「広域技術協力プロジェクト」が有効ではないかと思料する。

以下に、広域技術協力プロジェクトを想定したキャパシティビルディングプロジェクトの例を示すが、対象とする国や協力内容の範囲・規模によっては、資金規模の確保や効率的な活用を可能とするため、他の国際開発機関や開発協力実施機関とのパートナーシップによる、協調支援も考えられる。

#### キャパシティビルディングプロジェクト（例）

- |      |                                                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主目的  | ： プロジェクトを通して人的な交流の促進と人材育成を図り、共通する課題の解決に寄与する。                                                                    |
| （理由） | ： 側面的に電力プールプロジェクトの促進を図り、地域が有するエネルギー資源を活用した電力の取り引きを活発化させ、関係国の電力アクセス向上や需要対策に寄与する。                                 |
| 主内容  | ： 合同研修施設の設置（研修機材の整備・運営支援）、オンデマンド教材等を活用したソフト支援（開発・投資計画策定能力向上、事業体経営改善支援）、本邦技術を活用した支援（電力損失低減向上、設備故障時の対応や事故の原因分析）等。 |
| （理由） | ： 側面的に電力プールプロジェクトの促進を図り、地域が有するエネルギー資源を活用した電力の取り引きを活発化させ、関係国の電力アクセス向上や需要対策に寄与する。                                 |
| 対象国  | ： 東部アフリカ電力プール（EAPP）加盟国の中から選択                                                                                    |
| （理由） | ： これまで資金協力を実施してきた国が多く、また、ジブチを除くすべての国が英語によるコミュニケーションが可能であるため、仏語等の他言語使用国と比較すると、各国調整や運用の容易性が認められるため。               |

|      |                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事務局  | ： エチオピア                                                                                                                                             |
| (理由) | ： 現地調査の結果、課題やニーズが確認されているため。また、エチオピアは EAPP の事務局で電力輸出国であるためイニシアティブを取り易いと考えられる。更に、アジスアベバにはアフリカ連合の本部が位置していること、世界各国と接続しているボレ国際空港が位置しており、対象国との往来が容易であるため。 |

JICA が策定した広域協力形成・実施ハンドブック<sup>4</sup>には、JICA としての協力をどのように形成・実施・評価していくのかが実務的に示されており、技術レベルやニーズが異なる関係国との多岐にわたる調整や合意形成、課題選択・目標設定等は、二国間協力の考え方ではとても対処できない困難さが伴うものと考えられる。

一度に複数国を相手に協力枠組みを構築することは困難であることに疑う余地がないが、今後のサブサハラ・アフリカ地域電力セクター支援検討の選択肢の一つとして、提案するものである。

---

<sup>4</sup> 国境を越える課題－広域協力形成・実施ハンドブック－（2008 年 3 月）

## **第一部**

### **電力アクセス向上の課題と候補案件の概要**



## 目次

### 図表リスト

### 略語集

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| <b>第1章 調査概要</b> .....                         | <b>1-1</b> |
| 1-1 調査の目的と背景 .....                            | 1-1        |
| 1-1-1 背景 .....                                | 1-1        |
| 1-1-2 調査の目的 .....                             | 1-1        |
| 1-1-3 調査対象地域 .....                            | 1-2        |
| 1-2 現地調査対象国の選定 .....                          | 1-3        |
| 1-2-1 選定の方法 .....                             | 1-3        |
| 1-2-2 スクリーニング比較 .....                         | 1-3        |
| 1-2-3 スクリーニング結果と現地調査対象国 .....                 | 1-6        |
| 1-3 全体調査工程 .....                              | 1-8        |
| 1-3-1 調査団構成 .....                             | 1-8        |
| 1-3-2 調査概要 .....                              | 1-8        |
| 1-3-3 調査工程 .....                              | 1-10       |
| <b>第2章 サブサハラ・アフリカ地域の電力アクセス向上に向けた諸課題</b> ..... | <b>2-1</b> |
| 2-1 社会経済情勢 .....                              | 2-1        |
| 2-1-1 国土・人口 .....                             | 2-1        |
| 2-1-2 経済環境 .....                              | 2-5        |
| 2-1-3 社会環境 .....                              | 2-7        |
| 2-2 エネルギー政策 .....                             | 2-11       |
| 2-3 電力供給体制 .....                              | 2-17       |
| 2-3-1 電力需給バランス .....                          | 2-17       |
| 2-3-2 電力設備 .....                              | 2-22       |
| 2-3-3 電力プール（パワープール） .....                     | 2-27       |
| 2-4 電力セクターの課題と開発ニーズ .....                     | 2-32       |
| 2-4-1 電気事業体経営の現状と課題 .....                     | 2-32       |
| 2-4-2 電気事業体経営の支援策 .....                       | 2-54       |
| 2-4-3 課題と開発ニーズ .....                          | 2-55       |
| 2-5 発送配電設備の運営・維持管理分野（O&M）における人材育成 .....       | 2-58       |
| 2-5-1 発送配電設備の位置付け .....                       | 2-58       |
| 2-5-2 O&M 技術の現況及び課題 .....                     | 2-59       |
| 2-5-3 デジタル技術を有する人材の育成方法 .....                 | 2-66       |
| 2-5-4 発送配電設備の O&M 能力向上に係る提言 .....             | 2-68       |
| <b>第3章 電力アクセス向上に資する新規プロジェクト提案</b> .....       | <b>3-1</b> |
| 3-1 提案の方法 .....                               | 3-1        |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 3－2 技術提案 .....          | 3-2        |
| 3－3 マルチセクター・アプローチ ..... | 3-10       |
| 3－4 グローバル・リスクへの対応 ..... | 3-14       |
| 3－5 候補案件の概要 .....       | 3-17       |
| <br>                    |            |
| <b>第4章 提言 .....</b>     | <b>4-1</b> |
| 4－1 調査対象国共通の課題 .....    | 4-1        |
| 4－2 調査結果の総括 .....       | 4-1        |
| 4－3 提言 .....            | 4-2        |

## 図表リスト

### 第1章 調査概要

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| 1-1 調査の目的と背景.....              | 1-1  |
| 図 1-1-3.1 調査対象地域.....          | 1-2  |
| 1-2 現地調査対象国の選定.....            | 1-3  |
| 図 1-2-2.1 スクリーニングフロー.....      | 1-4  |
| 表 1-2-3.1 調査対象国のスクリーニング比較..... | 1-7  |
| 1-3 全体調査工程.....                | 1-8  |
| 図 1-3-1.1 調査団構成.....           | 1-8  |
| 図 1-3-3.1 調査工程.....            | 1-11 |

### 第2章 サブサハラ・アフリカ地域の電力アクセス向上に向けた諸課題

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| 2-1 社会経済情勢.....                                               | 2-1  |
| 図 2-1-1.1 サブサハラ・アフリカの各国の面積.....                               | 2-1  |
| 図 2-1-1.2 世界の人口増加と地域別割合.....                                  | 2-2  |
| 図 2-1-1.3 世界の地域別人口増減率の推移.....                                 | 2-2  |
| 図 2-1-1.4 サブサハラ・アフリカ地域の人口増加と増加率.....                          | 2-3  |
| 図 2-1-1.5 サブサハラ・アフリカ諸国の推計人口（2021年）.....                       | 2-3  |
| 図 2-1-1.6 地域別の電力アクセス率推移（2000年～2020年）.....                     | 2-4  |
| 図 2-1-1.7 サブサハラ・アフリカ地域の未電化人口及び電化人口<br>（2020年）.....            | 2-4  |
| 図 2-1-1.8 電化率の比較（2020年）.....                                  | 2-5  |
| 図 2-1-2.1 地域別の GDP 推移.....                                    | 2-6  |
| 図 2-1-2.2 サブサハラ・アフリカ地域の GDP<br>及び GDP 成長率と世界の GDP 成長率推移.....  | 2-6  |
| 図 2-1-2.3 地域別の就業人口（2000年と2022年の比較）.....                       | 2-7  |
| 図 2-1-3.1 1日1.9米ドル以下で生活する労働人口の割合<br>（2010年と2018年の比較）（％）.....  | 2-8  |
| 図 2-1-3.2 各国定義による貧困ラインを下回る人口の割合<br>（2009-2020）（％）.....        | 2-9  |
| 図 2-1-3.3 地域別の調理用のクリーン燃料と技術への<br>アクセス可能な人口割合の推移.....          | 2-9  |
| 図 2-1-3.4 調査対象国の調理用のクリーン燃料と技術への<br>アクセス可能な人口割合（％）（2020年）..... | 2-10 |
| 図 2-1-3.5 地域別の5歳未満児死亡率の推移（出生1,000人当たり）.....                   | 2-10 |
| 図 2-1-3.6 地域別の学校ごとの就学率（％）.....                                | 2-11 |
| 表 2-1-2.1 ビジネス環境ランキング<br>（サブサハラ・アフリカ地域の上位・下位）.....            | 2-7  |
| 表 2-1-3.1 多次元貧困指数下位10カ国.....                                  | 2-8  |
| 2-2 エネルギー政策.....                                              | 2-11 |

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| 表 2-2.1 調査対象国の電力アクセス向上に係る政策 .....            | 2-12 |
| 2-3 電力供給体制 .....                             | 2-17 |
| 図 2-3-3.1 サブサハラ・アフリカの各地域電力プール加盟国 .....       | 2-27 |
| 図 2-3-3.2 東部アフリカ電力プールの計画と隣国との国際連系線接続計画 ..... | 2-28 |
| 図 2-3-3.3 西部アフリカ電力プールの計画と隣国との国際連系線接続計画 ..... | 2-29 |
| 図 2-3-3.4 南部アフリカ電力プールの計画と隣国との国際連系線接続計画 ..... | 2-30 |
| 図 2-3-3.5 中部アフリカ電力プールの計画と隣国との国際連系線接続計画 ..... | 2-31 |
| 表 2-3-1.1 電力需給バランス .....                     | 2-18 |
| 表 2-3-2.1 電力設備 .....                         | 2-23 |
| 2-4 電力セクターの課題と開発ニーズ .....                    | 2-32 |
| 図 2-4-1.1 電力企業の特徴と経営上の留意点 .....              | 2-34 |
| 図 2-4-1.2 売上高と試算合計の関連図・売上高及び売上高当期純利益率 .....  | 2-35 |
| 図 2-4-1.3 純資産と当期純利益の関連図・総資本回転率（回） .....      | 2-36 |
| 図 2-4-1.4 流動比率・当座比率 .....                    | 2-36 |
| 図 2-4-1.5 売上高と資産合計の関連図 .....                 | 2-37 |
| 図 2-4-1.6 売上高と売上高当期純利益 .....                 | 2-38 |
| 図 2-4-1.7 総資産と当期純利益の関連図 .....                | 2-38 |
| 図 2-4-1.8 総資本回転率 .....                       | 2-39 |
| 図 2-4-1.9 流動比率と当座比率 .....                    | 2-40 |
| 図 2-4-1.10 総資産の推移 .....                      | 2-40 |
| 図 2-4-1.11 売上高と資産合計の関連図 .....                | 2-41 |
| 図 2-4-1.12 売上高及び売上高当期利益率 .....               | 2-42 |
| 図 2-4-1.13 総資産と当期純利益の関連図 .....               | 2-43 |
| 図 2-4-1.14 総資本回転率 .....                      | 2-43 |
| 図 2-4-1.15 流動比率・当座比率 .....                   | 2-44 |
| 図 2-4-1.16 総資産の推移 .....                      | 2-45 |
| 図 2-4-1.17 売上高と資産合計の関連 .....                 | 2-46 |
| 図 2-4-1.18 売上高及び売上高当期純利益率 .....              | 2-46 |
| 図 2-4-1.19 総資産と当期純利益の関連 .....                | 2-47 |
| 図 2-4-1.20 総資本回転率 .....                      | 2-48 |
| 図 2-4-1.21 流動比率・当座比率 .....                   | 2-48 |
| 図 2-4-1.22 総資産の推移 .....                      | 2-49 |
| 図 2-4-1.23 売上高と資産合計の関連 .....                 | 2-50 |
| 図 2-4-1.24 売上高及び売上高当期純利益率 .....              | 2-51 |
| 図 2-4-1.25 総資産と当期純利益の関連 .....                | 2-51 |
| 図 2-4-1.26 総資本回転率 .....                      | 2-52 |
| 図 2-4-1.27 流動比率・当座比率 .....                   | 2-53 |
| 図 2-4-1.28 総資産の推移 .....                      | 2-54 |
| 表 2-4-1.1 対象電力企業一覧と財務諸表の入手状況 .....           | 2-33 |
| 表 2-4-1.2 財務分析指標一覧 .....                     | 2-34 |
| 表 2-4-1.3 経営形態別の数 .....                      | 2-35 |
| 表 2-4-1.4 統合型企業の一覧 .....                     | 2-37 |

|           |                                    |      |
|-----------|------------------------------------|------|
| 表 2-4-1.5 | 発電型企業の一覧.....                      | 2-41 |
| 表 2-4-1.6 | 送電型企業の一覧.....                      | 2-45 |
| 表 2-4-1.7 | 配電型企業の一覧.....                      | 2-49 |
| 表 2-4-3.1 | 調査対象国の課題と開発ニーズ.....                | 2-56 |
| 2-5       | 発送配電設備の運営・維持管理分野（O&M）における人材育成..... | 2-58 |
| 図 2-5-2.1 | EEU の組織体制図.....                    | 2-61 |
| 図 2-5-2.2 | JIRAMA の組織体制図（送変電部門）.....          | 2-63 |
| 図 2-5-2.3 | JIRAMA の組織体制図（配電部門）.....           | 2-63 |
| 図 2-5-2.4 | 送配電課の組織体制図.....                    | 2-64 |
| 図 2-5-2.5 | エネルギー運用公社の組織図.....                 | 2-65 |
| 表 2-5-2.1 | 対象国の発送変電設備における O&M.....            | 2-59 |
| 表 2-5-2.2 | EEU からの試験器具・工具類の調達要望リスト.....       | 2-61 |
| 表 2-5-3.1 | 発電分野の O&M におけるデジタル技術移転項目.....      | 2-67 |
| 表 2-5-3.2 | 送配電分野の O&M におけるデジタル技術移転項目.....     | 2-68 |

### 第3章 電力アクセス向上に資する新規プロジェクト提案

|         |                                    |      |
|---------|------------------------------------|------|
| 3-1     | 提案の方法.....                         | 3-1  |
| 3-2     | 技術提案.....                          | 3-2  |
| 表 3-2.1 | 提案技術候補の分類.....                     | 3-2  |
| 表 3-2.2 | 提案技術候補リスト.....                     | 3-3  |
| 3-3     | マルチセクター・アプローチ.....                 | 3-10 |
| 図 3-3.1 | 地方部への設備適用事例（ワクチン貯蔵用太陽光発電システム）..... | 3-11 |
| 図 3-3.2 | 都市部への医療施設への支援（イメージ）.....           | 3-11 |
| 図 3-3.3 | 未電化・無医村地域への支援（イメージ）.....           | 3-11 |
| 図 3-3.4 | 地方部の医療施設の支援.....                   | 3-13 |
| 表 3-3.1 | 都市部と地方部の医療施設の電力供給に関する課題と解決策.....   | 3-10 |
| 表 3-3.2 | 医療施設への再生可能エネルギーを含む設備適用の可能性.....    | 3-12 |
| 3-4     | グローバル・リスクへの対応.....                 | 3-14 |
| 図 3-4.1 | スリランカの観光客の推移.....                  | 3-15 |
| 図 3-4.2 | 現地調査対象医療施設の位置図.....                | 3-16 |
| 表 3-4.1 | グローバル・リスクの事例.....                  | 3-14 |
| 表 3-4.2 | スリランカにおけるグローバル・リスクと課題.....         | 3-14 |
| 表 3-4.3 | スリランカが直面している課題と解決策（スリランカの事例）.....  | 3-16 |
| 表 3-4.4 | サイト選定スクリーニング結果（スリランカ医療施設）.....     | 3-17 |
| 3-5     | 候補案件の概要.....                       | 3-17 |
| 表 3-5.1 | 新規候補案件ショートリスト.....                 | 3-18 |

### 第4章 提言

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 4-1 | 調査対象国共通の課題..... | 4-1 |
| 4-2 | 調査結果の総括.....    | 4-1 |
| 4-3 | 提言.....         | 4-2 |

## 略語集

|             |                                                       |                 |
|-------------|-------------------------------------------------------|-----------------|
| ASEAN       | Association of Southeast Asian Nations                | 東南アジア諸国連合       |
| BRICS       | Brazil, Russia, India, China, South Africa            | 新興工業国           |
| CAPP        | Central African Power Pool                            | 中部アフリカ電力プール     |
| CEET        | Compagnie Energie Electrique du Togo                  | トーゴ電力公社         |
| CLSG        | Côte d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone and Guinea       | ー               |
| COMELEC     | Maghreb Electricity Committee                         | マグレブ電力委員会       |
| COMESA      | Common Market for Eastern and Southern Africa         | 東南部アフリカ市場共同体    |
| E2C         | Energie Electrique du Congo                           | ー               |
| EAPP        | Eastern Africa Power Pool                             | 東部アフリカ電力プール     |
| ECCAS/CEEAC | Economic Community of Central African States          | 中部アフリカ経済共同体     |
| ECOWAS      | Communaute Economique des Etats de l'Afrique Centrale | 西アフリカ経済共同体      |
| EDG         | Electricite de Guinee                                 | ギニア電力公社         |
| EDM         | Electricidade de Mocçambique                          | モザンビーク電力公社      |
| EEP         | Ethiopian Electric Power                              | エチオピア電力公社       |
| EEU         | Ethiopian Electric Utility                            | エチオピア電力事業体      |
| EGENCO      | Electricity Generation Company of Malaw               | マラウイ発電会社        |
| EGTC        | Electricity Generation and Transmission Company       | 発送電公社           |
| EMS         | Energy Management System                              | エネルギーマネジメントシステム |
| ENDE        | Empresa Nacional de Distribuição de Electricidade     | 国有配電会社          |
| Eneo        | Eneo Cameroon S.A.                                    | カメルーン電力会社       |
| ERERA       | ECOWAS Regional Electricity Regulatory Authority      | 地域電力規制機関        |
| ESCOM       | Electric Supply Company of Malawi                     | マラウイ電力供給会社      |
| EUCL        | Energy Utility Corporation Limited                    | ルワンダエネルギー運用公社   |
| GDP         | Gross Domestic Product                                | 国内総生産           |
| GIS         | Geographic Information System                         | 地理情報システム        |
| IEA         | International Energy Agency                           | 国際エネルギー機関       |
| IED         | Intelliegent Electronic Device                        | インテリジェント電子機器    |
| IPP         | Independent Power Producer                            | 独立系発電事業者        |
| IT          | Information Technology                                | 情報システム          |
| JICA        | Japan International Cooperation Agency                | 独立行政法人国際協力機構    |
| JIRAMA      | Jiro sy rano malagasy                                 | マラガシー電気・水道供給会社  |
| KenGen      | Kenya Electricity Generating Company PLC              | ケニア発電会社         |
| KETRACO     | Kenya Electricity Transmission Company Limited        | ケニア送電公社         |
| KPLC        | Kenya Power and Lighting Company                      | ケニア電力・電灯会社      |
| LEC         | Liberia Electricity Corporation                       | リベリア電力公社        |
| LPSE        | Energy Sector Policy Letter                           | エネルギー政策に係る文書    |
| MESL        | Mainstream Energy Solutions Limited                   | ー               |
| MPI         | Multidimensional Poverty Index                        | 多次元貧困指数         |
| NEP         | National Energy Policy                                | 国家エネルギー政策       |
| NSPCL       | North South Power Company Limited                     | ー               |
| O&M         | Operation & Maintenance                               | 運営・維持管理分野       |
| OT          | Operational Technology                                | 運用制御システム        |
| PPP         | Public Private Partnership                            | 官民パートナーシップ      |

サブサハラ・アフリカ諸国における電力分野アクセス向上に係る情報収集・確認調査  
 第一部 電力アクセス向上の課題と候補案件の概要  
 ファイナルレポート

|          |                                                                                   |                     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| PRODEL   | Empresa Pública de Produção de Electricidade                                      | 国有発電会社              |
| REG      | Rwanda Energy Group                                                               | ルワンダエネルギーグループ       |
| REGTC    | Project proposal for the establishment of the Rwanda Energy Group Training Center | REG トレーニングセンターの建設計画 |
| RNT      | Rede Nacional de Transporte de Electricidade                                      | 国有送電会社              |
| SADC     | Southern African Development Community                                            | 南部アフリカ開発共同体         |
| SAIDI    | System Average Interruption Duration Index                                        | 年間停電時間              |
| SAIFI    | System Average Interruption Frequency Index                                       | 年間停電回数              |
| SAPP     | Southern African Power Pool                                                       | 南部アフリカ電力プール         |
| SDGs     | Sustainable Development Goals                                                     | 持続可能な開発目標           |
| SE4ALL   | Sustainable Energy for All                                                        | すべての国民の持続可能なエネルギー   |
| Senelec  | Société nationale d'électricité du Sénégal                                        | セネガル電力公社            |
| SIE      | Système d'Information sur l'Energie                                               | エネルギー情報システム         |
| SONABEL  | Société Nationale d'Electricité du Burkina                                        | ー                   |
| SONATREL | Societe Nationale de Transport de L'electricite                                   | カメルーン送電公社           |
| SVC      | Static Var Compensator                                                            | 静止型無効電力補償装置         |
| TCN      | Transmission Company of Nigeria                                                   | ナイジェリア送電公社          |
| TICAD    | Tokyo International Conference on African Development                             | アフリカ開発会議            |
| TPL      | Transcorp Power Limited                                                           | ー                   |
| UEGCL    | Uganda Electricity Generation Company Limited                                     | ウガンダ発電公社            |
| UETCL    | Uganda Electricity Transmission Company Limited                                   | ウガンダ送電公社            |
| UN       | United Nations                                                                    | 国際連合                |
| WAPP     | West African Power Pool                                                           | 西部アフリカ電力プール         |
| WESO     | World employment and social outlook                                               | 世界の雇用及び社会の見通し       |
| ZESCO    | Zambia Electricity Supply Corporation                                             | ザンビア電力供給会社          |

## 第1章 調査概要



## 第1章 調査概要

### 1-1 調査の目的と背景

#### 1-1-1 背景

世界では、電気にアクセスできない人々の数は、2015年から2019年にかけて年平均9%減少したが、新型コロナウイルスの流行が始まった後、2019年から2020年にかけて増加に転じた<sup>1</sup>。

2020年時点では世界で約8億人の人々が、主にアフリカとアジアで、電気にアクセスすることなく生活している。特にサブサハラ・アフリカでは、約10.9億人<sup>2</sup>という人口に対して、電化率が49%程度であるため、未電化人口はおよそ5.1億人で、世界の未電化人口の67%を占めている。

IEAによれば、2030年時点の電化率は92%に達する一方で、サブサハラ・アフリカでは61%程度に止まると推計されており、5億人以上が電力利用の恩恵を受けられないと予測されている。

2030年までにSDGsゴール7「すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する。」を達成するのは至難の業であるが、様々なアクターが協力するとともに、革新的な開発手法やビジネスモデル、ドナーによる支援方法等のイノベーションが期待されている。

こうした現状に対し、JICAは電力セクターのアフリカ地域における協力量針として、発電設備強化（地熱、水力、ガス火力）、パワープール系統強化、配電網整備に対する資金協力、技術協力等の取り組みをこれまで行ってきた。さらに2019年8月に開催された第7回アフリカ開発会議（TICAD 7）において、①再生可能エネルギー（地熱に加え太陽光や風力）、②電力アクセス（電化率向上）、③送配電網整備（地域パワープールの強化）を、民間投資促進や能力強化を通じこれまで以上に推進することで、アフリカにおけるSDGsゴール7の達成および経済転換に一層貢献することを、発信している。

本件調査では、上記の②及び③を中心に具体的案件（無償、技術協力）形成に必要な情報を収集することを目的とした調査を実施する。

支援ニーズの把握に当たっては、「総合的投資計画（マスタープラン）の改定」、「電気事業者の経営改善」、「設備の維持管理に関するデジタル技術の進展への対応」、「再エネの発電導入に対応する系統側の設備投資」といった対象国電力セクターが元来有するニーズに加え、コロナ禍が対象国電力セクターに与える短中長期的影響を踏まえることとする。

#### 1-1-2 調査の目的

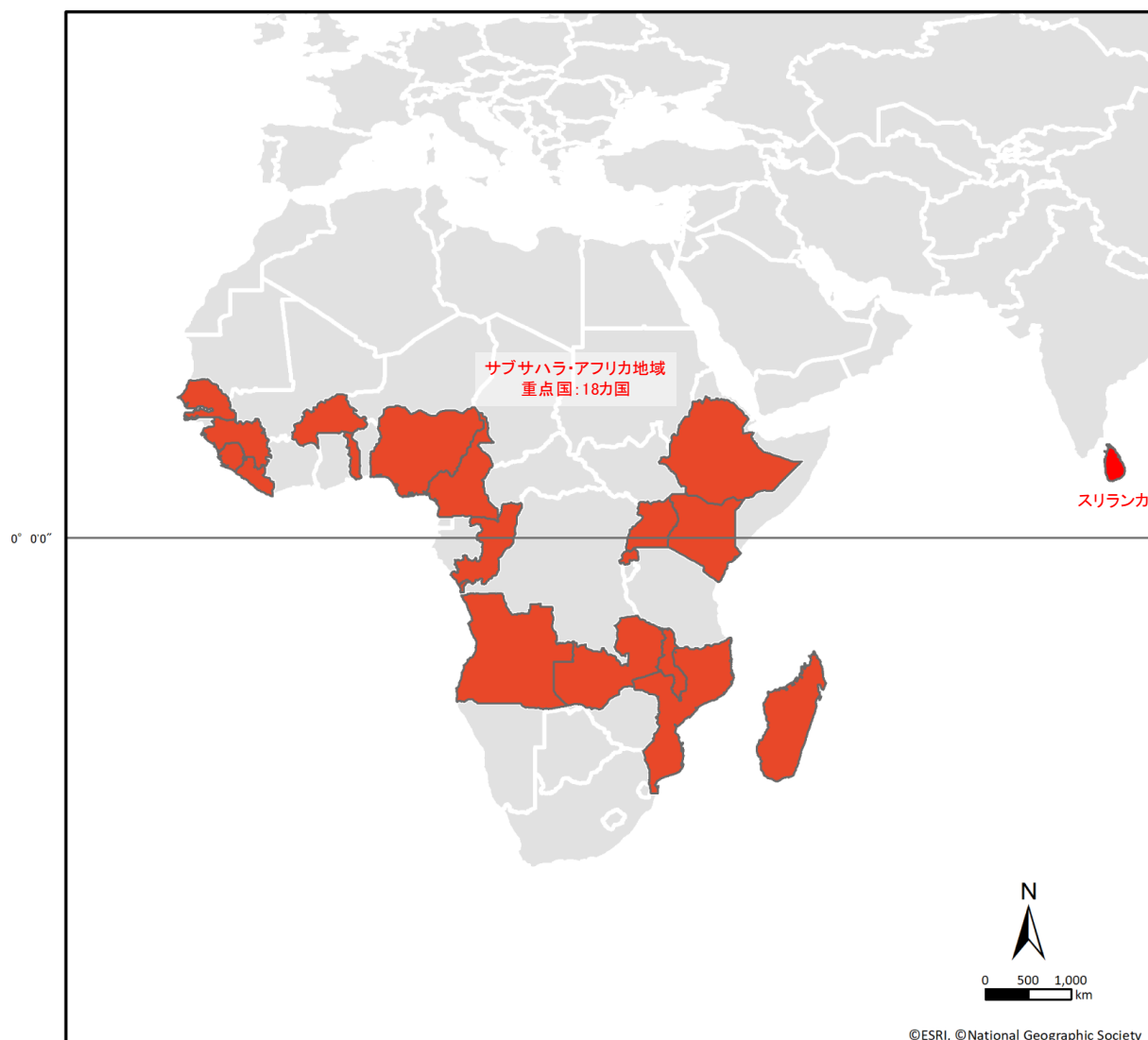
本調査では主に、①コロナ禍を踏まえた調査の進め方、②コロナ禍が対象国電力セクターやJICAの事業実施に与える影響、③基礎的社会サービス施設への電力安定供給や低所得者層の電力アクセス保障、④再生可能エネルギー導入促進等に留意し、短期・中長期的な支援を見据えた、電力アクセス及び送配電網整備等に関する具体的案件（無償、技術協力）形成に必要な情報を収集する。調査方法及び調査報告書の作成にあたっては、関係者間で十分な協議を行い、取り進めるものとする。

<sup>1</sup> 国際エネルギー機関（IEA：International Energy Agency）

<sup>2</sup> UN, World Population Prospects 2022 による。

### 1-1-3 調査対象地域

図1-1-3.1に本調査の対象地域を示すが、サブサハラ・アフリカ地域を基本的な対象とする。



出典：調査団作成

図 1-1-3.1 調査対象地域

本調査開始時点では、エチオピア、ケニア、ルワンダ、ウガンダ、ナイジェリア、セネガル、モザンビーク、アンゴラ、ザンビア、カメルーン、ブルキナファソ、マダガスカル、マラウイ、シエラレオネ、リベリア、トーゴの16カ国を重点国と位置付けた。

その後、ギニア、スリランカ、コンゴ共和国の3カ国が、以下の理由と目的のために追加された。

#### ■ ギニア共和国の追加

ギニアは、電化率の向上や電力の安定供給が同国の喫緊の課題となっており、現地からの電力セクター支援の声も高いことから、同国の電力事情を調査のうえ、支援の可能性を検討することとした。

ただし、電気事業者の経営課題分析は対象外とする。

#### ■ スリランカ民主社会主義共和国の追加

医療や教育などの基礎的社会サービス施設への電力供給と、再エネ電源活用による電化促進を

実現する案件について検討を続けたが、候補サイトの特定に至らなかった。

そうした状況下、南アジアに位置するスリランカにて、財政危機に起因して、化石燃料の輸入が滞り、発電及び電力供給が停滞し、医療施設を始めとする基礎的社会サービスにおいても停電が頻発する状況に陥っている。

係る状況を受け、スリランカでは、化石燃料に依らない太陽光発電を導入し、医療施設への電力供給を改善するニーズが高まっていることが分かった。

このような状況は、サブサハラ・アフリカ地域の課題と一致しており、将来的に同地域への展開を検討するモデルケースとして、スリランカにおいて医療施設向け太陽光発電設備設置事業についての情報収集を行うこととなった。

ただし、電力基礎調査や電気事業体の経営課題分析は対象外とする。

## ■ コンゴ共和国の追加

JICA コンゴ民主共和国事務所は、兼轄するコンゴ共和国から電力セクター支援の要望を受け、コンゴ民主共和国のコンサルタントを活用した、電力基礎情報収集やプロジェクトのポテンシャル調査を実施した。

同コンサルタントの調査結果で示されたプロジェクト候補のうち首都ブラザビルについて案件形成に資する現地調査を実施し、支援の可能性を検討することとした。

ただし、電力基礎情報は同コンサルタントが収集したものを活用し、電気事業体の財務状況確認は行うものの、詳細な経営課題分析による他の調査対象国との比較は対象外とする。

## 1-2 現地調査対象国の選定

### 1-2-1 選定の方法

本調査では、スクリーニング比較結果、及び緊急性や高い支援ニーズが認められる国を、現地調査の対象国として選定した。

#### ■ スクリーニング比較（当初調査対象国 16 カ国と後に追加されたギニアを含む全 17 カ国）

収集した情報や相手国のニーズを基に、支援の意義や有効性、支援によるインパクトなどをスクリーニングして対象国を選定した。

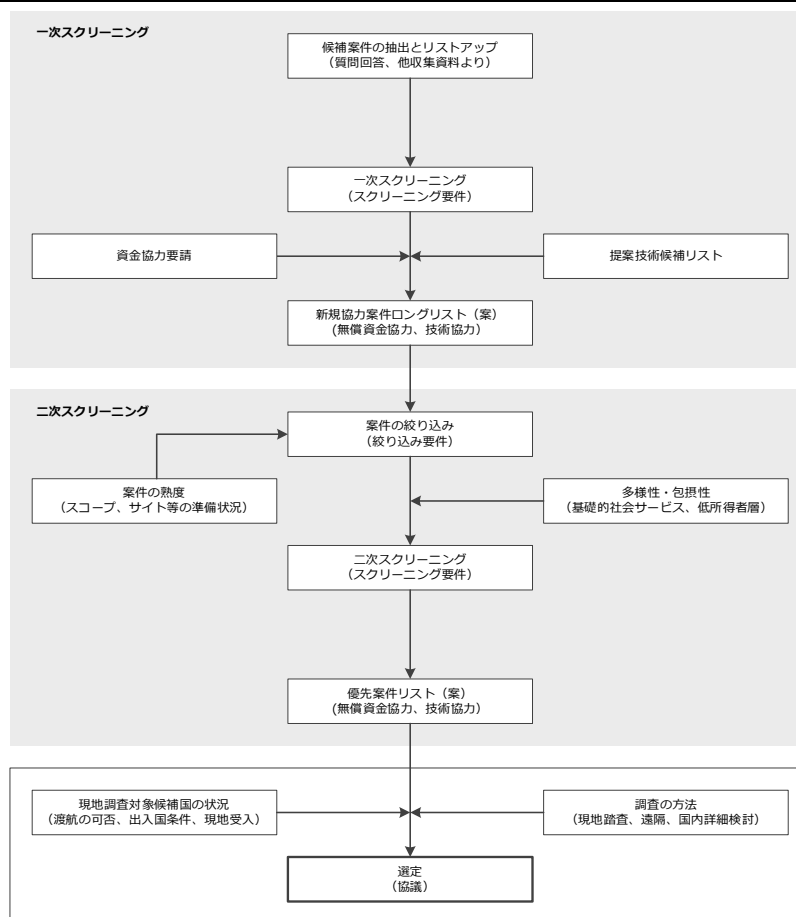
#### ■ 緊急性および支援ニーズが高い国（追加調査 2 カ国）

支援のニーズが高く、明らかに早急な支援が必要と考えられる国については、JICA と相談のうえ、現地調査対象国とした。

### 1-2-2 スクリーニング比較

#### (1) スクリーニングによる選定手順

本調査で実施した、スクリーニング比較のフローを図 1-2-2. 1 に示す。



出典：調査団作成

図 1-2-2.1 スクリーニングフロー

## (2) 一次スクリーニング

質問票への回答状況、インターネット上で公開されている情報等、現時点で収集している情報やデータを基に、以下の要件を照らし合わせて一次スクリーニングを行う。

### <スクリーニング要件>

- 開発ニーズ(当該国の開発計画にあり、他援助機関による支援が予定されていないか。)
- 緊急性(短期的な支援が求められているか。)
- 規模感(無償資金協力や技術協力プロジェクトに適当か。)

スクリーニングの結果から、新規協力案件ロングリスト(案)を作成するが、既に資金協力支援等の要請がされている案件や、当該国が抱える課題に対して有効と考えられる提案技術も考慮する。

## (3) 二次スクリーニング

新規協力候補案件ロングリスト(案)を基に、現地調査の実施が有効と考えられる案件の絞り込みを行う。

### <絞り込み要件>

- 事業の目的(課題に対して期待される効果が判断できるか。)
- スコープ(事業の効果を生むためのスコープは明確か。)

- サイト（サイト（候補）を有しているか。）

絞り込みの結果を二次スクリーニングにかけるが、基礎的社会サービス施設への電力安定供給や低所得者層の電力アクセスに資するもの、また再生可能エネルギー導入促進に資する要素を付加することができるか、検討する。

＜二次スクリーニングの項目＞＊詳細は別添資料１「スクリーニング評価手法」に掲載

① 支援の意義（妥当性：Relevance）

- 妥当性
  - 相手国の開発計画との整合性はあるか。
  - 開発ニーズとの整合性はあるか。
- アプローチ
  - 「受益者」に関し、弱者の配慮や公平性を考慮しているか。

② 支援の整合性（整合性：Coherence）

- 整合性
  - 日本側政策・JICAの協力方針との整合性はあるか。
  - JICAの他事業、支援との連携（相乗効果・シナジー）はあるか。
- 調和・協調
  - 当該国、他の開発協力機関等による支援との相互補完・調和・協調をしているか。
  - 国際的な枠組み（SDGs、平和構築、人道支援等含む）との整合性はあるか。

③ 支援の有効性（有効性：Effectiveness）

- 短期的効果
  - 直接的な結果が期待されるか。
  - 短期的な効果の実現が期待されるか。
- 目標水準
  - 目標年次の設定があるか。
  - 目標水準（運用効果指標）の設定が可能か。

④ プロジェクト実行力（実行力：Executive Ability）

- 事業実施の準備状況
  - 明らかなプロジェクトの目標はあるか。
  - サイトは準備されているか。
- 対応状況
  - 調査への協力体制や対応状況は良いか。
  - 事業実施の期待は高いか。

⑤ 費用対効果と持続性（効率性：Efficiency、持続性：Sustainability）

- 効率性
  - インプット（投入）（資金、専門技術（知識）、時間など）は明確か。
  - 経済的な結果（アウトプット）を生み出すことができるか。
- リスク
  - 事業によって発現する効果持続性の期待
    - ・ 政策・制度面
    - ・ 組織・体制面（組織の体制／人材）
    - ・ 技術面
    - ・ 財務面（運営・維持管理予算の現状）
    - ・ 環境社会面
  - 時間の経過に伴い開発の純益が失われていくというリスクに対する回復力

## 1－2－3 スクリーニング結果と現地調査対象国

### (1) スクリーニング結果

表 1－2－3. 1 に、現地調査対象国選定にかかる調査対象国のスクリーニング比較を示す。17 カ国中、上位 8 カ国を現地調査の候補国として選定し、インテリムレポートにて報告をした。

表 1-2-3.1 調査対象国のスクリーニング比較

| 現地調査候補国: ○△<br>対象外: ✕ | 国名      | 支援の意義<br>(10) |              | 整合性<br>(10) |              | 有効性<br>(10)  |             | プロジェクト実行力<br>(10) |            | 費用対効果と持続性<br>(10) |            | スコア |    | コメント(上段:技術、下段:財務)                                                                                                                                               |
|-----------------------|---------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------------|------------|-------------------|------------|-----|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |         | 妥当性<br>(5)    | アプローチ<br>(5) | 整合性<br>(5)  | 調和・協調<br>(5) | 短期的効果<br>(5) | 目標水準<br>(5) | 準備状況<br>(5)       | 対応力<br>(5) | 効率性<br>(5)        | リスク<br>(5) | 合計  | 順位 |                                                                                                                                                                 |
| ○                     | マラウイ    | 5             | 5            | 5           | 3            | 5            | 3           | 4                 | 4          | 4                 | 4          | 42  | 1  | 優先プロジェクトのいくつかは2021年3月に世銀に支援依頼を提出している模様、世銀による採択件名は不明。配電用SCADA案件、医療キャラバン支援の都市への送配変電案件もリスト化を検討した。<br>Generation(EGENCO)の分析結果であるが、資産規模も拡大しており比較的良好である。              |
| ○                     | ブルキナファソ | 4             | 4            | 3           | 3            | 5            | 4           | 4                 | 5          | 2                 | 4          | 38  | 2  | 第1優先プロジェクトとして推奨されたOuaga-sud変電所建設及び首都配電網強化のいずれも裨益効果は高いと判断した。<br>資産規模に比して売上高が低く効率性が良いとは言えない。しかしながら、規模が拡大していること、資金的な安全性にも特に大きな問題もないためリスクを4と評価した。                   |
| ○                     | ルワンダ    | 3             | 4            | 5           | 4            | 5            | 4           | 4                 | 4          | 2                 | 2          | 37  | 3  | 首都キガリ南部の電力供給強化、並びに今後開発が進められる経済特区への電力供給を目的とした電力設備の開発を推奨する。<br>売上高及び総資産の規模は14か国の中で下から3番目以内であるが、収益性及び安全性の多くの指標が低水準である。短期的な支払能力を表す流動比率が低く資金繰りの面で懸念がある。              |
| ○                     | エチオピア   | 4             | 4            | 2           | 3            | 4            | 4           | 5                 | 4          | 2                 | 2          | 34  | 4  | アジスセンター変電所のJICA準備調査は完了しており、熟度が高いプロジェクトである。<br>Generation (EEP)の分析を行えたが、総資産規模の割に売上高が低く資産が有効に活用されていない可能性がある。また、資金的な安全性にも懸念がある。                                    |
| △                     | シエラレオネ  | 3             | 3            | 2           | 4            | 4            | 3           | 3                 | 4          | 4                 | 4          | 34  | 4  | すでに無償資金協力事業の準備調査が実施されている。<br>資産がかなり増加している。原油価格上昇にもかかわらず、原価削減を行っており収益性が良好である。                                                                                    |
| △                     | マダガスカル  | 4             | 4            | 4           | 4            | 5            | 1           | 4                 | 4          | 1                 | 1          | 32  | 6  | 首都アンタナリボ地域の増強であり意義は高いが、優先リストの変電所は増設が多い。<br>売上高から売上原価を差し引いて計算した売上総利益率がマイナスであり著しく収益性が低い。純資産もマイナスであり一定規模以上の投資が必要と考えられる。                                            |
| △                     | ギニア     | 4             | 4            | 2           | 1            | 4            | 4           | 4                 | 3          | 3                 | 3          | 32  | 6  | 情報量が不足している。国の大きさにに対して系統があまりに貧弱であり、系統拡充支援が必要と想定される。(電力公社の管理能力も引き上げる必要性を感じる。)<br>(当該国の財務分析は対象外)                                                                   |
| △                     | リベリア    | 5             | 4            | 3           | 2            | 4            | 3           | 4                 | 4          | 1                 | 1          | 31  | 8  | 優先プロジェクトとして推奨された案件は、首都から離れた地方都市の電化率向上に利するものであり、更には近くの鉱山への電源となるものである。<br>財務的にはかなり悪化しており、政府からの補助金で存続している状況である。投資は行われているようであり、資産は増加している。                           |
| ✕                     | アンゴラ    | 3             | 4            | 4           | 3            | 4            | 4           | 3                 | 1          | 4                 | 3          | 33  | －  | 首都ルアンダに他ドナー支援多く副都心の電力網増強を選定。医療キャラバンは首都ルアンダの病院支援の模様。送電線と変電所は新設案件のニーズが多い。<br>Transmission (RNT)の分析を行えたが、規模が比較的大きく費用対効果は高いと考えられる。収益性は良いものの、安全性では懸念があるためリスクを3と評価した。 |
| ✕                     | モザンビーク  | 4             | 4            | 4           | 4            | 5            | 1           | 4                 | 2          | 2                 | 3          | 33  | －  | 医療キャラバンの支援予定の首都マプトの電力強化案件をピックアップしているが、電力供給改善のための首都や副都心の案件候補は存在する。<br>モザンビーク側からの詳細なデータ提供はなかった。<br>収益性や安全性や懸念があるものの、供給人口増加などにより成長性があるためリスクは3とした。                  |
| ✕                     | ウガンダ    | 5             | 5            | 2           | 3            | 1            | 1           | 2                 | 4          | 4                 | 4          | 31  | －  | きちんとした開発計画が立案されており、その半数は資金もついているようである。優先プロジェクトに「技プロ」項目が挙げられており、この国には技プロを推奨したい。<br>ケニアへの販売もあり比較的安定している。                                                          |
| ✕                     | カメルーン   | 3             | 3            | 4           | 4            | 2            | 4           | 2                 | 2          | 2                 | 2          | 28  | －  | 開発計画記載の送変電増強計画はほぼ他ドナー支援にて進行中。地方小水力発電開発のポテンシャルがある模様だ。<br>(財務諸表未入手により提案時の情報から)売上高から売上原価を差し引いて計算した売上総利益率がマイナスであり、著しく収益性が低い。また、短期的な支払能力を表す流動比率が低く、資金繰りの面で懸念がある。     |
| ✕                     | トーゴ     | 2             | 3            | 3           | 3            | 3            | 2           | 2                 | 1          | 3                 | 3          | 25  | －  | 既存系統の脆弱性から国内基幹系統の拡充及び首都、副都心回りの電化プロジェクト進行中。正しい詳細情報がなく調査が必要。ただし送変電設備の開発所掌は隣国ベナンの電力公社CEBである。<br>(財務諸表未入手)                                                          |
| ✕                     | ザンビア    | 3             | 3            | 2           | 3            | 3            | 1           | 2                 | 2          | 3                 | 3          | 25  | －  | 大型水力発電所が多数あり、系統も充実しているようである。優先プロジェクトとして首都ルサカの送変電プロジェクトを挙げたが、この国には技プロを推奨したい。<br>(財務諸表未入手)                                                                        |
| ✕                     | セネガル    | 2             | 1            | 2           | 1            | 3            | 2           | 2                 | 1          | 4                 | 4          | 22  | －  | 国内基幹設備の拡充計画はあるが詳細不明。調査団の質問票に対して、提供データが圧倒的に不足している。<br>売上債権の回収の時間がかかっているが、収益性、安全性に特段懸念がない。また資産規模もかなり拡大している。                                                       |
| ✕                     | ケニア     | 3             | 1            | 1           | 1            | 1            | 4           | 2                 | 3          | 2                 | 3          | 21  | －  | LCPDPにて開発計画が詳細に策定されており、自己資金での開発が進んでいることから、電力品質向上にむけた技プロを推奨したい。<br>売上債権の回収の時間がかかっているが、収益性、安全性に特段懸念がない。また資産規模もかなり拡大している。                                          |
| ✕                     | ナイジェリア  | －             | －            | －           | －            | －            | －           | －                 | －          | －                 | －          | 0   | －  | (数回実施したWebミーティングの結果、ナイジェリア側から、現時点での支援ニーズは無いという回答があった。)                                                                                                          |

備考 1：得点化は、「評価手法」シートのとおりとした。  
2：個別案件の評価ではなく、ロングリストに掲載のプロジェクト群を俯瞰して見た状態で得点を付けた。  
3：開発計画が整い、収集した情報、提供いただいたデータが多く、整理されている国ほど、得点が高くなる傾向にある。  
4：プロジェクト実行力である1あるいは2の評価がされている国は、①事業実施の準備不足、あるいは②円滑な調査実施への期待が低いと、考えられることから、現地調査は対象外とした。

## (2) 現地調査対象国

### ■ スクリーニング比較による現地調査対象国

スクリーニング結果、及び外的な要因を踏まえた JICA 関連部署の方針が示され、4 カ国を対象国として選定し、他の 4 カ国については本調査における現地調査を見送ることとした。

現地調査対象国：マラウイ、ルワンダ、エチオピア、マダガスカル

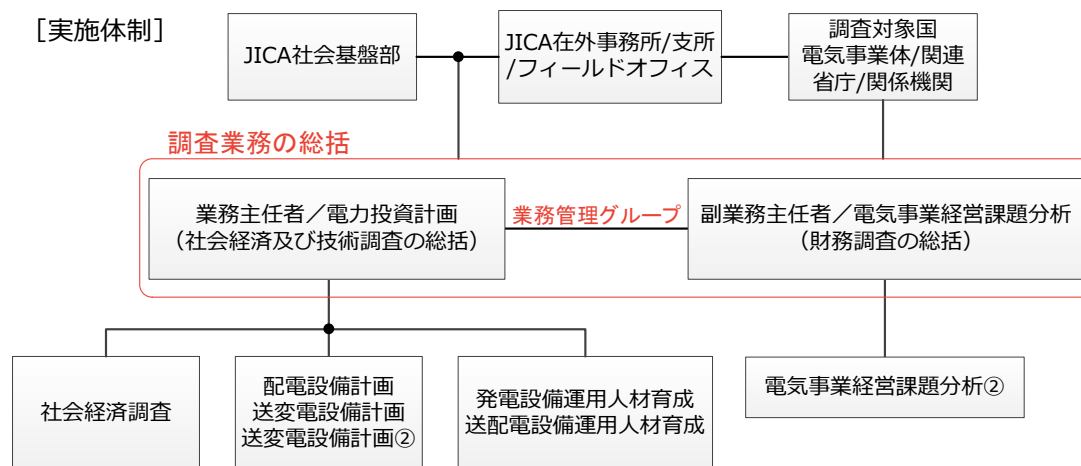
### ■ 緊急性および支援ニーズが高い国

現地調査対象国：スリランカ、コンゴ共和国

## 1-3 全体調査工程

### 1-3-1 調査団構成

本件調査を実施した、調査団の構成を図 1-3-1. 1 に示す。



出典：調査団作成

図 1-3-1. 1 調査団構成

### 1-3-2 調査概要

#### 【100】第一次国内作業

#### 1) 調査の方法

調査対象国には、調査開始時点において調査の目的や調査内容や協力を要請する書面、質問票を関係機関へ送付して、基礎情報の収集やニーズ調査を実施した。

当調査団がコミュニケーションチャンネルを有する国以外では、ローカルコンサルタントを活用して、相手国の関係機関との連絡体制を整えたうえで、情報収集活動を行った。

また、相手国の通信状況により、オンライン面談の実施が可能となった国では、オンラインによる補足説明を行い、情報収集の促進に努めた。

#### 2) 経営分析にかかる情報収集と分析

入手したアニュアルレポート及び財務諸表（貸借対照表、損益計算書、キャッシュフロー計算書）を基に、経営・財務分析を行った。調査においては、政策面での分析として、電気事業民営化、発電・送電・配電分離などの状況についても確認をした。特に発電・送電・配電をそれぞれ別会社で行っている場合には、可能な限りそれぞれのアニュアルレポートを入



手して、経営・財務分析を行った。経営・財務分析においては、非財務指標を用いた分析を行うほか、各電気事業体の3～5年の経年比較を行い、年度ごとの特徴を把握して調査対象国を横に並べるとともに、日本の電力会社もベンチマークとし、各電気事業体の分析を行った。

分析によって各電気事業体の理解を深めた後、現地調査を実施した国においては、分析結果をもって各国政府や電力会社に対して説明を行い、財務面から見た経営改善、投資計画の見直し、財務計画策定に関する助言、料金水準の妥当性などについて協議を実施した。

### 3) 社会経済調査にかかる情報収集と分析

事業対象地域における、医療、教育、給水などの基礎的社会サービス施設の電力供給状況や所得水準等、社会経済面の情報を収集した。

### 4) 本邦企業ヒアリング

従来型のグリッド拡張による電力アクセスの促進のほか、地産地消可能な分散型電源活用によるミニグリッド、デジタル技術やシステムの導入提案、設備の運営維持管理能力向上等、各国のニーズや技術レベルに見合った方策を検討、提案する目的から、本邦企業に対するヒアリングを実施した。

ヒアリングは2020年10月から2021年中頃にかけて、訪問やリモート等の方式で断続的に実施したが、各企業には書面にて、本調査の背景と経緯、目的と範囲、調査対象国等のヒアリングの主旨を説明、短期間で実施可能な支援策の検討や中・長期的の視点で実施する支援策検討への幅広い協力の可能性を伺った。

ヒアリングを行った企業は以下の通りで、各企業から提案頂いた技術は、本報告書の「3-2 技術提案」に取りまとめた。

＜ヒアリングを実施した主な企業＞

- 電力設備に関わる資機材やシステム等の各種製品を取り扱う企業：28社
- 電力設備の工事、運営・維持管理を行う企業：6社

また、現地調査対象国では各国における電力系統の設備拡充や運用・維持管理面での効果が期待できる資機材として本邦技術を紹介した。

### 5) インタビューレポートの作成・提出

対象国の電気事業体経営における情報収集・分析状況、短期及び中長期支援策の検討を経て作成するロングリスト案、現地調査対象国の選定（スクリーニング）までの進捗状況等の第一次国内作業の成果を取り纏めたインタビューレポート（案）を作成して、JICA 関係部署との協議を行い、コメントを反映させて最終化した。

## 【200】 【400】 【600】 【800】 【1000】 現地調査

### 1) 調査の方法

第一次国内作業の情報・データ収集や分析結果を踏まえて、候補案件の実施機関に対するニーズ確認、及び国内作業では収集しきれなかったデータ収集を目的としたヒアリング、並びに事業化した際の予算規模・環境社会配慮面での対応要否・実施機関の運営維持管理能力の確認を目的とした候補案件サイトの現地踏査を実施した。

また、相手国で支援を実施中、あるいは支援を検討しているドナーの動向確認も実施し、電力セクターにおける支援展開の概要を確認した。

## 2) 現地調査報告書の作成

収集した情報、及び情報の分析結果を取り纏め、現地調査報告書を作成した。報告書には主に、当該国の電力事情、支援ニーズ、電力セクターに関連した開発計画、他ドナーを含む開発動向、要望のあったプロジェクトの簡易検討結果によるプロジェクトのコンポーネント提案、財務関連報告を記載した。

### 【300】 【500】 【700】 【900】 国内作業

#### 1) 帰国報告

現地調査後に開催された帰国報告会において、現地調査報告書を用いて調査結果概要を報告した。また、帰国報告会や報告書のコメントを反映して、最終化した報告書を提出した。

#### 2) 帰国後のフォロー

現地調査対象国の電力セクターの概況の詳細情報に関して、現地調査で入手した最新情報をレビューし、整理を行った。質問票の中で未回答の項目がある場合は、現地再委託を通じて情報収集のフォローを行い、収集データの充実化を図った。

#### 3) ロングリスト案の修正

現地調査で得られた結果を JICA に報告した上で、ロングリスト案について見直しが必要だと思われる場合は、適宜修正した。

### 【1100】 第六次国内作業

#### 1) ドラフト・ファイナルレポートの作成

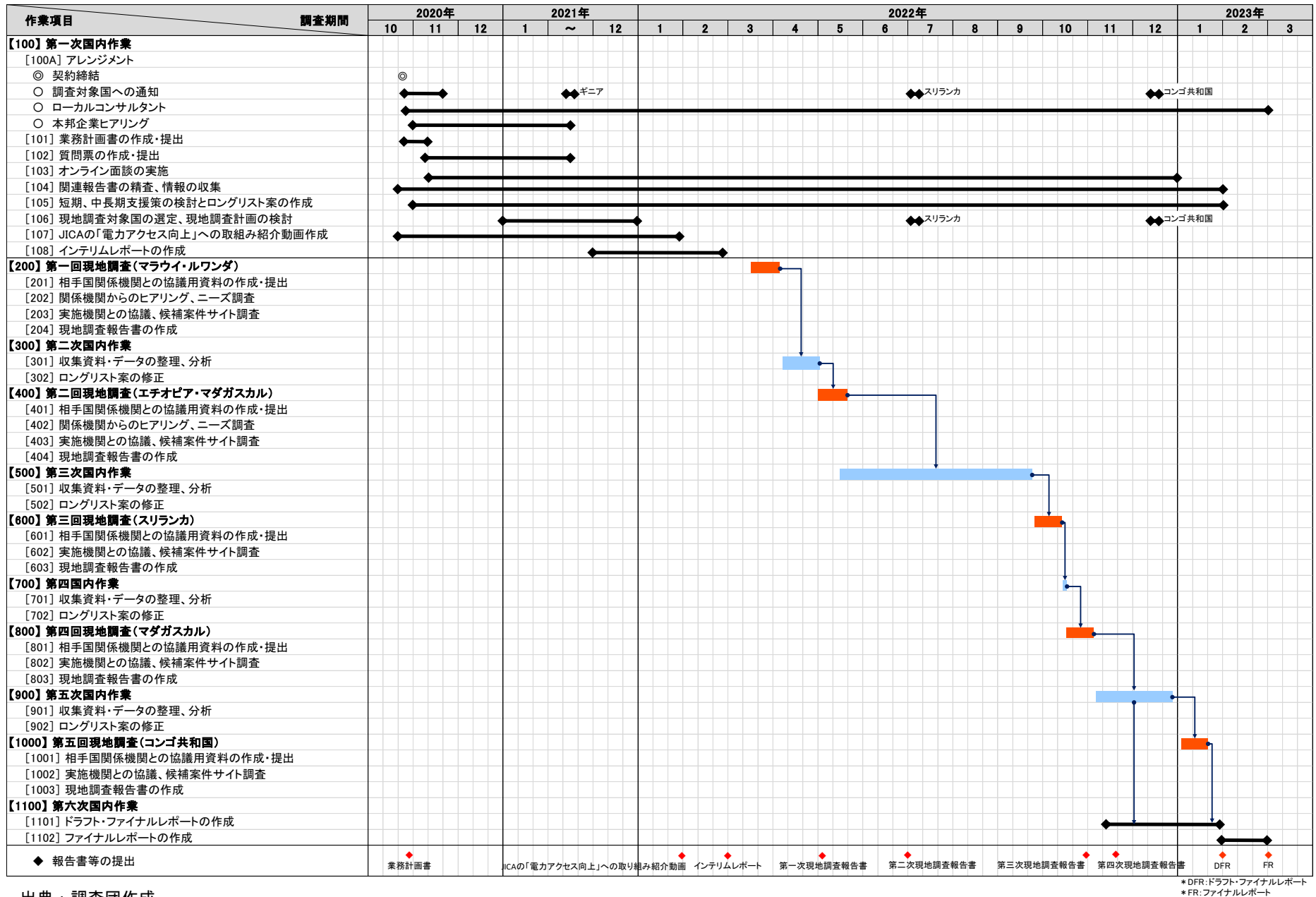
ドラフト・ファイナルレポートは二部構成とし、第一部では、調査全体の概要を集約して、候補案件のショートリストを掲載した。第二部では、基礎情報から課題、開発ニーズとロングリストまでを一か国毎に纏めた。

#### 2) ファイナルレポートの作成

ドラフト・ファイナルレポートで得られたコメントを反映させ、ファイナルレポートとして最終化した。

## 1-3-3 調査工程

本調査の全体工程を図 1-3-3. 1 に示す。



出典：調査団作成

図 1-3-3.1 調査工程

## 第2章 サブサハラ・アフリカ地域の電力 アクセス向上に向けた諸課題

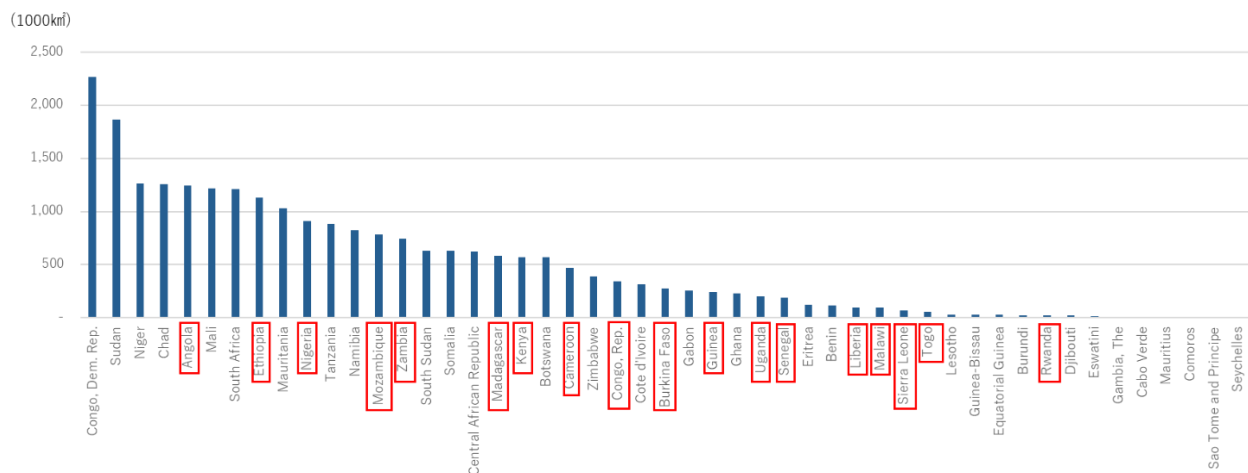
## 第2章 サブサハラ・アフリカ地域の電力アクセス向上に向けた諸課題

### 2-1 社会経済情勢

#### 2-1-1 国土・人口

##### (1) サブサハラ・アフリカ地域の国土

2022年12月時点で、我が国が承認しているアフリカ54カ国のうち、アルジェリア、エジプト、リビア、モロッコ、チュニジアを除く、49カ国がサブサハラ・アフリカに属している。サブサハラ・アフリカ地域の合計面積は2,389万km<sup>2</sup>で、世界の陸地面積の約5分の1を占める。各国別の面積を図2-1-1.1に示す。



出典：World Bank, World Development Indicators

備考：□ は本調査対象国を示す。

図 2-1-1.1 サブサハラ・アフリカの各国の面積

##### (2) 世界人口とサブサハラ地域の人口

1950年に約25億人であった世界の総人口は、2020年にはおよそ3倍の78億人にまで増加すると推計される。この増加の傾向は今後も続き、2050年には97億人に達する見通しが立てられている。

図2-1-1.2に世界の人口増加と地域別割合を示す。ここで注目すべきはアフリカ大陸における人口の増加であり、1950年当時は全世界の9%程度（約2.2億人）であった人口比は、2020年には17.4%（約13.6億人）にも上っており、2050年には25%（約24.9億人）を越える勢いで増加することが推測されている。地域別の人口比率では、アジアはほぼ横ばいで欧米諸国が減少しており、アフリカ諸国の人口増加の勢いがいかに大きいかが伺える。

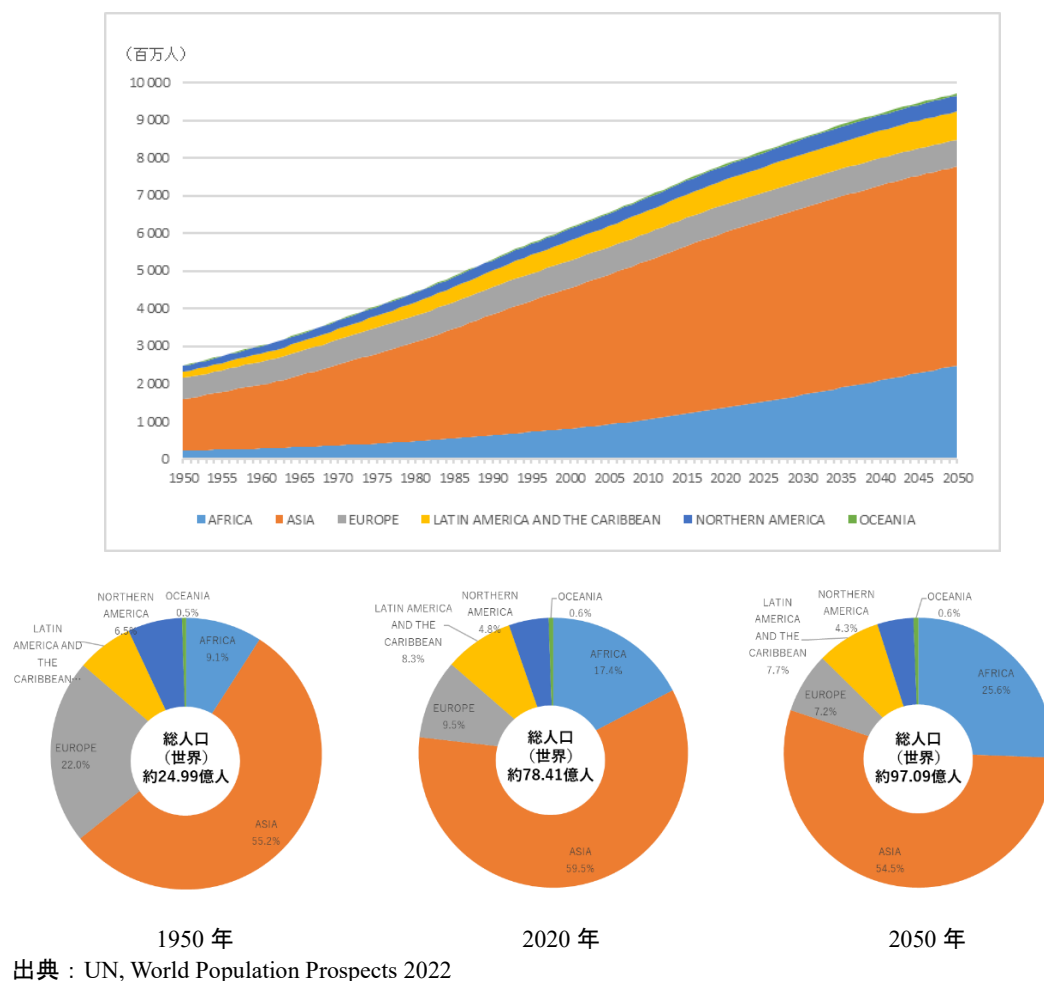
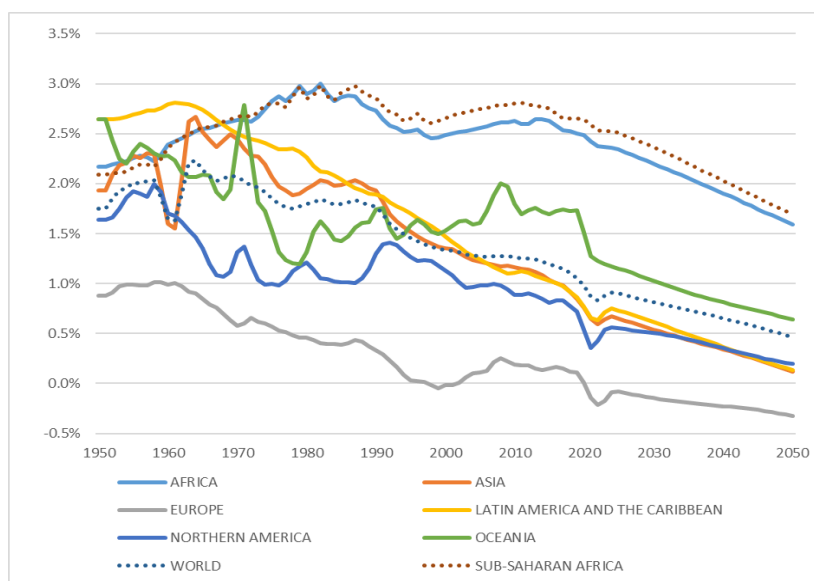


図 2-1-1.2 世界の人口増加と地域別割合

図 2-1-1.3 には地域別の人口増加率を示す。人口が減少傾向に転じていくと推測される地域がある一方で、サブサハラ・アフリカ地域は当面は 2%以上の増加が継続していくものと推察される。

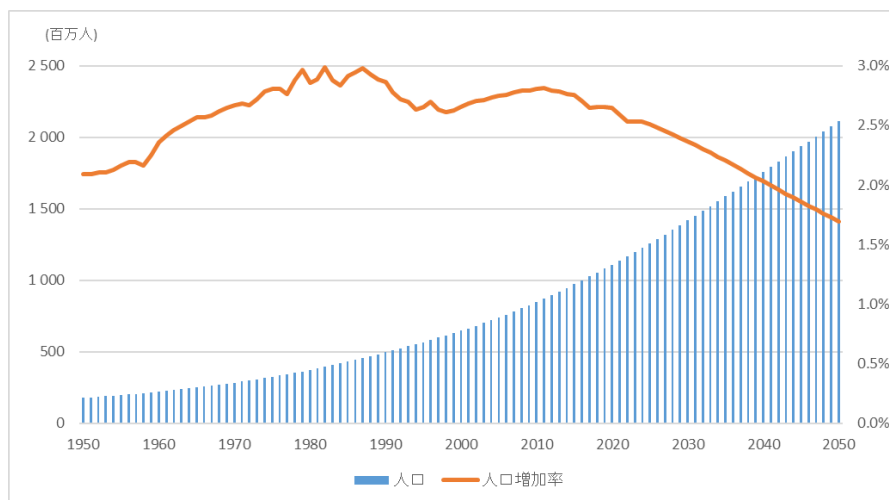


出典：UN, World Population Prospects 2022

図 2-1-1.3 世界の地域別人口増減率の推移

アフリカの人口増加は、サブサハラ・アフリカ地域がけん引しており、図 2-1-1.4 に示すように、1970 年から 2020 年までの 50 年間にも亘り、2.5～3% という非常に高い増加率が続いている。

1950 年には 1.8 億人に満たなかった総人口は、2020 年には 6 倍以上の 10.9 億人にまで達し、2050 年には 21 億人に及ぶとの見通しが立てられている。

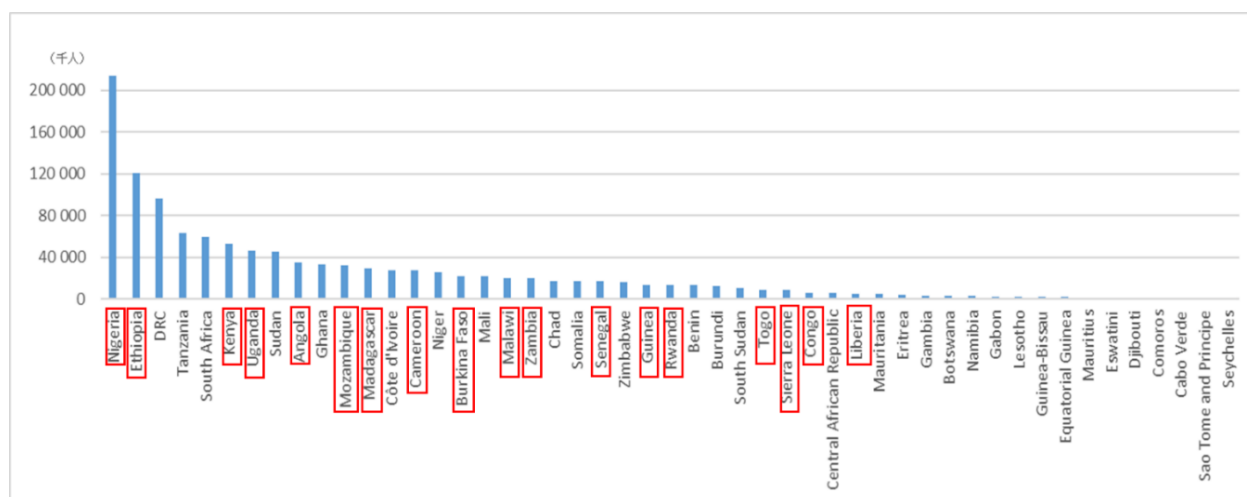


出典：UN, World Population Prospects 2022

図 2-1-1.4 サブサハラ・アフリカ地域の人口増加と増加率

サブサハラ・アフリカ諸国の 2021 年の推計人口を図 2-1-1.5 に示す。

ナイジェリア、エチオピア、コンゴ民主共和国、タンザニア、南アフリカ共和国の、上位 5 カ国がサブサハラ・アフリカ諸国総人口の 48.4% を占めている。



出典：UN, World Population Prospects 2022

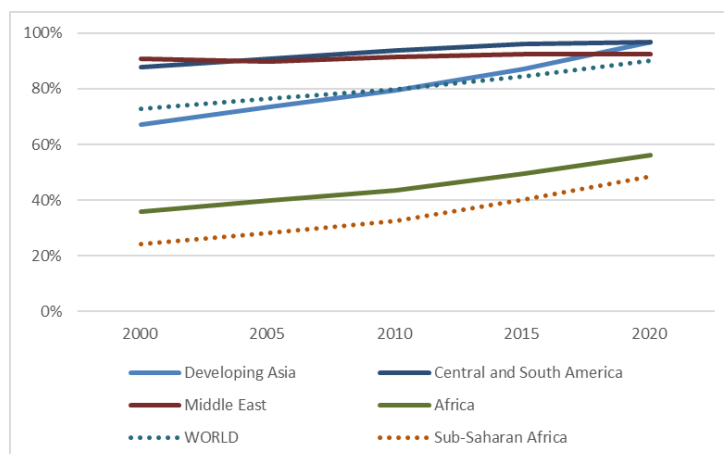
備考：□ は本調査対象国を示す。

図 2-1-1.5 サブサハラ・アフリカ諸国の推計人口（2021 年）

### (3) サブサハラ・アフリカ地域の未電化人口及び電化率

国際エネルギー機関（International Energy Agency: IEA）の報告では、2018 年に約 8 億 6 千万人であった全世界の未電化人口は、2020 年には 7 億 6 千万人にまで減少した。インドでは電力へのアクセスが 100% になったほか、アフリカの多くの国でも電力アクセス向上に係る政策が実施されている。しかし、図 2-1-1.6 に示す通り、世界全体の電力アクセス率が 2020 年時点で 90% と

推計される一方で、サブサハラ・アフリカ地域では 49%に留まり、その他の開発途上地域と大きな乖離が存在する。

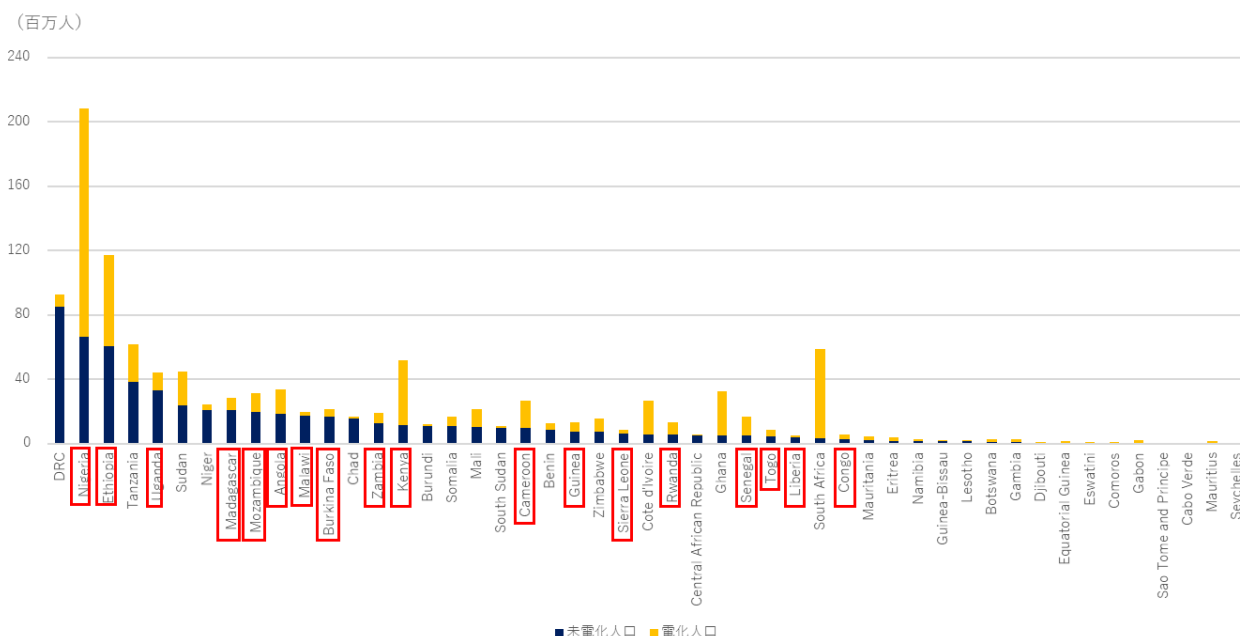


出典：IEA

図 2-1-1.6 地域別の電力アクセス率推移（2000 年～2020 年）

サブサハラ・アフリカ地域では 2010 年以降、ケニア、セネガル、ルワンダ、ガーナ、エチオピアといった国々を中心に未電化人口は着実に減少している。特にケニアにおいては、アクセス率が 2010 年の 14%から 2020 年にはほぼ 78%にまで上昇し、10 年間で 4 倍以上の伸びを見せている。アフリカでの過去 10 年間の進歩の大部分はグリッド接続によるものであったが、昨今では、オフグリッドシステムの活用が増えている。

しかし、世界的な広がりを見せる新型コロナウイルスの影響から、2020 年には増加傾向に逆転し、持続可能な開発目標としている 2030 年の目標値からは、多くの国が遠のくことが想定されており、2030 年には、世界の未電化人口の 50%が、コンゴ民主共和国、ナイジェリア、ウガンダ、パキスタン、タンザニア、ニジェール、スーダンの 7 カ国に集中すると考えられる。



出典：IEA 及び World Population Prospects 2022

備考：□ は本調査対象国を示す。

図 2-1-1.7 サブサハラ・アフリカ地域の未電化人口及び電化人口（2020 年）



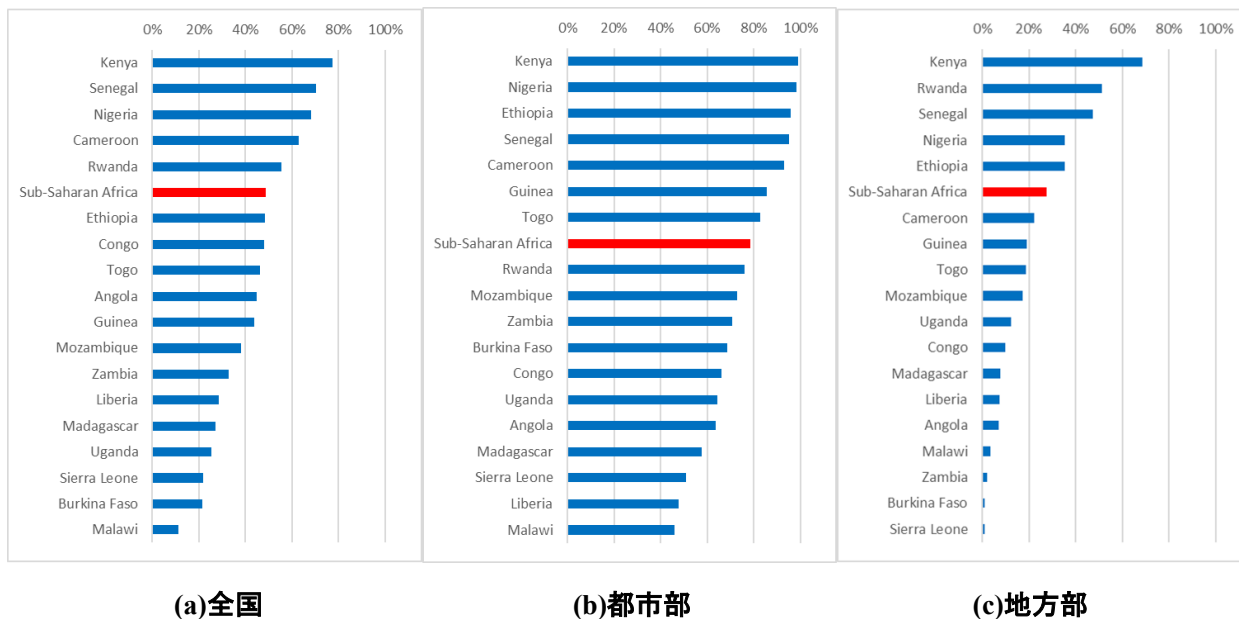
図 2-1-1. 6 に示したように、サブサハラ・アフリカ地域の 2010 年から 2020 年の 10 年の電力へのアクセスは、32.6%から 48.6%へと約 1.5 倍増加している。

本調査対象国の 2010 年から 2020 年の電力アクセス増加率では、ルワンダ、ケニアの 2 カ国が、4.7 倍、4.6 倍と高い倍率となっており、サブサハラ全体の電化率増加をけん引している。その他では、ウガンダ、リベリア、シエラレオネ、マダガスカルの 4 カ国が倍以上の顕著な伸びが見られる。なお、リベリアは 8.5 倍と高い伸び率ではあるものの 2020 年時点の電化人口は 28.5%であり、サブサハラ・アフリカ地域の平均以下である。一方、エチオピアでは、電力アクセスの増加率そのものは高くないものの、人口増加が続き総人口 1 億人を超えるため、電化人口の総数は着実に増えている。

図 2-1-1. 8 には、本調査対象国の全国、地方部、都市部の 2020 年の電化率の比較を示す。

サブサハラ・アフリカ諸国の全国平均電化率は、48.6%である。調査対象国の平均電化率は、77.5%にまで達しているケニアが一番高く、セネガル(70.4%)、ナイジェリア(68.2%)、カメルーン(63%)、ルワンダ(55.4%)といった国々が、サブサハラ・アフリカ地域の平均を上回っている。特に電化率の低い国々としては、マダガスカル(27%)、ウガンダ(25.5%)、シエラレオネ(21.9%)、ブルキナファソ(21.3%)、マラウイ(11%)が挙げられている。

ケニアやエチオピアといった、ソーラーホームシステム等のオフグリッドによる電化を進めている国々の地方部の電化率は高く、ケニアにおいては 68.7%という、非常に高い地方電化率に達している。



出典：IEA

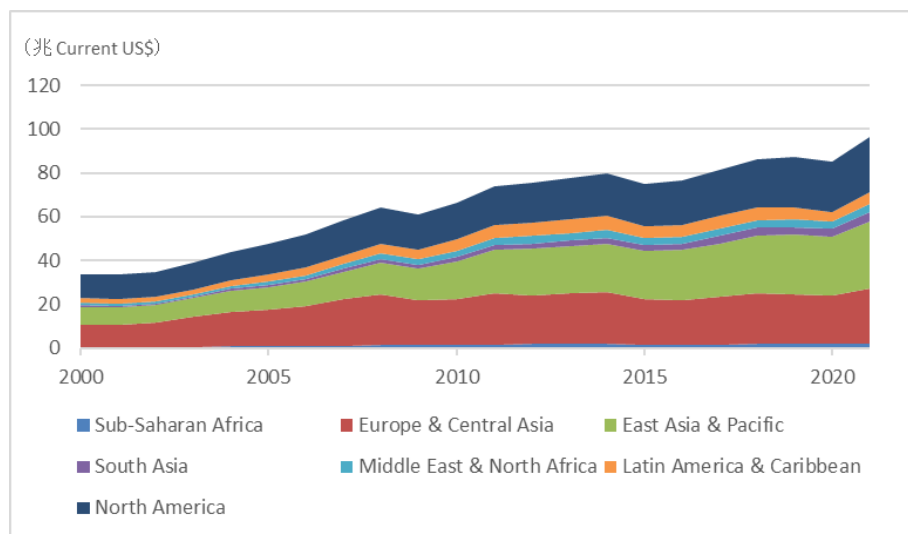
図 2-1-1. 8 電化率の比較 (2020 年)

## 2-1-2 経済環境

### (1) サブサハラ・アフリカ地域の GDP

図 2-1-2. 1 には地域別の GDP 推移を示す。新型コロナウイルス感染症の影響で GDP 成長がマイナスに転じたが、2000 年から 2021 年まで全世界の GDP は拡大傾向にあると言える。2000 年と 2021 年の各地域の GDP のシェアを比較すると、ヨーロッパや北アメリカ地域がシェアを縮める一方で、東アジア地域は、24.8%から 32%へ顕著な拡大が見られる。一方でサブサハラ・アフリカ

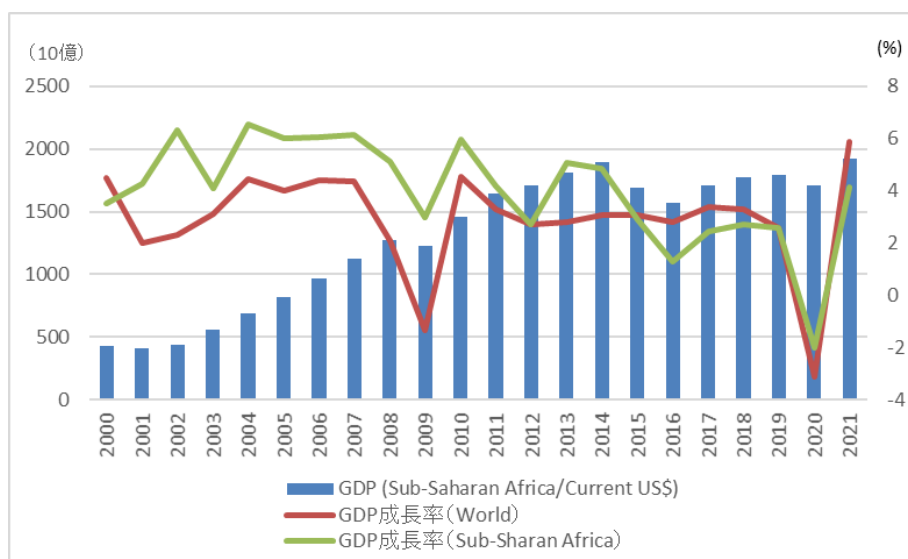
リカ地域が占めるシェアは、2000 年の 1.3%から 2021 年の 2%と微増に留まっている。



出典：World Bank Open Data

図 2-1-2.1 地域別の GDP 推移

図 2-1-2.2 に示すように、2000 年に約 4,231 億米ドルだったサブサハラ・アフリカ地域の GDP は 2021 年には 2 兆米ドル近くにまで拡大した。成長率で見ると、2015 年頃まで 3~5%で推移してきたサブサハラ・アフリカ地域は、世界全体の成長率をほとんどの年で上回ってきたが、2016 年以降は世界全体以下の成長率が目立ち、GDP 成長の停滞が伺える。

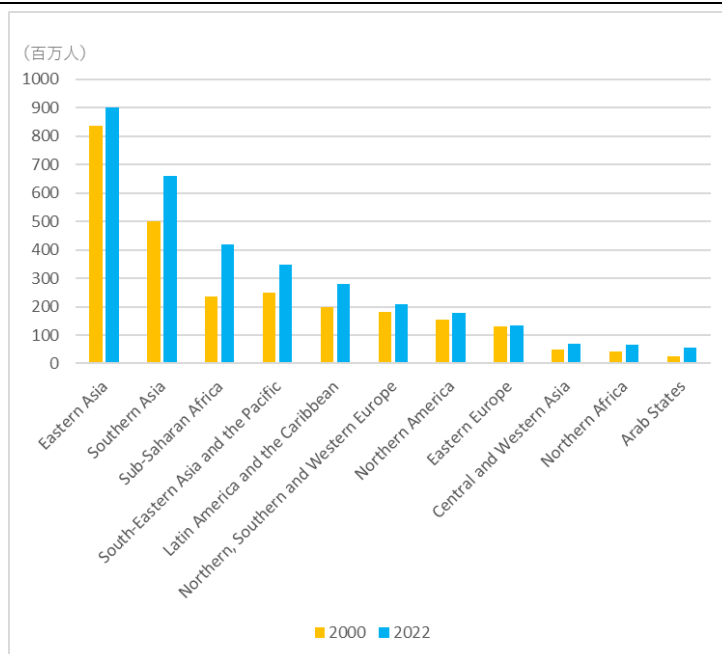


出典：World Bank Open Data

図 2-1-2.2 サブサハラ・アフリカ地域の GDP 及び GDP 成長率と世界の GDP 成長率推移

## (2) サブサハラ・アフリカ地域の雇用及びビジネス環境

世界の人口拡大に伴い、全世界の就業人口も増加している。図 2-1-2.3 では、地域別の就業人口について 2000 年と 2022 年の比較を示す。2022 年時点では、東アジア地域の約 9 億人、南アジア地域の約 6.6 億人につぎ、サブサハラ・アフリカ地域が約 4.2 億人の就業人口を有している。2000 年の約 2.3 億人と比較すると 20 年間で約 1.8 倍の最も高い増加率を示しており、今後の人口増加を鑑みても、サブサハラ・アフリカ地域は、労働力供給の高いポテンシャルを有している。



出典：WESO Data

図 2-1-2.3 地域別の就業人口 (2000 年と 2022 年の比較)

世界 190 カ国のビジネス環境を比較する世界銀行の 2020 年版 Doing Business によるサブサハラ・アフリカ地域の上位及び下位 10 カ国を表 2-1-2.1 に示す。上位に位置するルワンダ、ケニア、ザンビアは信用供与分野で高い評価を得ている。ボツワナやマラウイは、比較的高い評価を得ている分野もあるが、電力供給や契約執行分野で評価が低い。下位に位置する国の多くも、電力供給分野の評価が最低レベルであることが順位を下げる要因の一つとなっている。電力供給の改善は、サブサハラ・アフリカ地域のビジネス環境向上には不可欠であると言える。

表 2-1-2.1 ビジネス環境ランキング (サブサハラ・アフリカ地域の上位・下位)

| 上位  |        | 下位  |          |
|-----|--------|-----|----------|
| 順位  | 国名     | 順位  | 国名       |
| 13  | モーリシャス | 175 | リベリア     |
| 38  | ルワンダ   | 177 | アンゴラ     |
| 56  | ケニア    | 178 | 赤道ギニア    |
| 84  | 南アフリカ  | 180 | コンゴ共和国   |
| 85  | ザンビア   | 182 | チャド      |
| 87  | ボツワナ   | 183 | コンゴ民主共和国 |
| 97  | トーゴ    | 184 | 中央アフリカ   |
| 100 | セーシェル  | 185 | 南スーダン    |
| 104 | ナミビア   | 189 | エリトリア    |
| 109 | マラウイ   | 190 | ソマリア     |

出典：Doing Business 2020

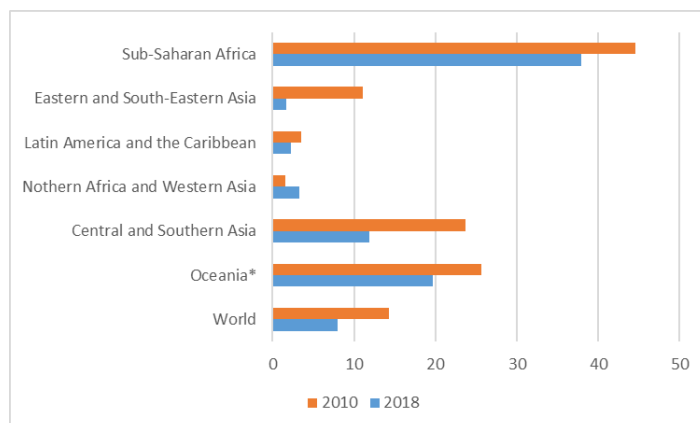
備考：赤字は調査対象国

## 2-1-3 社会環境

### (1) サブサハラ・アフリカ地域の貧困

2010 年時点で世界の労働人口のうち 14.23% が 1 日 1.9 米ドル以下で生活していたが、2018 年にはその割合は 8.01% に減少した。図 2-1-3.1 に示すように、サブサハラ・アフリカ地域でも

その割合は減少傾向にあるが、2018 年時点においても 4 割弱の労働人口が極度の貧困状態にある。



出典：UNStats 2019

備考：オーストラリア及びニュージーランドを除く

図 2-1-3.1 1 日 1.9 米ドル以下で生活する労働人口の割合（2010 年と 2018 年の比較）  
（%）

また表 2-1-3.1 で示す通り、国連開発計画が算定する 2022 年の多次元貧困指数（MPI: Multidimensional Poverty Index）では、スコアの高い下位 10 カ国は全てサブサハラ・アフリカ地域に属する国である。本指数は健康、教育、生活水準の 3 つの面において貧困の程度と発生頻度を明らかにするもので、スコアが高い程、貧困に対する脆弱性も高いと言える。調査対象国の中ではブルキナファソ、モザンビーク、マダガスカル、ギニアが貧困に対して比較的脆弱であると評価されている。

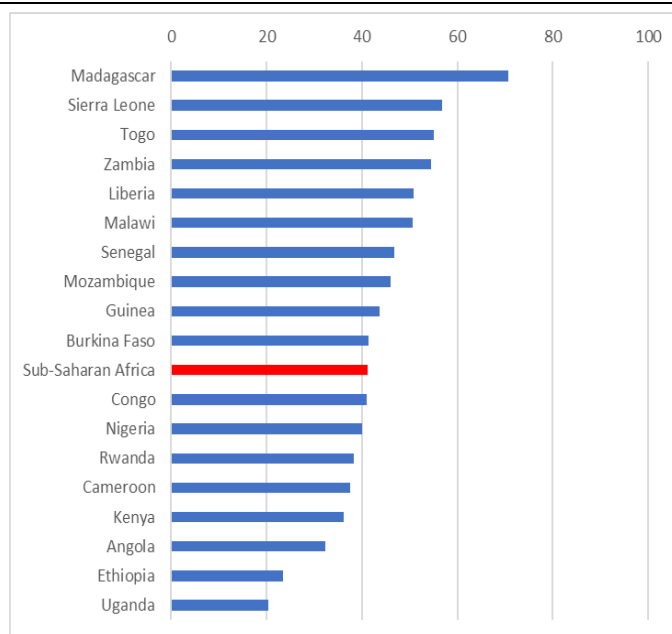
また、調査対象国の、各国定義による貧困ラインを下回る人口の割合を図 2-1-3.2 に示す。サブサハラ・アフリカ地域の平均が 41.1%であるのに対して、マダガスカルの 70.7%を筆頭に 3 分の 1 の対象国では、人口の半数以上が貧困ラインを下回っている。

表 2-1-3.1 多次元貧困指数下位 10 カ国

| 国名      | スコア   |
|---------|-------|
| ニジェール   | 0.601 |
| 南スーダン   | 0.580 |
| ブルキナファソ | 0.523 |
| チャド     | 0.517 |
| 中央アフリカ  | 0.461 |
| モザンビーク  | 0.417 |
| ブルンジ    | 0.409 |
| マダガスカル  | 0.384 |
| マリ      | 0.376 |
| ギニア     | 0.373 |

出典：Global Multidimensional Poverty Index 2022

備考：赤字は調査対象国



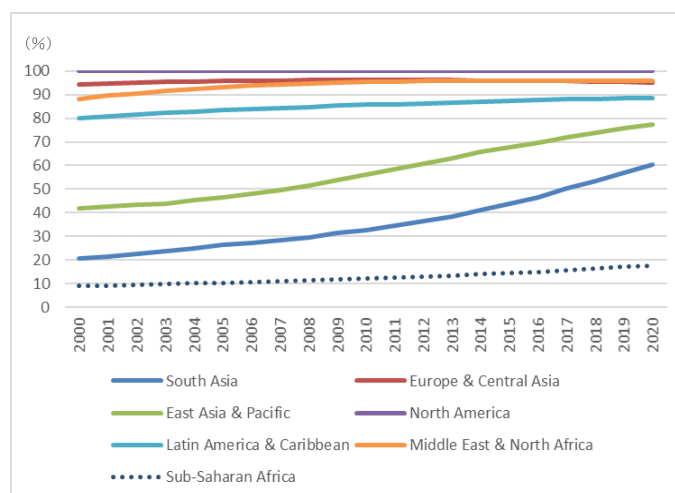
出典：Global Multidimensional Poverty Index 2022

図 2-1-3.2 各国定義による貧困ラインを下回る人口の割合（2009-2020）（%）

## (2) サブサハラ・アフリカ地域の生活・社会環境

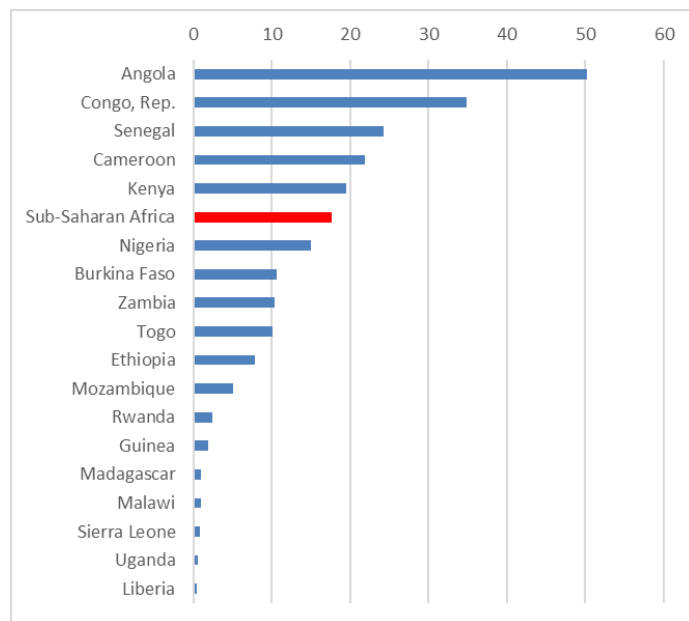
サブサハラ・アフリカ地域では電力へのアクセスと同様に、調理用のクリーン燃料と技術へアクセス可能な人口の割合も他地域と比較すると大きな隔たりがある。図 2-1-3.3 に示す通り、2000 年時点で南アジア地域が 20.1%、東アジア太平洋地域が 42%だった割合が、2020 年にはそれぞれ 60.2%、77.4%となり飛躍的に増加した一方で、サブサハラ・アフリカ地域では 9%から 17.6%に増加したにすぎず、他地域に比べて大幅な遅れをとっており、木材や木炭といった固形燃料の使用者が多いため、調理時の健康被害が深刻な問題となっている。

図 2-1-3.4 には調査対象国に焦点を当てた割合を示しているが、図 2-1-1.8 と比較すると、リベリア、ウガンダ、シエラレオネ、マラウイ、マダガスカル等はクリーン燃料と電力のアクセス率がともに低く、生活環境の改善には電力や燃料を含むエネルギーへのユニバーサルアクセスを必要としている。



出典：World Bank, World Development Indicators

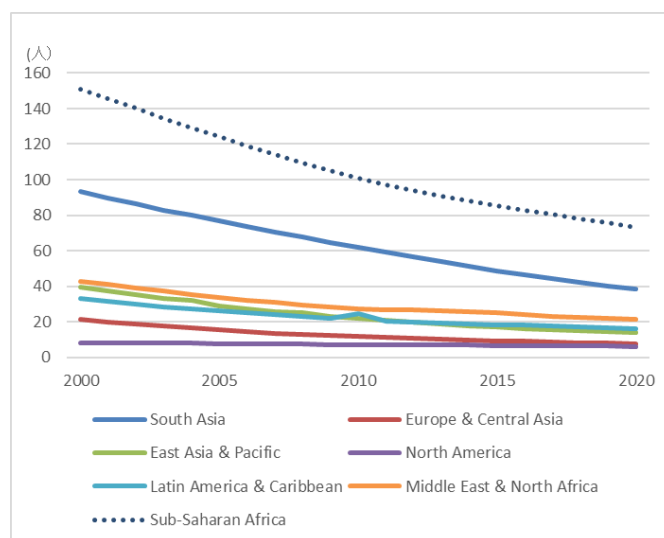
図 2-1-3.3 地域別の調理用のクリーン燃料と技術へのアクセス可能な人口割合の推移



出典：World Bank, World Development Indicators

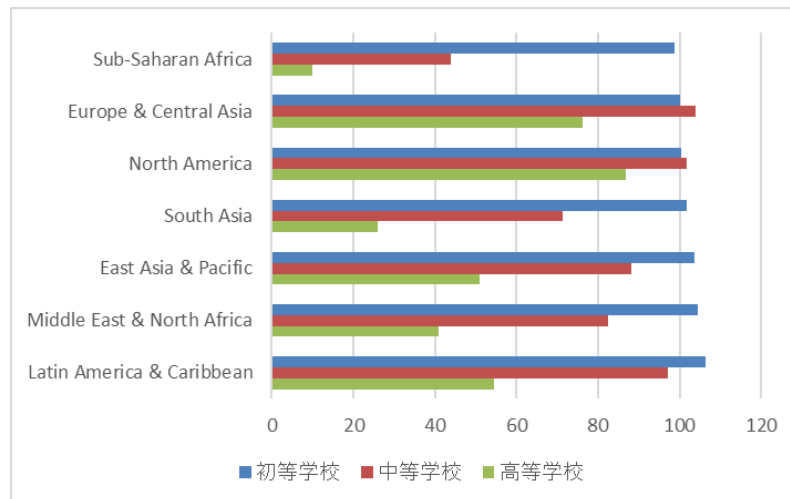
図 2-1-3.4 調査対象国の調理用のクリーン燃料と技術へのアクセス可能な人口割合（%）  
 （2020 年）

保健分野では、図 2-1-3.5 に示す 5 歳未満児死亡率の推移を見ると、全世界的に死亡率は減少している。サブサハラ・アフリカ地域においても、出生 1000 人当たりの死亡率が 2000 年の 151 人から 2020 年には 73 人になり半数近く減少したが、2020 年時点の南アジア地域の 39 人と比較すると倍近くあり、改善に向けたさらなる取り組みが求められている。



出典：World Bank, World Development Indicators

図 2-1-3.5 地域別の 5 歳未満児死亡率の推移（出生 1,000 人当たり）



出典：World Bank, World Development Indicators

図 2-1-3.6 地域別の学校ごとの就学率 (%)

教育分野では、図 2-1-3.6 に示す通り、初等教育ではすべての地域でほぼ 100%に近い就学率を達成している一方で、中等教育では 43.9%、高等教育では 9.8%とサブサハラ・アフリカ地域のみ特に低い状況である。

乳幼児死亡率の高さや、中等・高等教育における就学率の低さには様々な要因が考えられるが、必要な施設や設備、サービスが欠如していることもその一因である。電力や燃料を含む適切な設備・施設を提供し必要なサービスを拡充していくことが、今後の生活環境の改善に必要とされている。

## 2-2 エネルギー政策

調査対象国の電力アクセス向上に関連した政策の概要を表 2-2.1 に示す。

表 2-2.1 調査対象国の電力アクセス向上に係る政策

| 調査対象国   | 参考文書（政策文書他）                                                             | 主要項目                                                                                                                                                                                                                  | 主な目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| アンゴラ    | ANGOLA ENERGIA 2025（2017 年）                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>電力セクターの構造改革と官民パートナーシップ（PPP）の奨励</li> <li>再生可能エネルギーの利用率最大化</li> </ul>                                                                                                            | 目標：2025 年 <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率：60%</li> <li>発電設備容量：9,900MW（水力：66%、天然ガス 19%、再エネ 8%、火力：7%）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                     |
| ブルキナファソ | STRATÉGIE DANS LE DOMAINE DE L' ÉNERGIE 2019-2023（2018 年 11 月）          | <ul style="list-style-type: none"> <li>近代的で質の高いエネルギーサービスへのアクセスの向上</li> <li>エネルギー効率の促進</li> </ul>                                                                                                                      | 目標：2022 年 <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率：60%</li> <li>発電能力：2,500MW（うち再エネ 55%）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                          |
| カメルーン   | National Energy Efficiency Policy, Strategy and Action Plan（2014 年 3 月） | <ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギーの効率化政策、戦略、行動計画</li> </ul>                                                                                                                                                 | ポテンシャル：2025 年 <ul style="list-style-type: none"> <li>電力消費削減（2,250GWh）</li> <li>発電量削減（450MWh）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                       |
| コンゴ（共）  | Energy Sector Policy Letter（LPSE 2017）」                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>制度・規制の枠組みの最終化</li> <li>歴史的事業者の改革</li> <li>再生可能エネルギーの推進と電力供給量の増加</li> <li>送電・配電設備の復旧、強化、近代化。経営委員会の設置、手続き規則の策定、人材配置の最適化等の実施</li> </ul>                                           | 目標：2016 年（継続目標） <ul style="list-style-type: none"> <li>需要と供給：発電量 1,765GWh、供給量 1,500GWh、販売量 1,300GWh</li> <li>農村部電化：50%以上</li> <li>鉱山需要への供給：50%以上</li> <li>送電：異なる発電所間の相互接続を可能とする。</li> <li>ガバナンス改善：経営能力を強化し、80%以上のスタッフが訓練されること。また、官民連携が強化される。</li> </ul>                                                                       |
| エチオピア   | Ten Years Development Plan 2021-2030                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー供給の確保</li> <li>地方人口へのクリーンエネルギーの提供</li> <li>高品質な電力サービス</li> <li>信頼性の高い電力設備の構築</li> <li>エネルギーセクターの健全な経営状態の確保</li> <li>エネルギーセクターの民間投資奨励</li> <li>スキルをもった、倫理的な人材開発</li> </ul> | 目標：2030 年 <ul style="list-style-type: none"> <li>発電容量を 4,478MW から 19,900MW に引き上げる。</li> <li>送電線を 18,400km から 29,900km に増加する。</li> <li>電力輸出を 2,803GWh から 7,184GWh に増加する。</li> <li>電気利用者を 5.8 百万件から 24.3 百万件に増加する。</li> <li>電力のグリッド接続の割合を 33%から 96%に増加し、オフグリッドの割合を 11%から 4%とする。</li> <li>電力ロス割合を 19.6%から 12.5%に低減する。</li> </ul> |



| 調査対象国  | 参考文書（政策文書他）                                                                              | 主要項目                                                                                                                                                                                                                                                                           | 主な目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ギニア    | Country Priority Plan and Diagnostic of the Electricity Sector (2018 年)                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>目標：2021～30 年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2023 年までに 36%、2030 年までに 100%電化率達成する。</li> <li>- 合計 1,900MW の水力と太陽光発電の開発をする。</li> <li>- 2025 年までに火力発電は予備電源として、常用は 100%グリーン電力の国となる。</li> <li>- 財務的な実行可能性</li> <li>- 2023 年までに電力料金を設定する。</li> <li>- EDG は 40 万台のスマートメーターを設置してそのカバー率を 85%とする。</li> </ul> |
| ケニア    | National Energy Policy (2018 年 10 月)                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ビジョン：Affordable Quality Energy for All Kenyans</li> <li>・ ミッション：To Facilitate Provision of Clean, Sustainable, Affordable, Competitive, Reliable and Secure Energy Services at Least Cost while Protecting the Environment</li> </ul> | <p>目標：2030 年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石炭火力：2,000MW</li> <li>- 発電設備容量：6,700MW (2024 年)</li> <li>- 地熱：2,056MW (2024 年)</li> </ul>                                                                                                                                                               |
| リベリア   | National Energy Policy an Agenda for Action and Economic and Social Development (2009 年) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ アクセス、品質、コスト、制度的枠組み等の課題に対する、手頃で適切な技術・サービス提供のオプション</li> </ul>                                                                                                                                                                           | <p>目標：2015 年、2050 年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 都市部と都市近郊の人口の 30%が信頼できる近代エネルギーサービスを受けられる。(2015 年)</li> <li>- 農村人口の 15%、農村地域の学校、診療所、コミュニティセンターの 25%が信頼できる近代エネルギーサービスを受けられる。(2015 年)</li> <li>- カーボンニュートラル (2050 年)</li> </ul>                                                                      |
| マダガスカル | PLAN EMERGENCE MADAGASCAR 2019-2023                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現政権の国家計画で、コミットメント No.9 に「全ての人に水と電力を (Energy and Water for all)」を掲げている。</li> </ul>                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 電力供給量を 2 倍にするために、最大 800MW 分の再生可能エネルギーを優先的に開発して電力供給を行う。</li> <li>- 電力アクセスを促進して、(最低でも) 電化率 50%を達成する。</li> <li>- 電気料金を下げる。</li> <li>- JIRAMA の経営改革を推進して、財政収支をバランスさせる。</li> <li>- 電力供給を強化する緊急的なマスタープランを策定する。</li> </ul>                                                      |

| 調査対象国  | 参考文書（政策文書他）                                                 | 主要項目                                                                                                                                                                                                                                                          | 主な目標                                                                                                                                                                                                      |
|--------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| マラウイ   | National Energy Policy 2018（2018年3月）                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 持続可能なエネルギー供給とサービス</li> <li>・ エネルギー効率と省エネルギー</li> <li>・ すべての国民の持続可能なエネルギー（SE4ALL）</li> <li>・ 公平かつ包括的なエネルギーアクセス</li> <li>・ 民間セクターの参加促進</li> <li>・ エネルギーサービスにおけるガバナンス</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- すべての国民に、手頃な価格で信頼でき、持続可能であり、効率的で現代的なエネルギーへのアクセスを増やすこと</li> </ul>                                                                                                  |
| モザンビーク | NATIONAL ELECTRIFICATION STRATEGY                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電化活動を支える3つの柱（制度・資金・技術）</li> </ul>                                                                                                                                                                                    | 目標：2030年 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 電力へのアクセス 100%</li> </ul>                                                                                                                                |
| ナイジェリア | National Energy Policy（2003年4月）                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 石油や天然ガスなどのエネルギーミックス</li> <li>・ 電力アクセス向上</li> </ul>                                                                                                                                                                   | 目標：2020年 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020年までに国民の75%に対し、系統電化にとられない安定した電力供給の確保</li> <li>- 2010年までに全ての州都、地方政府本部（全国774都市）、大都市の電化を完了（全国774都市）。</li> <li>- ナイジェリア国民の参加を前提とした民間セクターの参画推進</li> </ul> |
| ルワンダ   | Rwanda Energy Policy（2015年3月）                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国民経済の効果的な成長に貢献し、持続可能かつ環境的な方法で生活水準を向上</li> </ul>                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- コストを反映した電気料金の確保</li> <li>- 国の電力システム強化</li> <li>- 電力構成の最適化：供給における再生可能エネルギーのシェアを増やす（水力、地熱、太陽光、メタンガス）</li> <li>- 国内エネルギー資源の発電活用</li> <li>- 自律的な発電促進</li> </ul>      |
| セネガル   | Energy Sector Development Policy Letter（2019-2023）（2022年5月） | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 石油・ガスの現地生産のための前提条件を確立し、国内の炭化水素供給物流を確保</li> <li>・ 低コストの電力サービス（gas to power、再生可能エネルギー、グリッド拡張）への普遍的かつ持続可能なアクセス</li> <li>・ 家庭への持続可能かつ最適な調理用エネルギーの供給を確保</li> <li>・ エネルギー部門の法的規制枠組みの改革の完了と、運営・規制・監視評価システムの改善を実現</li> </ul> | 目標：2023年 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 電化率：95%（都市部）、75%（農村部）</li> </ul>                                                                                                                        |

| 調査対象国  | 参考文書（政策文書他）                                        | 主要項目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 主な目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| シエラレオネ | NATIONAL ENERGY POLICY AND STRATEGIC PLAN（2009年8月） | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 同国の電力アクセス率の低さを長期的な経済成長に対する主要な制約として認識し、全国民に安価なエネルギーを優遇</li> <li>・ 電力や石油、再生可能エネルギー分野におけるサブセクターの政策と対策の概要</li> </ul>                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 全エネルギー需要に対する信頼性の高い電力供給の確保に向けた探求</li> <li>- 多様なプレーヤーによる発電および配電市場への参入の奨励</li> <li>- ミニ/マイクロ水力グリッドサイトおよびその他の再生可能エネルギー技術の開発</li> <li>- 全国に送電線を拡張するナショナルグリッドの開発</li> <li>- また、NEP2009 は以下の4つの目標を掲げている。</li> <li>- セクターとその関連機関を更なる効率化</li> <li>- 国家予算におけるエネルギーセクター需要の削減</li> <li>- 公的部門と民間部門の両方が参加できる環境づくり</li> <li>- 効率性と競争のための規制の枠組み開発と強化</li> </ul> |
| トーゴ    | National Energy Policy 2012                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ エネルギー安全保障の向上を目的としたエネルギーミックスの多様化</li> <li>・ 農村地域のエネルギーミックス、農村電化、および再生可能エネルギーの開発</li> <li>・ エネルギー社会基盤における民間セクターの導入</li> <li>・ 規制の枠組みと実施する規制の更新</li> <li>・ エネルギーセクターにおける関係機関の調整強化</li> <li>・ エネルギー情報システム（SIE - Systeme d'Information sur l'Energie）への継続的なサポートを通じた信頼できるエネルギーデータの可用性の確保</li> </ul> | 目標：2030年 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 電力へのアクセス 100%</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| 調査対象国 | 参考文書（政策文書他）                           | 主要項目                                                                                                                                                                                                                                                                               | 主な目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ウガンダ  | THE ENERGY POLICY FOR UGANDA（2002年9月） | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国内の多様なエネルギー資源の利用可能性、ポテンシャル、需要を確立する。</li> <li>・ 貧困撲滅を促進するため、現代における手頃で信頼できるエネルギーサービスへのアクセスを増やす。</li> <li>・ エネルギー部門のガバナンスと管理を改善する</li> <li>・ 経済発展を刺激する</li> <li>・ エネルギー関連の環境影響を管理する。</li> <li>・ 電力セクターの運営と将来の発展における民間セクターの役割を高める。</li> </ul> | 社会的・経済的発展のために、環境的に持続可能な方法で、ウガンダの人々のエネルギー需要に応えること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ザンビア  | National Energy Policy 2019           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 再生可能エネルギーおよび代替となるエネルギーの開発及び展開の促進</li> <li>・ 最適なエネルギー資源の利用達成による、ザンビアのエネルギー純輸出国として確立</li> </ul>                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- エネルギー部門の制度的能力の強化</li> <li>- 規制の枠組みの強化</li> <li>- 将来に亘る天然資源の保護を目標としたエネルギー資源の効率的利用の促進</li> <li>- 更なる社会経済的発展のためのバイオマスと木材燃料源への代替エネルギーの持続可能な開発の促進</li> <li>- エネルギーミックスの多様化に向けた再生可能エネルギーの導入促進</li> <li>- 再生可能エネルギー技術の効果的な実装のために、主要な利害関係者間の調整強化</li> <li>- 市民の生活改善に向けた電力アクセスの向上</li> <li>- 適切かつ信頼性が高く、適正な価格での石油製品及び天然ガスの供給の確保および石油製品における供給補償の向上</li> <li>- 民間セクターによるエネルギーセクターへの参加の促進およびセクターにおける持続可能な成長</li> <li>- 技術の進歩を加速するエネルギーセクターの改革および研究開発の促進</li> <li>- エネルギーセクターにおけるジェンダーや気候変動、健康と安全</li> </ul> |

出典：調査団作成

## 2－3 電力供給体制

### 2－3－1 電力需給バランス

表 2－3－1． 1 に各国電力需給バランスの比較表を示す。基準年については 2019 年としているが、コンゴ共和国、モザンビーク、セネガルについては、データが揃わないことから、2019 年近傍のデータを記載している。

表 2-3-1.1 電力需給バランス

| 項 目              |            | 日本               |       | アンゴラ   |       | ブルキナファソ |       | カメルーン |       | コンゴ共 (2020) |       |
|------------------|------------|------------------|-------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------|
| 発電電力量 (GWh)      | 水力         | 84,300           | 7.1%  | 8,734  | 74.4% | 105.5   | 11.6% | 5,185 | 74.0% | 1,047       | 40.0% |
|                  | 火力         | 696,200          | 59%   | 3,001  | 25.6% | 588.1   | 65.3% | 1,822 | 26.0% | 1,573       | 60.0% |
|                  | ディーゼル      | 火力に含む            | —     | 火力に含む  | —     | —       | —     | —     | —     | —           | —     |
|                  | 再エネ        | 42,000           | 3.6%  | —      | —     | 208.4   | 23.1% | —     | —     | 1           | 100%  |
|                  | その他        | 359,200          | 30.3% | —      | —     | —       | —     | —     | —     | —           | —     |
|                  | 計          | 1,181,700        | —     | 11,735 | 100%  | 902     | 100%  | 7,007 | 100%  | 2,620       | 100%  |
| 販売電力量 (GWh)      | 家庭用        | 349,300          | 32.0% | 6,904  | 66.3% | 903.8   | 53.6% | 5,239 | 80%   | 1,171       | 60.0% |
|                  | 産業用        | 242,500          | 22.2% | 3,506  | 33.7% | 177.5   | 10.5% | 1,305 | 20%   | 782         | 40.0% |
|                  | 公共用        | 371,200          | 34.0% | 産業に含む  | —     | 604.8   | 35.9% | —     | —     | —           | —     |
|                  | その他        | 129,100          | 11.8% | —      | —     | —       | —     | —     | —     | —           | —     |
|                  | 計          | 1,092,100        | 100%  | 10,410 | 100%  | 1686.1  | 100%  | 6,544 | 100%  | 1,953       | 100%  |
| 国際連系電力量<br>(GWh) | 輸出         | —                |       | —      |       | 0       |       | 0     |       | —           |       |
|                  | 輸入         | —                |       | —      |       | 1,087   |       | 0     |       | —           |       |
| 総合損失率 (%)        |            |                  |       | 11.3   |       | 13.51   |       | 31.1  |       | 34.1        |       |
| 最大電力 (MW)        |            | 55,430<br>(東電実績) |       | 2,141  |       | 352     |       | —     |       | 427.5       |       |
| 最大電力対前年増加率 (%)   |            | ▲1.9<br>(東電実績)   |       | 2.5    |       | 8.0     |       | —     |       | ▲0.1        |       |
| 供給信頼度            | SAIFI (回)  | 0.23             |       | —      |       | 86      |       | 83.07 |       | —           |       |
|                  | SAIDI (時間) | 1.25             |       | —      |       | 149     |       | 309.3 |       | —           |       |

| 項 目              |            | エチオピア       |       | ギニア   |      | ケニア      |       | リベリア  |      | マダガスカル         |       |
|------------------|------------|-------------|-------|-------|------|----------|-------|-------|------|----------------|-------|
| 発電電力量 (GWh)      | 水力         | 14,404      | 94.8% | —     | —    | 3,636    | 33.7% | —     | —    | 886            | 47.6% |
|                  | 火力         | 0           | —     | —     | —    | 279      | 2.6%  | —     | —    | —              | —     |
|                  | ディーゼル      | —           | —     | —     | —    | 58       | 0.5%  | —     | —    | 941            | 50.6% |
|                  | 再エネ        | 789         | 5.2%  | —     | —    | 3,814.4  | 35.4% | —     | —    | 32             | 1.7%  |
|                  | その他        | —           | —     | —     | —    | 3,004    | 27.8% | —     | —    | 1<br>(ハイフ・リット) | 0.1%  |
|                  | 計          | 15,193      | 100%  | 1,742 | 100% | 10,791.4 | 100%  | 214.2 | 100% | 1,860          | 100%  |
| 販売電力量 (GWh)      | 家庭用        | 3,922       | 37.1% | —     | —    | 2,508    | 28.6% | —     | —    | 692            | 51.8% |
|                  | 産業用        | 6,584       | 62.4% | —     | —    | 5,570    | 63.5% | —     | —    | 507            | 38.0% |
|                  | 公共用        | 産業に含む       | —     | —     | —    | 76       | 0.9%  | —     | —    | 35             | 2.6%  |
|                  | その他        | 52<br>(街路灯) | 0.5%  | —     | —    | 603      | 6.9%  | —     | —    | 101            | 7.6%  |
|                  | 計          | 10,558      | 100%  | 1,117 | 100% | 8,775    | 100%  | 72.4  | 100% | 1,335          | 100%  |
| 国際連系電力量<br>(GWh) | 輸出         | 1,818       |       | —     |      | 18       |       | —     |      | —              |       |
|                  | 輸入         | —           |       | —     |      | 161      |       | —     |      | —              |       |
| 総合損失率 (%)        |            | 18.5        |       | 35.9  |      | 23.5     |       | 66.2  |      | 21.8           |       |
| 最大電力 (MW)        |            | 2,777       |       | 335   |      | 1,926    |       | 37    |      | 367            |       |
| 最大電力対前年増加率 (%)   |            | 6.6         |       | 13.6  |      | 2.3      |       | 11.4  |      | ▲2.1           |       |
| 供給信頼度            | SAIFI (回)  | —           |       | —     |      | —        |       | —     |      | —              |       |
|                  | SAIDI (時間) | —           |       | 153.7 |      | —        |       | —     |      | —              |       |

| 項 目              |            | マラウイ                        |       | モザンビーク (2018) |       | ナイジェリア              |       | ルワンダ   |       | セネガル (2018) |       |
|------------------|------------|-----------------------------|-------|---------------|-------|---------------------|-------|--------|-------|-------------|-------|
| 発電電力量 (GWh)      | 水力         | 4<br>(MHL)                  | 0.2%  | 13,921        | 83.6% | 8,469               | 25.3% | 387.0  | 46.0% | —           | —     |
|                  | 火力         | —                           | —     | 2,736         | 16.4% | 25,021              | 74.7% | —      | —     | —           | —     |
|                  | ディーゼル      | 1,784<br>(EGERNCO ディーゼル+水力) | 91.2% | —             | —     | —                   | —     | 135.9  | 16.1% | —           | —     |
|                  | 再エネ        | —                           | —     | 2             | 0%    | —                   | —     | 250.3  | 29.7% | —           | —     |
|                  | その他        | 168<br>(リースディーゼル)           | 8.6%  | —             | —     | —                   | —     | 69.2   | 8.2%  | —           | —     |
|                  | 計          | 1,956                       | 100%  | 16,659        | 100%  | 33,490              | 100%  | 842    | 100%  | 4,063       | 100%  |
| 販売電力量 (GWh)      | 家庭用        | —                           | —     | 1,607         | 11.8% | —                   | —     | —      | —     | 2,096       | 63.2% |
|                  | 産業用        | —                           | —     | 11,088        | 81.3% | —                   | —     | —      | —     | 1,015       | 30.6% |
|                  | 公共用        | —                           | —     | 436           | 3.2%  | —                   | —     | —      | —     | —           | —     |
|                  | その他        | —                           | —     | 498           | 3.7%  | —                   | —     | —      | —     | 203.7       | 6.2%  |
|                  | 計          | 1,929                       | 100%  | 13,629        | 100%  | 27,663<br>(配電会社受電量) |       | 708    | 100%  | 3,314.7     | 100%  |
| 国際連系電力量<br>(GWh) | 輸出         | —                           |       | 31,114        |       | —                   |       | 0      |       | 0           |       |
|                  | 輸入         | 28                          |       | (送電網通過量)      |       | —                   |       | 32     |       | 11.5        |       |
| 総合損失率 (%)        |            | 5.2<br>(送電損失)               |       | 18.2          |       | 52.7<br>(料金未収含)     |       | 19.4   |       | 17.6        |       |
| 最大電力 (MW)        |            | —                           |       | 964           |       | 5,375               |       | 146.91 |       | 642         |       |
| 最大電力対前年増加率 (%)   |            | —                           |       | 5.8           |       | 3.5                 |       | 5.9    |       | 6.6         |       |
| 供給信頼度            | SAIFI (回)  | —                           |       | 36.58         |       | —                   |       | 38     |       | —           |       |
|                  | SAIDI (時間) | —                           |       | 59.33         |       | —                   |       | 18     |       | —           |       |



| 項 目              |            | シエラレオネ |       | トーゴ       |       | ウガンダ                          |       | ザンビア           |       |
|------------------|------------|--------|-------|-----------|-------|-------------------------------|-------|----------------|-------|
| 発電電力量 (GWh)      | 水力         | —      | —     | 12.5      | 2.6%  | 3,986                         | 91.3% | 13,693         | 86.6% |
|                  | 火力         | —      | —     | 11.5      | 2.4%  | 103                           | 2.4%  | 2,496          | 15.8% |
|                  | ディーゼル      | —      | —     | —         | —     | —                             | —     | 5.8            | 0.0%  |
|                  | 再エネ        | —      | —     | 0.4       | 0.1%  | 275                           | 6.3%  | —              | —     |
|                  | その他        | —      | —     | 450       | 94.9% | —                             | —     | ▲375<br>(所内消費) | ▲2.4% |
|                  | 計          | —      | —     | 474.4     | 100%  | 4,364                         | 100%  | 15,820         | 100%  |
| 販売電力量 (GWh)      | 家庭用        | 8.9    | 15.8% | 696.4     | 62.4% | 698                           | 21.5% | 4,337          | 33.5% |
|                  | 産業用        | 28.3   | 50.3% | 419.4     | 37.6% | 2,546                         | 78.4% | 8,593          | 66.5% |
|                  | 公共用        | 19.1   | 33.9% | —         | —     | 1.3                           | 0.1%  | —              | —     |
|                  | その他        | —      | —     | 0.32      | 0%    | —                             | —     | —              | —     |
|                  | 計          | 56.3   | 100%  | 100%      | 100%  | 3,245.3                       | 100%  | 12,930         | 100%  |
| 国際連系電力量<br>(GWh) | 輸出         | —      |       | —         |       | 299                           |       | —              |       |
|                  | 輸入         | —      |       | 862       |       | 21                            |       | 1,377          |       |
| 総合損失率 (%)        |            | —      |       | 16.5      |       | 3.6% + 16.8%<br>(送電ロス + 配電ロス) |       | 12.3%          |       |
| 最大電力 (MW)        |            | 71.3   |       | 239.5     |       | 705                           |       | 2,237          |       |
| 最大電力対前年増加率 (%)   |            | 11.6   |       | 3.8       |       | 9.3                           |       | 1.9            |       |
| 供給信頼度            | SAIFI (回)  | —      |       | 36 (2018) |       | —                             |       | 11.64          |       |
|                  | SAIDI (時間) | —      |       | 81 (2018) |       | —                             |       | 132.2          |       |

出典：調査団作成

## 2－3－2 電力設備

各国電力設備の比較表を作成した。基準年については 2019 年としている。マダガスカル、モザンビーク、ナイジェリアについては、データが揃わないことから、2019 年近傍のデータを記載している。

表 2-3-2.1 電力設備

| 項 目          |          | アンゴラ    |       | ブルキナファソ         |       | カメルーン   |       | コンゴ    |       | エチオピア    |       |
|--------------|----------|---------|-------|-----------------|-------|---------|-------|--------|-------|----------|-------|
| 発電設備容量 (MW)  | 水力       | 3,674.8 | 67.8% | 32.02           | 7.9%  | 964     | 59.7% | 228.92 | 27.7% | 3,815.2  | 89.3% |
|              | 火力       | 1,426.3 | 26.3% | 0               | 0%    | 476     | 29.5% | 534    | 64.7% | 99.3     | 2.4%  |
|              | ディーゼル    | 320.0   | 5.9%  | 288.93          | 71.1% | 172.8   | 10.7% | 62.35  | 7.6%  | 0        | 0     |
|              | 再エネ      | —       | —     | 85.2            | 21.0% | 1.27    | 0.1%  | —      | —     | 356.3    | 8.3%  |
|              | その他      | —       | —     | 0               | —     | 0       | 0%    | —      | —     | 0        | 0     |
|              | 計        | 5,421.1 | 100%  | 406.15          | 100%  | 1,615   | 100%  | 825.3  | 100%  | 4,270.8  | 100%  |
| 送電線亘長 (km)   | 200kV 以上 | 3,781.7 |       | 665<br>(国際連系含む) |       | 958     |       | 1053.2 |       | 9,669    |       |
|              | 200kV 未満 | —       |       | 708             |       | 1,221.2 |       | 892.2  |       | 5,798    |       |
|              | 計        | —       |       | 1,373           |       | 2,179.2 |       | 1945.4 |       | 15,467   |       |
| 変電設備容量 (MVA) | 200kV 以上 | 9,036   |       | 270             |       | 525     |       | 867.9  |       | 8,178    |       |
| 配電用 Tr 含まず   | 200kV 未満 | —       |       | 646             |       | 1,767   |       | 172.3  |       | 2,114    |       |
|              | 計        | —       |       | 916             |       | 2,292   |       | 1040.2 |       | 10,292   |       |
| 配電線亘長 (km)   | 20kV 以上  | —       |       | —               |       | —       |       | —      |       | 2,459.6  |       |
| 低圧含まず        | 20kV 未満  | —       |       | —               |       | —       |       | —      |       | 25,076.5 |       |
|              | 計        | —       |       | —               |       | 11,450  |       | —      |       | 27,536.1 |       |

| 項 目                        |          | ギニア    |        | ケニア       |        | リベリア   |        | マダガスカル (2020)      |        |
|----------------------------|----------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------------------|--------|
| 発電設備容量 (MW)                | 水力       | 434. 4 | 65. 9% | 838. 5    | 29. 6% | 88     | 64. 7% | 170                | 24. 5% |
|                            | 火力       | 0      | 0      | 720. 3    | 25. 4% | 0      | 0      | —                  | —      |
|                            | ディーゼル    | 224. 6 | 34. 1% | 26. 4     | 0. 9%  | 48     | 35. 3% | 490                | 70. 6% |
|                            | 再エネ      | 0      | 0      | 1, 244. 3 | 44. 0% | 0      | 0      | 34                 | 4. 9%  |
|                            | その他      | 0      | 0      | 2. 2      | 0. 1%  | 0      | 0      | —                  | —      |
|                            | 計        | 659. 0 | 100%   | 2, 831. 7 | 100%   | 136    | 100%   | 694                | 100%   |
| 送電線亘長 (km)                 | 200kV 以上 | 116    |        | 3, 802. 4 |        | 0      |        | 0                  |        |
|                            | 200kV 未満 | 683    |        | 4, 559    |        | 173. 9 |        | 407. 7<br>(RIA 系統) |        |
|                            | 計        | 799    |        | 8, 361. 4 |        | 173. 9 |        | 407. 7<br>(RIA 系統) |        |
| 変電設備容量 (MVA)<br>配電用 Tr 含まず | 200kV 以上 | 3, 219 |        | —         |        | 0      |        | 0                  |        |
|                            | 200kV 未満 | 4, 696 |        | —         |        | 288    |        | 370<br>(RIA)       |        |
|                            | 計        | 7, 915 |        | —         |        | 288    |        | 370<br>(RIA)       |        |
| 配電線亘長 (km)<br>低圧含まず        | 20kV 以上  | —      |        | 35, 703   |        | —      |        | —                  |        |
|                            | 20kV 未満  | —      |        | 40, 616   |        | —      |        | —                  |        |
|                            | 計        | —      |        | 76, 319   |        | —      |        | —                  |        |

| 項 目                        |          | マラウイ    |       | モザンビーク (2018) |       | ナイジェリア (2016) |       | ルワンダ  |       | セネガル   |       |
|----------------------------|----------|---------|-------|---------------|-------|---------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 発電設備容量 (MW)                | 水力       | 397.3   | 73.9% | 2,190.2       | 78.2% | 1,938.4       | 15.7% | 94.6  | 45.0% | 75     | 5.4%  |
|                            | 火力       | —       | —     | 612.1         | 21.8% | 10,372        | 84.3% | —     | —     | 360.5  | 26.4% |
|                            | ディーゼル    | 140.2   | 26.1% | —             | —     | —             | —     | 58.8  | 28.0% | 711.4  | 52.0% |
|                            | 再エネ      | —       | —     | —             | —     | —             | —     | 56.8  | 27.0% | 221.2  | 16.2% |
|                            | その他      | —       | —     | —             | —     | —             | —     | —     | —     | —      | —     |
|                            | 計        | 537.5   | 100%  | 2,802.3       | 100%  | 12,310.4      | 100%  | 210.2 | 100%  | 1368.1 | 100%  |
| 送電線亘長 (km)                 | 200kV 以上 | 173.4   |       | 4,259         |       | 5,525         |       | 303.3 |       | 321    |       |
|                            | 200kV 未満 | 2,481.8 |       | 3,734         |       | 6,800         |       | 641.1 |       | 256    |       |
|                            | 計        | 2,655.2 |       | 7,993         |       | 12,325        |       | 944.4 |       | 577    |       |
| 変電設備容量 (MVA)<br>配電用 Tr 含まず | 200kV 以上 | 800     |       | —             |       | —             |       | 93.8  |       | 1010   |       |
|                            | 200kV 未満 | 530     |       | —             |       | —             |       | 365.1 |       | 1793.6 |       |
|                            | 計        | 1,330   |       | —             |       | —             |       | 458.9 |       | 2803.6 |       |
| 配電線亘長 (km)<br>低圧含まず        | 20kV 以上  | —       |       | 18,816        |       | 61,733        |       | —     |       | —      |       |
|                            | 20kV 未満  | —       |       | 1,532         |       | 30,146        |       | —     |       | —      |       |
|                            | 計        | —       |       | (2020) 20,348 |       | 91,879        |       | —     |       | —      |       |

| 項 目                        |          | シエラレオネ |       | トーゴ    |       | ウガンダ    |       | ザンビア    |       |
|----------------------------|----------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 発電設備容量 (MW)                | 水力       | 60.3   | 28.8% | 1.6    | 0.6%  | 1,003.4 | 79.7% | 2,398.5 | 80.4% |
|                            | 火力       | 0      | 0     | 205    | 81.6% | 108.0   | 8.6%  | 410.0   | 13.8% |
|                            | ディーゼル    | 142.8  | 68.3% | 43.9   | 17.5% | 1.1     | 0.1%  | 83.6    | 2.8%  |
|                            | 再エネ      | 6.0    | 2.9%  | 0.6    | 0.3%  | 50.9    | 4.0%  | 89.1    | 3.0%  |
|                            | その他      | 0      | 0     | —      | —     | 96.2    | 7.6%  | 0       | 0     |
|                            | 計        | 209.1  | 100%  | 251.1  | 100%  | 1,259.6 | 100%  | 2,981.2 | 100%  |
| 送電線亘長 (km)                 | 200kV 以上 | 0      |       | 16     |       | 1,008   |       | 5,119   |       |
|                            | 200kV 未満 | 205    |       | 1862.8 |       | 1,855   |       | 5,986   |       |
|                            | 計        | 205    |       | 1878.8 |       | 2,863   |       | 11,105  |       |
| 変電設備容量 (MVA)<br>配電用 Tr 含まず | 200kV 以上 | 295    |       | —      |       | —       |       | 8,237   |       |
|                            | 200kV 未満 | 105    |       | —      |       | —       |       | 上記に含む   |       |
|                            | 計        | 400    |       | —      |       | —       |       | 8,237   |       |
| 配電線亘長 (km)<br>低圧含まず        | 20kV 以上  | —      |       | 3,821  |       | 15,995  |       | 44,259  |       |
|                            | 20kV 未満  | —      |       | 5,828  |       | 8,145   |       | 上記に含む   |       |
|                            | 計        | —      |       | 9,649  |       | 24,140  |       | 44,259  |       |

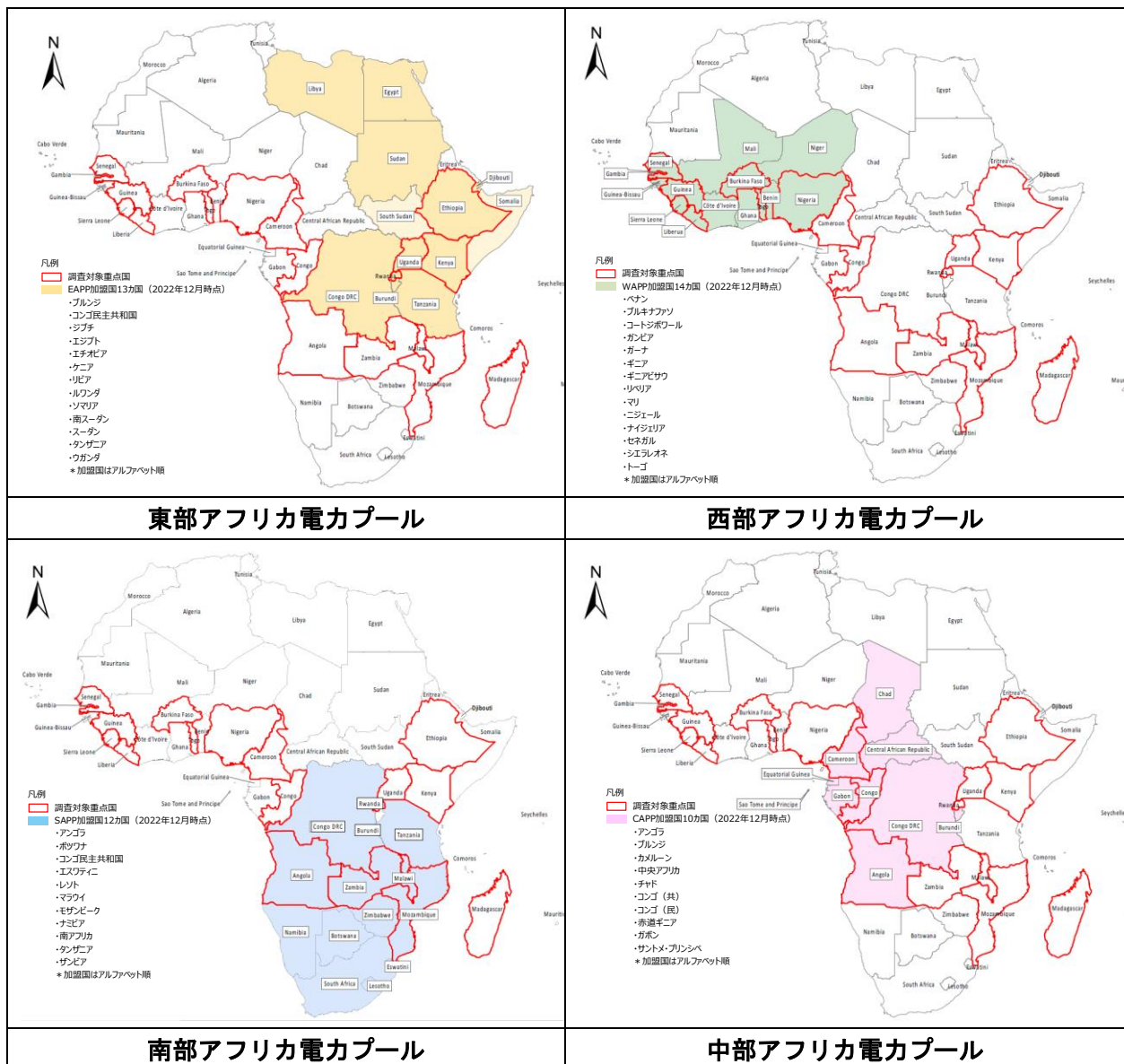
出典：調査団作成

### 2-3-3 電力プール（パワープール）

当面は続くと思われる人口の増加や 2000 年代に入ってから高い経済成長を続けているサブサハラ・アフリカ地域では、伸び続ける電力需要に対する供給力の確保が大きな課題の一つである。

これまで国境を越えた電力取引は主に 2 国間の契約で行われてきたが、サブサハラ・アフリカの各地域の経済共同体では、域内の電力供給を安定的に行うことで社会経済の発展を目指すため、競争市場を通じて安い電力を供給して電力融通を行う電力プール（パワープール）の計画を実行中である。

アフリカ大陸には 5 つの電力プールが存在しているが、1974 年に設立された北部アフリカ諸国がメンバーとなっている電力プール（COMELEC (Maghreb Electricity Committee)）を除き、サブサハラ・アフリカには図 2-3-3. 1 に示す通り、4 つの電力プールが存在しており、計画されたプロジェクトが完了した部分から適宜、設備の運用や電力の取引が開始されている。



出典：調査団作成

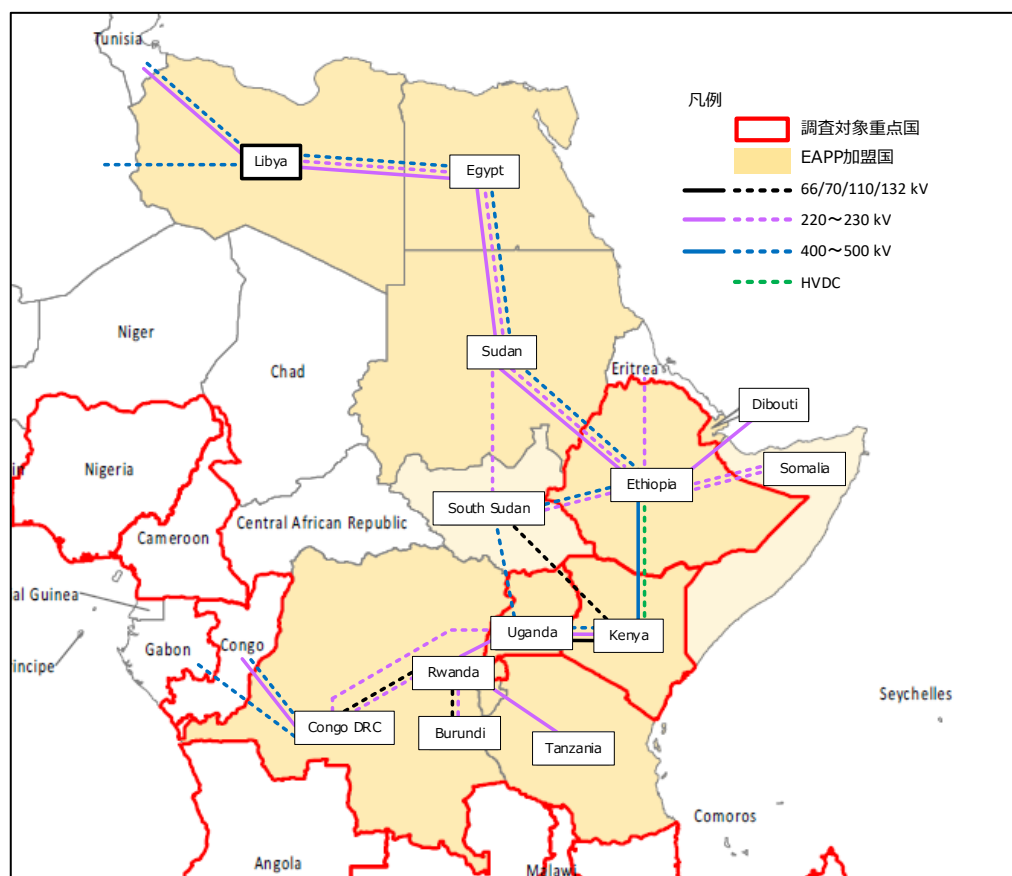
図 2-3-3. 1 サブサハラ・アフリカの各地域電力プール加盟国

## (1) 東部アフリカ電力プール (Eastern Africa Power Pool: EAPP)

EAPP の概要、電力プール計画、及び隣国との国際連系送電接続を図 2-3-3. 2 に示す。

<EAPP の概要> (参照: EAPP Web サイト、2022 Practitioner's Quarterly Bulletin 等)

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 設立    | : 2005 年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| メンバー  | : 13 カ国、14 ユーティリティー (2022 年 12 月時点)                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 事務局   | : アジスアベバ (エチオピア)                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ビジョン  | : 最適なエネルギー資源の開発と域内の容易な電力アクセス                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ミッション | : 持続性と信頼性のある、手ごろな価格で最適な電力供給                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 課題    | : 国際連系が未整備のため需要増に対応する電力融通が困難、民間投資のインセンティブが低い、開発計画を策定するためのデータの信頼性が低い。                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 概要    | : EAPP は、地域経済共同体から設立された他の 3 つの電力パワープールとは異なり、2005 年に東アフリカの 7 カ国首脳が MOU を締結して設立された。2006 年に COMESA (東南部アフリカ市場共同体) の首脳会議で EAPP を COMESA の機関とすることとなった。<br>現在の EAPP の主な電力輸出国は、設立当初はエジプトのほか中部アフリカ電力プールのメンバーでもあるコンゴ民主共和国、エチオピアであり、主な連携プロジェクトとしては、エジプト - スーダン - エチオピアを結ぶ南北の送電線、コンゴ (民) - ウガンダ - ケニアとコンゴ (民) - ルワンダ - タンザニアを結ぶ東西の送電線がある。 |



出典: 各電力プールの Web ページ及び年次報告書、2020 年 12 月~2022 年 12 月の調査期間に収集した資料、現地調査にて入手した資料を基に調査団が作成。

備考: 配電線 (Medium Voltage) による連系は対象外。国境付近に位置する水力発電所に接続されている送電線は対象外もある。

図 2-3-3. 2 東部アフリカ電力プールの計画と隣国との国際連系線接続計画

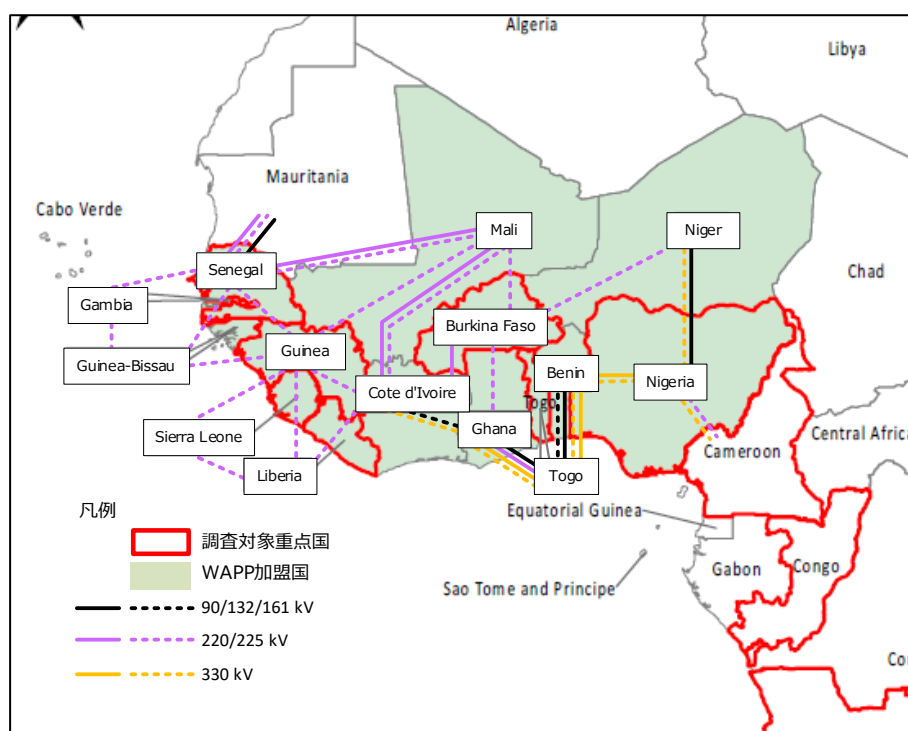


## (2) 西部アフリカ電力プール (West African Power Pool: WAPP)

WAPP の概要、電力プール計画、及び隣国との国際連系接続を図 2-3-3. 3 に示す。

＜WAPP の概要＞（参照：WAPP Web サイト、2021 Annual Report 等）

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 設立    | : 1999 年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| メンバー  | : 14 カ国、39 ユーティリティー（2022 年 12 月時点）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 事務局   | : コトヌー（ベナン）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ビジョン  | : 中長期的な、ECOWAS 地域への信頼の高いエネルギー供給                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ミッション | : 相互協力による発送電網開発促進と加盟国間の電力融通                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 課題    | : 電力輸出国となるナイジェリアの動向、需要増に対する負荷制限<br>電力サブセクターの精度枠組み技術的、財政的、運用上のパフォーマンス強化                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 概要    | : WAPP は 1999 年に西アフリカ経済共同体（ECOWAS）に設立された機関で、2022 年 12 月時点で全 14 カ国 39 の電力会社が加盟している。ECOWAS は 2008 年に、電力プールの取引及び地域の標準化を図るため、地域電力規制機関（ECOWAS Regional Electricity Regulatory Authority (ERERA)）を設立した。<br>WAPP の主な電力輸出国は、ナイジェリアとコートジボワールの 2 カ国である。特に石油・天然ガスの輸出国で、サブサハラ・アフリカのおよび 19%に相当する 2 億人超の人口を擁し日本の約 2.5 倍の広大な国土有するナイジェリアの電力開発や系統の拡充、国内の電力供給力の向上が要である。<br>主な連携プロジェクトとしては、ナイジェリア - ベナン - トーゴ - ブルキナファソ - ガーナ - コートジボワール送電線、コートジボワール - リベリア - シエラレオネ - ギニアを結ぶ CLSG プロジェクトの送電線がある。 |



出典：各電力プールの Web ページ及び年次報告書、2020 年 12 月～2022 年 12 月の調査期間に収集した資料、現地調査にて入手した資料を基に調査団が作成。  
備考：配電線（Medium Voltage）による連系は対象外。国境付近に位置する水力発電所に接続されている送電線は対象外もある。

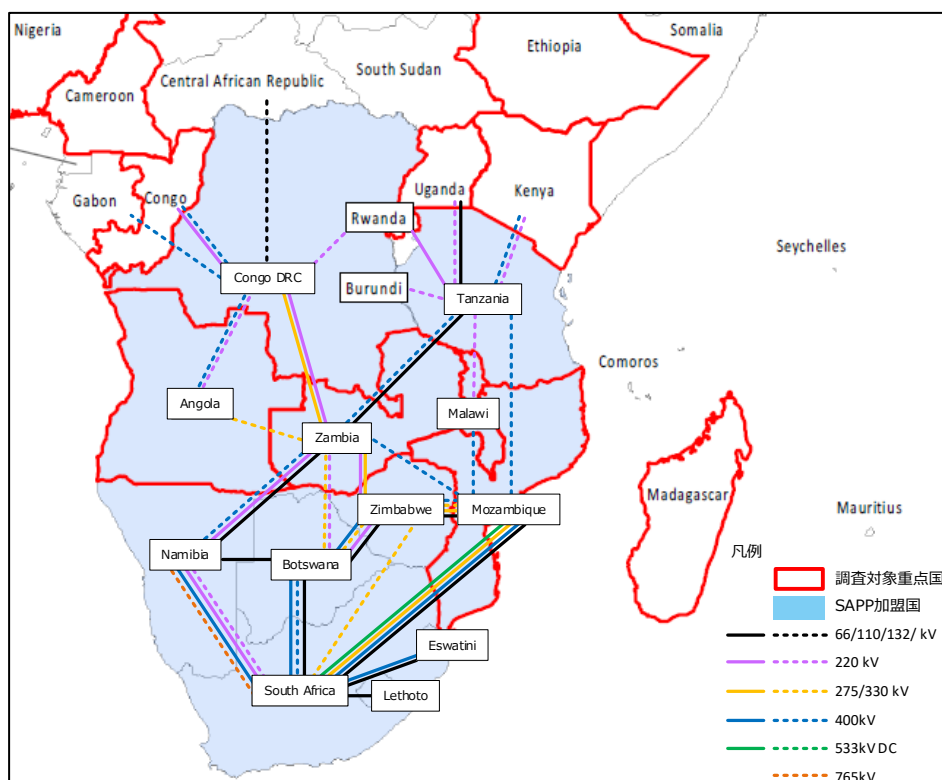
図 2-3-3. 3 西部アフリカ電力プールの計画と隣国との国際連系線接続計画

### (3) 南部アフリカ電力プール (Southern African Power Pool: SAPP)

SAPP の概要と、電力プール計画、及び隣国との国際連系送電接続を図 2-3-3. 4 に示す。

＜SAPP の概要＞（参照：SAPP Web サイト、2021 Annual Report 等）

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 設立    | : 1995 年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| メンバー  | : 12 カ国、17 ユーティリティー（2022 年 12 月時点）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 事務局   | : ハラレ（ジンバブエ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ビジョン  | : 自由競争的な電力市場の構築、消費者が選択可能な電力提供、エネルギービジネスを投資選択肢とする活動、社会経済、環境社会配慮を通じたエネルギー社会の持続的発展                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ミッション | : 最小コストで環境に配慮した手ごろな価格のエネルギー提供、農村社会への電力アクセスの向上                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 課題    | : 水力発電への依存度が高い国々に深刻な影響を及ぼした 2015 年の干ばつにより悪化した需要に対応する能力の不足                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 概要    | : SAPP は、1995 年 8 月に南アフリカのケプトン・パークで開催された、南部アフリカ開発共同体 (Southern African Development Community: SADC) 首脳会議で、モーリシャスを除く SADC 加盟国政府が、南部アフリカパワープールの名の下に、同地域における電力プールの形成に関する政府間覚書に署名し誕生した。<br>SAPP の電力輸出国は南アフリカ (69.2%)、ザンビア (20.3%)、ジンバブエ (5.9%)、モザンビーク (4.7%) であり、SAPP の発電容量の 75% を占める南アフリカが最大の電力輸出国である。また、BRICS (新興工業国) の一角を成す南アフリカは国内の電力需要が旺盛で、SAPP の電力消費量の 82% を占めている。 |



出典：各電力プールの Web ページ及び年次報告書、2020 年 12 月～2022 年 12 月の調査期間に収集した資料、現地調査にて入手した資料を基に調査団が作成。

備考：配電線 (Medium Voltage) による連系は対象外。国境付近に位置する水力発電所に接続されている送電線は対象外もある。

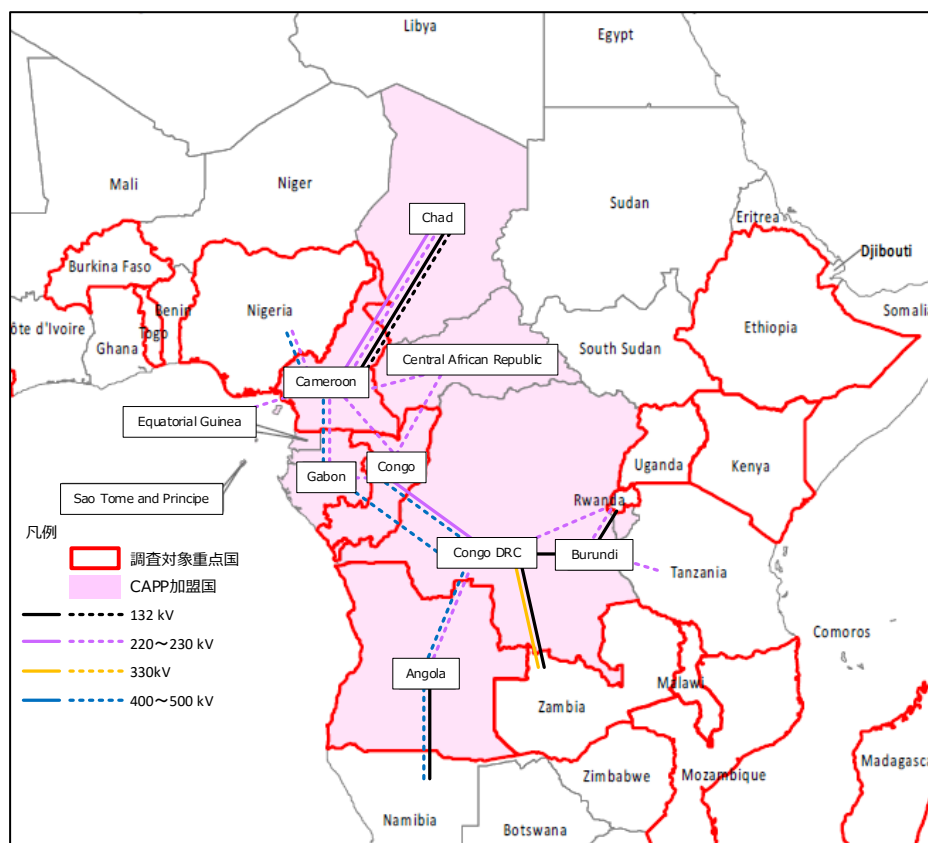
図 2-3-3. 4 南部アフリカ電力プールの計画と隣国との国際連系線接続計画

#### (4) 中部アフリカ電力プール (Central African Power Pool: CAPP)

CAPP の概要、電力プール計画、及び隣国との国際連系接続を図 2-3-3. 5 に示す。

＜CAPP の概要＞（参照：CAPP Web サイト、African Energy Live Data 等より）

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 設立    | : 2003 年                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| メンバー  | : 10 カ国、11 ユーティリティー（2022 年 12 月時点）                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 事務局   | : ブラザビル（コンゴ共和国）                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 目的    | : 地域内電力供給の信頼性向上、電力アクセス拡大と貧困削減                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ミッション | : 域内諸国の安定的電力供給、電力普及率と供給量の拡大、域内電力システムの質の向上と安定                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 課題    | : 加盟国間の国際連系未整備により、各国間の電力取引が制限されている。民間企業の参加インセンティブが弱い。信頼できる十分なデータが欠如している。                                                                                                                                                                                                                              |
| 概要    | : CAPP は、中部アフリカ経済共同体（ECCAS/CEEAC）の機関であり、2003 年に設立された。2021 年時点の CAPP 加盟国の発電設備容量はおおよそ 11.7GW あり、アンゴラ（49%）、コンゴ（民）（20%）、カメルーン（12.7%）の 3 カ国で約 82%を占めている。主な電源は水力であり、インガ水力発電所のあるコンゴ（民）が CAPP 内の主な電力輸出国であり、コンゴ（共）やアンゴラといった隣国、SAPP（ザンビアとボツワナを経て南アフリカに至る）とも接続されている。その他、DRC は隣接するブルンジ、ルワンダ、中央アフリカ共和国にも電力を輸出している。 |



出典：各電力プールの Web ページ及び年次報告書、2020 年 12 月～2022 年 12 月の調査期間に収集した資料、現地調査にて入手した資料を基に調査団が作成。

備考：配電線（Medium Voltage）による連系は対象外。国境付近に位置する水力発電所に接続されている送電線は対象外もある。

図 2-3-3. 5 中部アフリカ電力プールの計画と隣国との国際連系線接続計画

## 2-4 電力セクターの課題と開発ニーズ

### 2-4-1 電気事業者経営の現状と課題

サブサハラ地域においては、世界からドナーが資金援助しており、多額な投資が行われているところである。電化率が一定程度まで高まるまでは、資産規模が年々、増加すると考えられ、財務分析を行っても、1年ごとの変動がかなり激しい国もあり、経年比較を実施しても増加率が大きすぎる状況である。そのような状況にある国については、設備投資を行うとともに、電化率が高まった段階において、経営基盤を強化することを検討する必要がある。

#### ■ 普及後を見据えた経営戦略の策定

経営を安定化するためには、組織体制を充実する必要がある。具体的には、組織改編、人員配置（採用含む）などの人員計画、経営モニタリング・ガバナンスの構築、中長期にわたる財務計画など、整備すべき課題は多い。

#### ■ 電気料金改定・料金徴収のしくみ構築

電気料金を払えない住民も一定程度は存在するが、経営を安定化するためには、適正な料金設定としたうえで、料金徴収を十分に行う必要がある。前記の財務計画と連動するが、中長期で検討し、政府から税投入されることなく、独立的で持続可能である組織とするために、必要な電気料金設定を行う。その際、料金改定シミュレーションを行い、経営健全化に資する適正料金とする。

また、徴収体制が十分に整備できていない面もあるため、メーター設置などを含めて、徴収のしくみや体制などを構築する。さらに、減免などの基準を明確にするなども必要である。

#### ■ 公営もしくは民営化に関する経営体制検討支援

今回の調査対象国では、公的機関による電力供給がされている地域が多い状況である。しかしながら、今後、安定的な経営を行っていくためには民営化を含めた検討を行っていく必要がある。公的機関から民間事業者となるためには、経営体制のほか、ガバナンスを含めた組織体制、人員計画、定款などの規程類整備など、実施すべき事項が多い。現状は各国で異なるため、各国の実情に応じて、民営化への道筋を立てることが必要となる。

#### ■ 民間資金活用支援

民間資金を活用していくには、PPP/PFI可能性調査を実施するほか、インフラファイナンス（交付金、補助金、政策・民間金融機関）との関係整理のほか、日本企業進出可能性調査を実施することも考えられる。

### (1) 財務分析方法

財務諸表の入手状況は下図表の通りであり、2019年度の財務諸表を入手できた国について、個々の国ごとに財務分析を実施した。（詳細は別添資料3の「各国財務状況レポート」を参照）

言い換えれば、2019年度を基準年度とし、2019年度の財務諸表が入手できていない国・事業者については、個々の国ごとの分析は実施していない。また、入手した財務諸表が不完全であったトーゴや基準年の入手ができなかったザンビアに関しては、分析を実施していない。

表 2-4-1.1 対象電力企業一覧と財務諸表の入手状況

| 国                 | ID        | カテゴリ         | 企業       | タイプ     | 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 |
|-------------------|-----------|--------------|----------|---------|------|------|------|------|------|------|
| Angola            | 1-2-1     | Generation   | PRODEL   | Public  |      |      | ○    | ○    |      |      |
|                   | 1-3-1     | Transmission | RNT      | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 1-4-1     | Distribution | ENDE     | Public  |      |      |      |      | ○    | ○    |
| Burkina Faso      | 2-1-1     | Integrated   | SONABEL  | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Cameroon          | 3-2, 3-1  | Generation   | Eneo     | Private |      |      | ○    | ○    |      |      |
|                   | 3-4-1     | Distribution | SONATREL | Public  | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Ethiopia          | 4-2, 3-1  | Generation   | EEP      | Public  | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 4-4-1     | Distribution | EEU      | Public  |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Kenya             | 5-2-1     | Generation   | KenGen   | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 5-3-1     | Transmission | KETRACO  | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 5-4-1     | Distribution | KPLC     | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Liberia           | 6-1-1     | Integrated   | LEC      | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Madagascar        | 7-1-1     | Integrated   | JIRAMA   | Public  | ○    |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Malawi            | 8-2-1     | Generation   | EGENCO   | Public  | ○    | ○    | ○    | ○    |      |      |
|                   | 8-3, 4-1  | Transmission | ESCOM    | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Mozambique        | 9-1-1     | Integrated   | EDM      | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Nigeria           | 10-2-1    | Generation   | Afam     | Private |      |      |      |      |      |      |
|                   | 10-2-2    | Generation   | Egbin    | Private |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-2-3    | Generation   | MESL     | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-2-4    | Generation   | NSPCL    | Private |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-2-5    | Generation   | SPPLc    | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-2-6    | Generation   | TPL      | Private |      |      |      |      |      |      |
|                   | 10-3-1    | Transmission | TCN      | Public  |      |      |      |      |      |      |
|                   | 10-4-1    | Distribution | AEDC     | Private |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-2    | Distribution | BEDC     | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-3    | Distribution | EKEDC    | Private |      |      |      | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-4    | Distribution | EEDC     | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-5    | Distribution | IBEDC    | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-6    | Distribution | IKEJA    | Private |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-7    | Distribution | JED      | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-8    | Distribution | Kaduna   | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-9    | Distribution | KEDCO    | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-10   | Distribution | PHED     | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 10-4-11   | Distribution | YEDC     | Private |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Rwanda            | 11-5-1    | Integrated   | REG      | Public  |      |      |      | ○    | ○    | ○    |
|                   | 11-1-2    | Integrated   | EUCL     | Public  |      |      | ○    |      |      |      |
|                   | 11-5-3    | Integrated   | EDCL     | Public  |      | ○    | ○    |      |      |      |
| Senegal           | 12-1-1    | Integrated   | Senelec  | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Sierra Leone      | 13-2, 3-1 | Generation   | EGTC     | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 13-4-1    | Distribution | EDSA     | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Togo              | 14-1-1    | Integrated   | CEET     | Public  |      | BS   | BS   | BS   | BS   | BS   |
| Uganda            | 15-2-1    | Generation   | UEGCL    | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 15-3-1    | Transmission | UETCL    | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
|                   | 15-4-1    | Distribution | UEDCL    | Public  |      | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Zambia            | 16-1-1    | Integrated   | ZESCO    | Public  |      |      | ○    | ○    | ○    | ○    |
| Republic of Congo | 17-1-1    | Integrated   | E2C      | Private | ○    | ○    |      |      |      | ○    |

出典：調査団作成 備考：企業名は略称のみ記載、BSは貸借対照表のみ入手

財務諸表分析は、その企業が置かれた環境などから、企業における財務上の課題などを定量的に把握するための重要な手法であり、各分析の組み合わせから企業の置かれている問題点を読み取ることができる。分析の観点としては3つあり、収益性（企業が投下した資本に対して効率的に利益を獲得しているかなど企業の収益獲得能力を分析する）、安全性（支払能力や資金調達面などに問題がないか）、成長性（どのぐらい業績が伸びているか）であり、この3つの観点で分析を行った。

具体的な指標は表 2-4-1.2 の通りである。

表 2-4-1.2 財務分析指標一覧

### 収益性分析

| 指標                     | 計算式           | 高いほど良いか<br>低いほど良いか |
|------------------------|---------------|--------------------|
| <b>収益性分析(利益率)</b>      |               |                    |
| 原価率                    | 売上原価/売上       | 低い                 |
| 売上高総利益率                | 売上総利益/売上      | 高い                 |
| 売上高経常利益率               | 経常利益/売上       | 高い                 |
| 売上高当期純利益率              | 税引後当期純利益/売上   | 高い                 |
| 売上高対販売費・管理費率           | 販売費・管理費/売上    | 低い                 |
| ROE(株主資本当期純利益率)        | 税引後当期純利益/純資産  | 高い                 |
| ROA(総資本当期純利益率)         | 税引後当期純利益/資産合計 | 高い                 |
| <b>収益性分析(回転率・回転期間)</b> |               |                    |
| 総資本回転率(回)              | 売上/資産合計       | 高い                 |
| 固定資産回転率(回)             | 売上/固定資産       | 高い                 |
| 売上債権回転期間(月)            | 売上債権/売上*12    | 低い                 |
| 棚卸資産回転期間(月)            | 棚卸資産/資産*12    | 低い                 |
| 買入債権回転期間(月)            | 仕入債務/売上*12    | 高い                 |

### 安全性分析

| 指標                    | 計算式              | 高いほど良いか<br>低いほど良いか |
|-----------------------|------------------|--------------------|
| <b>安全性分析(債務の返済能力)</b> |                  |                    |
| 流動比率                  | 流動資産/流動負債        | 高い                 |
| 当座比率                  | (流動資産-棚卸資産)/流動負債 | 高い                 |
| 固定比率                  | 固定資産/純資産         | 低い                 |
| 借入金依存度                | 借入金/資産合計         | 低い                 |
| <b>安全性分析(資本の安定性)</b>  |                  |                    |
| 自己資本比率                | 純資産/資産合計         | 高い                 |
| 負債比率                  | 負債合計/純資産         | 低い                 |

### 成長性分析

| 指標           | 計算式            | 高いほど良いか<br>低いほど良いか |
|--------------|----------------|--------------------|
| <b>成長性分析</b> |                |                    |
| 売上増加率        | 対前期売上上の増減/前期売上 | 高い                 |
| 利益増加率        | 対前期利益上の増減/前期利益 | 高い                 |

出典：調査団作成

## (2) 財務分析結果

### 1) 財務分析要約

財務分析を実施した結果、アフリカ電力企業においては国によっては資産額の増加が顕著である一方、収益性や回転率・在庫の管理・安全性などに懸念があり、経営上特に留意する必要があることが判明した。

|                                                                                                  | アフリカ電力企業の特徴                                                                                                                                                 | 経営上の留意点                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  収益性の低い企業が多い  | 売上高から売上原価を差し引いた売上総利益率の低い企業が多く、 <b>収益性を改善する</b> 必要がある。収益性が低ければ、営業によるキャッシュフローにも影響し、資金繰りも悪化する傾向にある。                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>中長期の計画策定</b><br/>投資を行う期間があると考えられるが、それを踏まえて、中長期目線で政策や施策を打ち出し、それに基づく財政計画（投資計画・事業計画）が必要である。</li> <li>● <b>料金改定</b><br/>場合によっては、料金改定を検討する必要がある。</li> </ul>                       |
|  売上債権回転期間が長い  | 電力を販売して、利用者から売上債権を回収する期間、つまり、資金化するまでの期間が長い企業が多く、 <b>資金繰りに窮することが懸念</b> される。発電、送電、配電部門で分社しているケースも多いが、1社で資金を回収しつつも、適時に各社に資金配分をしなければ、すべての部門で資金繰りが困難となることが懸念される。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>債権回収に関する体制整備・手続き明確化</b><br/>債権回収に関する体制を整備し、手続きを明確化し、画一的に行う。特に滞留債権については留意する必要がある。</li> </ul>                                                                                  |
|  流動比率・当座比率が低い | 短期的な債務に対し、支払原資となる現金やすぐに現金化できる資産が少なく、 <b>追加の借入金等による資金調達の必要性が生じる</b> 可能性が大きい。資金調達手段が確保できていない場合、政府から多額の補助金を拠出することになる。                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>資金調達手段の確保</b><br/><b>短期的な資金需要に対応できる資金調達手段</b>を常に確保する（例えば銀行とのコミットメントライン契約の締結等）。</li> <li>● <b>資金管理の徹底（再掲）</b><br/><b>常に一定の余剰資金を確保</b>できるように現金残高の管理を行い、資金繰りの精度を高める。</li> </ul> |

出典：調査団作成

図 2-4-1.1 電力企業の特徴と経営上の留意点

## 2) 財務分析を行う上での区分とグラフの見方

本プロジェクトの財務分析では、対象 16 カ国 42 社の電力会社を①経営形態（公企業・民間企業）と②事業体（統合型・発電・送電・配電）の 2 つの観点で整理し、分析を実施した。整理の結果は表 2-4-1. 3 のとおりである。また、別途のレポートは 2019 年度で分析を実施したが、以下の分析では、より多くの企業数値が集計できるため、2018 年度を中心とした。

表 2-4-1. 3 経営形態別の数

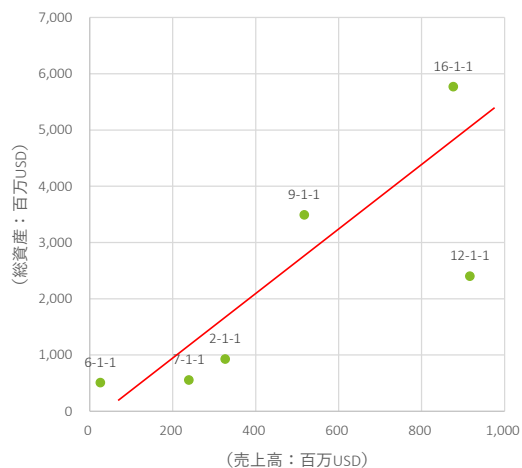
| Category        | Public | Private | Total |
|-----------------|--------|---------|-------|
| 1. Integrated   | 10     | 1       | 11    |
| 2. Generation   | 6      | 7       | 13    |
| 3. Transmission | 5      | 0       | 5     |
| 4. Distribution | 6      | 11      | 17    |
| Total           | 27     | 19      | 46    |

出典：調査団作成

図 2-4-1. 2、図 2-4-1. 3、図 2-4-1. 4 には、それぞれ「売上高と試算合計の関連図・売上高及び売上高当期純利益率」、「純資産と当期準利益の関連図・総資本回転率(回)」、「流動比率・当座比率」を示す。グラフの見方は図中に記載の通りである。

### 売上高と資産合計の関連図

- 売上高と資産の規模を比較するグラフである
- プロットの位置が回帰線（グラフ内の赤線）に近いほど、売上高と資産のバランスが良いことを示す



出典：調査団作成

### 売上高及び売上高当期純利益率

- 収益性を示す指標である
- 売上高に対する売上高当期純利益率の比較が可能である

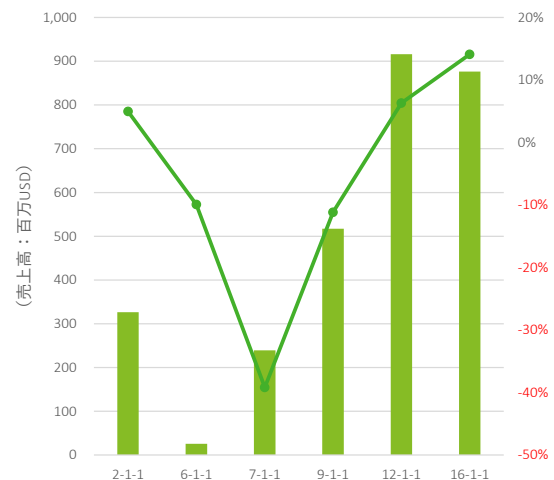
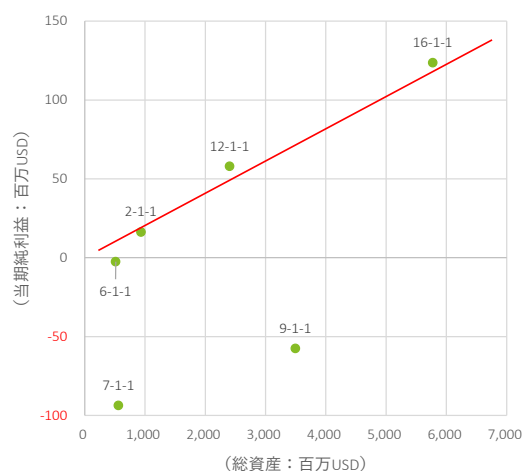


図 2-4-1. 2 売上高と試算合計の関連図・売上高及び売上高当期純利益率



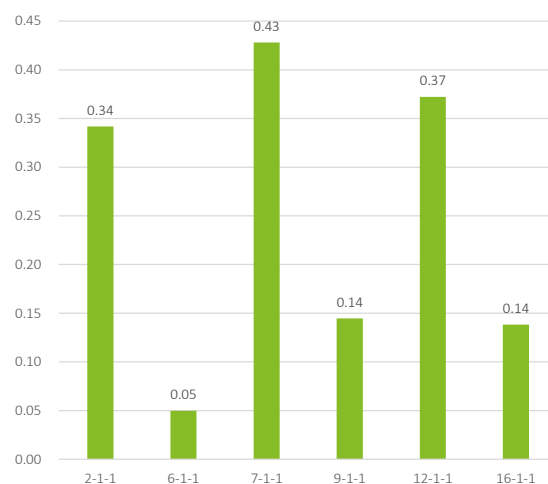
### 総資産と当期純利益の関連図

- ・ 総資産と当期純利益の規模を比較するグラフである
- ・ プロットの位置が回帰線（グラフ内の赤線）に近いほど、総資産と当期純利益のバランスが良いことを示す



### 総資本回転率（回）

- ・ 保有している資産をいかに効率的に活用し、収益を獲得できているかを図る指標である
- ・ 指標の数値が大きいほど、資産効率が良いといえる

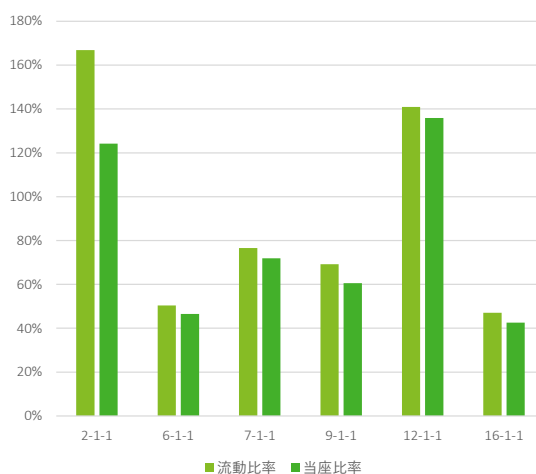


出典：調査団作成

図 2－4－1.3 純資産と当期純利益の関連図・総資本回転率（回）

### 流動比率・当座比率

- ・ 流動比率・当座比率は安全性を図る指標である
- ・ 当座比率の目安は100%であり、下回っている場合は短期的な返済に対する資金が十分とはいえない状況にある



出典：調査団作成

図 2－4－1.4 流動比率・当座比率



### 3) 統合型企業の財務分析結果

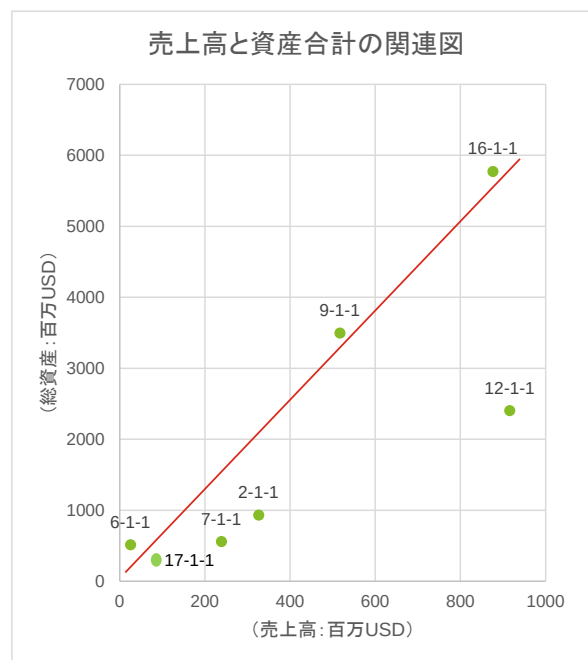
統合型の企業一覧は以下の通りである。

表 2-4-1.4 統合型企業の一覧

| ID     | Country      | Name                                       | Abbreviation |
|--------|--------------|--------------------------------------------|--------------|
| 2-1-1  | Burkina Faso | Société Nationale d'Electricité du Burkina | SONABEL      |
| 6-1-1  | Liberia      | Liberia Electricity Corporation            | LEC          |
| 7-1-1  | Madagascar   | Jiro sy rano Malagasy                      | JIRAMA       |
| 9-1-1  | Mozambique   | Electricidade de Mocçambique               | EDM          |
| 12-1-1 | Senegal      | Société nationale d'électricité du Sénégal | Senelec      |
| 14-1-1 | Togo         | Compagnie Energie Electrique du Togo       | CEET         |
| 16-1-1 | Zambia       | Zambia Electricity Supply Corporation      | ZESCO        |
| 17-1-1 | Congo        | Energie Electrique du Congo                | E2C          |

出典：調査団作成

図 2-4-1.5 に売上高と資産合計の関連を示す。



出典：調査団作成

図 2-4-1.5 売上高と資産合計の関連図

統合型の電力会社は、他の事業体と比べて資産合計が大きい傾向にある。SONABEL (2-1-1, Burkina Faso)、LEC (6-1-1, Liberia)、JIRAMA (7-1-1, Madagascar)、EDM (9-1-1, Mozambique)、ZESCO (16-1-1)、E2C (17-1-1, Congo) は売上・資産ともにバランスがよい。特に ZESCO (16-1-1, Zambia) は、バランスもよく規模が大きい。Senelec (12-1-1, Senegal) は、資産規模に比して売上が大きい。

なお、以後も含めて CEET (14-1-1, Togo) は、損益計算書が入手できなかったため売上高は“0”となっている。

図 2-4-1.6 に売上高と売上高当期純利益を示す。

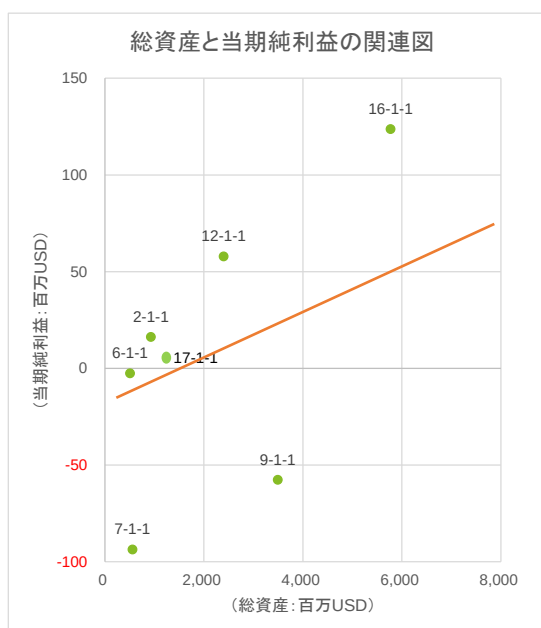


出典：調査団作成

図 2-4-1.6 売上高と売上高当期純利益

SONABEL (2-1-1, Burkina Faso)、JIRAMA (7-1-1, Madagascar)、EDM (9-1-1, Mozambique) は、売上高当期純利益率がマイナスであり、売上規模も小さい。LEC (6-1-1, Liberia) は原価率が 80% 以上もあり、売上高当期純利益率がマイナスであり、売上規模も小さい。Senelec (12-1-1, Senegal) は、ZESCO より売上規模が大きいですが、売上高当期純利益率が低くなっている。当期純利益は黒字であるが、人件費や減価償却費、その他の営業費用及び損失の増加により、売上高当期純利益は低下傾向にある。現状より更に低下した際には、原価や販管費の見直しが必要であると考えられる。ZESCO (16-1-1, Zambia) は、売上高当期純利益率が高く、収益性が高い。E2C (17-1-1, Congo) の売上規模は小さいが、収益性は高い。

図 2-4-1.7 に総資産と当期純利益の関連を示す。

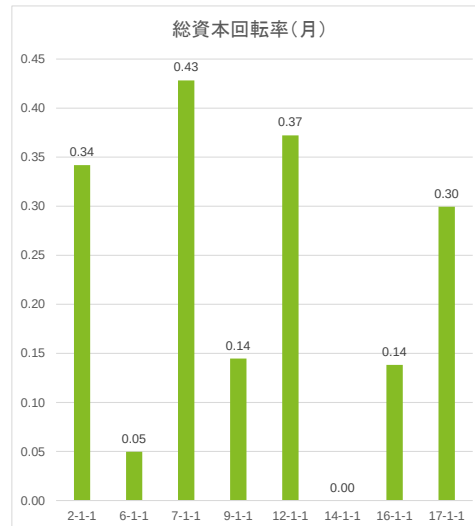


出典：調査団作成

図 2-4-1.7 総資産と当期純利益の関連図

SONABEL (2-1-1, Burkina Faso)、LEC (6-1-1, Liberia)、Senelec (12-1-1, Senegal)、ZESCO (16-1-1, Zambia)、E2C (17-1-1, Congo) は、総資産と当期純利益のバランスが良い。JIRAMA (7-1-1, Madagascar) は、売上原価が非常に大きく、当期純利益の赤字につながっている。EDM (9-1-1, Mozambique) は資産規模が他の企業より大きい、当期純利益が赤字のため、資産の見直しが必要であると考えられる。ZESCO (16-1-1, Zambia)は、資産総額が特に大きく一定の当期純利益を計上している。

図 2-4-1. 8 に総資本回転率を示す。

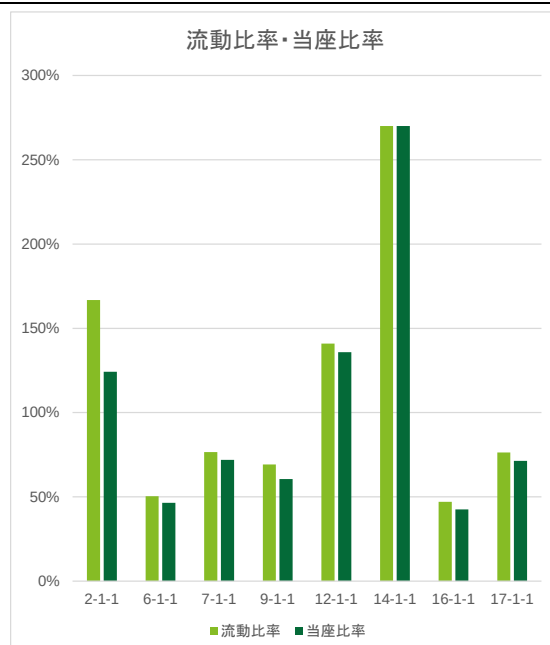


出典：調査団作成

図 2-4-1. 8 総資本回転率

SONABEL (2-1-1, Burkina Faso) は、売上高の増加に対して総資産が同規模で増加しているため、総資産が効果的に活用されていない懸念がある。LEC (6-1-1, Liberia) は、建設中固定資産の増加により、固定資産への計上額が増加したため、総資本回転率は低下傾向にある。JIRAMA (7-1-1, Madagascar) は、日本の電力会社の平均である 0.46 に近い数値であり、資産を効果的・効率的に活用している数値となっているが、収益が獲得できていない状況である。EDM (9-1-1, Mozambique)、ZESCO (16-1-1)、E2C (17-1-1, Congo) は、総資本回転率が低く、収益性に改善の余地があると考えられる。Senelec (12-1-1, Senegal) は総資本回転率の数値は良い。

図 2-4-1. 9 に流動比率と当座比率を示す。



出典：調査団作成

図 2-4-1.9 流動比率と当座比率

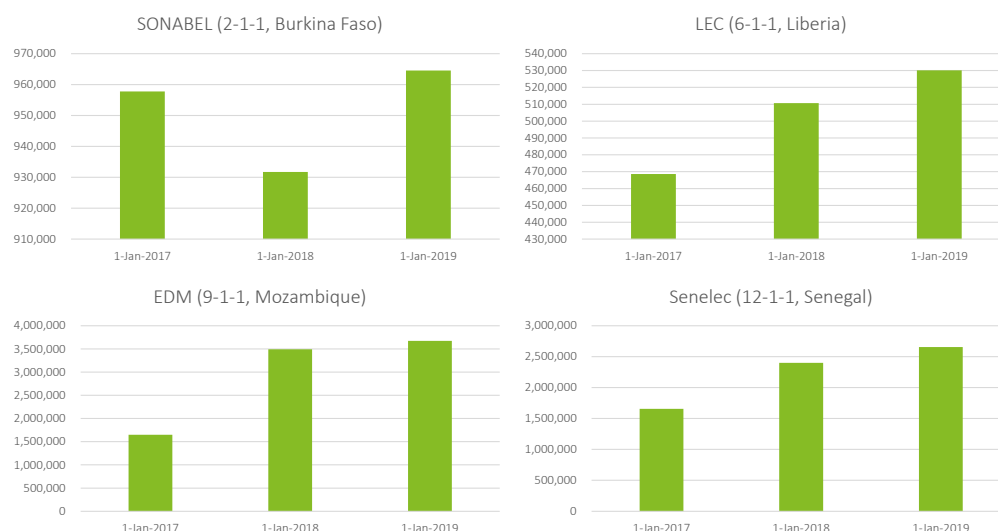
SONABEL (2-1-1, Burkina Faso) は、短期的な返済能力を有しており一定の安全性があると考えられる。当座比率は 120 から 150% が良好な数値であるが、100% を下回っている LEC (6-1-1, Liberia)、JIRAMA (7-1-1, Madagascar)、EDM (9-1-1, Mozambique)、ZESCO (16-1-1, Zambia)、E2C (17-1-1, Congo) は、特に短期的な資金が十分とはいえず、資金繰りの改善が必要である。CEET (14-1-1, Togo) は、安全といわれる水準を超えているが、現預金を持ちすぎている数値となっている。

図 2-4-1.10 に総資産の推移を示す。

### 総資産の推移

FY2017-FY2019

Unit: USD 1,000



出典：調査団作成

図 2-4-1.10 総資産の推移

#### 4) 発電型企業の財務分析結果

発電型企業の一覧は表 2-4-1. 5 の通りである。

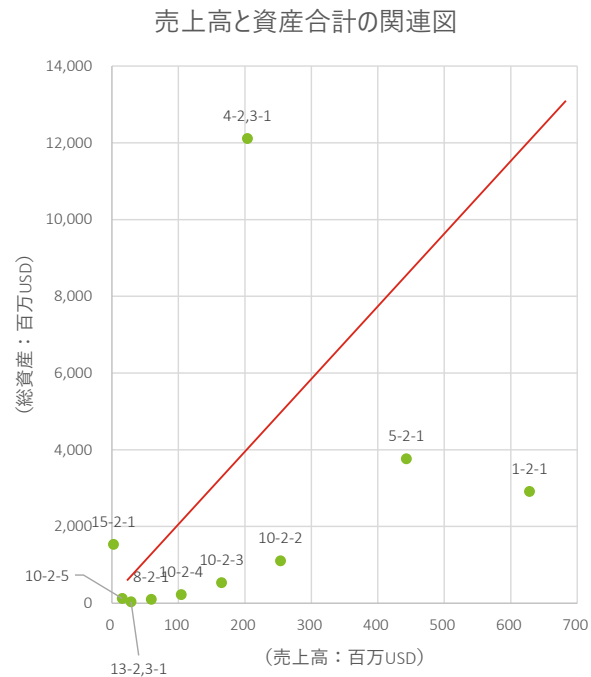
表 2-4-1. 5 発電型企業の一覧

| ID        | Country      | Name                                            | Abbreviation |
|-----------|--------------|-------------------------------------------------|--------------|
| 1-2-1     | Angola       | Empresa Pública de Produção de Electricidade    | PRODEL       |
| 3-2, 3-1  | Cameroon     | Eneo Cameroon S.A.                              | Eneo         |
| 4-2, 3-1  | Ethiopia     | Ethiopian Electric Power                        | EEP          |
| 5-2-1     | Kenya        | Kenya Electricity Generating Company            | KenGen       |
| 8-2-1     | Malawi       | Electricity Generation Company of Malawi        | EGENCO       |
| 10-2-1    | Nigeria      | Afam Power Plc                                  | Afam         |
| 10-2-2    | Nigeria      | Egbin Power Plc                                 | Egbin        |
| 10-2-3    | Nigeria      | Mainstream Energy Solutions Limited             | MESL         |
| 10-2-4    | Nigeria      | North South Power Company Limited               | NSPCL        |
| 10-2-5    | Nigeria      | Sapele Power Plc                                | SPPlc        |
| 10-2-6    | Nigeria      | Transcorp Power Limited                         | TPL          |
| 13-2, 3-1 | Sierra Leone | Electricity Generation and Transmission Company | EGTC         |
| 15-2-1    | Uganda       | Uganda Electricity Generation Company Limited   | UEGCL        |

出典：調査団作成

図 2-4-1. 11 に売上高と資産合計の関連図を示す。

売上高と資産合計の関連図



出典：調査団作成

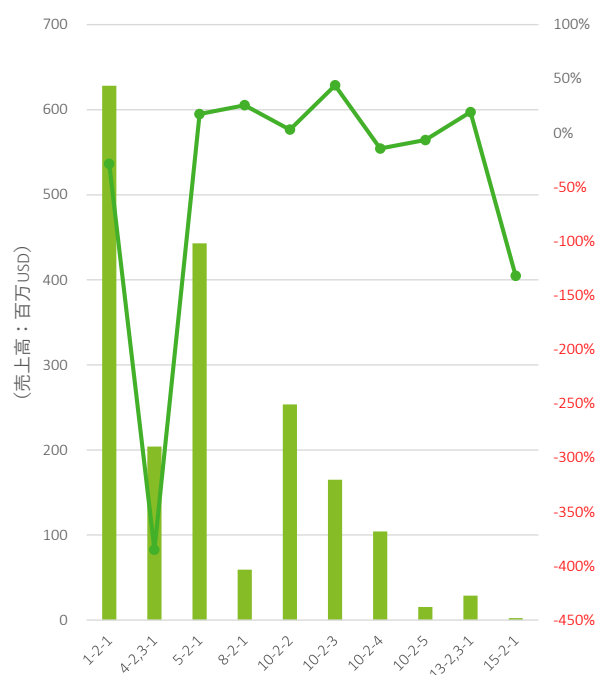
図 2-4-1. 11 売上高と資産合計の関連図

KenGen (5-2-1, Kenya) など、売上高と資産のバランスがよい企業が多い。KenGen (5-2-1, Kenya)

は、発電所等の大型施設を所有するため資産規模が大きい割に売上高の規模もある。2016 年以降、売上の規模は緩やかに拡大しているが、売上高の成長率は徐々に鈍化している。EEP (4-2,3-1, Ethiopia) は、売上規模の割に資産額が大きく、売上高を向上させるか、資産規模見直し検討が必要と考えられる。また、PRODEL (1-2-1, Angola) は、資産規模に比して売上高が大きいため収益性の面では良好である。EGENCO (8-2-1, Malawi)、Afam (10-2-1, Nigeria)、Egbin (10-2-2, Nigeria)、MESL (10-2-3, Nigeria)、NSPCL (10-2-4, Nigeria)、SPPlc (10-2-5, Nigeria)、TPL (10-2-6, Nigeria)、UEGCL (15-2-1, Uganda) は、資産規模が比較的小さいが、売上高を効率的に獲得している企業が多い。

図 2-4-1. 1 2 に売上高及び売上高当期利益率を示す。

売上高及び売上高当期純利益率



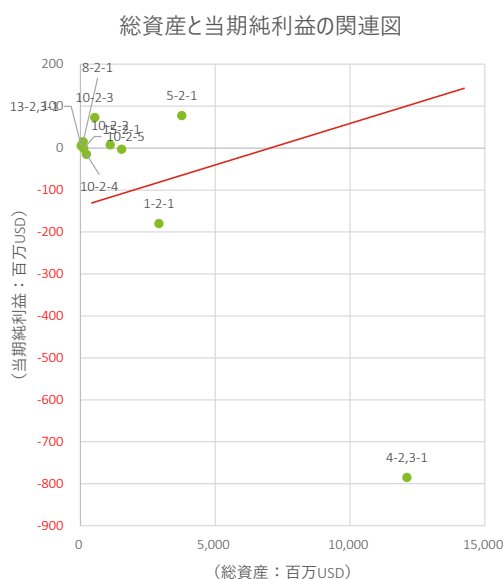
出典：調査団作成

図 2-4-1. 1 2 売上高及び売上高当期純利益率

PRODEL (1-2-1, Angola) は、売上規模が大きく、利益率も良好である。EEP (4-2,3-1, Ethiopia) の売上高当期純利益率は、大幅なマイナスである。その要因は多額の借入費用 (Interest on domestic loans and foreign loans, Bank charges on loans, Interest on delayed payments など) による。販管費は抑えられているため、負債の返済による借入費用の削減が収益率の向上につながると考えられる。KenGen (5-2-1, Kenya) の原価率は 2 割程度であり一定の水準に抑えられているにも関わらず、大型施設の所有による減価償却費の影響により、売上高当期純利益率は 3 割程度である。それ以外の企業は、純利益が赤字となっており、特に NSCPL (10-2-4, Nigeria) は「その他の営業費用及び損失」に含まれる「債権の減損損失 (Impairment loss on trade receivables)」が前年度の約 2.5 倍に増加したことや税金の増加により、当期純利益率がマイナスとなっている。

図 2-4-1. 1 3 に総資産と当期純利益の関連を示す。

### 総資産と当期純利益の関連図



出典：調査団作成

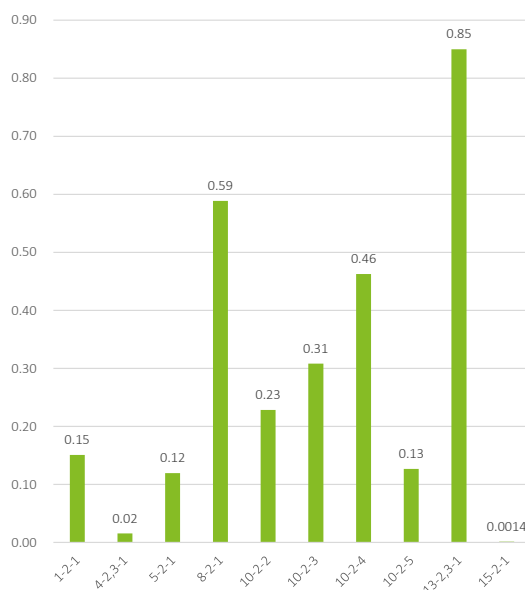
図 2-4-1.13 総資産と当期純利益の関連図

PRODEL (1-2-1, Angola) は、売上高に対する販管費などが大きいいため、当期純利益が赤字となっている。EEP (4-2,3-1, Ethiopia) の総資産の約 9 割は発電所や送電線などの固定資産によって構成されており、固定資産のうち約 8 割が建設中のため、売上に貢献をしていない現状である。そのため、総資産の規模は大きい割に、当期純利益が大幅な赤字となっている。KenGen (5-2-1, Kenya) は、発電所等の大型施設を所有するため資産規模が大きく、一定の当期純利益を得ていると考えられる。

それ以外の国は当期純利益が赤字の企業が多く、黒字化することが求められる。

図 2-4-1.14 に総資本回転率を示す。

### 総資本回転率

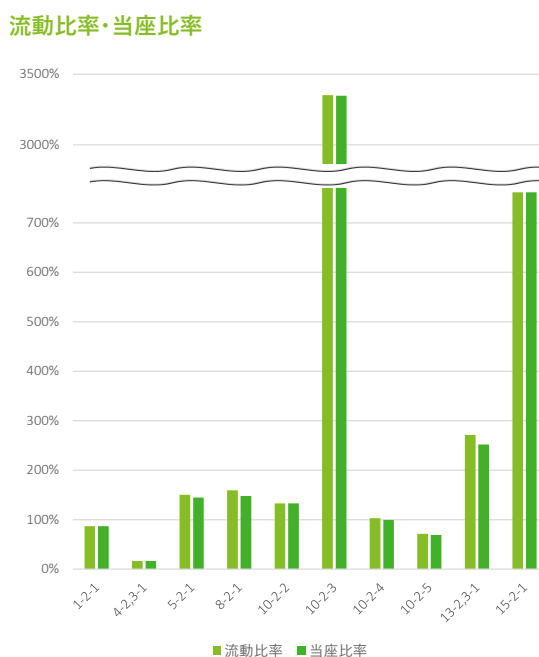


出典：調査団作成

図 2-4-1.14 総資本回転率

PRODEL (1-2-1, Angola)、KenGen (5-2-1, Kenya) は総資本回転率が低く、収益性に改善の余地があると考えられる。EEP (4-2,3-1, Ethiopia) の総資産の約 9 割は発電所や送電線などの固定資産によって構成されており、固定資産のうち約 8 割が建設中のため、売上に貢献をしていない状況である。そのため、総資本回転率は非常に低い数値となっている。UEGCL (15-2-1, Uganda) は、固定資産に進行中の水力発電所の建設プロジェクトが資産として計上されているため、総資本回転率が低いと考えられる。EGENCO (8-2-1, Malawi)、Egbin (10-2-2, Nigeria)、MESL (10-2-3, Nigeria)、NSPCL (10-2-4, Nigeria)、SPPlc (10-2-5, Nigeria)、EGTC (13-2,3-1, Sierra Leone) は、日本の電力会社の平均である 0.46 に近く、比較的、資産を効果的・効率的に活用して収益を獲得できている。

図 2-4-1. 15 に流動比率・当座比率を示す。



出典：調査団作成

図 2-4-1. 15 流動比率・当座比率

EEP (4-2,3-1, Ethiopia) は、流動負債に対して十分な返済資金が準備されていない状態であることが推測される。多額の負債が累積しており、資金繰りの悪化に影響しているため、早急な改善が必要である。KenGen (5-2-1, Kenya)、EGENCO (8-2-1, Malawi)、Egbin (10-2-2, Nigeria)、NSPCL (10-2-4, Nigeria)、EGTC (13-2,3-1, Sierra Leone) は、短期的な返済能力を有しており、一定の安全性があると考えられる。UEGCL (15-2-1, Uganda) の流動比率は、流動資産の規模に対して流動負債が少ないため、高い傾向にある。

PRODEL (1-2-1, Angola)、SPPlc (10-2-5, Nigeria) は、100%を下回っており、資金繰りが懸念される。

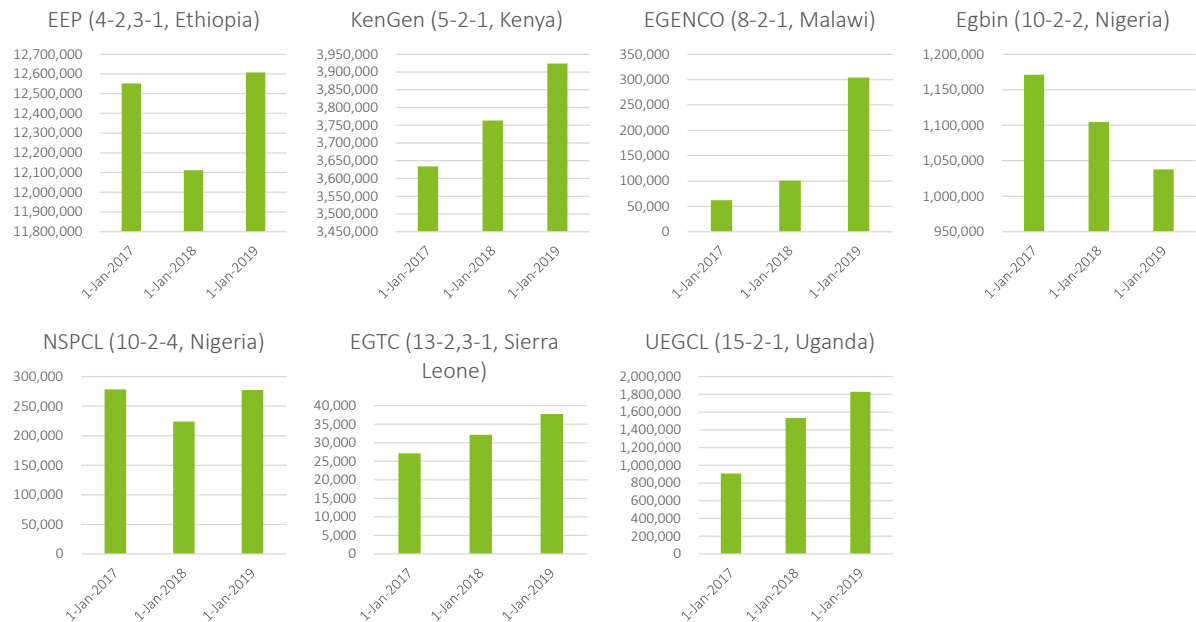
図 2-4-1. 16 に総資産の推移を示す。



## 総資産の推移

FY2017-2019

Unit: USD 1,000



出典：調査団作成

図 2-4-1.16 総資産の推移

### 5) 送電型企業の財務分析結果

送電型企業の一覧は表 2-4-1.6 の通りである。

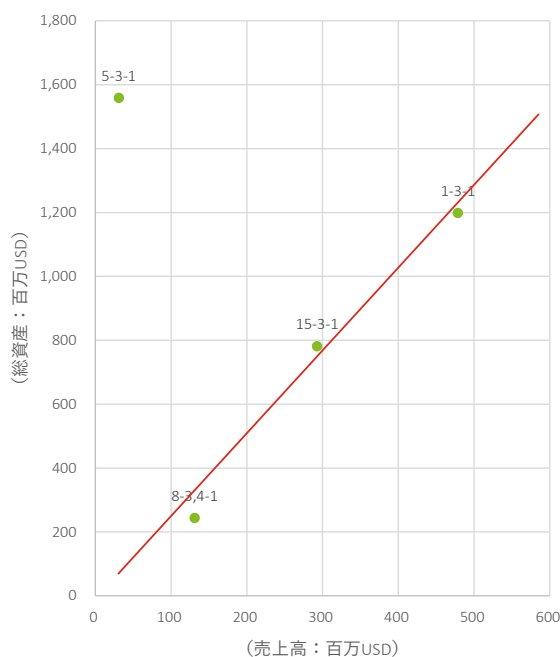
表 2-4-1.6 送電型企業の一覧

| ID       | Country | Name                                            | Abbreviation |
|----------|---------|-------------------------------------------------|--------------|
| 1-3-1    | Angola  | Rede Nacional de Transporte de Electricidade    | RNT          |
| 5-3-1    | Kenya   | Kenya Electricity Transmission Company Limited  | KETRACO      |
| 8-3, 4-1 | Malawi  | Electric Supply Company of Malawi               | ESCOM        |
| 10-3-1   | Nigeria | Transmission Company of Nigeria                 | TCN          |
| 15-3-1   | Uganda  | Uganda Electricity Transmission Company Limited | UETCL        |

出典：調査団作成

図 2-4-1.17 に売上高と資産合計の関連を示す。

売上高と資産合計の関連図



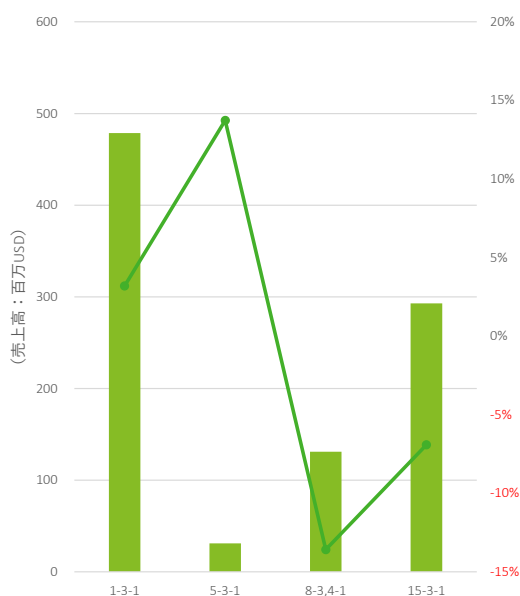
出典：調査団作成

図 2-4-1.17 売上高と資産合計の関連

RNT (1-3-1, Angola)、ESCOM (8-3,4-1, Malawi)、UETCL (15-3-1, Uganda) は、売上・資産ともにバランスがよい。特に RNT (1-3-1, Angola) は、バランスもよく規模が大きい。KETRACO (5-3-1, Kenya) は、資産規模に対して売上が小さく、資産が活用されていないことが考えられる。

図 2-4-1.18 に売上高及び売上高当期純利益率を示す。

売上高及び売上高当期純利益率



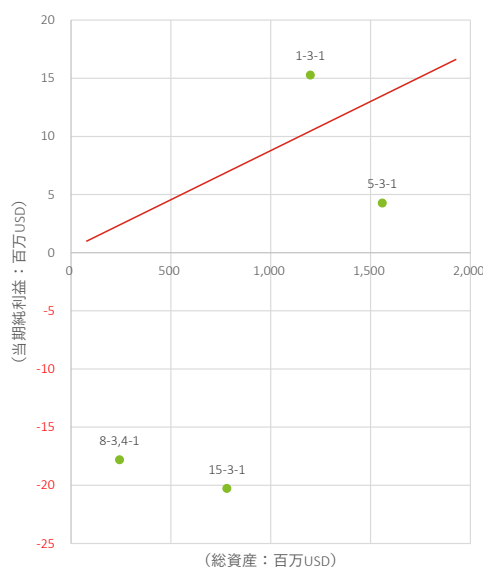
出典：調査団作成

図 2-4-1.18 売上高及び売上高当期純利益率

RNT (1-3-1, Angola) は売上規模が大きく、利益率も問題ない。KETRACO (5-3-1, Kenya) は、売上高に対して売上高当期純利益率が高く、収益性が高いといえる。ESCOM (8-3,4-1, Malawi) は一定の売上高があるが、当期純利益率が非常に低いため、収益性の改善が必要である。UETCL (15-3-1, Uganda) は、為替差損益の金額が大きく、利益に大きな影響を与えている。2018年度の赤字は、原価の上昇、営業費用の全体的な増加と為替差損が原因である。営業費用は前年度の2倍となった結果、営業利益が赤字となった。また、為替差損の計上により損失はさらに拡大している。

図2-4-1. 19に総資産と当期純利益の関連を示す。

総資産と当期純利益の関連図



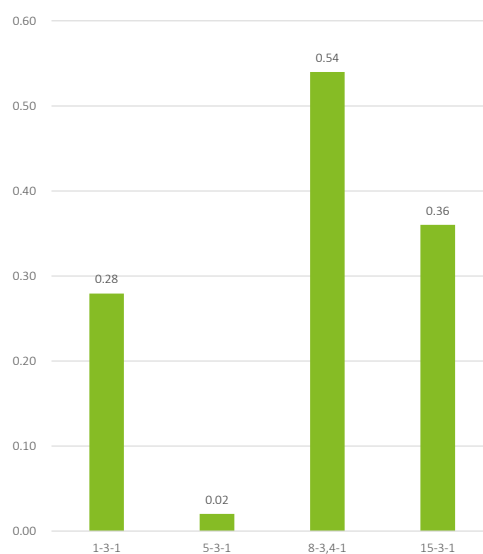
出典：調査団作成

図2-4-1. 19 総資産と当期純利益の関連

RNT (1-3-1, Angola) は安定的である。KETRACO (5-3-1, Kenya) は、資産規模に対して当期純利益が小さいため、資産が活用されていないことが考えられる。ESCOM (8-3,4-1, Malawi) は、販管費が大きいため当期純利益の赤字につながっている。UETCL (15-3-1, Uganda) は、電力の仕入れコストが高く原価率が約9割であり、当期純利益の赤字につながっている。

図2-4-1. 20に総資本回転率を示す。

総資本回転率



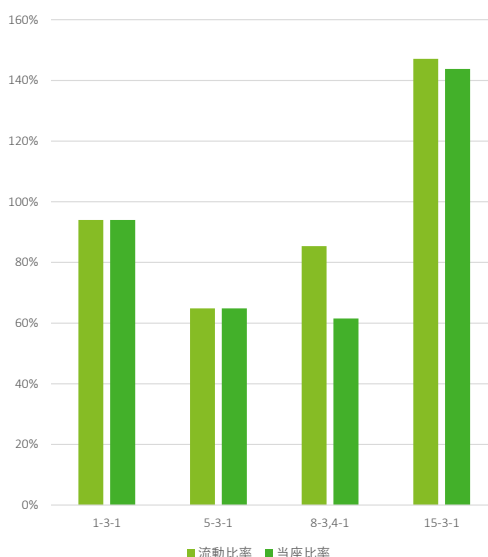
出典：調査団作成

図 2-4-1.20 総資本回転率

RNT (1-3-1, Angola)、KETRACO (5-3-1, Kenya)、UETCL (15-3-1, Uganda) は、総資本回転率が十分でなく、総資産が十分に活用されていない懸念がある。日本の電力会社の平均である 0.46 を超えている企業は、 ESCOM (8-3,4-1, Malawi) のみである。

図 2-4-1.21 に流動比率・当座比率を示す。

流動比率・当座比率



出典：調査団作成

図 2-4-1.21 流動比率・当座比率

当座比率の目安となる 100%を下回っている RNT (1-3-1, Angola)、KETRACO (5-3-1, Kenya)、ESCOM (8-3,4-1, Malawi) は、特に短期的な返済に対する資金が十分とはいえず、資金繰りの改善が必要である。

UETCL (15-3-1, Uganda) は借入金を保有しているが、すべて長期借入金であり、まだ返済開

始となっていないため、短期借入金がなく流動負債が少ない。

図 2-4-1. 22 に総資産の推移を示す。

## 総資産の推移

FY2017-FY2019

Unit: USD 1,000



出典：調査団作成

図 2-4-1. 22 総資産の推移

## 6) 配電型企業の財務分析結果

配電型企業の一覧は以下の通りである。

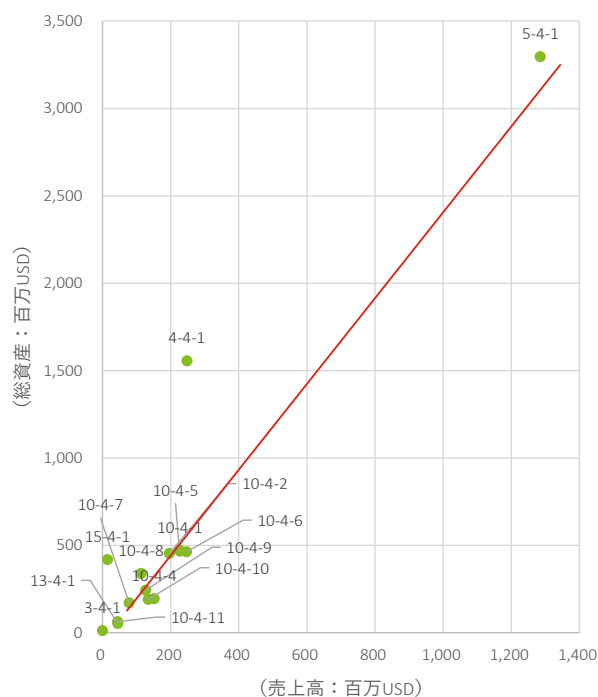
表 2-4-1. 7 配電型企業の一覧

| ID      | Country      | Name                                              | Abbreviation |
|---------|--------------|---------------------------------------------------|--------------|
| 1-4-1   | Angola       | Empresa Nacional de Distribuição de Electricidade | ENDE         |
| 3-4-1   | Cameroon     | Societe Nationale de Transport de L'electricite   | SONATREL     |
| 4-4-1   | Ethiopia     | Ethiopian Electric Utility                        | EEU          |
| 5-4-1   | Kenya        | Kenya Power and Lighting Company                  | KPLC         |
| 10-4-1  | Nigeria      | Abuja Electricity Distribution Plc                | AEDC         |
| 10-4-2  | Nigeria      | Benin Electricity Distribution Plc                | BEDC         |
| 10-4-3  | Nigeria      | Eco Electricity Distribution Plc                  | EKEDC        |
| 10-4-4  | Nigeria      | Enugu Electricity Distribution Plc                | EEDC         |
| 10-4-5  | Nigeria      | Ibadan Electricity Distribution Company Plc       | IBEDC        |
| 10-4-6  | Nigeria      | Ikeja Electric Plc                                | IKEJA        |
| 10-4-7  | Nigeria      | Jos Electricity Distribution Plc                  | JED          |
| 10-4-8  | Nigeria      | Kaduna Electricity Distribution Plc               | Kaduna       |
| 10-4-9  | Nigeria      | Kano Electricity Distribution Plc                 | KEDCO        |
| 10-4-10 | Nigeria      | Port Harcourt Distribution Plc                    | PHED         |
| 10-4-11 | Nigeria      | Yola Electricity Distribution Company             | YEDC         |
| 13-4-1  | Sierra Leone | Electricity Distribution and Supply Authority     | EDSA         |
| 15-4-1  | Uganda       | Uganda Electricity Distribution Company Limited   | UEDCL        |

出典：調査団作成

図 2-4-1.23 に売上高と資産合計の関連を示す。

売上高と資産合計の関連図



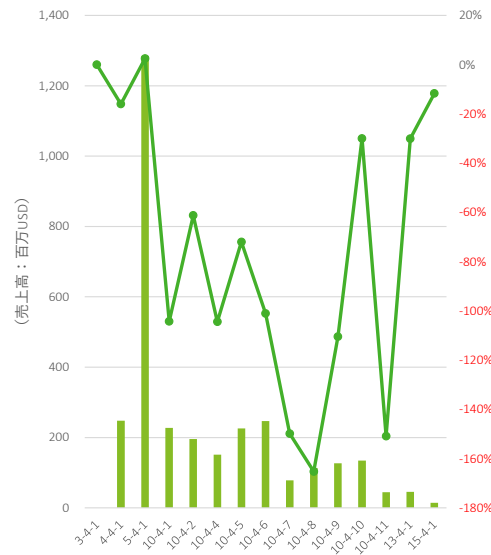
出典：調査団作成

図 2-4-1.23 売上高と資産合計の関連

EEU (4-4-1, Ethiopia) は、資産規模に対して売上が小さい。KPLC (5-4-1, Kenya) は、売上・資産ともにバランスがよく、規模が大きい。ナイジェリアは配電会社を民営化し、かつ、地域ごとに分社化しているため、11 社存在する。その結果、各社の売上高は他国の公営かつ一本化されている配電会社と比較した場合、売上高及び資産規模は小さい傾向にある。具体的には、AEDC (10-4-1, Nigeria)、BEDC (10-4-2, Nigeria)、EKEDC (10-4-3, Nigeria)、EEDC (10-4-4, Nigeria)、IBEDC (10-4-5, Nigeria)、IKEJA (10-4-6, Nigeria)、JED (10-4-7, Nigeria)、Kaduna (10-4-8, Nigeria)、KEDCO (10-4-9, Nigeria)、PHED (10-4-10, Nigeria)、YEDC (10-4-11, Nigeria) の各社である。

図 2-4-1.24 に売上高及び売上高当期純利益率を示す。

売上高及び売上高当期純利益率



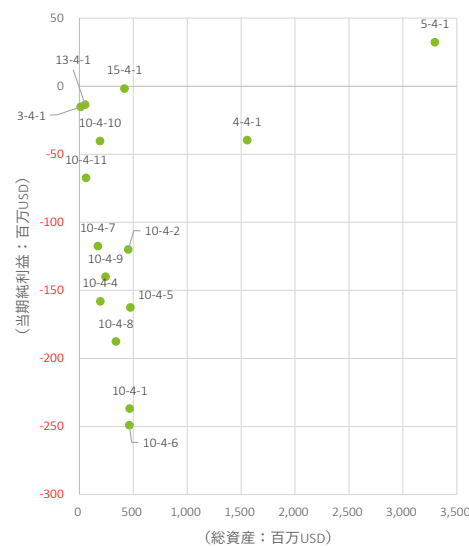
出典：調査団作成

図 2-4-1.24 売上高及び売上高当期純利益率

SONATREL (3-4-1, Cameroon) は売上高が計上されておらず、利益率もゼロである。KPLC (5-4-1, Kenya) は、売上原価や販売・管理費が大きく、かつ、年々増加しており収益の低下がみられ売上増に向けた施策が必要であると考えられる。EEU (4-4-1, Ethiopia)、ナイジェリアの各社 (10)、EDSA (13-4-1, Sierra Leone) は、売上規模が小さく、利益率がマイナスであるが、他の発電会社などとの利益配分の影響によるものと考えられる。UEDCL (15-4-1, Uganda) は、顧客数及び売上高が増加傾向にあるが、支出額が同様に増加しているため、税引後当期純利益の赤字が続いている。

図 2-4-1.25 に総資産と当期純利益の関連を示す。

総資産と当期純利益の関連図

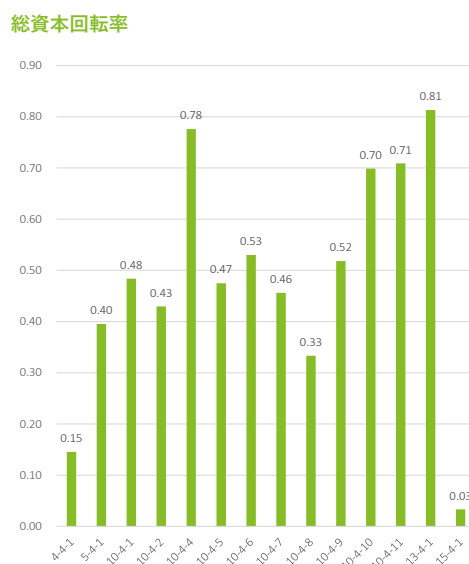


出典：調査団作成

図 2-4-1.25 総資産と当期純利益の関連

ナイジェリアの配電企業（10）の多くは、売上高に対する売上原価が大きく、その結果、当期純利益が赤字となっている。KPLC（5-4-1, Kenya）は、総資産と当期純利益のバランスがよい。EEU（4-4-1, Ethiopia）は、売上原価が売上高より大きいため、当期純利益が赤字となっている。一定の資産規模を有するため、資産が有効に活用されていないと考えられる。

図 2－4－1． 26 に総資本回転率を示す。



出典：調査団作成

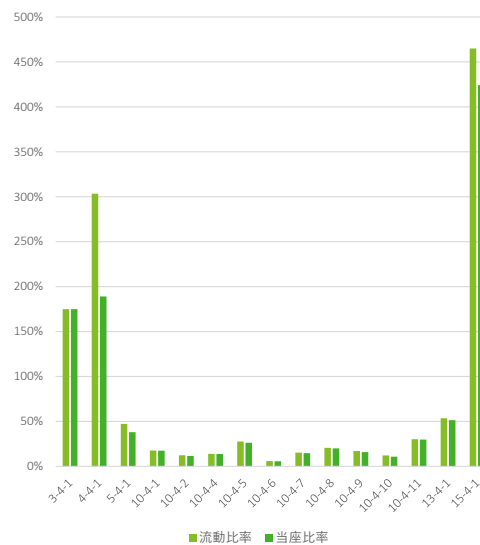
図 2－4－1． 26 総資本回転率

EEU（4-4-1, Ethiopia）はかなり低くなっており、資産と売上高のバランスが悪くなっている。KPLC（5-4-1, Kenya）やナイジェリアの配電会社（10）は、おおむね日本の電力会社の平均である 0.46 に近く、比較的資産に活用できていると考えられるが、他国の配電会社より、収益を獲得できていない状況である。EDSA（13-4-1, Sierra Leone）は、規模が小さいものの、資産と売上高のバランスは良い。UEDCL（15-4-1, Uganda）は、売上高が上昇傾向にあるものの、資産合計に対して売上規模が極端に小さいためほぼゼロとなっている。

図 2－4－1． 27 に流動比率・当座比率を示す。



流動比率・当座比率



出典：調査団作成

図 2-4-1.27 流動比率・当座比率

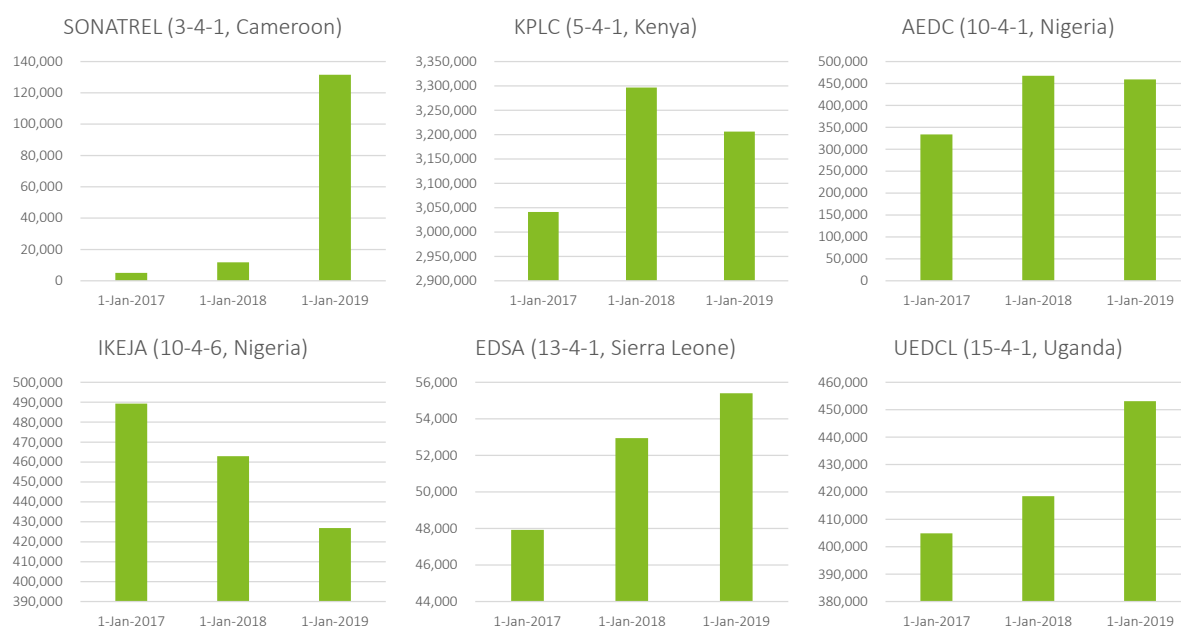
SONATREL (3-4-1, Cameroon)、EEU (4-4-1, Ethiopia)は 150%以上となっており、資金繰りには問題ないものと考えられる。KPLC (5-4-1, Kenya)、ナイジェリアの配電会社 (10)、EDSA (13-4-1, Sierra Leone) は、当座比率の目安となる 100%を下回っており、短期的な返済に対する資金が十分とはいえず、資金繰りの改善が必要である。ただし、発電会社など他の会社との資金還流のしくみがあり、その国のグループ全体で資金繰りを行っている可能性がある。UEDCL (15-4-1, Uganda) は、UEDCL は流動資産の規模に対して流動負債が少ないため、流動比率が高い傾向にある。

図 2-4-1.28 に総資産の推移を示す。

## 総資産の推移

FY2017-FY2019

Unit: USD 1,000



出典：調査団作成

図 2-4-1.28 総資産の推移

### 2-4-2 電気事業体経営の支援策

マラウイ及びルワンダであるが、財務・経理担当リーダーのレベルが安定しており、体制としては大きな問題はないと考えられるが、財務・経理担当への継続的な人材育成支援策は考えられる。また、両国ともに複数の会社を保有しているが、ルワンダにおいては、REG が統括会社の役割を担うべきであるが、十分でなく、ガバナンス・経営管理に関する 3 社の役割分担整理などが考えられる。

エチオピアであるが、資産規模などが大きい状況であるが、借入金がかかなり膨らんでおり、負債を抱えながら資産形成してきている。今後、負債返済などを考えると、資金繰りが良好でない可能性もあり、資産形成のための資金調達を含めた、資金戦略策定支援が考えられる。

マダガスカルは、今回の対象国のなかでも収益性が特に悪く、前記したような、普及後を見据えた経営戦略支援、電気料金改定・料金徴収のしくみ構築支援、公営もしくは民営化に関する経営体制検討支援、民間資金活用支援など、すべての支援策が考えられる。

以下は、財務分析の結果、考えられる支援策である。

- 資産が過少となっており、電力ニーズを把握したうえで、設備投資支援が考えられる。  
(リベリア、マダガスカル、ブルキナファソ)
- 総資産回転率が非常に低く、売上が資産規模に比して、かなり少ないと考えられる。よって、資産効率向上支援として、売上向上策が考えられる。  
(リベリア、マラウイ、モザンビーク、ザンビア)
- 料金逆ザヤが発生しているので、売上を増やせば増やすほど、財務状況が悪化する。よって、売上総利益率を向上する方策として、料金改定支援やコスト効率化支援が考えられる。

(リベリア、シエラレオネ（配電）、マダガスカル)

- 売上債権（電力利用料）の料金回収状況が芳しくなく、滞留債権が発生していると考えられ、料金徴収などのしくみ構築などの支援が考えられる。

(アンゴラ、セネガル、シエラレオネ)

- 政府からの補助金額が多額であり、今後、独立性や持続可能な経営を行う上で国の補助に頼らない経営を行うための支援が考えられる。

(ケニア、リベリア、マラウイ、シエラレオネ、ウガンダ)

### 2-4-3 課題と開発ニーズ

本調査の結果確認した、調査対象国の課題とニーズを表2-4-3. 1に示す。

表 2-4-3.1 調査対象国の課題と開発ニーズ

|   | 国名      | 主な課題                                                                                                                                                                       | 電力アクセス        |                | 技術 |               | 経営          |
|---|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|----|---------------|-------------|
|   |         |                                                                                                                                                                            | 全国<br>(50%未満) | 地方部<br>(10%未満) | ロス | 維持管理<br>(ニーズ) | 料金<br>(見直し) |
| 1 | アンゴラ    | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：45%、都市部：64%、地方部：7%）</li> <li>配電ロス（約 35%）の低減（違法な接続が横行している。）</li> <li>不十分な運転・維持管理に必要なトレーニング</li> </ul>                    | ×             | ×              | -  | ×             | ×           |
| 2 | ブルキナファソ | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：21%、都市部：69%、地方部：1%）</li> <li>他の西アフリカ諸国と比較して、高い電気料金</li> </ul>                                                           | ×             | ×              | -  | -             | ×           |
| 3 | カメルーン   | <ul style="list-style-type: none"> <li>小水力発電の開発促進</li> <li>配電ロス（約 30%）の低減</li> </ul>                                                                                       | -             | -              | ×  | -             | -           |
| 4 | コンゴ（共）  | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：48%、都市部：66%、地方部：10%）</li> <li>配電線のケーブル事故が圧倒的に多い。</li> <li>送電線、配電用変圧器の容量不足</li> </ul>                                    | ×             | -              | -  | ×             | ×           |
| 5 | エチオピア   | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：48%、都市部：96%、地方部：35%）</li> <li>EEU: 配電線の地中ケーブルの故障点標定、配電用変圧器修理</li> <li>EEP: 計画策定・維持管理能力向上、財務健全化等のキャパシティビルディング</li> </ul> | ×             | -              | -  | ×             | ×           |
| 6 | ギニア     | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：44%、都市部：86%、地方部：19%）</li> <li>需要急激な増加に対する供給力不足</li> <li>配電ロス（約 35%）の低減</li> </ul>                                       | ×             | -              | -  | -             | -           |
| 7 | ケニア     | <ul style="list-style-type: none"> <li>地方部の長距離配電線の電圧降下対策</li> <li>配電網及び変電所の過負荷対策</li> </ul>                                                                                | -             | -              | ×  | -             | -           |
| 8 | リベリア    | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：29%、都市部：48%、地方部：8%）</li> <li>内戦で損壊した電力供給設備の整備</li> <li>電力ロス低減（2020 年 12 月は 62%）</li> </ul>                              | ×             | ×              | ×  | -             | -           |
| 9 | マダガスカル  | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：27%、都市部：58%、地方部：8%）</li> <li>老朽化した電力設備が起因する停電</li> <li>長距離配電線の電圧降下対策</li> <li>配電ロス（約 30%）の低減</li> </ul>                 | ×             | ×              | ×  | ×             | -           |

|    | 国名     | 主な課題                                                                                                                                                                   | 電力アクセス        |                | 技術 |               | 経営          |
|----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|----|---------------|-------------|
|    |        |                                                                                                                                                                        | 全国<br>(50%未満) | 地方部<br>(10%未満) | ロス | 維持管理<br>(ニーズ) | 料金<br>(見直し) |
| 10 | マラウイ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：11%、都市部：46%、地方部：4%）</li> <li>サイクロンや干ばつ等の自然災害による水力発電能力の低下</li> <li>需要を満たすための供給設備不足</li> </ul>                        | ×             | ×              | -  | ×             | -           |
| 11 | モザンビーク | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：38%、都市部：73%、地方部：17%）</li> <li>SCADA の維持管理能力不足</li> <li>系統の操作に係るガイドライン未整備、人材育成の強化</li> <li>電力需給に関する制御の自動化</li> </ul> | ×             | -              | -  | ×             | -           |
| 12 | ナイジェリア | <ul style="list-style-type: none"> <li>電気料金の徴収を含む、電力ロスの低減</li> <li>電力品質の確保</li> <li>系統運用能力向上</li> </ul>                                                                | -             | -              | ×  | ×             | -           |
| 13 | ルワンダ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>国際連系統線の接続（電力輸入）が不足</li> <li>一回線故障（N-1）時の系統運用</li> <li>古くから運用されている送電線の増容量、二回線化</li> <li>系統の事故分析と対策</li> </ul>                    | -             | -              | -  | ×             | -           |
| 14 | セネガル   | <ul style="list-style-type: none"> <li>再エネ電源の系統接続増加により生じる停電の増加</li> </ul>                                                                                              | -             | -              | -  | ×             | -           |
| 15 | シエラレオネ | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：22%、都市部：51%、地方部：1%）</li> <li>既存設備の老朽化や維持管理不足が起因する故障</li> </ul>                                                      | ×             | ×              | -  | ×             | -           |
| 16 | トーゴ    | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：46%、都市部：83%、地方部：19%）</li> <li>再エネ・省エネの促進</li> </ul>                                                                 | ×             | -              | -  | -             | -           |
| 17 | ウガンダ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：26%、都市部：65%、地方部：13%）</li> <li>系統事故の原因分析と対策</li> </ul>                                                               | ×             | -              | -  | ×             | -           |
| 18 | ザンビア   | <ul style="list-style-type: none"> <li>電化率の向上促進（全国：33%、都市部：71%、地方部：2%）</li> <li>渇水による電源不足</li> </ul>                                                                   | ×             | ×              | -  | -             | -           |

出典：調査団作成

備考 1：電力アクセスは 2020 年 IEA のデータを参照、サブサハラ・アフリカの平均は 49%であった。また、電力系統の拡充や設備容量不足、投資資金不足等は共通課題のため、項目に別出しはしていない。

備考 2：×（課題や開発ニーズあり）

## 2-5 発送配電設備の運営・維持管理分野（O&M）における人材育成

### 2-5-1 発送配電設備の位置付け

#### (1) 発電設備

サブサハラ諸国における再エネ促進に係る主な課題については、以下の3視点から、民間投資を加速し、再エネを拡大させるための具体策の検討を試みた。

- ・ 再エネ（太陽光、風力）発電の拡大
- ・ 民間投資の促進・最大活用（ESG, SDGs 投資の高まり）
- ・ 信頼性の高い、電力系統・オフグリッド・ミニグリッドの構築

電力系統・オフグリッド・ミニグリッドの電源開発ポテンシャルの高い、再エネ発電設備の導入に対応する以下の発電方式を O&M の調査対象とし、要旨を下記する。

#### 1) 内燃力（ディーゼル）発電

ガソリンエンジン、ディーゼルエンジンなどの内燃機関による発電方式で、島などの小規模発電で利用される。太陽光、風力発電量低下時の代替えに活用されることが期待される<sup>1</sup>。

#### 2) 小水力発電

大きなダムや水路を構築することなく、上下水道や農工業用水などの水のエネルギーを利用して電気をつくる発電。大規模水力発電に比べ、環境に負荷が少ない<sup>2</sup>。

#### 3) 太陽光発電（PV）

太陽電池を用いて直接電力に変換する発電方式。規模を問わず発電効率が一定なため小規模・分散運用に向く。水素蓄電池と相性が良く停電対策が可能。二酸化炭素排出量を大幅にカットでき環境にやさしい。近年太陽電池の寿命が長くなっており、パネル出力保証は概ね25年となっている。

#### 4) 小型風力発電

小形風力発電機は系統電力など風力発電機の稼働に大きな影響を与える要因がない未電化地域に有効である。基本的に低い位置に設置する太陽光パネルと異なり、アンテナタワーなどの高所に設置するため、機材盗難に遭う可能性も非常に低い。既存電源で生じている課題の補完に貢献することができる。

#### (2) 送配電設備

##### 1) 送電設備

送電設備については、超高圧（66kV以上）を対象とする。

---

<sup>1</sup> <http://www.kz.tsukuba.ac.jp/~abe/ohp-energy/en2017-08.pdf> (最終閲覧：2020年12月14日)

<sup>2</sup> <http://www.tgn.or.jp/tcg/business/generation/micro/> (最終閲覧：2020年12月14日)

## 2) 変電設備

変電設備については、電力事業者が所有している電力変電所を対象とする。

## 3) 配電設備

配電設備については、高圧（45kV 以下）を対象とする。

### 2-5-2 O&M 技術の現況及び課題

調査対象国の発送変電設備における O&M について、表 2-5-2. 1 のとおり、3 つのカテゴリに分けて評価する。調査対象 18 カ国における調査結果から、全体的に、健全な状態から著しく逸脱した設備の運転を余儀なくされており、組織の運営体制も弱体化しており、供給信頼度の確保に向けて、技術的な課題が数多く確認された。特にシエラレオネやリベリアなどは、これまで体系的に技術研修を受けた実績が無く、作業標準に示した項目を実際の運転維持管理と同時進行で、基本から習得していくことが必要である。系統の保護協調、需給計画等については、根本的にこれまでの方針を見直していかなければならない。また、送配電課は、送配電設備の老朽化から、日々度重なる故障復旧業務を強いられており、補修業務に対する適切かつ効率的な手順についても、習得する必要がある。各国における現況の比較表を下記に示す。

表 2-5-2. 1 対象国の発送変電設備における O&M

|    | 対象国     | 監視システム<br>(中央給電指令所) | 障害時の復旧<br>対応 | 保守点検 | 支援ニーズ等                                                                                    |
|----|---------|---------------------|--------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | アンゴラ    | -                   | -            | -    | 収集データから O&M におけるニーズが不詳。                                                                   |
| 2  | ブルキナファソ | ×                   | ○            | ○    | ✓ 研修指導員の能力開発<br>✓ 研修施設/設備                                                                 |
| 3  | カメルーン   | -                   | -            | -    | 収集データから O&M におけるニーズが不詳。                                                                   |
| 4  | コンゴ共和国  | -                   | -            | -    | O&M 調査は対象外                                                                                |
| 5  | エチオピア   | ○                   | ○            | ○    | 詳細は後述の 1) エチオピアを参照。                                                                       |
| 6  | ギニア     | -                   | -            | -    | 収集データから O&M におけるニーズが不詳。                                                                   |
| 7  | ケニア     | -                   | -            | -    | 収集データから O&M におけるニーズが不詳。                                                                   |
| 8  | リベリア    | ×                   | ×            | ×    | LEC <sup>3</sup> より系統シミュレーターなどの研修機材等のニーズあり。<br>✓ 系統運用シミュレーター<br>✓ 太陽光発電研修機材<br>✓ 試験器具     |
| 9  | マダガスカル  | ×                   | ×            | ×    | 詳細は後述の 2) マダガスカルを参照。                                                                      |
| 10 | マラウイ    | ×                   | ○            | ○    | 詳細は後述の 3) マラウイを参照。                                                                        |
| 11 | モザンビーク  | ×                   | ○            | ○    | 要請内容は電力全般的に亘り、ICT においても Lab 機材など要請あり。詳細は下記参照。<br>✓ 電力設備や技術者倫理など電力全般的なトレーニング<br>✓ 研修施設及び機器 |
| 12 | ナイジェリア  | -                   | -            | -    | 対象外                                                                                       |
| 13 | ルワンダ    | ○                   | ○            | ○    | 詳細は後述の 4) ルワンダを参照。                                                                        |

<sup>3</sup> Liberia Electricity Corporation (LEC) (リベリア電力公社)

|    | 対象国    | 監視システム<br>(中央給電指令所) | 障害時の復旧<br>対応 | 保守点検 | 支援ニーズ等                                                                      |
|----|--------|---------------------|--------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 14 | セネガル   | -                   | -            | -    | 収集データからO&Mにおけるニーズが不詳。                                                       |
| 15 | シエラレオネ | ×                   | ×            | ×    | ✓ 電力系統における O&M 研修(特に配電設備)<br>✓ 保護協調に関する研修<br>✓ 電力系統計画                       |
| 16 | トーゴ    | -                   | -            | -    | 収集データからO&Mにおけるニーズが不詳。                                                       |
| 17 | ウガンダ   | ○                   | ○            | ○    | UEGCL より、Isimba 水力発電所(新)におけるダム安全に係る O&M に関するトレーニングセンターや自動化システムに関する研修等の要望あり。 |
| 18 | ザンビア   | -                   | -            | -    | 収集データからO&Mにおけるニーズが不詳。                                                       |

出典：調査団内資料

備考：○（サブサハラ諸国における標準レベルを有する）、×（該当しない）

また、現地調査を実施した対象国（エチオピア、マダガスカル、マラウイ、ルワンダ）における運転維持管理に関する詳細を下記に示す。

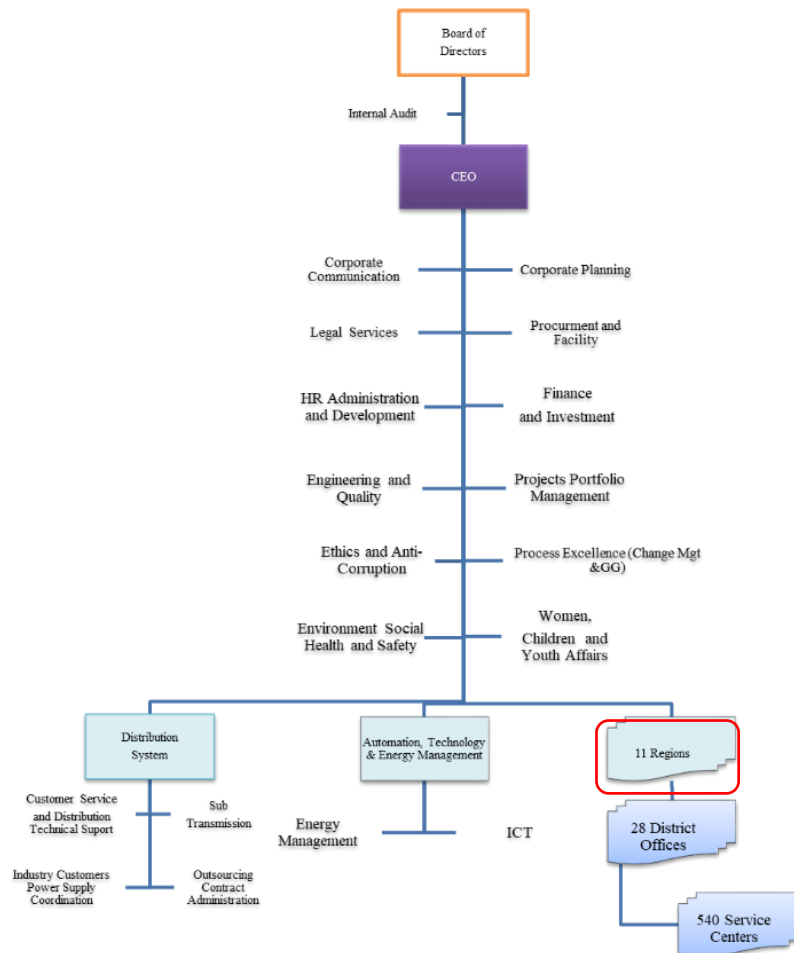
## （1）エチオピア

### 1) O&Mにおける組織体制

本プロジェクトの対象地域における既設の配電用変電所および配電線は、EEU<sup>4</sup>が維持管理している。EEU 本部が統括管理の下、アジスアベバ事務所およびオロミア事務所等の 11 カ所の事務所が維持管理している。

<sup>4</sup> Ethiopian Electric Utility (EEU)（エチオピア電力事業体）





出典：EEU

図 2-5-2.1 EEU の組織体制図

## 2) O&Mにおける課題と支援ニーズ

### 維持管理機材

アジスアベバの一部の地域では、地中ケーブルが埋設されているが、故障点を探索するのが困難であり停電時間の長さ起因している。EEU からは、故障点検出装置や移動式変圧器などの機材の調達や運用指導の要望が上がり、以下の緊急運用時の試験器具・工具類の支援要望があった。

表 2-5-2.2 EEU からの試験器具・工具類の調達要望リスト

| Item No. | Description of Goods or Related Services                    | Unit | Unit Price FOB (USD) |
|----------|-------------------------------------------------------------|------|----------------------|
| 1        | Electrical tool kit/sets                                    | set  | 350.00               |
| 2        | Mechanical tool kit/sets                                    | set  | 350.00               |
| 3        | EARTHING SET 33KV                                           | set  | 350.00               |
| 4        | LV HRC Fuse Puller or Disconnecter                          | set  | 6,000.00             |
| 5        | OPERATING ROD (up to 36kV)                                  | set  | 3,000.00             |
| 6        | Voltage detector /36kV                                      | set  | 3,000.00             |
| 7        | Hand held GPS receiver                                      | set  | 350.00               |
| 8        | Hydraulic Press machine/Portable 400A 16-400mm <sup>2</sup> | set  | 350.00               |

| Item No. | Description of Goods or Related Services                                        | Unit | Unit Price FOB (USD) |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------|
| 9        | hydraulic Press machine /50mm2-300mm2                                           | set  | 350.00               |
| 10       | Jack hammer/hydraulic machine                                                   | set  | 350.00               |
| 11       | Insulated adjustable (pipe wrench /12", 14", 16", 18", 20", 22", 24", 30" & 32" | set  | 350.00               |
| 12       | Socket wrench set with ratchet handle 8 up to 27mm                              | set  | 71.90                |
| 13       | Ground Resistance tester                                                        | set  | 66.00                |
| 14       | Megger Insulation resistance tester/10-kV                                       | set  | 66.00                |
| 15       | High tension cable fault locator                                                | set  | 66.00                |
| 16       | Intelligent transformer Testing set                                             | set  | 1.00                 |
| 17       | SF6 Filling machine/portable                                                    | set  | 33.00                |
| 18       | Transformer Oil treatment Machine/380V Vacuum Filtration                        | set  | 1.00                 |
| 19       | SF6 gas analyzer                                                                | set  | 1.00                 |
| 20       | Transformer oil testing machine                                                 | set  | 1.00                 |
| 21       | Clamp Meter/Fluke 323. REVIEW. Each 165                                         | Set  | 1200                 |
| 22       | Multi meter                                                                     | Set  | 105                  |
| 23       | Fully automatic capacitance and tan delta measurement kit each 3                | set  | 5.00                 |
| 24       | High tension cable fault locator                                                | set  | 5.00                 |
| 25       | CT analyzer                                                                     | set  | 5.00                 |
| 26       | Phase sequence /6-33kV                                                          | set  | 6.00                 |
| 27       | Portable three phase relays test unit (Secondary injection set numerical)       | set  | 5.00                 |
| 28       | Hot Air Gun /110 V adjustable temperature                                       | set  | 5.00                 |

出典：EEU

## キャパシティビルディング（能力向上）

EEP<sup>5</sup>より現地調査時に、以下の能力向上を図りたいという要望があったものの、具体的な内容の共有はなかった。

- ✓ GISシステム活用（計画、プロジェクトマネジメント、保守・運用）
- ✓ 設備開発計画能力：需要想定、発電～送電設備計画プロセスの統合と自動化
- ✓ 財務健全化（サステナビリティ）（収入最大化・経費最小化プロジェクト）
- ✓ リスク管理能力強化（リスクの特定と緩和策）
- ✓ 電力会社としての遂行状況の監視・評価能力
- ✓ プロジェクトマネジメント
- ✓ 調査・研究開発（R&D）（AFD支援によるR&Dセンターのトレーニングカリキュラム策定などソフト面での技術支援。特に、KAS（知識（Knowledge）、姿勢（Attitude or behavior）、技術（Skills））に関する資質能力（コンピテンシー）の向上を目的としたトレーニングカリキュラムを要望。）
- ✓ 近代化、新技術（スマートグリッドパイロットプロジェクト）
- ✓ 系統保護制御・自動化システム
- ✓ 系統ダイナミックモデル構築・発電機ガバナチューニング（系統解析技術）

<sup>5</sup> Ethiopian Electric Power (EEP)（エチオピア電力公社）

- ✓ 高圧直流送電設備運用（ケニアとの直流送電線運用開始に向けて）

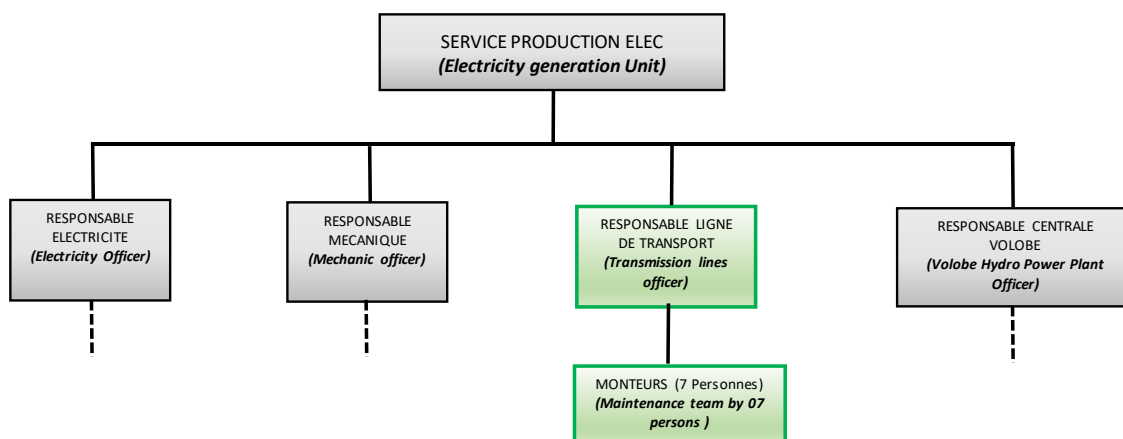
また、EEU からは、停電対応の能力強化に加えて、以下の要望があった。変圧器修理ワークショップについては全国 4 カ所の新設とアジスアベバの既設をアップグレードする提案書が共有された。

- ✓ 研修施設（Excellence center）における変圧器や配電線機材関連（ヒューズや電線など）の試験装置を要請。（報告書「Specific Criteria and Unique Requirements for Establishment of Testing Facilities」参照）
- ✓ アジスアベバ変圧器修理ワークショップのアップグレード

## （2）マダガスカル

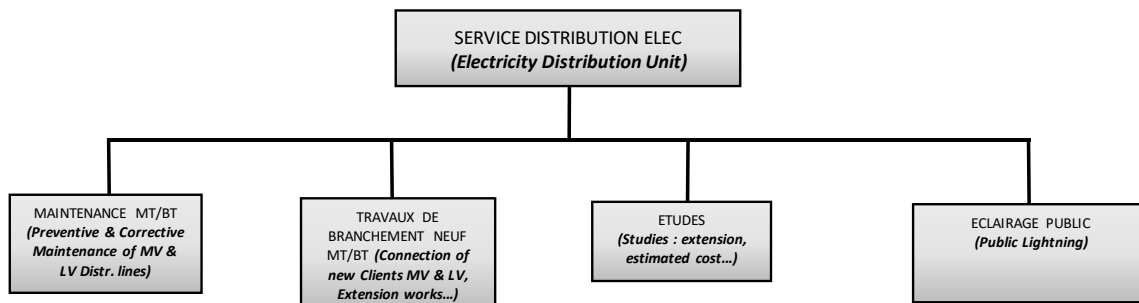
### 1) O&M における組織体制

本プロジェクトの対象地域における既設の送配電設備は、JIRAMA<sup>6</sup>が維持管理している。JIRAMA 本部が統括管理の下、トアマシナ事務所等の各地域事務所が維持管理を行っている。組織図を下記に示す。



出典：JIRAMA

図 2-5-2.2 JIRAMA の組織体制図（送変電部門）



出典：JIRAMA

図 2-5-2.3 JIRAMA の組織体制図（配電部門）

<sup>6</sup> JIRO sy RANO MALAGASY（JIRAMA）（マダガスカル電力・水公社）

## 2) O&M における課題と支援ニーズ

送変電部門及び配電部門において、健全な状態から著しく逸脱した設備の運転を余儀なくされており、組織の運営体制も脆弱であり、供給信頼度の確保に向けて、技術的な課題が数多く確認された。

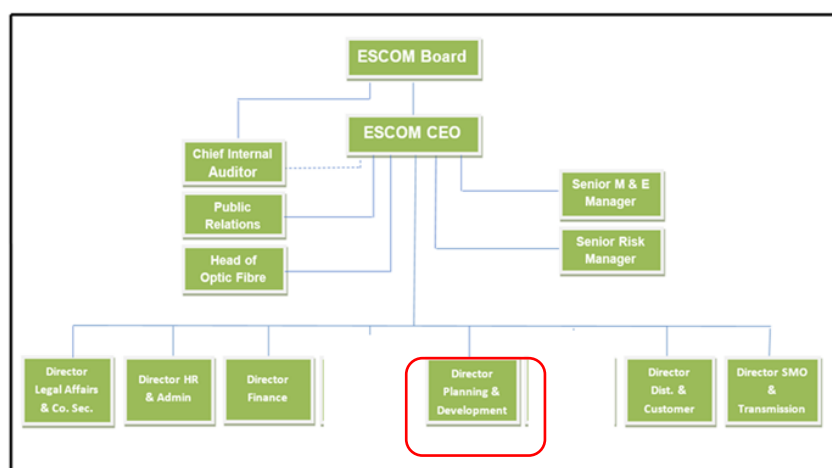
以上を踏まえ、JIRAMA より体系的な研修システムの構築という観点で以下の要望があった。

- ✓ ネットワークにおける維持管理運用
- ✓ 電力系統計画
- ✓ 電力系統解析ソフト
- ✓ システムセキュリティに関するマニュアル作成

## (3) マラウイ

### 1) O&M における組織体制

本プロジェクトの対象地域における既設の送配電設備は、ESCOM<sup>7</sup> が維持管理している。ESCOM 本部が統括管理の下、リロングウェ市内においては中部地方事務所 (Central Region Office) が維持管理を行うなど各地方事務所が管轄している。組織図を下記に示す。



出典：調査団作成

図 2-5-2.4 送配電課の組織体制図

## 2) O&M における課題と支援ニーズ

マラウイでは、変電所や配電網等の電力設備の老朽化が顕著であり、それが起因する、首都圏を中心とした停電が頻発している。特に、近年は熱帯暴風雨（ハリケーン）などによる自然災害が激甚化しており、当国において亘長が長い（100km 以上）配電線においては自然災害の影響を受けるリスクが高く、配電網のレジリエンス強化が課題で急務となっている。

このような状況下で、既存変電所および配電設備の増強等については、政府および国際援助機関等の協力により計画が進められている。しかしながら、増加する電力需要を満たしつつ、国家エネルギー政策において政府が掲げている目標を達成し、安定的な電力供給を可能とするためには、膨大な設備量を有する配電網の維持管理において慢性的な人材不足の問題があるため、抜本的な人材育成の枠組み（省力化など効率面に特化した人材育成体制など）を整備する必要がある。

<sup>7</sup> Electricity Supply Corporation of Malawi (ESCOM)（マラウイ電力供給会社）

る。

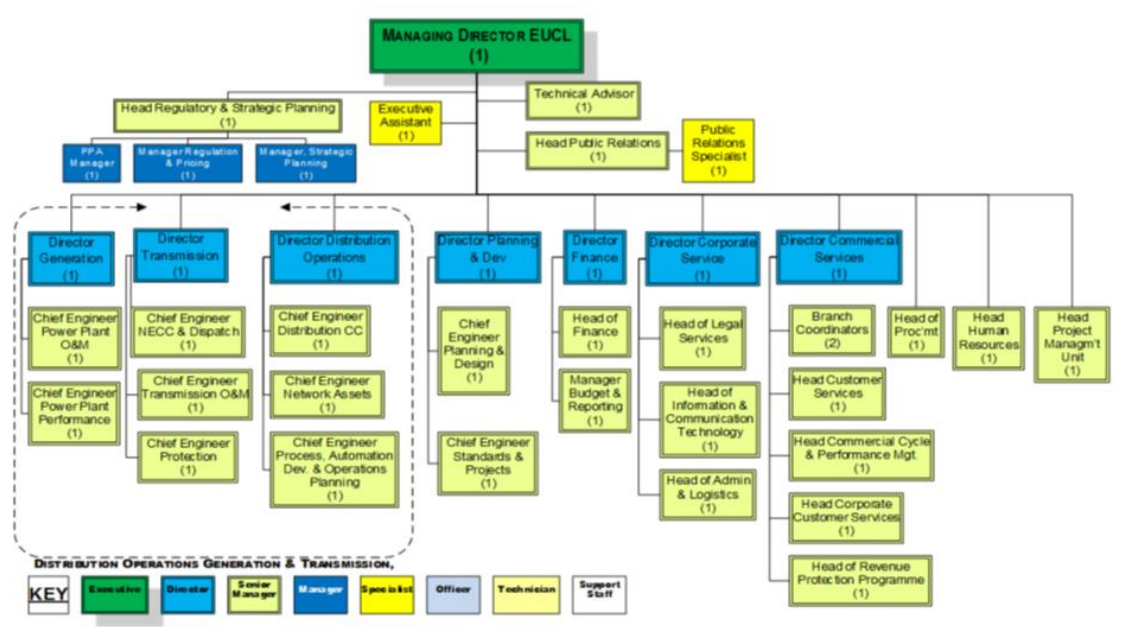
また、中圧および低圧配電線については、今後、電化率の向上に向けた迅速で広範囲に及ぶ拡張が急務であるが、計画や実運用に必要な図面・データ等が整備不足であり、配電ネットワークの維持管理不足にも起因している。

今後の配電網の組織的な計画・整備・運転・維持管理のためには、包括的な配電網のデータベース構築が効果的である。

#### (4) ルワンダ

##### 1) O&Mにおける組織体制

既設の変電所および送配電線は、EUCL<sup>8</sup>が維持管理している。EUCL 本部が統括管理の下、キガリ市においては、ギコンド事務所およびカノンベ事務所等の 6 つの事務所が維持管理している。



出典：EUCL

図 2-5-2.5 エネルギー運用公社の組織図

##### 2) O&Mにおける現状及び課題

ルワンダエネルギーグループ (REG) には、現在十分なトレーニング機会がないなど、人材育成に対する体系的なアプローチが確立されていない。そのため、海外での技術研修に技術者を派遣しているが、多くの時間と費用を要している。さらに、REG にて所有する研修機材に関しては、社内の研修ニーズを十分に反映しているとは言えないため、あまり効果がないものとなっている。さらには、机上の理論のみならず、実用的な技術を習得するための研修が不足している。

このような状況下でルワンダ政府は、2017 年の新国家ビジョン (Vision 2050) に基づく新中期戦略「(第一次) 変革のための国家戦略 (NST 1) (2017 - 2024)」において、2024 年までに発電設備能力を 450 MW (2020 年現在で 218MW) 程度への増強を見込んでおり、電力アクセスをオン・オフグリッド合わせて 100%にするという野心的な目標を掲げて電力セクター開発を進めて

<sup>8</sup> Energy Utility Corporation Limited (EUCL) (ルワンダエネルギー運用公社)

いる。

このように、ルワンダ政府は日本や海外ドナーの協力により、特に首都キガリを中心に、今後とも送配電網の整備を推進していくが、これら送配電網を管轄する REG には前述の理由から、設備の運用、維持・管理に関する能力・経験を有する職員が不足している。

以上を踏まえ、2019 年にドイツのコンサルタント会社 IPC にて REG トレーニングセンターの建設計画（Project proposal for the establishment of the Rwanda Energy Group Training Center (REGTC)）が策定された。同トレーニングセンターが有する主な機能を下記に示す。

- ✓ 電力システムで使用されている電力設備を活用とした実用的な研修の実施
- ✓ 同トレーニングセンターの運用面における利益確保
- ✓ 費用対効果を得るためのパートナーシップの確保
- ✓ 電力トレーニングセンターにおける中心的役割

同プロジェクトにおいては、REG の送配電部門の職員の技術レベルに大きく貢献するものと考えられるが、今回 REG への質問回答を行った際には、下記要請があった。

#### Training of REG Staff in the following

- ✓ Power systems（電力系統）
- ✓ Protection Maintenances（保護協調）
- ✓ Switchgear and Transformer maintenance（開閉設備と変圧器の維持管理）
- ✓ GIS（ガス絶縁開閉装置）
- ✓ Project Management（プロジェクト管理）Facilities
- ✓ Workshop for MV equipments testing（中圧機器試験におけるワークショップ）
- ✓ Metering laboratory（計測器研究所）Other support
- ✓ Support in achieving NST1 target on Electricity Access on Off Grid side（オフグリッドにおける電力アクセスのNST1実現への支援）
- ✓ Support in strengthening Network by replacing the old TL and Distribution lines by new ones to reduce SAIDI and SAIFI（停電期間・回数低減のための送配電設備増強に関する支援）
- ✓ Support in Reduction of Voltage Drop within Network（系統電圧降下の低減に関する支援）
- ✓ Support in upgrading SCADA system at different substations（各変電所におけるSCADAシステムの更新に関する支援）

以上より、今後地方電化や送配電網の拡充を優先課題の一つと位置付けており、今後全国に拡大する系統の計画・管理能力の強化や事故時の早期復旧に関する対処技術の一層の向上が新たな課題となっている。

## 2-5-3 デジタル技術を有する人材の育成方法

### (1) デジタル技術導入検討の方針

上記の課題に加え、新型コロナウイルス感染などのパンデミック等の影響から、電力システムにおいてはデジタル技術が重要視されている。

昨今本邦企業において技術開発が進んでおり無償資金協力においても同技術の導入が期待されている。その中でもデジタル制御技術の開発を進めており、対象国においてもその導入が期待されている。導入にあたり検討すべき要素として、下記が挙げられる。

- ・ デジタル技術制御については、運用側に相応の技術力を有すること。
- ・ 故障時の修理や更新に対応するための財務的対応力を有すること。
- ・ 投資的効果の観点を有すること。

以上を踏まえ、対象国の導入可能性（妥当な裨益効果、先方の技術水準適正）について検討した。

本調査では、現地調査対象国において可能な限り上記 3 つの観点においてデジタル技術の適用性を確認した。その結果、導入可能と判断できる場合には、先方政府からの要請段階でその技術要素を含めるよう日本側から提案する。

## (2) デジタル技術を有する人材の育成方法

本調査の結果、調査対象国においてはほとんどデジタル技術が導入されておらず、最新のデジタル技術の適用は時期尚早と考える。一方で、今後デジタル技術やシステムの導入提案等の、比較的短期間で電化を加速させ電気事業体の収益増にもつながる方策がサブサハラ諸国でも検討される可能性はあるため、各分野におけるデジタル技術における移転項目を含めた人材育成像について下記に示す。

### 1) 発電分野

発電分野における O&M のデジタル技術を有する人材の育成方法を表 2-5-3.1 に示す。

表 2-5-3.1 発電分野の O&M におけるデジタル技術移転項目

| 発展段階        | 技術移転項目                                                      | 現地必要機材                                          |
|-------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 第 3 段階：需給制御 | AI の活用<br>(設備運用／業務効率化)                                      | －                                               |
| 第 2 段階：計画   | 発電コスト最適化（燃料管理）<br>30 分同時同量実現 <sup>9</sup><br>(発電バランシンググループ) | ・ EMS（エネルギー管理システム）<br>・ VPP 端末                  |
| 第 1 段階：予測   | 電力安定供給<br>(再エネ発電出力予測・蓄電池制御)                                 | ・ 遠隔無線装置<br>・ IoT(ディーゼル発電機／再エネ PV<br>／蓄電池（水素）用) |

出典：電力システム変革を支えるデジタル技術、巻頭論文、(三菱電機技報・Vol.93・No.11・2019)

第 1 段階では、AI が必要とするビッグデータを取得する為にデジタル化された設備に IoT を適切に実装できることを指導する。

第 2 段階では、取得したビッグデータから、コンピューターが認識する際の正誤認識が終わった AI 活用方法を指導する。

第 3 段階では、第 2 段階に加え AI アルゴリズムを作り、分析結果を基に AI アルゴリズムの改善を通じて、O&M のデジタル技術の技術移転を実施することを狙う。

### 2) 送配電分野

送配電分野における O&M のデジタル技術を有する人材の育成方法を表 2-5-3.2 に示す。電力システムを取り巻く環境は、太陽光・風力など制御可能な再エネの大量導入による電力系統特性の変化に対応する分散型電源を活用した社会インフラの構築と電力の安定供給(第 1 段階)、電力取引市場の拡大に対応した発電コスト最適化や、複雑化する送配電ネットワークの電圧・周波数の安定制御、電力取引業務などの連携（第 2 段階）、AI、ビッグデータなど最新のデ

<sup>9</sup> [https://www.etra.or.jp/pdf/etra\\_concept\\_faq.pdf](https://www.etra.or.jp/pdf/etra_concept_faq.pdf)（最終閲覧：2021 年 1 月 5 日）



デジタル技術を活用した業務革新であるデジタルトランスフォーメーション分野（第3段階）に分類され、これらの技術が融合し、スマートグリッド・スマートシティの実現に向けて更なる変革に向かうものと予想される。

また、デジタル技術の進展とともに、情報システム（IT）と運用制御システム（OT）の融合を実現した高度利用システムは、エネルギー分野だけでなく、交通、公共などの各分野で、相互関係を考慮した統計的な計画の立案と適正な運用を実現し、安全性、安定性、経済性を兼ね備えたシステムとして導入が期待されている。

表 2-5-3.2 送配電分野の O&M におけるデジタル技術移転項目

| 育成段階 | 技術移転項目                          | 必要な機材                                                                                         |
|------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第3段階 | アセットマネジメント<br>(設備診断／リスク評価／投資計画) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・電力計測ユニット</li> <li>・遠隔無線装置</li> <li>・ゲートウェイ</li> </ul> |
| 第2段階 | 既存電力系統の有効活用<br>(日本版コネクト&マネージ)   |                                                                                               |
|      | 電力取引の拡大・効率的な広域運用<br>(広域需給調整)    |                                                                                               |
|      | 送配電業務の公平性・透明性の確保<br>(託送管理)      |                                                                                               |
| 第1段階 | 送配電系統運用高度化<br>(系統・配電制御／電圧監視)    |                                                                                               |
|      | IoT データ利用活用<br>(次世代 AMI インフラ)   |                                                                                               |

出典：電力システム変革を支えるデジタル技術、巻頭論文、三菱電機技報

#### 2-5-4 発送配電設備の O&M 能力向上に係る提言

本調査結果より、対象国においては、全体的に、健全な状態から著しく逸脱した設備の運転を余儀なくされており、供給信頼度の確保に向けて、O&M の技術的な課題が数多く確認されている。対象国によっては、体系的な O&M 体制が構築されておらず、人材育成も十分でない。

したがって、ほとんどの対象国においては、まずは、作業標準に示した項目を実際の運転維持管理と同時進行で、基本から習得していくことが必要である。そのうえで、IT 化・デジタル化を進めていく必要がある。その普及促進のための最大の課題は人材である。

サブサハラ地域において、SDGs ターゲット 7.1 である「2030 年までに、安価かつ信頼できる現代的エネルギーサービスへの普遍的アクセスを確保する」の達成は容易ではなく、綿密な計画を基に相当量の時間と労力を必要とする従来型のグリッド拡張による電化促進では目標に遠く及ばない。

このため、従来型のグリッドの拡張に加えて、地産地消可能な分散電源活用によるミニグリッド、デジタル技術やシステムの導入提案等の、比較的短期間で電化を加速させ電気事業体の収益増にもつながる方策が必要である。そのためにも、各国のニーズや技術レベルに見合った持続可能な開発となるために、長期的な観点による人材育成が必要である。

特に送配電設備については、大半の設備において老朽化が進んでいるため、これまでの運用を大きく見直す段階にあり、既存設備の運用状態を改善しつつ、保護方式、制御方式を新しい状況に適合させていくことを支援する必要がある。加えて、マダガスカル国等の電力系統は老朽化のため、多くの不具合が発生しており、適切な補修方法を技術移転することも必要である。これに対し、マラウイ国等の電力系統については、比較的規模が小さいので、現状の設備に対する運転維持管理技術については比較的早い段階で移転を図り、電力系統に内在する根本的な問題を解消するため、送配電網の更新、増強計画の立案（電力系統計画）に関する能力開発に着手する必要がある。



## 第3章 電力アクセス向上に資する 新規プロジェクト提案

## 第3章 電力アクセス向上に資する新規プロジェクト提案

### 3-1 提案の方法

#### (1) 基本方針

相手国のニーズを基に、プロジェクトが調査対象国の上位計画や我が国の開発協力方針に合っているか、また、支援の意義、整合性、有効性、インパクト、効率性や持続性が認められるか、といった観点から絞り込みを行った。また、案件規模が当該国に対する無償資金協力事業や技術協力プロジェクトに適しているかも検討した。

#### (2) 提案の方法

プロジェクト提案では、経緯やニーズ、セクターの相関関係や、抱えている課題等、多様な状況において、コンポーネントを組成する必要があるため、様々なアプローチ方法がある。

本調査では主に以下のアプローチを用いて、プロジェクトの提案を行った。

- 既に協力要請がなされているプロジェクト（シエラレオネ）

調査対象国から、JICA 事務所/本部に対して支援依頼が表明されているプロジェクト候補については、その内容が上記基本方針等から大きく逸脱していないか等を確認のうえ、迅速に検討を進めた。

- 開発（投資）計画を促進するプロジェクト（エチオピア、コンゴ共和国等）

調査対象重点国の、開発計画における優先度が高いもの、あるいは本件調査の中で新たなニーズが確認されて、資金協力が決定されていないプロジェクト候補については、基本方針に従い検討を行い、提案した。

- 緊急性が高いプロジェクト（スリランカ、マダガスカル等）

開発（投資）計画には反映されていないものの、明らかに緊急性が高いと思われるプロジェクト候補については、基本方針に従い、特にプロジェクトを実施しなかった場合の当該地域や国における社会や経済へのインパクトの大きさを考慮した。

#### (3) 調査団による提案

調査対象国が直面している課題、おかれている状況を鑑みて、調査団が提案するものであり、「技術提案」「マルチセクター・アプローチ」「グローバル・リスクへの対応」の3つの要素がある。

- 技術提案

相手国からの積極的な要請はないものの、課題を解決/是正するために有効と考えられる技術を、本邦企業からのヒアリング結果に基づきプロジェクトに取り込むための提案をする。

- マルチセクター・アプローチ

人々の抱える問題を中心に据え、その問題解決のために様々な専門的知識を組み合わせ分野横断的に取り組み、セクターを越えて包括的に開発課題に取り組むプロジェクト。

- グローバル・リスクへの対応

新型コロナや昨今の世界情勢の影響を受け、経済等の危機を迎えている国、また、地球的規模の問題である気候変動による被害を最小限に食い止めるための対応、あるいは脱炭素

への貢献に資するプロジェクト。

### 3-2 技術提案

途上国の電力アクセス向上については、各国が抱える様々な課題に対し、有効と考えられる設備導入が一つの解決策となる。系統接続に関しては、劣化した設備の更新・増強、電力損失の改善、電力品質の向上に資する設備構成の見直しなどが挙げられる。また系統に連系していない、いわゆるオフグリッド地域の電化向上については、既設系統の拡充は元より、対象地域の地域特性を考慮した、安価で持続可能な電源の開発が求められる。

本調査ではこうした各国が抱える電力セクターの課題に対し、有効と考えられる技術項目の調査のため、本邦企業各社に対しヒアリングを行った。その中で特に有効と思われる技術をスクリーニングし、適用分野ごとに取り纏めを行った。表3-2.1には、適用分野及びスクリーニングのために分野ごとに求められる適用効果を記す。

表 3-2.1 提案技術候補の分類

| 適用分野     | 効果分類および目的                                                                                                                                                                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 配電       | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 配電電圧の安定化、停電時間の短縮を達成するために導入される本邦技術</li><li>➤ 配電運用・保守の向上に資する本邦技術</li><li>➤ 配電ロスの低減に資する本邦技術</li></ul>                                                  |
| マイクログリッド | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 未電化地域に導入し早期の電力供給、電化向上を図るための本邦技術</li></ul>                                                                                                           |
| 変電       | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 災害等発生時、早期の電力供給開始を行うための本邦技術</li><li>➤ 電力系統の安定化、停電時間の最小化を達成するために導入される本邦技術</li><li>➤ 故障頻度が低く、安定的な電力供給を図るための本邦技術</li><li>➤ 電力運用・保守の向上に資する本邦技術</li></ul> |
| 送電       | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 送電線事故の低減もしくは停電時間の短縮を図るための本邦技術</li><li>➤ 送電線の損失低減、より低コストでの増容量化を図るための本邦技術</li></ul>                                                                   |
| その他      | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 再生可能エネルギーを利用した水素貯蔵、電力、温水供給システム</li></ul>                                                                                                            |
| O&M      | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 電力設備保守員の能力向上、運用・保守効率向上を図るための本邦技術</li></ul>                                                                                                          |

出典：調査団作成

提案技術候補リストを表3-2.2に示すが、詳細は本報告書別添資料2の「技術候補の概要と期待される効果」を参照されたい。

表 3-2.2 提案技術候補リスト

| 適用分野 | 適用技術             | 概要と効果                                                                                                             | 効果         |           |                    |            |                    | 導入/普及状況                |
|------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|--------------------|------------|--------------------|------------------------|
|      |                  |                                                                                                                   | 電力品質<br>向上 | 信頼性向<br>上 | ランニン<br>グコスト<br>低減 | 環境負荷<br>低減 | 保守点<br>検・適用<br>性向上 |                        |
| 配電   | アモルファス変圧器        | 配電線路に据付ける降圧変圧器。ケイ素鋼板変圧器と比較し無負荷損の低減が可能となる。（効果：配電損失の低減）                                                             | -          | -         | ○                  | -          | -                  | 世界 40 カ国程度             |
|      | 柱上開閉器（自動時限順送対応型） | 変電所フィーダー再閉路装置との組合せにより、事故区間の早期特定と健全区間の早期復電を行う。（効果：停電時間の短縮）                                                         | ○          | ○         | -                  | -          | -                  | ミャンマー<br>国内電力          |
|      | 密閉式カットアウト        | 配電線接続機器（柱上変圧器等）の事故時電流遮断を行う。<br>充電部が露出していないため、オープンカットアウトに比べ安全性が高く長寿命である。（効果：長寿命、事故確率低減、対汚損性向上）                     | -          | ○         | △                  | -          | ○                  | ミャンマー<br>フィリピン<br>国内電力 |
|      | ポスト碍子            | 配電用碍子内部にピン部分がないため、内部貫通やひび割れ故障の大幅な削減により地絡事故等の可能性を減らすことができる。（効果：事故確率低減）                                             | -          | ○         | -                  | -          | -                  | エチオピア                  |
|      | 過電流表示器           | 配電線路上に取付け、流れた過電流を検出後ターゲット表示。一定時間後に自動復帰する検出器。事故遮断後の事故点の早期発見が容易となる。（効果：停電時間短縮）                                      | -          | -         | -                  | -          | ○                  | 国内電力<br>タイ、スリランカ、ベトナム  |
|      | タップ式自動電圧調整装置     | 配電線の電圧降下を補償するため配電線路の途中に設置し電圧を調整する装置（効果：電圧品質の確保）                                                                   |            |           |                    |            |                    |                        |
|      |                  | ・自動で機械的に変圧器のタップを切替え、電圧を調整する。（効果：電圧品質の確保）                                                                          | ○          | -         | -                  | -          | -                  | 世界多数                   |
|      |                  | ・サイリスタ式タップ切替器により高速かつ高頻度で電圧を調整する。（効果：電圧品質の確保、再エネ導入量の拡大）                                                            | ○          | -         | -                  | △          | -                  | 国内電力                   |
|      | 無効電力調整装置         | 配電線の電圧降下を補償するため、配電線路途中に無効電力調整装置を設置し電圧を調整する。半導体を利用して連続的に制御するものと、段階的にキャパシタもしくはリアクタを接続するものがある。（効果：電圧品質の確保、再エネ導入量の拡大） | ○          | -         | -                  | △          | △                  | 国内電力                   |
|      | 配電自動化システム        | 配電網の集中監視制御化により、効率的な運用で設備の合理的な稼働を行うとともに、故障時の早期送電操作を実施する。（効果：系統の安定化、停電時間削減、省力化）                                     |            |           |                    |            |                    |                        |
|      |                  | ・ステップ1:時限順送方式再閉路採用により、事故区間の早期特定と健全区間の早期復電を行う。（効果：停電時間削減）                                                          | ○          | ○         | -                  | -          | -                  | ミャンマー<br>国内電力          |
|      |                  | ・ステップ2:ステップ1に通信設備と遠隔監視制御機能を加え、制御所からの配電線区分開閉器のマニュアル制御を可能とする。（効果：電力品質の向上、供給信頼度の向上、停電時間削減、省力化）                       | ○          | ○         | ○                  | -          | ○                  | 国内電力                   |
|      |                  | ・ステップ3:ステップ2の遠隔監視制御に自動制御機能を加え、スマートメーターや他の遠隔監視制御機器と連系することで、更なるシステムの高度化を図る。（効果：電力品質の向上、供給信頼度の向上、停電時間削減、省力化）         | ○          | ○         | ○                  | -          | ○                  | 国内電力                   |

| 適用分野     | 適用技術            | 概要と効果                                                                                                                | 効果         |           |                    |            |                    | 導入/普及状況                                |
|----------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|--------------------|------------|--------------------|----------------------------------------|
|          |                 |                                                                                                                      | 電力品質<br>向上 | 信頼性<br>向上 | ランニング<br>コスト<br>低減 | 環境負荷<br>低減 | 保守点<br>検・運用<br>性向上 |                                        |
| マイクログリッド | マイクログリッド        | 分散型電源を活用した電力供給システムにより未電化地域の電力アクセス促進を図る。エネルギーマネジメントシステム (EMS) を活用し需要に応じた分散型電源の運用を実施する。(効果: 電力アクセス向上、分散電源の活用拡大)        |            |           |                    |            |                    | 地方病院等小規模需要家向け提案実績等もあり(大洋州、東南アジア、アフリカ他) |
|          |                 | ・制御可能な発電設備(ディーゼル等)に再エネを組合せ、地域への安定電力供給を可能とする。(効果: 電力アクセス向上、電力品質の確保、再エネ導入量の拡大、化石燃料の燃費減らし)                              | ○          | -         | △                  | △          | △                  |                                        |
|          |                 | ・再エネに蓄電池を組み合わせることで、電力品質を確保しながら、電力供給を可能とする。(効果: 電力アクセス向上、電力品質の確保、再エネ導入量の拡大、)                                          | ○          | △         | △                  | △          | △                  |                                        |
|          |                 | ・再エネ出力予測機能を EMS に具備し、発電設備の運用計画策定、蓄電池の充放電運用計画を行う。(効果: 電力アクセス向上、電力品質の確保、再エネ導入量の拡大、化石燃料の燃費減らし)                          | ○          | △         | △                  | △          | ○                  |                                        |
| 変電       | 移動式変電所          | 輸送用トレーラーに変圧器や開閉設備を設置し移動可能とした変電設備である。トレーラーの大きさの制限で最大容量が決定する。(効果: 必要とされる場所での緊急給電対応が可能)                                 | ○          | -         | -                  | -          | ○                  | 世界多数                                   |
|          | 移動式変圧器(パッドマウント) | 災害時等の緊急対応を可能とするパッドマウント型移動式変圧器で、電圧タップは1次側は配電線電圧、2次側は低圧供給電圧とする。既設配電線に直接接続し、近隣への電力供給を可能とする。(効果: 停電時間の低減)                | -          | ○         | -                  | -          | ○                  | 国内電力                                   |
|          | 低損失変圧器          | 低損失ハイグレードけい素鋼板を適用した変圧器で鉄損が少ない。(効果: 無負荷損失の低減)                                                                         | -          | -         | ○                  | -          | -                  | 国内電力                                   |
|          | ガス絶縁変圧器         | 絶縁に油を使用せず SF6 ガスを利用した変圧器で漏油の懸念が不要となる。地下・屋内変電所や自然環境配慮の必要な場所に適用されている。(効果: 漏油無し、不燃で消火設備不要)                              | -          | -         | ○                  | △          | ○                  | 国内電力、米国                                |
|          | 特別三相変圧器         | 普通三相変圧器を単相変圧器に分割することで、輸送重量を抑制できることから、大型変圧器の輸送に伴う道路の拡張・補強を削減もしくは減少させることが可能となる。(効果: 道路拡張等付帯工事低減、環境負荷低減、特殊車両通行許認可取得の軽減) | -          | -         | -                  | ○          | -                  | 国内電力、世界多数                              |
|          | 無効電力調整装置        | 系統の調相等のために変電所に設置する無効電力を供給もしくは吸収する設備(効果: 電圧制御、力率の改善)                                                                  |            |           |                    |            |                    |                                        |
|          |                 | ・分路リアクトル(効果: 調相、フェランチ効果抑制)                                                                                           | ○          | △         | -                  | -          | ○                  | 国内電力、世界多数                              |
|          |                 | ・電力用コンデンサタンク型コンデンサは本邦企業が得意としており、缶型より寿命が長くメンテナンス性に優れる。(効果: 調相、電圧変動率の改善、電力損失の低減、系統安定性維持)                               | ○          | △         | -                  | -          | ○                  | 国内電力、世界多数                              |

| 適用分野 | 適用技術             | 概要と効果                                                                                                                                                                                                                                                                               | 効果         |           |                    |            |                    | 導入/普及状況      |
|------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|--------------------|------------|--------------------|--------------|
|      |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 電力品質<br>向上 | 信頼性向<br>上 | ランニン<br>グコスト<br>低減 | 環境負荷<br>低減 | 保守点<br>検・運用<br>性向上 |              |
|      |                  | ・静止型無効電力補償装置（SVC）電力用半導体素子を用いて高速かつ連続的に無効電力を制御する。（効果：変動型再エネ電源導入時の電圧変動抑制、系統安定性維持）                                                                                                                                                                                                      | ○          | △         | -                  | △          | ○                  | 国内電力         |
|      | ガス遮断器（ばね操作方式）    | 油圧操作方式に比較して部品点数の少ないばね操作装置を適用したガス遮断器ガス漏れ率が低い（IEC規格の<0.5%に対して<0.1%/年を実現）機器を本邦企業は提供している。（効果：保守点検の省力化、高信頼度、環境負荷低減）                                                                                                                                                                      | -          | ○         | △                  | ○          | ○                  | 世界多数         |
|      | ガス絶縁開閉装置（GIS）    | 遮断器、断路器、母線等をSF6ガスを充填した密閉金属容器に収納した開閉装置で、気中絶縁方式の開閉装置に比較して非常に狭いスペースへの設置が可能である。信頼性が高く、保守点検の省力化が図れる。（効果：省スペース、保守運用性向上）                                                                                                                                                                   |            |           |                    |            |                    | 世界多数         |
|      |                  | ・高品質本邦メーカーGIS<br>本邦企業は、ガス絶縁機器の気密性向上に長期に取り組み、IEC規格のガス漏れ率基準を大きく上まわる気密性を持ち、環境負荷低減の面でも優れるのみでなく長期信頼性も維持している。遮断器駆動部分は、ばね操作とし、油圧駆動と比較して部品点数が少なくなることから故障頻度の低減、点検の省力化が図れる。また漏油が発生しないことから高い信頼性を維持することが可能となる。海外メーカー製品は、屋内仕様のものが多いが、本邦メーカー製品は屋内外共に使用可能である。（効果：信頼性向上、保守運用性向上、メンテナンスコスト低減、環境負荷低減） | -          | ○         | △                  | ○          | ○                  | 国内電力<br>世界多数 |
|      |                  | ・GISの高度監視<br>保守点検の合理化としてGISの遠隔監視診断を実施する。GISに各種センサー（ガス圧力、開閉器モーター電流、遮断器コイル電流、遮断器開閉動作特性、温度等）を取り付けデータ通信を行い診断を行い適切な頻度での点検や更新を推奨するシステムを組み込むことで、一層の保守運用管理性向上が可能となる。（効果：信頼性向上、保守運用性向上、メンテナンスコスト低減、環境負荷低減）                                                                                   | -          | ○         | ○                  | △          | ○                  | 国内電力         |
|      | 耐震性能を有する変圧器と開閉装置 | 2011年の東日本大震災で得られた知見を設計基準に反映し、幅広い周波数範囲を合理的に評価可能な設計手法を「変電所等における電気設備の耐震設計指針」に反映しており、本邦メーカーはその内容を反映して適切に変電機器の設計・製作が可能である。（効果：高耐震性能製品の供給による信頼性向上）                                                                                                                                        | -          | ○         | -                  | -          | -                  | 国内電力         |
|      | 変圧器励磁突入電流抑制装置    | 変圧器加電時に発生する励磁突入電流起因の電圧低下や電流不平衡を防止する。（効果：電力品質の向上、停電回数の低減）                                                                                                                                                                                                                            | -          | ○         | -                  | -          | -                  | 国内電力         |
|      | 系統安定化装置          | オンラインにて系統状態を常に把握し、事故発生直後に周波数や系統安定度の維持のために最適対応（電源制限、負荷制限等）を行い大規模停電を未然に防止する。既存送変電網設備の能力を有効に活用できるため費用対効果の面でも有効である。（効果：事故時の系統周波数の維持、系統安定度の維持、停電範囲の最小化、系統の強靱性確保）                                                                                                                         | -          | ○         | ○                  | -          | ○                  | 国内電力         |

| 適用分野 | 適用技術                 | 概要と効果                                                                                                                                                                                     | 効果     |       |            |        |            | 導入/普及状況                   |
|------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|------------|--------|------------|---------------------------|
|      |                      |                                                                                                                                                                                           | 電力品質向上 | 信頼性向上 | ランニングコスト低減 | 環境負荷低減 | 保守点検・運用性向上 |                           |
|      | 電力貯蔵用蓄電池             | 変動型再エネ導入拡大に伴う昼間発生電力のシフトや系統安定化（周波数変動吸収）目的で導入される。（効果：昼間発生電力の有効利用（ピークシフト）、電力品質維持）                                                                                                            |        |       |            |        |            |                           |
|      |                      | ・リチウムイオン電池<br>蓄電池全体市場のシェアの半分以上を占める電池で、エネルギー密度が高く、高出力が可能で急峻な充放電に対応できる。（効果：短周期変動での電力品質維持、ピークシフト）                                                                                            | ○      | -     | -          | -      | △          | 国内電力                      |
|      |                      | ・NaS 電池<br>エネルギー密度が高く、長時間大容量が必要な場合に有利である。（効果：ピークシフト、電力品質維持）                                                                                                                               | ○      | -     | -          | -      | △          | 国内電力、米国、ドイツ、イタリア、UAE 等    |
|      |                      | ・鉛蓄電池<br>エネルギー密度がリチウムイオン電池等に比較して低く、重量・体積共に大きくなるが、実績が多く安全面、コスト面では有利である。急峻な充放電には対応できない。（効果：ピークシフト、長周期での電力品質維持）                                                                              | ○      | -     | -          | -      | △          | 国内電力、インドネシア、エクアドル（ガラパゴス）等 |
| 変電   | 変電所（送変電網）の集中監視制御システム | 系統運用指令所等から変電所内据付の個別機器状態の遠隔監視制御を行う。（効果：情報の集中化による運用の効率化、電力品質の維持）                                                                                                                            |        |       |            |        |            |                           |
|      |                      | ・中央給電指令所、系統給電指令所システム<br>各系統内変電所、送電線の遠隔監視制御を遠隔から集中して実施するシステム。システムは監視制御警報機能だけでなく、運用支援や運用トレーニング機能等も併せて具備する。IEC 規格に準拠した通信技術を利用した監視制御システムを本邦メーカは国内電力会社と開発実証を行っている。（効果：電力品質向上、電力供給信頼性確保、運用の効率化） | ○      | ○     | -          | -      | ○          | 国内電力<br>世界多数              |
|      |                      | ・変電所の巡視（保守）低減のための遠隔監視システム<br>保守員の変電所巡視頻度を低減するため、変電所内にカメラ、センサー類を設置し、データを遠隔通信することで遠隔地にて状態監視を行う。蓄積データを分析することで設備診断等も可能となる。（効果：メンテナンスコスト低減、保守効率化）                                              | -      | -     | ○          | -      | ○          | 国内電力                      |
|      |                      | ・デジタル変電所と高度監視システム<br>変電所内主回路機器とフィールドバスを介し監視制御保護機能のインテリジェント電子機器（IED）と接続することで、リモートからリアルタイムで監視と設備管理を行う。各変電所機器情報がデータベースに登録され、メンテナンスの合理化、より高度の設備管理計画が可能となる。（効果：保守・運用の効率化、メンテナンスコスト低減、）         | -      | -     | ○          | -      | ○          | 欧米、欧州                     |

| 適用分野       | 適用技術                                                                                      | 概要と効果                                                                                                                                                                | 効果         |           |                    |            |                    | 導入/普及状況       |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|--------------------|------------|--------------------|---------------|
|            |                                                                                           |                                                                                                                                                                      | 電力品質<br>向上 | 信頼性向<br>上 | ランニン<br>グコスト<br>低減 | 環境負荷<br>低減 | 保守点<br>検・運用<br>性向上 |               |
| 送電         | 送電線用避雷装置                                                                                  | 送電線鉄塔の碍子近傍に取り付け、落雷時に碍子を過電圧から保護すると同時に地絡事故回数を軽減する。（効果：停電回数・時間の低減、碍子破損減少）                                                                                               | ○          | ○         | ○                  | -          | ○                  | 世界多数          |
|            | 地域給電用計器用変圧器                                                                               | コンデンサ型計器用変圧器に低圧負荷への電力共有を可能な機能を持った変圧器である。送電線より直接引込み、降圧後に小規模需要地への給電が可能となる。（効果：小規模未電化地域への低価格での電力アクセス向上）                                                                 | ○          | -         | -                  | -          | -                  | コンゴ他          |
|            | 高品質電線                                                                                     | 送電損失低減、増容量化、風圧加重低減、耐腐食性向上等を目的とした高品質電線（効果：送電線損失低減、増容量、運用性向上）                                                                                                          |            |           |                    |            |                    |               |
|            |                                                                                           | ・低損失電線 LL (Low Loss)-ACSR/UGS<br>送電ロスを 20%以上低減する。（効果：送電損失低減、ランニングコスト低減、化石燃料焚き減らし）                                                                                    | ○          | -         | ○                  | -          | -                  | 世界多数          |
|            |                                                                                           | ・増容量電線<br>電流容量を倍増させながら、弛度を同径サイズの電線以下としているため、既存の鉄塔を利用し電線の張替のみで送電線路の増容量が可能となる。（効果：送電線路の増容量）                                                                            | ○          | -         | -                  | -          | -                  | マレーシア、インドネシア等 |
|            |                                                                                           | ・低風圧電線 DR (Drag Reduce)-ACSR<br>40m/s 以上の風速において電線への風圧荷重を一般電線の 20%以上低減が可能となり、鉄塔への荷重が減少する。また風による横触れが小さくなるので送電線用地幅を狭くできる。（効果：鉄塔建設費用の低減）                                 | -          | -         | -                  | -          | ○                  | 国内電力          |
|            | ダイナミックレーティング技術                                                                            | 送電線の熱容量制約による送電可能容量をリアルタイムで環境データを取得し算出することで、送電線容量を最大限活用することが可能となる。（効果：設備増強の低減、一時的過負荷運用範囲の拡大）                                                                          | -          | -         | -                  | -          | ○                  | 欧州、国内電力       |
| 送電線事故点検出装置 | 送電線の事故現象を検出し事故箇所を判定する。電流・電圧センサ（誘導電圧で検出）で事故電流情報とサージを検出し GPS 情報と組み合わせ事故点を判定する。（効果：事故点の早期発見） | -                                                                                                                                                                    | -          | -         | -                  | ○          | 国内電力               |               |
| その他システム    | 水素貯蔵システム<br>H2One：自立型水素エネルギー供給システム                                                        | 再エネ発電設備電力により水素を製造、貯蔵し水素電池により必要時電力の安定供給が可能となる。また水素、熱水の供給も可能。（効果：再エネ導入量拡大）                                                                                             | -          | ○         | -                  | -          | △                  | 国内<br>インドネシア  |
| O&M        | 配電線用地絡事故点標定装置                                                                             | 配電線の地絡事故発生地点を探索するための移動式装置（効果：地絡地点の早期発見）                                                                                                                              |            |           |                    |            |                    |               |
|            |                                                                                           | ・ポータブル事故点探索装置<br>配電線路の地絡事故発生時に事故点の特定のために、線路停電後無電圧状態の配電線で使用する。課電装置と検出器をセットで運搬し、配電線路に課電装置で DC 電圧を印加し、線路にフックで検出器を接触させることにより事故点の探索を行う。（効果：線路停止後の地絡箇所の早期発見、早期復旧開始で停電時間短縮） | -          | -         | -                  | -          | ○                  | 国内電力          |



| 適用分野 | 適用技術                      | 概要と効果                                                                                                                                                                                                    | 効果         |           |                    |            |                    | 導入/普及状況       |
|------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|--------------------|------------|--------------------|---------------|
|      |                           |                                                                                                                                                                                                          | 電力品質<br>向上 | 信頼性<br>向上 | ランニン<br>グコスト<br>低減 | 環境負荷<br>低減 | 保守点<br>検・運用<br>性向上 |               |
|      |                           | ・可搬型事故点標定装置<br>非接地系統の配電線用で、間欠地絡事故等で事故箇所が目視で確認できない場合の検出のために開発された。PCT センサーと組合わせた子局（最低2箇所）にて検出する電圧と電流位相で事故箇所を探索する。（効果：断続的微小地絡等の地絡箇所を活線状態で早期発見）                                                              | -          | -         | -                  | -          | ○                  | 国内電力          |
|      | 電子式碍子汚損量測定装置<br>（ソルトメーター） | 現場碍子と同一条件下に置かれた検出用碍子（実使用碍子と材質・形状が同一）を蒸気で湿潤し、その表面に設けた電極間の電気抵抗からの碍子表面の汚損状況を自動測定する。検出用碍子に付着した汚損物質を洗い落とさずに測定できるため、実使用碍子と等しい状態で測定でき、碍子洗浄時期の判定に役立つ。（効果：保守効率化）                                                  | -          | -         | -                  | -          | ○                  | 国内電力、台湾       |
|      | 訓練シミュレーター                 | 系統運用、保守用シミュレーター（効果：運用保守能力向上）                                                                                                                                                                             |            |           |                    |            |                    |               |
|      |                           | ・運用訓練シミュレーター<br>電力系統を構成する発電所・変電所・送電線・負荷などをミニチュア電力機器モデルで模擬し、リアルタイムの系統故障解析や、再生可能エネルギー連系における系統への影響、対策検討が可能となる。IEC規格に準拠し、IED(Intelligent Electronic Device)が接続可能であり、実システムデータの収集、シミュレーションも可能である。（効果：運転保守能力向上） | -          | △         | -                  | -          | ○                  | 国内電力          |
|      |                           | ・系統運用訓練シミュレーター<br>系統運用オペレーター向けのトレーニング機材である。変電所運転訓練シミュレーターと保護リレー運転訓練シミュレーターの2種類がある。前者は電力基幹系統を模擬し、電力潮流計算、周波数計算及び系統事故発生時の保護リレーの応動模擬を行うことで系統運用操作訓練を行う。後者は各種系統事故での保護リレー応動の理解を目的としている。（効果：運転保守能力向上）            | -          | △         | -                  | -          | ○                  | 国内電力<br>パキスタン |
|      |                           | ・安全訓練シミュレーター<br>感電体験や、高所作業前トレーニング機材などのVR体験キットがあり、それらを組み込んだ安全講習用のトレーラーも提供が可能となっている。ASEAN主催でシンガポール電力関係者数十人を招致して紹介した実績がある。教育実施主体、訓練商品提供のどちらも対応可能となっている。（効果：運転保守能力向上）                                        | -          | △         | -                  | -          | ○                  | 国内            |
|      | GISデータ利用の設備管理システム         | GIS地理情報システム（Geographic Information System）データを利用し送/配電網の設備管理を実施するシステムである。<br>配電線電柱（位置、仕様、立柱時期、設置機器情報）、電線（電柱間毎に管理、仕様、布設時期）、柱上変圧器（仕様、設置時期）、開閉器（仕様、設置時期）等の管理を行う。（効果：機器情報管理、保守管理向上、保守の効率化）                    | -          | -         | -                  | -          | ○                  | 世界多数          |

| 適用分野 | 適用技術                     | 概要と効果                                                                                                                                                                                                                     | 効果         |           |                    |            |                    | 導入/普及状況    |
|------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|      |                          |                                                                                                                                                                                                                           | 電力品質<br>向上 | 信頼性向<br>上 | ランニン<br>グコスト<br>低減 | 環境負荷<br>低減 | 保守点<br>検・運用<br>性向上 |            |
|      | IC タグ利用の現場操作支援システム       | 給電操作（変電所での給電運用機器操作）時に IC タグ利用による操作機器の確認を実施し誤操作を防止する。開閉機器類に IC タグを常設し、現場での操作時は必ず IC タグを読み取り給電操作の管理を実施する。給電操作伝票はデータサーバー管理されているため、IC タグを利用することにより操作機器情報を含めてリアルタイムにサーバーに集約されるようになり給電操作管理運用が迅速かつ確実となっている。（効果：保守運用性向上、操作の確実性向上） | -          | ○         | -                  | -          | ○                  | 国内電力       |
|      | 配電現場要員ロケーションシステム         | 配電網における各種現場対応（工事、事故、顧客）における迅速な人員配置のため、配電要員が携帯する GPS 機能付き携帯電話のアプリケーションシステムである。迅速な設備復旧を目的に各種配電業務に必要なサーバー内情報の入手も可能としている。（効果：保守点検運用向上、停電時間の短縮）                                                                                | -          | ○         | -                  | -          | ○                  | 国内電力       |
|      | ドローン技術を用いた設備監視と診断        | ドローンを利用し設備の映像を取得し画像認識技術の活用で設備診断に利用する。送電線腐食部分の発見・解析等に使用される。（効果：予防保全の効率化、メンテナンスコストの低減）                                                                                                                                      | -          | △         | ○                  | -          | ○                  | 国内電力、米国等   |
|      | 自走式ロボット活用による変電所内巡視       | 自走式ロボットをプログラムし設定された順路を巡視しながら可視カメラにて変電所機器の指示計読み取り、赤外線カメラによる機器類のサーモグラフ監視等を行い、データを遠隔監視場所へ送信し保守の効率化を図る。（効果：保守点検性向上）                                                                                                           | -          | -         | ○                  | -          | ○                  | 国内電力<br>中国 |
|      | PV 遠隔監視システム（ソーラーコンセルジュ）  | PV システム専用の遠隔監視システム。既存の PV システムにデータ収集装置や計測ユニットを付加することで、PV の規模は問わず、複数拠点にも対応可能で PV 設備情報を収集しリアルタイムの監視が可能となる。（効果：保守点検性向上）                                                                                                      | -          | -         | -                  | -          | ○                  | 国内新電力      |
|      | エネルギーシステム向け IoT プラットフォーム | エネルギーシステム向けの IoT プラットフォーム。複数の電力システムデータの統合管理（ダッシュボード）を行い、プラント性能評価、個別異常検知、アセット管理といったアプリケーションを組合せるプラットフォームを提供する。（効果：ランニングコスト低減、保守運用の管理の向上）                                                                                   | -          | -         | ○                  | -          | ○                  | インド他       |
|      | 太陽電池モジュール（パネル）点検サービス     | ドローンに搭載した赤外線カメラで太陽光パネルを空撮し、空撮により取得した大量の画像を最先端の機械学習で解析することで、故障個所の検出や予防保守の要否を可視化する。（効果：保守・運用の費用及び労災リスクの削減）                                                                                                                  | -          | -         | ○                  | -          | ○                  | 国内電力       |

出典：調査団作成

### 3-3 マルチセクター・アプローチ

人々の暮らしの安全という視点で開発課題を見直してみると、セクター縦割りの対処では、その複雑な課題群には対処できないことが多くある。そのため、人々の抱える問題を中心に据え、課題解決のためにさまざまな専門的知見を組み合わせ分野横断的かつ包括的に開発課題に取り組むことが求められる。そこで、本調査では、電力セクターの課題と関連した様々なセクターの課題を包括的に捉え、課題解決に向けた無償資金協力の案件形成を検討した。ここでは、電力の安定供給と同じく基礎的な社会サービスに位置付けられる医療、給水などの当該地域での課題、課題解決に向けた方策について調査した。

#### (1) 医療分野における課題と解決策

アフリカなどの途上国では、医療施設への電力の安定供給が大きな課題となっており、電力設備の老朽化や適切に維持管理なされていないことによる停電が頻発している。この停電の頻発は、医療サービスの品質低下を招いており、人々への基礎的な社会サービスである、電力の安定供給と適切な医療サービスの提供は、密接に関わっていると考えられる。

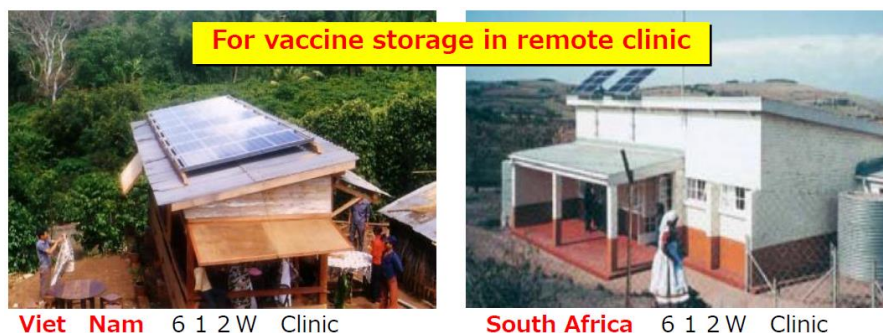
途上国における医療施設への電力供給に関して、都市部と地方部で課題が異なると考えられる。表3-3. 1に都市部と地方部の医療施設の課題と解決策を示す。

表 3-3. 1 都市部と地方部の医療施設の電力供給に関する課題と解決策

| 地域  | 電力供給に関する課題                                                                                                                                                                                                                               | 解決策（例）                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 都市部 | <b>【電化地域：計画停電発生地域】</b><br>・計画停電が実施されている状況においても医療サービスを継続提供するために、ディーゼル発電機を保有している医療施設においては、発電機運転による燃料費増加が大きな課題となっている。<br>・高機能な医療機器は、短時間の停電でも適切な運転に影響があるため、発電機への切り替え時に継続的な医療サービスが困難となる場合がある。<br>・計画停電が発生している地域は、電力供給の安定度が低いため、電圧の不安定も発生している。 | <b>【ディーゼル発電機が使用されている施設】</b><br>①太陽光発電<br>②太陽光発電＋蓄電池<br>③太陽光発電＋水素製造装置＋燃料電池<br>ディーゼル発電機が設置されている医療施設では、計画停電時の燃料費削減、停電時の発電機起動時の電力供給を目的とした上記システムの適用が解決策として考えられる。太陽光発電単独の適用は、日射状況に依存することや夜間の電力供給が困難となることから、蓄電池や燃料電池を組み合わせたシステム適用により、電力供給信頼度が向上する。システム応答速度（許容される瞬停時間）やシステムコスト、ランニングコストなどの検討が必要となる。 |
|     | <b>【電化地域：事故停電発生地域】</b><br>・事故停電が頻発している地域の医療施設では、電力系統からの電力供給が基本と考えているため、発電機を保有していない医療施設も多く、事故発生時に設備への電力供給がされない状況となる。<br>・事故停電が、自然災害によるものに加え、設備の老朽化や維持管理不足が要因となっている場合も多い。                                                                  | <b>【ディーゼル発電機が使用されていない施設】</b><br>①太陽光発電<br>②太陽光発電＋蓄電池<br>③太陽光発電＋蓄電池＋ディーゼル発電機<br>ディーゼル発電機が設置されていないが、比較的電力の供給が安定している都市部への適用となるため、個別の状況や費用対効果を考え解決策を検討することが重要となる。本施設においても、システム応答速度の検討が必要となる。                                                                                                    |
| 地方部 | <b>【未電化地域】</b><br>・電力ネットワークが構築されていない未電化地域に、医療施設が位置することがあり、ワクチンや薬剤の冷蔵保管をはじめ基本的な医療サービスを実施することが困難な状況となっている医療機関がある。<br>・地方部では人材の配備と予算が割り当てられることが困難な状況であるため電力供給状況の改善が進まない地域がある。                                                               | ①太陽光発電＋蓄電池<br>②太陽光発電＋蓄電池＋ディーゼル発電<br>未電化地域への適用となるため、電力を供給するための蓄電池やディーゼル発電機の適用が必要となる。人材の配備と予算が割り当てられることが困難な状況であるため省メンテナンス化かつ安価なシステムを支援することが求められる。加えて、システムに不具合が発生した場合に修理が困難とならないように、取り扱いの容易性も求められる。                                                                                            |

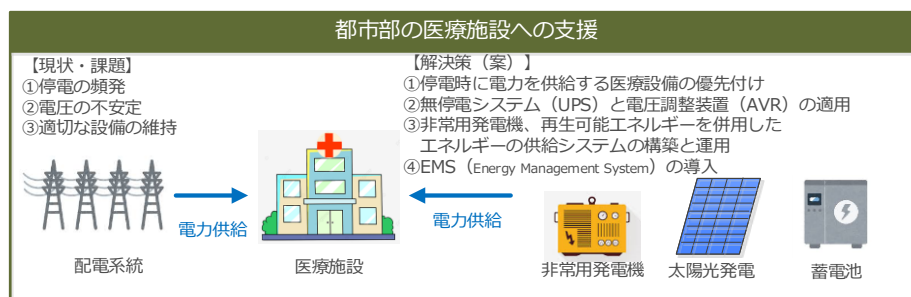
出典：調査団作成

図 3-3. 1 に、地方部において電力供給安定化を目的とした設備を適用した事例を示す。アフリカなどの開発途上国の地方農村部では、未電化地域が多いため、図に示したようなワクチン貯蔵用太陽光発電システムが適用された事例もあるが、天候の影響の軽減や昼夜連続運転のため蓄電池などとの併用システムを適用することが望まれる。



出典：メーカ資料に基づき調査団作成

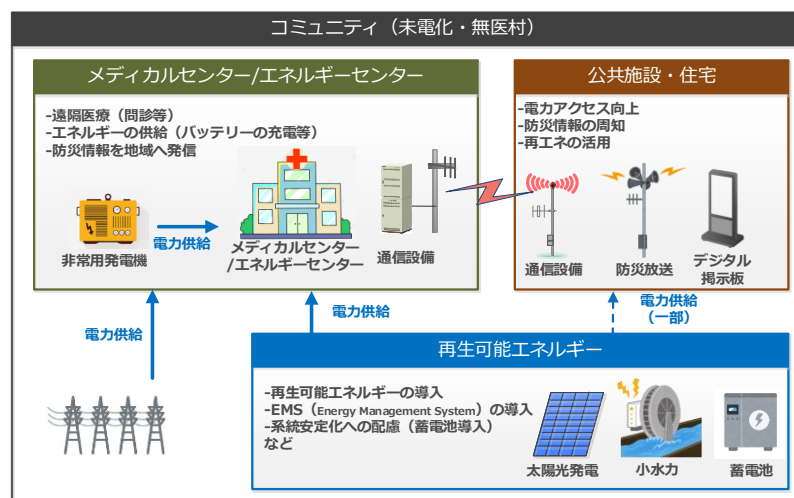
図 3-3. 1 地方部への設備適用事例（ワクチン貯蔵用太陽光発電システム）



出典：調査団作成

図 3-3. 2 都市部への医療施設への支援（イメージ）

都市部の医療施設への支援のイメージを図 3-3. 2 に示す。都市部への医療施設への電力安定供給は、計画停電や事故停電の影響の削減のため太陽光発電、蓄電池の適用に加え、無停電システム、EMS（Energy Management System）の適用など様々な方法があり、医療施設の電力供給状況、要求される応答速度（許容される瞬停時間）、費用対効果などを考慮し、解決策を検討する必要がある。



出典：調査団作成

図 3-3. 3 未電化・無医村地域への支援（イメージ）

地方部では、未電化地域に医療施設が位置することも多く、オフグリッドでの電力供給方法を検討することが最重要課題となるが、人材の配備と予算が割り当てられることが困難な状況であるため電力供給状況の改善が進まない地域があるため、省メンテナンスや安価なシステムの適用が肝要となる。加えて、地方部では過疎化のため無医村であることもあり、遠隔治療なども視野に入れた解決策の検討が求められる（図3-3. 3 未電化・無医村地域への支援（イメージ））。

表3-3. 2に医療施設への再生可能エネルギーを含む設備適用の可能性を示す。各設備の主な効果と主な課題からアフリカなどの開発途上国では、太陽光発電と蓄電池を組み合わせたシステムを都市部の医療設備への適用の可能性が最も高いと考えられる。

表 3-3. 2 医療施設への再生可能エネルギーを含む設備適用の可能性

| No. | 設備                         | 適用地域 | 主な効果                                                       | 主な課題                                                                     | 評価 |
|-----|----------------------------|------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | 太陽光発電システム                  | 都市部  | ・電気代の削減が可能となる。                                             | ・蓄電池が無い場合、電力の安定供給が限定的<br>・系統との接続方法、逆潮流対応を考慮する必要<br>・系統連系規定の確認が必要         | ○  |
| 2   | 太陽光発電＋蓄電池                  | 都市部  | ・計画停電時、事故停電時の電力の安定供給が可能となる。<br>・電気代、ディーゼル発電機の燃料費の削減が可能となる。 | ・系統との接続方法、逆潮流対応を考慮する必要。<br>・系統連系規定の確認が必要                                 | ◎  |
|     |                            | 地方部  | ・電力供給が供給されるため、基本的な医療サービスの提供が可能となる。                         | ・システム簡素化、コスト低減が必要<br>・継続使用への配慮が必要                                        | △  |
| 3   | 太陽光発電＋蓄電池＋ディーゼルエンジン        | 都市部  | ・計画停電時、事故停電時の電力の安定供給が可能となる。<br>・電気代の削減が可能となる。              | ・システム構成要素が多くなり、コスト・効果の詳細検討が必要<br>・系統との接続方法、逆潮流対応を考慮する必要<br>・系統連系規定の確認が必要 | ○  |
|     |                            | 地方部  | ・電力供給が供給されるため、基本的な医療サービスの提供が可能となる。                         | ・比較的容量が大きくなることが想定されるため、システムの運転・管理が煩雑                                     | ×  |
| 4   | 太陽光発電＋水素製造装置＋燃料電池          | 都市部  | ・計画停電時、事故停電時の電力の安定供給が可能となる。<br>・電気代の削減が可能となる。              | ・開発途上であるため、技術課題が多い。<br>・コストが高く、サブサハラ地域への適用は時期尚早<br>・系統連系規定の確認が必要         | ×  |
| 5   | 電力の安定供給に寄与する機器（電圧維持、周波数安定） | 都市部  | ・電圧、周波数が一定の電力を設備に適用することが可能となる。                             | ・具体的な設備の選定が重要<br>・費用と具体的な効果の検討が必要                                        | ○  |

◎：適用の可能性高、○：適用の可能性あり、△：状況に応じた配慮が必要、×：短期的な適用の可能性は低い

出典：調査団作成

## (2) 給水分野における課題と解決策

地方部では、前述の基本的な医療サービスを提供するためには、電力を供給することが重要となるが、さらに重要となるのが清潔な水を提供することである。アフリカの地方部では水の供給は下記分類に大別される。

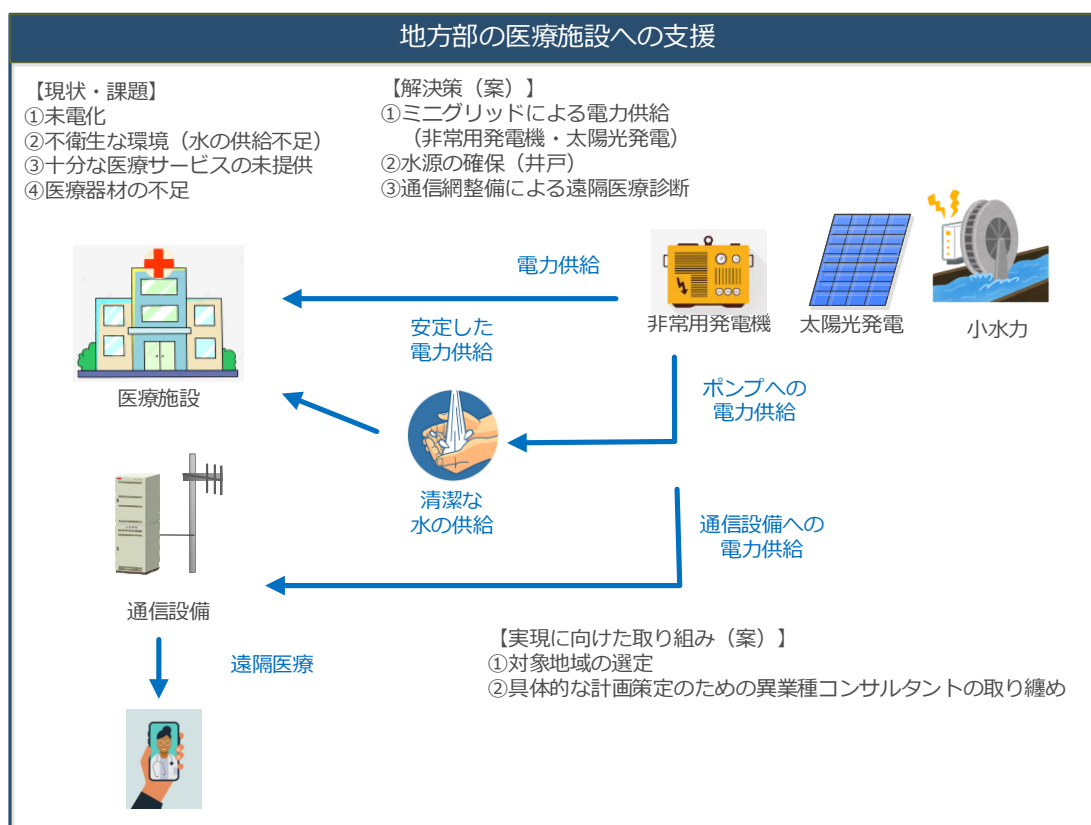
- レベル1：手動ポンプでの水の汲み上げ
- レベル2：電動ポンプでの水の汲み上げ（公共水栓）
- レベル3：個別需要家への水道

レベル1の手動ポンプでの水の汲み上げは、多大な労力を要することから、労力軽減の観点からも電動ポンプによる汲み上げが求められている。また、これらの地域では、河川を給水源としているケースは少なく、ほとんどが地下水を水源として利用されている。

給水分野での最大の課題は、設備の維持管理であり、他国からの支援などにより電動ポンプによる給水システムが適用された地域においても、設備故障により以前の遠方から水を運ぶ状況に戻った事例もある。前述のように労力低減の観点からは、電動ポンプの適用が好ましいが、現地での容易な修理を優先し、支援にて手動ポンプを適用する事例もある状況である。

地方部では未電化により、基礎的な社会サービスに位置付けられる給水サービスが十分に提供されておらず、不衛生な環境を招き、人々の安心・安全な生活達成に向けた大きな課題となっている。課題解決の方策としては、地方部の医療施設と同様の設備の適用が考えられるが、地方部の医療分野の課題で述べたように人材の配備と予算が割り当てられることが困難な状況であるため給水状況の改善が進まない地域がある。

ここでは、電力セクターと医療、給水分野の関わりについて述べたが、様々な地域でこれらの課題は密接に関係していると考ええる。例えば、地方部では、電力・医療・給水すべてのサービスが不十分であり、人々の安全な暮らしとは程遠い状況におかれているケースもある。それぞれの分野にて課題を解決することも重要となるが、複数の分野における課題を整理し、解決策が複数の分野で期待される効果について検討し、技術提案することが重要となる。検討事例として地方部の医療施設の支援（マルチセクター・アプローチによる技術提案イメージ）を図3-3.4に示す。



出典：調査団作成

図 3-3.4 地方部の医療施設の支援  
（マルチセクター・アプローチによる技術提案イメージ）

### 3-4 グローバル・リスクへの対応

人々の抱える課題には、感染症や国際犯罪のように国境を越えて拡大する問題や、気候変動やエネルギー問題のように地球規模の問題など一カ国だけでは対応できない問題がある。これらは、幾多の国や他業種・業界に重大な影響を及ぼす可能性がある。このような問題・課題は、グローバル・リスクと呼ばれ、脆弱な地域や社会的に弱い人々へ深刻な影響を与える可能性がある。

表 3-4.1 グローバル・リスクの事例

| No. | リスク分類  | グローバル・リスク                                                                                                                                                                                  |
|-----|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 経済リスク  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主要経済国の資産バブル崩壊</li> <li>・ 国際的に重要な産業や企業の崩壊</li> <li>・ 物価の不安定化</li> <li>・ 不法な取引や経済活動の蔓延</li> <li>・ 長期化する経済停滞</li> <li>・ 極端なコモディティ・ショック など</li> </ul> |
| 2   | 環境リスク  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生物多様性の喪失や生態系の崩壊</li> <li>・ 気候変動への対応／適用の失敗</li> <li>・ 異常気象</li> <li>・ 人為的な環境被害や災害</li> <li>・ 大規模な地球物理学災害 など</li> </ul>                             |
| 3   | 地政学リスク | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国際機関の崩壊</li> <li>・ 国家間の関係悪化／破綻</li> <li>・ 国家間の紛争</li> <li>・ テロ／大量破壊兵器 など</li> </ul>                                                               |
| 4   | 社会リスク  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会保障制度の崩壊</li> <li>・ 雇用および生活の破綻</li> <li>・ 感染症の広がり</li> <li>・ 人の健康被害に及ぶ汚染</li> <li>・ 著しいメンタルヘルスの悪化 など</li> </ul>                                  |

出典：グローバル・リスク報告書 2022 年報告書に基づき調査団作成

近年、特に地球温暖化（気候変動）の加速、国家間の紛争による燃料費の上昇をはじめとするコモディティ・ショック、新型コロナウイルス感染拡大による経済への影響など様々な多国間を横断する課題に直面している国が多く存在する。それらの国では、様々な課題が密接に関わっており、課題の関係性を十分に把握した上で対策を検討する必要がある。

ここでは、グローバル・リスクにさらされた結果、深刻な問題に直面した国としてスリランカを取り上げて、課題・解決策・効果について述べる。

#### (1) スリランカにおけるグローバル・リスクに起因する課題

スリランカにおけるグローバル・リスクと直面している課題を表 3-4.2 に示す。

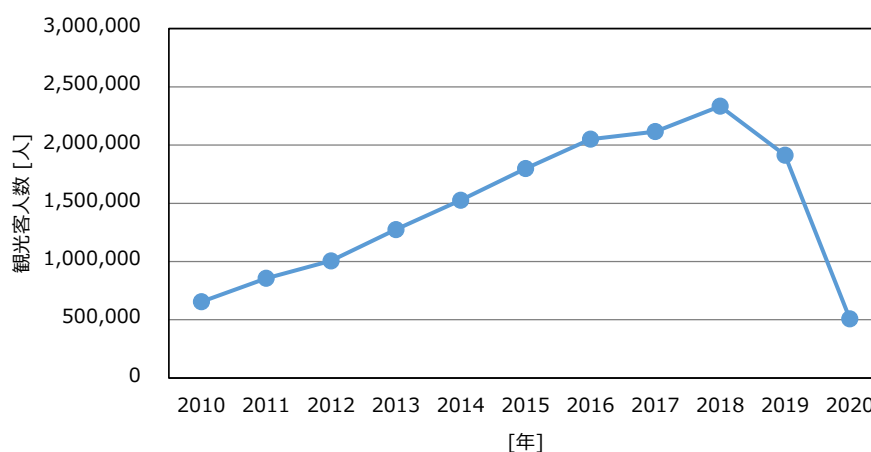
表 3-4.2 スリランカにおけるグローバル・リスクと課題

| No. | リスク分類 | 課題                                                                                                                                                                                  |
|-----|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 経済リスク | <p>【経済危機】</p> <p>恒常的な財政赤字が継続していたスリランカにおいて、2019 年の爆破テロ事件や同年のゴタバヤ大統領就任後の大規模減税などの政策を受け、スリランカ経済は徐々に悪化。新型コロナ感染拡大後は、主要産業の観光業の収益源となる観光客が激減（図 3-4.1 を参照）。2022 年 4 月末の外貨準備高は 1 カ月分の輸入額に満</p> |



| No. | リスク分類  | 課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |        | たない水準)となり、外貨不足により燃料、医薬品・食品等の必需品の輸入供給が困難となり、3月末以降で大統領退陣を求めるデモが各地で続く中、閣僚、首相、大統領の辞任があいつぎ、2022年5月に対外債務の債務不履行となった。現在スリランカでは、為替の大幅安が輸入物価の上昇を招き、インフレを深刻化させている。特に、輸入に頼っているガソリンや発電燃料の価格が高騰しているため、計画停電が実施されており電力が安定に供給されていない状況である。                                                                                             |
| 2   | 環境リスク  | <p>【気候変動への対応】</p> <p>スリランカでは近年、国内全域で気温が徐々に上昇し、温暖化が加速している。集中豪雨の頻繁な発生は、洪水発生の一因となっており、乾期の日数の増加が、干ばつ、水不足、農作物の不作の要因となっている。スリランカでは、2012年に国家気候変動政策が策定され、気候変動対策の理念と目標、主要方針に加え、適応策や緩和策、持続可能な消費・生産の推進、知識管理などについての政策が示された。この中で、再生可能エネルギーの適用、エネルギー利用の効率化、二酸化炭素(CO2)排出量の少ないシステムを導入することが記載されており、様々な分野で環境負荷低減に向けた取り組みが急務となっている。</p> |
| 3   | 地政学リスク | <p>【国家間紛争による影響】</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4   | 社会リスク  | <p>昨今の世界情勢の影響を受け、世界的にエネルギー価格が高騰している。スリランカでは、経済危機によりインフレが深刻化している状況に拍車がかかり、人々への基礎的社会サービス(教育、保健・医療、エネルギーなどにインフラアクセス)の低下の一因となっている。</p>                                                                                                                                                                                   |

出典：調査団作成



出典：Sri Lanka Tourism Development Authority のデータに基づき調査団作成

図 3-4.1 スリランカの観光客の推移

スリランカでは、恒常的な財政赤字、世界的な新型コロナウイルス感染拡大による観光業への打撃、国内全域での気温の上昇、インフレの深刻化による社会サービスの低下などグローバル・リスクに起因する課題に直面している。

## (2) グローバル・リスクに起因する課題の解決策（スリランカの事例）

グローバル・リスクに起因する課題の解決策としてスリランカでの検討事例を表3-4.3に示す。本調査では、プロジェクトの具体的な実施を念頭に、対象候補選定するために現地調査を行っ



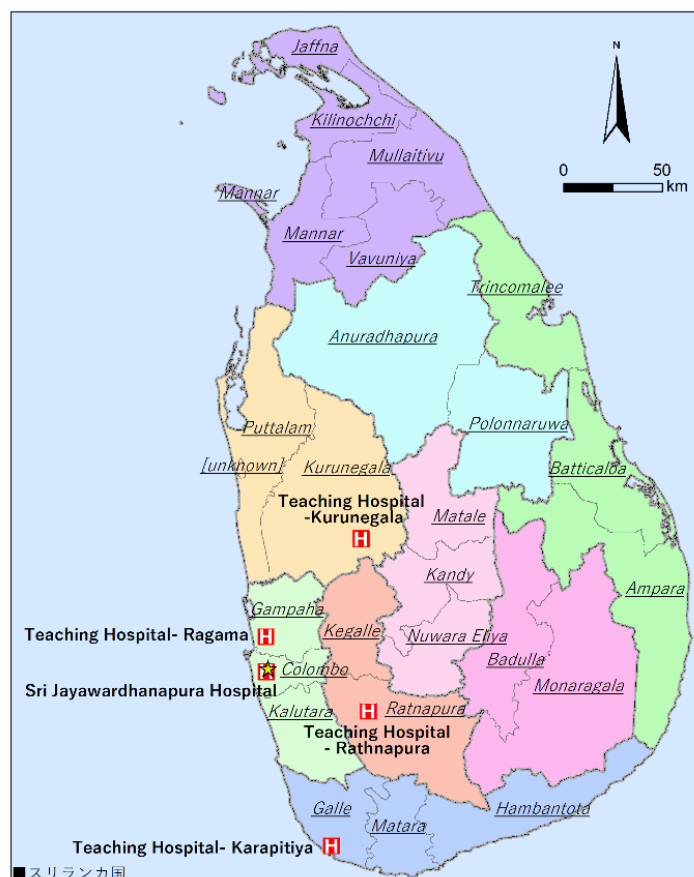
た（調査結果は本報告書別添資料4の「現地調査報告書」を参照）。

表 3-4.3 スリランカが直面している課題と解決策（スリランカの事例）

| 課題                                                                               | 対象   | 目的／実施内容                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------|
| ①計画停電が実施されており電力が安定に供給されていない<br>②環境負荷低減に向けた取り組みが急務<br>③人々への基礎的社会サービス（教育、保健・医療）の低下 | 医療施設 | 電力系統や自家用発電機による電力供給の一部を太陽光発電システム及び蓄電池により代替することにより、電力供給と医療サービスの向上を図る。 |

出典：調査団作成

図3-4.2に現地調査を実施した医療施設の位置図、表3-4.4にサイト選定スクリーニング結果（スリランカ医療施設）を示す。現地調査で新たに収集した資料やデータ、病院長や関係者からのヒアリング、サイト状況調査の結果を基に、表中に記載のスクリーニング項目を用い5サイトの評価を行った。病院が経営管理を担っている第三セクターのスリジャヤワルダナプラ病院が優先順の1位で、スクリーニングカテゴリ6つのうち4つの最高スコアを獲得した。続いてラトナプラ病院が同カテゴリのうち2つの最高スコアを核として2位となった。



出典：調査団作成

図 3-4.2 現地調査対象医療施設の位置図

表 3-4.4 サイト選定スクリーニング結果（スリランカ医療施設）

| 項目                         | スコア | スリジャワルダナプーラ<br>教育病院                             | ラトムブラ<br>教育病院                        | クルネガラ<br>教育病院                        | ラガマ<br>教育病院                      | カラピティア<br>教育病院                       |
|----------------------------|-----|-------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
|                            |     | Sri<br>Jayawardhanapura<br>Teaching<br>Hospital | Teaching<br>Hospital -<br>Rathnapura | Teaching<br>Hospital -<br>Kurunegala | Teaching<br>Hospital -<br>Ragama | Teaching<br>Hospital -<br>Karapitiya |
| 有効性（裨益性・ニーズ）               | 最高  |                                                 | ○                                    |                                      |                                  |                                      |
| ベッド数（地域に対する割合）             | 5   | 1                                               | 5                                    | 3                                    | 2                                | 4                                    |
| 外来患者数（地域の5%以上）             | 5   | 1                                               | 5                                    | 3                                    | 2                                | 4                                    |
| ニーズ（聞き取り調査による）             | 5   | 5                                               | 3                                    | 2                                    | 1                                | 4                                    |
| インパクト                      | 最高  | ○                                               |                                      |                                      |                                  |                                      |
| 非常用発電機への依存度<br>（自家発電燃料費が高） | 5   | 5                                               | 3                                    | 4                                    | 3                                | 1                                    |
| 財務的なインパクト                  | 5   | 5                                               | 3                                    | 4                                    | 3                                | 1                                    |
| 整合性                        | 最高  |                                                 | ○                                    |                                      |                                  |                                      |
| 他事業との調和・相乗効果<br>（医療整備事業）   | 5   | 4                                               | 5                                    | 3                                    | 1                                | 1                                    |
| 環境面                        | 最高  | ○                                               |                                      |                                      |                                  |                                      |
| 太陽電池据付場所<br>（建物・支持物・面積）    | 5   | 5                                               | 4                                    | 3                                    | 2                                | 2                                    |
| 自然環境（景観・施工性）               | 5   | 5                                               | 4                                    | 3                                    | 2                                | 2                                    |
| 持続性                        | 最高  | ○                                               |                                      |                                      |                                  |                                      |
| 維持管理体制                     | 5   | 5                                               | 4                                    | 3                                    | 2                                | 2                                    |
| 透明性                        | 最高  | ○                                               |                                      |                                      |                                  |                                      |
| 財務面の透明性                    | 5   | 5                                               | 2                                    | 4                                    | 4                                | 1                                    |
| スコア                        | 50  | 41                                              | 38                                   | 32                                   | 22                               | 22                                   |
| 優先順位                       | -   | 1                                               | 2                                    | 3                                    | 4                                | 5                                    |

出典：調査団作成

本調査では、グローバル・リスクへの対応事例として、スリランカが抱える課題と解決策を報告した。現在、サブサハラ・アフリカ諸国をはじめ多くの開発途上国が、グローバル・リスクにさらされており、問題が顕在化する前に、対応策を検討する必要があると考える。

### 3-5 候補案件の概要

「3-1 提案の方法」を用いて策定したプロジェクト提案のうち、新規協力候補案件ロングリストについては「第二部各国の調査結果」に示す。

現地調査を実施した7カ国の新規協力候補案件ロングリストのうち、ポテンシャルが高く、更なる深堀調査の実施が推奨されるプロジェクトのリストを表3-5. 1に示す。

表 3-5.1 新規候補案件ショートリスト

| タイトル                                                    | スコープ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 期待される効果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 備考                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| マラウイ                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| リロングウェ首都圏<br>33kV 配電線環状化プロジェクト<br>無償（調達＋据付）<br>配電<br>変電 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 配電               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 33kV 配電線建設及び増強</li> </ul> </li> <li>● 変電               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 33/11kV チャタタ変電所新設</li> <li>・ 33/11kV エリア 49 変電所新設</li> <li>・ 132/66/33/11kV カネンゴ変電所改修</li> <li>・ 66/33/11kV カウマ変電所改修</li> <li>・ 33/11kV チティピ変電所改修</li> <li>・ 33/11kV エリア 47 変電所改修</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 都市近郊の家庭の電化が進み、保健所や病院、教育機関への電力供給がより安定する。</li> <li>・ 11kV 長距離配電から 33kV 配電への切替えにより、配電ロス低減、電力品質が向上する。</li> <li>・ 首都周辺 33 kV 配電網を環状化することで冗長性と運用の柔軟性を確保する。</li> <li>・ 開発が進むチャタタエリア周辺に配電用変電所を設置することで、大規模需要家向け及び一般家庭向け電力供給の安定化を図る。また既設カネンゴ変電所の負荷救援も可能となる。</li> <li>・ 過負荷となっている既設カネンゴ～エリア 47 間の配電線を増強化することで、配電ロス低減、電力品質の向上に資する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 他の候補案件に比べて、ビジビリティが高い首都の配電網強化案件候補である。</li> <li>・ 既設の送配電線を活用することにより、環境社会配慮上の問題を低減できる。</li> <li>・ 先方プロジェクト「リロングウェ市における変電所改修計画」との相乗効果が期待される。</li> <li>・ 開発が進む地域のため、事業実施が遅れると用地や Right Of Way の確保が困難になる。</li> </ul> |
| エチオピア                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 維持管理機材整備計画<br>無償（調達＋ソフコン）<br>配電                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 維持管理機材の調達と運用指導               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 架空線、地中ケーブルの故障時対応機器（故障点検出装置）の調達・運用指導</li> <li>・ 移動式設備（パッドマウント変圧器）の調達・運用指導</li> <li>・ 配電線無停電工法採用のための必要機材調達・運用指導</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「事故時復旧時間の短縮」、「設備の予防保全の実施」が可能となり、事故復旧時間と事故発生件数の削減が期待される。</li> <li>・ その結果、アジスアベバの電力供給信頼度が高まり、顧客満足度が向上し料金徴収ロスが低減すると考えられる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 紛争地域を含む、アジスアベバ以外の地域等、幅広い配電ネットワークにおいて、本邦技術を活かした効果が期待される。</li> </ul>                                                                                                                                             |
| マダガスカル                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| トアマシナ配電網増強計画<br>無償（調達＋据付）<br>配電<br>変電                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Tamatave-1 変電所（TM-1）の更新建設<br/>20/5 kV 変圧器、開閉装置、監視制御装置、土木建築工事</li> <li>・ Tamatave-2 変電所（TM-2）の更新建設<br/>35/20 kV 変圧器、開閉装置、監視制御装置、土木建築工事</li> <li>・ 配電用柱上変圧器、配電線区分開閉器及</li> </ul>                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ トアマシナ地区（人口 35 万人）の待機需要（接続申請済 2022 年 5 月現在約 1,500 件）の解消に伴う現在 6 割以下の電化率の向上が図れる。</li> <li>・ 建屋と設備の信頼性向上、自動開閉機能付き区分開閉器の利用に伴う停電回数・時間の減少が期待できる。（約 150 回/月、約 1 時間/回の大</li> </ul>                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 変電所建設は JIRAMA の保有する既存の敷地内で建設が可能である。</li> <li>・ 配電線のルートによっては、Right Of Way 確保のため、住民移転が多くなる可能性がある。</li> </ul>                                                                                                     |

| タイトル                                      | スコープ                                                                                                                                                               | 期待される効果                                                                                                                                                                                                                        | 備考                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | び新設 TM-1 と TM-2 から既設配電線への接続資材                                                                                                                                      | 幅な低減)                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                |
| スリランカ                                     |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                |
| 太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画<br>無償（調達＋据付）<br>再エネ | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽光発電パネル及び付帯設備</li> <li>・ コンテナ装置（DC/AC 変換インバータ、蓄電池、AC スイッチ、変圧器、他）</li> <li>・ ケーブル、通信線</li> <li>・ 太陽光発電システム監視装置</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電力系統や自家発電機による電力供給の一部を太陽光発電により代替することにより、医療施設の電力供給と病院運営の向上に寄与する。</li> <li>・ 地域社会サービス基盤の改善。</li> </ul>                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽光発電パネルを据付ける屋根材の張り替えや建屋の補強検討が必要と考えられ、その工法やコスト、工期の検討に十分留意する必要がある。</li> <li>・ 設備の初期投資が高く、エネルギー効率が低いため、投資回収という観点では劣る。</li> <li>・ 設備の維持管理指導や体制の整備に係る留意が必要である。</li> </ul> |
| コンゴ（共）                                    |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                |
| ムボウノ変電所増強計画<br>無償（調達＋据付）                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ムボウノ変電所における 220/20kV 主変圧器増設（220/20kV 70 MVA 変圧器×1 台</li> <li>・ 開閉装置</li> <li>・ 監視制御装置</li> <li>・ 土木工事</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配電用変電所の主変圧器の容量増加で待機需要の解消に貢献し電化率の向上</li> <li>・ 当該変電所近隣の 6.6kV 配電系統の 20kV 昇圧に貢献し、電力品質向上と配電地域拡大が可能</li> </ul>                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ムボウノ変電所における 220/20kV 主変圧器を増設する。</li> </ul>                                                                                                                            |
| 配電電圧昇圧化計画<br>無償（調達）                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配電用変圧器（約 150 台）</li> <li>・ 20kV 埋設ケーブル（AL 150mm<sup>2</sup> 65km）</li> <li>・ 配電用端末材他一式</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 20 kV への昇圧化は、電圧降下改善や配電線の延伸に有利</li> <li>・ 本邦技術の低損失変圧器の採用に伴い配電損失の低減が可能</li> <li>・ ブラザビル市内の 6.6kV 設備削除にともない保守機材の簡素化に伴う運用性の向上</li> <li>・ 将来のブラザビル市内電力ネットワーク 220kV 化に向けた配電系統の整備</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本邦技術で提案した移動用変圧器を含めて供与すれば、20kV 昇圧化工事実施中の需要家への停電時間短縮が図れる。</li> <li>・ 6.6kV から 20kV への配電電圧昇圧用の配電機材納入</li> </ul>                                                          |

出典：調査団作成

## 第 4 章 提言

## 第4章 提言

### 4-1 調査対象国共通の課題

本調査を通じて、以下の3項目については共通な課題として抱えている国が多いことが分かった。これらの課題は正と負の要因を持つ相関関係にあるため、課題解決が出来るか出来ないかで電気事業体の経営、ひいては国の社会経済発展にも影響を及ぼすものと考えられる。

- 電力アクセス率の伸び悩み
  - ・ 人口増加に対して発電・流通設備等の供給力不足（資金面）
  - ・ 設備投資計画等の計画策定（人材育成）
  - ・ 広範囲な地方農村部で点在して暮らす人々への困難な配電設備の整備（投資環境）
- 電気事業体の収益不足
  - ・ 売電できる電力の供給力不足（供給量）
  - ・ IPP等からの買電価格と消費者への売電価格の格差（逆ザヤ）
  - ・ 電力損失（高い技術的ロス・低い料金徴収率）
- 維持管理能力不足
  - ・ リソース不足（教育・訓練）
  - ・ 電力損失低減（キャパシティ・ビルディング）
  - ・ 設備故障時の対応や事故の原因分析（キャパシティ・ビルディング）

### 4-2 調査結果の総括

本調査は、コロナ禍の2020年10月から2023年3月の約28カ月に亘り実施された。調査開始後まもなく、対象国に質問票を送付し、オンラインミーティングやローカルコンサルタントを活用したフォローを行った。また、インターネットから入手可能なデータ等を補足的に収集したが、現地調査対象とはならなかった国々における、リモートによる情報の収集、ニーズの把握、相手国関係者のモチベーションの維持には、多大な時間を要したうえ、現地調査実施国との情報量の格差が生じた調査結果となっている。

なお本調査は、具体的案件（無償、技術協力）形成に必要な情報収集を目的としているため、設備の投資に加えて、デジタル技術化を含む設備運用や維持管理に関する課題の把握、ニーズの掘り起こしや人材育成の必要性調査を行った。調査団は本調査の開始後、日本国内メーカーの製品・サービスや電力会社が活用しているデジタル技術等の情報を取りまとめ、現地調査において、製品やシステム、技術の紹介や提案を行った。（「第3章 3-2 技術提案」参照）

各国の電力セクターの関係者は、デジタル技術や新技術に一様の関心を向けたが、各国の政策目標でもある電力アクセスの向上促進に直結する、設備の更新や新設といった内容がプロジェクトロングリストの大半を占めている。

今後のサブサハラ・アフリカ地域においては、グローバルイシューへの対応やエネルギー安全保障への関心がいっそう高まっていくことも想定される。そのため、各国電力セクターの共通する課題を包含する地域単位での取り組みの実施が、電力アクセスの向上促進の具現化にも寄与するのではないと思われる。

### 4-3 提言

調査対象国に共通する課題への解決、及びサブサハラ・アフリカ地域の広い範囲における、電力事情の改善と、平等で社会包摂的、かつ持続可能な社会経済の構築に向けた方策の一案として、「広域技術協力プロジェクト」が有効ではないかと思料する。

以下に、広域技術協力プロジェクトを想定したキャパシティビルディングプロジェクトの例を示すが、対象とする国や協力内容の範囲・規模によっては、資金規模の確保や効率的な活用を可能とするため、他の国際開発機関や開発協力実施機関とのパートナーシップによる、協調支援も考えられる。

#### キャパシティビルディングプロジェクト（例）

- |      |   |                                                                                                                                                 |
|------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主目的  | ： | プロジェクトを通して人的な交流の促進と人材育成を図り、共通する課題の解決に寄与する。                                                                                                      |
| （理由） | ： | 側面的に電力プールプロジェクトの促進を図り、地域が有するエネルギー資源を活用した電力の取り引きを活発化させ、関係国の電力アクセス向上や需要対策に寄与する。                                                                   |
| 主内容  | ： | 合同研修施設の設置（研修機材の整備・運営支援）、オンデマンド教材等を活用したソフト支援（開発・投資計画策定能力向上、事業体経営改善支援）、本邦技術を活用した支援（電力損失低減向上、設備故障時の対応や事故の原因分析）等。                                   |
| （理由） | ： | 側面的に電力プールプロジェクトの促進を図り、地域が有するエネルギー資源を活用した電力の取り引きを活発化させ、関係国の電力アクセス向上や需要対策に寄与する。                                                                   |
| 対象国  | ： | 東部アフリカ電力プール（EAPP）加盟国の中から選択                                                                                                                      |
| （理由） | ： | これまで資金協力を実施してきた国が多く、また、ジブチを除くすべての国が英語によるコミュニケーションが可能であるため、仏語等の他言語使用国と比較すると、各国調整や運用の容易性が認められるため。                                                 |
| 事務局  | ： | エチオピア                                                                                                                                           |
| （理由） | ： | 現地調査の結果、課題やニーズが確認されているため。また、エチオピアはEAPPの事務局で電力輸出国であるためイニシアティブを取り易いと考えられる。更に、アジスアベバにはアフリカ連合の本部が位置していること、世界各国と接続しているボレ国際空港が位置しており、対象国との往来が容易であるため。 |

JICA が策定した広域協力形成・実施ハンドブック<sup>1</sup>には、JICA としての協力をどのように形成・実施・評価していくのかが実務的に示されており、技術レベルやニーズが異なる関係国との多岐にわたる調整や合意形成、課題選択・目標設定等は、二国間協力の考え方ではとても対処できない困難さが伴うものと考えられる。

一度に複数国を相手に協力枠組みを構築することは困難であることに疑う余地がないが、今後のサブサハラ・アフリカ地域電力セクター支援検討の選択肢の一つとして、提案するものである。

<sup>1</sup> 国境を越える課題－広域協力形成・実施ハンドブック（2008年3月）

## 第二部

### 各国の調査結果



## 目次

### 図表リスト

### 略語集

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>第1章 アンゴラ共和国</b> .....  | <b>1-1</b> |
| 1-1 概況 .....              | 1-1        |
| 1-2 エネルギー政策 .....         | 1-2        |
| 1-3 エネルギー需給 .....         | 1-3        |
| 1-4 電気事業体制 .....          | 1-4        |
| 1-5 電力需給 .....            | 1-4        |
| 1-6 電力設備 .....            | 1-5        |
| 1-7 課題と開発ニーズ .....        | 1-10       |
| 1-8 新規協力候補案件ロングリスト .....  | 1-11       |
| <b>第2章 ブルキナファソ</b> .....  | <b>2-1</b> |
| 2-1 概況 .....              | 2-1        |
| 2-2 エネルギー政策 .....         | 2-2        |
| 2-3 エネルギー需給 .....         | 2-3        |
| 2-4 電気事業体制 .....          | 2-4        |
| 2-5 電力需給 .....            | 2-4        |
| 2-6 電力設備 .....            | 2-6        |
| 2-7 課題と開発ニーズ .....        | 2-11       |
| 2-8 新規協力候補案件ロングリスト .....  | 2-11       |
| <b>第3章 カメルーン共和国</b> ..... | <b>3-1</b> |
| 3-1 概況 .....              | 3-1        |
| 3-2 エネルギー政策 .....         | 3-2        |
| 3-3 エネルギー需給 .....         | 3-3        |
| 3-4 電気事業体制 .....          | 3-4        |
| 3-5 電力需給 .....            | 3-4        |
| 3-6 電力設備 .....            | 3-4        |
| 3-7 課題と開発ニーズ .....        | 3-9        |
| 3-8 新規協力候補案件ロングリスト .....  | 3-9        |
| <b>第4章 コンゴ共和国</b> .....   | <b>4-1</b> |
| 4-1 概況 .....              | 4-1        |
| 4-2 エネルギー政策 .....         | 4-2        |
| 4-3 エネルギー需給 .....         | 4-3        |
| 4-4 電気事業体制 .....          | 4-4        |
| 4-5 電力需給 .....            | 4-4        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 4-6 電力設備 .....                | 4-6        |
| 4-7 課題と開発ニーズ .....            | 4-12       |
| 4-8 新規協力候補案件ロングリスト .....      | 4-12       |
| <br>                          |            |
| <b>第5章 エチオピア連邦民主共和国 .....</b> | <b>5-1</b> |
| 5-1 概況 .....                  | 5-1        |
| 5-2 エネルギー政策 .....             | 5-2        |
| 5-3 エネルギー需給 .....             | 5-3        |
| 5-4 電気事業体制 .....              | 5-4        |
| 5-5 電力需給 .....                | 5-4        |
| 5-6 電力設備 .....                | 5-5        |
| 5-7 課題と開発ニーズ .....            | 5-9        |
| 5-8 新規協力候補案件ロングリスト .....      | 5-10       |
| <br>                          |            |
| <b>第6章 ギニア共和国 .....</b>       | <b>6-1</b> |
| 6-1 概況 .....                  | 6-1        |
| 6-2 エネルギー政策 .....             | 6-2        |
| 6-3 エネルギー需給 .....             | 6-3        |
| 6-4 電気事業体制 .....              | 6-4        |
| 6-5 電力需給 .....                | 6-4        |
| 6-6 電力設備 .....                | 6-5        |
| 6-7 課題と開発ニーズ .....            | 6-8        |
| 6-8 新規協力候補案件ロングリスト .....      | 6-8        |
| <br>                          |            |
| <b>第7章 ケニア共和国 .....</b>       | <b>7-1</b> |
| 7-1 概況 .....                  | 7-1        |
| 7-2 エネルギー政策 .....             | 7-2        |
| 7-3 エネルギー需給 .....             | 7-3        |
| 7-4 電気事業体制 .....              | 7-3        |
| 7-5 電力需給 .....                | 7-4        |
| 7-6 電力設備 .....                | 7-5        |
| 7-7 課題と開発ニーズ .....            | 7-13       |
| 7-8 新規協力候補案件ロングリスト .....      | 7-13       |
| <br>                          |            |
| <b>第8章 リベリア共和国 .....</b>      | <b>8-1</b> |
| 8-1 概況 .....                  | 8-1        |
| 8-2 エネルギー政策 .....             | 8-2        |
| 8-3 エネルギー需給 .....             | 8-3        |
| 8-4 電気事業体制 .....              | 8-4        |
| 8-5 電力需給 .....                | 8-4        |
| 8-6 電力設備 .....                | 8-6        |
| 8-7 課題と開発ニーズ .....            | 8-9        |

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| 8-8 新規協力候補案件ロングリスト .....      | 8-10        |
| <b>第9章 マダガスカル共和国.....</b>     | <b>9-1</b>  |
| 9-1 概況 .....                  | 9-1         |
| 9-2 エネルギー政策.....              | 9-2         |
| 9-3 エネルギー需給.....              | 9-3         |
| 9-4 電気事業体制.....               | 9-4         |
| 9-5 電力需給 .....                | 9-4         |
| 9-6 電力設備 .....                | 9-6         |
| 9-7 課題と開発ニーズ.....             | 9-13        |
| 9-8 新規協力候補案件ロングリスト .....      | 9-13        |
| <b>第10章 マラウイ共和国.....</b>      | <b>10-1</b> |
| 10-1 概況 .....                 | 10-1        |
| 10-2 エネルギー政策.....             | 10-2        |
| 10-3 エネルギー需給.....             | 10-3        |
| 10-4 電気事業体制.....              | 10-4        |
| 10-5 電力需給 .....               | 10-4        |
| 10-6 電力設備 .....               | 10-5        |
| 10-7 課題と開発ニーズ.....            | 10-10       |
| 10-8 新規協力候補案件ロングリスト .....     | 10-10       |
| <b>第11章 モザンビーク共和国 .....</b>   | <b>11-1</b> |
| 11-1 概況 .....                 | 11-1        |
| 11-2 エネルギー政策.....             | 11-2        |
| 11-3 エネルギー需給.....             | 11-3        |
| 11-4 電気事業体制.....              | 11-3        |
| 11-5 電力需給 .....               | 11-4        |
| 11-6 電力設備 .....               | 11-6        |
| 11-7 課題と開発ニーズ.....            | 11-13       |
| 11-8 新規協力候補案件ロングリスト .....     | 11-13       |
| <b>第12章 ナイジェリア連邦共和国 .....</b> | <b>12-1</b> |
| 12-1 概況 .....                 | 12-1        |
| 12-2 エネルギー政策.....             | 12-2        |
| 12-3 エネルギー需給.....             | 12-3        |
| 12-4 電気事業体制.....              | 12-4        |
| 12-5 電力需給 .....               | 12-5        |
| 12-6 電力設備 .....               | 12-7        |
| 12-7 課題と開発ニーズ.....            | 12-10       |

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| <b>第13章 ルワンダ共和国</b> .....       | <b>13-1</b>     |
| 13-1 概況 .....                   | 13-1            |
| 13-2 エネルギー政策.....               | 13-2            |
| 13-3 エネルギー需給.....               | 13-5            |
| 13-4 電気事業体制.....                | 13-6            |
| 13-5 電力需給 .....                 | 13-6            |
| 13-6 電力設備 .....                 | 13-8            |
| 13-7 課題と開発ニーズ.....              | 13-12           |
| 13-8 新規協力候補案件ロングリスト .....       | 13-12           |
| <br><b>第14章 セネガル共和国</b> .....   | <br><b>14-1</b> |
| 14-1 概況 .....                   | 14-1            |
| 14-2 エネルギー政策.....               | 14-2            |
| 14-3 エネルギー需給.....               | 14-3            |
| 14-4 電気事業体制.....                | 14-4            |
| 14-5 電力需給 .....                 | 14-4            |
| 14-6 電力設備 .....                 | 14-5            |
| 14-7 課題と開発ニーズ.....              | 14-11           |
| 14-8 新規協力候補案件ロングリスト .....       | 14-12           |
| <br><b>第15章 シエラレオネ共和国</b> ..... | <br><b>15-1</b> |
| 15-1 概況 .....                   | 15-1            |
| 15-2 エネルギー政策.....               | 15-2            |
| 15-3 エネルギー需給.....               | 15-4            |
| 15-4 電気事業体制.....                | 15-5            |
| 15-5 電力需給 .....                 | 15-5            |
| 15-6 電力設備 .....                 | 15-7            |
| 15-7 課題と開発ニーズ.....              | 15-11           |
| 15-8 新規協力候補案件ロングリスト .....       | 15-12           |
| <br><b>第16章 トーゴ共和国</b> .....    | <br><b>16-1</b> |
| 16-1 概況 .....                   | 16-1            |
| 16-2 エネルギー政策.....               | 16-2            |
| 16-3 エネルギー需給.....               | 16-4            |
| 16-4 電気事業体制.....                | 16-4            |
| 16-5 電力需給 .....                 | 16-5            |
| 16-6 電力設備 .....                 | 16-6            |
| 16-7 課題と開発ニーズ.....              | 16-11           |
| 16-8 新規協力候補案件ロングリスト .....       | 16-11           |
| <br><b>第17章 ウガンダ共和国</b> .....   | <br><b>17-1</b> |
| 17-1 概況 .....                   | 17-1            |

---

|      |                     |       |
|------|---------------------|-------|
| 17-2 | エネルギー政策.....        | 17-2  |
| 17-3 | エネルギー需給.....        | 17-3  |
| 17-4 | 電気事業体制.....         | 17-4  |
| 17-5 | 電力需給.....           | 17-4  |
| 17-6 | 電力設備.....           | 17-6  |
| 17-7 | 課題と開発ニーズ.....       | 17-10 |
| 17-8 | 新規協力候補案件ロングリスト..... | 17-10 |
| <br> |                     |       |
| 第18章 | ザンビア共和国.....        | 18-1  |
| 18-1 | 概況.....             | 18-1  |
| 18-2 | エネルギー政策.....        | 18-2  |
| 18-3 | エネルギー需給.....        | 18-3  |
| 18-4 | 電気事業体制.....         | 18-4  |
| 18-5 | 電力需給.....           | 18-4  |
| 18-6 | 電力設備.....           | 18-5  |
| 18-7 | 課題と開発ニーズ.....       | 18-9  |
| 18-8 | 新規協力候補案件ロングリスト..... | 18-9  |

## 図表リスト

### 第1章 アンゴラ共和国

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| 1-1 概況 .....                         | 1-1  |
| 図 1-1.1 位置図 .....                    | 1-1  |
| 図 1-1.2 人口分布 .....                   | 1-1  |
| 表 1-1.1 主要データ .....                  | 1-2  |
| 表 1-1.2 対アンゴラ開発協力方針（2017年時点） .....   | 1-2  |
| 1-2 エネルギー政策 .....                    | 1-2  |
| 1-3 エネルギー需給 .....                    | 1-3  |
| 表 1-3.1 エネルギー需給一覧表 .....             | 1-3  |
| 1-4 電気事業体制 .....                     | 1-4  |
| 表 1-4.1 電気事業体制 .....                 | 1-4  |
| 1-5 電力需給 .....                       | 1-4  |
| 図 1-5.1 北部地域系統における日負荷曲線(2016年) ..... | 1-5  |
| 表 1-5.1 電力需要供給状況一覧 .....             | 1-4  |
| 表 1-5.2 地域別最大電力の推移 .....             | 1-5  |
| 1-6 電力設備 .....                       | 1-5  |
| 図 1-6.1 主要発電設備と送電線の配置図（2017年） .....  | 1-7  |
| 表 1-6.1 主要発電整備 .....                 | 1-6  |
| 表 1-6.2 主要送電線一覧表 .....               | 1-8  |
| 表 1-6.3 主要な変電所と変圧器一覧表 .....          | 1-9  |
| 1-7 課題と開発ニーズ .....                   | 1-10 |
| 1-8 新規協力候補案件ロングリスト .....             | 1-11 |
| 表 1-8.1 プロジェクト候補リスト（アンゴラ） .....      | 1-12 |

### 第2章 ブルキナファソ

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 2-1 概況 .....                          | 2-1 |
| 図 2-1.1 位置図 .....                     | 2-1 |
| 図 2-1.2 人口分布 .....                    | 2-1 |
| 表 2-1.1 主要データ .....                   | 2-2 |
| 表 2-1.2 対ブルキナファソ開発協力方針（2018年時点） ..... | 2-2 |
| 2-2 エネルギー政策 .....                     | 2-2 |
| 表 2-2.1 電化率の推移 .....                  | 2-3 |
| 2-3 エネルギー需給 .....                     | 2-3 |
| 表 2-3.1 エネルギー需給一覧表 .....              | 2-4 |
| 2-4 電気事業体制 .....                      | 2-4 |
| 表 2-4.1 電気事業体制 .....                  | 2-4 |
| 2-5 電力需給 .....                        | 2-4 |
| 図 2-5.1 2019年の日負荷曲線 .....             | 2-6 |
| 表 2-5.1 電力需給の推移 .....                 | 2-4 |

|         |                                |      |
|---------|--------------------------------|------|
| 表 2-5.2 | 各国の国内における平均電気料金 2017(FCFA/kWh) | 2-5  |
| 表 2-5.3 | ピーク需要                          | 2-5  |
| 2-6     | 電力設備                           | 2-6  |
| 図 2-6.1 | ブルキナファソ送電系統図                   | 2-10 |
| 表 2-6.1 | 発電設備一覧                         | 2-6  |
| 表 2-6.2 | 太陽光発電プロジェクト                    | 2-7  |
| 表 2-6.3 | 国内送電線                          | 2-8  |
| 表 2-6.4 | 国際連系線                          | 2-8  |
| 表 2-6.5 | 変電設備                           | 2-9  |
| 2-7     | 課題と開発ニーズ                       | 2-11 |
| 2-8     | 新規協力候補案件ロングリスト                 | 2-11 |
| 表 2-8.1 | プロジェクト候補リスト (ブルキナファソ)          | 2-12 |

### 第3章 カメルーン共和国

|         |                         |      |
|---------|-------------------------|------|
| 3-1     | 概況                      | 3-1  |
| 図 3-1.1 | 位置図                     | 3-1  |
| 図 3-1.2 | 人口分布                    | 3-1  |
| 表 3-1.1 | 主要データ                   | 3-2  |
| 表 3-1.2 | 対カメルーン開発協力方針 (2012 年時点) | 3-2  |
| 3-2     | エネルギー政策                 | 3-2  |
| 3-3     | エネルギー需給                 | 3-3  |
| 表 3-3.1 | エネルギー需給一覧表              | 3-3  |
| 3-4     | 電気事業体制                  | 3-4  |
| 表 3-4.1 | 電気事業体制                  | 3-4  |
| 3-5     | 電力需給                    | 3-4  |
| 表 3-5.1 | 電力需給の推移                 | 3-4  |
| 3-6     | 電力設備                    | 3-4  |
| 図 3-6.1 | 電源種別割合                  | 3-5  |
| 図 3-6.2 | 送電系統図                   | 3-7  |
| 表 3-6.1 | 発電設備一覧                  | 3-5  |
| 表 3-6.2 | 電圧階級と送配電線互長             | 3-6  |
| 表 3-6.3 | RIN 北部系統 送電設備概要         | 3-7  |
| 表 3-6.4 | RIN 北部系統 変電設備概要         | 3-7  |
| 表 3-6.5 | RIS 南部系統 送電設備概要         | 3-8  |
| 表 3-6.6 | RIS 南部系統 変電設備概要         | 3-8  |
| 3-7     | 課題と開発ニーズ                | 3-9  |
| 3-8     | 新規協力候補案件ロングリスト          | 3-9  |
| 表 3-8.1 | プロジェクト候補リスト (カメルーン)     | 3-10 |

### 第4章 コンゴ共和国

|         |     |     |
|---------|-----|-----|
| 4-1     | 概況  | 4-1 |
| 図 4-1.1 | 位置図 | 4-1 |

|         |                               |      |
|---------|-------------------------------|------|
| 図 4-1.2 | 人口分布.....                     | 4-1  |
| 表 4-1.1 | 主要データ.....                    | 4-2  |
| 表 4-1.2 | 対コンゴ共和国開発協力方針（2018 年時点） ..... | 4-2  |
| 4-2     | エネルギー政策.....                  | 4-2  |
| 表 4-2.1 | エネルギー政策の主目標.....              | 4-3  |
| 4-3     | エネルギー需給.....                  | 4-3  |
| 表 4-3.1 | エネルギー需給一覧表.....               | 4-4  |
| 4-4     | 電気事業体制.....                   | 4-4  |
| 表 4-4.1 | 電気事業体制.....                   | 4-4  |
| 4-5     | 電力需給 .....                    | 4-4  |
| 図 4-5.1 | 日負荷データ(2015 年).....           | 4-5  |
| 図 4-5.2 | 想定需要及び電源設備計画.....             | 4-6  |
| 表 4-5.1 | 電力需要供給状況一覧.....               | 4-5  |
| 表 4-5.2 | 電力需給.....                     | 4-6  |
| 4-6     | 電力設備 .....                    | 4-6  |
| 図 4-6.1 | 発電設備配置.....                   | 4-8  |
| 図 4-6.2 | 停電事故件数の推移 .....               | 4-11 |
| 表 4-6.1 | 主要発電整備（系統連系分） .....           | 4-7  |
| 表 4-6.2 | 送電線一覧表.....                   | 4-9  |
| 表 4-6.3 | 送電線亘長.....                    | 4-9  |
| 表 4-6.4 | 基幹変電所と変圧器一覧表.....             | 4-9  |
| 表 4-6.5 | 配電設備の概要 .....                 | 4-11 |
| 4-7     | 課題と開発ニーズ.....                 | 4-12 |
| 4-8     | 新規協力候補案件ロングリスト .....          | 4-12 |
| 表 4-8.1 | プロジェクト候補リスト（コンゴ共和国） .....     | 4-13 |

## 第5章 エチオピア連邦民主共和国

|         |                              |     |
|---------|------------------------------|-----|
| 5-1     | 概況 .....                     | 5-1 |
| 図 5-1.1 | 位置図.....                     | 5-1 |
| 図 5-1.2 | 人口分布.....                    | 5-1 |
| 表 5-1.1 | 主要データ.....                   | 5-2 |
| 表 5-1.2 | 対エチオピア開発協力方針（2017 年時点） ..... | 5-2 |
| 5-2     | エネルギー政策.....                 | 5-2 |
| 5-3     | エネルギー需給.....                 | 5-3 |
| 表 5-3.1 | エネルギー需給一覧表.....              | 5-3 |
| 5-4     | 電気事業体制 .....                 | 5-4 |
| 表 5-4.1 | 電気事業体制.....                  | 5-4 |
| 5-5     | 電力需給 .....                   | 5-4 |
| 図 5-5.1 | ピーク電力.....                   | 5-4 |
| 表 5-5.1 | ピーク電力.....                   | 5-4 |
| 表 5-5.2 | 電力需給状況.....                  | 5-5 |
| 5-6     | 電力設備 .....                   | 5-5 |



|         |                         |      |
|---------|-------------------------|------|
| 図 5－6.1 | 送電系統図.....              | 5-8  |
| 表 5－6.1 | 発電設備一覧.....             | 5-6  |
| 表 5－6.2 | 送電線の総延長距離と回線距離.....     | 5-7  |
| 表 5－6.3 | 変電所数.....               | 5-7  |
| 表 5－6.4 | 顧客数.....                | 5-8  |
| 表 5－6.5 | 配電線の電圧毎亘長.....          | 5-8  |
| 表 5－6.6 | 配電用変圧器の電圧種別容量.....      | 5-9  |
| 表 5－6.7 | 配電用変電所数.....            | 5-9  |
| 5－7     | 課題と開発ニーズ.....           | 5-9  |
| 5－8     | 新規協力候補案件ロングリスト.....     | 5-10 |
| 表 5－8.1 | プロジェクト候補リスト（エチオピア）..... | 5-11 |

## 第6章 ギニア共和国

|         |                                        |     |
|---------|----------------------------------------|-----|
| 6－1     | 概況.....                                | 6-1 |
| 図 6－1.1 | 位置図.....                               | 6-1 |
| 図 6－1.2 | 人口分布.....                              | 6-1 |
| 表 6－1.1 | 主要データ.....                             | 6-2 |
| 表 6－1.2 | 対ギニア開発協力方針（2017年時点）.....               | 6-2 |
| 6－2     | エネルギー政策.....                           | 6-2 |
| 6－3     | エネルギー需給.....                           | 6-3 |
| 表 6－3.1 | エネルギー需給一覧表.....                        | 6-3 |
| 6－4     | 電気事業体制.....                            | 6-4 |
| 表 6－4.1 | 電気事業体制.....                            | 6-4 |
| 6－5     | 電力需給.....                              | 6-4 |
| 表 6－5.1 | 2015 から 2017 年における主要指標.....            | 6-4 |
| 6－6     | 電力設備.....                              | 6-5 |
| 図 6－6.1 | 送電系統図.....                             | 6-7 |
| 表 6－6.1 | 発電設備一覧（2017年）.....                     | 6-5 |
| 表 6－6.2 | 225 kV、110 kV 及び 60 kV 送電線の亘長.....     | 6-6 |
| 表 6－6.3 | 225 kV、110 kV、60 kV 及び 33 kV 変電所数..... | 6-8 |
| 6－7     | 課題と開発ニーズ.....                          | 6-8 |
| 6－8     | 新規協力候補案件ロングリスト.....                    | 6-8 |
| 表 6－8.1 | プロジェクト候補リスト（ギニア）.....                  | 6-9 |

## 第7章 ケニア共和国

|         |                          |     |
|---------|--------------------------|-----|
| 7－1     | 概況.....                  | 7-1 |
| 図 7－1.1 | 位置図.....                 | 7-1 |
| 図 7－1.2 | 人口分布.....                | 7-1 |
| 表 7－1.1 | 主要データ.....               | 7-2 |
| 表 7－1.2 | 対ケニア開発協力方針（2012年時点）..... | 7-2 |
| 7－2     | エネルギー政策.....             | 7-2 |
| 7－3     | エネルギー需給.....             | 7-3 |

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| 表 7-3.1 エネルギー需給一覧表 .....       | 7-3  |
| 7-4 電気事業体制 .....               | 7-3  |
| 表 7-4.1 電気事業体制 .....           | 7-4  |
| 7-5 電力需給 .....                 | 7-4  |
| 図 7-5.1 年負荷曲線 .....            | 7-5  |
| 図 7-5.2 日負荷曲線 .....            | 7-5  |
| 表 7-5.1 電力需給の推移 .....          | 7-4  |
| 表 7-5.2 ピーク需要 .....            | 7-5  |
| 7-6 電力設備 .....                 | 7-5  |
| 図 7-6.1 送電系統図 .....            | 7-8  |
| 表 7-6.1 発電設備一覧 .....           | 7-6  |
| 表 7-6.2 送変電設備所掌区分 .....        | 7-7  |
| 表 7-6.3 送電設備総長 .....           | 7-7  |
| 表 7-6.4 既設変電設備一覧 .....         | 7-9  |
| 表 7-6.5 配電系統の分類 .....          | 7-11 |
| 7-7 課題と開発ニーズ .....             | 7-13 |
| 7-8 新規協力候補案件ロングリスト .....       | 7-13 |
| 表 7-8.1 プロジェクト候補リスト（ケニア） ..... | 7-14 |

## 第8章 リベリア共和国

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| 8-1 概況 .....                                  | 8-1  |
| 図 8-1.1 位置図 .....                             | 8-1  |
| 図 8-1.2 人口分布 .....                            | 8-1  |
| 表 8-1.1 主要データ .....                           | 8-2  |
| 表 8-1.2 対リベリア開発協力方針（2019年時点） .....            | 8-2  |
| 8-2 エネルギー政策 .....                             | 8-2  |
| 8-3 エネルギー需給 .....                             | 8-3  |
| 表 8-3.1 エネルギー需給一覧表 .....                      | 8-3  |
| 8-4 電気事業体制 .....                              | 8-4  |
| 表 8-4.1 電気事業体制 .....                          | 8-4  |
| 8-5 電力需給 .....                                | 8-4  |
| 図 8-5.1 月別発生電力の推移（2016/1～2020/6） .....        | 8-5  |
| 図 8-5.2 月別供給電力量と回収電力量の推移（2016/1～2020/6） ..... | 8-6  |
| 8-6 電力設備 .....                                | 8-6  |
| 図 8-6.1 送電系統図 .....                           | 8-7  |
| 図 8-6.2 モンロビア首都圏送電系統図 .....                   | 8-8  |
| 表 8-6.1 発電設備 .....                            | 8-6  |
| 表 8-6.2 送配電線の亘長 .....                         | 8-8  |
| 表 8-6.3 変電設備（66 kV 以上） .....                  | 8-8  |
| 8-7 課題と開発ニーズ .....                            | 8-9  |
| 8-8 新規協力候補案件ロングリスト .....                      | 8-10 |
| 表 8-8.1 プロジェクト候補リスト（リベリア） .....               | 8-11 |

## 第9章 マダガスカル共和国

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| 9-1 概況 .....                           | 9-1  |
| 図 9-1.1 位置図 .....                      | 9-1  |
| 図 9-1.2 人口分布 .....                     | 9-1  |
| 表 9-1.1 主要データ .....                    | 9-2  |
| 表 9-1.2 対マダガスカル開発協力方針（2017年時点） .....   | 9-2  |
| 9-2 エネルギー政策 .....                      | 9-2  |
| 9-3 エネルギー需給 .....                      | 9-3  |
| 表 9-3.1 エネルギー需給一覧表 .....               | 9-3  |
| 9-4 電気事業体制 .....                       | 9-4  |
| 表 9-4.1 電気事業体制 .....                   | 9-4  |
| 9-5 電力需給 .....                         | 9-4  |
| 図 9-5.1 都市における日負荷曲線(実績) .....          | 9-6  |
| 表 9-5.1 電力需要供給状況一覧 .....               | 9-4  |
| 表 9-5.2 最高電力の推移 .....                  | 9-5  |
| 9-6 電力設備 .....                         | 9-6  |
| 図 9-6.1 水力・火力発電所と送電線配置（2017年） .....    | 9-8  |
| 図 9-6.2 全国及び首都近郊の送電線配置概要図 .....        | 9-11 |
| 図 9-6.3 送電系統図（RIAのみ）（2018年 現状相当） ..... | 9-12 |
| 表 9-6.1 主要発電整備 .....                   | 9-7  |
| 表 9-6.2 RIA系統の送電線一覧表 .....             | 9-9  |
| 表 9-6.3 RIA系統の変電所と変圧器一覧表 .....         | 9-9  |
| 表 9-6.4 配電系統と柱上変圧器台数(2018年) .....      | 9-10 |
| 9-7 課題と開発ニーズ .....                     | 9-13 |
| 9-8 新規協力候補案件ロングリスト .....               | 9-13 |
| 表 9-8.1 プロジェクト候補リスト（マダガスカル） .....      | 9-14 |

## 第10章 マラウイ共和国

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| 10-1 概況 .....                       | 10-1 |
| 図 10-1.1 位置図 .....                  | 10-1 |
| 図 10-1.2 人口分布 .....                 | 10-1 |
| 表 10-1.1 主要データ .....                | 10-2 |
| 表 10-1.2 対マラウイ開発協力方針（2018年時点） ..... | 10-2 |
| 10-2 エネルギー政策 .....                  | 10-2 |
| 10-3 エネルギー需給 .....                  | 10-3 |
| 表 10-3.1 エネルギー需給一覧表 .....           | 10-3 |
| 10-4 電気事業体制 .....                   | 10-4 |
| 表 10-4.1 電気事業体制 .....               | 10-4 |
| 10-5 電力需給 .....                     | 10-4 |
| 図 10-5.1 日負荷曲線(2014年) .....         | 10-5 |
| 表 10-5.1 電力需要供給状況一覧 .....           | 10-4 |

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 表 10-5.2 配電地域別の 2020 年の月電力使用量 ..... | 10-5  |
| 10-6 電力設備 .....                     | 10-5  |
| 図 10-6.1 送電系統図 .....                | 10-7  |
| 表 10-6.1 発電整備 .....                 | 10-6  |
| 表 10-6.2 主要送電線一覧表 .....             | 10-8  |
| 表 10-6.3 主要な変電所と変圧器一覧表 .....        | 10-9  |
| 10-7 課題と開発ニーズ .....                 | 10-10 |
| 10-8 新規協力候補案件ロングリスト .....           | 10-10 |
| 表 10-8.1 プロジェクト候補リスト（マラウイ） .....    | 10-11 |

## 第 11 章 モザンビーク共和国

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| 11-1 概況 .....                          | 11-1  |
| 図 11-1.1 位置図 .....                     | 11-1  |
| 図 11-1.2 人口分布 .....                    | 11-1  |
| 表 11-1.1 主要データ .....                   | 11-2  |
| 表 11-1.2 対モザンビーク開発協力方針（2013 年時点） ..... | 11-2  |
| 11-2 エネルギー政策 .....                     | 11-2  |
| 11-3 エネルギー需給 .....                     | 11-3  |
| 表 11-3.1 エネルギー需給一覧表 .....              | 11-3  |
| 11-4 電気事業体制 .....                      | 11-3  |
| 表 11-4.1 電気事業体制 .....                  | 11-3  |
| 11-5 電力需給 .....                        | 11-4  |
| 図 11-5.1 月別最大・最低負荷実績（2018 年） .....     | 11-5  |
| 図 11-5.2 2018 年最大電力記録日の日負荷曲線 .....     | 11-6  |
| 表 11-5.1 電力需要供給状況一覧 .....              | 11-4  |
| 表 11-5.2 送電網利用状況一覧 .....               | 11-4  |
| 表 11-5.3 最大電力の推移 .....                 | 11-5  |
| 表 11-5.4 EDM 管轄の国内需要推移 .....           | 11-6  |
| 11-6 電力設備 .....                        | 11-6  |
| 図 11-6.1 主要発電設備と送電線の配置図 .....          | 11-8  |
| 図 11-6.2 配電網の管理地域 .....                | 11-11 |
| 表 11-6.1 主要発電整備 .....                  | 11-7  |
| 表 11-6.2 電圧階級別の送電線亘長一覧 .....           | 11-9  |
| 表 11-6.3 主要送電線一覧表 .....                | 11-9  |
| 表 11-6.4 EDM 送電網の電力供給信頼性指標値 .....      | 11-11 |
| 表 11-6.5 配電設備一覧表（2020 年） .....         | 11-12 |
| 11-7 課題と開発ニーズ .....                    | 11-13 |
| 11-8 新規協力候補案件ロングリスト .....              | 11-13 |
| 表 11-8.1 プロジェクト候補リスト（モザンビーク） .....     | 11-14 |

## 第 12 章 ナイジェリア連邦共和国

|               |      |
|---------------|------|
| 12-1 概況 ..... | 12-1 |
|---------------|------|

|          |                             |       |
|----------|-----------------------------|-------|
| 図 12-1.1 | 位置図.....                    | 12-1  |
| 図 12-1.2 | 人口分布.....                   | 12-1  |
| 表 12-1.1 | 主要データ.....                  | 12-2  |
| 表 12-1.2 | 対ナイジェリア開発協力方針（2017年時点）..... | 12-2  |
| 12-2     | エネルギー政策.....                | 12-2  |
| 12-3     | エネルギー需給.....                | 12-3  |
| 図 12-3.1 | 国内一次エネルギー供給.....            | 12-4  |
| 図 12-3.2 | 電源種類別発電量.....               | 12-4  |
| 表 12-3.1 | エネルギー需給一覧表.....             | 12-3  |
| 12-4     | 電気事業体制.....                 | 12-4  |
| 表 12-4.1 | 電気事業体制.....                 | 12-5  |
| 12-5     | 電力需給.....                   | 12-5  |
| 図 12-5.1 | 配電会社と管轄地域.....              | 12-6  |
| 図 12-5.2 | 月別最大負荷実績（2016年）.....        | 12-7  |
| 表 12-5.1 | 電力需要供給状況一覧.....             | 12-5  |
| 表 12-5.2 | 配電会社別電力供給実績（2019年）.....     | 12-6  |
| 表 12-5.3 | 最大電力の年推移.....               | 12-7  |
| 12-6     | 電力設備.....                   | 12-7  |
| 図 12-6.1 | 送電系統図（2018年 進行中・計画含む）.....  | 12-9  |
| 表 12-6.1 | 主要発電設備.....                 | 12-8  |
| 表 12-6.2 | 各配電会社の配電線亘長一覧.....          | 12-10 |
| 12-7     | 課題と開発ニーズ.....               | 12-10 |

### 第13章 ルワンダ共和国

|          |                           |      |
|----------|---------------------------|------|
| 13-1     | 概況.....                   | 13-1 |
| 図 13-1.1 | 位置図.....                  | 13-1 |
| 図 13-1.2 | 人口分布.....                 | 13-1 |
| 表 13-1.1 | 主要データ.....                | 13-2 |
| 表 13-1.2 | 対ルワンダ開発協力方針（2017年時点）..... | 13-2 |
| 13-2     | エネルギー政策.....              | 13-2 |
| 図 13-2.1 | 地域毎の電化率と人口分布.....         | 13-4 |
| 表 13-2.1 | 主な都市（人口順に記載）.....         | 13-4 |
| 表 13-2.2 | 電力アクセス向上に関する詳細計画.....     | 13-5 |
| 13-3     | エネルギー需給.....              | 13-5 |
| 表 13-3.1 | エネルギー需給一覧表.....           | 13-6 |
| 13-4     | 電気事業体制.....               | 13-6 |
| 表 13-4.1 | 電気事業体制.....               | 13-6 |
| 13-5     | 電力需給.....                 | 13-6 |
| 表 13-5.1 | 電力需給の推移.....              | 13-7 |
| 表 13-5.2 | ピーク需要.....                | 13-7 |
| 表 13-5.3 | 停電継続時間と回数.....            | 13-7 |
| 13-6     | 電力設備.....                 | 13-8 |

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 図 13-6.1 送電系統図.....              | 13-10 |
| 表 13-6.1 発電設備一覧 .....            | 13-8  |
| 表 13-6.2 送電設備一覧 .....            | 13-9  |
| 表 13-6.3 変電設備一覧 .....            | 13-11 |
| 13-7 課題と開発ニーズ.....               | 13-12 |
| 13-8 新規協力候補案件ロングリスト .....        | 13-12 |
| 表 13-8.1 プロジェクト候補リスト（ルワンダ） ..... | 13-13 |

#### 第14章 セネガル共和国

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 14-1 概況 .....                       | 14-1  |
| 図 14-1.1 位置図.....                   | 14-1  |
| 図 14-1.2 人口分布.....                  | 14-1  |
| 表 14-1.1 主要データ.....                 | 14-2  |
| 表 14-1.2 対セネガル開発協力方針（2017年時点） ..... | 14-2  |
| 14-2 エネルギー政策.....                   | 14-2  |
| 14-3 エネルギー需給.....                   | 14-3  |
| 表 14-3.1 エネルギー需給一覧表.....            | 14-3  |
| 14-4 電気事業体制.....                    | 14-4  |
| 表 14-4.1 電気事業体制 .....               | 14-4  |
| 14-5 電力需給.....                      | 14-4  |
| 図 14-5.1 年負荷曲線.....                 | 14-5  |
| 図 14-5.2 日負荷曲線.....                 | 14-5  |
| 表 14-5.1 電力需給の推移.....               | 14-4  |
| 表 14-5.2 ピーク需要.....                 | 14-4  |
| 14-6 電力設備.....                      | 14-5  |
| 図 14-6.1 セネガル送電系統図.....             | 14-8  |
| 表 14-6.1 発電設備一覧 .....               | 14-6  |
| 表 14-6.2 送電設備一覧 .....               | 14-7  |
| 表 14-6.3 変電設備一覧 .....               | 14-8  |
| 表 14-6.4 配電電力量の推移 .....             | 14-11 |
| 14-7 課題と開発ニーズ.....                  | 14-11 |
| 14-8 新規協力候補案件ロングリスト .....           | 14-12 |
| 表 14-8.1 プロジェクト候補リスト（セネガル） .....    | 14-13 |

#### 第15章 シエラレオネ共和国

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| 15-1 概況 .....                         | 15-1 |
| 図 15-1.1 位置図.....                     | 15-1 |
| 図 15-1.2 人口分布.....                    | 15-1 |
| 表 15-1.1 主要データ.....                   | 15-2 |
| 表 15-1.2 対シエラレオネ開発協力方針（2017年時点） ..... | 15-2 |
| 15-2 エネルギー政策.....                     | 15-2 |
| 15-3 エネルギー需給.....                     | 15-4 |

|                                           |       |
|-------------------------------------------|-------|
| 表 15-3.1 エネルギー需給一覧表.....                  | 15-4  |
| 15-4 電気事業体制.....                          | 15-5  |
| 表 15-4.1 電気事業体制 .....                     | 15-5  |
| 15-5 電力需給 .....                           | 15-5  |
| 図 15-5.1 月間ピーク電力の推移.....                  | 15-6  |
| 図 15-5.2 月別供給電力量の推移（2013/1～2019/12） ..... | 15-7  |
| 表 15-5.1 ピーク電力.....                       | 15-5  |
| 15-6 電力設備 .....                           | 15-7  |
| 図 15-6.1 送電系統図.....                       | 15-9  |
| 図 15-6.2 フリータウン送電系統図（2020年現在） .....       | 15-10 |
| 表 15-6.1 発電設備.....                        | 15-7  |
| 表 15-6.2 送電線の亘長 .....                     | 15-10 |
| 表 15-6.3 変電設備（33 kV 以上） .....             | 15-11 |
| 15-7 課題と開発ニーズ.....                        | 15-11 |
| 15-8 新規協力候補案件ロングリスト .....                 | 15-12 |
| 表 15-8.1 プロジェクト候補リスト（シエラレオネ） .....        | 15-13 |

## 第16章 トーゴ共和国

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| 16-1 概況 .....                            | 16-1  |
| 図 16-1.1 位置図.....                        | 16-1  |
| 図 16-1.2 人口分布.....                       | 16-1  |
| 表 16-1.1 主要データ.....                      | 16-2  |
| 表 16-1.2 対トーゴ開発協力方針（2017年時点） .....       | 16-2  |
| 16-2 エネルギー政策.....                        | 16-2  |
| 図 16-2.1 送電系統図と地域毎の電化率・人口分布.....         | 16-3  |
| 16-3 エネルギー需給.....                        | 16-4  |
| 表 16-3.1 エネルギー需給一覧表.....                 | 16-4  |
| 16-4 電気事業体制.....                         | 16-4  |
| 表 16-4.1 電気事業体制 .....                    | 16-5  |
| 16-5 電力需給 .....                          | 16-5  |
| 図 16-5.1 CEET ネットワークにおける年間ピーク需要(実績)..... | 16-6  |
| 表 16-5.1 電力需給の推移 .....                   | 16-5  |
| 表 16-5.2 最大電力の推移(CEET,CEB 含む).....       | 16-6  |
| 16-6 電力設備 .....                          | 16-6  |
| 図 16-6.1 発電所及び送電線配置図.....                | 16-8  |
| 表 16-6.1 主要発電設備 .....                    | 16-7  |
| 表 16-6.2 電圧階級.....                       | 16-9  |
| 表 16-6.3 送電線一覧表 .....                    | 16-9  |
| 表 16-6.4 中・低圧配電線設備の拡張状況 .....            | 16-10 |
| 表 16-6.5 中・低圧配電線設備の概要(2019).....         | 16-10 |
| 表 16-6.6 配電用変圧器設備の概要(2019).....          | 16-10 |
| 表 16-6.7 配電線の事故件数推移.....                 | 16-11 |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 16-7 課題と開発ニーズ.....             | 16-11 |
| 16-8 新規協力候補案件ロングリスト.....       | 16-11 |
| 表 16-8.1 プロジェクト候補リスト（トーゴ）..... | 16-12 |

## 第17章 ウガンダ共和国

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| 17-1 概況.....                           | 17-1  |
| 図 17-1.1 位置図.....                      | 17-1  |
| 図 17-1.2 人口分布.....                     | 17-1  |
| 表 17-1.1 主要データ.....                    | 17-2  |
| 表 17-1.2 対ウガンダ開発協力方針（2018年時点）.....     | 17-2  |
| 17-2 エネルギー政策.....                      | 17-2  |
| 17-3 エネルギー需給.....                      | 17-3  |
| 表 17-3.1 エネルギー需給一覧表.....               | 17-3  |
| 17-4 電気事業体制.....                       | 17-4  |
| 表 17-4.1 電気事業体制.....                   | 17-4  |
| 17-5 電力需給.....                         | 17-4  |
| 図 17-5.1 2019～2020年における月間ピーク電力の推移..... | 17-5  |
| 表 17-5.1 ピーク電力の推移.....                 | 17-4  |
| 表 17-5.2 電力需給状況と送電損失.....              | 17-5  |
| 表 17-5.3 国内の配電電力量と配電損失.....            | 17-6  |
| 17-6 電力設備.....                         | 17-6  |
| 図 17-6.1 送電系統図（2020年10月現在）.....        | 17-8  |
| 図 17-6.2 配電系統図（2021年2月現在）.....         | 17-9  |
| 表 17-6.1 発電設備（2021年1月現在）.....          | 17-6  |
| 表 17-6.2 送電線の亘長.....                   | 17-7  |
| 表 17-6.3 配電線の亘長.....                   | 17-7  |
| 表 17-6.4 配電用変圧器容量の推移.....              | 17-7  |
| 17-7 課題と開発ニーズ.....                     | 17-10 |
| 17-8 新規協力候補案件ロングリスト.....               | 17-10 |
| 表 17-8.1 プロジェクト候補リスト（ウガンダ）.....        | 17-11 |

## 第18章 ザンビア共和国

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| 18-1 概況.....                       | 18-1 |
| 図 18-1.1 位置図.....                  | 18-1 |
| 図 18-1.2 人口分布.....                 | 18-1 |
| 表 18-1.1 主要データ.....                | 18-2 |
| 表 18-1.2 対ザンビア開発協力方針（2017年時点）..... | 18-2 |
| 18-2 エネルギー政策.....                  | 18-2 |
| 18-3 エネルギー需給.....                  | 18-3 |
| 表 18-3.1 エネルギー需給一覧表.....           | 18-4 |
| 18-4 電気事業体制.....                   | 18-4 |
| 表 18-4.1 電気事業体制.....               | 18-4 |



|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 1 8－5 電力需給 .....                    | 18-4  |
| 表 1 8－5.1 ピーク電力 .....               | 18-5  |
| 表 1 8－5.2 電力需給状況 .....              | 18-5  |
| 1 8－6 電力設備 .....                    | 18-5  |
| 図 1 8－6.1 送電系統図 .....               | 18-8  |
| 表 1 8－6.1 発電設備一覧 .....              | 18-6  |
| 表 1 8－6.2 配電線の亘長と配電用変圧器の総容量 .....   | 18-7  |
| 表 1 8－6.3 66 kV～330 kV 送電線の亘長 ..... | 18-7  |
| 表 1 8－6.4 変電所数、変圧器容量及び主要調相設備 .....  | 18-7  |
| 1 8－7 課題と開発ニーズ .....                | 18-9  |
| 1 8－8 新規協力候補案件ロングリスト .....          | 18-9  |
| 表 1 8－8.1 プロジェクト候補リスト（ザンビア） .....   | 18-10 |

## 略語集

| 共通            |                                                          |                       |
|---------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|
| AFREC         | The African Energy Commission                            | アフリカエネルギー委員会          |
| AU            | African Union                                            | アフリカ連合                |
| CLSG          | Côte d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone and Guinea          | ー                     |
| COMESA        | Common Market for Eastern and Southern Africa            | 東南部アフリカ共同市場           |
| EAC           | East African Community                                   | 東アフリカ共同体              |
| EAPP          | Eastern Africa Power Pool                                | 東部アフリカパワープール          |
| ECOWAS        | Economic Community of West African States                | 西アフリカ諸国経済共同体          |
| ESURP         | Energy Sector Utility Reform Project                     | 世界銀行の支援によるプロジェクト      |
| EU            | European Union                                           | 欧州連合                  |
| GDP           | Gross Domestic Product                                   | 国内総生産                 |
| GNI           | Gross National Income                                    | 国民総所得                 |
| HDI           | Human Development Index                                  | 人間開発指標                |
| IEA           | International Energy Agency                              | 国際エネルギー機関             |
| ILO           | International Labour Organization                        | 国際労働機関                |
| IMF           | International Monetary Fund                              | 国際通貨基金                |
| IPP           | Independent Power Producer                               | 独立系発電事業者              |
| JICA          | Japan International Cooperation Agency                   | 独立行政法人国際協力機構          |
| MDGs          | Millennium Development Goals                             | ミレニアム開発目標             |
| MoE           | Ministry of Energy                                       | エネルギー省                |
| MSC           | Management Services Contract                             |                       |
| NEP           | National Energy Policy                                   | 国家エネルギー政策             |
| ODA           | Official Development Assistance                          | 政府開発援助                |
| PND           | Plan national de developement                            | 国家開発計画                |
| PNDES         | Plan National de Developpement Economique et Social      | 経済・社会開発国家計画           |
| PPP           | Public Private Partnership                               | パブリック・プライベート・パートナーシップ |
| REA           | Rural Electrification Agency                             | 地方電化庁                 |
| SAIDI         | System Average Interruption Duration Index               | 需要家 1 件当たりの年間停電時間     |
| SAIFI         | System Average Interruption Frequency Index              | 需要家 1 件当たりの年間停電回数     |
| SAPP          | Southern African Power Pool                              | 南部アフリカパワープール          |
| SDGs          | Sustainable Development Goals                            | 持続可能な開発目標             |
| SE4ALL        | Sustainable Energy for All Program                       | 持続可能エネルギープログラム        |
| UEMOA         | West African Economic and Monetary Union                 | 西アフリカ経済通貨同盟           |
| UNDP          | United Nations Development Programme                     | 国連開発計画                |
| UNECA         | United Nations Economic Commission for Africa            | 国連アフリカ経済委員会           |
| WAPP          | West African Power Pool                                  | 西アフリカプール              |
| WB            | World Bank                                               | 世界銀行                  |
| 第 1 章 アンゴラ共和国 |                                                          |                       |
| ENDE          | Empresa Nacional de Distribuição de Electricidade        | 国有配電会社                |
| IRSEA         | Instituto Regulador dos Serviços de Electricidade e Água | 規制当局                  |

|                         |                                                                                |                      |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| MINEA                   | Ministry of Energy and Water                                                   | 水・エネルギー省             |
| MINEA                   | Ministry of Energy and Water                                                   | エネルギー・水力省            |
| NESSP                   | National Power Security Strategy and Policy                                    | 国家電力安全保障戦略           |
| PRODEL                  | Empresa Pública de Produção de Electricidade                                   | 国有発電会社               |
| PTSE                    | Electricity Sector Transformation Program                                      | 電力セクター改革プログラム        |
| RNT                     | Rede Nacional de Transporte de Electricidade                                   | 国有送電会社               |
| <b>第2章 ブルキナファソ</b>      |                                                                                |                      |
| ABER                    | Agence Burkinabè de l'Electrification Rurale                                   | ブルキナファソ地方電化庁         |
| ANEREE                  | Agence Nationale des Énergies Renouvelables et de l' Efficacité                | 国立再生可能エネルギー効率庁       |
| ARSE                    | Autorité de Régulation du Sous-secteur de l'Electricité                        | 電気サブセクター規制当局         |
| PDDEB                   | Ten-year Basic Education Development Plan                                      | 基礎教育 10 カ年開発計画       |
| PDSEB                   | Programme de développement stratégique de l'éducation de base                  | 基礎教育開発戦略政策           |
| SONABEL                 | La Société Nationale d'Electricité du Burkina                                  | ブルキナ電力公社             |
| <b>第3章 カメルーン共和国</b>     |                                                                                |                      |
| EDC                     | The Electricity Development Corporation                                        | 電力開発社                |
| ENEO                    | Energy of Cameroon                                                             | カメルーン電力会社            |
| ERC                     | The Electricity Regulatory Commission                                          | 電力規制委員会              |
| GESP                    | Growth and Employment Strategy Paper                                           | 成長と雇用のための戦略分署        |
| MINEE                   | Ministry of Water Resources and Energy                                         | エネルギー・水道省            |
| PDSEN                   | Projet de developpement du Secteur de Lenergie                                 | －                    |
| RI                      | Reseau National Interconnecte                                                  | 電力ネットワーク拡張           |
| RIE                     | Re'seau Interconnecte' Est                                                     | 東部系統                 |
| RIN                     | Re'seau Interconnecte' Nord                                                    | 北部系統                 |
| RIS                     | Re'seau Interconnecte' Sud                                                     | 南部、南西部系統             |
| SONATREL                | Societe Nationale de Transport de L'electricite                                | カメルーン送電公社            |
| <b>第4章 コンゴ共和国</b>       |                                                                                |                      |
| ARSEL                   | Agence de Régulation du Secteur de l'Electricité                               | 電力規制機関               |
| CEC                     | Centrale Electrique du Congo                                                   | コンゴ中央電力              |
| DSCERP                  | Document de Strategie de Croissance des Emplois et de Reduction de la Pauvreté | 雇用の増加と貧困削減のための中期戦略文書 |
| E2C                     | Energie Electrique du Congo                                                    | －                    |
| eDF                     | Électricité de France                                                          | フランス電力会社             |
| LPSE                    | Energy Sector Policy Letter                                                    | エネルギー政策に係る文書         |
| MEH                     | Ministry of Energy and Hydraulic                                               | エネルギー・水利省            |
| SNE                     | Société Nationale d'Energie                                                    | 国家電力会社               |
| SNEL                    | Société Nationale d'Electricité                                                | コンゴ民主共和国電力公社         |
| TMRP                    | Transmission production Master Plan                                            | －                    |
| UNHCR                   | United Nations High Commissioner for Refugees                                  | 国連難民高等弁務官事務所         |
| <b>第5章 エチオピア連邦民主共和国</b> |                                                                                |                      |
| EEA                     | Ethiopian Electricity Agency                                                   | エチオピア電力庁             |
| EEP                     | Ethiopian Electric Power                                                       | エチオピア電力公社            |
| EEPCo                   | Ethiopia Electric Power Corporation                                            | エチオピア電力公社（旧）         |
| EEU                     | Ethiopian Electric Utility                                                     | エチオピア配電公社            |
| FDI                     | Foreign direct investment                                                      | 海外直接投資               |
| GERD                    | Grand Ethiopian Renaissance Dam                                                | －                    |
| GTPII                   | Growth and Transformation Plan II                                              | 第2次5カ年開発計画           |

|                      |                                                                                                                     |                    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| HSTP                 | Health Sector Transformation Plan II                                                                                | 保健セクター変革計画         |
| MoWIE                | Ministry of Water, Irrigation and Energy                                                                            | 水資源・灌漑・電力省         |
| <b>第6章 ギニア共和国</b>    |                                                                                                                     |                    |
| AGER                 | Agence Guinéenne d'Electrification Rurale                                                                           | 地方電化局              |
| EDG                  | Electricite de Guinee                                                                                               | ギニア電力公社            |
| MEH                  | Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique                                                                          | エネルギー・水資源省         |
| MEH                  | Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique                                                                          | エネルギー・水資源省         |
| OMVG                 | The Gambia River Basin Development Organization                                                                     | —                  |
| <b>第7章 ケニア共和国</b>    |                                                                                                                     |                    |
| BSPs                 | bulk supply points                                                                                                  | —                  |
| EPRA                 | Energy and Petroleum Regulatory Authority                                                                           | エネルギー・石油規制委員会      |
| KenGen               | Kenya Electricity Generating Company PLC                                                                            | ケニア発電会社            |
| KETRACO              | Kenya Electricity Transmission Company Limited                                                                      | ケニア送電公社            |
| KPLC                 | Kenya Power and Lighting Company                                                                                    | ケニア電力・電灯会社         |
| NRECA                | National Rural Electric Cooperative Association                                                                     | —                  |
| USAID                | U.S. Agency for International Development                                                                           | アメリカ合衆国国際開発庁       |
| <b>第8章 リベリア共和国</b>   |                                                                                                                     |                    |
| 4LEEAP               | Liberia Energy Efficiency Access Project                                                                            | —                  |
| ESRP                 | Economic Stabilization and Recovery Plan                                                                            | 経済安定復興計画           |
| LACEEP               | Liberia Accelerated Electricity Expansion Project                                                                   | —                  |
| LACEEP-AF            | Liberia Accelerated Electricity Expansion Project – Additional Financing                                            | —                  |
| LEC                  | Liberia Electricity Corporation                                                                                     | リベリア電力公社           |
| MME                  | Ministry of Mines and Energy                                                                                        | 鉱物・エネルギー省          |
| PAPD                 | Pro-Poor Agenda for Prosperity and Development                                                                      | 繁栄と発展のための貧困削減アジェンダ |
| RREA                 | Rural and Renewable Energy Agency                                                                                   | 地方・再生可能エネルギー庁      |
| <b>第9章 マダガスカル共和国</b> |                                                                                                                     |                    |
| ADER                 | Agence de Développement de l'Électrification Rurale                                                                 | 地方電化開発庁            |
| EMS                  | Energy Management System                                                                                            | エネルギーマネジメントシステム    |
| FS                   | Feasibility Study                                                                                                   | 事業化調査              |
| JIRAMA               | Jiro sy rano malagasy                                                                                               | マラガシー電気・水道供給会社     |
| MEH                  | Ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures MEH                                                                     | エネルギー・炭化水素省        |
| ORE                  | Organisme de Regulation de l'Electricité                                                                            | 電力規制委員会            |
| SREP                 | Scaling up Renewable Energy Program in Low Income Countries                                                         | —                  |
| TaToM                | Projet d'élaboration du schéma directeur de développement de l'axe économique AnTAnanarivo - TOamasina à Madagascar | アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸 |
| <b>第10章 マラウイ共和国</b>  |                                                                                                                     |                    |
| CES                  | Central Electricity Supply                                                                                          | 中部電力供給会社           |
| EGENCO               | Electricity Generation Company of Malaw                                                                             | マラウイ発電会社           |
| ESCOM                | Electric Supply Company of Malawi                                                                                   | マラウイ電力供給会社         |
| MAREP                | Malawi Rural Electrification Programme                                                                              | マラウイ地方電化プログラム      |
| MERA                 | Malawi Energy Regulatory Authority                                                                                  | マラウイ・エネルギー規制庁      |
| MGDSIII              | Malawi Growth and Development Strategy III                                                                          | 第3次マラウイ成長開発戦略      |
| MHL                  | Mulanje Hydro Limited                                                                                               | —                  |

|                         |                                                                          |                          |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| MNREM                   | Department of Energy, Ministry of Natural Resources, Energy and Mining   | 天然資源・エネルギー・鉱業省           |
| NES                     | Northern Electricity Supply:                                             | 北部電力供給会社                 |
| SES                     | Southern Electricity Supply                                              | 南部電力供給会社                 |
| <b>第11章 モザンビーク共和国</b>   |                                                                          |                          |
| CARD                    | COALITION for African Rice Development                                   | アフリカ稲作振興のための共同体          |
| EDM                     | Electricidade de Mocçambique                                             | モザンビーク電力公社               |
| FUNAE                   | The Mozambique Energy Fund                                               | 地方電化基金                   |
| HCB                     | Hidroeléctrica de Cahora Bassa                                           | カボラバッサ水力公社               |
| MIREME                  | Ministry of Mineral Resources and Energy                                 | 鉱物資源エネルギー省               |
| MOTRACO                 | Mozambique Transmission Company                                          | モザンビーク送電会社               |
| NES                     | National Energy Strategy                                                 | 国家エネルギー戦略                |
| PARP                    | Poverty reduction action plan                                            | 貧困削減活動計画                 |
| <b>第12章 ナイジェリア連邦共和国</b> |                                                                          |                          |
| ECN                     | Energy Commission of Nigeria                                             | ナイジェリアエネルギー委員会           |
| FMP                     | The Federal Ministry of Power                                            | 連邦電力省                    |
| NBET                    | Nigerian Bulk Electricity Trading                                        | 電力取引所                    |
| NERC                    | Nigeria Electricity Regulatory Commission                                | ナイジェリア電力規制委員会            |
| PHCN                    | The Power Holding Company of Nigeria                                     | ナイジェリア電力持株会社             |
| TCN                     | Transmission Company of Nigeria                                          | ナイジェリア送電公社               |
| <b>第13章 ルワンダ共和国</b>     |                                                                          |                          |
| EARP                    | Electricity Access Rollout Program                                       | 地方電化プログラム                |
| EDCL                    | Energy Development Corporation Limited                                   | ルワンダ開発公社                 |
| EDPRS2                  | Economic Development and Poverty Reduction II                            | 第二次経済開発貧困削減戦略            |
| ESSP                    | The Energy Sector Strategic Plan                                         | エネルギーセクター戦略計画            |
| EUCL                    | Energy Utility Corporation Limited                                       | ルワンダエネルギー運用公社            |
| MININFRA                | Ministry of Infrastructure                                               | インフラ省                    |
| REG                     | Rwanda Energy Group                                                      | ルワンダエネルギーグループ            |
| REP                     | Rwanda Energy Policy                                                     | ルワンダエネルギー政策              |
| RPUA                    | Rwanda Public Utilities Agency                                           | ルワンダ公益事業規制庁              |
| <b>第14章 セネガル共和国</b>     |                                                                          |                          |
| ASER                    | Agence Sénégalaise d'Electrification Rurale                              | セネガル地方電化庁                |
| CRSE                    | Commission de Régulation du Secteur d'Electricité                        | 電力セクター規制委員会              |
| LPDSE2013-2017          | Letter de Politique de Developpement du Secteur de l'Energie 2013-2017   | エネルギーセクター開発に係るポリシーペーパー   |
| MPE                     | Ministere du Petrole et des Energies                                     | 石油・エネルギー省                |
| OMVG                    | Organization for the Development of Gambia River                         | ー                        |
| PSE                     | The Plan for an Emerging Senegal                                         | セネガル新興計画                 |
| Senelec                 | Société nationale d'électricité du Sénégal                               | セネガル電力公社                 |
| <b>第15章 シエラレオネ共和国</b>   |                                                                          |                          |
| CLSG                    | Cote d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone, and Guinea Interconnection Project | 連系線プロジェクト                |
| EDSA                    | Electricity Distribution and Supply Authority                            | 配電公社                     |
| EGTC                    | Electricity Generation and Transmission Company                          | 発送電公社                    |
| NREP2016                | National Renewable Energy Policy of Sierra Leone 2016                    | シエラレオネ国家再生可能エネルギー政策 2016 |
| SLEWRC                  | Sierra Leone Electricity & Water Regulatory Commission                   | シエラレオネ電力・水規制委員会          |
| <b>第16章 トーゴ共和国</b>      |                                                                          |                          |

|                        |                                                                          |                    |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| ARSE                   | Autorité de Réglementation du Secteur de l'Electricité                   | 電力セクター規制当局         |
| AT2ER                  | Agence Togolaise pour l'Électrification rurale et l'Énergie Renouvelable | トーゴ地方電化・再生可能エネルギー庁 |
| CEB                    | The Electricity Community Benin                                          | ベナン電力会社            |
| CEET                   | Compagnie Energie Electrique du Togo                                     | トーゴ電力公社            |
| CIS                    | Center's new software of information and service                         | 配電線監視システム          |
| MME                    | Ministère des Mines et des Energies                                      | 鉱山・エネルギー省          |
| SIE                    | Systeme d'Information sur l'Energie                                      | エネルギー情報システム        |
| <b>第 1 7 章 ウガンダ共和国</b> |                                                                          |                    |
| ERA                    | Electricity Regulatory Authority                                         | 電力規制公社             |
| HSDP                   | Health Sector Development Plan                                           | 保健セクター開発計画         |
| MEMD                   | Ministry of Energy and Mineral Development                               | エネルギー・鉱物開発省        |
| NDPIII                 | National Development Plan III                                            | 第三次国家開発計画          |
| UEDCL                  | Uganda Electricity Distribution Company Limited                          | ウガンダ配電公社           |
| UEGCL                  | Uganda Electricity Generation Company Limited                            | ウガンダ発電公社           |
| UETCL                  | Uganda Electricity Transmission Company Limited                          | ウガンダ送電公社           |
| <b>第 1 8 章 ザンビア共和国</b> |                                                                          |                    |
| CEC                    | Copperbelt Energy Corporation                                            | —                  |
| ERB                    | Energy Regulation Board                                                  | 電力規制局              |
| ZESCO                  | Zambia Electricity Supply Corporation                                    | ザンビア電力供給会社         |

## 第1章 アンゴラ共和国



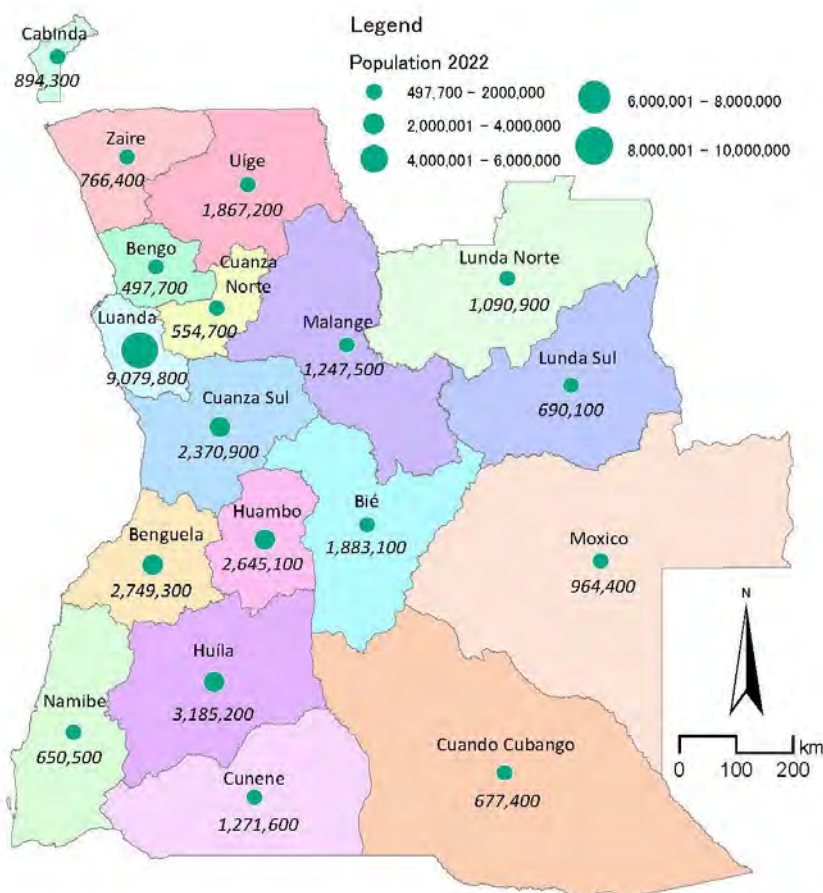
## 第1章 アンゴラ共和国

### 1-1 概況

アンゴラは、石油・ダイヤモンドをはじめとする豊富なエネルギー・鉱物資源、農業及び水産業等の大きな潜在力を有し、我が国民間企業の関心が高い。現在、同国の経済は依然として石油に依存しており、2014 年後半からの石油価格の低迷により経済状況は悪化している。同国政府は、農業、製造業、サービス業等の非石油部門の育成を通じた産業多角化を喫緊の優先課題に掲げ、取り組みを行っているものの、産業発展に資する人材及び資金が決定的に不足している。加えて、内戦の影響により崩壊した基礎的な社会基盤の整備、地域開発及び地方住民の生活安定に必要な地雷除去作業は、内戦後十数年経った今も十分でない。人間開発指数（2015）は 188 位中 149 位と未だ低く、社会サービスの改善が急務となっている。



図 1-1.1 位置図



source: Instituto Nacional de Estatística, República de Angola.

図 1-1.2 人口分布





表 1-1.1 主要データ

| 項目                | 内容                                                | 参照元        |
|-------------------|---------------------------------------------------|------------|
| 面積                | 124.7 平方キロメートル                                    |            |
| 人口                | 3,080 万人                                          | 2019 年世銀   |
| 首都                | ルアンダ                                              |            |
| 民族                | オヴィンブドゥ族 (37%)、<br>キンブンドゥ族 (25%)、<br>バコンゴ族 (15%)、 |            |
| 言語                | ポルトガル語 (公用語)、<br>その他バンツ系                          |            |
| 宗教                | 在来の宗教 (47%)、<br>キリスト教 (カトリック 38%、プロテスタント 15%)     |            |
| 政体                | 共和制                                               |            |
| 議会                | 一院制の人民会議 (220 議席、任期 5 年)                          |            |
| GDP               | 946 億ドル (名目)                                      | 2019 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得 (GNI) | 2,973 米ドル                                         | 2019 年世銀   |
| 経済成長率             | -0.8%                                             | 2019 年世銀   |
| 失業率               | 6.8%                                              | 2019 年世銀   |
| 電化率               | 全国 : 44.9%<br>都市部 : 63.7%<br>地方部 : 7.2%           | 2020 年 IEA |

表 1-1.2 対アンゴラ開発協力方針 (2017 年時点)

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                                 |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【持続可能な経済開発と人間の安全保障】<br>アンゴラ政府は、持続的開発のための政府 5 か年計画 (2012 - 17 年) を策定し、同国の経済開発及び貧困削減をベースとした市民の生活改善を目指している。我が国はこれを踏まえ、持続可能な経済開発、そのための様々な分野での人材育成、人間の安全保障のための支援を援助の基本方針に掲げ、同国の発展に貢献する。 |
| 重点分野     | (1) 産業多角化を目的とした経済開発支援<br>(2) 多様な人材育成<br>(3) 人々の安全に関わる分野における支援                                                                                                                      |

## 1-2 エネルギー政策

電力セクターの政策立案を担う水・エネルギー省 (MINEA) は 2011 年に「国家電力安全保障戦略 (National Power Security Strategy and Policy、以下「NESSP2011」という)」を策定しており、オフグリッドにおける 10MW 未満の認可された設備に対する固定価格買取制度を介して再生可能エネルギーの利用率を最大化することを目標とした戦略等を挙げている。NESSP2011 では、優先事項として次の行動計画を定めている。

- 電力セクターの構造改革と官民パートナーシップ (PPP) の奨励



- 投資プログラム（電源開発や送配電網整備）の実施促進
- 再生可能エネルギーに関する政策・枠組み策定等

さらに、これらの改革を実現するため、2010 年から 2025 年までに 4 つのフェーズに分けて段階的に達成すべき目標と取り組むべき実施アクションを整理した「電力セクター改革プログラム (Electricity Sector Transformation Program、以下 PTSE という)」を策定し、2025 年までの目標値として、電化率を 30% から 60%、発電設備容量を 2,120MW から 8,742MW にする目標を掲げている。

### 1-3 エネルギー需給

アンゴラは、石油・天然ガス資源に恵まれており、石油に関しては、サハラ以南のアフリカ諸国ではナイジェリアに次いで産油量 2 位となっている。脱炭素の世界的潮流の影響を受け、2016 年以降の天然ガスの生産量と輸出量が急激に増加している。また水資源も豊富で 18.2 GW が確認されており、計画分を考慮しても約 3 分の 2 以上が未利用の水力資源となっている。その他の再生可能エネルギーとしては、太陽光の平均日射量が 1,350~2,070 kW/m<sup>2</sup>/year と高い値の国であり、2025 年迄に 100 MW の開発目標としている。風力は、大西洋側の内岸高地の 12 箇所で 3.9 GW のポテンシャルが確認されている。これらの太陽光や風力の大規模開発はこれからの模様である。

表 1-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位: ktoe 石油換算 1,000 トン) (P: 推定)

|              | 2000   | 2005   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |        |        |        |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -                 | -                 |
| 木 炭          | 175    | 182    | 239    | 256    | 264    | 264    | 271               | 279               |
| 石 油          | 34,390 | 58,318 | 78,544 | 83,540 | 78,864 | 76,651 | 84,557            | 90,742            |
| 天然ガス         | 526    | 681    | 672    | 630    | 1,552  | 2,814  | 2,910             | 3,022             |
| 電 力          | 124    | 228    | 815    | 840    | 891    | 913    | 937               | 962               |
| 化石燃料         | 46     | 78     | 382    | 393    | 391    | 398    | 405               | 413               |
| 水 力          | 78     | 150    | 433    | 446    | 500    | 515    | 532               | 549               |
| 地 熱          | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -                 | -                 |
| 再エネ（太陽光、風力）  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| バイオ・廃棄物      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| <b>輸入量</b>   |        |        |        |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| 石 油          | -4,623 | -6,129 | -5,901 | -9,890 | -6,499 | -1,213 | -6,264            | -1,654            |
| 石油製品         | -239   | -207   | 4,590  | 3,897  | 3,756  | 3,819  | 3,887             | 3,957             |
| 天然ガス         | -      | -      | -390   | -381   | -826   | -1,497 | -1,373            | -1,259            |
| 電 力          | 3      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| <b>最終消費量</b> |        |        |        |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| 石 油          | 837    | 1,256  | 4,792  | 4,939  | 4,576  | 3,812  | 3,892             | 3,977             |
| 天然ガス         | 526    | 681    | 247    | 699    | 654    | 1,186  | 1,218             | 1,251             |
| 電 力          | 99     | 170    | 703    | 721    | 494    | 503    | 513               | 523               |

出典: African Energy Commission – AFREC Database



## 1-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、エネルギー・水力省（MINEA）である。電力供給は、発電部門を国有発電会社（PRODEL）、送電部門を国有送電会社（RNT）、配電部門を国有配電会社（ENDE）がそれぞれ担う。その他電力関連の組織として、電力規制を担う規制当局（IRSEA）がある。なお、エネルギー・水力省（MINEA）は、2025年までに電化率を60%にする目標を掲げている。

表 1-4.1 電気事業体制

|        |                                                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：  | Ministry of Energy and Water (MINEA)                             |
| 電気事業体： | 発電部門：Empresa Pública de Produção de Electricidade (PRODEL)       |
|        | 送電部門：Rede Nacional de Transporte de Electricidade (RNT)          |
|        | 配電部門：Empresa Nacional de Distribuição de Electricidade (ENDE)    |
| 電力規制：  | Instituto Regulador dos Serviços de Electricidade e Água (IRSEA) |

## 1-5 電力需給

アンゴラにおける電力は、水力と火力発電で賄われており、年度毎の差はあるものの約70%の電力を水力発電供給している。需要は2010年～2019年の10年間で年平均10%の伸びを示しているが、計画停電も実施されているので潜在需要も多くあることが想定される。消費電力量の約70%は住宅用負荷で均一比率にて推移している。

表 1-5.1 電力需要供給状況一覧

(単位：GWh)

| 年        | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016   | 2017   | 2018   |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 発生電力量    | 5,449 | 5,651 | 6,204 | 8,216 | 9,480 | 9,569 | 10,361 | 10,719 | 11,735 |
| 水力発電     | 3,703 | 4,007 | 3,772 | 4,767 | 5,041 | 5,088 | 5,815  | 7,653  | 8,734  |
| 火力発電     | 1,746 | 1,644 | 2,432 | 3,449 | 4,439 | 4,481 | 4,546  | 3,066  | 3,001  |
| 消費電力量    | 4,820 | 5,010 | 5,510 | 7,290 | 8,410 | 8,490 | 9,190  | 9,510  | 10,410 |
| 住宅       | 3,193 | 3,324 | 3,653 | 4,836 | 5,575 | 5,632 | 6,091  | 6,304  | 6,904  |
| 産業       | 1,627 | 1,686 | 1,857 | 2,454 | 2,835 | 2,858 | 3,099  | 3,206  | 3,506  |
| 損失 (GWh) | 629   | 641   | 694   | 926   | 1,070 | 1,079 | 1,171  | 1,209  | 1,325  |
|          | 11.5% | 11.3% | 11.2% | 11.3% | 11.3% | 11.3% | 11.3%  | 11.3%  | 11.3%  |

出典：IEA Web サイト情報から調査団作成

アンゴラにおける電力は、首都ルアンダのある北部地域で全体の約75%を消費している。地域別の最大電力は次表のとおり推移しており、北部地区は2019年迄に年平均3%の伸びを示していたが、2020年は2%弱のマイナス成長となっている。



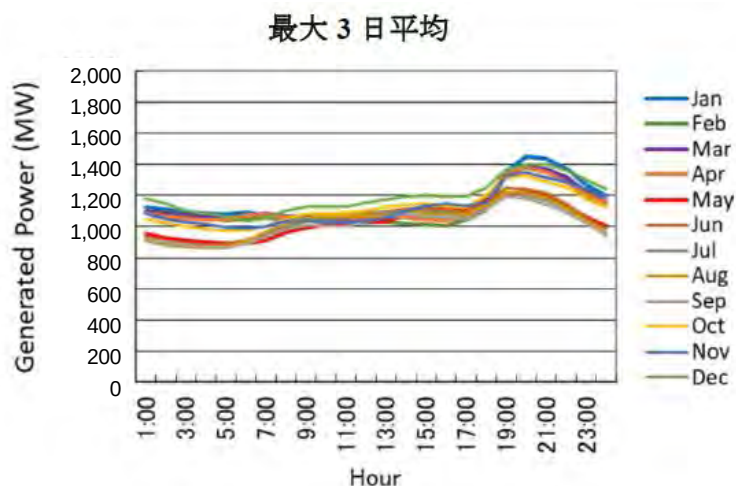
表 1-5.2 地域別最大電力の推移

(単位: MW)

| 年    | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 北部地域 | 1,478 | 1,535 | 1,594 | 1,623 | 1,645 | 1,617 |
| 中部地域 | 227   | 246   | 255   | 268   | 272   | 293   |
| 南部地域 | 111   | 118   | 121   | 127   | 132   | 134   |
| 西部地域 | 35    | 40    | 51    | 55    | 59    | 63    |
| カビンダ | 65    | 66    | 67    | 68    | 70    | 80    |

出典: RNT

日負荷特性は、SCADA によるデータ管理が行われている北部地域系統の 2016 年実績を以下に示すが、夕方 19~20 時頃の夕食時間帯にピークを迎えるパターンとなっている。また、季節間の需要変動もあり、夏季に年間最大電力を記録しており、冬季 (6~9 月) は約 80% 程度の需要となる。



出典: JICA アンゴラ電力開発計画策定能力向上プロジェクト ファイナルレポート(2018)

図 1-5.1 北部地域系統における日負荷曲線 (2016 年)

## 1-6 電力設備

### (1) 発電設備

アンゴラはアフリカにおいて第 5 位 (エチオピア、南アフリカ、エジプト、コンゴ民に次ぐ) の水力発電所設備容量 (約 3.7 GW) を保有するが、大規模水力発電所 (Capanda、Cabmambe 及び Lauca) は Kwanza 川に建設されており、電力供給の要としての重要な役割を果たしている。同国の豊富な水資源を利用して更なる大型開発も計画されている。火力発電所は、Soyo のコンバインドサイクル大型発電所が建設されたが、その他は 50 MW 未満のガスタービンと小規模ディーゼルで構成されている。これらのガスタービン発電機やディーゼル発電機の多くは地方系統の変電所やその近傍に設置されている。再エネ発電は、政府方針<sup>1</sup>で 2025 年までに発電電力の最低 7.5% を賄うことで計画されているが現実的には微々たる容量しか導入が進んでいない。

アンゴラには独立系統 (ミニグリッド) も多く、2018 年時点でその総容量が 160 MW であり、139 MW がディーゼル発電設備で残りは小水力発電と太陽光/小水力のハイブリッド (8 箇所) とな

<sup>1</sup> Angola Energy 2025



っている。<sup>2</sup>

系統に接続されている主要な水力と火力発電設備の一覧表を以下に、及び全国の主要発電設備と送電線の配置図を図 1－6. 1 に示す。

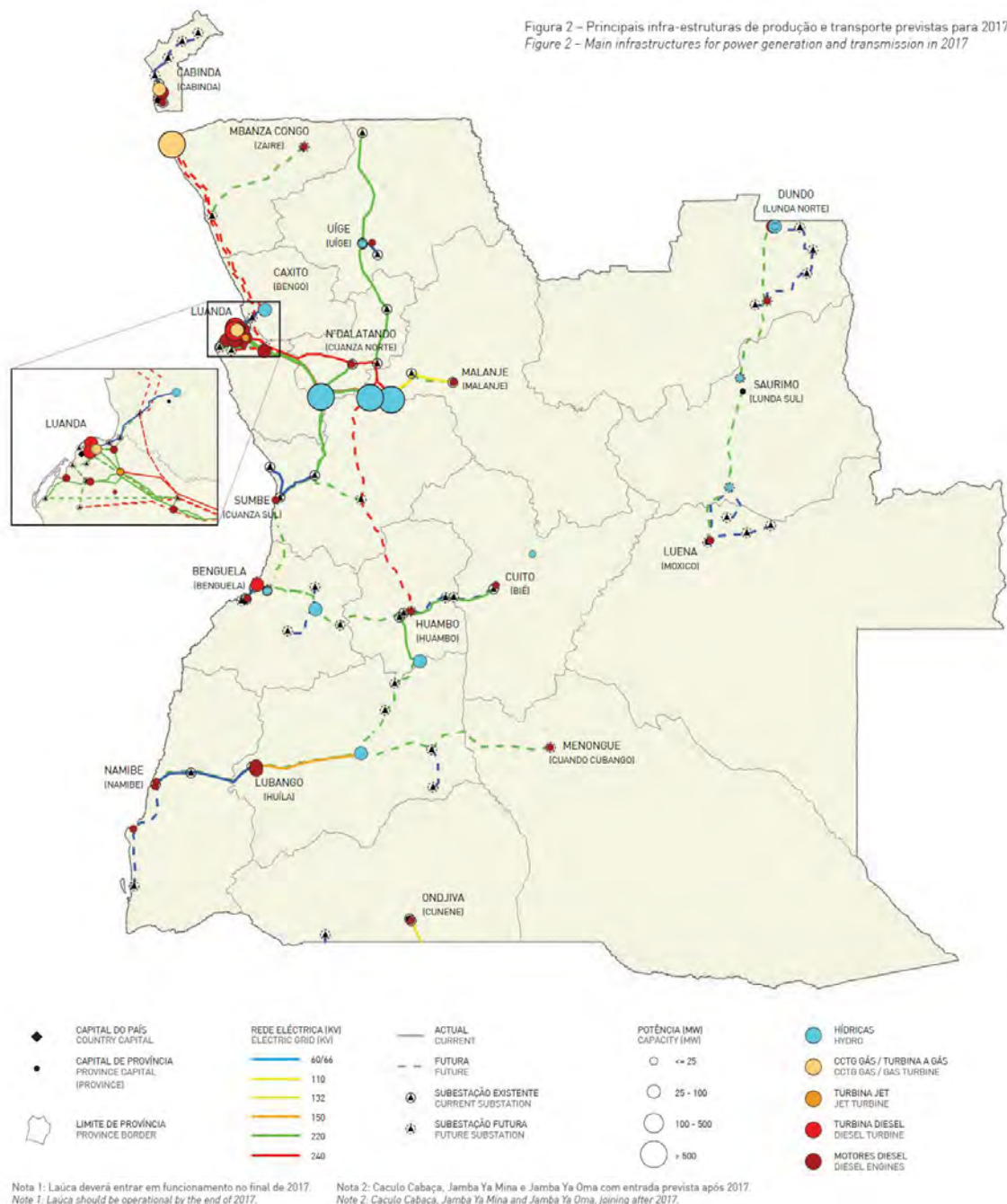
表 1－6. 1 主要発電整備

| 電源種別 | 発電所名                 | 設備容量<br>(MW) | 構成<br>台数 × (MW)          | 運開年       | 運用者           |
|------|----------------------|--------------|--------------------------|-----------|---------------|
| 水 力  | Laúca                | 2,004        | 6 x 334                  | 2017-2018 | PRODEL        |
|      | Capanda              | 520          | 4 x 130                  | 2004-2007 | PRODEL        |
|      | Cambambe             | 260          | 4 x 65                   | 2012      | PRODEL        |
|      | Cambambe 2           | 700          | 4 x 175                  | 2016      | PRODEL        |
|      | Mabubas              | 25.6         | 4 x 6.4                  | 2012      | PRODEL        |
|      | Biópio               | 14.4         | 4 x 3.6                  | 1955      | PRODEL        |
|      | Lomaum               | 50           | 2 x 10, 2 x 15           | 2015      | PRODEL        |
|      | Gove                 | 60           | 3 x 20                   | 2012      | PRODEL        |
|      | Matala               | 40.8         | 3 x 13.6                 | 1959      | PRODEL        |
| 火 力  | Soyo                 | 750          | GT 4 x 125<br>ST 2 x 125 | 2017-2018 | PRODEL        |
|      | CD Benfica (ディーゼル)   | 40           | 4 x 10                   | 2013      | PRODEL        |
|      | CT Cazenga 1         | 24.4         | GT 1 x 24.4              | 1979      | PRODEL        |
|      | CT Cazenga 2         | 32.8         | GT 1 x 32.8              | 1985      | PRODEL        |
|      | CT Cazenga 3         | 40           | GT 1 x 40                | 1993      | PRODEL        |
|      | CT Cazenga 6         | 22           | GT 1 x 22                | 2010      | PRODEL        |
|      | CT Cazenga 7         | 22           | GT 1 x 22                | 2010      | PRODEL        |
|      | CD CFL (ディーゼル)       | 75           | 3 x 25                   | 2012-2013 | PRODEL        |
|      | CD Viana Km9 (ディーゼル) | 40           | 24 x 1.66                | 2013      | PRODEL        |
|      | CT Boa Vista         | 131.2        | GT 2 x 45<br>GT 1 x 41.2 | 2011      | PRODEL        |
|      | CT Refinaria         | 25.5         | －                        | －         | IPP           |
|      | CT CIF Thermal       | 50           | －                        | －         | IPP           |
|      | CD Capopa 1          | 4.5          | －                        | 2013      | PRODEL        |
|      | CD Capopa 2          | 19.6         | 5 x 3.9                  | 2015      | PRODEL        |
|      | CT Camema            | 50           | GT 2 x 25                | 2017      | PRODEL        |
|      | CT Biopio            | 22           | GT 1 x 22                | 1977      | PRODEL        |
|      | CT Quileva           | 182.3        | GT 6 x 15<br>3 x 30.78   | 2010-2017 | PRODEL        |
|      | CT Belem             | 50           | GT 2 x 25                | 2017      | PRODEL        |
|      | CD Quileva (ディーゼル)   | 30           | 39 x 0.79                |           | IPP (Aggreko) |
|      | CD Lobito (ディーゼル)    | 20           | 4 x 5                    | 1986      | PRODEL        |
|      | CD Cavaco (ディーゼル)    | 20           | 5 x 4.1                  | 2013      | PRODEL        |
|      | CD Benfica (ディーゼル)   | 15           | 4 x 3.75                 | 2013      | PRODEL        |
|      | CD Lubango (ディーゼル)   | 40           | 11 x 2.61                | 2013      | PRODEL        |
|      | CD Arimba (ディーゼル)    | 40           | 28 x 1.43                | 2012      | PRODEL        |

出典：RNT 及び JICA アンゴラ電力開発計画策定能力向上プロジェクト ファイナルレポート(2018)から調査団作成

<sup>2</sup> Mini-Grid Market Opportunity Assessment: Angola, July 2020





出典：Angola Energy 2025

図 1－6.1 主要発電設備と送電線の配置図（2017 年）

## (2) 送配電設備

アンゴラの送電網は、北部系統、中部系統及び南部系統に分かれ、首都ルアンダを中心とした大需要地は北部系統となり、そこには大型水力発電所や新しいソヨ火力(コンバインド)発電所が属し、前述の電力需給の項で述べたとおり全国の 75%の電力需給が行われている。本報告書作成時点では、RNT からの送電開発に関する情報が得られていないので確証は得られないが、2018 年に 220 kV 送電線で北部と中部系統は連系されている。送電線は、400 kV、220 kV、150 kV、132 kV、110 kV、60 kV の電圧階級が用いられており、配電線は 30kV と 15kV の電圧階級で運用されている。

2014 年の大統領令で垂直統合されていた電力公社は分離され、RNT が送電網（60 kV 超過）



の運用を、ENDE が配電網（60 kV 以下）の運用と電力小売りを所掌している。

表 1－6.2 主要送電線一覧表

(400 kV と 220 kV のみ掲載、2017 年)

| 電圧<br>(kV)         | 自                 | 至                      | 亘長<br>(km) | 導体種類 | 導体断面積<br>(mm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-------------------|------------------------|------------|------|-----------------------------|
| 400                | Capanda_elve      | Lucala                 | 61         | ACSR | 3 x 409                     |
| 400                | LucalaViana       | LucalaViana            | 220        | ACSR | 3 x 409                     |
| 400                | CambutasCatete    | CambutasCatete         | 123        | AAAC | 2 x 659.4                   |
| 400                | Soyo 火力発電所        | Soyo                   | 40         | AAAC | 3 x 659.4                   |
| 400                | SoyoN' Zeto       | SoyoN' Zeto            | 142        | AAAC | 3 x 659.4                   |
| 400                | N' ZetoKapary     | N' ZetoKapary          | 194        | AAAC | 3 x 659.4                   |
| 400                | KaparyKatete      | KaparyKatete           | 57         | AAAC | 3 x 659.4                   |
| 400                | CateteViana       | CateteViana            | 39         | AAAC | 2 x 659.4                   |
| 400                | LaucaCapanda_elve | LaucaCapanda_elve      | 41         | AAAC | 2 x 659.4                   |
| 400                | LaucaCambutas     | LaucaCambutas          | 76         | AAAC | 3 x 659.4                   |
| 400                | LaucaCatete       | LaucaCatete            | 190        | AAAC | 2 x 659.4                   |
| 400 kV 送電線総亘長 (km) |                   |                        | 1,183      |      |                             |
| 220                | Cambambe          | Catete                 | 116        | ACSR | 409                         |
| 220                | Catete            | Camama                 | 64         | ACSR | 409                         |
| 220                | Cambambe          | Catete                 | 116        | ACSR | 409                         |
| 220                | Catete            | Viana                  | 42         | ACSR | 409                         |
| 220                | Cambambe          | Viana                  | 158        | AAAC | 479                         |
| 220                | Cambambe          | Cambutas               | 1.3        | ACSR | 409                         |
| 220                | N' Dalatando      | Cambutas               | 73         | ACSR | 409                         |
| 220                | Cambambe          | Gabela                 | 130        | ACSR | 409                         |
| 220                | Gabela            | Alto Chingo            | 81         | AAAC | 2 x 479                     |
| 220                | Viana             | Camama                 | 34.5       | ACSR | 409                         |
| 220                | Viana             | Cazenga                | 21.5       | ACSR | 409                         |
| 220                | Viana             | Cazenga                | 18         | ACSR | 409                         |
| 220                | Viana             | Cazenga                | 18         | AAAC | 479                         |
| 220                | Viana             | Cacuaco                | 14.5       | ACSR | 409                         |
| 220                | Cacuaco           | Sambizanga             | 19.3       | AAAC | 479                         |
| 220                | Viana             | Filda                  | 18         | AAAC | 479                         |
| 220                | Viana             | Filda                  | 18         | AAAC | 479                         |
| 220                | Capanda           | Cambutas               | 120        | ACSR | 409                         |
| 220                | Capanda           | Lucala                 | 70.7       | ACSR | 409                         |
| 220                | Capanda           | Capanda Elev.          | 3.6        | ACSR | 409                         |
| 220                | Capanda           | Capanda Elev.          | 3.6        | ACSR | 409                         |
| 220                | Lucala            | N' Dalatando           | 35.7       | ACSR | 409                         |
| 220                | Lucala            | Pambos de Sonhe - Uíge | 211        | ACSR | 409                         |
| 220                | Uíge              | Maquela do Zombo       | 200        | ACSR | 409                         |
| 220                | Kapary            | Cacuaco                | 26.7       | AAAC | 479                         |
| 220                | Kapary            | Ada                    | 14         | AAAC | 479                         |
| 220                | Camama            | Futungo de Belas       | 14.5       | AAAC | 479                         |
| 220                | Catete            | Ramiro                 | 91         | AAAC | 479                         |
| 220                | N' Zeto           | M' Banza Congo         | 181        | AAAC | 479                         |
| 220                | Alto Chingo       | Novo Biopio            | 156        | AAAC | 2 x 479                     |



| 電圧<br>(kV)         | 自              | 至              | 亘長<br>(km) | 導体種類 | 導体断面積<br>(mm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|----------------|----------------|------------|------|-----------------------------|
| 220                | Lomaum 水力発電所   | Novo Biopio    | 95.8       | ACSR | 409                         |
| 220                | Novo Biopio    | Quileva        | 18         | AAAC | 2 x 479                     |
| 220                | Novo Biopio    | Benguela Sul   | 57         | AAAC | 479                         |
| 220                | Gove 水力発電所     | Belém do Dango | 93         | ACSR | 409                         |
| 220                | Belém do Dango | Kuíto          | 150        | ACSR | 409                         |
| 220                | Lomaum 水力発電所   | Quileva        | 114        | ACSR | 409                         |
| 220 kV 送電線総亘長 (km) |                |                | 2,598.7    |      |                             |

出典：JICA アンゴラ電力開発計画策定能力向上プロジェクト ファイナルレポート(2018)

表 1-6.3 主要な変電所と変圧器一覧表  
 (400 kV と 220 kV のみ掲載、2017 年)

| 変電所名                | 州            | 電圧<br>(kV) | 構成<br>台数 x (MVA) | 容量<br>(MVA) |
|---------------------|--------------|------------|------------------|-------------|
| Viana               | Luanda       | 400/220    | 2 x 210          | 420         |
| Catete              | Luanda       | 400/220    | 2 x 450          | 900         |
| Kapary              | Bengo        | 400/220    | 2 x 450          | 900         |
| Soyo                | Zaire        | 400/60     | 2 x 120          | 240         |
| N' Zeto             | Zaire        | 400/220    | 1 x 90           | 90          |
| Cambutas            | Kwanza Norte | 220/400    | 2 x 930          | 1,860       |
| Capanda_elev        | Kwanza Norte | 220/400    | 2 x 270          | 540         |
| 400 kV 変圧器総容量 (MVA) |              |            |                  | 4,950       |
| Catete              | Luanda       | 220/60     | 2 x 120          | 240         |
| Cazenga             | Luanda       | 220/60/15  | 5 x 60           | 300         |
| Viana               | Luanda       | 220/60     | 5 x 60           | 300         |
| Filda               | Luanda       | 220/60     | 2 x 120          | 240         |
| Camama              | Luanda       | 220/60     | 3 x 120          | 360         |
| Cacuaco             | Luanda       | 220/60     | 2 x 60           | 120         |
| Sambizanga          | Luanda       | 220/60     | 2 x 120          | 240         |
| Futungo de Belas    | Luanda       | 220/60     | 2 x 120          | 240         |
| Ramiro              | Luanda       | 220/60     | 2 x 120          | 240         |
| Kapary              | Bengo        | 220/60     | 2 x 120          | 240         |
| Ada                 | Bengo        | 220/15     | 1 x 25, 1 x 40   | 65          |
| N' Dalatando        | Kwanza Norte | 220/30     | 1 x 40           | 40          |
| Pambos de Sonhe     | Kwanza Norte | 220/30     | 1 x 30           | 30          |
| Cambutas            | Kwanza Norte | 220/60     | 2 x 120          | 240         |
| Capanda Elevadora   | Malanje      | 220/440    | 2 x 270          | 590         |
|                     |              | 220/30     | 1 x 30           |             |
|                     |              | 220/110    | 1 x 20           |             |
| Uíge                | Uíge         | 220/60     | 1 x 40           | 40          |
| Maquela do Zombo    | Uíge         | 220/30/15  | 1 x 10           | 40          |
|                     |              | 220/60/15  | 1 x 30           |             |
| N' Zeto             | Zaire        | 220/60     | 1 x 63           | 63          |
| M' Banza Congo      | Zaire        | 220/60     | 1 x 63           | 63          |
| Quileva             | Benguela     | 220/64/32  | 2 x 100          | 200         |
| Alto Chingo         | Kwanza Sul   | 220/60     | 1 x 60           | 60          |





| 変電所名                | 州          | 電圧<br>(kV) | 構成<br>台数 x (MVA) | 容量<br>(MVA) |
|---------------------|------------|------------|------------------|-------------|
| Gabela              | Kwanza Sul | 220/60/30  | 1 x 35           | 35          |
| Belém do Dango      | Huambo     | 220/60/30  | 1 x 60           | 60          |
| Kuito               | Huambo     | 220/60/10  | 1 x 20           | 20          |
| 220 kV 変圧器総容量 (MVA) |            |            |                  | 4,066       |

出典：JICA アンゴラ電力開発計画策定能力向上プロジェクト ファイナルレポート(2018)

アンゴラにおける配電網は、18 の州都及びその周辺のみ延線された状態である。

電化率を向上させる方法として、系統(配電線)の延線と、独立系統電化に分類されるが、系統接続による電化促進は大規模村落を優先することになっており、以下の場合には独立系統電化（ミニグリッドもしくはソーラーホームシステム）を採用する方針となっている。

- 500 人未満の住人の低人口密度村落
- 配電線から 10 km 以上距離のある村落

### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

アンゴラの国家経済は石油に大きく依存しているが、均衡のとれた持続的な経済発展を遂げるためには、農業や水産業等の一次産業開発が根本的な役割を果たす。アンゴラはもとより気候条件等が農業に適しており、水産業においても、世界有数の漁場を抱え、養殖業も併せて漁獲量が年々増加する背景から、大きな潜在力を持っているといえるが、未だ食糧供給の多くを輸入に頼っており、貧困削減、食料自給率の向上、非石油部門の経済開発の観点から、農業及び水産業における開発を推進しなければならない状況である。

上述のように、アンゴラの持続可能な経済成長の実現には、石油収入のみに依存しない産業の多様化が肝要であり、非石油セクターの成長を支える人材育成が不可欠である。2014 年後半から始まった石油価格の下落を背景に、IMF が公表している暫定値で 2016 年の GDP 成長率は-0.8%と 2002 年の内戦終了後初めてマイナス成長を記録したが、2017 年の GDP 成長率は 1.0%まで回復しているが、復調の速度は非常に緩やかな状況となっている。

内戦による社会システムの破壊は、アンゴラに大きな打撃を与え、中でも保健・医療分野の開発の遅れは、サブサハラ・アフリカ諸国の中でも際立っており、地方での小児の死因のトップは、未だにマラリアという状況に留まっている。同国政府は、「保健・医療」を重点政策分野として掲げて「国家保健開発計画（2012 年-2025 年）」に基づき、医療施設の整備、母子保健・医療サービスの改善、感染症対策、保健医療人材育成の強化に取り組んでいる。

#### 1-7 課題と開発ニーズ

2019 年のアンゴラの全国電化率は 42.5%（2018 年の内訳では都市部で 61%、地方部で 10%程度）であり、地方部の電化率が低いことから、サブサハラ・アフリカの全国平均電化率（47.9%）を下回っている。

アンゴラ政府は、エネルギーセクターの長期ビジョンとして Angola Energy2025 を策定して発送配変電分野の開発掲載、また、2018 年には JICA の支援により、2040 年までの発電と送変電開発マスタープランが策定されている。

アンゴラ側から配電分野に関する十分な情報が提供されていないため、配電開発計画や実施動向が把握しきれていないが、上流の開発に伴う配電網を整備する開発計画を策定し、地方部の電化率を



向上させるためのオングリッドの役割を明確化した実施計画の必要性があるのではないかと思料する。

上記のほか、電力セクターの課題をあげる。

- 地方部の低い電化率の向上促進
- 約 35%といわれている配電ロス（ノンテクニカルロスの 1 つとして、違法な接続が横行している。）
- 不十分な運転・維持管理に必要なトレーニング

アンゴラ政府は 2025 年までに電化率を 60%に引き上げる目標を掲げており、2018 年の電力開発マスタープランのコンポーネントに配電を加えた支援が一案としてあるが、Angola Energy2025 記載の配電プロジェクトのコストが非常に高いため、配電コンポーネントの詳細内容確認とコストのレビューが必要となる。

貴機構に相談し、ニーズが確認されれば、技プロによる配電マスタープランや配電ロス低減プロジェクトについて、アンゴラ側との協議、具体的検討を行う。

#### 1－8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表 1－8. 1 に示す。

表 1-8.1 プロジェクト候補リスト (アンゴラ)

| 優先度 | 地域         | プロジェクト名 (仮)            | プロジェクトの目的                           | 分類  | 主要コンポーネント                                               | 数量                                                                                 | 概算費用<br>(百万米ドル) |      | 運用開始<br>時期 |
|-----|------------|------------------------|-------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------------|
|     |            |                        |                                     |     |                                                         |                                                                                    | 個別              | 計    |            |
| 1   | Benguela   | Cubal 変電所建設            | Cubal 変電所建設                         | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 5 区画 (2 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>2 式 60 MVA<br>(3+x) 区画<br>(x 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | 18.1            | 19.0 | 2022       |
|     |            |                        | Lomaum 水力発電所併設変電所の増強                | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                | 2 区画 (2 送電線)<br>1 式                                                                |                 |      |            |
|     |            |                        | Lomaum 水力発電所併設変電所と Cubal 変電所間の架空送電線 | 送電線 | 220 kV 2 回線送電線 360 MVA                                  | 2 km                                                                               | 0.9             |      |            |
| 2   | Benguela   | Bocoio 変電所建設           | Bocoio 変電所建設                        | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 7 区画 (4 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>2 式 60 MVA<br>(3+x) 区画<br>(x 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | 18.1            | 22.7 | 2025       |
|     |            |                        | Lomaum 水力発電所併設変電所の増強                | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                | 2 区画 (2 送電線)<br>1 式                                                                |                 |      |            |
|     |            |                        | Nova Biopio 変電所と Bocoio 変電所間の架空送電線  | 送電線 | 220 kV 2 回線送電線 120 MVA                                  | 5 km                                                                               | 2.3             |      |            |
|     |            |                        | Lomaum 水力発電所併設変電所と Bocoio 変電所間架空送電線 | 送電線 | 220 kV 2 回線送電線 120 MVA                                  | 5 km                                                                               | 2.3             |      |            |
| 3   | Benguela   | Catumbela 変電所建設と送電網の増強 | Catumbela 変電所建設                     | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 5 区画 (2 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>2 式 60 MVA<br>(3+x) 区画<br>(x 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | 18.1            | 28.2 | 2025       |
|     |            |                        | Reinforcement of Quileva 変電所        | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                | 3 区画 (3 送電線)<br>1 式                                                                |                 |      |            |
|     |            |                        | Quileva 変電所と Catumbela 変電所間の架空送電線   | 送電線 | 220 kV 2 回線送電線 240 MVA                                  | 8 km                                                                               | 3.6             |      |            |
|     |            |                        | Quileva 変電所と Nova Biopio 変電所間の架空送電線 | 送電線 | 220 kV 1 回線送電線追加 550 MVA                                | 18 km                                                                              | 6.5             |      |            |
| 4   | Cuanza Sul | Alto Chingo 変電所建設      | Alto Chingo 変電所の増強                  | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                                |                 | 29.2 | 2022       |
|     |            |                        | Gebela 変電所の増強                       | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                                |                 |      |            |





| 優先度 | 地域         | プロジェクト名 (仮)                      | プロジェクトの目的                               | 分類  | 主要コンポーネント                                               | 数量                                                                                  | 概算費用<br>(百万米ドル) |       | 運用開始<br>時期 |
|-----|------------|----------------------------------|-----------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|
|     |            |                                  |                                         |     |                                                         |                                                                                     | 個別              | 計     |            |
|     |            |                                  | Gebela 変電所と Alto Chingo 変電所間の架空送電線      | 送電線 | 220 kV 1 回線送電線追加 300 MVA                                | 81 km                                                                               | 29.2            |       |            |
| 5   | Guanza Sul | Port Ambion 変電所と Cuacra 変電所の建設   | Port Amboim 変電所建設                       | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 5 区画 (2 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>2 式 60 MVA<br>(3+x) 区画<br>(x 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式  | 18.1            | 71.2  | 2025       |
|     |            |                                  | Cuacra 変電所建設                            | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 5 区画 (2 送電線, 1 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 60 MVA<br>(2+x) 区画<br>(x 送電線, 1 変圧器, 母線連絡)<br>1 式  | 14.8            |       |            |
|     |            |                                  | Alto Chingo 変電所の増強                      | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                | 4 区画 (4 送電線)<br>1 式                                                                 |                 |       |            |
|     |            |                                  | Alto Chingo 変電所と Port Ambion 変電所間の架空送電線 | 送電線 | 220 kV 2 回線送電線 120 MVA                                  | 60 km                                                                               | 27.0            |       |            |
|     |            |                                  | Alto Chingo 変電所と Cuacra 変電所間の架空送電線      | 送電線 | 220 kV 2 回線送電線 60 MVA                                   | 25 km                                                                               | 11.3            |       |            |
|     |            |                                  |                                         |     |                                                         |                                                                                     |                 |       |            |
| 6   | Lubango    | Lubango 変電所 ~ Matala 発変電所の送電網の増強 | Matala 水力発電所併設変電所の増強                    | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                                 |                 | 120.0 | 2022       |
|     |            |                                  | Matala 変電所の増強                           | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 6 区画 (3 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>2 式 60 MVA<br>(3+x) 区画<br>(x 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式  | 18.1            |       |            |
|     |            |                                  | Lubango 変電所の増強                          | 変電所 | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 5 区画 (2 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>2 式 120 MVA<br>(3+x) 区画<br>(x 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | 24.5            |       |            |
|     |            |                                  | Matala 変電所と Matala 水力発電所併設変電所間の架空送電線    | 送電線 | 220 kV 1 回線送電線追加 41MVA                                  | 5 km                                                                                | 1.8             |       |            |
|     |            |                                  | Matala 変電所と Lubango 変電所間の架空送電線          | 送電線 | 220 kV 2 回線送電線 120 MVA                                  | 168 km                                                                              | 75.6            |       |            |
|     |            |                                  |                                         |     |                                                         |                                                                                     | 個別              | 計     |            |



| 優先度 | 地域         | プロジェクト名 (仮)         | プロジェクトの目的                                                            | 分類               | 主要コンポーネント                                               | 数量                                                                                 | 概算費用<br>(百万米ドル) |       | 運用開始<br>時期 |
|-----|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|
|     |            |                     |                                                                      |                  |                                                         |                                                                                    | 個別              | 計     |            |
| 7   | Huambo/Bie | Huambo 地域<br>送電網の増強 | Belém do Huambo 変電所の増強                                               | 変電所              | 220 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                | 4 区画 (4 送電線)<br>1 式                                                                |                 | 199.4 | 2025       |
|     |            |                     | Ukuma 変電所建設                                                          | 変電所              | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 4 区画 (2 送電線, 1 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 60 MVA<br>(2+x) 区画<br>(x 送電線, 1 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | 14.8            |       |            |
|     |            |                     | Catchiungo 変電所建設                                                     | 変電所              | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 9 区画 (6 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>2 式 60 MVA<br>(3+x) 区画<br>(x 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | 18.1            |       |            |
|     |            |                     | Kuito 変電所の増強                                                         | 変電所              | 220 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                | 2 区画 (2 送電線)<br>1 式                                                                |                 |       |            |
|     |            |                     | Andulo 変電所建設                                                         | 変電所              | 220 kV 開閉装置<br>220/60 kV 変圧器<br>60 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 4 区画 (2 送電線, 1 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 60 MVA<br>(2+x) 区画<br>(x 送電線, 1 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | 14.8            |       |            |
|     |            |                     | Belém do Huambo 変電所と Ukuma 変電所間の架空送電線                                | 送電線              | 220 kV 2 回線送電線 60 MVA                                   | 66 km                                                                              | 29.7            |       |            |
|     |            |                     | Belém do Huambo 変電所と Catchiungo 変電所間の架空送電線                           | 送電線              | 220 kV 2 回線送電線 720 MVA                                  | 76 km                                                                              | 34.2            |       |            |
|     |            |                     | Catchiungo 変電所と変電所間の架空送電線                                            | 送電線              | 220 kV 2 回線送電線 480 MVA                                  | 85 km                                                                              | 38.3            |       |            |
|     |            |                     | Catchiungo 変電所と Andulo 変電所間の架空送電線                                    | 送電線              | 220 kV 2 回線送電線 60 MVA                                   | 110 km                                                                             | 49.5            |       |            |
| 8   | Benguela   | 都市配電網の増強            | 本表記載とその他にも 60 kV 変電所の建設計画が存在するが、60 kV とそれ未満の電圧の配電線も同様に開発が必要となるはずである。 | 配電線<br>及び<br>変電所 | ENDE からの情報無し                                            | -                                                                                  | ^               | 307.5 | 2025       |



| 優先度 | 地域         | プロジェクト名 (仮)                                                              | プロジェクトの目的                                                            | 分類               | 主要コンポーネント                                                                | 数量  | 概算費用<br>(百万米ドル) |       | 運用開始<br>時期 |
|-----|------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------|-------|------------|
|     |            |                                                                          |                                                                      |                  |                                                                          |     | 個別              | 計     |            |
| 9   | Cuanza Sul | 都市配電網の増強                                                                 | 本表記載とその他にも 60 kV 変電所の建設計画が存在するが、60 kV とそれ未満の電圧の配電線も同様に開発が必要となるはずである。 | 配電線<br>及び<br>変電所 | ENDE からの情報無し                                                             | -   |                 |       | 2025       |
| 10  | Lubango    | 都市配電網の増強                                                                 | 本表記載とその他にも 60 kV 変電所の建設計画が存在するが、60 kV とそれ未満の電圧の配電線も同様に開発が必要となるはずである。 | 配電線<br>及び<br>変電所 | ENDE からの情報無し                                                             | -   |                 | 295.8 | 2025       |
| 11  | Huambo     | 都市配電網の増強                                                                 | 本表記載とその他にも 60 kV 変電所の建設計画が存在するが、60 kV とそれ未満の電圧の配電線も同様に開発が必要となるはずである。 | 配電線<br>及び<br>変電所 | ENDE からの情報無し                                                             | -   |                 | 309.8 | 2025       |
| -   | -          | 都市配電網開発マスタープラン策定能力向上プロジェクト<br>(No.8～11の具体的な配電網開発計画がない場合に技術支援プロジェクトが提案可能) | 配電網開発マスタープラン策定能力向上支援プロジェクト                                           | 配電線<br>及び<br>変電所 | 以下の項目の能力向上<br>- 需要想定<br>- 配電網の構成計画<br>- 概算費用積算<br>- その他マスタープラン策定に必要な検討事項 | 1 式 | -               | -     | -          |

出典：調査団作成

## 第2章 ブルキナファソ





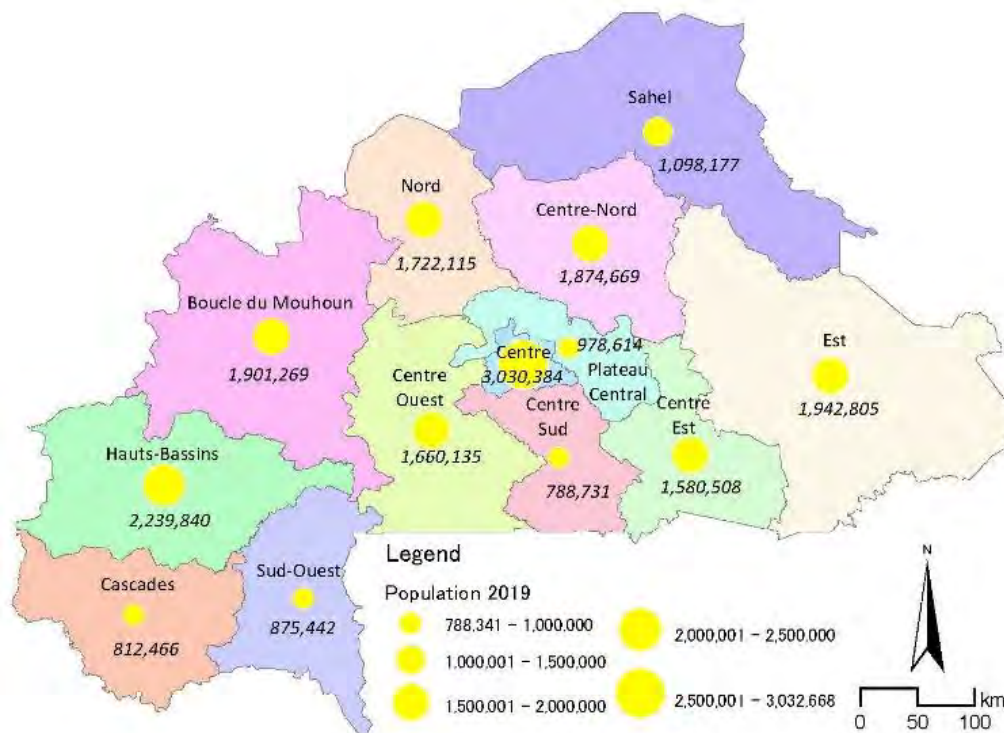
## 第2章 ブルキナファソ

### 2-1 概況

ブルキナファソは、西アフリカ経済通貨同盟 (UEMOA) の本部所在国であり、西アフリカ諸国経済共同体 (ECOWAS) 加盟国中6か国と国境を接することから、域内の連結性を強化し、経済統合を推進する上で重要な役割を果たすことが期待されている。同国は、日本にとって第3位のゴマの輸入元であることに加え、アフリカ最大規模の綿花の産出国でもあり、これら農作物の供給源、及びバイク、鉱山採掘用重機等の日本製品の販売市場として、日本企業が関心を有していることに加え、金、マンガン等の鉱物資源の供給源としての潜在性も有している。一方、同国は、近年の気候変動の影響による度重なる干ばつや洪水の発生など厳しい自然環境にあり、人間開発指数 188 か国中 185 位 (2016 年、UNDP) であるなど貧困削減が課題となっている。同国政府は、5 万人の雇用、平均経済成長率 7.7%、アフリカ「アジェンダ 2063」及び持続可能な開発目標 (SDGs) 達成のため、「国家経済社会開発計画 (PNDES) 2016~2020 年」を定めており、①制度改革・行政近代化、②人的資本の開発、③富と雇用を創出するあらゆるセクターの再活性化を優先課題として、持続的な成長と貧困削減に取り組んでいる。



図 2-1.1 位置図



Source: Institut National de la Statistique et de la Demographie, Burkina Faso (web)

図 2-1.2 人口分布





表 2-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                               | 参照元        |
|------------------|----------------------------------|------------|
| 面積               | 274,200 平方キロメートル                 | 日本の約 0.7 倍 |
| 人口               | 2,090 万人                         | 2020 年世銀   |
| 首都               | ワガドゥグ                            |            |
| 民族               | モシ族、グルマンチェ族、ヤルセ族、グルンシ族、ボボ族等      |            |
| 言語               | フランス語（公用語）、モシ語、デュラ語、グルマンチェ語等     |            |
| 宗教               | 伝統的宗教（57%）、イスラム教（31%）、キリスト教（12%） |            |
| 政体               | 共和制                              |            |
| 議会               | 国民議会（111 議席、任期 5 年）              |            |
| GDP              | 173.7 億米ドル                       | 2020 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 790 米ドル                          | 2020 年世銀   |
| 経済成長率            | 2.0%                             | 2020 年世銀   |
| 失業率              | 4.7%                             | 2018 年 ILO |
| 電化率              | 全国：21.3%<br>都市部：68.6%<br>地方部：1%  | 2020 年 IEA |

表 2-1.2 対ブルキナファソ開発協力方針（2018 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【成長の加速化と人的資本の強化】<br>我が国は、PNDES に掲げられている優先課題を踏まえ、成長の加速化の牽引役となるべき農業開発及び域内統合を通じた地域経済活性化、並びに経済成長のために不可欠な人的資本の強化に資する支援を行う。 |
| 重点分野     | (1) 農業開発<br>(2) 教育の質の向上<br>(3) 域内経済統合の促進                                                                              |

## 2-2 エネルギー政策

「エネルギー領域の戦略（2019-2023）」では、以下の任務がエネルギー省により定められている。

- 管轄省庁に関連するエネルギー製品の研究、生産、供給、流通分野における法律と規制の精緻化とその適用
- 管轄省庁におけるエネルギー社会基盤の作成、備え付け、および制御
- 管轄省庁における従来型・再生可能エネルギーの生産、供給、および流通の管理
- 新・再生可能エネルギーの促進
- 省エネとエネルギー効率全般の推進



## ■ 電力アクセス向上の取り組み

### ● 地域毎の電化率

ブルキナファソの電化率は、全国 21.3% (2020 年 IEA) と非常に低い。この要因としては地方部の電化率 1%程度と極めて低いことに起因していると考えられる。都市部、地方部の電化率の差が大きく、地域別電化率などより詳細なデータの入手が必要と考えられる。

### ● 電力アクセス向上に向けた政策

ブルキナファソでは、2012 年以降年平均 10%程度の電力需要が増加しているが、発電力が低い状況が続いているため、2017 年に地方電力庁 (ABER) が設立され、国内電力基幹系統の開発、電源開発計画等が検討されている。また、エネルギー省では電力開発マスタープラン (Plan Directeur National Production Transport Distribution ET D'Electrification Rurale 2017-2025 Jun 2017) 及び優先活動計画(National Strategy for the Energy SECTOR 2018-2022)が策定され、プロジェクトが計画されている。計画されているプロジェクトとしては、首都ワガドゥグにおける火力発電設備の増強、メガソーラーを含む太陽光発電設備の新設、送変電設備の増強、新設、配電網の延伸などが含まれ、他ドナーからの資金供与が決定しているプロジェクトもある状況となっている。

ARSE - Rapport d'activités 2019 に報告されている近年の地方部と都市部の電化率の推移を、表 2-2.1 に示す。2018 年に電化率は大幅に改善されていることが確認でき、特に地方部においては、2017 年 3.2%程度であった電化率が 2018 年には 10 倍の 32.2%となっていることが確認できる。地方部での太陽光発電による電力供給範囲が急速に拡大していることが一因となっていると考えられるが、短期間での大幅な電化率向上の要因など今後確認し、その背景を調査する必要がある。

表 2-2.1 電化率の推移

| 年    | 全国     | 都市部    | 地方部    |
|------|--------|--------|--------|
| 2016 | 20.07% | 66.46% | 3.2%   |
| 2017 | 20.62% | 65.84% | 3.24%  |
| 2018 | 43.2%  | 74.7%※ | 32.2%※ |

※：太陽光発電による電力アクセス向上が考慮された値

出典：ARE - Rapport d'activités 2019

## 2-3 エネルギー需給

自国産のエネルギー資源に乏しく、国内消費の大部分を輸入に依存している。特に国内石油消費に関しては直近の 20 年で年率 9.5%、電力消費に関しては年率 11.5%程度の伸びとなっている。化石燃料及び電力の海外からの依存脱却のため、近年では太陽光などの再生可能エネルギー導入が進んでいる。



表 2-3.1 エネルギー需給一覧表

| 項目           | 2000 | 2005 | 2014 | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|--------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |      |       |       |       |       |       |
| 石炭           | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 木炭           | 144  | 297  | 585  | 360   | 650   | 301   | 685   | 724   |
| 石油           | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 電力           | 35   | 42   | 68   | 155   | 164   | 198   | 209   | 224   |
| 化石燃料         | 26   | 34   | 62   | 147   | 155   | 124   | 133   | 141   |
| 水力           | 8    | 9    | 6    | 8     | 9     | 11    | 12    | 13    |
| 地熱           | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 再エネ(太陽光・風力)  | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 62    | 65    | 70    |
| バイオ・廃棄物      | 1    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| <b>輸入量</b>   |      |      |      |       |       |       |       |       |
| 石炭           | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 石油           | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 石油製品         | 313  | 507  | 889  | 1,046 | 1,110 | 1,549 | 1,656 | 1,770 |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 電力           | 0    | 11   | 45   | 36    | 36    | 37    | 38    | 39    |
| <b>最終消費量</b> |      |      |      |       |       |       |       |       |
| 石炭           | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 石油           | 170  | 275  | 482  | 765   | 787   | 1,121 | 1,161 | 1,208 |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 電力           | 30   | 43   | 118  | 98    | 100   | 220   | 28    | 237   |

出典：Africa energy Database 2019 (African Energy commission)

## 2-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、エネルギー省 (MoE) である。電力供給は、ブルキナ電力公社 (SONABEL) によって行われている。その他電力関連の組織として、電力規制を担う電気サブセクター規制当局 (ARSE)、地方電化を推進するブルキナファソ地方電化庁 (ABER)、国立再生可能エネルギー効率庁 (ANEREE) がある。なお、エネルギー省 (MoE) は、2025 年までに電化率を 60%にする目標を掲げている。

表 2-4.1 電気事業体制

|           |                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：     | Ministère de l' Energie (MoE)                                            |
| 電気事業体：    | La Société Nationale d' Electricité du Burkina (SONABEL)                 |
| 電力規制：     | Autorité de Régulation du Sous-secteur de l'Electricité (ARSE)           |
| 地方電化庁：    | Agence Burkinabè de l'Electrification Rurale (ABER)                      |
| 再エネ・省エネ局： | Agence Nationale des Énergies Renouvelables et de l' Efficacité (ANEREE) |

## 2-5 電力需給

ブルキナファソの至近年での電力需給については下記の通りである。

表 2-5.1 電力需給の推移

| 項目              | 単位         | 2015       | 2016       | 2017         | 2018         | 2019       |
|-----------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|------------|
| <b>発電電力量</b>    | <b>GWh</b> | <b>999</b> | <b>973</b> | <b>1,096</b> | <b>1,021</b> | <b>902</b> |
| 水力発電量 (SONABEL) | GWh        | 93.4       | 139.5      | 127.9        | 91.4         | 105        |



| 項目                 | 単位         | 2015         | 2016         | 2017         | 2018         | 2019         |
|--------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 火力発電量 (SONABEL)    | GWh        | 905.7        | 833.7        | 957.9        | 875.2        | 588.1        |
| 太陽光発電量 (SONABEL)   | GWh        | -            | -            | 9.4          | 54.1         | 58.8         |
| バイオガス発電量 (AGGREKO) | GWh        | -            | -            | 0.8          | 0.1          | 149.6        |
| <b>輸入量</b>         | <b>GWh</b> | <b>443</b>   | <b>630</b>   | <b>645</b>   | <b>837</b>   | <b>1,087</b> |
| コートジボワール           | GWh        | 382.3        | 570.8        | 583.3        | 560.9        | 505.5        |
| ガーナ                | GWh        | 57.6         | 55.3         | 57.5         | 271.3        | 576.4        |
| トーゴ                | GWh        | 3.2          | 3.6          | 4.6          | 5.2          | 5.4          |
| <b>電力消費量</b>       | <b>GWh</b> | <b>1,200</b> | <b>1,317</b> | <b>1,452</b> | <b>1,568</b> | <b>1,686</b> |
| 低圧需要家 (ポストペイド)     | GWh        | 685.8        | 724.0        | 745.7        | 762.3        | 758.5        |
| 低圧需要家 (プリペイド)      | GWh        | 58.4         | 70.9         | 92.5         | 109.7        | 145.3        |
| 中圧需要家              | GWh        | -            | -            | 613.7        | 562.4        | 604.8        |
| 高圧需要家+工場           | GWh        | 456.2        | 522.1        | 0.0          | 133.8        | 177.5        |
| <b>全損失</b>         | <b>%</b>   | <b>13.24</b> | <b>13.54</b> | <b>14.49</b> | <b>13.62</b> | <b>13.51</b> |

出典：ARSE Annual report を基に調査団作成 注)COOPEL 所有分は含まず

国内発生電力量は至近年で横ばいもしくは微減となっており、太陽光発電及び IPP による電力量の増加に合わせ、SONABEL 所有の火力の焚き減らしを行っている。また、国内需要の 5 割以上を輸入に頼っており、近年はガーナからの売電量が急増している。これはガーナからブルキナファソ首都近郊の Zagtouli 変電所間の 225 kV 国際連系線の完成のよるものと想定される。電力消費量については 2015～2019 の間で年率 8.9% の高い伸びを示しており、地方電化の促進に向けた国内の動向を鑑みるに、今後も電力消費の伸びは継続していくものと推測される。他方国内の電力料金水準を見ると、他の西アフリカ諸国と比較し、kWh 当りの電気料金が高く、電力アクセス向上に向けた課題の一つとなっている。

表 2-5.2 各国の国内における平均電気料金 2017 (FCFA/kWh)

| ベナン   | ブルキナファソ | コートジボワール | ガーナ  | ニジェール | セネガル | トーゴ  |
|-------|---------|----------|------|-------|------|------|
| 105.6 | 111.7   | 60       | 64.5 | 88.9  | 98.4 | 99.5 |

出典:ARSE

表 2-5.3 ピーク需要

| 単位 (MW) | 2010                 | 2011                | 2012                | 2013                 | 2014                 | 2015                | 2016                 | 2017                 | 2018                 | 2019                 | 2020                 |
|---------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1 月     | 129                  | 138                 | 145                 | 162                  | 179                  | 188                 | 208                  | 234                  | 250                  | 259                  | 268                  |
| 2 月     | 148                  | 141                 | 161                 | 172                  | 197                  | 214                 | 225                  | 253                  | 292                  | 278                  | 294                  |
| 3 月     | 148                  | 157                 | 164                 | 195                  | 206                  | 227                 | 246                  | 280                  | 315                  | 314                  | 337                  |
| 4 月     | 159                  | 156                 | 173                 | 195                  | 219                  | 234                 | 263                  | 287                  | 326                  | 336                  | 362                  |
| 5 月     | 149                  | 162                 | 175                 | 200                  | 218                  | 244                 | 255                  | 276                  | 316                  | 352                  | 365                  |
| 6 月     | 142                  | 149                 | 171                 | 191                  | 214                  | 239                 | 248                  | 274                  | 290                  | 322                  | 358                  |
| 7 月     | 138                  | 143                 | 149                 | 174                  | 200                  | 216                 | 226                  | 248                  | 268                  | 303                  | 332                  |
| 8 月     | 128                  | 133                 | 145                 | 168                  | 183                  | 194                 | 219                  | 242                  | 246                  | 258                  | 284                  |
| 9 月     | 134                  | 145                 | 159                 | 169                  | 190                  | 205                 | 221                  | 252                  | 261                  | 292                  | 297                  |
| 10 月    | 139                  | 147                 | 161                 | 176                  | 194                  | 212                 | 233                  | 262                  | 273                  | 292                  | 313                  |
| 11 月    | 138                  | 144                 | 167                 | 177                  | 192                  | 208                 | 235                  | 247                  | 268                  | 285                  | 293                  |
| 12 月    | 130                  | 146                 | 161                 | 174                  | 196                  | 195                 | 232                  | 244                  | 251                  | 270                  | 296                  |
| ピーク需要   | 159                  | 162                 | 175                 | 200                  | 219                  | 244                 | 263                  | 287                  | 326                  | 352                  | 365                  |
| 記録日     | 4 月<br>20 日<br>15:30 | 5 月<br>4 日<br>16:00 | 5 月<br>8 日<br>16:00 | 5 月<br>20 日<br>16:00 | 4 月<br>22 日<br>12:00 | 5 月<br>7 日<br>15:30 | 4 月<br>20 日<br>14:30 | 4 月<br>20 日<br>12:00 | 4 月<br>27 日<br>16:00 | 5 月<br>10 日<br>15:00 | 5 月<br>14 日<br>14:30 |

出典:SONABEL



ブルキナファソでは年間最高気温を記録する 4～5 月にかけて、最大電力を更新する傾向にある。2019 年の最大需要を更新した 5 月 10 日及び例として同年 9 月の日負荷曲線を下記に記す。昼間帯及び電灯負荷が中心となる 19:00 以降にピークを迎える傾向にある。

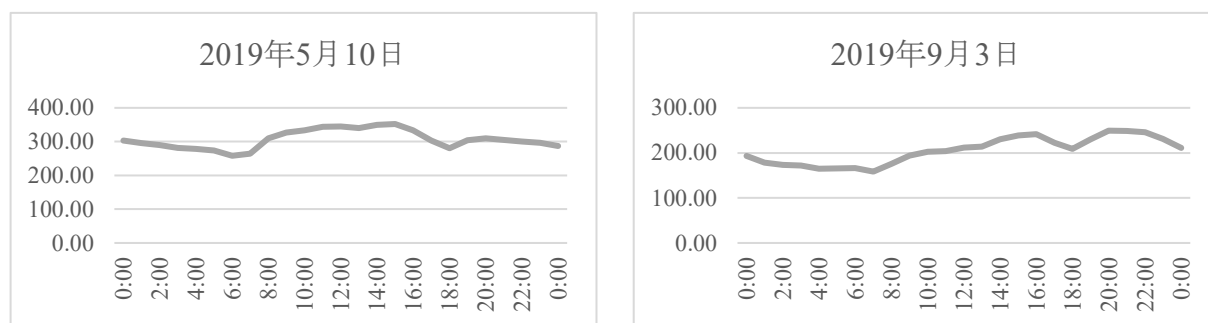


図 2-5.1 2019 年の日負荷曲線

## 2-6 電力設備

### (1) 発電設備

ブルキナファソ国内の電力設備一覧を下記表に示す。

国内発電設備としては発送配電を担う SONABEL 及び独立系事業者分も含め火力発電が大部分を占め、339MW となっており、その次にガーナ、コートジボワールからの電力輸入、太陽光、水力と続く。

表 2-6.1 発電設備一覧

| 種 別 | 発電所名     | 設備容量  | 可能出力  |    | 発電所名       | 設備容量  | 可能出力  |
|-----|----------|-------|-------|----|------------|-------|-------|
| 火力  | KOMSILGA | 93.50 | 76.00 | 火力 | OUAHIGOUYA | 4.10  | 3.50  |
|     | GR N°1   | 18.50 | 16.50 |    | GR N°1     | 1.20  | 1.00  |
|     | GR N°2   | 12.50 | 10.50 |    | GR N°2     | 1.20  | 1.00  |
|     | GR N°3   | 12.50 | 10.50 |    | GR N°3     | 1.20  | 1.00  |
|     | GR N°4   | 12.50 | 7.50  |    | GR N°4     | 0.50  | 0.50  |
|     | GR N°5   | 12.50 | 10.00 | 火力 | GAOUA      | 4.58  | 4.10  |
|     | GR N°6   | 12.50 | 10.50 |    | GR N°1     | 0.28  | 0.22  |
|     | GR N°7   | 12.50 | 10.50 |    | GR N°3     | 0.60  | 0.40  |
| 火力  | KOSSODO  | 62.70 | 51.50 |    | GR N°4     | 0.46  | 0.46  |
|     | GR N°1   | 3.80  | 3.00  |    | GR N°5     | 1.08  | 1.00  |
|     | GR N°2   | 6.25  | 4.00  |    | GR N°6     | 1.08  | 1.00  |
|     | GR N°3   | 6.25  | 5.50  |    | GR N°7     | 1.08  | 1.00  |
|     | GR N°4   | 6.25  | 5.50  | 火力 | DORI       | 4.25  | 3.59  |
|     | GR N°5   | 6.25  | 5.50  |    | GR N°3     | 0.00  | 0.00  |
|     | GR N°6   | 7.50  | 8.00  |    | GR N°4     | 1.25  | 0.80  |
|     | GR N°7   | 7.50  | 8.00  |    | GR N°5     | 1.25  | 0.80  |
|     | GR N°8   | 18.80 | 18.00 |    | GR N°6     | 0.00  | 0.25  |
| 火力  | OUAGA2   | 29.30 | 23.30 |    | GR N°7     | 0.00  | 0.38  |
|     | GR N°2   | 4.50  | 3.50  |    | GR N°8     | 0.50  | 0.28  |
|     | GR N°3   | 4.50  | 3.50  |    | GR N°9     | 1.25  | 0.30  |
|     | GR N°4   | 4.50  | 3.50  |    | GR N°10    | 0.00  | 0.30  |
|     | GR N°5   | 6.50  | 5.50  | 火力 | Aggreko    | 50.00 | 47.00 |
|     | GR N°6   | 6.50  | 5.50  |    | Tranhone1  | 25.00 | 23.50 |
|     | GR N°8   | 2.80  | 1.8   |    | Tranhone2  | 25.00 | 23.50 |



| 種 別 | 発電所名     | 設備容量  | 可能出力  |     | 発電所名        | 設備容量   | 可能出力   |
|-----|----------|-------|-------|-----|-------------|--------|--------|
| 火力  | BOBO2    | 70.00 | 59.00 | 水力  | Bagre       | 16.00  | 14.00  |
|     | GR N° 1  | 4.00  | 3.00  |     | GR N° 1     | 8      | 7      |
|     | GR N° 2  | 4.00  | 3.00  |     | GR N° 2     | 8      | 7      |
|     | GR N° 3  | 4.00  | 3.00  | 水力  | Kompienga   | 14.00  | 12.00  |
|     | GR N° 4  | 4.00  | 3.00  |     | GR N° 1     | 7      | 6      |
|     | GR N° 5  | 4.00  | 3.00  |     | GR N° 2     | 7      | 6      |
|     | GR N° 6  | 12.50 | 11.00 | 水力  | TOURNI      | 0.52   | 0.30   |
|     | GR N° 7  | 12.50 | 11.00 |     | GR N° 1     | 0.26   | 0.15   |
|     | GR N° 8  | 12.50 | 11.00 |     | GR N° 2     | 0.26   | 0.15   |
|     | GR N° 9  | 12.50 | 11.00 | 水力  | NIOFILA     | 1.50   | 0.75   |
| 火力  | OUAGA1   | 5.40  | 5.00  |     | GR N° 1     | 0.5    | 0.25   |
|     | GR N° 1  | 2.70  | 2.50  |     | GR N° 2     | 0.5    | 0.25   |
|     | GR N° 2  | 2.70  | 2.50  |     | GR N° 3     | 0.5    | 0.25   |
| 火力  | FADA     | 8.00  | 7.50  | 太陽光 | S. ZAGTOULI | 34.10  | 20.00  |
|     | GR N° 3  | 4.00  | 3.75  |     |             | 34.1   | 20     |
|     | GR N° 4  | 4.00  | 3.75  | 太陽光 | S. ZIGA     | 1.10   | 1.00   |
| 火力  | DEDOUGOU | 7.10  | 4.30  |     |             | 1.1    | 1      |
|     | GR N° 1  | 2.30  | 1.40  | 輸入  | INTERCO-CI  | 110.00 | 80.00  |
|     | GR N° 2  | 2.30  | 1.40  |     | FKE-KDN     | 110.00 | 80.00  |
|     | GR N° 3  | 1.25  | 0.75  | 輸入  | INTERCO-GH  | 150.00 | 100.00 |
|     | GR N° 4  | 1.25  | 0.75  |     | NAY-ZTL     | 150.00 | 100.00 |

出典：SONABEL 資料を基に調査団作成

なお化石燃料の焚き減らしや、国外からの買電量縮減のため、他ドナー支援のもと積極的な太陽光発電の導入に取り組んでいる。下記は 2025 年までに計画されている、大規模太陽光発電プロジェクトの一覧である。予定される開発規模は 616MW となり、今後数年の間に現時点での国内発電設備容量を超える規模の再生可能エネルギー電源投入を計画している。

表 2-6.2 太陽光発電プロジェクト

| Plant                       | Commission date | Capacity (MWe) | Plant                               | Commission date | Capacity (MWe)          |
|-----------------------------|-----------------|----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| KODENI (Bobo-Dioulasso-IPP) | 2022            | 38             | KOUPERA (PSVR)                      | 2023            | 75                      |
| SOURI (Dedougou-IPP)        | 2023            | 18             | KOUPERA (PSVR-2)                    | 2027            | 150                     |
| DIAPAGA (Programme Yeleen)  | 2023            | 2              | MATOURKOU (Bobo-Dioulasso-KfW)      | 2023            | 14 (PV) +8MWh (Battery) |
| DORI (Programme Yeleen)     | 2022            | 6              | OUAGA NORD OUEST (Programme Yeleen) | 2022            | 43 (PV) +8MWh (Battery) |
| GAOUA (Programme Yeleen)    | 2022            | 1              | NAGREONGO (IPP)                     | 2022            | 30                      |
| KALZI (IPP)                 | 2022            | 36             | PA (IPP)                            | 2022            | 30                      |
| KAYA (Banque mondiale)      | 2022            | 10             | ZANO (Tenkodogo-IPP)                | 2022            | 24                      |
| KAYA (PSVR)                 | 2023            | 75             | ZINA (IPP)                          | 2024            | 26.6                    |



| Plant                      | Commission date | Capacity (MWe) | Plant           | Commission date | Capacity (MWe) |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| KOUDOUGOU (Banquemondiale) | 2022            | 20             | ZACTOULI2 (BEI) | 2024            | 17             |

出典：SONABEL 資料を基に調査団作成

## (2) 送配電設備

ブルキナファソの電圧階級はコートジボワール及びガーナとの国際連系線及び首都ワガドゥグから西部ボボディオラソンを結ぶ 225kV 以下 132kV、90kV、34.5kV、33kV そして 15kV があり、全て SONABEL にて一元管理されている。また、ナイジェリアーニジェールーベナンーブルキナファソを結ぶ 330kV 国際連系線プロジェクト (The WAPP North Backbone Rural Electrification Project) についてはドナー間の資金協力合意が完了し、プロジェクトが開始したところである。

運用中の国内送電線及び変電所については下記の通り。

表 2-6.3 国内送電線

| 電圧種別               | 自           | 至        | 距離 (km)    | 電圧種別              | 自        | 至           | 距離 (km)    |
|--------------------|-------------|----------|------------|-------------------|----------|-------------|------------|
| 225kV              | kodeni      | Pa       | 134        | 90kV              | Ouaga2   | Zagtouli    | 15         |
| 225kV              | Pa          | Zagtouli | 204        | 90kV              | Ouaga1   | Ouaga2      | 5          |
| <b>225kV total</b> |             |          | <b>338</b> | 90kV              | kossodo  | Ouaga1      | 8          |
| 132kV              | Patte d Oie | Zano     | 140        | 90kV              | Zagtouli | komsilga    | 12         |
| 132kV              | Bagre       | Zano     | 32         | 90kV              | komsilga | Patte d Oie | 24         |
| 132kV              | kompenga    | Zano     | 143        | 90kV              | Zagtouli | Ouahigouya  | 171        |
| 132kV              | Zano        | koupela  | 55         | 90kV              | Pa       | Yaramoko    | 30         |
| <b>132kV total</b> |             |          | <b>370</b> | 90kV              | Yaramoko | Wona        | 37         |
|                    |             |          |            | 90kV              | Pa       | Hounde      | 36         |
|                    |             |          |            | <b>90kV total</b> |          |             | <b>338</b> |

出典：SONABEL 資料を基に調査団作成

表 2-6.4 国際連系線

| 電圧種別  | 自        | 至        | 距離 (km) | 備考       |
|-------|----------|----------|---------|----------|
| 225kV | Ferke    | kodeni   | 151/221 | コートジボワール |
| 225kV | Zagtouli | Nayagnia | 176/194 | ガーナ      |

出典：SONABEL 資料を基に調査団作成

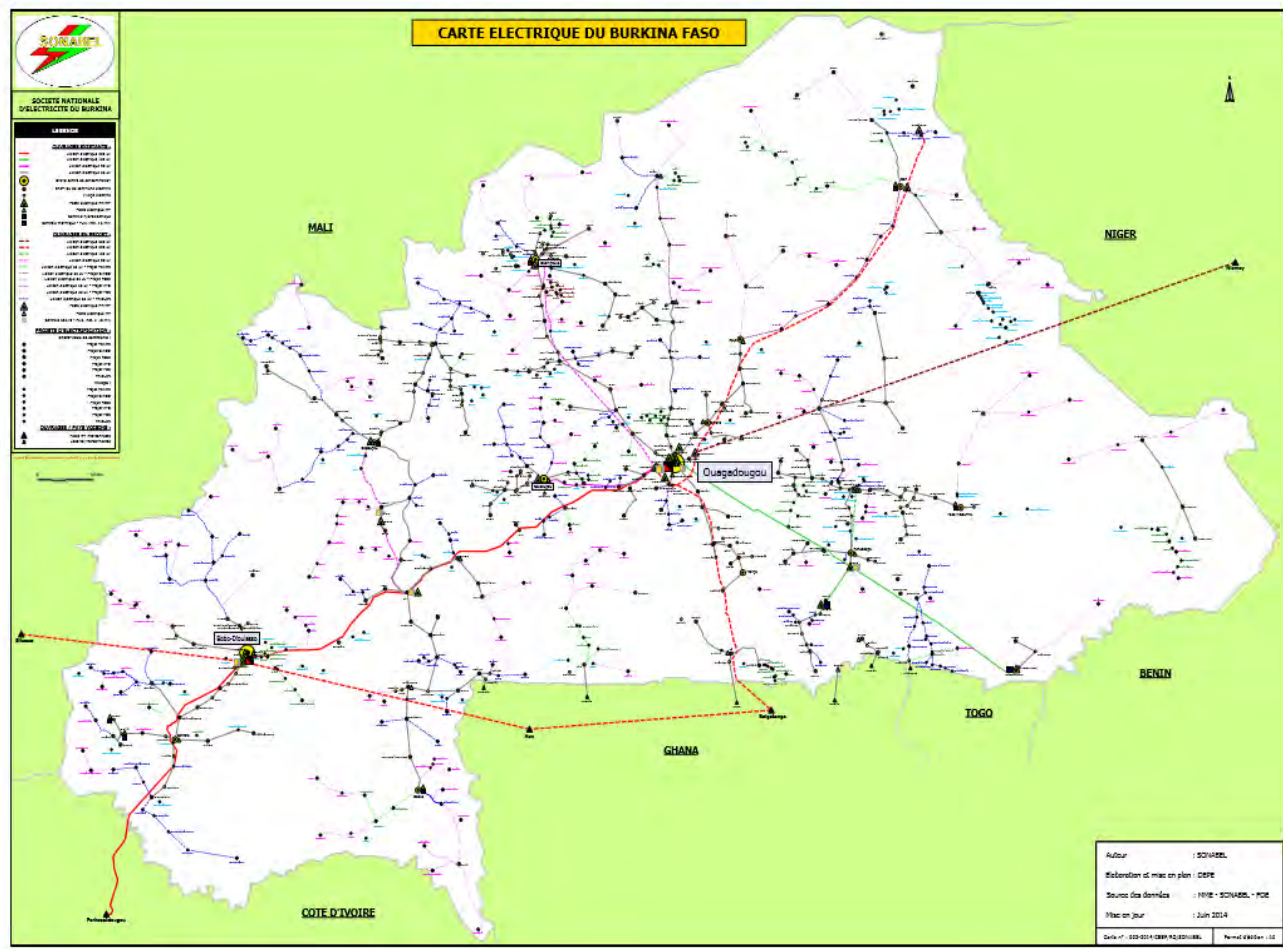


表 2-6.5 変電設備

| 変電所          | 1 次電圧<br>(kV) | 2 次電圧<br>(kV) | 変圧器<br>台数 | 定格容量<br>(MVA) | 総合容量<br>(MVA) |
|--------------|---------------|---------------|-----------|---------------|---------------|
| Kodeni       | 225           | 33            | 2         | 40            | 80            |
|              | 33            | 34.5          | 1         | 5             | 5             |
| Pa           | 225           | 33/34.5       | 1         | 5/5           | 10            |
|              | 225           | 90            | 1         | 40            | 40            |
|              | 90            | 33/34.5       | 1         | 15            | 15            |
| Wona         | 90            | 33            | 1         | 40            | 40            |
| Yaramoko     | 90            | 11.5          | 1         | 13            | 13            |
| Zagtouli     | 225           | 90            | 2         | 70            | 140           |
|              | 90            | 33/34.5       | 1         | 15/5          | 20            |
| Zano         | 132           | 33            | 2         | 10            | 20            |
| Patte d' Oie | 132           | 33            | 2         | 10            | 20            |
|              | 33            | 15            | 2         | 15            | 30            |
|              | 90            | 15            | 1         | 40            | 40            |
| Kossodo      | 90            | 15            | 1         | 40            | 40            |
|              | 90            | 33            | 1         | 40            | 40            |
| komsilga     | 90            | 33            | 3         | 40            | 120           |
| Ouaga2       | 90            | 15            | 1         | 40            | 40            |
| Ouaga1       | 90            | 15            | 1         | 40            | 40            |
| kompiega     | 6.6           | 132           | 2         | 10            | 20            |
| Bagre        | 6.6           | 132           | 2         | 10            | 20            |
| Ouahigouya   | 90            | 33            | 1         | 40            | 40            |
| Hounde       | 90            | 11.5          | 1         | 33            | 33            |
| koupela      | 132           | 33            | 2         | 25            | 50            |

出典：SONABEL 資料を基に調査団作成





出典：SONABEL

図 2-6.1 ブルキナファソ送電系統図

### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

ブルキナファソ政府は、5万人の雇用、平均経済成長率 7.7%、アフリカ「アジェンダ 2063」及び持続可能な開発目標（SDGs）達成のため、「国家経済社会開発計画（PNDES）2016～2020 年」を定めており、①制度改革・行政近代化、②人的資本の開発、③富と雇用を創出するあらゆるセクターの再活性化を優先課題として、持続的な成長と貧困削減に取り組んでいる。

ブルキナファソでは、農業は GDP の約 3 割を占め、就労人口の約 8 割が従事している。また、総人口の約 8 割及び貧困人口（人口全体の約 4 割）の約 9 割が農村地域に居住する中、農業は食料安全保障や貧困削減の観点からも重要なセクターであり、国家経済社会開発計画（PNDES）においても、第 3 の柱「経済と雇用のために将来性のあるセクターの活性化」において農業を成長の加速化の優先セクターとして位置付けられている。

また、ブルキナファソでは、基礎教育 10 カ年開発計画（PDDEB、2001-2011）の下で小学校就学率 80.7%を達成しているが、サブサハラ周辺諸国との比較においては依然として就学率を含む基礎教育指標は低い状況となっている。そのため、PDDEB の後継である基礎教育開発戦略政策（PDSEB、2012-2021 年）で優先的な課題として扱われている。



## 2-7 課題と開発ニーズ

ブルキナファソは、気候変動の影響により、度重なる干ばつや洪水の発生等厳しい自然環境にあり、人間開発指数が 188 か国中 185 位（2016 年 UNDP）であるなど、貧困削減が大きな課題として存在している。

全国電化率は約 21.9%、都市部では 68.7%、地方農村部ではわずか 1.9%と極端に低い。しかしながら、電力需要増加率は 2012 年以降平均約 10%と旺盛であり、電力供給力（量）の確保が急がれる。

エネルギー省は地方農村部の電化を含む電力開発マスタープラン（2017 - 2025）及び優先活動計画（2018 - 2022）を策定しており、電源設備および送変電設備の増強、配電網の延伸、電力アクセス向上の促進が求められている。

電力開発マスタープランでは、技術的にも経済的にも合理的な計画により、発送電はもちろんのこと、中圧と低圧配電設備の開発を急ぎ、2020 年までに 80%、2025 年までに 90%を電力供給カバレッジエリアにするという大きな目標を立てている。

地方電化に係る配電線プロジェクト及びオフグリッドの構築については、他ドナーもしくは電力開発基金による開発が計画されているため、首都のワガドゥグにおける開発支援が望ましい。

## 2-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表 2-8. 1 に示す。



表 2-8.1 プロジェクト候補リスト (ブルキナファソ)

1. 送変電プロジェクト

| 優先度 | 地域              | プロジェクト名 (仮)             | プロジェクトの目的                              | 主要コンポーネント                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 数量                                                          | 概算費用 (百万米ドル) | 運用開始時期 |
|-----|-----------------|-------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|--------|
| 1   | Ouagadougou     | Ouaga-sud 225/33kV 変電所  | Ouagadougou 向け電力供給強化 (Ouaga 225kV ループ) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ouaga-sud 変電所 225/33kV 新設               <ul style="list-style-type: none"> <li>→225kV 送電線用開閉設備</li> <li>→225kV 変圧器用開閉設備</li> <li>→225/33kV 変圧器</li> </ul> </li> <li>• 制御システム構築 (RNI)</li> <li>• 33kV 開閉設備</li> </ul>                                                             | 4 区画<br>2 区画<br>40/50MVA x2<br>一式<br>受電:2、配電線 12            | 8.5          | 2025   |
| 2   | Nobere          | Nobere 225/33kV 変電所     | Kiaka 鉱山向け電力供給及び中南部地域向け電力供給強化          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nobere 変電所新設               <ul style="list-style-type: none"> <li>→225kV 送電線用開閉設備</li> <li>→90kV 送電線用開閉設備</li> <li>→225/33kV 変圧器開閉設備</li> <li>→225/33kV 変圧器</li> </ul> </li> <li>• 制御システム構築 (RNI)</li> <li>• 33kV 開閉設備</li> </ul>                                                | 2 区画<br>2 区画<br>1 区画<br>40/50MVA x1<br>一式<br>受電:1、配電線 12    | 8.5          | 2023   |
| 3   | Dori            | 6MW/18MWh 蓄電池 in Dori   | Sahel 及び東部地域再エネ導入量拡大                   | 系統用蓄電池                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6MW/18MWh                                                   | 6.0          | 2023   |
| 4   | Dori            | 2MW/6MWh 蓄電池 in Diapaga | Sahel 及び東部地域再エネ導入量拡大                   | 系統用蓄電池                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2MW/6MWh                                                    | 2.0          | 2023   |
| 5   | Diapaga         | Hounde 90/33 kV 変電所     | Hounde 市電力供給強化                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hounde 変電所新設               <ul style="list-style-type: none"> <li>→90kV 送電線用開閉設備</li> <li>→90/33kV 変圧器開閉設備</li> <li>→90/33kV 変圧器</li> </ul> </li> <li>• 制御システム構築 (RNI)</li> <li>• 33kV 開閉設備</li> </ul>                                                                           | 2 区画<br>1 区画<br>40/50MVA x1<br>一式                           | 5.0          | 2025   |
| 6   | Kaya 及び Dori 地区 | 225kV 送電線 Kaya-Dori     | 送変電増強及び鉱業産業開発貢献                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaya-Dori 225kV 2 回線送電線新設</li> <li>• Kaya 変電所 225kV 送電線開閉設備拡張</li> <li>• Dori 変電所新設               <ul style="list-style-type: none"> <li>→225kV 送電線用開閉設備</li> <li>→225/33kV 変圧器開閉設備</li> <li>→225/33kV 変圧器</li> </ul> </li> <li>• 制御システム構築 (RNI)</li> <li>• 33kV 開閉設備</li> </ul> | 170km<br>2 区画<br>2 区画<br>1 区画<br>40/50MVA x1<br>受電:1、配電線 12 | 45.5         | 2023   |



| 優先度 | 地域                              | プロジェクト名 (仮)                                 | プロジェクトの目的           | 主要コンポーネント                                                                                                                                                                                                                                                               | 数量                                                                                             | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|---------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 7   | Kaya 及び<br>Kongoussi<br>地区      | 225kV 送電線<br>Kaya-<br>kongoussi             | 送変電増強及び鉱業産業開発貢献     | ・ Kaya-Kongoussi 225kV 2 回線送電線新設<br>・ kaya 変電所 225kV 送電線開閉設備拡張<br>・ kongoussi 変電所新設<br>→225kV 送電線用開閉設備<br>→225/33kV 変圧器開閉設備<br>→225/33kV 変圧器<br>・ 制御システム構築 (RNI)<br>・ 33kV 開閉設備                                                                                         | 63km<br><br>2 区画<br><br>2 区画<br>1 区画<br>40/50MVA x1<br><br>受電:1、配電線 12                         | 23.0            | 2023       |
| 8   | Kongoussi -<br>ouahigouya       | 225kV 送電線<br>kongoussi -<br>Ouahigouya      | 送変電増強及び北部地域向け電力供給強化 | ・ kongoussi - Ouahigouya225kV2 回線送電線新設<br>・ Kongoussi 変電所 225kV 送電線開閉設備拡張<br>・ Ouahigouya 変電所新設 225/90/33kV<br>→225kV 送電線用開閉設備<br>→90 kV 送電線用開閉設備<br>→225/90kV 変圧器開閉設備<br>→225/33kV 変圧器開閉設備<br>→225/90kV 変圧器<br>→225/33kV 変圧器<br>・ 制御システム構築 (RNI)<br>・ 33kV 母線及び 12 配電盤 | 105km<br><br>2 区画<br><br>2 区画<br>2 区画<br>2 区画<br>40/50MVA x2<br>40/50MVA x2<br><br>受電:2、配電線 12 | 38.0            | 2023       |
| 9   | Diebougou -<br>Gaoua            | 225kV 送電線<br>Diebougou -<br>Gaoua           | 送変電増強及び南西地域向け電力供給強化 | ・ Diebougou- Gaoua225kV 送電線新設                                                                                                                                                                                                                                           | 66km                                                                                           | 17.0            | 2023       |
| 10  | koupela 及び<br>Fada<br>N' gourma | 225kV 送電線<br>koupela -<br>Fada<br>N' gourma | 東部地域向け電力供給強化        | ・ Koupela -Fada N' gourma225kV2 回線送電線新設<br>・ Koupela 変電所 225/33kV 拡張<br>→225kV 送電線用開閉設備<br>→225/33kV 変圧器開閉設備<br>→225/33kV 変圧器<br>・ Fada N' gourma 変電所新設<br>→225kV 送電線用開閉設備<br>→225/33kV 変圧器開閉設備<br>→225/33kV 変圧器<br>・ 制御システム構築 (RNI)<br>・ 33kV 母線及び 12 配電盤              | 80km<br><br>2 区画<br>2 区画<br>40/50MVA x2<br><br>2 区画<br>2 区画<br>40/50MVA x2<br><br>受電:2、配電線 12  | 24.5            | 2023       |

出典：調査団作成



## 2. 配電プロジェクト

| 優先度 | 地域                                                            | プロジェクト名 (仮)                                                                         | プロジェクトの目的                          | 主要コンポーネント                                                                                                                                                                                                                                                    | 数量                                                       | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 1   | 225 箇所市<br>町村                                                 | Electricity<br>Connection<br>expansion<br>and<br>development<br>project<br>(PEDCEL) | 国内都市及び地方 225 箇所の市<br>町村を対象とした電化率向上 | 電力網拡張により新たに 425,000 の需要<br>確保を行うと共に電力料金徴収手法の確<br>立を行うもの                                                                                                                                                                                                      | 高圧 435km, 低圧 5877km, 配電用変<br>電所 514 箇所、2 箇所の配電制御所<br>の新設 | 146.64          | 2022       |
| 2   | Koupela<br>Fada<br>N' gourma<br>Tenkodogo<br>Bitou<br>Cinkase | Central-<br>east 33kV 配<br>電網強化                                                     | 配電網強化                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Koupela 33kV 基幹配電網</li> <li>・ Fada N' gourma 基幹配電網</li> <li>・ Tenkodogo 基幹配電網</li> <li>・ Bitou 基幹配電網</li> <li>・ Mogande-Cinkase 33kV 配電線新設</li> <li>・ Tenkodogo 33kV 変電所新設</li> <li>・ Cinkase 33kV 変電所新設</li> </ul> | -                                                        | 9.5             | 2023       |

出典：調査団作成

## 3. 電化向上プロジェクト (ON-Grid)

| 優先度 | 地域 | プロジェクト名 (仮)            | プロジェクトの目的 | 主要コンポーネント | 数量 | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|----|------------------------|-----------|-----------|----|-----------------|------------|
| 1   | -  | 地方部 120<br>箇所電化率<br>向上 | アクセス向上    | -         | -  | 34.5            |            |

出典：調査団作成

## 4. 技術協力プロジェクト

| 優先度 | 地域 | プロジェクト名 (仮)                | プロジェクトの目的                   | 主要コンポーネント                                                                                    | 数量 | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|----|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------|------------|
| 1   | -  | 家庭向け太陽光発電設備導入に係る事業性評価      | 太陽光発電設備導入に係る潜在需要ならびに事業可能性調査 | ・ 潜在需要調査及び人口推計に基づく最適な電化手法の検討 (PV vs 他手法)<br>・ 太陽光発電の経済性評価、リスク評価<br>・ 開発戦略、実施計画の提案 (技術, 売電単価) | -  | 0.55            | 2022       |
| 2   | -  | 太陽熱利用に係るポテンシャル調査           | 太陽熱直接利用に関する実証               | -                                                                                            | -  | 0.5             | 2023       |
| 3   | -  | LNG 火力運用に係る調査              | LNG 火力発電設備維持・管理能力向上         | -                                                                                            | -  | 0.5             | 2023       |
| 4   | -  | 太陽光発電設備エンジニアリングに係る人材育成強化   | 太陽光発電設備エンジニアリングに係る人材育成強化    | -                                                                                            | -  | 0.015           | 2023       |
| 5   | -  | 太陽熱利用発電設備エンジニアリングに係る人材育成強化 | 太陽熱利用発電設備エンジニアリングに係る人材育成強化  | -                                                                                            | -  | 0.015           | 2023       |
| 6   | -  | 蓄電池設備エンジニアリングに係る人材育成強化     | 蓄電池設備エンジニアリングに係る人材育成強化      | -                                                                                            | -  | 0.015           | 2023       |





| 優先度 | 地域 | プロジェクト名（仮）               | プロジェクトの目的                | 主要コンポーネント | 数量 | 概算費用<br>（百万米ドル） | 運用開始<br>時期 |
|-----|----|--------------------------|--------------------------|-----------|----|-----------------|------------|
| 7   | -  | 特高変電設備エンジニアリングに係る人材育成強化  | 特高変電設備エンジニアリングに係る人材育成強化  | -         | -  | 0.015           | 2023       |
| 8   | -  | 高圧変電設備エンジニアリングに係る人材育成強化  | 高圧変電設備エンジニアリングに係る人材育成強化  | -         | -  | 0.015           | 2023       |
| 9   | -  | 太陽光発電設備エンジニアリングに係る人材育成強化 | 太陽光発電設備エンジニアリングに係る人材育成強化 | -         | -  | 0.015           | 2023       |

出典：調査団作成

## 第3章 カメルーン共和国





## 第3章 カメルーン共和国

### 3-1 概況

カメルーンは、1960年の独立以来、紛争が散発する中部アフリカ地域において政治的な安定を保っている。また、原油、天然ガス、木材・加工材木、カカオ、綿花等を輸出しているほか、鉄鉱石、ボーキサイト、コバルト等の天然資源にも恵まれている。その一方で、近年の経済成長低迷等の影響により、同国では貧困問題の解決に向けた取組が十分にできず、開発の潜在的可能性を秘めながらも、依然として国民が貧困にあえぐ状況にある。しかし、同国における社会・経済の安定的発展は、アフリカ中部地域の安定を維持する上でも、また、資源等の潜在的可能性に注目する民間企業の活動の環境整備をする上でも不可欠なものである。

また、カメルーンはアフリカ有数の包蔵水力を有し、中部アフリカ電力プールへの貢献も期待される。同国はチャド、中央アフリカ等の内陸国への物流拠点となっており、同国の国際幹線道路整備は域内の流通促進の観点からも重要と考えられている。



図 3-1.1 位置図

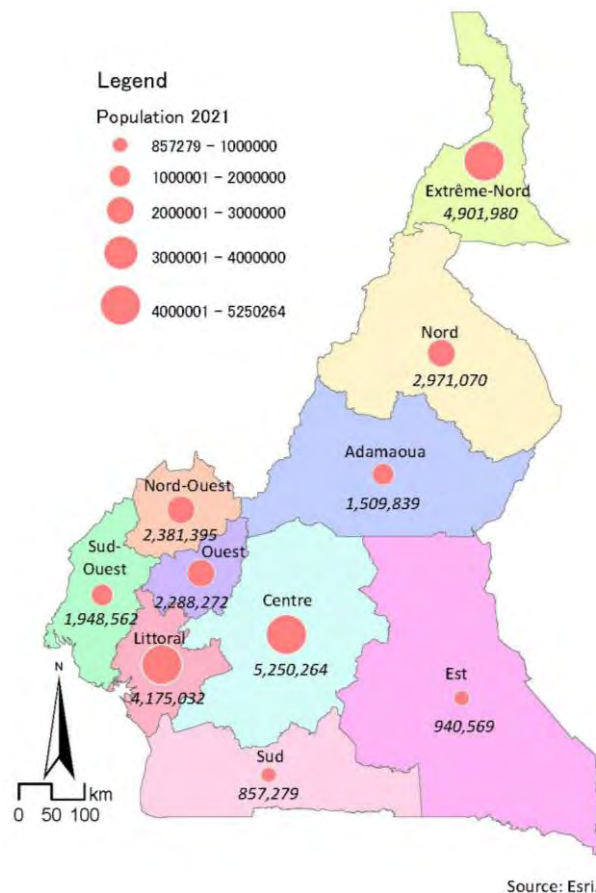


図 3-1.2 人口分布



表 3-1.1 主要データ

| 項目                                 | 内容                             | 参照元                 |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| カメルーン共和国<br>(Republic of Cameroon) |                                |                     |
| 面積                                 | 475,440 平方キロメートル               | 日本の約 1.26 倍         |
| 人口                                 | 2,654 万人                       | 2020 年世銀            |
| 首都                                 | ヤウンデ                           |                     |
| 民族                                 | ドゥアラ族、バミレケ族、バムン族、フルベ族          |                     |
| 言語                                 | フランス語、英語（共に公用語）、その他各部族語        |                     |
| 宗教                                 | カトリック、プロテスタント、イスラム教、その他伝統宗教    |                     |
| 政体                                 | 共和制                            |                     |
| 議会                                 | 二院制（国民議会、上院）                   |                     |
| 国内総生産（GDP）                         | 408 億米ドル                       | 2020 年世銀            |
| 一人当たりの国民総所得（GNI）                   | 1,537 米ドル                      | 2020 年世銀            |
| 経済成長率                              | 0.5%                           | 2020 年世銀            |
| 失業率                                | 3.9%                           | （2021 年、世銀（ILO 推計）） |
| 電化率                                | 全国：63%<br>都市部：93%<br>地方部：22.3% | 2020 年 IEA          |

表 3-1.2 対カメルーン開発協力方針（2012 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【経済社会の安定的発展に向けた経済成長と雇用拡大への支援】<br>2009 年の「成長と雇用のための戦略分署（GESP）」に基づく経済成長と雇用拡大の取り組みを支援するため、教育を中心とする人的資源開発、中小企業振興等を中心とする経済開発、農業・農村開発の分野において重点的に支援を展開する。 |
| 重点分野     | (1) 教育を中心とする人的資源開発<br>(2) 中小企業振興等を中心とする経済開発<br>(3) 農業・農村開発                                                                                         |

### 3-2 エネルギー政策

2014 年 3 月に策定された National Energy Efficiency Policy, Strategy and Action Plan では、エネルギーの効率化政策、戦略、行動計画などが掲げられている。主な目標として、2025 年までに、電力消費削減（2,250GWh）や発電量削減（450MWh）などが挙げられている。

#### ■ 電力アクセス向上の取り組み

##### ● 地域毎の電化率

カメルーンの電化率は、表 3-1.1 に示したように、全国 63%、都市部 93%、地方部 22.3%



(2020 年 IEA) となっている。首都ヤウンデを有する中央州 (Centre) などの都市部を含むその周辺地域の電化率は非常に高いが、人口の少ない地方部の電化率は低く、特に極北州 (Extrême-Nord) の電化率はその他州と比較しても低い状況となっている。

### ● 電力アクセス向上に向けた政策

カメルーンでは、全土における電化率の向上を目指した電力インフラの開発が推し進められている。電力インフラについては、主に発電、配電を担う ENEO と送電・変電を担う SONATREL によって開発が進められている。カメルーンでは、水力発電のポテンシャルが高く、電力需要の増加に対応するべく、水力発電計画を中心とした電源開発、主要都市周辺の電力ネットワーク拡張(RI: Reseau National Interconnecte)プロジェクトが進行中である。送変電設備開発計画については既にドナーにて実施することが決定しており、他ドナーの支援を含めた電力インフラの開発に伴い、電化率は上昇することが期待される。

## 3-3 エネルギー需給

2019 年のエネルギー国内総生産量は 65 万 1200 石油換算トン(toe)となっており、そのうち約 73% を石油が占めている。石油の国内消費の全量を国内生産分で賄っており、生産量の 50%程度を輸出している。

同年の最終消費量は 25 万 3500toe でありその 75%以上が石油となっている。

表 3-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位 : ktoe 石油換算 1,000 トン)

|              | 2000  | 2005  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>国内生産量</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 石炭           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 木炭           | 274   | 280   | 351   | 351   | 357   | 357   | 372   | 388   |
| 石油           | 5,401 | 4,231 | 3,562 | 4,414 | 4,364 | 3,637 | 4,553 | 4,752 |
| 天然ガス         | 0     | 0     | 278   | 458   | 495   | 495   | 536   | 585   |
| 電力           | 269   | 356   | 535   | 689   | 726   | 745   | 766   | 787   |
| 化石燃料         | 3     | 20    | 131   | 308   | 323   | 327   | 331   | 336   |
| 水力           | 266   | 336   | 392   | 375   | 396   | 412   | 428   | 444   |
| 地熱           | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 再エネ(太陽光・風力)  | 0     | 0     | 6     | 6     | 6     | 7     | 7     | 7     |
| バイオ・廃棄物      | 0     | 0     | 6     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| <b>輸入量</b>   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 石炭           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 石油           | -3879 | -2479 | -1985 | -2664 | -2678 | -2613 | -2548 | -2485 |
| 石油製品         | -573  | -841  | 229   | 286   | 297   | 687   | 672   | 658   |
| 天然ガス         | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 電力           | 0     | 0     | 130   | 5     | 5     | 5     | 6     | 6     |
| <b>最終消費量</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 石炭           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 石油           | 877   | 883   | 1,321 | 1,225 | 1,301 | 1,663 | 1,778 | 1,906 |
| 天然ガス         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 電力           | 234   | 284   | 472   | 522   | 552   | 576   | 601   | 629   |

出典 : Africa energy Database 2019 (African Energy commission)



### 3-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、エネルギー・水道省 (MINEE) である。電力供給は、発電・配電部門をカメルーン電力会社 (ENEO)、送電部門をカメルーン送電公社 (SONATREL) がそれぞれ担う。その他電力関連の組織として、電力規制を担う電力規制委員会 (ERC)、地方電化を推進する地方電化機関 (REA)、電力関連の公有資産を監督管理する電力開発社 (EDC) がある。なお、エネルギー・水道省 (MINEE) は、2030 年までに電化率 75%達成を目標に掲げている。

表 3-4.1 電気事業体制

|        |                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：  | Ministry of Water Resources and Energy (MINEE)                      |
| 電気事業体： | 発電・配電部門（民営）：Energy of Cameroon (ENEO)                               |
|        | 送電部門（民営）：Societe Nationale de Transport de L'electricite (SONATREL) |
| 電力規制：  | The Electricity Regulatory Commission (ERC)                         |
| 電力開発社： | The Electricity Development Corporation (EDC)                       |
| 地方電化局： | The Rural Electrification Authority (REA)                           |

### 3-5 電力需給

カメルーン国の至近年での電力需給については下記の通りである。

表 3-5.1 電力需給の推移

| 項目    | 単位  | 2015  | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    |
|-------|-----|-------|---------|---------|---------|---------|
| 発電電力量 | GWh |       | 6,501.1 | 6,973.6 | 6,977.0 | 7,006.3 |
| 水力発電量 | GWh | 4,359 | 4,752.0 | 5,089.9 | 5,023.0 | 5,185   |
| 火力発電量 | GWh | 405   | 1,749.1 | 1,883.4 | 1,953.0 | 1,822   |
|       |     |       |         |         |         |         |
| 輸入量   | GWh | N/A   | N/A     | N/A     | N/A     | N/A     |
|       |     |       |         |         |         |         |
| 電力消費量 | GWh | -     | 6,079.8 | 6,511.3 | 6,449.0 | 6,544   |
| 高圧需要家 | GWh | -     | 1,476.3 | 1,686.7 | 1,530   | 1,305   |
| 低圧需要家 | GWh | -     | 4,603.5 | 4,824.7 | 4,919   | 5,239   |
| 送電ロス  | %   | 5.76  | 6.53    | 6.42    | 6.90    | -       |
| 配電ロス  | %   | 30.51 | 29.48   | 31.5    | 31.1    | -       |

出典：ENEO 資料を基に調査団作成

国内消費電力の 75%程度を水力発電にて供給しており、次いでオフグリッド電力供給を含む火力が 25%程度を占める。2018 年の ENEO Annual report によると、配電線設備向け地理情報システムの導入、老朽化した木製配電線のリプレース、スマートメータシステムの段階的採用により負荷抑制時間、回数の低減に努めているものの、送電線、配電線損失については他のサブサハラ調査対象国と比較しても高い水準にあり、近年増加傾向にある。他ドナー支援による国内基幹系統の延伸、地方電化プログラムにより電力系統の拡大が進んでいるためと想定される。

### 3-6 電力設備

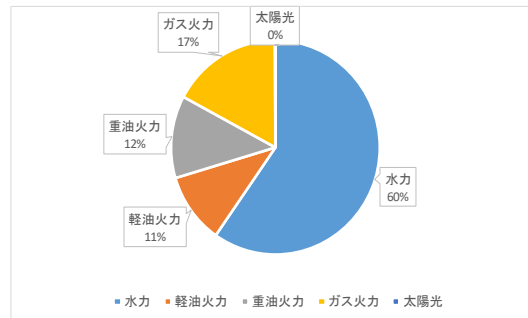
#### (1) 発電設備

カメルーンの電力供給について、ENEO からの情報によると、発電設備容量は EDC 建設中の Lompagar HPP を含め 1,615MW となっており、電源別でみると水力が 60%、その他火力で約 40%



程度を占める。全電源に占めるその他再生可能エネルギーの比率は1%にも到達していない。2019年のAnnual reportによると ENEO 保有の国内発電設備容量は 998.9MW であり、主基幹系統に接続されているものが 13 ヶ所、オフグリッドが 24 箇所となっている。2011 年の法改正により発電、送電、配電の各セグメントを分離し、電力セクター内の競争が義務付けられた結果、ENEО の保有発電容量は 1,000MW に制限されている。

表 3－6．1 にカメルーンにおける発電設備一覧を記す。



出典：調査団作成

図 3－6．1 電源種別割合

表 3－6．1 発電設備一覧

| 電源種別 | 発電所名          | 設備容量 (MW) | 運開年  | 連系エリア | 系統接続 | 運用者  |
|------|---------------|-----------|------|-------|------|------|
| 水力   | EDEA          | 267       | 1953 | 南部系統  | 有    | ENEО |
|      | SONGLOULOU    | 384       | 1981 | 南部系統  | 有    | ENEО |
|      | LAGDO         | 72        | 1983 | 北部系統  | 有    | ENEО |
|      | MENVE' LE     | 211       | 2019 | 南部系統  | 有    | ENEО |
|      | Lom pagar     | 30        | 建設中  | 南部系統  | 有    | EDC  |
| 軽油火力 | BERTOUA       | 17.6      | 1993 | 東部系統  | 無    | ENEО |
|      | AMBAM         | 1.684     | 1982 | 東部系統  | 無    | ENEО |
|      | LOMIÉ         | 9         | 1979 | 東部系統  | 無    | ENEО |
|      | YOKADOUMA     | 1.328     | 1980 | 東部系統  | 無    | ENEО |
|      | MOULOUNDOU    | 0.984     | 1994 | 東部系統  | 無    | ENEО |
|      | GAROUA-BOULAI | 1.7       | 1983 | 東部系統  | 無    | ENEО |
|      | BÉTARÉ-OYA    | 1.128     | 1997 | 東部系統  | 無    | ENEО |
|      | YOKO          | 0.5       | 1991 | 東部系統  | 無    | ENEО |
|      | POLI          | 0.617     | 1991 | 北部系統  | 無    | ENEО |
|      | BANYO         | 0.5       | 1980 | 北部系統  | 無    | ENEО |
|      | TOUBORO       | 0.253     | 1998 | 北部系統  | 無    | ENEО |
|      | TIGNERE       | 0.43      | 1983 | 北部系統  | 無    | ENEО |
|      | TIBATI        | 0.705     | 1982 | 北部系統  | 無    | ENEО |
|      | NGAOUNDAL     | 1.124     | 1981 | 北部系統  | 無    | ENEО |
|      | DJAMBOUTOU    | 17        | 2016 | 北部系統  | 有    | ENEО |
|      | KOUSSERI      | 4.4       | 1967 | 北部系統  | 有    | ENEО |
|      | MAPE          | 1.1       | 1985 | 南部系統  | 無    | ENEО |
|      | BAMENDJIN     | 0.053     | 1970 | 南部系統  | 無    | ENEО |
|      | MBAKAOU       | 0.333     | 1967 | 南部系統  | 無    | ENEО |
|      | OLAMZE        | 0.293     | 1999 | 南部系統  | 無    | ENEО |
|      | MEYOMESSALA   | 2.32      | 1993 | 南部系統  | 無    | ENEО |
|      | DJOUM         | 1.358     | 1996 | 南部系統  | 無    | ENEО |
|      | BENGBIS       | 0.453     | 1998 | 南部系統  | 無    | ENEО |
|      | AMBAM**       | 1.98      | 1998 | 南部系統  | 無    | ENEО |



| 電源種別 | 発電所名               | 設備容量 (MW) | 運開年  | 連系エリア | 系統接続 | 運用者     |
|------|--------------------|-----------|------|-------|------|---------|
|      | NKONDJOCK          | 0.728     | 1976 | 南部系統  | 無    | ENEO    |
|      | MUNDEMBE           | 0.282     | 1997 | 南部系統  | 無    | ENEO    |
|      | MOUANKO            | 0.445     | 1981 | 南部系統  | 無    | ENEO    |
|      | KAMPO              | 0.48      | 1999 | 南部系統  | 無    | ENEO    |
|      | BASSA 2            | 18        | 1980 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | BASSA 3            |           |      |       |      | ENEO    |
|      | BAFOUSSAM          | 13        | 1986 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | MBALMAYO           | 10        | 2012 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | EBOLWA             | 10        | 2012 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | BAMENDA            | 20        | 2012 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | AHALA              | 28        | 2012 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | AGGREKO BERTOUA    | 5         | 2018 |       |      | AGGREKO |
| 重油火力 | LIMBÉ              | 85        | 2005 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | OYOMABANG          | 18        | 2000 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | LOGBABA            | 12        | 2002 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | DIBAMBA (DPDC HFO) | 86        | 2009 |       |      | DPDC    |
| ガス火力 | LOGBABA GAZ        | 30        | 2015 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | BASSA GAZ          | 20        | 2015 | 南部系統  | 有    | ENEO    |
|      | KRIBI (KPDC Gas)   | 216       | 2013 |       |      | KPDC    |
|      | AGGREKO MAROUA     | 10        | 2017 |       |      | AGGREKO |
| 太陽光  | KIYE OSSI          | 1.27      | 2019 |       |      | ENEO    |

出典：ENEO 資料を基に調査団作成

## (2) 送配電設備

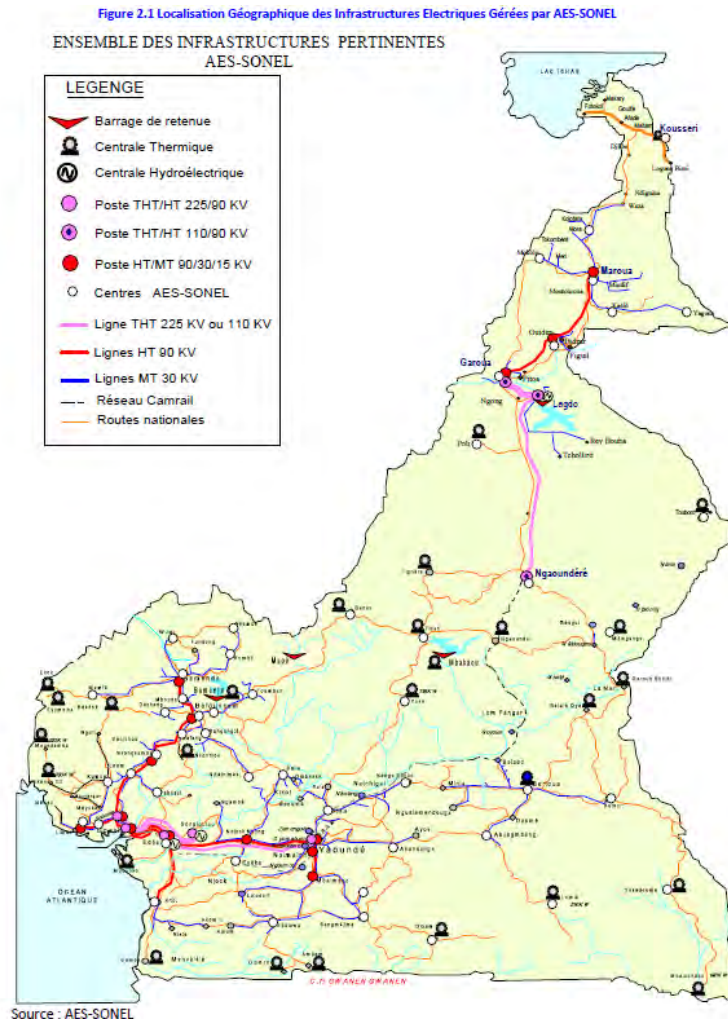
カメルーンの送配電設備の定格電圧は下記で構成されており、運用に関しては ENEO 及び SONATREL が管轄している。

表 3-6.2 電圧階級と送配電線亘長

| 区分 | 電圧階級    | 管轄       | 総長 (2018 時点) |
|----|---------|----------|--------------|
| 送電 | 225 kV  | SONATREL | 11,158km     |
|    | 110 kV  |          |              |
|    | 90 kV   |          |              |
| 配電 | 30 kV   | ENEO     | 11,450km     |
|    | 15 kV   |          |              |
|    | 0.22 kV |          |              |

カメルーンの主幹系統は大きく 3 つに区分されており、北部系統 RIN (Re'seau Interconnecte' Nord) 東部系統 RIE (Re'seau Interconnecte' Est)そして、南部、南西部系統である RIS(Re'seau Interconnecte' Sud)で構成されている。各系統は各々独立されて運用されており、中長期の開発計画において各系統の拡張、接続プロジェクトが進行中である。なお東部系統については現状特高変電所及び送電線等は存在せず、ディーゼルを主体とした独立系統があるのみである。





出典：Projet de Développement Du Secteur De Secteur De L'énergie

図 3-6.2 送電系統図

下記に各系統における基幹送電線及び変電所の概要を記す。

表 3-6.3 RIN 北部系統 送電設備概要

| 電圧階級   | 本数 | 距離 (km) |
|--------|----|---------|
| 110 kV | 3  | 288     |
| 90 kV  | 2  | 200     |

表 3-6.4 RIN 北部系統 変電設備概要

| No. | 名称         | 電圧 (kV)   | 容量 (MVA) | 変圧器 台数 |
|-----|------------|-----------|----------|--------|
| 1   | Garoua     | 110/15    | 20       | 1      |
|     |            | 110/90/15 | 60       | 1      |
| 2   | Guider     | 90/30     | 10       | 1      |
| 3   | Maroua     | 90/30     | 20       | 1      |
|     |            | 90/15     | 20       | 1      |
| 4   | Ngaoundere | 110/15    | 20       | 2      |
| 5   | Lagdo      | 110/10    |          |        |
| 6   | Maroua     | 90/30/15  |          |        |



表 3-6.5 RIS 南部系統 送電設備概要

| 電圧階級  | 本数 | 距離 (km) |
|-------|----|---------|
| 225kV | 14 | 958     |
| 90kV  | 38 | 1021.2  |

表 3-6.6 RIS 南部系統 変電設備概要

| No. | 名称           | 電圧 (kV)  | 容量 (MVA) | 変圧器 台数 | No. | 名称           | 電圧 (kV) | 容量 (MVA) | 変圧器 台数 |
|-----|--------------|----------|----------|--------|-----|--------------|---------|----------|--------|
| 1   | Ahala        | 90/15/30 | 50       | 1      | 16  | Dibamba      | 90/11   | 50       | 2      |
| 2   | BRGM         | 90/15    | 36, 50   | 2      | 17  | Edea 1       | 90/5.5  | 14.2     | 1      |
| 3   | Kondengui    | 90/15    | 36       | 1      | 18  | Edea 3       | 90/15   | 20       | 2      |
| 4   | Mbalmayo     | 90/30    | 36       | 1      |     |              | 90/10.3 | 25       | 1      |
| 5   | Ndjock Nkong | 90/30    | 20       | 1      | 19  | Koumassi     | 90/15   | 50       | 2      |
| 6   | Ngousso      | 90/30    | 36       | 1      | 20  | Logbaba      | 225/90  | 105      | 1      |
|     |              | 90/15    | 50       | 2      |     |              | 90      |          |        |
| 7   | Nomayos      | 90/30    | 36       | 1      | 21  | Makepe       | 90/15   | 36       | 2      |
| 8   | Nismalen     | 90/30    | 36       | 1      | 22  | Mangombe     | 225/90  | 105      | 1      |
| 9   | Oyonaganb    | 225/90   | 105      | 1      |     |              | 90      |          |        |
|     |              | 90/15    |          |        | 23  | Ngodi Bakoko | 90/15   | 50       | 2      |
| 10  | Ebolowa      | 225/90   | 105      | 1      | 24  | Njombe       | 90/30   | 36       | 1      |
|     |              | 90/30    | 36       | 1      | 25  | Nkongsamba   | 90/30   | 50       | 1      |
| 11  | Bassa        | 90/15    | 50       | 3      |     |              | 90/15   | 10       | 1      |
| 12  | Bekoko       | 225/90   | 105      | 1      | 26  | Limbe        | 90/30   | 50       | 1      |
|     |              | 90/30    | 36       | 1      | 27  | Sonara       | 90/30   | 20       | 1      |
| 13  | Bonaberi     | 90/15    | 50       | 1      | 28  | Bafoussam    | 90/30   | 50       | 1      |
|     |              | 90/15    | 20       | 2      |     |              | 90/15   | 36       | 1      |
| 14  | Dagote       | 90/15    | 12       | 2      | 29  | Bamenda      | 90/30   | 36       | 1      |
| 15  | Deido        | 90/15    | 50, 20   | 2      |     |              |         |          |        |

出典：SONATREL 資料を基に調査団作成

### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

カメルーン政府は「成長と雇用のための戦略文書」において人間開発を重点取組分野の一つに位置付けており、教育の普及を通じた人的資源開発の強化を謳っている。しかしながら財政的な制約から十分なインフラを供給できておらず、児童たちは過密教室、二部制、老朽化した施設など劣悪な教育環境での学習を強いられている。非正規教員の正規雇用政策により新たに 37,200 人の契約雇用が実現するなど、教員の供給が安定しつつあるが、教員の能力の不足が指摘されている。

カメルーンは原油や木材を中心とした資源輸出、また第三次産業（主に通信および運輸）の成長に牽引され、実質 GDP 成長率は 2012 年以降 5%前後の水準で推移しているが、経済成長の恩恵は国民生活の質の向上に寄与するまでには至っていない。このことから、カメルーン政府は「成長と雇用のための戦略文書」において民間セクター活性化のための投資環境整備とインフラ開発を重要課題の一つとし、雇用の創出及び経済成長促進のための開発政策を推し進めている。

カメルーンにおいて農業は基幹産業であり、就業人口の約 60%(2012 年)、GDP の約 25%(2012 年)を占めている。一方で、小規模農家の収入は、停滞傾向にあり、農家の所得を向上させることが急務となっている。主要農作物のひとつであるコメの生産面積は 4.9 万 ha、生産量は 12 万 t (2012 年)にとどまる中、2012 年には約 52 万 t 以上のコメが輸入されている。係る状況下、カメ





ルーン政府は、陸稲、水稲を組み合わせ、2018年までに65万tのコメ生産を目指している。

### 3-7 課題と開発ニーズ

カメルーンは、アフリカではコンゴ民、エチオピアに次ぎ、第三の水力発電ポテンシャルの高さを誇り、政府は需要増対策として、大規模水力や火力の開発に力を入れている。このため2017年時点のカメルーンのエネルギーミックスは、水力は58%、火力については41%となっており、再エネが占める割合はわずか0.1%程度と低い。

水資源・エネルギー省は、2017年に再生可能エネルギーマスタープランを策定し、2035年までにエネルギーミックスの割合を水力と火力計75%、再エネを25%（太陽光6%、小水力11%、バイオマス7%、風力1%）とすることを目標としており、小水力の開発期待が大きいものの、系統連系型の小水力の開発に重きをおいている。

カメルーンの全国電化率は約63%、都市部では93%と高いが、地方農村部は22.3%と低い、電化率向上への経済的な支援が少ないことから、電化率向上に時間を有している。

その他の課題として、約30%という高い配電ロス（送電ロスは6%程度）が挙げられる。

ENEО や SONATREL といったユーティリティから優先プロジェクトとしてのニーズ確認は未了であるが、水資源の豊富な特徴を生かした、電力マスタープランに挙げられている変電所のキャパシタバンク設備の導入プロジェクトに加えて、小水力発電による電力アクセス向上プロジェクトを候補と考える。

再生可能エネルギーマスタープランによれば、合計503の小水力プロジェクトサイトが特定されており、そのうち260は容量が10MW未満、243は容量が5MW未満となっている。

同マスタープランでは系統連系を意識していることから、グリッドから20km未満のサイトが、農村電化のミニネットワーク開発の候補とされているが、グリッドから離れた地域における小水力発電やディーゼルを組み合わせ形成するミニグリッドのプロジェクトの形成も一案として考えられる。

### 3-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表3-8. 1に示す。



表 3-8.1 プロジェクト候補リスト（カメルーン）

Projet de developpement du Secteur de Lenergie(PDSEN)

| 優先度 | 地域                            | プロジェクトの目的  | 分類  | 主要コンポーネント                                                           | 数量     | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|-------------------------------|------------|-----|---------------------------------------------------------------------|--------|-----------------|------------|
| 1   | Ouest<br>(Baffousam 変電所)      | 配電向け電力品質向上 | 変電所 | 無効電力調整装置及び付属設備据付<br>・無効電力調整装置据付及び付帯土木工事<br>・開閉装置据付、改造<br>・変電所制御装置改造 | 25MVAR | 0.447           | 2025       |
| 2   | Sud-Ouest<br>(Limbe 変電所)      | 配電向け電力品質向上 | 変電所 | 無効電力調整装置及び付属設備据付<br>・無効電力調整装置据付及び付帯土木工事<br>・開閉装置据付、改造<br>・変電所制御装置改造 | 50MVAR | 0.894           | 2025       |
| 3   | Sud-Ouest<br>(Njombe 変電所)     | 配電向け電力品質向上 | 変電所 | 無効電力調整装置及び付属設備据付<br>・無効電力調整装置据付及び付帯土木工事<br>・開閉装置据付、改造<br>・変電所制御装置改造 | 25MVAR | 0.447           | 2030       |
| 4   | Littoral<br>(Njock Nkong 変電所) | 配電向け電力品質向上 | 変電所 | 無効電力調整装置及び付属設備据付<br>・無効電力調整装置据付及び付帯土木工事<br>・開閉装置据付、改造<br>・変電所制御装置改造 | 20MVAR | 0.357           | 2035       |

出典：調査団作成

## 第4章 コンゴ共和国



## 第4章 コンゴ共和国

### 4-1 概況

コンゴ共和国は、歳入の約7割、輸出の約8割を石油産業が占める原油産出国であり、2005年から2014年の10年間、平均5.2%（2017年、IMF）の経済成長率を記録したうえ、国民一人あたりのGNIは1,710ドル（2016年、世界銀行）と中部アフリカでは比較的高い水準にある。一方、都市周辺部や地方での貧困問題は依然として存在している上、周辺地域からの難民流入（46,457名：2016年、UNHCR）の影響でより深刻になっている。また、人間開発指標は188か国中135位と低迷している（2016年、国連開発計画（UNDP））。さらに、同2014年下半年以降は原油価格の下落を受けて財政悪化及びマクロ経済の低迷が続いており、同国の公的債務は対GDP比110%まで増加した（2017年10月IMF発表）。かかる背景の下、同国は、マクロ経済の均衡回復、経済多角化の推進、人間の安全保障の推進等に向け、「国家開発計画(PND)」の一環として「成長・雇用・貧困削減のための中期戦略文書 2012-2016 (DSCERP2012-2016)」を策定し、ガバナンス、成長と社会の多角化、社会経済インフラの開発、包括的社会開発、持続可能な開発を主な開発優先課題として取り組んでいる（現在、同国は、DSCERP2017-2022を策定中）。また、サス・ンゲソ同国大統領は、2016年3月再選時に発表したマニフェスト「発展への歩み」及び2017年12月の施政方針演説において、質の高い職業訓練及び雇用創出を通じた若年層の失業対策、自給力の向上を通じた食料安全保障の推進等を自身の任期中の優先課題として掲げている。



図4-1.1 位置図

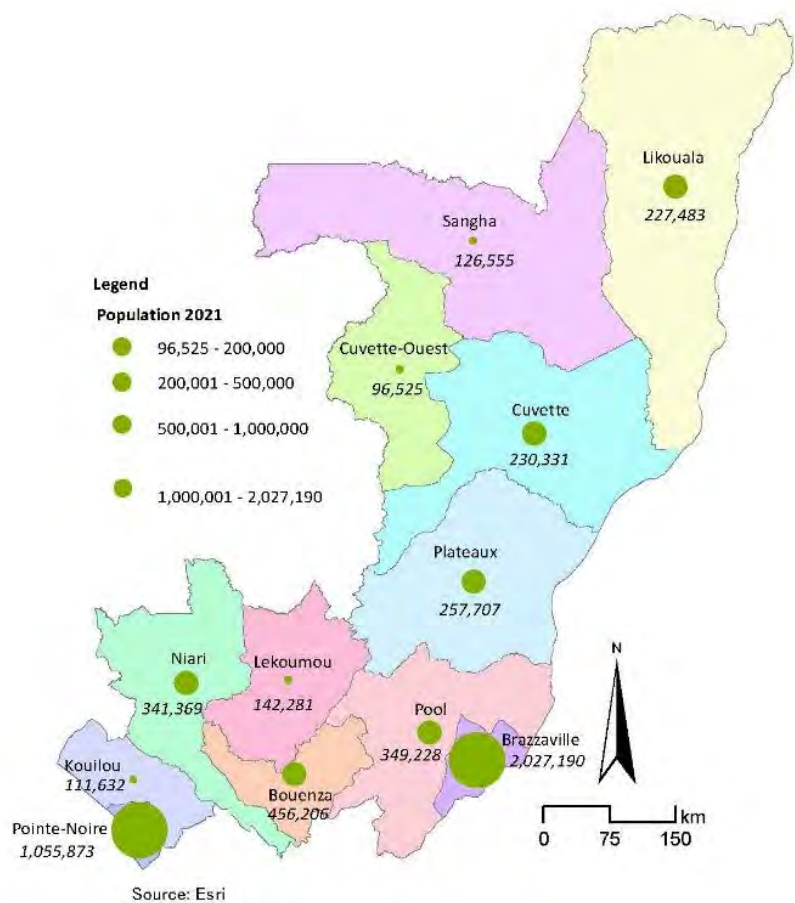


図4-1.2 人口分布



表 4-1.1 主要データ

| 項目                   | 内容                                      | 参照元        |
|----------------------|-----------------------------------------|------------|
| 面積                   | 34.2 平方キロメートル                           |            |
| 人口                   | 522 万人                                  | 2020 年世銀   |
| 首都                   | ブラザビル                                   |            |
| 民族                   | コンゴ族<br>テケ族<br>ンボチ族<br>サンガ族など           |            |
| 言語                   | フランス語（公用語）、<br>リンガラ語、キトゥバ語              |            |
| 宗教                   | キリスト教<br>イスラム教                          |            |
| 政体                   | 共和制                                     |            |
| 議会                   | 国民議会（151 名、任期 5 年）<br>上院議会（72 名、任期 6 年） |            |
| GDP                  | 101.9 億ドル                               | 2020 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得<br>（GNI） | 1、770 米ドル                               | 2020 年世銀   |
| 経済成長率                | -7.9%                                   | 2020 年世銀   |
| 失業率                  | 23.0%                                   | 2021 年 ILO |
| 電化率                  | 全国：48%<br>都市部：66%<br>地方部：10%            | 2020 年 IEA |

表 4-1.2 対コンゴ共和国開発協力方針（2018 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【包括的かつ持続的な成長に向けた基礎生活環境改善及び経済基盤整備への支援】<br>コンゴ共和国が策定する「成長・雇用・貧困削減のための中期戦略文書 2012-2016 (DSCERP2012-2016)」を含む「国家開発計画 (PN D)」等の戦略に基づく政府の取組を後押しし、経済の多角化や人間の安全保障の向上等を通じた「包括的かつ持続的な成長」の実現に貢献するため、基礎生活環境の改善及び経済基盤の整備に係る支援を行う。 |
| 重点分野     | (1) 「包括的な成長」に向けた基礎生活環境の改善<br>(2) 「持続的な成長」に向けた経済基盤の整備                                                                                                                                                                 |

## 4-2 エネルギー政策

エネルギー・水力資源省は、2017 年に大統領のガイドライン「Republic's guidelines」に従い、エネルギー政策に係る文書「Energy Sector Policy Letter (LPSE 2017)」を更新した。

LPSE 2017 は前回のものを引き継いでおり、特に民間による発電・送電・配電開発への積極的な参加に関する改革の継続実施を強調している。

エネルギー政策は、以下の 4 つの分野に分かれている。

- 制度・規制の枠組みの最終化



- 歴史的事業者の改革
- 再生可能エネルギーの推進と電力供給量の増加
- 送電・配電設備の復旧、強化、近代化。経営委員会の設置、手続き規則の策定、人材配置の最適化等の実施

エネルギー政策の目標として、表 4-2. 1 に示すように 2016 年を目標として戦略目標が掲げられているが、2016 年以降の継続目標とされているようである。

表 4-2. 1 エネルギー政策の主目標

|   | 戦略的目標                            | 総合的目標                     | 具体的目標                            | 2016 年目標                                                                                           |
|---|----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 十分な量と質の電気を、すべての人に手の届く価格で供給する。    | 電力エネルギーの発電・送配電能力を強化する。    | 2015 年までに都市部のカバー率を 90%にする。       | 1,765,700MWh (発電量)<br>1,500,000MWh (供給量)<br>1,300,000MWh (販売量)                                     |
|   |                                  | 農村部の電化レベルを向上させる。          | 2015 年までに農村部のカバー率を 50%にする。       | 農村部の人々が恒常的に電力にアクセスできるようにする。                                                                        |
| 2 | 国の産業プロジェクト（鉱山、鑄造所、EDZ）の電力需要を満たす。 | 国の発電および送電能力を強化する。         | 主要な鉱山および工業化地域に電力を供給する。           | 産業活動地域の少なくとも 50% をカバーする。                                                                           |
| 3 | 国家およびサブ地域の電力系統実現に貢献する。           | 国家ネットワークを通じたサブ地域の統合を推進する。 | 国家およびサブ地域の電力網を相互接続する。            | 異なる発電地点を相互接続する。                                                                                    |
| 4 | 電力セクターのガバナンスを改善する                | セクターの経営能力を強化する。           | セクター改革を完了する。セクターの国家マスタープランを採用する。 | 官民パートナーシップに有利なガバナンスの枠組みを国に提供する。業務・管理スタッフの少なくとも 80% が訓練またはリフレッシュされる。マスタープランが採用される。官民パートナーシップが有利になる。 |

出典：LPSE 2017

#### 4-3 エネルギー需給

アフリカでも有数の石油産出国であるコンゴ共和国は、石油生産量の 90% 近くを国外輸出に充てており、国内消費量は 2014 年以降横ばいもしくは減少傾向にある。国内水資源が豊富なことから、発電電力量に占める水力の割合は 60% 程度を占めており、ガス、石油由来の火力割合は 40% 程度である。ただし、2020 年にポイントノイルにおいて 170MW のガス火力発電設備が増強されたこと、近年の水力発電設備の老朽化等によりこの比率は逆転傾向にある。一方、太陽光・風力といった再生可能エネルギーの導入は進んでいない。

セクター別での 1 次エネルギー消費の割合は、53%:一般家庭、24.1%:運輸関係、18.3%:商業、4.6%:工業系となっている。



表 4-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位: ktoc 石油換算 1,000 トン) (P: 推定)

|              | 2000   | 2005   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |        |        |        |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -                 | -                 |
| 木 炭          | 108    | 126    | 152    | 154    | 157    | 160    | 160               | 163               |
| 石 油          | 12,709 | 11,761 | 12,644 | 11,772 | 11,916 | 13,933 | 12,074            | 12,233            |
| 天然ガス         | 0      | 50     | 219    | 225    | 237    | 235    | 245               | 255               |
| 電 力          | 26     | 37     | 150    | 149    | 151    | 157    | 165               | 172               |
| 化石燃料         | 0      | 6      | 68     | 69     | 68     | 70     | 72                | 75                |
| 水 力          | 26     | 31     | 82     | 80     | 82     | 87     | 92                | 97                |
| 地 熱          | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -                 | -                 |
| 再エネ (太陽光、風力) | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| バイオ・廃棄物      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| <b>輸入量</b>   |        |        |        |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -                 | -                 |
| 石 油          | 12,337 | 11,246 | 11,526 | 11,019 | 11,154 | 11,016 | 10,880            | 10,746            |
| 石油製品         | -210   | -210   | -11    | 40     | 16     | -155   | -153              | -151              |
| 天然ガス         | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -                 | -                 |
| 電 力          | 23     | 36     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| <b>最終消費量</b> |        |        |        |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -                 | -                 |
| 石 油          | 157    | 253    | 730    | 741    | 724    | 490    | 508               | 527               |
| 天然ガス         | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| 電 力          | 22     | 30     | 69     | 69     | 69     | 134    | 138               | 146               |

出典: African Energy Commission – AFREC Database (Edition 2019)

#### 4-4 電気事業体制

1967年からコンゴ共和国全土における電力の発電、送電、配電、小売りは、植民地時代のフランス企業から派生した国家電力会社 (Société Nationale d'Énergie : SNE) が独占してきたが、2003年の電気事業法の改定により、独占が禁止されて、電力規制機関である (Agence de Régulation du Secteur de l'Électricité : ARSEL) が設立され競争体制が導入された。

SNEは2018年6月に解散し、新会社である設立に関する政令により、Energie Electrique du Congo (E<sup>2</sup>C.SA) が誕生して、発送電および配電事業を運営している。

表 4-4.1 電気事業体制

|         |                                                     |
|---------|-----------------------------------------------------|
| 監督省庁:   | MINISTÈRE DE L' ÉNERGIE ET DE L' HYDRAULIQUE        |
| 電気事業者:  | E2C - Energie Electrique du Congo                   |
| 地方電化機関: | Agence nationale d' électrification rurale du Congo |

#### 4-5 電力需給

コンゴ共和国における電力は、水力と火力 (石油・ガス) 発電で賄われている。発電設備容量は2010年代より横ばいの状態であったが、Central Electricity of Congo 所有のガス火力発電所のガスコンバインド化により、2019年に設備容量が増加となった。電力需給に関するデータを現状入手できていな





いが、下記に 2020 年の総発電電力量及び 2012 年以降の電力需要の予測値を記載する。

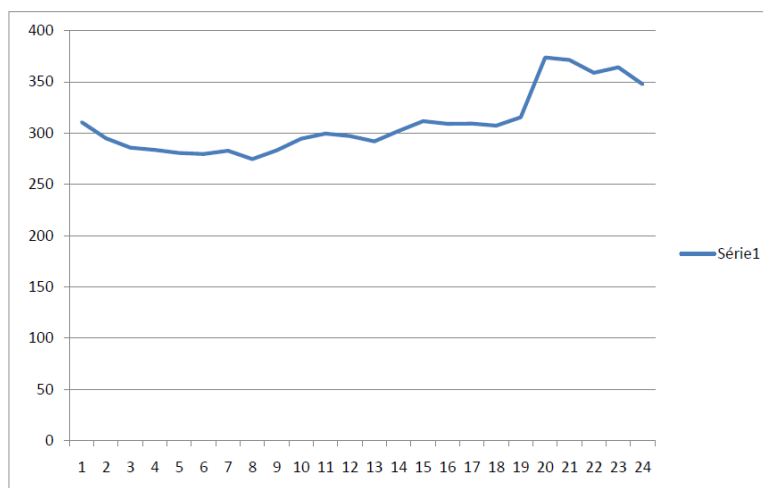
表 4-5.1 電力需要供給状況一覧

(単位：GWh)

| 年         | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 発生電力量     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 2,620 | -     |
| 水力発電      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1,047 | -     |
| 火力発電      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1,573 | -     |
| 太陽光       | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | -     |
| 高圧潮流      | 1,688 | 1,844 | 1,959 | 2,126 | 2,317 | 2,536 | 2,663 | 2,805 | 2,963 | 3,137 |
| 高圧損失      | 101   | 73    | 78    | 85    | 93    | 101   | 107   | 112   | 119   | 125   |
| 高圧損失率(%)  | 6.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   | 4.0   |
| 中圧潮流      | 1,587 | 1,742 | 1,880 | 2,041 | 2,225 | 2,434 | 2,557 | 2,693 | 2,844 | 3,011 |
| 中圧需要      | 287   | 336   | 386   | 444   | 511   | 588   | 646   | 711   | 782   | 860   |
| 高/中圧変圧器損失 | 79    | 87    | 88    | 90    | 91    | 93    | 89    | 86    | 82    | 78    |
| 中圧損失率(%)  | 5.0   | 5.0   | 4.7   | 4.4   | 4.1   | 3.8   | 3.5   | 3.2   | 2.9   | 2.6   |
| 低圧潮流      | 1,221 | 1,318 | 1,406 | 1,507 | 1,622 | 1,754 | 1,821 | 1,896 | 1,980 | 2,072 |
| 低圧需要      | 430   | 503   | 578   | 665   | 765   | 880   | 968   | 1,064 | 1,171 | 1,288 |
| 低圧損失      | 791   | 815   | 827   | 842   | 867   | 874   | 853   | 831   | 809   | 784   |
| 低圧損失率(%)  | 64.77 | 61.85 | 58.85 | 55.85 | 52.85 | 49.85 | 46.85 | 43.85 | 40.85 | 37.85 |
| 総合損失      | 971   | 975   | 994   | 1,016 | 1,041 | 1,068 | 1,049 | 1,030 | 1,010 | 988   |
| 総合損失率(%)  | 57.53 | 53.75 | 50.74 | 47.81 | 44.94 | 42.13 | 39.39 | 36.71 | 34.08 | 31.50 |

出典：Perspectives de Developpement Et Strategie Commerciale D'E2C

コンゴ共和国の需要データは手書き運用で管理が行き届いていないということもあり、最高電力及び日負荷特性について分析可能なデータが不足している。フランス電力会社 (eDF)作成の Transmission production Master Plan (TMRP)から 2015 年 3 月の日負荷を図 4. 5-1 に、2035 年までの需要予測及び電源設備計画のグラフを図 4. 5-2 に示す。TMRP では 2035 年のピーク需要は 1,444MW、年間電力量は 9,947GWh になると予想している。



出典：Schema Directeur Production Transport (eDF)

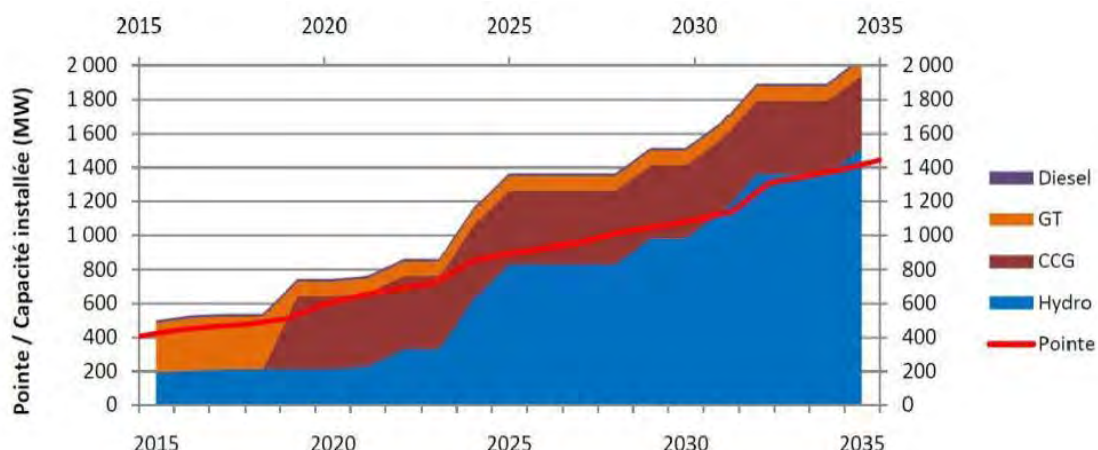
図 4-5.1 日負荷データ (2015 年)

図 4-5. 1 は 2015 年 3 月のうち、他の曜日と比較し比較的需要の高い水曜日の日負荷データである。曜日に関係なく 19:00~22:00 の間で需要のピークを迎えており、電灯需要が比較的高いことが





うかがえる。



出典： Schema Directeur Production Transport 'eDF)

図 4-5.2 想定需要及び電源設備計画

また、ブラザビルとポアントノアール両市における電力供給改善緊急計画<sup>1</sup>に全国版の需給状況を示す表の記載がある。(表 4-5.2 参照) 2017~2020 年の 4 年に渡る断片的なデータではあるが、電源が不足した状況が継続しており、需要が伸びておらず、あまり変化が無い状態が続いている。

表 4-5.2 電力需給

(単位：MW)

| 発電所                             | 2017. 11. 24 | 2018. 3. 13 | 2019. 3. 21 | 2020. 4. 27 |
|---------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Imboulou                        | 88.86        | 87.71       | 56.52       | 87.87       |
| Moukouloulou                    | 72.5         | 67.5        | 53          | 54          |
| Central Electricity of Congo    | 264.1        | 275.7       | 293.5       | 290.67      |
| Brazzaville Thermal Power Plant | 0            | 0           | 0           | 0           |
| コンゴ民国際連系                        | -4.3         | -15.2       | -24.82      | 5.04        |
| 発電電力                            | 427.8        | 446.1       | 427.9       | 427.5       |

#### 4-6 電力設備

コンゴ共和国では 1990 年代に起きた紛争により、電力設備の大部分が被害を受けた。このため、2003 年時点ではコンゴの発電設備容量は 111 MW まで低下した。これは当時の電力需要の 25%程度であった。紛争終了後の復興により現在の発電設備容量は 650 MW まで増加している。

##### (1) 発電設備

コンゴ共和国は国の総面積の約 72%をコンゴ川及びクイロウ川の流域が占めており、水力発電のポテンシャルは 14,000 MW と非常に高いものの、既設水力発電設備容量は 229 MW と非常に低い。また毎年 4 月から 9 月の乾季の時期においてはダム水位低下により、可能出力はかなり低下するようである。ガス火力発電設備についてはデジェノ及びコンゴ中央電力(CEC)の 2 か所のみ

<sup>1</sup> Plan D'urgence D'amélioration De La Desserte Electrique Dans Les Villes De Brazzaville Et De pointe Nopire



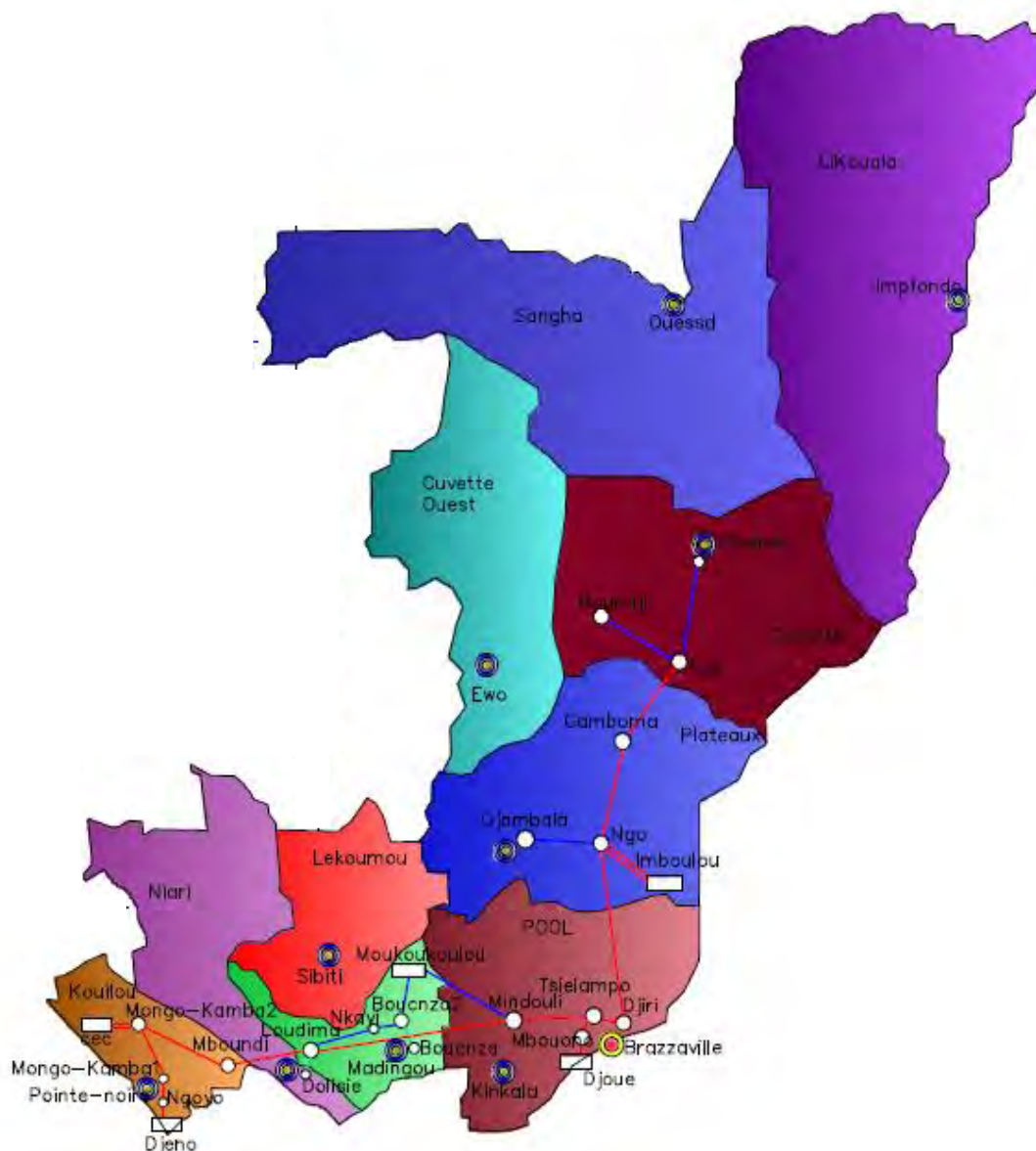
が運転しており、合計容量は 534 MW となっている。また系統に接続されているディーゼル発電設備は国内合計で 49.6 MW である。電源分布をみると首都のブラザビル、第二都市のポアントノワール及びブエンザといった南部のみに集中している。中部、北部地域についてはオフグリッドでのディーゼル発電設備での電力供給と想定され、メイングリッドに接続されていない電源の設備容量は全体で 200 MW となっている。コンゴ共和国の将来開発計画としては 2035 年断面で 2,046 MW の発電設備容量を目標として掲げている。COP21 のフレームワークを念頭にコンゴ共和国は CO2 削減に向けた動きを加速しており、将来開発計画のうち水力発電設備の新設、改修をすすめる意向である。

主要な発電設備の一覧を表 4－6．1 に示し、全国発電設備の配置図を図 4－6．1 に示す。

表 4－6．1 主要発電整備（系統連系分）

| 電源種別  | 発電所名                            | 設備容量<br>(MW) | 可能出力<br>(MW) | 運開年  | 運用者 |
|-------|---------------------------------|--------------|--------------|------|-----|
| 水 力   | Djoue                           | 15           | 0            | 1953 | E2C |
|       | Moukouloulou                    | 74           | 68           | 1979 | E2C |
|       | Imaboulou                       | 120          | 85           | 2010 | E2C |
|       | Iiouesso                        | 19.92        | 19.92        | 2016 | E2C |
| 火力    | Djeno                           | 50           | 50           | 2015 | CEC |
|       | Central Electricity of<br>Congo | 484          | 484          | 2012 | CEC |
| ディーゼル | Brazzaville                     | 32.5         | 32.5         | 2007 |     |
|       | Oyo                             | 5.4          | 5.4          | 2003 |     |
|       | Ouessou                         | 6            | 6            | 2014 |     |
|       | Sibiti                          | 2.05         | 2.05         | 2020 |     |
|       | Madingou                        | 2.05         | 2.05         | 2017 |     |
|       | Dolosie                         | 1.6          | 1.6          | 2020 |     |

出典：E2C 提供データから調査団作成



出典：Schema de Connexions principaux Du RFeseau electrique Du Congo (E2C)

図 4－6.1 発電設備配置

## (2) 送変電設備

現在のコンゴ共和国の送電系統は 220V, 110kV で構成されており、西はポアントノワールから首都のブラザビルを経由し、北のキュビット州のオワンドまでの接続となっている。220kV 系統については概ね 2010 年代に新設、改修が行われており設備としては比較的新しい。コンゴ共和国はアンゴラ、ブルンジ、カメルーン、中央アフリカ共和国、コンゴ民主共和国、ガボン、赤道ギニア、サントメ・プリンシペ、チャドと共に中央アフリカパワーพูล加盟国の一国となっているものの、国際連系線についてはコンゴ民主共和国キンシャサと首都ブラザビルを結ぶ、220kV 送電線連系のみである。ガボンとの国際連系線建設は将来構想としてあるが、具体的な動きは進んでいない。下記にコンゴ国内の送電線設備一覧を記す。(送電線として扱われている 35kV 及び 30kV 系統についても併せて記載)



表 4-6.2 送電線一覧表

| 電圧<br>(kV) | 自             | 至             | 亘長<br>(km) | 導体種類    | 導体断面<br>積<br>(mm <sup>2</sup> ) | 容量<br>(A) | 建設年       |
|------------|---------------|---------------|------------|---------|---------------------------------|-----------|-----------|
| 220        | Djeno         | N' goyo       | 9.36       | Aster   | 366                             | 636       | 2010      |
| 220        | N' goyo       | Mango Kamba-1 | 12.7       | Aster   | 366                             | 636       | 1983      |
| 220        | Mango Kamba-1 | Mango Kamba-2 | 4          | Aster   | 570                             | 847       | 1983/2011 |
| 220        | CEC           | Mango Kamba-2 | 19.2       | Aster   | 2x455                           | 1500      | 2010      |
| 220        | Mango Kamba-2 | Mboundi       | 37.5       | Aster   | 570                             | 847       | 1983/2011 |
| 220        | Mboundi       | Loudima       | 133        | Aster   | 570                             | 847       | 1983      |
| 110        | Bouenza-1     | Bouenza-2     | 43.02      | ACSR    | 240/30                          | 525       |           |
| 110        | Mokoukoulou   | Loudima       |            |         |                                 |           |           |
| 35         | Loudima       | Dolisie-1     | 48.87      | ACSR    | 70/12                           |           |           |
| 35         | Loudima       | Dolisie-2     | 49.16      | LGJ     | 240/40                          |           |           |
| 110        | Nkayi         | Bouenza-2     | 56.2       | ACSR    | 185/30                          | 366       | 1978      |
| 35         | Bouenza-2     | Loutete       | 15.12      | ACSR    | 70                              |           |           |
| 35         | Bouenza-2     | Madingou      |            |         |                                 |           |           |
| 110        | Mokoukoulou   | Bouenza-2     | 43.02      | ACSR    | 240/30                          | 525       | 1978      |
| 110        | Mokoukoulou   | Mindouli      | 94         | ACSR    | 240/30                          | 525       | 1987      |
| 220        | Loudima       | Mindouli      | 150        | Aster   | 570                             | 847       | 1987/2011 |
| 220        | Mindouli      | Tsielampo     | 105        | Aster   | 570                             | 847       | 1987/2011 |
| 220        | Tsielampo     | Mbouono       | 13.2       | Aster   | 366                             | 636       | 1982      |
| 30         | Djoue         | Mbouono       | 3.3        | ALMELEC | 228                             |           |           |
| 220        | Tsielampo     | Dijiri        | 22         | ACSR    | 500/45                          | 845       | 2010      |
| 220        | Dijiri        | Ngo           | 210        | ACSR    | 500/45                          | 845       | 2010      |
| 220        | Imboulou      | Ngo           | 77.5       | ACSR    | 2x300/40                        | 636       | 2010      |
| 110        | Djambala      | Ngo           | 109        | ACSR    | 240/30                          | 525       | 2012      |
| 220        | Ngo           | Gamboma       | 75         | ACSR    | 500/45                          | 845       | 2010      |
| 220        | Gamboma       | Oyo           | 88         | ACSR    | 500/45                          | 845       | 2010      |
| 110        | Boundji       | Oyo           | 91         | ACSR    | 185/30                          | 366       | 2011      |
| 110        | Owando        | Oyo           | 97         | ACSR    | 500/45                          | 845       | 2011      |

表 4-6.3 送電線亘長

| 定格電圧 | 220kV     | 110kV    | 35kV     | 30kV  | 総合        |
|------|-----------|----------|----------|-------|-----------|
| 総合亘長 | 1053.16km | 775.77km | 113.15km | 3.3km | 1945.38km |

出典：E2C

コンゴ共和国の基幹変電所一覧を下表に示す。

表 4-6.4 基幹変電所と変圧器一覧表

| 変電所名                        | 1次電圧<br>(kV) | 2次電圧<br>(kV) | 3次電圧<br>(kV) | 容量<br>(MVA) | 台数 |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|----|
| Pointe-noire/Koullou region |              |              |              |             |    |
| Djeno                       | 225          | 11           | -            | 35          | 1  |
|                             | 225          | 8.4          | -            | 27.88       | 1  |
| N' goyo                     | 225          | 30           | -            | 45          | 1  |
|                             | 225          | 20           | -            | 25          | 1  |
| Mango Kamba-1               | 225          | 21           | 31.5         | 50/35/15    | 2  |



| 変電所名                          | 1 次電圧<br>(kV) | 2 次電圧<br>(kV) | 3 次電圧<br>(kV) | 容量<br>(MVA) | 台数 |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|----|
| Mango Kamba-2                 | 225           | 21            | 31.5          | 70/35/35    | 2  |
| GEC                           | 225           | 15.75         | –             | 210         | 2  |
| Mboundi                       | 225           | 31.5          | –             | 110         | 2  |
| Bouenza-Niari-Lekoumou region |               |               |               |             |    |
| Loudima                       | 220           | 110           | 31.5          | 45/45/15    | 2  |
|                               | 110           | 38.5          | 11            | 16/16/16    | 2  |
| Nkayi                         | 110           | 11            | –             | 7.5         | 2  |
| Loutete                       | 35            | 6.6           | –             | 2.5         | 2  |
| Mandigou                      | 35            | 10            | –             | 2.5         | 1  |
|                               | 35            | 20            | –             | 2.5         | 1  |
| Dolisie                       | 35            | 10.5          | –             | 1.8         | 1  |
|                               | 35            | 10.5          | –             | 2.5         | 1  |
|                               | 35            | 10.5          | –             | 3.3         | 1  |
| Sibiti                        | 33            | 20            | –             | 3.5         | 2  |
| Mabombo                       | 33            | 20            | –             | 1           | 2  |
| Dangote                       | 110           | 10            | –             | 25          | 2  |
| Bouenza-1                     | 121           | 10.5          | –             | 45          | 2  |
| Bouenza-2                     | 121           | 38.5          | 11            | 16/16/16    | 2  |
| Mokoukoulou                   |               |               |               |             |    |
| Brazzaville/pool region       |               |               |               |             |    |
| Mindouli                      | 220           | 110           | 31.5          | 45/45/15    | 2  |
| Tsielampo                     | 220           | 110           | 31.5          | 45/15/30    | 2  |
| Mbouono                       | 220           | 32.9          | –             | 30          | 2  |
| Djoue                         | 30            | 6.6           | –             | 6.3         | 1  |
| Djoue                         | 30            | 5.5           | –             | 9.4         | 2  |
| Djiri                         | 230           | 22            | 33            | 45/30/45    | 2  |
| Plateau/Cuvette               |               |               |               |             |    |
| Ngo                           | 230           | 121           | 33            | 10/10/10    | 2  |
| Imboulou                      | 230           | 10.5          | –             | 40          | 4  |
| Imboulou                      | 30            | 10.5          | –             | 2.5         | 2  |
| Djambala                      | 121           | 33            | –             | 10          | 2  |
| Gamboma                       | 230           | 33            | –             | 10          | 2  |
| Oyo                           | 230           | 121           | 33            | 25/25/25    | 2  |
| Boundji                       | 121           | 33            | –             | 5           | 2  |
| Owando                        | 121           | 33            | –             | 10          | 2  |

出典：E2C

### (3) 配電設備

コンゴ共和国の配電設備については全国の設定容量のうち約 80%がブラザビル及びポアントノワールにて使用されている。エネルギー・水利省（MEH）と E2C の電力供給技術委員会作業報告（2021 年）<sup>2</sup>に記載されている既設配電線設備を下表に示す。

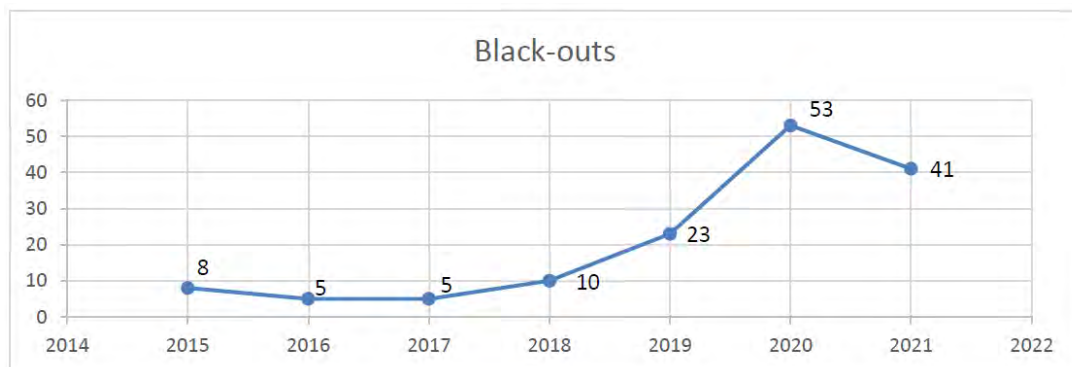
<sup>2</sup> Synthese Des Travaux Du Comite Technique MEH-E2C Sur La Fourniture De L'electricite En Republique Du Congo (2021)



表 4－6.5 配電設備の概要

|          | ブラザビル                                                                                                                                                                                | ポアントノール                                                                                                       |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 配電用変電所   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Center Broad Cast</li> <li>➤ Substation-A</li> <li>➤ Substation-B</li> <li>➤ Substation-C</li> <li>➤ Tsielampo</li> <li>➤ Dijiri</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ N' Goyo</li> <li>➤ Mongo Kamba-1</li> <li>➤ Mongo Kamba-2</li> </ul> |
| 配電線亘長    | 954km(地中埋設ケーブルが大半を占める)                                                                                                                                                               | 532km(地中埋設ケーブルが大半を占める)                                                                                        |
| 配電フィーダー数 | 計 54 フィーダー<br><ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 30kV x 5</li> <li>➤ 20kV x 37</li> <li>➤ 6.6kV x 12</li> </ul>                                                                | 計 38 フィーダー<br><ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 30kV x 3</li> <li>➤ 35kV 及び 20kV x 35</li> </ul>       |
| 配電用変圧器数量 | 757 台<br><ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 公共 415 台</li> <li>➤ 一般 314 台</li> <li>➤ その他 28 台</li> </ul>                                                                        | 601 台<br><ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 公共 226 台</li> <li>➤ 一般 309 台</li> <li>➤ その他 66 台</li> </ul> |
| 配電線変圧器容量 | 565.16MVA                                                                                                                                                                            | 367.35MVA                                                                                                     |

前述の電力供給技術作業報告 (2021)には合わせて 2021 年の系統事故・ブラックアウト件数の表示、及び事故種別毎の要因分析が行われている。下図は 2015 年から 2021 年までのブラックアウト件数で、近年上昇傾向にある。



出典：Synthese Des Travaux Du Comite Technique MEH-E2C Sur La Fourniture De L'electricite En Republique Du Congo (2021)

図 4－6.2 停電事故件数の推移

なお、これは停電に至った件数であり、系統事故の件数は 2021 年に計 273 件発生している。停電事故要因別の件数は下記が報告されている。

① Central Electricity of Congo ガス火力発電所事故：11 件

発電所内トラブルによる電源脱落。主に制御系トラブル及び潤滑油系統のトラブルが報告されている。国内の主力火力発電所であり、電源脱落による系統への影響が大きい。

② コンゴ民主共和国電力公社 (SNEL) 系統事故：9 件

コンゴ民主共和国との国際連系統線からの波及事故で、周波数高低を検出してトリップに至ったもの。なお停電事故件数は 9 件であるが、系統事故件数 273 件のうち実に 150 件が国際連





系線からの影響によるものである。主な要因として下記が報告されている。

- Inga-kolwezi 500kV 直流送電線トリップ
- Zongo-2 発電所機械トラブル
- Inga 及び Zongo-2 発電所トリップ
- 中圧配電線事故

上記事故要因を踏まえ、E2C は国際連系線保護用で Micom P341 型の周波数リレー、逆電力リレーの据え付けを計画している。

- ③ Djiri-NGO 220kV 送電線事故：1 件
- ④ 220kV 南幹線事故：7 件
  - ポアントノワール〜ブラザビル間連系線と想定
- ⑤ 供給電力不足：13 件
  - 発電機トリップによる配電線遮断

その他、ブラザビル管内においては埋設配電線ケーブル事故が 15 件発生している。

#### 4-7 課題と開発ニーズ

コンゴ共和国では都市部に限っても電化率は 66%と低いうえ、停電も頻発し電力サービスに関する顧客の満足度は総じて低い。2022 年に E2C が実施した顧客満足度調査によると、約 40%の顧客が E2C のサービスに対して不信感を持っていると回答し、全体の満足度は 33.33%と低い。事前通知のない停電が多いため、店舗を運営するような事業者の多くからはコストの高い発電機を所有せざるを得ないという声が挙がっている。

また、経済面を見ると、コンゴ共和国の産業分野は、石油産業を除けば現在非常に未発達で、富の創出にはほとんど寄与していない。2020 年の実質 GDP では、石油関連産業が全体の約 44%を占める一方、GDP に占める鉱業の割合は 1%以下、その他製造業は 9%である。国家開発計画 (Plan National de Development(PND) 2022-2026) では、こうしたセクターの発展に対する成約としてエネルギーインフラの不足や、現地加工率の低さ、魅力的でないビジネス環境などが挙げられている。

PND 2022-2026 では、産業の多様性を生み出すための戦略的柱が掲げられ、事業対象地域であるブラザビル市にも商業や産業に関わる様々な施設の建設が予定されている。その中にはコンゴ民主共和国のキンシャサとコンゴ共和国のブラザビルを繋ぐ橋の建設など今後さらに人流の増加が見込まれるプロジェクトや、ブラザビル郊外の Maloukou 工業地帯や Ignié 経済特区の開発など将来的に高い電力需要が想定されるプロジェクトも含まれている。電力供給のキャパシティを上げ、ニーズに応じて安定的な電力供給を行うことは、こうした新たな産業の創出の土台として機能し、より魅力的なビジネス環境づくりと国の経済発展に貢献することが期待される。

#### 4-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容、及び現地での協議内容を踏まえて作成したプロジェクト候補リストを表 4-8. 1 に示す。



表 4-8.1 プロジェクト候補リスト (コンゴ共和国)

| 優先度 | 地域    | プロジェクトの目的                | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                                                                | 数量                                                                                                                                                                     | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|-------|--------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| -   | ブラザビル | A 変電所の昇圧化による、都市圏電力供給力の向上 | 変電所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 110 kV 開閉設備</li> <li>➤ 110/20 kV 変圧器</li> <li>➤ 20kV 開閉設備</li> <li>➤ 保護・操作盤、その他機器、建屋</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 6 ベイ(3 回線, 2 TR. &amp; coupler)</li> <li>➤ 2 セット 50MVA</li> <li>➤ 5 ベイ(2 回線, 2 TR &amp; coupler)</li> <li>➤ 1 セット</li> </ul>  | 6.9             | 2022       |
|     |       | Mbouono 変電所の増設による配電容量の増  | 変電所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 220 kV 開閉設備</li> <li>➤ 220/110 kV 変圧器</li> <li>➤ 110kV 開閉設備</li> <li>➤ 保護・操作盤、その他機器</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2 ベイ(2TR)</li> <li>➤ 5 ベイ(2 回線, 2 TR &amp; coupler)</li> </ul>                                                                |                 | 2022       |
|     |       | 110kV 送電システムの整備          | 送電線 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 110kV 送電線 (Mbouono to S/S-A)</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2 回線</li> </ul>                                                                                                               |                 | 2022       |
|     |       | 20kV 配電線の拡張              | 配電線 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 20kV 配電線</li> </ul>                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2 回線<br/>109km(49km 地中ケーブルを含む)</li> <li>➤ LV material, meter</li> </ul>                                                       | 2.2             | 2022       |
| -   | ブラザビル | B 変電所の昇圧化による、都市圏電力供給力の向上 | 変電所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 110 kV 開閉設備</li> <li>➤ 110/20 kV 変圧器</li> <li>➤ 20kV 開閉設備</li> <li>➤ 保護・操作盤、その他機器、建屋</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 6 ベイ (2 回線, 3 TR. &amp; coupler)</li> <li>➤ 3 セット 50MVA</li> <li>➤ 7 ベイ(3 回線, 3 TR &amp; coupler)</li> <li>➤ 1 セット</li> </ul> | 4.6             | 2022       |
|     |       | 110kV 送電システムの整備          | 送電線 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 110kV 送電線 S/S-A to S/S-B</li> <li>➤ 110kV 送電線 (S/S-B to S/S-D)</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 回線</li> <li>➤ 1 回線</li> </ul>                                                                                               |                 | 2022       |
|     |       | 20kV 配電線の拡張              | 配電線 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 20kV 配電線</li> </ul>                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 3 回線<br/>107km(48km 地中ケーブルを含む)</li> <li>➤ 低圧材料、メーター</li> </ul>                                                                | 2.2             | 2022       |
| -   | ブラザビル | D 開閉所の建設による、都市圏          | 変電所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 110 kV 開閉設備</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2 ベイ (2 回線)</li> </ul>                                                                                                        |                 | 2022       |





| 優先度 | 地域    | プロジェクトの目的                            | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                                                                                           | 数量                                                                                                                                                                                      | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|-------|--------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| -   | ブラザビル | 電力供給力の向上<br>C 変電所の昇圧化による、都市圏電力供給力の向上 | 変電所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 保護・操作盤、その他機器、建屋</li> <li>➤ 110 kV 開閉設備</li> <li>➤ 110/20 kV 変圧器</li> <li>➤ 20kV 開閉設備</li> <li>➤ 保護・操作盤、その他機器、建屋</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 セット</li> <li>➤ 5 ベイ (2 回線, 2 TR. &amp; coupler)</li> <li>➤ 2 セット 50MVA</li> <li>➤ 5 ベイ(2 回線, 2 TR &amp; coupler)</li> <li>➤ 1 セット</li> </ul> | 4.6             | 2022       |
| -   | ブラザビル | D 開閉所の拡張による、都市圏電力供給力の向上              | 変電所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 110 kV 開閉設備</li> </ul>                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 セット(1 フィーダー)</li> </ul>                                                                                                                      |                 | 2022       |
|     |       | 110kV 送電系統の整備                        | 送電線 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 110kV 送電線 S/S-B to S/S-C</li> <li>➤ 110kV 送電線 (S/S-C to S/S-D)</li> <li>➤ 110kV 送電線 (Tsielampo S/S to S/S-D)</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 回線</li> <li>➤ 1 回線</li> <li>➤ 1 回線</li> </ul>                                                                                                |                 | 2022       |
| -   | ブラザビル | Ngoyo 変電所のリハビリ                       | 変電所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 220kV 開閉設備</li> <li>➤ 110/20kV 変圧器</li> <li>➤ 20kV 開閉設備</li> <li>➤ 保護・操作盤、その他機器、建屋</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 5 ベイ(3 回線, 2 TR)</li> <li>➤ 2 セット 70MVA</li> <li>-</li> <li>➤ 1 セット</li> </ul>                                                                 |                 |            |
|     |       | 220kV 送電系統の整備                        | 送電線 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 220kV 送電線</li> </ul>                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 回線</li> </ul>                                                                                                                                |                 |            |
| -   | ブラザビル | CTI 変電所の昇圧化による、都市圏電力供給力の向上           | 変電所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 220kV 開閉設備</li> <li>➤ 220/20kV 変圧器</li> <li>➤ 20kV 開閉設備</li> <li>➤ 保護・操作盤、その他機器、建屋</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>➤ 3 セット 70MVA</li> <li>-</li> <li>➤ 1 セット</li> </ul>                                                                                  |                 |            |
|     |       |                                      | 送電線 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 220kV 送電線</li> </ul>                                                                                                       | -                                                                                                                                                                                       |                 |            |
| -   | ドリシエ  | ドリシエ変電所の建設                           | 変電所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 110kV 開閉設備</li> <li>➤ 110/35/20kV 変圧器</li> <li>➤ 35kV 開閉設備</li> <li>➤ 20kV 開閉設備</li> </ul>                                 | -                                                                                                                                                                                       | 11.25           |            |
|     |       |                                      | 送電線 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 110kV 送電線 (Loudima S/S to Dolisie S/S)</li> </ul>                                                                          | -                                                                                                                                                                                       |                 |            |

出典：調査団作成

## 第5章 エチオピア連邦民主共和国



## 第5章 エチオピア連邦民主共和国

### 5-1 概況

エチオピアは、「アフリカの角」地域の中心に位置する人口約1億人の地域大国であり、首都アディスアベバにはアフリカ連合（AU）や国連アフリカ経済委員会（UNECA）の本部が置かれ、アフリカ外交の中心地の一つでもある。エチオピアは近年年間平均10%前後の高い経済成長率を維持し（IMF）、農業生産性や初等教育普及率の向上、貧困削減などに一定の成果が見られるものの、一人あたりGNIは660米ドル（2016年、世銀）と低く、輸出産業の担い手となる農業や工業の生産性・品質の向上、経済成長や外国からの投資誘致に欠かせないインフラ整備、干ばつなど自然災害に対する脆弱性、人口増加に伴う都市化対策は依然として重要な開発課題となっている。係る状況の下、エチオピア政府は2016年2月に策定した「第2次5か年開発計画（GTP2）」において、2025年までに低中所得国入りを実現するという目標を掲げ、従前からの農業に加え製造業を中心とした工業化に取り組んでいる。



図 5-1.1 位置図

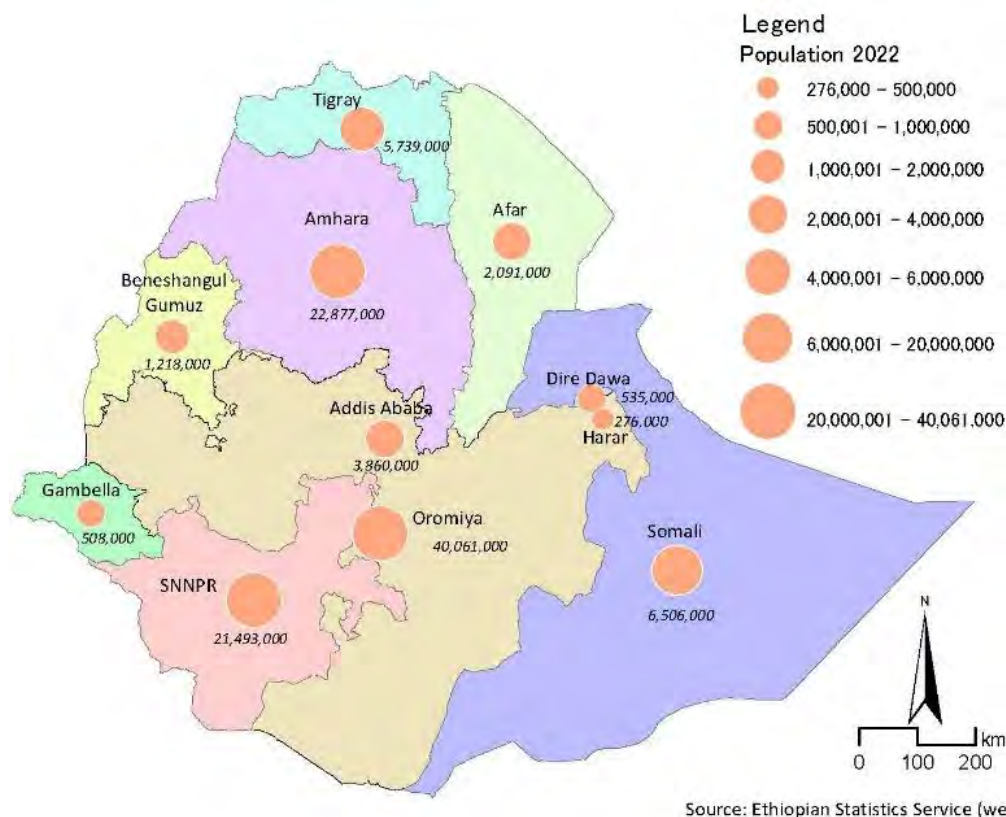


図 5-1.2 人口分布



表 5-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                 | 参照元        |
|------------------|------------------------------------|------------|
| 面積               | 109.7 万平方キロメートル                    | 日本の約 3 倍   |
| 人口               | 約 1 億 1,787 万人                     | 2021 年世銀   |
| 首都               | アディスアベバ                            |            |
| 民族               | オロモ族、アムハラ族、ティグライ族等約 80 の民族         |            |
| 言語               | アムハラ語（公用語）、英語                      |            |
| 宗教               | キリスト教、イスラム教他                       |            |
| 政体               | 連邦共和制                              |            |
| 議会               | 上・下二院性（上院 110 議席、下院 547 議席）        |            |
| 国内総生産（GDP）       | 1,112 億米ドル                         | 2021 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 960 米ドル                            | 2021 年世銀   |
| 経済成長率            | 6.1%                               | 2010 年世銀   |
| 失業率              | 3.7%                               | 2021 年世銀   |
| 電化率              | 全国：48.4%<br>都市部：96.0%<br>地方部：35.3% | 2020 年 IEA |

表 5-1.2 対エチオピア開発協力方針（2017 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【質の高い経済成長促進支援】<br>エチオピア政府は、GTP2 において工業化を推し進めるため、特に、農業の市場アクセスの強化、カイゼンを通じた工業の品質・生産性の向上、質の高いインフラ整備、人材育成、科学技術の振興等を開発の重点分野としている。我が国は、このような重点分野に沿ってエチオピア政府の取り組みを支援していく。 |
| 重点分野     | (1) 農業・農村開発<br>(2) 産業振興<br>(3) インフラ開発<br>(4) 教育・保健                                                                                                                |

## 5-2 エネルギー政策

エチオピア政府は、2016 年に策定した第 2 次 5 カ年開発計画（Growth and Transformation Plan II（GTPII））において、農業中心の経済構造から農業及び工業の 2 本柱で経済を牽引する経済構造転換を行い、2010 年～2020 年の平均 GDP は 9.2%という高い成長率を実現した。

エチオピア政府はまた、持続的な成長と全ての国民に公平な裨益が与えられるよう、迅速で高い経済成長率を遂げた過去 10 年の中で明らかとなった開発課題を抽出して「Ten Years Development Plan – A Pathway to Prosperity- 2021-2030」を策定している。この 10 カ年計画の中でエネルギー開発としては、以下の点にフォーカスしている。

- エネルギー供給の確保



- 地方人口へのクリーンエネルギーの提供
- 高品質な電力サービス
- 信頼性の高い電力設備の構築
- エネルギーセクターの健全な経営状態の確保
- エネルギーセクターの民間投資奨励
- スキルをもった、倫理的な人材開発

また以下のとおり、2030 年までの達成目標を掲げている。

- 発電容量を 4,478MW から 19,900MW に引き上げる。
- 送電線を 18,400km から 29,900km に増加する。
- 電力輸出を 2,803GWh から 7,184GWh に増加する。
- 電気利用者を 5.8 百万件から 24.3 百万件に増加する。
- 電力のグリッド接続の割合を 33%から 96%に増加し、オフグリッドの割合を 11%から 4%とする。
- 電力ロスの割合を 19.6%から 12.5%に低減する。

### 5-3 エネルギー需給

エチオピア国のエネルギー需給一覧表を表 5-3. 1 に示す。

エチオピア国は水と森林以外にエネルギー資源には恵まれていない。電力需要の 90%が水力発電で、農業とともに豊富な雨量に依存している。半分以下の都市しか国家電力網につながっていない。南西部低地にある推定 4 兆立方フィートの天然ガスが開発されようとしている。石油需要は石油製品の輸入で賄われており、その 8 割はスーダンから陸路輸送されている。スーダン国境に近いガンベラ地域で石油の探鉱がされている。一般にエチオピアではエネルギーと建設の需要をほとんど森林に依存するため、その結果、この 30 年間に多くの高地森林が破壊されてしまったと言われている。

表 5-3. 1 エネルギー需給一覧表

(単位：ktoe 石油換算 1,000 トン) (P：推定)

|              | 2000  | 2005  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |       |       |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | 0     | 0     | 11    | 12    | 12    | 4     | 12                | 13                |
| 木炭           | 686   | 778   | 4,422 | 4,610 | 4,727 | 4,879 | 4,888             | 5,064             |
| 石油           | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| 天然ガス         | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 電力           | 156   | 249   | 818   | 897   | 960   | 1,033 | 1,050             | 1,100             |
| 化石燃料         | 2     | 4     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| 水力           | 154   | 245   | 775   | 832   | 890   | 931   | 977               | 1,025             |
| 地熱           | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| 再エネ（太陽光、風力）  | 0     | 0     | 43    | 65    | 70    | 71    | 73                | 75                |
| バイオ・廃棄物      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| <b>輸入量</b>   |       |       |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | 0     | 0     | 207   | 210   | 226   | 249   | 252               | 256               |
| 石油           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0                 | 0                 |
| 石油製品         | 1,026 | 1,480 | 3,278 | 3,404 | 3,654 | 3,787 | 3,867             | 3,948             |
| 天然ガス         | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |



|              | 2000 | 2005 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
| 電力           | 0    | 0    | -61  | -14  | -15  | -15  | -15               | -15               |
| <b>最終消費量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石炭           | 0    | 0    | 207  | 210  | 226  | 272  | 276               | 281               |
| 石油           | 1006 | 1415 | 2521 | 2937 | 3218 | 3678 | 3731              | 3789              |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電力           | 122  | 201  | 561  | 627  | 757  | 783  | 794               | 806               |

出典：African Energy Commission – AFREC Database

#### 5-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、水資源・灌漑・電力省（MoWIE）である。電力供給は、発電・送電部門をエチオピア電力公社（EEP）、配電部門をエチオピア配電公社（EEU）がそれぞれ担う。その他電力関連の組織として、電力規制を担うエチオピア電力庁（EEA）がある。なお、水資源・灌漑・電力省（MoWIE）は、2025年までに電化率100%達成を掲げている。

表 5-4.1 電気事業体制

|        |                                                  |
|--------|--------------------------------------------------|
| 監督省庁：  | Ministry of Water, Irrigation and Energy (MoWIE) |
| 電気事業体： | 発電・送電部門：Ethiopian Electric Power (EEP)           |
|        | 配電部門：Ethiopian Electric Utility (EEU)            |
| 電力規制：  | Ethiopian Electricity Agency (EEA)               |

#### 5-5 電力需給

表5-5.1及び図5-5.1にエチオピア国の2011年から2020年までのピーク電力を示す。2017年までは前年の10%から27%の伸びを示していたが、2018年からは数パーセントの伸びに留まっている。

表 5-5.1 ピーク電力

| 年          | 2011 | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ピーク電力 (MW) | 914  | 1,125 | 1,437 | 1,643 | 1,974 | 2,209 | 2,541 | 2,604 | 2,777 | 2,807 |
| 伸び率 (%)    | 19.2 | 23.1  | 27.7  | 14.3  | 20.1  | 11.9  | 15.0  | 2.5   | 6.6   | 1.1   |

出典：EEP データ

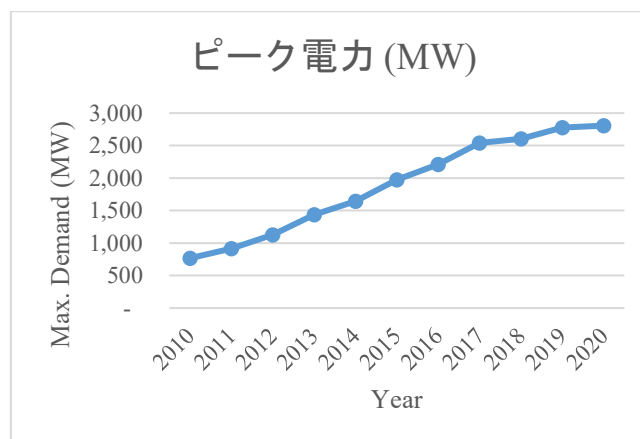


図 5-5.1 ピーク電力



表 5－5. 2 に 2011 年から 2020 年までの電力の需給状況（供給電力量、販売電力量、輸出電力量及び損失）を示す。（販売電力量については、2020 年分のデータがなく、空欄としている）

2020 年の供給電力においては 96%が水力発電によるもので、中でも Gilgel Gibe III 号機（10 ユニット、計 1,870 MW、2014 年建設）による発電量が全体の 38%を占めている。残りは 3.6%が風力発電、0.5%がバイオマス発電（2018 年から稼働）によるもので、火力発電による発電量は皆無に等しい。

表 5－5. 2 電力需給状況

（単位：GWh）

| 年         | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 供給電力量     | 6,054 | 7,568 | 8,693 | 9,515 | 10,461 | 12,537 | 13,784 | 13,839 | 15,192 | 15,761 |
| 水力発電      | 6,047 | 7,381 | 8,336 | 9,014 | 9,674  | 11,753 | 13,238 | 13,211 | 14,404 | 15,112 |
| 火力発電      | 0     | 2     | 0     | 3     | 1      | 0      | —      | —      | —      | 0      |
| 地熱発電      | 7     | —     | —     | —     | —      | —      | —      | —      | —      | —      |
| 風力発電      | —     | 185   | 356   | 498   | 786    | 784    | 546    | 628    | 609    | 575    |
| バイオマス     | —     | —     | —     | —     | —      | —      | —      | 43     | 179    | 73     |
| 販売電力量     | 4,098 | 4,990 | 6,099 | 7,072 | 7,623  | 8,778  | 10,751 | 11,583 | 11,402 |        |
| 住 宅       | 1,542 | 2,140 | 2,057 | 2,356 | 2,549  | 3,051  | 3,509  | 3,803  | 3,922  |        |
| 商 業       | 1,000 | 881   | 1,313 | 1,504 | 1,627  | 1,948  | 2,240  | 2,428  | 2,504  |        |
| 産業（LV/MV） | 1,539 | 1,637 | 2,166 | 2,482 | 2,685  | 3,215  | 3,697  | 4,007  | 4,132  |        |
| 輸出（配電）    | 17    | 332   | 563   | 730   | 762    | 564    | 1,305  | 1,345  | 844    |        |
| 輸出電力量     | NA    | NA    | NA    | NA    | 564    | 1303   | 1429   | 968    | 974    |        |
| ジブチ       | —     | —     | —     | —     | 360    | 492    | 529    | 466    | 507    |        |
| 南スーダン     | —     | —     | —     | —     | 204    | 811    | 900    | 502    | 467    |        |
| 損失（%）     | 32.3% | 34.1% | 29.8% | 25.7% | 21.7%  | 19.6%  | 11.6%  | 9.3%   | 18.5%  |        |

注）空欄はデータなし。

出典：EEP データ

販売電力においては、2017 年までは順調な伸びを示していたが、2018 年にその伸びは鈍化し、2019 年には前年割れとなっている。内訳をみるとほぼすべての範疇で横ばいであったが、配電電圧による輸出が減っていることがわかる。

電力の輸出では、配電電圧による輸出は 2011 年頃から行われていたが、国際連系線によるジブチ国及び南スーダン国への輸出が 2015 年から開始された。

2012 年までの損失は 30%を超えていたが、次第に減少しており、現状は 20%を下回っているものと推測される。

## 5－6 電力設備

エチオピアでは 1997 年に法改正が行われ、エチオピア電力公社（Ethiopia Electric Power Corporation：EEPCo）として民営化されるとともに、発電部門が自由化された。また同時に電力事業の規制当局として、エチオピア電力庁（Ethiopia Electricity Agency：EEA）が新設され、事業ライセン





ス、投資ライセンス、送変電アクセスなどに関する規制を行っている。その後、EEPCo は、2013 年 12 月に、発電と送電を担う EEP (Ethiopian Electric & Power) と配電を実施するエチオピア電力事業体 (Ethiopian Electricity Utility : EEU) の二つの組織に分離された。

## (1) 発電設備

2020 年時点でのエチオピア国発電設備を表 5－6. 1 に示す。総設備容量は 4,270.75 MW で、そのうちの 89.3%に当たる 3,815.2 MW が水力発電である。火力発電の設備容量は 99.25 MW の 2.3%に過ぎず、電力需給の項でも述べたように、発電電力量としては皆無に等しい。また、再生可能エネルギーとして地熱発電、バイオマス発電及び風力発電設備が設置されており、全体の 8.3%を占めている。その内、地熱発電は 7.3 MW (1 ヶ所) のみで 1998 年に運転を開始、2002 年にトラブルで停止し、その後 2006 年にリハビリを実施して 2007 年に運転を再開したが、2014 年を最後にその運転を再び停止している。バイオマス発電所は 2019 年、アディスアベバに建設され、稼働している。風力発電は 3 ヶ所、計 324 MW の容量を持ち、2012 年から稼働中である。

表 5－6. 1 発電設備一覧

| 種別  | 発電所名            | 年             | 設備容量<br>(MW) | Unit<br>数 | 地域                   | 備考         |
|-----|-----------------|---------------|--------------|-----------|----------------------|------------|
| 水力  | Koka            | 1960          | 43.20        | 3         | Oromia               | 3号機停止中     |
|     | Tis Abay I      | 1964          | 11.40        | 1         | Amhara               |            |
|     | Awash II        | 1966          | 32.00        | 2         | Oromia               | 1号機停止中     |
|     | Awash III       | 1971          | 32.00        | 2         | Oromia               | 停止中        |
|     | Fincha          | 1973          | 100.00       | 3         | Oromia               |            |
|     |                 | 2003          | 35.00        | 1         |                      | 24 MW で運転中 |
|     | Melka Wakena    | 1988          | 153.00       | 4         | Oromia               | 2号機停止中     |
|     | Tis Abay II     | 2001          | 73.00        | 2         | Amhara               |            |
|     | Gilgel Gibe I   | 2004          | 184.00       | 3         | Oromia               | 2号機停止中     |
|     | Tekeze          | 2009          | 300.00       | 4         | Tigray and<br>Amhara |            |
|     | Gilgel Gibe II  | 2010          | 420.00       | 4         | *SNNP                |            |
|     | Tana Beles      | 2010          | 460.00       | 4         | Amhara               |            |
|     | Amerti Nesh     | 2011          | 95.00        | 2         | Oromia               | 2号機停止中     |
|     | Gilgel Gibe III | 2014          | 1,870.00     | 10        | *SNNP                | 7号機停止中     |
|     | Aba Samuel      | 2016          | 6.60         | 4         | Oromia               |            |
| 水力計 |                 |               | 3,815.20     |           |                      |            |
| 火力  | Koka            | 1960          | 0.20         | 1         | Oromia               |            |
|     | Dire Dawa (MU)  | 1965          | 3.60         | 1         | Dire Dawa            |            |
|     | Awash II        | 1966          | 0.10         | 1         | Oromia               |            |
|     | Fincha          | 1973          | 0.20         | 1         | Oromia               |            |
|     | Adwa            | 1998          | 3.00         | 1         | Tigray               |            |
|     | Kaliti          | 2004          | 14.00        | 1         | Addis Ababa          |            |
|     | Dire Dawa       | 2004          | 40.00        | 1         | Dire Dawa            |            |
|     | Awash 7 killo   | 2004          | 35.00        | 1         | Afar                 |            |
|     | Axum            | 1975/<br>1992 | 3.15         | 1         | Tigray               |            |
| 火力計 |                 |               | 99.25        |           |                      |            |





| 種別        | 発電所名                 | 年    | 設備容量<br>(MW) | Unit<br>数 | 地域          | 備考  |
|-----------|----------------------|------|--------------|-----------|-------------|-----|
| 地熱        | Aluto geothermal     | 1999 | 7.30         | 1         | Oromia      | 停止中 |
|           | 地熱計                  |      | 7.30         |           |             |     |
| バイオ<br>マス | Rappie<br>Cumulative | 2019 | 25.00        | 1         | Addis Ababa |     |
|           | バイオマス計               |      | 25.00        |           |             |     |
| 風力        | Adama I              | 2012 | 51.00        | 34        | Oromoya     |     |
|           | Ashegoda             | 2012 | 120.00       | 120       | Tigray      |     |
|           | Adama II             | 2014 | 153.00       | NA        | Oromoya     |     |
|           | 風力計                  |      | 324.00       |           |             |     |
| 総発電設備容量   |                      |      | 4,270.75     |           |             |     |

注) \*SNNP：南部諸民族州

出典：EEP データ

## (2) 送配電設備

### 1) 送変電設備

表 5－6．2 に 132 kV～500 kV 送電線の総延長距離と回線距離 (Circuit Length) を示す。

表 5－6．2 送電線の総延長距離と回線距離

| 電圧    | 500 kV   | 400 kV   | 230 kV   | 132 kV   | 総計        |
|-------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 総延長距離 | 1,238 km | 2,024 km | 6,407 km | 5,798 km | 15,467 km |
| 回線距離  | 2,476 km | 3,136 km | 8,187 km | 6,099 km | 19,898 km |

出典：EEP データ

500 kV 送電線は GERD (Grand Ethiopian Renaissance Dam) 水力発電所 (6,000 MW：16 基の 375 MW 発電機) の電源線として Dedesa 変電所経由アディスアベバ首都圏の西部に位置する Holata 変電所までの送電線であり、2018 年に完成している。但し、この GERD 発電所については 2011 年に開発が着手されたが、貯水を巡ってナイル川下流域に位置するエジプト及びスーダンとの間で対立している状況で、完成がいつになるのか見通せていない。

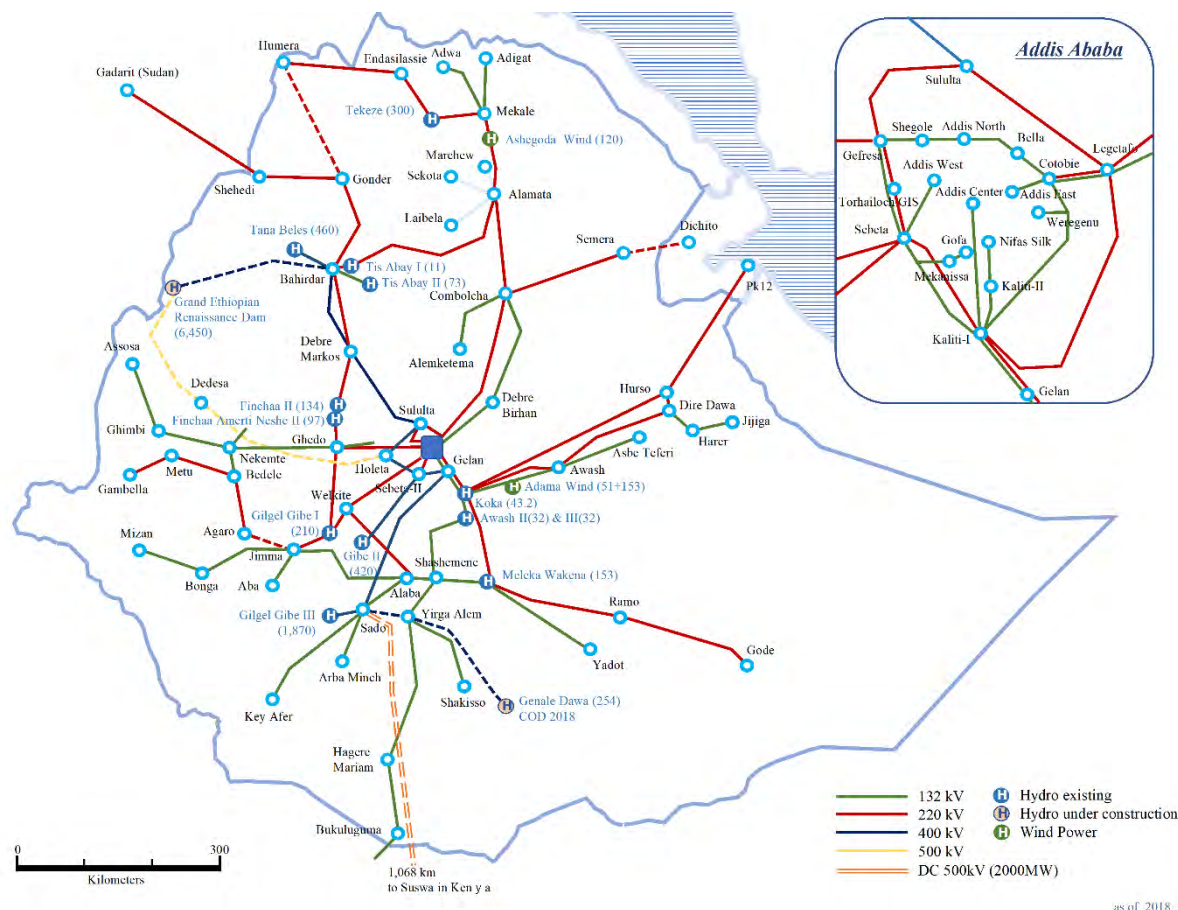
表 5－6．3 に 2019 年における 500 kV～132 kV の変電所数及びその変圧器容量を示す。

表 5－6．3 変電所数

| 電圧          | 500 kV | 400 kV | 230 kV | 132 kV |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| 変電所数        | 2      | 10     | 55     | 93     |
| 変圧器容量 (MVA) | 2,970  | 2,375  | 2,833  | 2,114  |

出典：EEP データ

2018 年におけるエチオピア国送電系統図を図 5－6．1 に示す。前述したように、500 kV 送電線は、アディスアベバ首都圏西部の Holata 変電所から Dedesa 変電所経由 GERD 水力発電所の区間である。本図では計画として破線で描かれているが、EEP の報告によれば 2018 年に完成している。



出典：JICA「エチオピア国アディスアベバ送配電網改修・拡張事業」報告書より

図 5-6.1 送電系統図

## 2) 配電設備

EEU のホームページによれば、配電事業は、11 の州、28 地域にある 560 の営業所により行われている。配電電圧は 66 kV、45 kV、33 kV、19 kV 及び 15 kV の 5 種類の配電網で行われている。顧客数、配電線の互長（電圧毎）、配電用変圧器の電圧種別容量及び配電用変電所数（66 kV 及び 45 kV）を、表 5-6. 4～7 にそれぞれ示す。

表 5-6.4 顧客数

| 種 別 | 住宅        | 商業      | 産業（低圧） | 産業（中圧） |
|-----|-----------|---------|--------|--------|
| 後払い | 2,073,130 | 366,195 | 45,733 | 444    |
| 前払い | 568,950   | 55,052  | —      | —      |
| 合計  | 2,642,080 | 421,247 | 45,733 | 444    |

出典：EEU ホームページより

表 5-6.5 配電線の電圧毎互長

| 配電電圧 (kV)  | 66       | 45     | 33     | 19  | 15       |
|------------|----------|--------|--------|-----|----------|
| 配電線互長 (km) | 1,858.48 | 204.42 | 396.74 | 103 | 24,973.5 |

出典：EEU ホームページより



表 5-6.6 配電用変圧器の電圧種別容量

| 変圧器種別 (kV) | 33/0.4 | 19/0.4 | 15/0.4 |
|------------|--------|--------|--------|
| 数量 (台数)    | 13,877 | 33     | 28,920 |

出典：EEU ホームページより

表 5-6.7 配電用変電所数

| 電圧 (kV) | 66 | 45 |
|---------|----|----|
| 変電所数    | 29 | 11 |

出典：EEU ホームページより

### (3) 開発計画

エチオピア政府は、GTP2（Growth and Transformation Plan 2:第2次5か年計画）において、アフリカにおける軽工業のリーダー国となること、農業一辺倒の経済構造から農業及び工業の二本柱で経済を牽引する経済構造転換を主要な目標として掲げている。政府主導で製造業振興の一環として海外直接投資（FDI）の誘致を強力に進め、全国で工業団地開発を急いでいる。しかし、GDPに占める製造業の割合は未だ5%と低い。また、恒常的な貿易赤字による外貨不足が深刻である。理由としては、製造業の質・生産性・競争力が低いこと、国の輸出振興施策が確立していないこと、中小企業の資金へのアクセスが低く、成長の阻害要因となっていること、経営技術が不足していることなどが挙げられる。

また、エチオピア政府は経済インフラの拡充・更新を重要視しており、工業化促進を念頭に置きつつ、GTP2 期間において、①電力供給能力向上、②物流コスト低減（道路拡張を含む）、③安全な水へのアクセス向上と都市衛生環境の改善を目標としている。

教育関連では、エチオピア政府は1997年より累次の「教育セクター開発プログラム」を策定・実施しており、初等教育へのアクセスは粗就学率ベースで1997/98年の約42%から2014/15年にはほぼ100%まで向上している。他方、初等教育では依然として各学年平均中退率10%・留年率7%程度で推移しており、急速なアクセス拡大に教育の質担保が追いついていない状況にある。そうした状況に対して、2009年より「教育の質向上プログラム」が本格始動しており、カリキュラム・教科書の改善、教員教育の改善、学校運営の改善、教育行政の能力向上などを中心として教育の質を向上させていくという基本方針が掲げられている。

保険分野では、2025年までの低中所得国入りを念頭に、エチオピア政府はGTP2及び保健セクター変革計画（HSTP）において、プライマリーヘルスケアの強化を通じたユニバーサルヘルスカバレッジの達成を目指している。持続的な経済成長を支えるためにも人材育成を通じた保健サービスデリバリーの強化、保健システム強化が重要となっている。

### 5-7 課題と開発ニーズ

90%以上の発電電力を水力発電に依存しているエチオピアでは、水力開発や建設資材の確保のため、高地森林が破壊されている。火力発電の地熱発電をはじめ、バイオマスや風力といった再生可能エネルギーも8%程度の発電電力のシェアをしめており、今後の開発も期待されている。

2017年までのピーク電力では、前年の10%から27%の高い伸びを示していたが、2018年からは数パーセントの伸びに留まっている。

エチオピアは1億人を超える人口と人口の増加率に対して、電力へのアクセスが追い付いておら



ず、電化率は45%（2018年）程度に止まっている。都市部電化率は95%と高いものの、地方部の電化率は33%程度と低調であり、広大な国土（面積は日本の約3倍）における電力アクセス向上が課題である。

#### 5-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容、及び現地での協議内容を踏まえて作成したプロジェクト候補リストを表5-8. 1に示す。

表 5-8.1 プロジェクト候補リスト (エチオピア)

## 1. 電力供給強化プロジェクト (変電所及び送電線)

| 優先度 | 地域                                                | プロジェクト名 (仮)                                 | プロジェクトの目的 | 分類 | 主要コンポーネント                    | 数量                                              | 概算費用<br>(百万米ドル) |       | 運用開始<br>時期 |
|-----|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------|----|------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|
|     |                                                   |                                             |           |    |                              |                                                 | 個別              | 計     |            |
| 1   | アディスアベバ                                           | アジスセンター変電所 (新設)                             | 同上        | 変電 | 132 kV Addis Center 変電所 (新設) | - 132 kV & LV 開閉装置<br>- 132 kV 変圧器<br>- 制御・保護、他 | 10.00           | 10.19 | 2023       |
|     |                                                   |                                             |           | 送電 | 132 kV 送電線                   | 距離：不明                                           | 0.19            |       |            |
| 2   | オロミア                                              | Wolkite-Sebeta I 230kV 送電線 (LILO at Woliso) | 電力供給の強化   | 変電 | 230 kV 変電所 (Woliso?)         | - 230 kV & LV 開閉装置<br>- 230 kV 変圧器<br>- 制御・保護、他 | 8.32            | 8.54  | 2023       |
|     |                                                   |                                             |           | 送電 | 230 kV 送電線                   | 距離：不明 (既設 230 kV Wolkite-Sebeta 送電線に T 分岐か?)    | 0.22            |       |            |
| 3   | オロミア                                              | Nedjo Woreda 電力供給強化プロジェクト                   | 同上        | 変電 | 132 kV 変電所 (Nedjo)           | - 132 kV & LV 開閉装置<br>- 132 kV 変圧器<br>- 制御・保護、他 | 8.83            | 9.42  | 2023       |
|     |                                                   |                                             |           | 送電 | 132 kV 送電線                   | 距離：不明 (既設 132 kV Ghimbi-Assosa 送電線に T 分岐か?)     | 0.59            |       |            |
| 4   | オロミア                                              | Bale Robe II 132kV 電力供給強化プロジェクト             | 同上        | 変電 | 132 kV 変電所 (Bale Robe)       | - 132 kV & LV 開閉装置<br>- 132 kV 変圧器<br>- 制御・保護、他 | 10.39           | 10.84 | 2023       |
|     |                                                   |                                             |           | 送電 | 132 kV 送電線                   | 距離：不明                                           | 0.45            |       |            |
| 5   | アムハラ                                              | Dessie II 230 kV 電力供給強化プロジェクト               | 同上        | 変電 | 230 kV 変電所 (Dessie)          | - 230 kV & LV 開閉装置<br>- 230 kV 変圧器<br>- 制御・保護、他 | 14.26           | 16.33 | 2023       |
|     |                                                   |                                             |           | 送電 | 230 kV 送電線                   | 距離：不明 (230 kV Combolcha 変電所への接続か?)              | 2.07            |       |            |
| 6   | アムハラ                                              | Arsi Robe 132kV 電力供給強化プロジェクト                | 同上        | 変電 | 132 kV 変電所 (Arsi Robe)       | - 132 kV & LV 開閉装置<br>- 132 kV 変圧器<br>- 制御・保護、他 | 9.05            | 19.86 | 2023       |
|     |                                                   |                                             |           | 送電 | 132 kV 送電線                   | 距離：不明 (Debre Birhan 変電所への接続か?)                  | 10.81           |       |            |
| 7   | Southern Nations Nationalities and Peoples (SNNP) | Bensa Daye 132kV 電力供給強化プロジェクト               | 同上        | 変電 | 132 kV 変電所 (Bensa Daye)      | - 132 kV & LV 開閉装置<br>- 132 kV 変圧器<br>- 制御・保護、他 | 10.33           | 20.42 | 2023       |
|     |                                                   |                                             |           | 送電 | 132 kV 送電線                   | 距離：不明 (Yirga Alem 変電所への接続か?)                    | 10.09           |       |            |





| 優先度 | 地域       | プロジェクト名 (仮)                 | プロジェクトの目的 | 分類 | 主要コンポーネント              | 数量                                                         | 概算費用 (百万米ドル) |       | 運用開始時期 |
|-----|----------|-----------------------------|-----------|----|------------------------|------------------------------------------------------------|--------------|-------|--------|
|     |          |                             |           |    |                        |                                                            | 個別           | 計     |        |
| 8   | アムハラ     | Injibara 230kV 電力供給強化プロジェクト | 同上        | 変電 | 230 kV 変電所 (Injibara)  | - 132 kV & LV 開閉装置<br>- 132 kV 変圧器<br>- 制御・保護、他 and others | 11.12        | 21.17 | 2023   |
|     |          |                             |           | 送電 | 230 kV 送電線             | 距離：不明 (230 kV Debre Markos 変電所への接続か?)                      | 10.05        |       |        |
| 9   | オロミア     | Shukute 230kV 電力供給強化プロジェクト  | 同上        | 変電 | 230 kV 変電所 (Shukute)   | 230 kV 変電所 (新設)                                            | 10.14        | 26.41 | 2023   |
|     |          |                             |           | 送電 | 230 kV 送電線             | 距離：不明 (230 kV Sululta 変電所への接続か?)                           | 16.27        |       |        |
| 10  | オロミア     | Nekempt II 電力供給強化プロジェクト     | 同上        | 変電 | Nekempt II 132 kV 変電所? | - 132 kV & LV 開閉装置<br>- 132 kV 変圧器<br>- 制御・保護、他            | 26.69        | 39.29 | 2023   |
|     |          |                             |           | 送電 | 132 kV 送電線             | 距離：不明                                                      | 12.60        |       |        |
| 11  | アディスアベバ? | 中央地域電力網強化計画                 | 同上        | 変電 | 230 kV 変電所             | 不明                                                         | 32.68        | 50.93 | 2023   |
|     |          |                             |           | 送電 | 230 kV 送電線             | 不明                                                         | 18.25        |       |        |

## 2. JICA Preparatory Survey

| 優先度 | 地域          | プロジェクト名 (仮)           | プロジェクトの目的                            | 分類 | 主要コンポーネント                                                                                                | 数量                                                                                                                                          | 概算費用 (百万米ドル) |   | 運用開始時期 |
|-----|-------------|-----------------------|--------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---|--------|
|     |             |                       |                                      |    |                                                                                                          |                                                                                                                                             | 個別           | 計 |        |
| 1   | Addis Ababa | Addis Center 変電所 (新設) | 132 kV Addis Center 変電所新設工事 (設置場所変更) | 変電 | - 132 kV ガス絶縁開閉装置 (GIS)<br>- 132/15 kV 及び 132/33 kV 変圧器<br>- 15 kV & 33 kV 開閉装置<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他 | - 132 kV GIS : 12 ベイ<br>- 132/15 kV 変圧器 : 3 台<br>- 132/33 kV 変圧器 : 1 台<br>- 15 kV 開閉装置 : 3 組<br>- 33 kV 開閉装置 : 1 組<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他 | --           |   | -      |
|     |             |                       |                                      | 送電 | 132 kV 送電線                                                                                               | 撤去<br>- 既設 132 kV 架空送電線 1 回線 14.0 km<br>リブレース<br>- 架空線 XTACIR 210 (2 回線, 9.1 km)<br>- 132 kV ケーブル XLPE 2500 (2 回線, 4.3 km)                  |              |   |        |
| 2   | Addis Ababa | Black Lion 変電所 (増設)   | Black Lion 変電所改良工事                   | 変電 | 132 kV 送電線ベイ (増設)                                                                                        | 132 kV 送電線ベイ : 1 ベイ                                                                                                                         | -            | - | -      |
|     |             |                       |                                      | 送電 | 132 kV 送電線                                                                                               | 電力ケーブル XLPE 2500 (1 回線, 1.9 km)                                                                                                             | -            |   |        |





| 優先度 | 地域          | プロジェクト名 (仮)           | プロジェクトの目的                         | 分類 | 主要コンポーネント                                                                 | 数量                                                                                                                                                                               | 概算費用<br>(百万米ドル) |   | 運用開始<br>時期 |
|-----|-------------|-----------------------|-----------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|------------|
|     |             |                       |                                   |    |                                                                           |                                                                                                                                                                                  | 個別              | 計 |            |
| 3   | Addis Ababa | Gofa 変電所 (増設)         | Gofa 変電所<br>改良工事                  | 変電 | 132 kV 送電線ベイ (増設)                                                         | 132 kV 送電線ベイ : 1 ベイ<br>132 kV VT : 1 セット                                                                                                                                         | -               | - | -          |
|     |             |                       |                                   | 送電 | 132 kV 送電線                                                                | 架空送電線 XTACIR 210 (1 回線,<br>0.2 km)                                                                                                                                               | -               | - |            |
| 4   | Addis Ababa | Kaliti I 変電所 (増設)     | Kaliti I 変<br>電所改良工<br>事          | 変電 | 132 kV 送電線ベイ増設 (新<br>Addis Center 変電所向け)                                  | 132 kV 送電線ベイ : 1 ベイ                                                                                                                                                              | -               | - | -          |
| 5   | Addis Ababa | Weregenu 変電所 (増設)     | Weregenu 変<br>電所改良工<br>事          | 変電 | - 132 kV 開閉装置<br>- 132/33 kV 変圧器<br>- 33 kV 開閉装置<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他 | - 132 kV 送電線ベイ : 1 ベイ<br>- 132 kV TR ベイ : 1 ベイ<br>- 132/33 kV, 50 MVA TR : 1 台<br>- 33 kV 開閉装置 : 1 組<br>- 制御・保護装置<br>- 33 kV 開閉装置建屋                                              | -               | - | -          |
|     |             |                       |                                   | 送電 | 132 kV 送電線                                                                | 電力ケーブル XLPE 1000 (2 回線,<br>3.5 km)                                                                                                                                               | -               | - |            |
| 6   | Addis Ababa | Addis North 変電所 (増設)  | Addis North<br>変電所改良<br>工事        | 変電 | - 132 kV 開閉装置<br>- 132/15 kV 変圧器<br>- 15 kV 開閉装置<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他 | - 132 kV 送電線ベイ : 1 ベイ<br>- 132 kV 変圧器ベイ : 2 ベイ<br>- 132/15 kV, 50 MVA 変圧器 : 2 台<br>- 15 kV 開閉装置 : 2 組<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他                                                   | -               | - | -          |
| 7   | Addis Ababa | Bella 変電所             | 132 kV 送電<br>線保護リレ<br>ー盤リプレ<br>ース | 変電 | 132 kV 送電線保護リレー盤                                                          | 1 面                                                                                                                                                                              | -               | - | -          |
| 8   | Addis Ababa | アディスアベバ首都圏配電網整<br>備計画 | 中圧配電線<br>整備及び配<br>電用変圧器<br>過負荷解消  | 配電 | - 中圧配電線関連<br>- 配電用変圧器                                                     | 中圧配電柱<br>- 配電柱取替え : 5,217 箇所<br>- 電線・付属品取替え : 3,475 箇所<br>- 付属品取替え : 104 箇所<br>配電用変圧器<br>- 電柱・変圧器取替え : 1,937 箇所<br>- 変圧器のみ取替え : 269 台<br>- 変圧器追加 : 447 台<br>- 一次側付属品取替え : 112 箇所 | -               | - | -          |

## 第6章 ギニア共和国





## 第6章 ギニア共和国

### 6-1 概況

ギニアは豊富な雨量と肥沃な土壌に加え、海や河川などの水資源を有しており、農業や水産業の開発潜在力は高い。また、世界の埋蔵量の3分の1を占めるボーキサイトをはじめ、鉄、金及びダイヤモンド等の天然資源を有している。ガバナンスの脆弱性やインフラ整備の遅れ、人材不足等のため、依然として最貧国に位置しているが、こうした問題を解決できれば、大きな発展が期待できる。同国は伝統的に親日国であり、国際場裡においても我が国と密接な協力関係にある。2010年及び2015年の大統領選挙、2013年の国民議会選挙を経て、民主化が定着しつつある。他方、2014-2016年のエボラ出血熱流行は、社会・行政システムの脆弱性を露呈し、社会経済にダメージをもたらした。現在は、ポスト・エボラ復興計画 (Strategie de Relance Socioeconomique Post-Ebola) 及び「経済・社会開発国家計画 (2016-2020)」 (Plan National de Developpement Economique et Social (PNDES)) に基づき、豊富な天然資源を背景とした経済成長と貧困削減に向けた取組みが進められている。

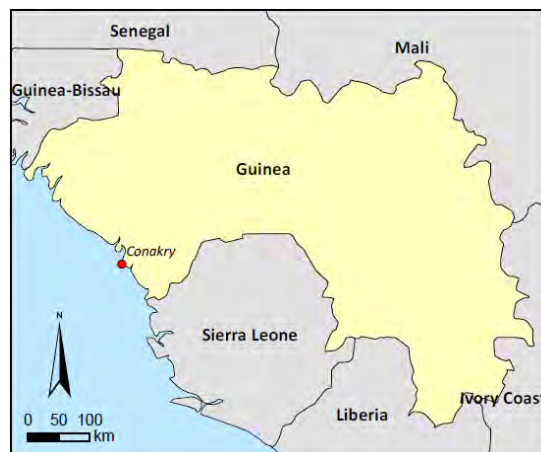


図 6-1.1 位置図

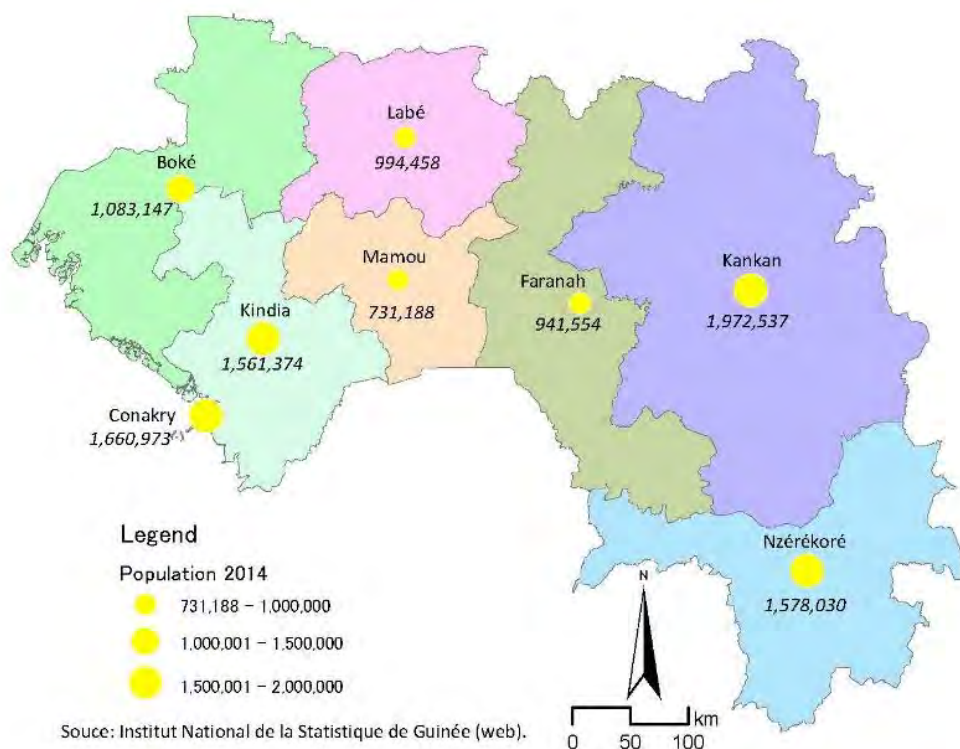


図 6-1.2 人口分布



表 6-1.1 主要データ

| 項目                   | 内容                                 | 参照元        |
|----------------------|------------------------------------|------------|
| 面積                   | 24 万 5,857 平方キロメートル                | 本州とほぼ同じ    |
| 人口                   | 1,350 万人                           | 2021 年世銀   |
| 首都                   | コナクリ                               |            |
| 民族                   | ブル、マリンケ、スूसー等、20 あま<br>り           |            |
| 言語                   | フランス語、各民族語（ブル、マリ<br>ンケ、スूसー等）      |            |
| 宗教                   | イスラム教、キリスト教、伝統的宗教                  |            |
| 政体                   | 共和制                                |            |
| 議会                   | 国民議会（一院制、114 議席、任期 5<br>年）         |            |
| 国内総生産（GDP）           | 158.5 億米ドル                         | 2021 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得<br>（GNI） | 1,010 米ドル                          | 2021 年世銀   |
| 経済成長率                | 3.1%                               | 2021 年世銀   |
| 失業率                  | 6.3%                               | 2021 年世銀   |
| 電化率                  | 全国：43.6%<br>都市部：85.5%<br>地方部：19.2% | 2020 年 IEA |

表 6-1.2 対ギニア開発協力方針（2017 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                       |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【持続的成長のための基盤整備支援】<br>経済・社会開発国家計画、およびポスト・エボラ復興計画を踏ま<br>え、自助努力やグッドガバナンスを促進するため、長期的観点か<br>ら人材育成を重視した支援を実施する。特に、食料安全保障、経<br>済インフラの整備、基礎的社会サービスの向上を柱とし、持続的<br>開発に資する支援を行っていく。 |
| 重点分野     | (1) 食料安全保障<br>(2) 経済インフラの整備<br>(3) 基礎的社会サービスの向上                                                                                                                          |

## 6-2 エネルギー政策

2018 年にギニア政府とアフリカ開発銀行の間に採択された文書<sup>1</sup>によれば、エネルギーセクターの目標は以下の通りである。

- エネルギーアクセス

2017 年時点の電化率 18%を 5 年後までに 2 倍の 36%とする。2030 年までに 100%の電化率達成を最終的な目標とする。

- 発電能力強化

<sup>1</sup> Country Priority Plan and Diagnostic of the Electricity Sector



需要の増加と鉱山開発の需要を満たすため、合計 1,900MW の水力と太陽光発電を開発する。需要が満たされた後に電力輸出国となることも見据えて、発電単価の最小化を図る。

### ● 再生可能エネルギー源

2025 年までに火力発電は予備電源として、常用は 100%グリーン電力の国となる。

### ● 財務的な実行可能性

5 年以内にコストを反映した料金を設定する。また EDG は今後 3 年間で 40 万台のスマートメーターを設置してそのカバー率を 85%とする。(監査報告によれば、総合電力損失は 40%。)

## 6-3 エネルギー需給

ギニアのエネルギー需給一覧表を表 6-3. 1 に示す。

ギニアでは、エボラ出血熱が 2013 年 12 月に同国ゲゲドゥで最初の感染連鎖が始まり、2,500 人を超える死者を出したが、2015 年 12 月に流行に対する終息が宣言された。その後経済は回復傾向となり、2016 年と 2017 年には特に鉱山開発分野への海外からの直接投資の増加により、経済成長率 10% を記録した。しかし、新型コロナウイルスの流行で、2020 年の経済成長率は 2.1%まで落ち込むと予想されている。

ギニアに関係する国際連系送電線として、CLSG (Côte d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone and Guinea) プロジェクト、OMVG (the Gambia River Basin Development Organization) エネルギープロジェクト及びギニアーマリ国際連系線 (225 kV) が建設・計画されている。CLSG プロジェクトは、ギニア国内に 2ヶ所の 225 kV 変電所が建設され、今年末には運用が開始される予定である。また、OMVG プロジェクトは、ガンビア国、ギニア国、ギニアビサウ国及びセネガル国の 4ヶ国を 225 kV 送電線で連系するプロジェクトであり、ガンビア川上流の Sambangalou 水力発電所 (セネガル国) 及び Kaleta 発電所 (ギニア) の電力を 225 kV 送電線を通じてこれら 4ヶ国に送電するプロジェクトである。全長 1,677 km の 225 kV 送電線と 225/33 kV 変電所がギニア 4ヶ所を含めて 15ヶ所建設される予定である。尚、ギニアーマリ国際連系線は 2024 年運転開始を目途に計画が進められている。

表 6-3. 1 エネルギー需給一覧表

(単位: ktoe 石油換算 1,000 トン) (P: 推定)

|              | 2000 | 2005 | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 木炭           | 203  | 229  | 2,678 | 2,869 | 1,435 | 1,575 | 1,449             | 1,465             |
| 石油           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 天然ガス         | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 電力           | 64   | 76   | 102   | 107   | 112   | 156   | 164               | 173               |
| 化石燃料         | 29   | 34   | 45    | 47    | 49    | 51    | 54                | 56                |
| 水力           | 35   | 42   | 56    | 59    | 62    | 104   | 110               | 117               |
| 地熱           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 再エネ (太陽光、風力) | 0    | 0    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1                 | 1                 |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| <b>輸入量</b>   |      |      |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 石油           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |



|       | 2000 | 2005 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017  | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|-------|------|------|------|------|------|-------|-------------------|-------------------|
| 石油製品  | 412  | 442  | 883  | 927  | 976  | 7,355 | 8,014             | 8,756             |
| 天然ガス  | –    | –    | –    | –    | –    | –     | –                 | –                 |
| 電力    | –    | –    | –    | –    | –    | –     | –                 | –                 |
| 最終消費量 |      |      |      |      |      |       |                   |                   |
| 石炭    | –    | –    | –    | –    | –    | –     | –                 | –                 |
| 石油    | 292  | 316  | 745  | 787  | 826  | 7,008 | 7,407             | 8,029             |
| 天然ガス  | –    | –    | –    | –    | –    | –     | –                 | –                 |
| 電力    | 13   | 15   | 150  | 21   | 22   | 23    | 25                | 26                |

出典：African Energy Commission – AFREC Database

## 6-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、エネルギー・水資源省 (MEH) である。電力供給は、ギニア電力公社 (EDG) によって行われている。その他電力関連の組織として、地方電化を推進する地方電化局 (AGER) がある。なお、エネルギー・水資源省 (MEH) は、電化率を 2025 年までに 35%、2030 年までに 100% 達成を目標に掲げている。

表 6-4.1 電気事業体制

|         |                                                  |
|---------|--------------------------------------------------|
| 監督省庁：   | Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique (MEH) |
| 電気事業体：  | Electricite de Guinee (EDG)                      |
| 地方電化機関： | Agence Guinéenne d'Electrification Rurale (AGER) |

## 6-5 電力需給

表 6-5. 1 にギニアの 2015 年から 2017 年までの年間供給電力量、販売電力量、他の主要指標を示す。

表 6-5.1 2015 から 2017 年における主要指標

| 指 標                | 2015  | 2016  | 2017  | 改善率   |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| 需要 (MW)            | 245   | 295   | 335   | 36%   |
| 年間供給電力量 (GWh)      | 1,118 | 1,532 | 1,742 | 56%   |
| 年間販売電力量 (GWh)      | 759   | 1,003 | 1,117 | 47%   |
| 損失 (GWh)           | 359   | 529   | 625   | –     |
| 損失 (%)             | 32    | 35    | 35    | –     |
| 変電所数 (中圧/低圧)       | 2,270 | 2,410 | 2,485 | 10%   |
| 年間停電時間 (時間)        | –     | 350   | 210   | –40%  |
| 平均停電継続時間指標 (SAIDI) | –     | 177.5 | 153.7 | –23.8 |
| 発電所事故比率 (%)        | –     | 33    | 23    | –10%  |
| 平均発電原価 (GNF/kWh)   | 1,766 | 1,261 | 1,184 | –33%  |
| 平均電気料金 (GNF/kWh)   | –     | 719.5 | 770.0 | 7%    |

出典：WB データ (Guinea Electricity Access Scale Up Project (P164225))

国内の需要は、2015 年の 245 MW から 2017 年には 335 MW となり、36%の増加、供給電力量としてはこの 2 年間で 56%と約 1.5 倍も増加している。しかしながら、2017 年における損失は 35%で、これは配電設備が老朽化していること、違法な接続が多いこと、また、EDG の不安定な経営に起因していると WB は報告している。また、2017 年の供給電力量は 1,742 GWh に対して 1,117 GWh 分しか回収できていない (EDG 報告)。WB の報告によれば、コナクリ市内の顧客数は公式には 16 万戸



あるが、違法な接続や盗電が横行していることで、実際の消費者はその約 2 倍と見積もられており、また、EDG の顧客の約 80%は電力量計が設置されていないとの報告もある。(Mini-Grid Market Opportunity Assessment: Guinea Conakry (June 2020))

このような背景から、WB はギニア電力セクターの改善を目的として、2015 年 6 月、ギニア国政府と民間のコンサルタント会社間で MSC (Management Services Contract) を締結することを推奨し、経営改善に努めている。その結果、上表のような成果(表中の「改善率」の欄参照)を上げている。WB によれば、2018 年以降もこの MSC 契約を延長し、① 供給信頼度の向上、技術的損失の現象、② 商務的損失の縮小、違法接続の減少、販売電力の回収率増加、及び③ EDG スタッフの能力開発、に努めるとしている。

## 6-6 電力設備

### (1) 発電設備

2017 年時点でのギニア国発電設備を表 6-6.1 に示す。総設備容量は 698.97 MW で、そのうちの 67.87%に当たる 474.37 MW が水力発電である。火力発電の設備容量は 224.6 MW であり、全体の 32.13%に当たる。現状、再生可能エネルギーは建設されていない。

表 6-6.1 発電設備一覧 (2017 年)

| 種別      | 発電所名                       | 設備容量 (MW) | 割合     | 地域             |
|---------|----------------------------|-----------|--------|----------------|
| 水力      | RIC 系統                     | 472.4     | 67.59% | コナクリ首都圏の系統     |
|         | Garafiri                   | 75        | 10.73% | Kindia/Mamou 州 |
|         | Samou                      | 47        | 6.72%  | Labe 州         |
|         | Grandes Chutes             | 27        | 3.86%  | Kindia 州       |
|         | Donkea                     | 15        | 2.15%  | Kindia 州       |
|         | Baneah                     | 5         | 0.72%  |                |
|         | Kaleta                     | 240       | 34.34% | Kindia 州       |
|         | Kinkon                     | 3.4       | 0.49%  |                |
|         | Mini Hydro                 | 60        | 8.58%  | —              |
|         | 地方系統                       | 1.97      | 0.28%  |                |
|         | Tinkisso 系統                | 1.97      | 0.28%  | Faranah 州      |
|         | Samankou 系統                | 0.16      | 0.02%  | Kankan 州       |
|         | Loffa 系統                   | 0.16      | 0.02%  |                |
|         | 水力計                        | 474.37    | 67.87% |                |
| 火力      | RIC 系統                     | 215.2     | 30.79% |                |
|         | Kaloum 1                   | 24        | 3.43%  | Konakry 州      |
|         | Kaloum 2                   | 26        | 3.72%  | 〃              |
|         | Kaloum 3                   | 44.8      | 6.41%  | 〃              |
|         | Kaloum 5                   | 32.4      | 4.64%  | 〃              |
|         | Kipe                       | 50        | 7.15%  | 〃              |
|         | Guinéenne d' Energie (GDE) | 38        | 5.44%  |                |
|         | 地方系統                       | 9.4       | 1.34%  |                |
|         | Boké                       | 2.4       | 0.34%  | Boke 州         |
|         | Faranah                    | 1.4       | 0.20%  | Faranah 州      |
|         | Kankan                     | 2.8       | 0.40%  | Kankan 州       |
|         | N' Zérékoré                | 2.8       | 0.40%  | N' Zérékoré 州  |
|         | 火力計                        | 224.6     | 32.13% |                |
| 総発電設備容量 |                            | 698.97    | 100%   |                |

出典：Mini-Grid Market Opportunity Assessment: Guinea Conakry (June 2020)



## (2) 送配電設備

ギニアの電力系統は、ミニグリッドを除けば基本的には 2 つの独立系統から成っている。

コナクリ首都圏の系統（RIC 系統と呼ばれる：Grand Conakry Network）

- 225 kV、110 kV、60 kV 及び 30 kV で構成されており、コナクリ首都圏、Kindia 州及び Mamou 州に供給している系統。

中央部の系統（Tinkisso 系統と呼ばれる）

- 30 kV の配電系統のみで、Faranah 州の Faranah 市、Dabola 市及び Dinguirayé 市とその周辺地域

表 6－6．2 に、RIC 系統の 2016 年における 225 kV、110 kV 及び 60 kV 送電線の亘長を示す。

**表 6－6．2 225 kV、110 kV 及び 60 kV 送電線の亘長**

| 電圧 | 225 kV | 110 kV | 60 kV | 総計     |
|----|--------|--------|-------|--------|
| 亘長 | 116 km | 601 km | 82 km | 799 km |

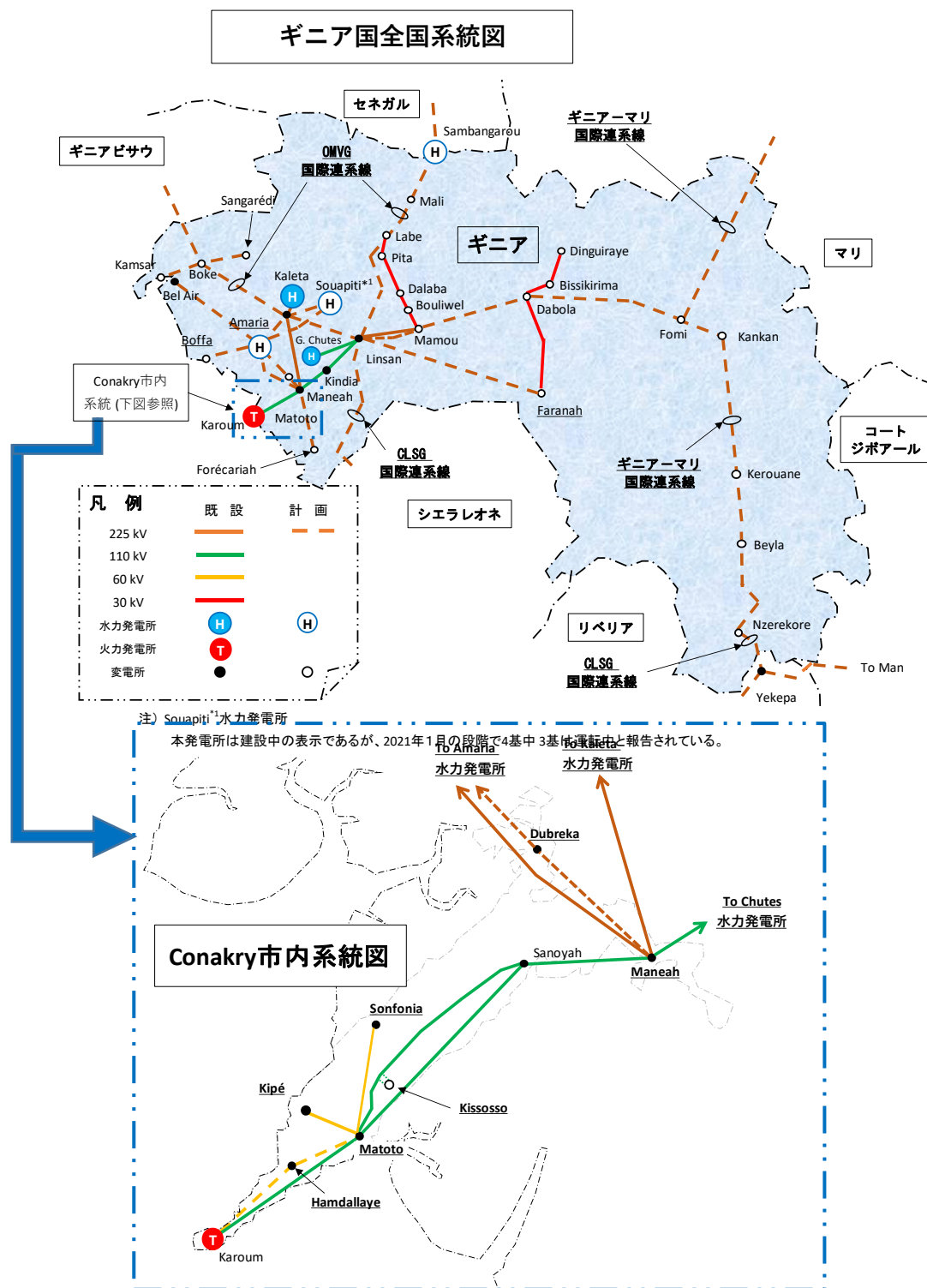
出典：Rapport Du SchÉMA Directeur - VERSION PROVISoire VOLET 2 - ETUDE DE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU DE TRANSPORT (December 2018)

225 kV 送電線は Kaleta 水力発電所（240 MW）の電源線として Kaleta 発電所から Maneah 変電所まで敷設されているものである。

前述したように、国際連系線 CLSG プロジェクトで 225 kV 送電線が建設されており、今年末には運用が開始される予定である。また、OMVG プロジェクト及びマリ国との連系送電線も計画されており、更に 225 kV 送電線の亘長は増加する。

2018 年におけるギニア国送電系統図を図 6－6．1 に示す。





出典：Rapport Du SchÉMA Directeur - VERSION PROVISOIRE VOLET 2 - ETUDE DE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU DE TRANSPORT (December 2018)

図 6－6.1 送電系統図



表 6－6． 3に 500 kV～132 kV の変電所数を示す。

**表 6－6. 3 225 kV、110 kV、60 kV 及び 33 kV 変電所数**

| 電圧   | 225 kV | 110 kV | 60 kV | 33 kV |
|------|--------|--------|-------|-------|
| 変電所数 | 1      | 6      | 4     | 8     |

注) CLSG プロジェクトによる変電所 (225/33 kV) はカウントしてない。

出典：Rapport Du ScHÉMA Directeur - VERSION PROVISOIRE VOLET 2 - ETUDE DE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU DE TRANSPORT (December 2018)

### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

ギニアは豊かな自然資源と豊富な降水量に恵まれており、西アフリカにて唯一、食料輸出の潜在能力があるとも言われている。同国政府は「経済・社会開発国家計画（2016-2020）」（PNDES）の中で、農業を強靱で持続的な成長のための牽引役と位置づけ、その開発を重視している。しかし現状は、就労人口の 67%が農業に従事しているにもかかわらず、生産性の低さ故、農業生産が同国の GDP に占める割合はわずか 18%以下と低水準である（FAOSTAT 2017）。また、同国は国の西側に約 350km の海岸線を持ち、西アフリカ最大の大陸棚があることから豊富な海洋資源にも恵まれているが、漁業分野の技術不足及びインフラ不足等により、その漁獲量は小さい。このような状況の中、同国の経済成長及び食糧の安定供給のため、一次産業の生産性向上が急務である。

## 6－7 課題と開発ニーズ

国内の需要は、2015 年の 245 MW から 2017 年には 335 MW となり、36%の増加、供給電力量としてはこの 2 年間で 56%と約 1.5 倍も増加している。しかしながら、2017 年における損失は 35%で、これは配電設備が老朽化していること、違法な接続が多いこと、また、EDG の不安定な経営に起因していると WB は報告している。

また、IEA によれば 2019 年の電化率は全国平均で 45.7%と、地方部では 23.7%程度、都市部においても 83.9%となっている。首都コナクリ市内の顧客数は公式には 16 万戸あるが、違法な接続や盗電が横行していることで、実際の消費者はその約 2 倍と見積もられており、社会経済活動の下支えと EDG の経営改善の観点からも、首都の電力供給力向上が課題の一つと言える。

ギニアは、鉱山開発分野への海外からの直接投資の増加もあり、(新型コロナウイルス流行前の) 2019 年では経済成長率 7.5%（世銀）と高い伸びが記録されている一方で、首都においても十分な電力供給力が確保されていない様子である。

CLSG (Côte d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone and Guinea) プロジェクトや OMVG (the Gambia River Basin Development Organization) エネルギープロジェクト、そしてギニアマリ国際連系線 (225 kV) 等の上流の計画と実施が進んでいる中、消費者への配電供給力を高める支援が望ましいと思料する。

## 6－8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表 6－8． 1 に示す。



表 6-8.1 プロジェクト候補リスト (ギニア)

## 1. 送電線プロジェクト

| 優先度      | 地域      | プロジェクト名                             | プロジェクトの目的                | 分類            | コンポーネント                                       | 数 量                                                                                                                                                                              | プロジェクトコスト<br>(百万米ドル) | 運用開始 |
|----------|---------|-------------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|
| 1-1      | Conakry | 60 kV 第2<br>Matoto-Sonfonia 送<br>電線 | 既設送電線負荷の軽減<br>のため        | 変電            | 60 kV Matoto 変電所 (増設)                         | - 制御盤・保護盤 (21) の増設、<br>他                                                                                                                                                         | -                    | 2022 |
|          |         |                                     |                          |               | 60 kV Sonfonia 変電所 (増設)                       | - 60 kV 開閉装置 (リハビリ)<br>- 制御盤・保護盤 (21) の増設、<br>他                                                                                                                                  | -                    |      |
|          |         |                                     |                          | 送電            | 60 kV 送電線                                     | - 撤去                                                                                                                                                                             | -                    |      |
|          |         |                                     |                          |               | 110 kV 送電線 (新設)<br>(上記既設 60 kV 送電線撤去<br>跡に建設) | - 2 回線送電線の建設 (60 kV 及<br>び<br>110 kV にて運用)<br>- 容量:<br>60 kV : 32 MVA (150/25 mm <sup>2</sup> )<br>110 kV : 267 MVA (ACCC : 367.4<br>mm <sup>2</sup> 、Amsterdam)<br>- 距離 : 11 km | -                    |      |
|          |         |                                     |                          |               | 中央<br>給電<br>所                                 | SCADA システム (改造)                                                                                                                                                                  | - 増設に伴う改造            | -    |
| 1-2      | Mamou   | 110 kV 第2<br>Linsan-Mamou 送電<br>線   | Mamou 変電所への送電<br>容量拡大のため | 変電            | 110 kV Linsan 変電所 (増設)                        | - 110 kV 開閉装置増設 (1 区画、<br>コンベンショナル型)<br>- 制御盤・保護盤 (87L+21) の<br>増設、他                                                                                                             | -                    | 2024 |
|          |         |                                     |                          |               | 110 kV Mamou 変電所 (増設)                         | - 110 kV 開閉装置増設 (1 区画、<br>コンベンショナル型)<br>- 制御盤・保護盤 (87L+21) の<br>増設、他                                                                                                             | -                    |      |
|          |         |                                     |                          | 送電            | 110 kV 送電線 (新設)                               | - 2 回線送電線の建設<br>- 容量 : 76 MVA (ACCC : 228 mm <sup>2</sup> )<br>- 距離 : 43 km                                                                                                      | -                    |      |
|          |         |                                     |                          | 中央<br>給電<br>所 | SCADA システム (改造)                               | - 増設に伴う改造                                                                                                                                                                        | -                    |      |
| 1-2<br>追 | Mamou   | 110 kV Pita<br>変電所新設                | Pita 地域への配電の<br>ため       | 変電            | 新 110 kV Pita 変電所 (新<br>設)                    | - 110 kV 及び中圧開閉装置<br>- 主変圧器                                                                                                                                                      | -                    | -    |



| 優先度      | 地域             | プロジェクト名                          | プロジェクトの目的                      | 分類 | コンポーネント                                           | 数 量                                                                         | プロジェクトコスト<br>(百万米ドル) |       | 運用開始 |
|----------|----------------|----------------------------------|--------------------------------|----|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|------|
| 加-1      |                |                                  |                                |    |                                                   | - 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他                                                       | -                    |       | -    |
|          |                |                                  |                                | 送電 | 110 kV Mamou-Pita 送電線 (新設)                        | - 2 回線送電線の建設<br>- 容量: 76 MVA (ACCC : 228 mm <sup>2</sup> )<br>- 距離: 約 45 km |                      |       |      |
| 1-2 追加-2 | Mamou          | 110 kV Dalaba 変電所新設              | Dalaba 地域への配電のため               | 変電 | 新 110 kV Dalaba 変電所 (新設)                          | - 110 kV 及び中圧開閉装置<br>- 主変圧器<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他                        | -                    | -     | -    |
|          |                |                                  |                                | 送電 | 110 kV Pita-Dalaba 送電線 (新設)                       | - 2 回線送電線の建設<br>- 容量: 76 MVA (ACCC : 228 mm <sup>2</sup> )<br>- 距離: 約 45 km | -                    |       | -    |
| 1-3      | Mamou/Faranah  | 225 kV Linsan-Faranah 送電線        | 水力発電所からの電力供給のため                | 変電 | 新 225 kV Faranah 変電所                              | - 225 kV 及び中圧開閉装置- 20 MVA 変圧器 (2 台)- 制御・保護装置- 制御建屋、他                        | -                    | 5.04  | 2024 |
|          |                |                                  |                                | 送電 | 225 kV 送電線                                        | 容量: 不明<br>距離: 210 km                                                        | -                    |       |      |
| 1-4      | Kindia         | 225 kV Souapiti-Amaria 送電線       | Souapiti 水力発電所送電線の増強           | 変電 | 225 kV Souapiti 変電所及び Amaria 変電所の増設が必要。           | - 225 kV 開閉装置<br>- 制御・保護装置、他                                                | -                    | 17.64 | 2024 |
|          |                |                                  |                                | 送電 | 225 kV 送電線                                        | 容量: 不明<br>距離: 70 km                                                         | 17.64                |       |      |
| 1-5      | Kindia/Konakry | 225 kV Amaria-Dubréka-Manéah 送電線 | Amaria 水力発電所から Manéah までの送電線増強 | 変電 | 225 kV Amaria 変電所、Dubréka 変電所及び Manéah 変電所の増設が必要。 | - 225 kV 開閉装置<br>- 制御・保護装置、他                                                | -                    | 19.85 | 2024 |
|          |                |                                  |                                | 送電 | 225 kV 送電線                                        | 容量: 不明<br>距離: 80 km                                                         | 19.85                |       |      |
| 1-6      | Kindia/Boke    | 225 kV Amaria-Boffa 送電線 (2 回線)   | 鉱山地域への電力供給のため                  | 変電 | 225 kV Boffa 変電所                                  | - 132 kV 及び中圧開閉装置<br>- 132 kV 変圧器<br>- 制御・保護装置、他                            | -                    | 46.31 | 2024 |
|          |                |                                  |                                | 送電 | 225 kV 送電線                                        | 容量: 不明<br>距離: 100 km (2 回線)                                                 | 46.31                |       |      |

## 2. 戦略上重要なプロジェクト



| 優先度 | 地域            | プロジェクト名<br>(仮)                     | プロジェクトの目的                                                                                                                                     | 分類 | 主要コンポーネント                         | 数量                                                                                                                        | 概算費用<br>(百万ユーロ) |       | 運用開始<br>時期 |
|-----|---------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|
|     |               |                                    |                                                                                                                                               |    |                                   |                                                                                                                           | 個別              | 計     |            |
| 2-1 | Conakry       | コナクリ市北部回廊 225 kV 送電線プロジェクト         | - 既設送電線負荷軽減<br>- コナクリ市への電力供給確保                                                                                                                | 変電 | 225/20 kV Kobaya 変電所              | - 225 kV & 20 kV 開閉装置<br>- 80 MVA 変圧器 (2 台)<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他                                                      | -               | 53.81 | -          |
|     |               |                                    |                                                                                                                                               |    | 225 kV Kipé 変電所                   | 同上                                                                                                                        | -               |       |            |
|     |               |                                    |                                                                                                                                               |    | 225 kV Kaloum 変電所                 | 同上                                                                                                                        | -               |       |            |
|     |               |                                    |                                                                                                                                               | 送電 | 225 kV Kobaya - Kipé - Kaloum 送電線 | 導体断面積 : 570 mm <sup>2</sup><br>距離 : 50 km                                                                                 | -               |       |            |
| 2-2 | Kindia        | 225 kV Maneah-Forécariah 送電線プロジェクト | - Forécariah 地方の 512 地区への電力供給<br>- Forécariah 地方の農業・産業への電力供給<br>- Forécariah 地方の鉱山及び空港 (将来) への電力供給<br>- Linsan 変電所事故時の CLSG 連系送電線からのコナクリ市への供給 | 変電 | 225/20 kV Forécariah 変電所          | - 225 kV & 20 kV 開閉装置<br>- 40 MVA 変圧器 (2 台)<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他                                                      | -               | 15.43 | -          |
|     |               |                                    |                                                                                                                                               | 送電 | 225 kV 送電線                        | 導体断面積 : 570 mm <sup>2</sup><br>距離 : 85 km                                                                                 | -               |       |            |
| 2-3 | Boke          | 225 kV Boké-Kamsar 送電線プロジェクト       | - 既設 Kamsar 系統への 225 kV 系統からの電力供給<br>- Kamsar 変電所からの 377 地区への電力供給<br>- 鉱山会社への電力供給                                                             | 変電 | 225/110/30 kV Kamsar 変電所          | - 225 kV, 110 kV & 30 kV 開閉装置<br>- 変圧器<br>150 MVA (225/110 kV) (2 台)<br>63 MVA (110/30 kV) (2 台)<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他 | -               | 24.94 | -          |
|     |               |                                    |                                                                                                                                               | 送電 | 225 kV 送電線                        | 導体断面積 : 570 mm <sup>2</sup><br>距離 : 37 km                                                                                 | -               |       |            |
| 2-4 | Boke          | 225 kV Boké-Sangarédi 送電線プロジェクト    | - 既設 Sangarédi 系統への 225 kV 系統接続<br>- Sangarédi 県 242 地区への電力供給<br>- 鉱山会社への電力供給                                                                 | 変電 | 225/30/6.3 kV Sangarédir 変電所      | - 225 kV, 30 kV & 6.3 kV 開閉装置<br>- 40 MVA 変圧器 (2 台)<br>- 制御・保護装置<br>- 制御建屋、他                                              | -               | 25.93 | -          |
|     |               |                                    |                                                                                                                                               | 送電 | 225 kV 送電線                        | 導体断面積 : 570 mm <sup>2</sup><br>距離 : 80 km                                                                                 | -               |       |            |
| 2-5 | Mamou/Faranah | 上記 1. 送電線プロジェクト No. 1-3 に同じ        | - 電力アクセス率向上<br>- 電力品質改善及び電力供給時間の延長 (6 時間から 24 時間)                                                                                             | 変電 | 225 kV Faranah 変電所                | 上記 1. 送電線プロジェクト No. 1-3 に同じ                                                                                               | -               | 39.52 | -          |
|     |               |                                    |                                                                                                                                               | 送電 | 225 kV 送電線                        | 導体断面積 : 570 mm <sup>2</sup><br>距離 : 210 km                                                                                | -               |       |            |

## 3. 配電プロジェクト





| 優先度 | 地域 | プロジェクト名<br>(仮)                          | プロジェクトの目的                      | 分類 | 主要コンポーネント                     | 数量           | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|----|-----------------------------------------|--------------------------------|----|-------------------------------|--------------|-----------------|------------|
| 1   | -  | 中圧／低圧配電用<br>変電所建設（ユニ<br>ット）             | 配電系統の高密度化と増設、並<br>びに電力アクセス率の向上 | 配電 | 配電用変電所                        | 1,777 ユニット   | 27.79           | 2023       |
| 2   | -  | 中圧配電線- 148<br>mm <sup>2</sup> (km)      |                                | 配電 | 中圧配電線 (148 mm <sup>2</sup> )  | 1,368 km     | 44.71           | 2023       |
| 3   | -  | 中 圧 配 電 線 -<br>54.6mm <sup>2</sup> (km) |                                | 配電 | 中圧配電線 (54.6 mm <sup>2</sup> ) | 533 km       | 14.35           | 2023       |
| 4   | -  | 低圧配電線 (km)                              |                                | 配電 | 低圧配電線                         | 5,331 km     | 191.54          | 2023       |
| 5   | -  | 低圧接続ユニット<br>(ユニット)                      |                                | 配電 | 低圧接続ユニット                      | 231,966 ユニット | 48.71           | 2023       |

## 第7章 ケニア共和国



## 第7章 ケニア共和国

### 7-1 概況

ケニアは域内人口約 1.4 億人の東アフリカ地域の海運・空運のゲートウェイとして地理的要衝を占め、一人あたりの国民所得（GNI）は 1620 米ドル（2018 年）と高く、地域経済を先導している。また、スーダン、大湖地域などの和平プロセスの推進に意欲的であるなど、地域の平和と安定に積極的に貢献している。同国は、都市化による貧困層の増加、若年層を中心に深刻化する失業問題、国土の 8 割が乾燥・半乾燥地であり自然災害が頻発するといった課題を抱えている。同国は 2010 年に国民投票による憲法改正を実施し、大統領権限の制限、司法の独立性の強化、地方分権などの行政能力の改善に取り組んでおり、「Vision 2030」という長期開発戦略に基づき、2030 年までの中所得国入りを目指している。



図 7-1.1 位置図

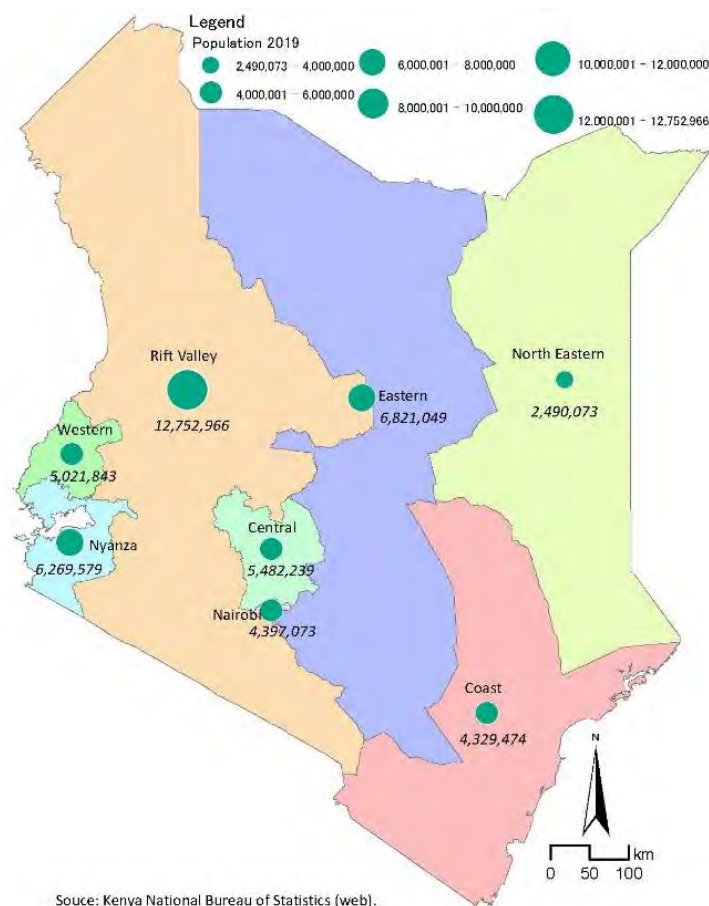


図 7-1.2 人口分布



表 7-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                 | 参照元        |
|------------------|------------------------------------|------------|
| 面積               | 58.3 万平方キロメートル                     | 日本の約 1.5 倍 |
| 人口               | 5,377 万人                           | 2020 年世銀   |
| 首都               | ナイロビ                               |            |
| 民族               | キクユ人、ルヒヤ人、カレンジン人、ルオ人等              |            |
| 言語               | 公用語はスワヒリ語および、英語                    |            |
| 宗教               | キリスト教、イスラム教                        |            |
| 政体               | 共和制                                |            |
| 議会               | 上・下二院制（上院 68 議席、下院 350 議席）         |            |
| 国内総生産（GDP）       | 1,010 億米ドル                         | 2020 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 1,878 米ドル                          | 2020 年世銀   |
| 経済成長率            | -0.3%                              | 2021 年世銀   |
| 失業率              | 9.2%                               | 2014 年世銀   |
| 電化率              | 全国：77.5%<br>都市部：99.0%<br>地方部：68.7% | 2020 年 IEA |

表 7-1.2 対ケニア開発協力方針（2012 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【持続的な経済・社会の発展の促進】<br>ケニアは「Vision2030」という長期開発戦略に基づき、2030 年までの中所得国入りを目指している。我が国は、「Vision2030」を踏まえ、以下の分野への支援を重点的に展開していく。 |
| 重点分野     | (1) 経済インフラ整備<br>(2) 農業開発<br>(3) 環境保全<br>(4) 人材育成<br>(5) 保健・医療                                                         |

## 7-2 エネルギー政策

エネルギー省（MoE）により 2018 年 10 月に策定された「国家エネルギー政策（National Energy Policy、以下「NEP2018」という）」は、ケニアのエネルギーセクターの政策と戦略について記述されたものである。NEP2018 では、環境の保全保護に努めながら、国や各州におけるニーズを満たすため、持続可能で十分に、適正かつ競争力を有する、安全で信頼性の高いエネルギー供給を最小のコストで確立することを目標としている。同政策は下記項目が盛り込まれている。

- 同国の石炭および再生可能エネルギー資源（地熱、バイオマス、バイオ燃料、太陽光、風力、都市ごみ、大規模および小規模の水力）
- コージェネレーション（単体の燃料源から熱と電力を生成）
- 固定価格買取制度
- 再生可能エネルギーセクターの横断的問題（土地や環境、健康、安全関連）



- エネルギー効率および省エネ
- 電気
- エネルギー融資、価格設定、社会経済的問題

NEP2018 には、エネルギーセクターにおける利害関係者の利益保護や国内における技術開発の優先度付け、エネルギー貿易における国際協力の促進、国内および国際投資へのインセンティブの提供など全 20 個の具体的な目標が挙げられている。

### 7-3 エネルギー需給

ケニア国のエネルギー需給一覧表を下記に示す。国内生産については木炭等のバイオマス燃料が中心となっており、炊事のための薪や木炭の利用用途が主と推測される。また電力生産量については、水力を含む再生可能エネルギー由来の生産量が全体の 8 割近くを占めており特に地熱発電電力の比率はアフリカ諸国一の高さとなっている。

表 7-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位: ktoe 石油換算 1,000 トン)

|              | 2000  | 2005  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>国内生産量</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 石炭           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 木炭           | 1,112 | 2,012 | 2,628 | 823   | 851   | 851   | 872   | 893   |
| 石油           | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 天然ガス         | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 電力           | 353   | 516   | 796   | 830   | 839   | 891   | 911   | 932   |
| 化石燃料         | 183   | 152   | 147   | 104   | 174   | 209   | 213   | 217   |
| 水力           | 114   | 260   | 285   | 326   | 287   | 298   | 307   | 316   |
| 地熱           | 37    | 76    | 349   | 385   | 361   | 368   | 375   | 382   |
| 再エネ(太陽光・風力)  | 0     | 0     | 3     | 5     | 6     | 6     | 6     | 6     |
| バイオ・廃棄物      | 19    | 28    | 12    | 10    | 11    | 11    | 11    | 11    |
| <b>輸入量</b>   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 石炭           | 34    | 55    | 272   | 289   | 285   | 270   | 277   | 284   |
| 石油           | 2,290 | 1,657 | 558   | 655   | 690   | 700   | 710   | 720   |
| 石油製品         | 921   | 1,288 | 3,467 | 4,191 | 4,645 | 4,745 | 4,855 | 4,967 |
| 天然ガス         | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 電力           | 17    | -1    | 3     | 2     | 14    | 15    | 16    | 17    |
| <b>最終消費量</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 石炭           | 34    | 55    | 272   | 289   | 285   | 291   | 299   | 307   |
| 石油           | 1,692 | 1,723 | 2,989 | 3,729 | 4,061 | 4,627 | 4,753 | 4,891 |
| 天然ガス         | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 電力           | 285   | 401   | 661   | 677   | 702   | 727   | 753   | 782   |

出典: Africa energy Database 2019 (African Energy commission)

### 7-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、エネルギー省 (MoE) である。電力供給は、発電部門をケニア発電会社 (Ken Gen)、送電部門をケニア送電公社 (KETRACO)、配電部門をケニア電力・電灯会社 (KPLC) がそれぞれ担う。その他電力関連の組織として、電力規制を担うエネルギー・石油規制委員会 (EPRA) が





ある。なお、エネルギー省（MoE）は、2030 年までに電化率 100%達成を掲げている。

表 7－4.1 電気事業体制

|        |                                                               |
|--------|---------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：  | Ministry of Energy (MoE)                                      |
| 電気事業者： | 発電部門：Kenya Electricity Generating Company PLC (Ken Gen)       |
|        | 送電部門：Kenya Electricity Transmission Company Limited (KETRACO) |
|        | 配電部門：Kenya Power and Lighting Company (KPLC)                  |
| 電力規制：  | Energy and Petroleum Regulatory Authority (EPRA)              |

## 7－5 電力需給

ケニア国の至近年での電力需給については下記の通りである。

表 7－5.1 電力需給の推移

| 項目                                   | 単位         | 2015/16      | 2016/17       | 2017/18       | 2018/19       | 2019/20       |
|--------------------------------------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>発電電力量</b>                         | <b>GWh</b> | <b>9,750</b> | <b>10,020</b> | <b>10,532</b> | <b>11,323</b> | <b>11,302</b> |
| 水力 (Kengen)                          | GWh        | 3,784        | 3,339         | 3,186         | 3,707         | 3,636         |
| 火力 (Kengen)                          | GWh        | 342          | 832           | 888           | 754           | 279           |
| 地熱 (Kengen)                          | GWh        | 3,542        | 3,279         | 3,868         | 3,747         | 4,276         |
| 風力 (Kengen)                          | GWh        | 56.7         | 63.2          | 47.5          | 67.4          | 46.6          |
| Off-Grid(ケニア政府)                      | GWh        | 41.0         | 41.0          | 47.0          | 58.0          | 60.0          |
| IPP                                  | GWh        | 1,934        | 2,466         | 2,495         | 2,930         | 2,913         |
| Emergency Power producers            | GWh        | 50           | 0             | 0             | 0             | 0             |
| REA(Rural Electrification Authority) | GWh        | 0            | 0             | 0             | 60            | 91            |
| <b>輸入量</b>                           | <b>GWh</b> | <b>68</b>    | <b>183</b>    | <b>171</b>    | <b>170</b>    | <b>161</b>    |
| UETCL(ウガンダ)                          | GWh        | 65           | 180           | 168           | 168           | 156           |
| TANESCO(タンザニア)                       | GWh        | 0            | 0             | 0             | 0             | 0             |
| EEU(エチオピア)                           | GWh        | 2.6          | 3.4           | 3.0           | 1.8           | 4.5           |
| <b>電力消費量</b>                         | <b>GWh</b> | <b>7,912</b> | <b>8,272</b>  | <b>8,459</b>  | <b>8,768</b>  | <b>8,775</b>  |
| 一般需要家                                | GWh        | 2,007        | 2,138         | 2,335         | 2,366         | 2,508         |
| 小規模商用需要家                             | GWh        | 1,153        | 1,201         | 1,222         | 1,250         | 1,262         |
| 大規模産業用需要家                            | GWh        | 4,104        | 4,266         | 4,225         | 4,462         | 4,308         |
| Off-peak(interruptible)              | GWh        | 26           | 41            | 33            | －             | －             |
| 街灯                                   | GWh        | 40           | 55            | 66            | 68            | 76            |
| REP(Rural Electrification Programme) | GWh        | 537          | 549           | 554           | 595           | 603           |
| ウガンダ向け輸出                             | GWh        | 43           | 20            | 22            | 27            | 18            |
| タンザニア向け輸出                            | GWh        | 2            | 2             | 2             | 0.01          | 0             |
| 全損失率                                 | %          | 19.4%        | 18.9%         | 21.0%         | 23.7%         | 23.5%         |

出典：KPLC Annual report を基に調査団作成

国内発生電力量は年率 3.8%程度の伸びで推移している。KenGen 所有の火力発電設備の発生電力量は年々減少しており、主にオルカリア地区にある地熱発電所の電力量の増加により、電力需要を賄ってきている。電力消費量については年率 2.6%程度の伸びであり、サブサハラ周辺国と比較した場合、緩やかな増加と言える。なお電力ネットワーク全体のシステムロス は年々増加している。近年の送変電ネットワーク拡張が、地方電化や電化率向上に貢献する一方、負荷電流の増加につれ、損失が増加



しているものと想定する。

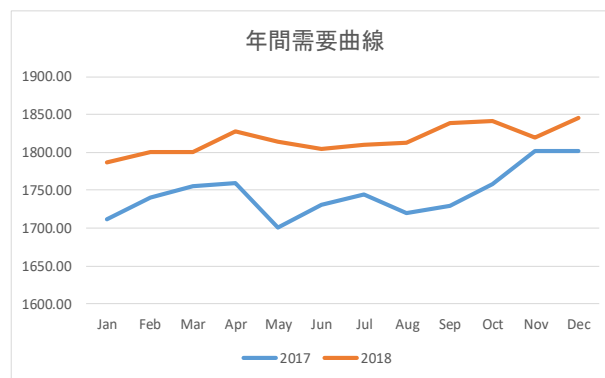
ケニア国内における最大需要の年次推移について下表に示す。下記断面にて年率 5.0%程度の伸びとなっている。

表 7-5.2 ピーク需要

|            | 2014/15 | 2015/16 | 2016/17 | 2017/18 | 2018/19 | 2019/20 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ピーク需要 (MW) | 1,512   | 1,586   | 1,656   | 1,802   | 1,882   | 1,926   |

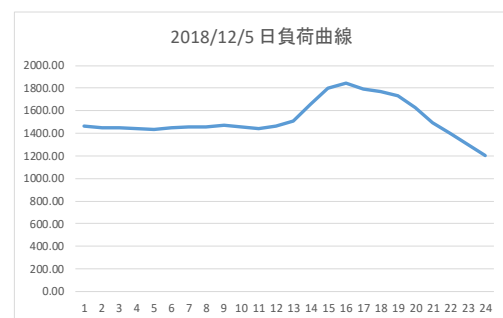
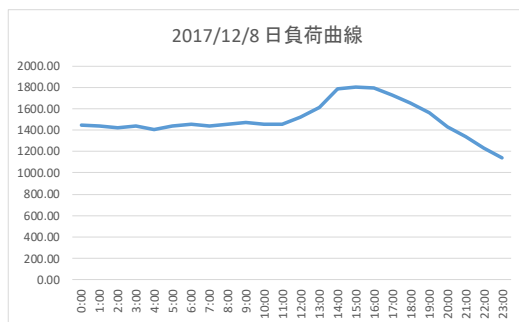
出典：KPLC

ケニアは平均標高が 1,000m 程度であり、年間を通した気温の変化があまり無いものの、11～12 月にかけて電力消費のピークを迎えることが多い。2017,2018 年における月ごとのピーク需要を表した表及び年間ピーク需要を記録した日の日負荷曲線を下表に示す。いずれの日も午後 14:00～15:00 ごろに日負荷ピークとなり、その後夜間にかけては電力負荷が下がる傾向にある。



出典：KPLC 提供データを元に調査団作成

図 7-5.1 年負荷曲線



出典：KPLC 提供データを元に調査団作成

図 7-5.2 日負荷曲線

## 7-6 電力設備

### (1) 発電設備

ケニア国内の電力設備一覧を下記表に示す。

国内発電設備としては発電事業者である KenGen 所有分が大半を締め、独立系発電事業者、ケニア政府が所有する地方向け Off-grid 設備と続く。Least Cost Power Development Plan 2019 によると将来的な電力需要の増加に対応すべく、ベース電源である地熱発電所の開発を継続ならびに太陽



光、風力の拡大、石炭火力発電所の導入といった新規電源開発計画が進められている。

表 7-6.1 発電設備一覧

【KenGen 所有分】

| 名称          | 定格容量<br>(MW) | 名称                      | 定格容量<br>(MW) | 名称              | 定格容量<br>(MW) |
|-------------|--------------|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| <b>水力</b>   | <b>825.3</b> | <b>地熱</b>               | <b>706</b>   | <b>火力</b>       | <b>253.5</b> |
| Tana        | 25.7         | Olkaria I               | 45           | Kipevu I Diesel | 73.5         |
| Masinga     | 41.2         | Olkaria II              | 105          | Kipevu 3 Diesel | 120.0        |
| Kamburu     | 94.2         | Eburru Hill             | 2.4          | Muhoroni GT 1   | 30.0         |
| Gitaru      | 225.0        | Wellhead 37             | 15.5         | Muhoroni GT 2   | 30.0         |
| Kindaruma   | 72.0         | Wellhead 43             | 12.8         | <b>風力</b>       | <b>25.5</b>  |
| Kiambere    | 168.0        | Wellhead 914            | 27.8         | Ngong I         | 11.9         |
| Turkwel     | 106.0        | Wellhead 915            | 10.0         | Ngong II        | 13.6         |
| sondu Miriu | 60.7         | Wellhead 919            | 5.0          |                 |              |
| Sang'oro    | 21.2         | Wellhead 905            | 5.0          |                 |              |
| Wanjii      | 7.4          | Wellhead 39             | 5.0          |                 |              |
| Sagana      | 1.5          | Olkaria IV              | 149.8        |                 |              |
| Mesco       | 0.4          | Olkaria I units 4 and 5 | 150.5        |                 |              |
| Gogo        | 2.0          | Olkaria V               | 172.3        |                 |              |

【IPP 所有分】

| 名称                      | 定格容量<br>(MW) | 名称                | 定格容量<br>(MW) | 名称                                | 定格容量<br>(MW) |
|-------------------------|--------------|-------------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
| <b>水力</b>               | <b>13.2</b>  | <b>火力</b>         | <b>466.8</b> | <b>地熱</b>                         | <b>150</b>   |
| Imenti FiT hydro        | 0.900        | Iberafrica Diesel | 52.5         | OrPower 4 -Geothermal (1st plant) | 63.8         |
| Gikira FiT hydro        | 0.514        | Tsavo Diesel      | 74.0         | OrPower 4 -Geothermal (2nd plant) | 39.6         |
| Genpro Teremi Falls     | 5.0          | Rabai Diesel      | 90.0         | OrPower 4 -Geothermal (3rd plant) | 17.6         |
| KTDA Gura               | 5.8          | Thika Diesel      | 87.0         | OrPower 4 -Geothermal (4th plant) | 29.0         |
| KTDA Chania             | 1.0          | Gulf Diesel       | 80.32        |                                   |              |
| <b>風力</b>               | <b>310.0</b> | Triumph Diesel    | 83.0         |                                   |              |
| Lake Turkana Wind Power | 310.0        | <b>太陽光</b>        | <b>50.7</b>  |                                   |              |
| <b>バイオマス</b>            | <b>2.2</b>   | Strathmore Solar  | 0.60         |                                   |              |
| Biojoule Kenya Limited  | 2.2          | Garrissa Solar    | 50.1         |                                   |              |

【ケニア政府所有分】

| 名称              | 定格容量<br>(MW) |
|-----------------|--------------|
| <b>オフグリッド合計</b> | <b>28.5</b>  |
| Off-grid Diesel | 26.4         |
| Off-grid Solar  | 1.5          |
| Off-grid Wind   | 0.6          |

出典：KenGen 資料を基に調査団作成



## (2) 送配電設備

### 1) 送変電設備

ケニア国内の電力輸送設備は 400kV, 220kV, 132kV 及び 66kV の送電線設備、33kV, 11kV そして 400V 以下の配電設備、そしてその電圧を構成する変電設備よりなる。なお隣国のエチオピアとの国際連係線となる DC 500kV 送電線新設プロジェクト(Eastern Electricity Highway Project)が進行中である。電圧階級毎の所掌については下記で区分されている。

表 7-6.2 送変電設備所掌区分

|             | KETRACO | KPLC | 備考                            |
|-------------|---------|------|-------------------------------|
| 500 kV HVDC | x       |      |                               |
| 400 kV      | x       | x    | 2008 年以降に建設されたものは KETRACO 所掌。 |
| 220 kV      | x       | x    |                               |
| 132 kV      | x       | x    |                               |
| 66 kV 以下    |         | x    |                               |
| 電力取引        |         | x    |                               |

2019 年度断面における送配電線ネットワークの総長は 243,207km となっている。配電線長が確認できる 2015 年度で 179,174km であることから、年率換算で 6.3%と急速な拡大となっている。特に KETRACO 所有の送電線網の拡大が著しい。

表 7-6.3 送電設備総長

単位：km

| 電圧                       | 2014/15 | 2015/16 | 2016/17 | 2017/18 | 2018/19 | 2019/20 |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 400 kV                   | -       | -       | 96.8    | 1,244.4 | 2,116.4 | 2,116.4 |
| 220 kV                   | 1,352   | 1,452   | 1,555   | 1,686   | 1,686   | 1,686   |
| 132 kV                   | 2,824   | 3,087   | 3,208   | 3,322   | 3,372   | 3,372   |
| 66 kV                    | 952     | 977     | 1,000   | 1,168   | 1,187   | 1,187   |
| 33 kV                    | 21,370  | 27,497  | 30,846  | 34,508  | 35,177  | 35,703  |
| 11 kV                    | 32,823  | 35,383  | 37,234  | 38,968  | 39,797  | 40,616  |
| 特高圧,<br>中圧合計             | 59,322  | 68,396  | 73,940  | 80,897  | 83,335  | 84,681  |
| 415/240V or<br>433/250 V | -       | 110,778 | 139,642 | 143,331 | 152,799 | 158,527 |
| 総合計                      | 59,322  | 179,174 | 213,582 | 224,228 | 236,134 | 243,207 |



Figure 5: Transmission Network in Kenya, 2019

出典：SONABEL 資料を基に調査団作成

出典：Updated Least Cost Power Development Plan study period 2019-2039

図 7-6.1 送電系統図





表 7-6.4 既設変電設備一覧

220kV 変電所（発電所用含む）

| No. | 変電所名                             | 地区            | 容量 (MVA)                                                               |
|-----|----------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Olkaria II 11/132/220kV          | Central Rift  | 3X42MVA (11/220kV),                                                    |
| 2   | Or-Power 11/220kV                | Central Rift  | 4X60MVA                                                                |
| 3   | Olkaria 1AU 11/220/132kV         | Central Rift  | 1X105MVA (220/132kV),<br>2X90MVA                                       |
| 4   | Olkaria V 11/220kV               | Central Rift  | 2X90MVA                                                                |
| 5   | Olkaria IV 11/220kV              | Central Rift  | 2X100MVA                                                               |
| 6   | Suswa 220kV                      | Central Rift  | switching Station                                                      |
| 7   | Kakuyuni 220/33                  | Coast         | 1X23MVA                                                                |
| 8   | Rabai 220/132/33kV               | Coast         | 3X90MVA (220/132kV),<br>2x45MVA (132/33kV)                             |
| 9   | Garsen 220/33                    | Coast         | 1X23MVA                                                                |
| 10  | Lamu 220/33kV                    | Coast         | 1X23MVA                                                                |
| 11  | Gitaru 15/132/220kV              | Mount Kenya   | 1X95MVA (15/220kV),<br>1X85MVA (15/132kV) and<br>1X100MVA (13.2/132kV) |
| 12  | Kamburu 132/220kV                | Mount Kenya   | 2X270MVA                                                               |
| 13  | Kiambere 11/220kV                | Mount Kenya   | 2X200MVA                                                               |
| 14  | Nairobi North 220/66kV           | Nairobi North | 4X90MVA                                                                |
| 15  | Embakasi 220/66kV                | Nairobi South | 3X90MVA                                                                |
| 16  | Dandora 220/132kV                | Nairobi North | 2X200MVA                                                               |
| 17  | Thika Road Substation            | Nairobi North | 2X200MVA                                                               |
| 18  | Athi River 220/66kV              | Nairobi South | 1X90MVA                                                                |
| 19  | City Centre 220/66kV             | Nairobi South | 2X200MVA                                                               |
| 20  | Lessos 220/132/33kV              | North Rift    | 2X75MVA (220/132kV),<br>2X23MVA (132/33kV)                             |
| 21  | Loiyangalani 33/220kV Substation | North Rift    | 3X135MVA                                                               |
| 22  | Sarmach 220/66kV                 | North Rift    | 1X45MVA                                                                |
| 23  | Turkwell 11/220kV                | North Rift    | 2X59MVA                                                                |

132kV 変電所（発電所用も含む）

| No. | 変電所名               | 地区           | 容量 (MVA)          |
|-----|--------------------|--------------|-------------------|
| 1   | Chemosit 132/33kV  | Central Rift | 2X23MVA           |
| 2   | Lanet 132/33kV     | Central Rift | 3X23MVA           |
| 3   | Makutano 132/33kV  | Central Rift | 2X23MVA           |
| 4   | Naivasha 132/33kV  | Central Rift | 3X23MVA           |
| 5   | Olkaria I 11/132kV | Central Rift | 1X36MVA, 1X18MVA  |
| 6   | Soilo 132/33kV     | Central Rift | 2X23MVA           |
| 7   | Sotik 132          | Central Rift | switching Station |
| 8   | Bomet 132/33       | Central Rift | 1X23MVA           |
| 9   | Wellhead 914       | Central Rift | 1X87.5MVA         |
| 10  | Wellhead 37        | Central Rift | 1X45MVA           |
| 11  | Galun 132/33kV     | Coast        | 2X23MVA           |
| 12  | Kilifi 132/33/11kV | Coast        | 2X23MVA           |
| 13  | Kipevu 11/132/33kV | Coast        | 2X60MVA, 1X30MVA  |
| 14  | Kokotoni 132/11kV  | Coast        | 1X10MVA           |



| No. | 変電所名                            | 地区            | 容量 (MVA)                                                                 |
|-----|---------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 15  | Manyani 132/3. 6kV              | Coast         | 1X5MVA                                                                   |
| 16  | Mariakani 132/11kV              | Coast         | 2X10MVA                                                                  |
| 17  | Maungu 132/6. 5/3. 45kV         | Coast         | 1X5MVA (132/3. 45kV),<br>1X16MVA (132/6. 6kV)                            |
| 18  | Mombasa Cement 132/6. 9kV       | Coast         | 2X25MVA                                                                  |
| 19  | Mtito Andei 132/11/6. 6/3. 45kV | Coast         | 1X5MVA (132/3. 45kV),<br>1X16MVA (132/6. 6kV),<br>1X1. 2MVA (3. 45/11kV) |
| 20  | New Bamburi 132/33kV            | Coast         | 1X23MVA, 1X45MVA                                                         |
| 21  | REA Vipingo 132/11kV            | Coast         | 1X5MVA                                                                   |
| 22  | Samburu 132/6. 6kV              | Coast         | 1X5MVA                                                                   |
| 23  | Tiomin 132/33kV                 | Coast         | 2X16MVA                                                                  |
| 24  | Voi 132/33kV                    | Coast         | 1X15MVA                                                                  |
| 25  | Jomvu 132/33kV                  | Coast         | 2X23MVA                                                                  |
| 26  | New Maungu 132/33kV             | Coast         | 1X15MVA                                                                  |
| 27  | KPA 132/11kV                    | Coast         | 2X15MVA                                                                  |
| 28  | Top Steel Ltd 132/11kV          | Coast         | 1X15MVA                                                                  |
| 29  | Githambo 132/33kV               | Mount Kenya   | 1X23MVA                                                                  |
| 30  | Isiolo 132/33                   | Mount Kenya   | 1X23MVA                                                                  |
| 31  | Kamburu 11/132/33kV             | Mount Kenya   | 2X40MVA (11/132kV),<br>1X37MVA (11/132kV),<br>1X23MVA (132/33kV)         |
| 32  | Kiganjo 132/33kV                | Mount Kenya   | 2X23MVA                                                                  |
| 33  | Kindaruma 11/132kV              | Mount Kenya   | 3X30MVA                                                                  |
| 34  | Masinga 11/132kV                | Mount Kenya   | 1X25MVA, 1X23. 5MVA                                                      |
| 35  | Meru 132/33kV                   | Mount Kenya   | 2X23MVA                                                                  |
| 36  | Nanyuki 132/33kV                | Mount Kenya   | 2X23MVA                                                                  |
| 37  | Kutus 132/33kV                  | Mount Kenya   | 2X23MVA                                                                  |
| 38  | Kyeni 132/33kV                  | Mount Kenya   | 1x23MVA                                                                  |
| 39  | Ishara 132kV                    | Mount Kenya   | switching Station                                                        |
| 40  | Juja Rd 132/66kV                | Nairobi North | 2X90MVA and 3X60MVA                                                      |
| 41  | Ruaraka 132/66kV                | Nairobi North | 2X60MVA                                                                  |
| 42  | Kiboko 132/33kV                 | Nairobi South | 1X23MVA                                                                  |
| 43  | Makindu 132/6. 6kV              | Nairobi South | 1X5MVA                                                                   |
| 44  | Sultan Hamud 132/6. 6/3. 45kV   | Nairobi South | 1X5MVA (132/3. 45kV),<br>1X16MVA (132/6. 6kV)                            |
| 45  | Ulu 132/6. 6kV                  | Nairobi South | 1X5MVA                                                                   |
| 46  | Konza 132/33kV                  | Nairobi South | 1x23MVA                                                                  |
| 47  | Machakos 132/33kV               | Nairobi South | 1x23MVA                                                                  |
| 48  | Sultan Hamud Ketraco 132/33kV   | Nairobi South | 1x23MVA                                                                  |
| 49  | Mtito Reactor station 132kV     | Nairobi South | No Transformer                                                           |
| 50  | Wote 132/33kV                   | Nairobi South | 1X23MVA                                                                  |
| 51  | Gatundu 132/33kV                | North Eastern | 1X23MVA                                                                  |
| 52  | Mangu 132/66kV                  | North Eastern | 2X60MVA                                                                  |
| 53  | Mwingi 132/33                   | North Eastern | 1X23MVA                                                                  |



| No. | 変電所名                 | 地区            | 容量 (MVA)                                                                               |
|-----|----------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 54  | Garissa 132/33/11    | North Eastern | 1X7.5MVA (132/33kV),<br>1X7.5MVA (132/11kV),<br>1X2.5MVA (33/11kV)                     |
| 55  | Eldoret 132/33kV     | North Rift    | 2X45MVA                                                                                |
| 56  | Kitale 132/33kV      | North Rift    | 2X23MVA                                                                                |
| 57  | Kisii 132/33kV       | South Nyanza  | 2X23MVA                                                                                |
| 58  | Kisumu 132/33kV      | Western       | 2X45MVA                                                                                |
| 59  | Mumias 11/132kV      | Western       | 1X40MVA                                                                                |
| 60  | Muhoroni 132/33/11kV | Western       | 1X60MVA (11/132kV),<br>1X23MVA (11/33kV),<br>1X45MVA (132/33kV),<br>1X23MVA (132/33kV) |
| 61  | Musaga 132/33kV      | Western       | 2X23MVA                                                                                |
| 62  | Rang'ala 132/33kV    | Western       | 2X23MVA                                                                                |
| 63  | Sangoro 11/132kV     | Western       | 2X12.5MVA                                                                              |
| 64  | Sondu 11/132kV       | Western       | 2X33.7MVA                                                                              |
| 65  | Webuye 132/33kV      | Western       | 1X23MVA                                                                                |
| 66  | Awendo 132/33kV      | Western       | 2X23MVA                                                                                |
| 67  | Ndhiwa 132/33kV      | Western       | 1X23MVA                                                                                |

出典：Updated Least Cost Power Development Plan study period 2019-2039

## 2) 配電設備

KPLC が保有する配電設備は、主幹系統に接続されたものと、いくつかの小規模独立系に区分される。表 7-6.5 に示す通り、配電系統は 4 つの地域ごとに運営されており、それぞれ Nairobi, coast, western そして Mt Kenya に分類されている。

表 7-6.5 配電系統の分類

| Region   | Sub region     |
|----------|----------------|
| Nairobi  | Nairobi south  |
|          | Nairobi North  |
|          | Nairobi west   |
| Coast    |                |
| Western  | North Rift     |
|          | Central Rift   |
|          | West Kenya     |
| Mt Kenya | Mt Kenya North |
|          | Mt Kenya South |

2015 年より開始された Last one mile connectivity program ではケニア政府及びアフリカ開発銀行支援のもと、配電網の拡張により電化世帯の加速化を行っている。Phase-1 では 47 の地域において、KPLC が所有する既設配電用変圧器 5320 台を利用し、配電用変圧器から 600m 以内の世帯向けに低圧配電線の延伸を行う計画である。本計画は Phase-3 まで計画されており、最終的な裨益人口は 400 万人を目標としている。これは 2017 年時点で 70% の世帯電化率を 2020 年時点で 100% とする政府目標に資する開発計画となっている。





### (a) Nairobi 地区配電網

Nairobi 地区の配電系統は他の 3 地域と形態が異なる。Nairobi 地区内の配電網はいくつかの 220/66 kV, 132/66 kV の系統変電所もしくは bulk supply points (BSPs) とよばれる基幹変電所から電力を供給されている。66kV 配電線は各 BSPs もしくは 1 次配電用変電所(66/11kV)より枝状に広がっている。1 次変電所より多数の 11kV 配電線が伸び、11/0.433kV の配電用変圧器を介し、需要家へ電力を供給している。大規模需要家向けには 11 or 66kV の電圧で直接電力供給している。よって Nairobi 地区の配電網は 11 or 66kV の電圧階級により、BSPs もしくは 1 次変電所の両方から給電されており、配電線上の開閉器により区分されている。

66kV フィーダーは主に木柱、架空線 (1or2 回線)、11kV フィーダーは主に木柱もしくはコンクリート柱(1or2 回線)にて電力供給を行っている。

Nairobi 中心地一部地域は 11kV もしくは 66kV 地下埋設ケーブルが採用されている。また Nairobi 郊外にはいくつかの 66/33kV 配電用変電所があり、33kV の長距離配電線を利用し、首都郊外向けの電力供給を行っている。

### (b) Coast, Western, Mt Kenya 地区配電網

Nairobi 以外の地区の配電網については系統変電所もしくは BSPs との接続は非常に限られており、枝状に伸びた 33kV 長距離配電線による負荷供給が非常に多い。標準的な BSPs の設備構成は 132/33kV x2 変圧器となっているが、いくつかの変電所では変圧器 1 台の構成となっている。BSPs から伸びる 33kV フィーダーは多数の 1 次変電所(33/11kV)ないしは配電用変電所(33/0.433kV)への供給を行っており、バックアップ用として別の 132kV 変電所からの冗長化配電を行っている。33kV、11kV 配電線は木柱もしくはコンクリート柱、架空線(1or2 回線)にて構成されており、都市部の一部では地下埋設ケーブルが採用されている。

### (c) オフグリッド地域

上述の Nairobi, Coast, Western そして Mt Kenya 以外のほとんどの地域については、広大なエリアにおける電力ネットワーク構築の難しさにより、オフグリッドによる電力供給が行われている。REA (Rural Electrification Authority) はそうした課題に対応するため、配電線の拡張に対し、政府や国際機関との連携を行っている。グリッド拡張の目的としては学校、病院といった公共設備や鉱山開発向けの電力供給を念頭においており、町単位で設置されたディーゼル発電設備、太陽光設備による小規模オフグリッド地域への電力供給冗長化に資する、33kV 系配電網の拡張プロジェクトなどが現在進行中である。

また、エネルギー省は 2019 年に NRECA International<sup>2</sup> とケニア国内における Mini Grid や Standalone システム展開を目的に、地域毎でのプロファイルデータ収集、分析及び入札図書作成のためのコンサルタント契約を結んだ。これにより国内の各地域での Mini grid 及び Stand alone システム規模の抽出や公共施設への裨益的効果が明確となり、地方電化開発が促進されている。なお、開発については基本的に政府資金にて行われている。

## (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

ケニアでは 2010 年に国民投票による憲法改正を実施し、大統領権限の制限、司法の独立性の強

<sup>2</sup> 1962 年に上部組織である National Rural Electric Cooperative Association (NRECA) と USAID にて設立された、途上国向け電化促進を目的とした非営利団体



化、地方分権などの行政能力の改善に取り組んでおり、「Vision 2030」という長期開発戦略に基づき、2030 年までの中所得国入りを目指している。

Vision2030 では農業セクターを経済成長のための柱と位置付け、年 7%の目標成長率を設定し、農業生産性の改善や灌漑整備による農地拡大等を重点課題として掲げている。なかでも園芸サブセクターは、近年、年 10%前後の成長率を達成するなど同国の経済成長のけん引役を担っている。園芸作物は総生産量の 6 割以上が小規模農家（耕地面積 1 ヘクタール以下）によって生産されており、小規模農家を対象とした支援は農業セクターの振興にとって必要不可欠となっている。

全国水資源マスタープラン 2030 によれば、一人当たりの水資源賦存量は 647 m<sup>3</sup>/年(1992 年)より、1093 m<sup>3</sup>/年(2010 年)まで増加したとされているが、2030 年には人口増化により 475 m<sup>3</sup>/年まで低下することが予測されている。一人当たりの水資源賦存量が年間 1,000 m<sup>3</sup>以下となると水ストレスが発生するといわれているところ、国土の約 8 割を乾燥・半乾燥地が占めるケニアでは、水資源開発と水資源の有効活用は必須である。水は生活及び経済活動の基盤であり、持続的な経済成長、貧困削減や安全保障のために水資源の管理は不可欠である。「Vision2030」では 2030 年までに全国民への安全な水の供給と、無収水率を 2030 年までに 25%に削減することを目標として掲げている。

### 7-7 課題と開発ニーズ

ケニアは国内の増大するエネルギー需要を満たすための天然資源として、水力や太陽光、そして地熱を豊富に有しており、水力発電はケニアのエネルギーミックスの主力となっている。

ケニア政府は、ケニアビジョン 2030 を確立し、さまざまな再生可能エネルギー源を使用して、2030 年までに 100%の電化目標を掲げている。

IEA の報告（2019 年）によれば、ケニアの全国電化率は約 84.5%、都市部では 99%と高く、地方部でも 78.6%と高く、調査対象のサブサハラ・アフリカ諸国の中でも圧倒的に高い。

ただし、送配電ネットワークは、投資不足のため、信頼性と供給の質が低い部分がある。

- 地方部の配電網は非常に長く、中には 1000km を超えて 33kV 配電しているフィーダーもあり、電圧降下対策が必要とされている。
- 配電網の多くにおいて、需要を満たすだけの十分な共有可能量が不足しており、多くの変電所で過負荷対策が必要とされている。

ケニアでは 132kV 以下送変電設備向け支援に関し、ケニア国内の 2019 時点の電化率が既に 85%近くに達しており、他のサブサハラ周辺国と比較しても高い水準となっている。かつ、政府目標に資する開発計画も進んでいることから本調査目的の「アクセス向上」はある程度達していると思われる。

また、オフグリッド電化についても REA や政府による開発促進が政府自己資金で進んでいる。

KPLC は、システムロスの改善を第一目標に掲げていること、配電線設備点検向けにサーモカメラを導入し、配電線設備の接続部位の熱監視によるボルト類緩み検知手法を導入するなどの記載があり、より運用面に注視した支援が望ましいのでは無いかと思料する。

### 7-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表 7-8. 1 に示す。



表 7-8.1 プロジェクト候補リスト (ケニア)

電力品質向上及び損失改善

| 優先度 | プロジェクト名<br>(仮) | プロジェクトの目的                                                                                                          | 分類             | 主要コンポーネント                                                                                                                                                                                | 数量 | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------|------------|
|     | 送電線用避雷装置       | 送電線への落雷等で発生する過電圧を防ぐことで電力品質の保持ならびに設備安定性の強化を図るもの。                                                                    | 送電線            | 送電用避雷装置(避雷器本体及び直列ギャップ)                                                                                                                                                                   | 一式 | -               | -          |
|     | 訓練シミュレーター      | 電力系統を構成する発電所・変電所・送電線・負荷などをミニチュア電力機器モデルで模擬し、リアルタイムの系統故障解析や、再生可能エネルギー連系における系統への影響を解析できるとともに、電力系統の運用に関する基本的な技術習熟を行うもの | 発電<br>送電<br>変電 | 系統運用シミュレーター<br>・変電所運転訓練シミュレーター<br>・保護リレー運転訓練シミュレーター                                                                                                                                      | 一式 | -               | -          |
|     | 送電線事故点標定装置     | 送電線事故時、事故点を早期に特定することで停電時間の短縮に努めるもの                                                                                 | 送電             | 送電線事故時に発生する事故電流及びサージ電圧により事故点の検出を行うと共に、GPSを用いて具体的な個所の特定を行うもの                                                                                                                              | 一式 | -               | -          |
|     | ドローンを用いた電力設備巡視 | ドローン、画像解析技術、AI等を用いて巡視点検の効率化を図るもの                                                                                   | 発電<br>送電<br>変電 | アクセスが困難な場所等にドローン等を用いることで保守性が向上すると共に、保守コストの低減が図れる。また画像解析技術とAI技術を組合せることで、予防保全の効率化を向上させる。適用については下記を想定<br>・送電線、線路接続部の腐食・劣化診断<br>・ソーラーパネルの異常セルの診断<br>・火力発電所のボイラーチューブリーク箇所の特定<br>・火力発電所煙突内壁の点検 | 一式 | -               | -          |

## 第8章 リベリア共和国

## 第8章 リベリア共和国

### 8-1 概況

リベリアは、2度にわたる内戦後の2005年以降、6年毎の大統領選挙を平和裏に3度実施し、2018年には74年ぶりの民主的な政権交代も平和裏に行った。このような政治的安定と平和を維持することが、今後の同国の発展にとって極めて重要である。度重なる内戦やエボラ出血熱の流行によって行政の担い手となる人材が失われたことにも起因する脆弱な行政能力、限定的な政府歳入、鉄鉱石・ゴム等の資源生産に大きく依存した経済構造、若年層の高い失業率、電力や道路等の経済インフラの不備、首都と地方との格差拡大など、多くの課題がある。また、同国の開発指標は、いまだ世界最低レベルにある。国連開発計画 (UNDP) の2018年人間開発指数 (HDI) によると、同国は189か国中181位である。これらの課題に対し、同国政府は2018年～2023年の開発計画として「繁栄と発展のための貧困削減アジェンダ Pro-Poor Agenda for Prosperity and Development (PAPD)」を策定し、貧困層の生活水準向上に取り組む方針を掲げている。



図 8-1.1 位置図

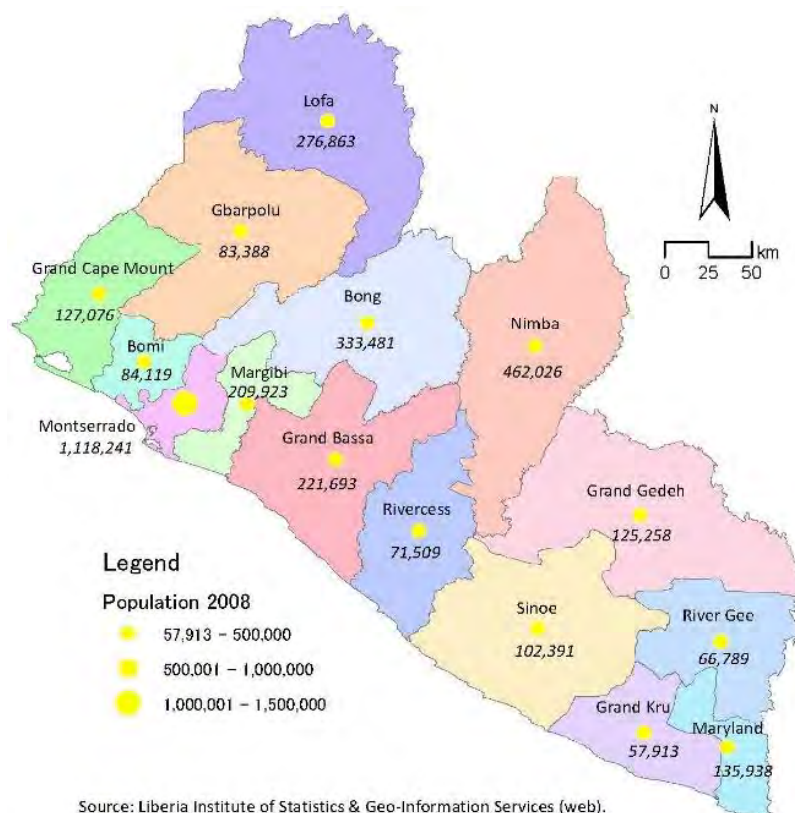


図 8-1.2 人口分布



表 8－1.1 主要データ

| 項目                | 内容                                      | 参照元                      |
|-------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| 面積                | 111,370 平方キロメートル                        | 日本の約 3 分の 1              |
| 人口                | 518 万人                                  | 2021 年世銀                 |
| 首都                | モンロビア                                   |                          |
| 民族                | クペレ族, バサ族, グレボ族等                        |                          |
| 言語                | 英語 (公用語), その他各部族語                       |                          |
| 宗教                | キリスト教 85%, イスラム教 12%, その他               |                          |
| 政体                | 共和制                                     |                          |
| 議会                | 二院制 (上院・下院)                             |                          |
| 国内総生産 (GDP)       | 34.9 億米ドル                               | 2021 年世銀                 |
| 一人当たりの国民総所得 (GNI) | 620 米ドル                                 | 2021 年世銀                 |
| 経済成長率             | 4%                                      | 2021 年世銀                 |
| 失業率               | 4.1%                                    | 2021 年 : ILO 基準 (推定値) 世銀 |
| 電化率               | 全国 : 28.5%<br>都市部 : 47.7%<br>地方部 : 7.6% | 2020 年 IEA               |

表 8－1.2 対リベリア開発協力方針 (2019 年時点)

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | <p>【開発の進展に向けた社会基盤・経済基盤の形成】</p> <p>リベリアは、鉱物資源等の輸出の潜在性が高いが、国際資源価格の低下、内戦やエボラ出血熱の流行により、社会的・経済的基盤が弱体化したため、経済成長が低下し、貧困が深刻となっている。同国において、人間の安全保障の観点から、政治的安定と平和が定着し、経済が発展し、貧困が削減されることは、西アフリカ地域の安定と平和が定着し、経済が発展し、貧困が削減されることは、西アフリカ地域の安定と発展にとっても重要である。我が国は、同国における開発の進展に向けて、同国の社会基盤の強化と経済基盤の整備への取り組みを支援する。</p> |
| 重点分野     | <p>(1) インフラ整備支援</p> <p>(2) 人材育成等による社会基盤の形成支援</p> <p>(3) 保健・栄養</p> <p>(4) 農業及び食料安全保障の取り組み推進</p> <p>(5) 教育・職業訓練・行政能力強化</p>                                                                                                                                                                           |

## 8－2 エネルギー政策

鉱物・エネルギー省 (MME) により 2009 年 1 月に策定された国家エネルギー政策 (National Energy Policy、以下 NEP 2009 と称す) では、以下の四点を政策の柱としている。





#### NEP の政策の柱 (Four Pillars)

- ① エネルギーマスタープランの策定を含む、エネルギーのユニバーサルアクセス
- ② 脆弱な需要家の保護とエネルギー生産コストの最低化
- ③ エネルギーセクターへの世界的なベストプラクティスの適用
- ④ エネルギーセクターでの官民連携 (PPP : Public Private Partnership) の推進

NEP2009 は、2015 年までに都市圏及び準都市圏において、信頼性が高く近代的なエネルギーへのアクセス率を 30%とすることを目標として掲げている。同政策の指針を下記に示す。

- 教育、健康、経済発展の改善のために強化されたエネルギーアクセスを活用する。
- 以前は無視されていた地方の消費者に対し、現代のエネルギー（燃料と電気）へのアクセスを提供する。
- エネルギー運用のあらゆる段階で透明性と説明責任を強化する。
- 電力会社およびその他のエネルギー会社の長期的な財政的実行可能性を確保する。
- 貧困層の消費者のために、すべてのエネルギー形態において手頃な価格を保証する。
- 気候変動の原因となる有害な温室効果ガスを管理するため、世界的な取り組みを考慮し、すべてのエネルギープログラムの環境コストと利益のバランスをとる。
- エネルギー効率と需要側管理を最大化して、エネルギー開発の財政的および環境的コストを最小化する。
- エネルギー部門全体で「可能な限り」民間部門の関与を確保する。
- リベリアが国内のエネルギー政策を西アフリカ諸国経済共同体 (ECOWAS) 議定書およびその他の地域的および国際的なプロジェクト、コミットメント、基準および義務に統合するために必要なすべての行動を適時に行うことを保証する。

### 8-3 エネルギー需給

リベリア国のエネルギー需給一覧表を表 8-3. 1 に示す。

2000 年以降に、沖合での石油の探査が開始されている。未調査の石油埋蔵量は 10 億バレルを超える可能性があるとも言われている。本表では、電力の輸入はないが、西アフリカパワープールによる連系送電線 (225 kV) が 2021 年には完成し、コートジボアール国から電力が輸入される予定となっている。

表 8-3. 1 エネルギー需給一覧表

(単位 : ktoe 石油換算 1,000 トン) (P : 推定)

|              | 2000 | 2005 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 木炭           | 112  | 141  | 194  | 207  | 214  | 214  | 219               | 224               |
| 石油           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電力           | 3    | 3    | 9    | 9    | 10   | 10   | 11                | 11                |
| 化石燃料         | 3    | 3    | 9    | 9    | 10   | 10   | 11                | 11                |



|              | 2000 | 2005 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
| 水力           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 地熱           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 再エネ（太陽光、風力）  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |
| <b>輸入量</b>   |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 石油           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 石油製品         | 148  | 180  | 191  | 191  | 194  | 198  | 202               | 205               |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電力           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| <b>最終消費量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 石油           | 108  | 132  | 140  | 139  | 148  | 143  | 152               | 162               |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電力           | 2    | 2    | 6    | 6    | 6    | 7    | 7                 | 7                 |

出典：African Energy Commission – AFREC Database

## 8-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、鉱物・エネルギー省 (MME) である。電力供給は、リベリア電力公社 (LEC) によって行われている。その他電力関連の組織として、地方電化を推進する地方・再生可能エネルギー庁 (RREA) がある。なお、地方・再生可能エネルギー庁 (RREA) は、2050 年までに電化率 100% 達成を掲げている。

表 8-4.1 電気事業体制

|           |                                                  |
|-----------|--------------------------------------------------|
| 監督省庁：     | Ministry of Mines and Energy (MME)               |
| 電気事業体：    | 発電・送電・配電部門：Liberia Electricity Corporation (LEC) |
| 地方・再生エネ庁： | Rural and Renewable Energy Agency (RREA)         |

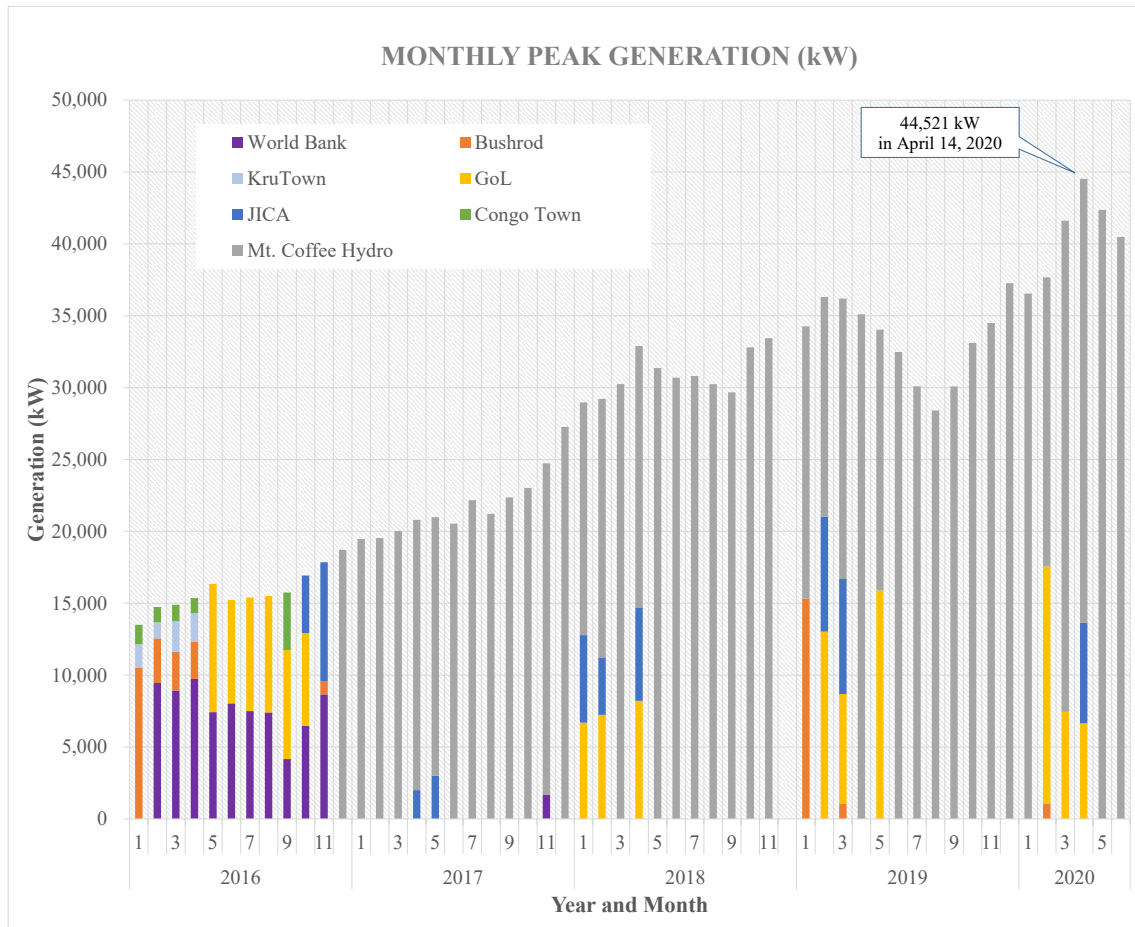
## 8-5 電力需給

### (1) 電力供給

図 8-5. 1 は、2016 年 1 月から 2020 年 6 月までのリベリア国月別発生電力の推移を示したものである。2018 年及び 2019 年中盤に少しの落ち込みはあるが、概ね順調に伸びている。2020 年 6 月までの最高発生電力は 2020 年 4 月に記録した 44,521 kW である。

発電種別では、2016 年 11 月までは Bushrod 火力発電所等のディーゼル発電が主力であったが、2016 年 12 月から Mt. Coffee 水力発電所が稼働し、以降は乾季（11 月～4/5 月）を除き、ほとんどの需要を賄っている。



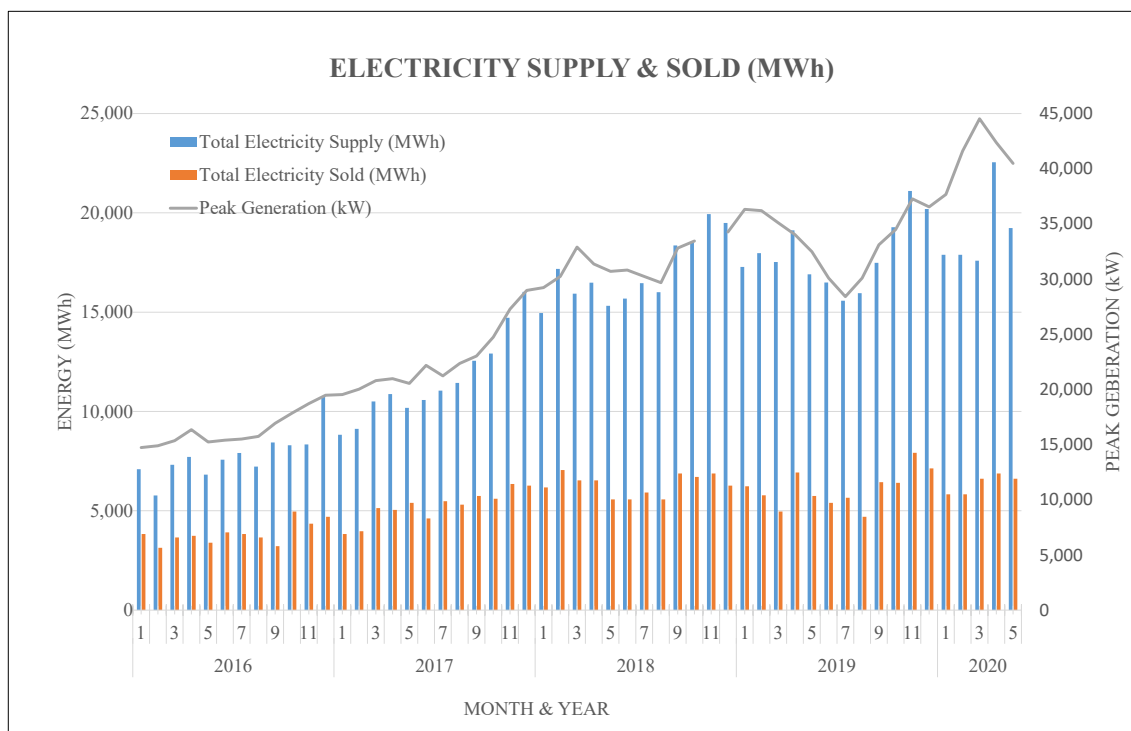


出典：LEC データにより調査団作成

図 8－5. 1 月別発生電力の推移 (2016/1～2020/6)

## (2) 電力需要

図 8－5. 2 に 2016 年 1 月から 2020 年 5 月までの月別の供給電力量及びその回収した電力量の推移を示す。供給量の最高は 2020 年 4 月で、22,548 MWh であったが、7,000 MWh 程度の回収しかされておらず LEC の損益を圧迫している大きな原因となっている。LEC によれば、電力損失は 2020 年 12 月時点で 62% となっており、この損失を下げるのが今後の大きな課題となっている。



出典：LEC データにより調査団作成

図 8-5.2 月別供給電力量と回収電力量の推移 (2016/1~2020/6)

## 8-6 電力設備

### (1) 発電設備

発電設備を表 8-6.1 に示す。

現在、リベリア国発電の主力である Mt. Coffee 水力発電所は、元々、1966 年に 30 MW で運転を開始し、1973 年には 64 MW まで増加して運転していた発電所であった。しかし、1990 年に内戦が勃発し、発電所が破壊され、発電不能となったものである。その後、リハビリテーションの計画が持ち上がり、2012 年の F/S から始まって、2016 年にリハビリテーションが完了し、現在に至っている。本発電所は流れ込み式発電のため、乾季（11 月～4/5 月）は発電量が下がり、そのため乾季にはディーゼル発電とともに供給している。

内戦後、国家電力政策が策定され、その中で火力発電設備（ディーゼル）が整備されたが、我が国からの支援も含まれており、2 台の 5 MW ディーゼル発電設備が設置されている。（発電所名は「JICA」で、現在も技術支援プロジェクトが継続中である）

表 8-6.1 発電設備

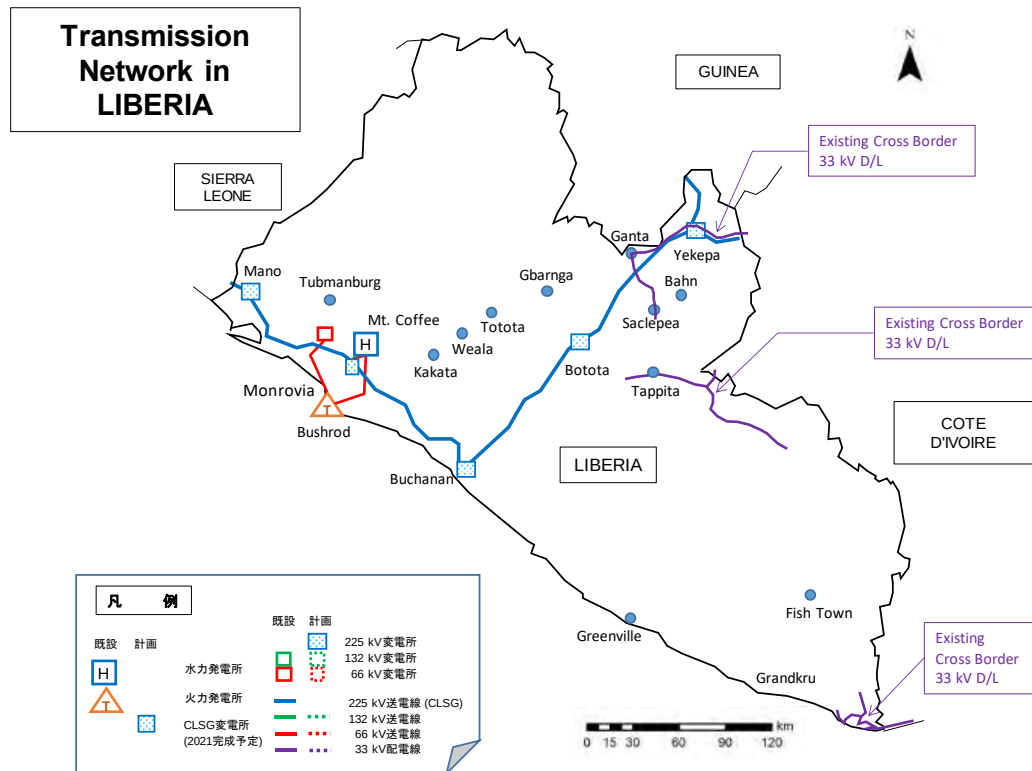
| 発電種別          | 発電所名称      | ユニット数 | 単機容量 (MW) | 合計容量 (MW) | 運開年  | 備考                         |
|---------------|------------|-------|-----------|-----------|------|----------------------------|
| 水力            | Mt. Coffee | 4     | 22        | 88        | 2016 |                            |
| 火力            | Bushrod    | 10    | 1         | 10        | 2015 | 15 ユニットのうち、5 ユニットは廃止されている。 |
|               | World Bank | 4     | 2.5       | 10        | 2016 | 1 月、世界銀行による支援              |
|               | JICA       | 2     | 5         | 10        | 2016 | 4 月、JICA による支援             |
|               | GOL        | 2     | 9         | 18        | 2016 | 8 月、リベリア国政府                |
| 発電設備容量合計 (MW) |            |       |           | 136       |      |                            |

出典：LEC データより調査団作成

## (2) 送配電設備

現在の送電系統図を図 8-6. 1 に示す。

図に示すように、首都モンロビアには 66 kV 送電系統が設置されているが、地方においてはギニアとコートジボアール国境に 33 kV 系統が存在するのみである。

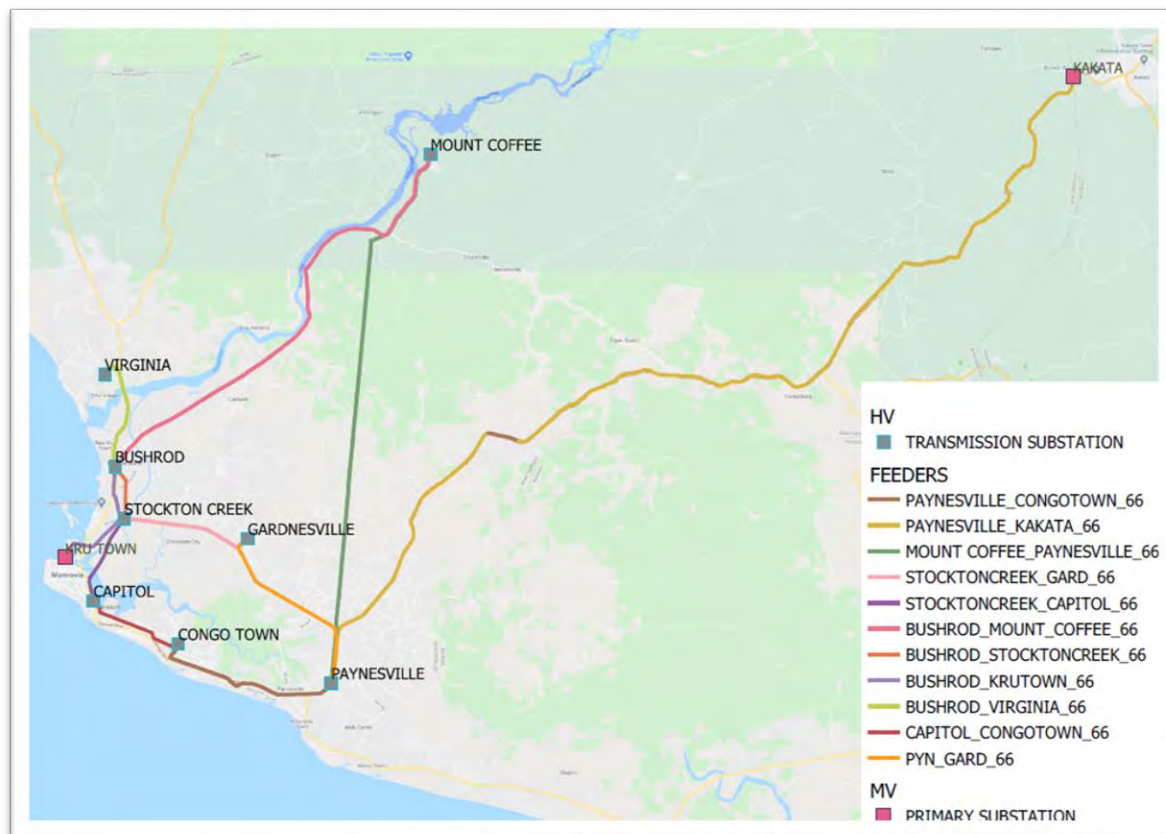


出典：LEC データを基に調査団作成

図 8-6. 1 送電系統図

本図に青線で示している系統は、西アフリカプール (WAPP) による 225 kV 連系線プロジェクト (CLSG) による送電線である。本プロジェクトは 2021 年末には完成する予定で、リベリア国はコートジボアール国より電力融通を受けることになっている。本プロジェクトではリベリア国内に 5 ヶ所の 225 kV 変電所が設置され、そこを起点として 33 kV 配電が行われる予定である。

図 8-6. 2 はモンロビア首都圏の系統図である。世界銀行、アフリカ開発銀行、EU、ドイツ復興銀行などの支援を受け、この数年で 66 kV 系統が整備されつつある。



出典：Electrical Master Plan (Ref. LEC\_MSC/E04-1801\_00)

図 8-6.2 モンロビア首都圏送電系統図

また、首都モンロビアの配電についても同様に整備が進んでおり、22 kV フィーダーが 14 系統、33 kV フィーダーが 2 系統、そして 2,400 台の柱上変圧器で配電している。

表 8-6. 2 に送配電線の亘長を、また表 8-6. 3 に主要変電所（66 kV 以上）を示す。

表 8-6.2 送配電線の亘長

| 電圧 | 225 kV   | 66 kV      | 33/22 kV    |
|----|----------|------------|-------------|
| 亘長 | *1530 km | *2173.9 km | *2466.18 km |

注) \*1：TRANSCO CLSG データ

\*2：Electrical Master Plan (Ref. LEC\_MSC/E04-1801\_00)

表 8-6.3 変電設備（66 kV 以上）

| 変電所名     | 電圧 (kV) |    | 変圧器容量 (MVA) |    |     | 備 考                                             |
|----------|---------|----|-------------|----|-----|-------------------------------------------------|
|          | 一次      | 二次 | 台数          | 容量 | 合計  |                                                 |
| Mano     | 225     | 33 | 1           | 40 | 40  | *1CLSG プロジェクト<br>5 x 5 Mvar (10 kV) キャパシターバンク有り |
| Monrovia | 225     | 66 | 2           | 70 | 140 | *1CLSG プロジェクト<br>10 kV SVC システム有り               |
| Buchanan | 225     | 33 | 1           | 40 | 40  | *1CLSG プロジェクト<br>6 x 5 Mvar (10 kV) キャパシターバンク有り |
| Botota   | 225     | 66 | 1           | 20 | 20  | *1CLSG プロジェクト<br>Gbarnga & Tappita 向け延線用        |
|          | 66      | 33 | 1           | 20 | 20  |                                                 |
| Yekepa   | 225     | 33 | 1           | 40 | 40  | *1CLSG プロジェクト                                   |



| 変電所名           | 電圧 (kV) |    | 変圧器容量 (MVA) |    |     | 備 考                |
|----------------|---------|----|-------------|----|-----|--------------------|
|                | 一次      | 二次 | 台数          | 容量 | 合計  |                    |
| Kru Town       | 66      | 22 | 1           | 13 | 13  |                    |
|                | 66      | 22 | 1           | 26 | 26  |                    |
| Virginia       | 66      | 22 | 1           | 13 | 13  | *3LACEEP-AF プロジェクト |
| Kle            | 66      | 22 | 1           | 13 | 13  | *3LACEEP-AF プロジェクト |
| Capitol        | 66      | 22 | 2           | 13 | 26  |                    |
| Congo Town     | 66      | 22 | 2           | 20 | 40  |                    |
| Stockton Creek | 66      | 22 | 2           | 13 | 26  |                    |
| Gardensville   | 66      | 22 | 2           | 20 | 40  | *3LACEEP-AF プロジェクト |
| Paynesville    | 66      | 22 | 2           | 13 | 26  |                    |
| Scheffrin      | 66      | 22 | 2           | 13 | 26  | *4LEEAP プロジェクト     |
| RIA            | 66      | 22 | 2           | 13 | 26  | *4LEEAP プロジェクト     |
| Kakata         | 66      | 33 | 1           | 13 | 13  | *2LACEEP プロジェクト    |
|                |         |    |             |    | 588 |                    |

注) \*1CLSG : Cote d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone, and Guinea Interconnection Project

\*2LACEEP : Liberia Accelerated Electricity Expansion Project (世界銀行)

\*3LACEEP-AF : Liberia Accelerated Electricity Expansion Project – Additional Financing (世界銀行)

\*4LEEAP : Liberia Energy Efficiency Access Project (アフリカ開発銀行)

出典 : LEC データを基に調査団作成

### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

リベリア政府は 2018 年～2023 年の開発計画として「繁栄と発展のための貧困削減アジェンダ Pro-Poor Agenda for Prosperity and Development (PAPD)」を策定し、貧困層の生活水準向上に取り組む方針を掲げている。

また、リベリアでは、主要幹線道路、発電配電施設及び水供給施設等インフラ設備が内戦で著しく破壊されたことに加えて、予算や技能人材の不足に起因する脆弱な維持管理体制のためにインフラが老朽化している。そこに、2014 年から流行したエボラ出血熱が、甚大な社会・経済的影響をもたらした。政府はエボラ出血熱流行後の復興に向けて 2030 年までの中・長期開発計画に沿った経済安定復興計画 (ESRP) を策定。短期優先課題として、市場と流通の再活性化、保健・教育セクターと中断したインフラ事業の再開、地域のレジリエンス強化等を挙げている。

### 8-7 課題と開発ニーズ

2018 年のリベリアの全国電化率は 25.9%（2018 年の内訳では都市部で 43.6%、地方部で 7.4%）であり、サブサハラ・アフリカの全国平均電化率（47.9%）を大きく下回っている。

内戦により壊滅状態となっていた電力供給設備の整備が急がれており、マルチドナーによる支援が展開されており、国際連系プロジェクト (CLSG) による供給体制も整いつつあるが、自国の発電量不足に加えて、期待していた供給源となるコートジボワールが電力不足に陥っていることもあり、供給量確保の見通しが立っていない。

発電量が確保されたときに、配電することができるように他ドナーと歩調を合わせた送配電設備の整備が求められている。

LEC のニーズとしては、首都モンロビアの開発以外に幅広い地域における送変電及び配電網開発が挙げられている。地方部での送電線亘長は長い、今後の持続的な開発も見据えて、カーボン電線の採用による建設コスト抑制やアモルファス配電用変圧器の提案等、本邦技術提供の検討も可能である。



## 8－8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表 8－8. 1 に示す。

表 8-8.1 プロジェクト候補リスト (リベリア)

## 1. モンロビア地域配電プロジェクト

| 優先度 | 地域                | プロジェクト名<br>(仮)                      | プロジェクトの目的              | 分類         | 主要コンポーネント                                    | 数量                                                                                                                                                                                                    | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|-------------------|-------------------------------------|------------------------|------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 1   | モンセラード郡<br>モンロビア市 | Gardnersville 変<br>電所 (産業顧客接<br>続用) | 産業顧客への接続及び<br>増加需要への対応 | 配電線<br>変圧器 | 22 kV 架空線及び地中ケーブル<br>の新設計画・建設並びに産業顧<br>客への接続 | - Biscuit 工場 : 1.0 MVA<br>- Propane 工場 : 1.5 MVA<br>- Glass 工場 : 1.5 MVA<br>- Furniture 工場 : 1.5 MVA<br>- Wheat Flour 工場 : 3.0 MVA<br>- Palm Oil 工場 : 0.5 MVA<br>- Sethis Brothe Steel 工場 : 20<br>MVA | 2.7             | 2022       |
| 2   | モンセラード郡<br>モンロビア市 | Stockton Creek<br>変電所 (産業顧客<br>接続用) | 産業顧客への接続及び<br>増加需要への対応 | 配電線<br>変圧器 | 22 kV 架空線及び地中ケーブル<br>の新設計画/建設並びに産業顧<br>客への接続 | - Cemenco : 6.0 MVA<br>- Free Port : 3.5 MVA<br>- Sethi Brother : 2.5 MVA<br>- Fuani Cement Co. : 6.5 MVA<br>- Industrial Free Zone : 3.0 MVA<br>- LPRC : 1.0 MVA                                     | 1.8             | 2022       |
| 3   | モンセラード郡<br>モンロビア市 | JFK 病院 : 22 kV<br>配電網整備計画           | 供給及び信頼性改善              | 配電線<br>変圧器 | 22 kV 架空線及び地中ケーブル<br>の新設計画・建設並びに産業顧<br>客への接続 | 1.5 MVA                                                                                                                                                                                               | 1.0             | 2022       |
| 4   | モンセラード郡<br>モンロビア市 | 低圧網改良工事                             | 供給及び信頼性改善並<br>びに損失改善   | 配電線        | 400 V 架空線敷設及び変圧器設<br>置計画/建設                  | 400 V 架空線 : 1,000 km                                                                                                                                                                                  | 4.6             | 2022       |
| 5   | モンセラード郡<br>モンロビア市 | Congo Town 変電<br>所 (産業顧客接続<br>用)    | 産業顧客への接続及び<br>増加需要への対応 | 配電線<br>変圧器 | 22 kV 架空線及び地中ケーブル<br>の新設計画・建設並びに産業顧<br>客への接続 | 20 MVA                                                                                                                                                                                                | 1.8             | 2022       |
| 6   | モンセラード郡<br>モンロビア市 | Mount coffee 変<br>電所                | 配電用変圧器の取替え             | 変圧器        | 10 MVA, 66/22 kV 変圧器の取替<br>え                 | 10 MVA, 66/22 kV 変圧器                                                                                                                                                                                  | 3.5             | 2022       |
| 7   | モンセラード郡<br>モンロビア市 | Mount coffee 変<br>電所                | 産業顧客への接続及び<br>増加需要への対応 | 配電線<br>変圧器 | 22 kV 架空線, 変圧器設置及び<br>低圧線工事計画/建設             | 22 kV 架空線 : 50 km                                                                                                                                                                                     | 2.0             | 2022       |







## 2. 変電プロジェクト

| 優先度 | 地域             | プロジェクト名<br>(仮)              | プロジェクトの目的                                  | 分類     | 主要コンポーネント                                           | 数量                                                                    | 概算費用<br>(百万米ドル)   |      | 運用開始<br>時期 |
|-----|----------------|-----------------------------|--------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|------|------------|
|     |                |                             |                                            |        |                                                     |                                                                       | 個別                | 計    |            |
| 1   | Bong           | Botota-Gbarnga<br>132kV 送電線 | 系統連系及び需要増対応                                | 送電線    | 132 kV 送電線建設                                        | 53 km                                                                 | 8.7               | 29.7 | 2023       |
|     |                | Botota 変電所                  | Gbarnga 地域への 132 kV 送電線延線                  | 変電所    | 225/132 kV 開閉装置<br>225/132 kV 変圧器                   | 225 kV 開閉装置 (2 組)<br>225/132 kV 変圧器 (2 組)<br>132 kV 開閉装置 (4 組)<br>その他 |                   |      |            |
|     |                | Gbarnga 132/33 kV 変電所       | Gbarnga 地域周辺のコミュニティにおける供給信頼性及び需要増対応        | 変電所    | 132/33 kV Gbarnga 変電所建設                             | 132/33 kV 開閉装置,<br>10 MVA 変圧器 (2 台)、その他                               | 7.0               |      |            |
|     |                |                             |                                            | 配電     | Gbarnga 地域周辺の 33 kV 配電線建設及び既設中圧配電線並びに Totota 方面との連系 | 200 km                                                                | 7.0               |      |            |
|     |                | Gbarnga 変電所関連低圧線建設及び顧客接続    | Gbarnga 地域周辺の顧客接続増対応                       | 低圧線用材料 | 低圧線建設<br>配電用変圧器<br>顧客接続                             | 875 km<br>10,500 kVA<br>35,000                                        | 4.0<br>1.0<br>2.0 |      |            |
| 2   | Bong / Nimba   | Botota-Tappita<br>132kV 送電線 | 系統連系及び需要増対応                                | 送電線    | 132 kV 送電線建設                                        | 77 km                                                                 | 12.7              | 35.3 | 2023       |
|     | Bong           | Botota 変電所                  | Tappita 地域への 132 kV 送電線延線                  | 変電所    | 132 kV 開閉装置                                         | 132 kV 開閉装置 (2 組)                                                     |                   |      |            |
|     | Nimba          | Tappita 132/33 kV 変電所       | Tappita 地域周辺のコミュニティにおける供給信頼性及び需要増対応        | 変電所    | 132/33 kV Tappita 変電所建設                             | 132/33 kV 開閉装置,<br>10 MVA 変圧器 (2 台)、その他                               | 4.5               |      |            |
|     |                |                             |                                            | 配電     | Tappita 33 kV 配電線建設及び既設国境付近の中圧配電線接続                 | 370 km                                                                | 12.9<br>5         |      |            |
|     |                | Tappita 変電所変電所関連低圧線建設及び顧客接続 | Tappita 地域周辺の顧客接続増対応                       | 低圧線用材料 | 低圧線建設<br>配電用変圧器<br>顧客接続                             | 625 km<br>7,500 kVA<br>25,000                                         | 3.0<br>0.7<br>1.4 |      |            |
| 3   | Bomi / Gbapolu | Kle-Gbapolu 66 kV 送電線       | 系統連系及び需要増対応                                | 送電線    | 66 kV 送電線建設                                         | 75 km                                                                 | 11.3              | 22.2 | 2023       |
|     | Gbapolu        | Kle 変電所                     | Gbapolu 地域への 132 kV 送電線延線                  | 変電所    | 66 kV 開閉装置                                          | 66 kV 開閉装置 (2 組)                                                      |                   |      |            |
|     | Gbapolu        | Gbapolu 66/33 kV 変電所        | Gbapolu 地域周辺のコミュニティにおける需要増対応               | 変電所    | 66/33 kV Gbapolu 変電所建設                              | 66/33 kV 開閉装置,<br>5 MVA 変圧器 (2 台)、その他                                 | 4.0               |      |            |
|     |                |                             |                                            | 配電     | Gbapolu 地域周辺の 33 kV 配電線建設                           | 160 km                                                                | 5.6               |      |            |
|     |                | Gbapolu 変電所変電所関連低圧線建設及び顧客接続 | Gbapolu、Lofa Bridge 及び Weajue 地域周辺の顧客接続増対応 | 低圧線用材料 | 低圧線建設<br>配電用変圧器<br>顧客接続                             | 125 km<br>1,500 kVA<br>5,000                                          | 0.6<br>0.4<br>0.3 |      |            |



## 第9章 マダガスカル共和国



## 第9章 マダガスカル共和国

### 9-1 概況

マダガスカルの GDP の約 3 割を占める農業セクターは、労働人口の約 75% が従事する基幹産業だが、その大部分は貧困層に分類される。こうした貧困農民の約 9 割は稲作に従事しており、コメは収入の約半分を占める基幹作物となっているが、関連インフラの未整備や資金及び技術不足等から、低い生産性に留まっており、農業セクター開発のためには、稲作振興による貧困農家の生産性向上への取り組みが不可欠である。また、食料安全保障の観点からも、人口増加（年率 3%）に合わせたコメの増産が必要とされており、コメの生産性向上は喫緊の課題とされている。2008 年まで毎年 4~9% の比較的高い経済成長率を記録してきたマダガスカルは、2009 年の政変後、国際社会による支援凍結や政府機能の著しい低下等による経済成長の停滞に陥ったが、2014 年の現権発足以降、徐々に回復の兆しを見せており、中でも鉱物セクターは経済成長を牽引する分野として注目されている。また、インフラ整備と並行して、経済成長の基盤となる主要都市における都市開発が必要とされている。当国では、初等教育就学率 3.4% (2012 年)、初等教育留年率 20.5% (2015 年)、初等教育修了率 68.5% (2013 年) に示されるように、基礎教育へのアクセス及び質に大きな課題を抱えている。

一方、当国では、財政的問題等から、多くの国民が医療サービスの恩恵を受けられない状況にある。国家開発計画 (PND) では、経済停滞の理由のひとつとして、ガバナンス能力の欠如が指摘され、ガバナンス能力の強化が国家優先課題として掲げられている。実際、政治（中央・地方）、経済及び司法等、幅広い分野にわたりガバナンス能力の問題が存在しているところ、持続的発展のためには、人材育成が大きな課題となっている。

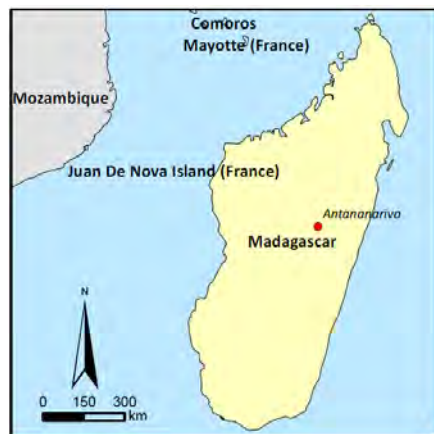


図 9-1.1 位置図

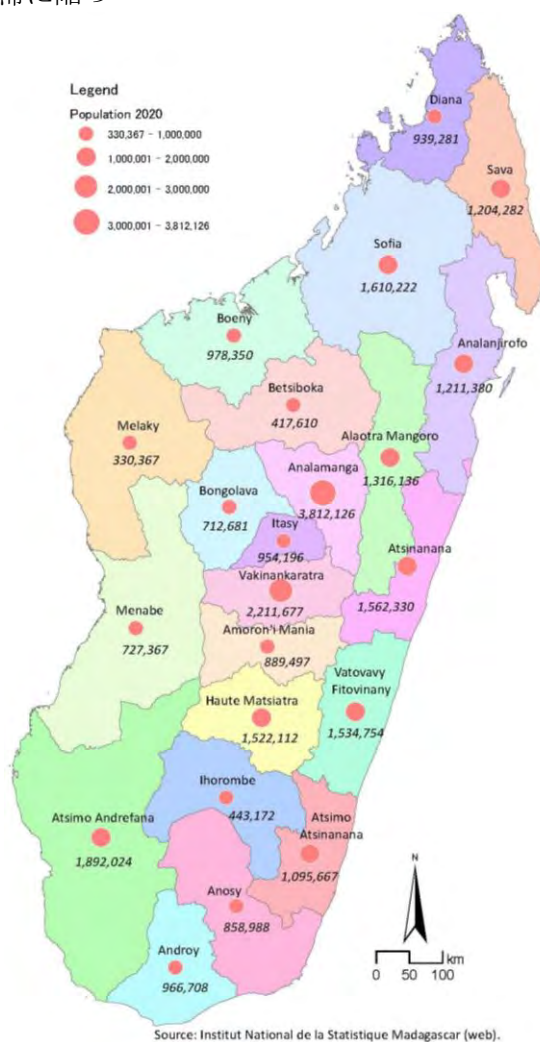


図 9-1.2 人口分布



表 9－1.1 主要データ

| 項目                | 内容                                      | 参照元        |
|-------------------|-----------------------------------------|------------|
| 面積                | 587,295 平方キロメートル                        | 日本の約 1.6 倍 |
| 人口                | 2,843 万人                                | 2021 年世銀   |
| 首都                | アンタナナリボ                                 |            |
| 民族                | アフリカ大陸系、マレー系、部族は約 18 (メリナ、ベチレオ他)        |            |
| 言語                | マダガスカル語、フランス語 (共に公用語)                   |            |
| 宗教                | キリスト教、伝統宗教、イスラム教                        |            |
| 政体                | 共和制                                     |            |
| 議会                | 二院制 (上院 63 議席、下院 151 議席、任期 5 年)         |            |
| 国内総生産 (GDP)       | 146 億米ドル                                | 2021 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得 (GNI) | 500 米ドル                                 | 2021 年世銀   |
| 経済成長率             | 4.4%                                    | 2021 年世銀   |
| 失業率               | －                                       |            |
| 電化率               | 全国 : 27.0%<br>都市部 : 57.8%<br>地方部 : 7.7% | 2020 年 IEA |

表 9－1.2 対マダガスカル開発協力方針 (2017 年時点)

| 項目       | 内容                                                         |
|----------|------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【経済開発と社会開発のバランスの取れた持続的発展支援】                                |
| 重点分野     | (1) 農業・農村開発<br>(2) 経済インフラ開発<br>(3) 社会セクター開発<br>(4) ガバナンス改善 |

## 9－2 エネルギー政策

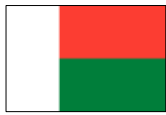
エネルギー・炭化水素省 (MEH) により策定されたマダガスカルにおけるエネルギーセクター政策では、以下の目標を定めている。

- ユニバーサル電力アクセス
- 電力の質と量におけるエネルギー供給の安全保障
- 天然資源の持続可能な開発のビジョンを持ったエネルギー部門の開発

### (1) 電力アクセス向上の取り組み

#### 1) 地域毎の電化率

マダガスカルの電化率は、2013 年には、全国 15%、都市部 51%、地方部 4.75% (Document d'Etude de la Politique et Stratégie de l' Energie 4 août 2015) となっていたが、現在、全国 27%、都市部 57.8%、地方部 7.7% (2020 年 IEA) まで上昇している。2030 年までに全国の電化率を 70% とすることを目標として様々なエネルギー政策を推進している。



## 2) 電力アクセス向上に向けた政策

現在、マダガスカルでは、マラガシー電気・水道供給会社（JIRAMA）が電力アクセス向上に向けたオングリッド、オフグリッドの開発を行っている。特に、上記 2030 年での全国電化率 70% の目標を達成するために、オフグリッドの計画も積極的に進めており、2030 年には、再生可能エネルギー比率を全体の 80% にまで向上させることを目標に開発を推進している。

## (2) 再生可能エネルギーの方針と目標

マダガスカルには特定の再生可能エネルギー政策は策定されていないが、エネルギー省の主な狙いの 1 つとして、電力アクセス率の向上及び国民に対して手頃な価格で電力を提供し、国内の再生可能エネルギー発電の可能性を引き出すことである。エネルギー省は現在、欧州連合（EU）の支援を受けエネルギー政策を更新しており、次項が期待されている。

- 政府の枠組みである国営公益事業（JIRAMA）を強化し、民間投資を促進する。
- 2020 年、2030 年、2050 年までに、エネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの優位性をそれぞれ少なくとも 5%、20%、80% に向上させ、小規模および大規模の水力発電と代替エネルギー源の開発に焦点を当てる。
- 天然資源の持続可能な利用を確保する。

## 9-3 エネルギー需給

マダガスカル共和国におけるエネルギー資源のポテンシャルは、水力が 7,800 MW 想定されているが数パーセントの利用となっている。その他の再生可能エネルギーとしては太陽光の平均日射量が 2,000 kW/m<sup>2</sup>/year と複数地域における風力エネルギーのポテンシャルの存在が公表されているものの、これまでの実際の利用は極めて少ない。

表 9-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位：ktoc 石油換算 1,000 トン) (P：推定)

|              | 2000 | 2005 | 2014 | 2015  | 2016  | 2017  | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |      |       |       |       |                   |                   |
| 石 炭          | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| 木 炭          | 474  | 670  | 921  | 1,148 | 1,148 | 1,148 | 1,160             | 1,173             |
| 石 油          | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 電 力          | 67   | 85   | 213  | 228   | 235   | 194   | 210               | 227               |
| 化石燃料         | 21   | 29   | 135  | 144   | 145   | 124   | 134               | 146               |
| 水 力          | 46   | 56   | 77   | 83    | 90    | 67    | 73                | 79                |
| 地 熱          | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| 再エネ（太陽光、風力）  | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 2     | 2                 | 2                 |
| <b>輸入量</b>   |      |      |      |       |       |       |                   |                   |
| 石 炭          | 1    | 9    | 8    | 8     | 8     | 281   | 292               | 305               |
| 石 油          | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| 石油製品         | 270  | 430  | 788  | 775   | 819   | 2,156 | 2,300             | 2,454             |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 電 力          | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -                 | -                 |



|              | 2000 | 2005 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 <sup>p</sup> | 2019 <sup>p</sup> |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
| <b>最終消費量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石 炭          | 9    | 6    | 6    | 6    | 6    | 261  | 271               | 289               |
| 石 油          | 159  | 225  | 668  | 678  | 699  | 616  | 635               | 655               |
| 天然ガス         | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |
| 電 力          | 49   | 63   | 87   | 87   | 91   | 143  | 159               | 181               |

出典：African Energy Commission – AFREC Database

## 9-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、エネルギー・炭化水素省（MEH）である。電力供給は、マラガシー電気・水道供給会社（JIRAMA）によって行われている。その他電力関連の組織として、電力規制を担う電力規制委員会（ORE）、地方電化を推進する地方電化開発庁（ADER）がある。なお、エネルギー・炭化水素省（MEH）は、2030 年までに電化率 70%達成を掲げている。

表 9-4.1 電気事業体制

|          |                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：    | MINISTERE DE L' ENERGIE :Ministère de l' Énergie et des Hydrocarbures (MEH) |
| 電気事業体：   | 発電・送電・配電部門(民営)：Jiro sy rano malagasy (JIRAMA)                               |
| 電力規制：    | Organisme de Regulation de l' Electricité (ORE)                             |
| 地方電化開発庁： | Agence de Développement de l' Électrification Rurale (ADER)                 |

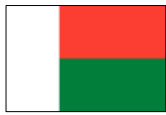
## 9-5 電力需給

マダガスカル共和国における電力は、水力と火力（ディーゼル）発電で賄われている。2010 年代前半は水力で全発生電力量の約 6 割を占めていたものが、2019 年には火力が過半数割合を占めるようになってきているが、火力は常設機が減少しレンタル機による供給が主となっている。需要は 2010 年～2019 年の 10 年間で年平均 5%の伸びを示しているのに対して、水力発電による供給力は年平均 3%の伸びとなっている。

表 9-5.1 電力需要供給状況一覧

(単位：GWh)

| 年                | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | 2016         | 2017         | 2018         | 2019         |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>発生電力量</b>     | <b>1,190</b> | <b>1,268</b> | <b>1,350</b> | <b>1,423</b> | <b>1,488</b> | <b>1,542</b> | <b>1,652</b> | <b>1,701</b> | <b>1,797</b> | <b>1,860</b> |
| <b>水力発電</b>      | <b>711</b>   | <b>690</b>   | <b>755</b>   | <b>809</b>   | <b>884</b>   | <b>935</b>   | <b>887</b>   | <b>784</b>   | <b>968</b>   | <b>886</b>   |
| JIRAMA           | 637          | 595          | 676          | 727          | 808          | 832          | 791          | 708          | 850          | 797          |
| IPP              | 74           | 95           | 79           | 82           | 76           | 102          | 96           | 76           | 118          | 89           |
| <b>火力発電</b>      | <b>479</b>   | <b>577</b>   | <b>595</b>   | <b>614</b>   | <b>604</b>   | <b>607</b>   | <b>765</b>   | <b>917</b>   | <b>812</b>   | <b>941</b>   |
| ディーゼル（軽油）        | 176          | 202          | 234          | 269          | 314          | 450          | 555          | 435          | 262          | 249          |
| JIRAMA           | 149          | 162          | 159          | 145          | 106          | 106          | 74           | 53           | 59           | 49           |
| レンタル             | 25           | 24           | 70           | 116          | 208          | 343          | 481          | 381          | 203          | 184          |
| 購 入              | 3            | 16           | 4            | 9            | 0            | 0            | 0            | 0            | 1            | 16           |
| ディーゼル（重油）        | 302          | 375          | 361          | 345          | 290          | 158          | 210          | 483          | 550          | 691          |
| JIRAMA           | 166          | 222          | 232          | 221          | 136          | 24           | 7            | 4            | 1            | 3            |
| レンタル             | 136          | 147          | 118          | 113          | 131          | 123          | 163          | 191          | 171          | 185          |
| 購 入              | 0            | 6            | 10           | 11           | 23           | 11           | 40           | 288          | 377          | 503          |
| <b>太陽光（系統連系）</b> | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>15</b>    | <b>32</b>    |
| JIRAMA           | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |



| 年                     | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Achat                 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15    | 32    |
| ハイブリッド<br>(太陽光・ディーゼル) | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     |
| 供給電力量<br>(発電所内消費量減算)  | 1,126 | 1,184 | 1,265 | 1,337 | 1,392 | 1,443 | 1,530 | 1,577 | 1,649 | 1,708 |
| 需要家消費電力量              | 850   | 883   | 930   | 955   | 1,000 | 1,025 | 1,108 | 1,147 | 1,276 | 1,335 |
| 高圧/中圧需要               | 328   | 331   | 346   | 342   | 367   | 374   | 416   | 442   | 532   | 551   |
| 企業                    | 252   | 257   | 268   | 264   | 288   | 291   | 328   | 351   | 425   | 420   |
| 行政機関                  | 27    | 24    | 27    | 25    | 26    | 26    | 26    | 27    | 30    | 30    |
| ポンプ負荷                 | 50    | 50    | 50    | 53    | 53    | 57    | 62    | 64    | 78    | 101   |
| 低圧需要                  | 522   | 552   | 584   | 613   | 633   | 651   | 692   | 705   | 744   | 783   |
| 中小企業                  | 60    | 61    | 63    | 70    | 72    | 70    | 82    | 75    | 77    | 87    |
| 住宅                    | 454   | 483   | 513   | 536   | 555   | 574   | 604   | 625   | 662   | 692   |
| 公共道路照明                | 8     | 8     | 8     | 7     | 7     | 7     | 6     | 5     | 5     | 5     |
| 送配電損失 (GWh)           | 276   | 301   | 335   | 382   | 392   | 418   | 422   | 430   | 373   | 373   |
|                       | 24.5% | 25.4% | 26.5% | 28.6% | 28.2% | 29.0% | 27.6% | 27.3% | 22.6% | 21.8% |

出典：JIRAMA 提供資料から調査団作成

マダガスカル共和国における全国最大の電力は、次表のとおり推移しており 10 年間で年平均 4 % の伸びを示している。

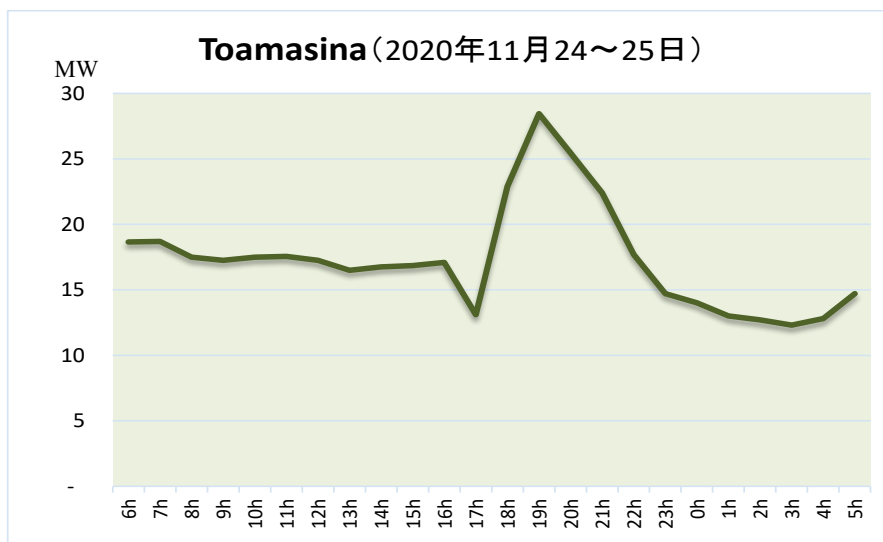
表 9-5.2 最高電力の推移

(単位：MW)

| 年      | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 全国最大電力 | 256  | 279  | 286  | 306  | 320  | 328  | 342  | 354  | 375  | 367  |

出典：JIRAMA

マダガスカル共和国の日負荷特性は、夕方の 19～20 時頃の夕食時間帯にピークを迎えるパターンで、今回調査では複数都市の負荷実績を入手したが、都市部も村落部も傾向は大きくは変わらない。下図に Toamasina における 2020 年の最大電力を記録した 11 月 24 日の負荷特性を示す。



出典：JIRAMA 提供データから調査団作成

図 9-5.1 都市における日負荷曲線(実績)

## 9-6 電力設備

マダガスカル共和国は水力資源に恵まれてはいるものの送電系統が開発段階にあり 3 箇所の都市部及びその近郊に限られており、独立電源による都市・村落への電力供給が主体となっている。JIRAMA は 115 箇所の独立電源系統の運営を実施している。

### (1) 発電設備

現在までの発電設備は、ディーゼル発電設備が台数で圧倒しており、全国に点在している。首都や大都市への電力供給は水力発電による供給が主体となっている。農村部の電化促進には農村電化庁 (ADER) により、再エネ電源 (太陽光や小水力) を利用して独立電源系統での開発が進められている。

独立系統での電力供給も実施しているため、数 kW～60 MW の範囲で全国に 570 台の発電設備が存在し、発電設備合計容量は定格容量ベースで約 690 MW (2020 年) となっている。種類別では、ディーゼル (軽油・重油合算) 発電設備が約 490 MW で 525 台、水力発電設備が約 170 MW で 37 台、及び太陽光発電設備が約 27 MW で 7 箇所の構成である。

主要な水力とディーゼル発電設備 (5 MW 以上) と太陽光発電設備の一覧表を以下に、及び全国の水力とディーゼル発電設備と送電線の配置図を図 9-6.1 に示す。



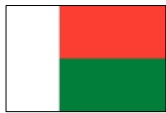


表 9－6.1 主要発電整備

| 電源種別  | 発電所名            | 設備容量<br>(MW) | 可能出力<br>(MW) | 運開年  | 運用者                |
|-------|-----------------|--------------|--------------|------|--------------------|
| 水 力   | Andekaleka      | 31           | 31           | 1982 | JIRAMA             |
|       | Andekaleka      | 31           | 31           | 1982 | JIRAMA             |
|       | Andekaleka      | 33           | 30           | 2012 | JIRAMA             |
|       | Mandraka        | 6            | 6            | 1956 | JIRAMA             |
|       | Mandraka        | 6            | 6            | 1956 | JIRAMA             |
|       | Mandraka        | 6            | 6            | 1966 | JIRAMA             |
|       | Mandraka        | 6            | 6            | 1972 | JIRAMA             |
|       | Sahanivotry     | 18           | 2.5          | 2008 | HYDELEC            |
|       | Tsiazompaniry   | 5            | 2            | 2010 | HFF                |
| ディーゼル | Ambohimambola   | 40           | 33           | 2017 | JOVENA TAC         |
|       | Ambohimambola   | 60           | 60           | 2017 | AKSAF POWER        |
|       | Ambohimambola 2 | 25           | 23.5         | 2009 | AKSAF POWER (CTA2) |
|       | Antsirabe       | 7            | 6            | 1982 | VESTOP             |
|       | Mandroseza      | 40           | 20           | 2008 | SYMBION POWER      |
|       | Toamasina       | 6            | 4.5          | 2009 | JIRAMA             |
|       | Toamasina       | 6            | 4.5          | 2009 | JIRAMA             |
|       | Toamasina       | 5.3          | 3            | 2009 | ENELEC 2           |
|       | Toamasina       | 6.6          | －            | 2009 | ENELEC 2           |
|       | Toamasina       | 6            | 5.5          | 2009 | VESTOP             |
|       | Mahajanga       | 6.5          | 4.5          | 2008 | ENELEC             |
|       | Mahajanga       | 6.5          | －            | 2009 | ENELEC             |
|       | Antsiranana     | 25.5         | 13           | 2007 | ENELEC             |
|       | Toliara         | 7.5          | 3.5          | 2014 | ENELEC             |
|       | Toliara         | 5.5          | 5.3          | 2014 | ENELEC             |
|       | Toliara         | 7.5          | 5.3          | 2015 | ENELEC             |
| 太陽光   | Ambatolampy     | 20           | 17           | 2018 | GREEN ENERGY       |
|       | Antsirabe       | 1            | 0.83         | 2020 | SUNFARMING         |
|       | Toamasina       | 2            | 1            | 2020 | LIDERA GREEN POWER |
|       | Antsohihy       | 0.715        |              | 2020 | FIRST ENERGY       |
|       | Maevatanana     | 0.369        | 0.2          | 2017 | FIRST ENERGY       |
|       | Maevatanana     | 0.1          | －            | 2020 | FIRST ENERGY       |
|       | Toliara         | 2.9          | 2.4          | 2020 | ENELEC             |
|       | Benenitra       | 7            | 4            | 2001 | JIRAMA             |

出典：JIRAMA 提供データから調査団作成

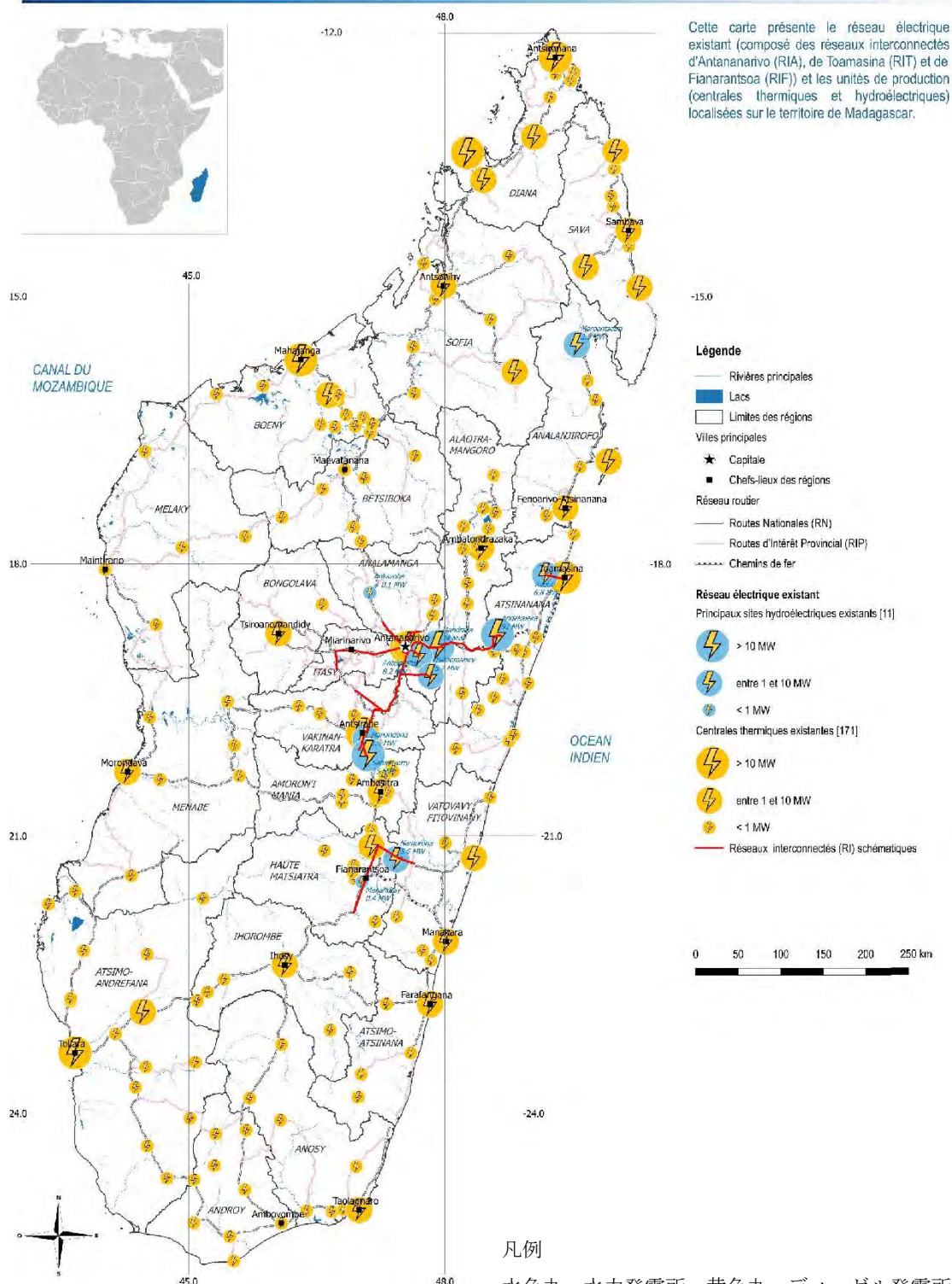




## MADAGASCAR

Atlas de la Ressource Hydroélectrique (1-20 MW)

## RESEAU ELECTRIQUE ET UNITES DE PRODUCTION

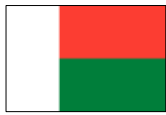


出典：Small Hydro Resource Mapping in Madagascar, Hydrop

図 9-6.1 水力・火力発電所と送電線配置 (2017 年)

### (2) 送配電設備

現在のマダガスカルの送電系統は、Antananarivo – Antsirabe 系統 (RIA)、Toamasina 系統 (RIT) 及び Fianarantsoa (RIF) の都市部のみに 3 系統に分かれて存在し、138 kV、63 kV 及び 35kV で運



用されている。

表 9-6.2 RIA 系統の送電線一覧表

(138 kV と 63 kV のみ掲載)

| 電圧<br>(kV) | 自             | 至             | 亘長<br>(km) | 導体種類  | 導体断面積<br>(mm <sup>2</sup> ) | 容量<br>(A) |
|------------|---------------|---------------|------------|-------|-----------------------------|-----------|
| 138        | Andekaleka    | Ambohimambola | 138        | ACSR  | 265                         | 600       |
| 138        | Tana Nord     | Ambohimambola | 14.2       | ACSR  | 228                         | 550       |
| 63         | Mandraka      | Ambohimambola | 44.6       | ACSR  | 228                         | 550       |
| 63         | Ambodivona    | Ambohimambola | 10.8       | ACSR  | 228                         | 550       |
| 63         | Tana Sud      | Ambohimambola | 18         | ACSR  | 228                         | 550       |
| 63         | Ambohimambola | Behenja       | 35         | ACSR  | 228                         | 550       |
| 63         | Tsiazompaniry | Behenja       | 39         | ACSR  | 117                         | 260       |
| 63         | Behenja       | 分岐点           | 15         | ACSR  | 228                         | 550       |
| 63         | Ambatolampy   | 分岐点           | 0.1        | ACSR  | 228                         | 550       |
| 63         | Antsirabe     | 分岐点           | 90         | ACSR  | 228                         | 550       |
| 63         | Antsirabe     | Antsipolitra  | 1          | ASTER | 117                         | 260       |
| 63         | Sahanivotry   | Antsipolitra  | 20         | ASTER | 117                         | 260       |

出典：JIRAMA

表 9-6.3 RIA 系統の変電所と変圧器一覧表

| 変電所名          | 変圧器  | 1 次電圧<br>(kV) | 2 次電圧<br>(kV) | 容量<br>(MVA) |
|---------------|------|---------------|---------------|-------------|
| Tana Nord     | TR1  | 138           | 20            | 25          |
|               | TR2  | 138           | 20            | 25          |
|               | TR3  | 20            | 35            | 7           |
| Tana Sud      | TR1  | 63            | 35            | 25          |
|               | TR2  | 63            | 35            | 25          |
|               | TR4  | 63            | 20            | 25          |
| Ambodivona    | TR1  | 63            | 35            | 25          |
|               | TR2  | 63            | 35            | 25          |
| Ambohimambola | TR1  | 63            | 20            | 15          |
|               | TR2  | 63            | 20            | 15          |
|               | TR3  | 63            | 20            | 10          |
|               | TR4  | 63            | 20            | 10          |
|               | ATR1 | 138           | 63            | 30          |
|               | ATR2 | 138           | 63            | 30          |
|               | ATR3 | 138           | 63            | 30          |
| Tsiazompaniry | TR3  | 63            | 20            | 10          |
| Ambatolampy   | TR1  | 63            | 20            | 4           |
|               | TR2  | 63            | 20            | 4           |
| Antsirabe     | TR4  | 63            | 20            | 15          |
|               | TR5  | 63            | 20            | 15          |

出典：JIRAMA

都市部の需要増対応と電力の安定供給を目的に、超高压の 220 kV も追加して現在の 3 系統を連系する予定となっている。(PDMC では 2021 年には連系完了) この連系は JICA 支援で実施された、



「アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸(TaToM) 総合開発計画策定プロジェクト」に掲載の高優先プロジェクトのうちの JIRAMA 所掌分の内の項目である。2021 年 7 月現在の本調査での収集情報では、この連系は複数のプロジェクトで構成され、RIT 連系部は工事中、それ以外は、2019 年 3 月からコンサルタント (TRACTEBEL) を雇用し、事業化調査 (FS) を開始しているが、その完了時期については情報を得ていない。その他の送電線連系以外にも RIA における変圧器の増強等の送配電網強化の計画の情報を得ている。

独立系統における農村部の開発は前述の通り ADER により再エネ電源導入を主体に開発が進められており、SREP (Scaling up Renewable Energy Program in Low Income Countries) プログラム資金利用 9 件 (2018 年計画) をはじめ、ドナーからの支援を得ながらミニグリッドの開発を行い、運営はプライベート企業がエネルギー・水・炭化水素省 (MEEH) との契約を行い実施している。図 9-6.2 に全国及び首都近郊の送電線配置概要図を、図 9-6.3 に RIA 系統の送電系統図 (2018 年) を示す。

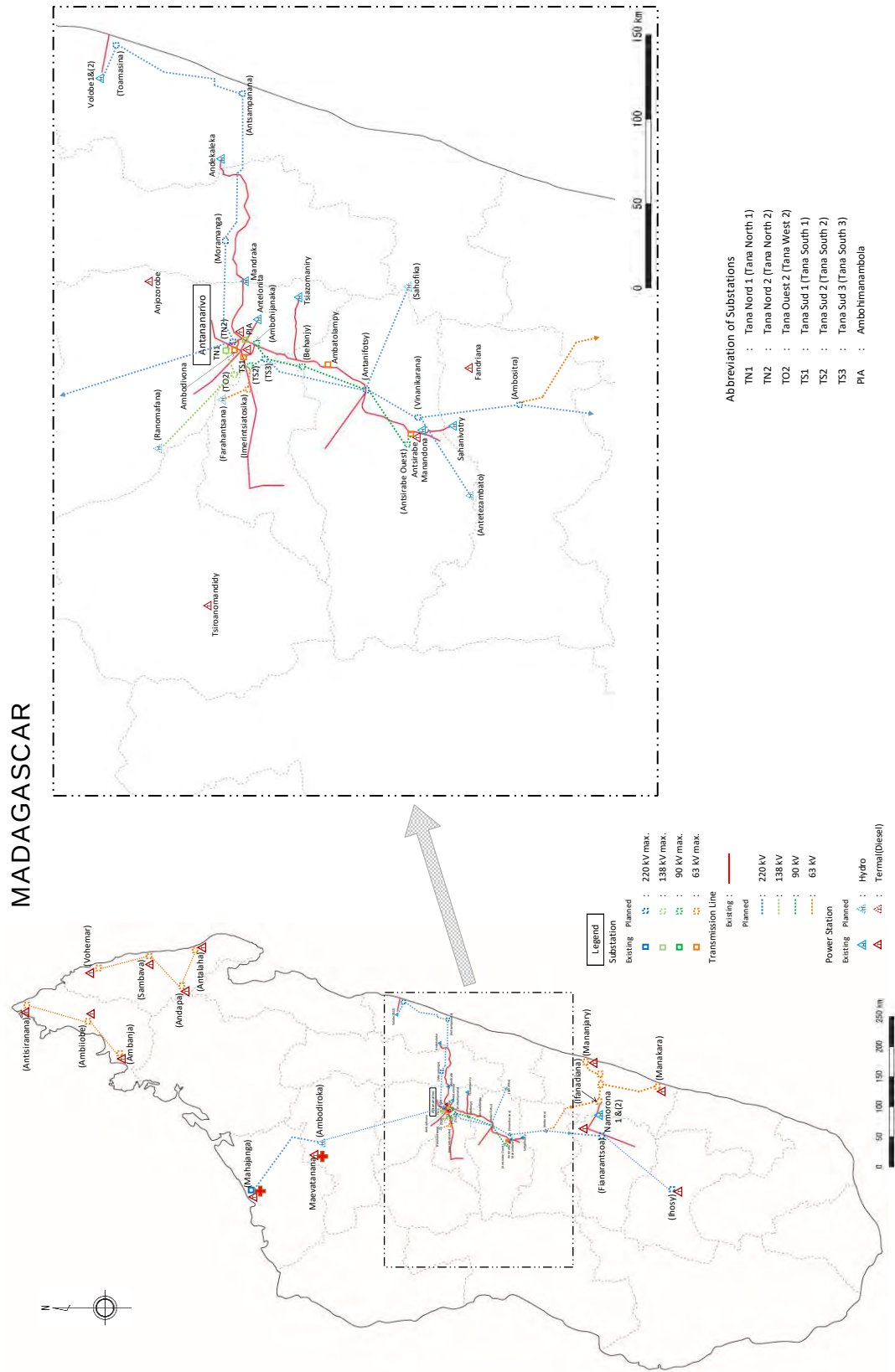
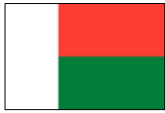
配電線は JIRAMA において 7 地域とそれ以外の独立系統の計 8 区分で整理されている。配電電圧は、首都近郊では 20 kV が利用されているが、全国的には、15kV、5.5 kV 及び 5kV の電圧階級も使用されている。下表に配電地域区分に 2018 年における柱上変圧器運用台数と過負荷運用台数及び当該年に損傷した変圧器台数を示す。

表 9-6.4 配電系統と柱上変圧器台数 (2018 年)

| 地 域          | 運 用<br>変圧器台数 | 過負荷運用変圧器 |       | 2018 年の<br>損傷台数 | 備 考          |
|--------------|--------------|----------|-------|-----------------|--------------|
|              |              | 台 数      | 率     |                 |              |
| Antsirabe    | 103          | 38       | 36.9% | 2               |              |
| Antsiranana  | 99           | 8        | 8.1%  | 12              |              |
| Fianarantsoa | 158          | 21       | 13.3% | 5               |              |
| Mahajanga    | 140          | 43       | 30.7% | 3               |              |
| Toamasina    | 177          | 34       | 19.2% | 11              |              |
| Toliara      | 128          | 21       | 16.4% | 9               |              |
| Tana         | 62           | 8        | 12.9% | 7               | Antananarivo |
| Others       | 1,137        | 327      | 28.8% | 28              |              |
| 合 計          | 2,004        | 500      | 25.0% | 77              |              |

出典：JIRAMA 2018 年年報

マダガスカル共和国における配電網の設備は、老朽化しており、保守もしっかりとされていない時期がある上に、需要の伸びも重なり 25%もの柱上変圧器が過負荷運用の責務を負わされている。過負荷運用を行えば、電線や開閉器等の関連機器にも負担がかかり、過負荷に伴うトリップだけでなく、機器内部事故や短絡事故に波及するケースもある。さらに、朽ちた電柱の倒壊や電線の断線も報告されており、2018 年だけで全国で 2,597 件の事故が記録されている。電力需給の欄に記述のとおり、送配電損失も大きな数値を示しており、ノンテクニカルロスも含まれているが、盗電のみならず電線や機器類の盗難も多いとの報告もされている。



出典：JIRAMA 提供データから調査団作成

図 9-6.2 全国及び首都近郊の送電線配置概要図



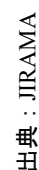
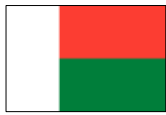


図 9-6.3 送電系統図 (RIA のみ) (2018 年 現状相当)



### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

政府は、国家開発計画（PND 2015-2020）の中で、農業を経済成長戦略セクターのひとつとし、灌漑施設をはじめとする農業生産施設の整備、近代的農業の推進、及び市場の拡大等に取り組んでいる。2016年に改定された国家稲作開発戦略の中でも、2020年までにコメの生産を2014年レベルより倍増し、食料安全保障及び経済発展に寄与するとともに、農業従事者の収入を上げることが目標になっている。

同国では、2014年の現権発足以降、徐々に経済成長が回復の兆しを見せているが、中でも鉱物セクターは経済成長を牽引する分野として注目されている。既にニッケル、コバルト及びチタン等の採掘生産事業が展開されており、国家開発計画（PND）でも、鉱物セクターを中心とした第二次産業の二桁成長を基盤として毎年GDP成長率7%を達成することが目指されている。しかし、そのような経済成長を図るためには、脆弱な道路・港湾等の基幹インフラを整備し、国内物流を強化することが不可欠である。また、上記インフラ整備と並行して、経済成長の基盤となる主要都市における都市開発が必要とされている。

#### 9-7 課題と開発ニーズ

2013年のマダガスカルの全国電化率はわずか15%程度（都市部で51%、地方部で4.75%）、であった。2019年には全国電化率38.7%（都市部で64.4%、地方部で23.17%）まで増加しているものの、政府の目標である全国電化率70%までは遠い。

政府は2030年までに再エネ比率を全体の80%まで向上させるという開発目標をあげ、オフグリッドによる農村部の開発は地方電化庁（ADER）により行われているものの、JIRAMAの運営とはならないため、支援が困難である。

首都の送変電開発支援に加えて、政府のエネルギー政策の再エネ利用促進方針及び電力へのアクセス向上に合わせ、既存のミニグリッドを太陽光発電とハイブリッド化（蓄電池との組み合わせも考慮）する、再エネ率の向上とディーゼル燃料の燃費減らし支援を提案したい。

#### 9-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容、及び現地での協議内容を踏まえて作成したプロジェクト候補リストを表9-8. 1に示す。



表 9-8.1 プロジェクト候補リスト (マダガスカル)

| 優先度 | 地域                                  | プロジェクト名<br>(仮)                     | プロジェクトの目的                  | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                | 数量                                                                                                     | 概算費用<br>(百万米ドル) |   | 運用開始<br>時期 |
|-----|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|------------|
|     |                                     |                                    |                            |     |                                                                                          |                                                                                                        | 個別              | 計 |            |
| 1   | Toamasina                           | トアマシナ配電網<br>強化計画                   | TAMATAVE-1(TM-1) リプ<br>レース | 変電所 | 35kV 開閉設備<br>35/20 kV 変圧器<br>20kV 開閉設備<br><br>制御・保護システム、制御棟建屋                            | 受電用 x2, 変圧器用 x2, 母連<br>用 x1<br>25MVA x 2<br>変圧器用 x2 変圧器 x2, セク<br>ション x 1<br>1 式                       | 20              |   | -          |
|     |                                     |                                    | TAMATAVE-2(TM-2) リプ<br>レース | 変電所 | 35kV 開閉設備<br>35/20 kV 変圧器<br>20kV 開閉設備<br><br>制御・保護システム、制御棟建屋                            | 受電用 x3, 変圧器用 x2, フィ<br>ーダー用 x3, セクション x1<br>20MVA x 2<br>変圧器用 x2, フィーダー用<br>x12, セクション x1<br>1 式       |                 |   | -          |
|     |                                     |                                    | 35kV 配電線新設工事               | 配電線 | TM-220 ~ TM-2<br>TM2~TM1                                                                 | 10km x 2 回線<br>10km x 2 回線                                                                             |                 |   | -          |
| 2   | Anarlamanga/<br>Vakinankara 変<br>圧器 | アンタナナリボ変<br>電設備強化計画<br>(JIRAMA 提案) | Ambodivona 変電所増強           | 変電所 | 63kV 開閉設備<br><br>63/35 kV 変圧器.<br>63/20 kV 変圧器.<br>20 kV 開閉設備<br>制御・保護システム、制御棟建屋         | フィーダーx1 (更新)<br>変圧器 x4 (増設)<br>50 MVA x 2<br>25 MVA x 2<br>フィーダーx7 (+2 VT)<br>1 式                      | -               | - | -          |
|     |                                     |                                    | Tana Sud 変電所増強             | 変電所 | 63kV 開閉設備<br><br>63/35 kV 変圧器.<br>35 kV 開閉設備<br>63/20 kV 変圧器.<br>20 kV 開閉設備<br>制御・保護システム | フィーダーx1 (更新)<br>変圧器 x3 (増設)<br>25 MVA x 2(移設)<br>フィーダーx10 (+2VT)<br>25 MVA x1<br>フィーダーx6 (+2VT)<br>1 式 | -               | - | -          |
|     |                                     |                                    | Tana Nord 変電所増強            | 変電所 | 138kV 開閉設備<br>138/35 kV 変圧器<br>35 kV 開閉設備<br>138/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉設備<br>制御・保護システム    | 変圧器 x2<br>25MVA x 1<br>フィーダーx3 (+1 VT)<br>25MVA x 1<br>フィーダーx4 (+1 VT)<br>1 式                          | -               | - | -          |
|     |                                     |                                    | Mandroseza 変電所増強           | 変電所 | 35/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉設備<br>制御・保護システム                                                  | 7MVA x 1<br>フィーダーx6 (+1VT)<br>1 式                                                                      | -               | - | -          |



| 優先度 | 地域                                    | プロジェクト名<br>(仮)                                  | プロジェクトの目的                    | 分類         | 主要コンポーネント                                                                | 数量                                                                                            | 概算費用<br>(百万米ドル) |      | 運用開始<br>時期 |
|-----|---------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------------|
|     |                                       |                                                 |                              |            |                                                                          |                                                                                               | 個別              | 計    |            |
|     |                                       |                                                 | PIA (Ambohimambola) 変電所増強    | Substation | 20kV 開閉設備<br>制御・保護システム                                                   | フィーダーx6 (+1VT)<br>1 式                                                                         | -               |      | -          |
|     | Anarlamanga/<br>Vakinankara 変<br>圧器 a | RIA Tana 変電所<br>の増強                             | Tana 南変電所の増強                 | 変電所        | 63kV 開閉装置<br>63/35 kV 変圧器<br>35 kV 開閉装置<br>63/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉装置    | 2 区画 変圧器用<br>1 台 25 MVA<br>3 区画 (変圧器, 2 送電線<br>用)<br>1 台 25 MVA<br>3 区画 (変圧器, 2 配電<br>線用)     | 1.75            | 6.75 | -          |
|     |                                       |                                                 | Ambodivona 変電所の増<br>強        | 変電所        | 63kV 開閉装置<br>63/35 kV 変圧器<br>35 kV 開閉装置<br>63/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉装置    | 2 区画 for 変圧器.<br>1 台 25 MVA<br>4 区画 (変圧器, 3 配電<br>線用)<br>1 台 25 MVA<br>4 区画 (変圧器, 3 配電線<br>用) | 1.25            |      |            |
|     |                                       |                                                 | Mandroseza 変電所の増<br>強        | 変電所        | 20 kV 開閉装置<br>(5 kV から 20 kV に昇圧) ?<br>中性点接地装置                           | 8 区画 (4 受電, 4 配電線<br>用)                                                                       | 0.8             |      |            |
|     |                                       |                                                 | Ambatolampy 変電所の増<br>強       | 変電所        | 63kV 開閉装置<br>63/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉装置                                  | 1 区画 変圧器用<br>1 台 4 MVA<br>1 区画 変圧器用                                                           | 0.75            |      |            |
|     |                                       |                                                 | Antsirabe 変電所の増強             | 変電所        | 63 kV 開閉装置<br>63/20 kV 変圧器<br>中性点接地装置<br>20 kV 開閉装置                      | 1 区画 変圧器用<br>1 台 15 MVA<br>1 台<br>1 区画 変圧器用                                                   | 0.9             |      |            |
|     |                                       |                                                 | Tana 西変電所の増強                 | 変電所        | 63kV 開閉装置<br>63/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉装置                                  | 1 区画 変圧器用<br>1 台 25 MVA<br>4 区画 (変圧器, 3 配電線<br>用)                                             | 1.3             |      |            |
|     |                                       |                                                 |                              |            |                                                                          |                                                                                               |                 |      |            |
|     | Anarlamanga                           | 電力セクター運用<br>向上計画プロジェ<br>クト (RIA の<br>PAGOSE 拡張) | PIA Ambohimambola 変<br>電所の増強 | 変電所        | 138 kV 開閉装置<br>138/63 kV 変圧器<br>63 kV 開閉装置<br>63/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉装置 | 1 区画 変圧器用<br>1 台 120 MVA<br>2 区画 変圧器用<br>1 台 18 MVA<br>1 区画 変圧器用                              | 1.25            | 2.75 | -          |



| 優先度 | 地域                                    | プロジェクト名<br>(仮)               | プロジェクトの目的                   | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                                                                         | 数量                                                                                                                                                                                                                    | 概算費用<br>(百万米ドル) |      | 運用開始<br>時期 |
|-----|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------------|
|     |                                       |                              |                             |     |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       | 個別              | 計    |            |
|     |                                       |                              | Tana 北 1 変電所の増強             | 変電所 | 138 kV 開閉装置<br>138/35 kV 変圧器<br>63 kV 開閉装置<br>63/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉装置                                                                          | 2 区画 変圧器用<br>1 台 25 MVA<br>4 区画 (2 変圧器, 2 送電線用)<br>1 台 18 MVA<br>1 区画 変圧器用                                                                                                                                            | 1.5             |      |            |
|     |                                       |                              |                             | 送電  | Tana 南と Ambodivona 変電所を含む 63 kV 送電線によるループ系統の作成                                                                                                    | XXX km ?                                                                                                                                                                                                              |                 |      |            |
|     |                                       |                              |                             | 変電所 | 63 kV 区画の拡張 (Tana 南変電所と Ambodivona 変電所 ?)                                                                                                         | 各変電所に 1 区画                                                                                                                                                                                                            |                 |      |            |
|     | Anarlamanga/<br>Vakinankara 変<br>圧器 a | Tana 地区環状送電<br>線形成プロジェク<br>ト | コンポーネント 1<br>Tana 南 2 変電所建設 | 変電所 | 138 kV 開閉装置<br>138/90 kV 変圧器<br>90 kV 開閉装置<br>90/63 kV 変圧器<br>90/35 kV 変圧器<br>90/20 kV 変圧器<br>63 kV 開閉装置<br>35 kV 開閉装置<br>20 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置 | 4 区画 (1 送電線, 2 変圧器,<br>母線連絡用)<br>2 台 45 MVA<br>10 区画 (2 送電線, 7 変圧器,<br>母線連絡用)<br>2 台 45 MVA<br>1 台 25 MVA<br>2 台 25 MVA<br>5 区画 (2 送電線, 2 変圧器,<br>母線連絡用)<br>5 区画 (1 受電, 4 配電線<br>用)<br>7 区画 (2 受電, 5 配電線<br>用)<br>1 式 | 13.5            | 60.5 | -          |
|     |                                       |                              | コンポーネント 2<br>Tana 西 2 変電所建設 | 変電所 | 138 kV 開閉装置<br>138/35 kV 変圧器<br>138/20 kV 変圧器<br>35 kV 開閉装置<br>20 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                                            | 6 区画 (2 送電線, 3 変圧器,<br>母線連絡用)<br>1 台 25 MVA<br>2 台 25 MVA<br>7 区画 (1 受電, 5 配電線, コ<br>ンデンサバンク用)<br>8 区画 (2 受電, 5 配電線, コ<br>ンデンサバンク用)<br>1 式                                                                            | 5.9             |      | -          |

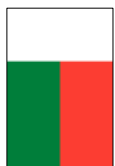




| 優先度 | 地域 | プロジェクト名<br>(仮) | プロジェクトの目的                                      | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                | 数量                                                                                                                           | 概算費用<br>(百万米ドル) |   | 運用開始<br>時期 |
|-----|----|----------------|------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|------------|
|     |    |                |                                                |     |                                                                                          |                                                                                                                              | 個別              | 計 |            |
|     |    |                | コンポーネント 3<br>Ambohijanaka 変電所建設                | 変電所 | 90 kV kV 開閉装置<br>90/63 kV 変圧器<br>90/20 kV 変圧器<br>63 kV 開閉装置<br>20 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置   | 7 区画 (2 送電線, 4 変圧器, 母線連絡用)<br>2 台 45 MVA<br>2 台 25 MVA<br>7 区画 (4 送電線, 2 変圧器, 母線連絡用)<br>9 区画 (2 受電, 6 配電線, コンデンサバンク用)<br>1 式 | 8.6             |   | -          |
|     |    |                | コンポーネント 4<br>Imerintsiatosika 変電所建設            | 変電所 | 63 kV kV 開閉装置<br>63/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                 | 5 区画 (2 送電線, 2 変圧器, 母線連絡用)<br>2 台 25 MVA<br>7 cells (2 受電 & 5 配電線用)<br>1 式                                                   | 4.5             |   | -          |
|     |    |                | コンポーネント 5<br>Behenjy 変電所建設                     | 変電所 | 90 kV kV 開閉装置<br>90/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                 | 6 区画 (4 送電線, 1 変圧器, 母線連絡用)<br>1 台 25 MVA<br>5 cells (1 受電 & 4 配電線用)<br>1 式                                                   | 4.0             |   | -          |
|     |    |                | コンポーネント 6<br>Antsirabe 西変電所建設                  | 変電所 | 90 kV kV 開閉装置<br>90/20 kV 変圧器<br>20 kV 開閉装置<br>保護、監視制御装置                                 | 6 区画 (3 送電線, 2 変圧器, 母線連絡用)<br>2 台 25 MVA<br>8 区画 (2 受電, 5 配電線, コンデンサバンク用)<br>1 式                                             | 4.7             |   | -          |
|     |    |                | コンポーネント 7<br>Antsipoli 変圧器 a (Antsirabe) 変電所増設 | 変電所 | 90 kV kV 開閉装置<br>90/63 kV 変圧器<br>63 kV 開閉装置 (incl. expansion of exist. bus)<br>保護、監視制御装置 | 2 区画 (1 送電線, 1 変圧器用)<br>1 台 45 MVA<br>2 区画 (1 送電線, 1 変圧器用)<br>1 式                                                            | 2.25            |   | -          |



| 優先度 | 地域        | プロジェクト名<br>(仮)                                | プロジェクトの目的                                                                 | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                                            | 数量                                                                                                                                | 概算費用<br>(百万米ドル) |   | 運用開始<br>時期 |
|-----|-----------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|------------|
|     |           |                                               |                                                                           |     |                                                                                                                      |                                                                                                                                   | 個別              | 計 |            |
|     |           |                                               | コンポーネント 8<br>移動用変電所                                                       | 変電所 | 移動用変電所 (1)<br>90/20 kV 変圧器<br>36 kV Switchgear<br>移動用変電所 (2)<br>63/35 kV 変圧器<br>36 kV 開閉装置<br>36 kV アルミ導体ケーブル及び屋外用端末 | 1 式<br>1 台 10 MVA<br>6 区画 (1 受電, 5 配電線<br>用)<br>1 式<br>1 台 10 MVA<br>6 区画 (1 受電, 5 配電線<br>用)<br>1,000m 240mm <sup>2</sup> , 100 個 | 2.0             |   | -          |
|     |           |                                               | コンポーネント 9<br>Tana 南 3 変電所と Behenjy 変電所<br>間の架空送電線建設                       | 送電  | 90 kV 1 回線送電線 100 MW                                                                                                 | 30 km                                                                                                                             | 2.5             |   | -          |
|     |           |                                               | コンポーネント 10<br>Tana 南 2 変電所と Tana 南 3 変電所間<br>の架空送電線建設                     | 送電  | 90 kV 2 回線送電線 150 MW                                                                                                 | 18 km                                                                                                                             | 2.0             |   | -          |
|     |           |                                               | コンポーネント 11<br>Tana 南 3 変電所と Ambohitjanaka 変電所<br>間の架空送電線建設                | 送電  | 90 kV 2 回線送電線 150 MW                                                                                                 | 20 km                                                                                                                             | 2.0             |   | -          |
|     |           |                                               | コンポーネント 12<br>Behenjy 変電所と Antsirabe 西変電所<br>間の架空送電線建設                    | 送電  | 90 kV 1 回線送電線 70 MW                                                                                                  | 80 km                                                                                                                             | 6.5             |   | -          |
|     |           |                                               | コンポーネント 13<br>Antsirabe 西変電所と Antsipoli 変圧器 a<br>(Antsirabe) 変電所間の架空送電線建設 | 送電  | 90 kV 1 回線送電線 100 MW                                                                                                 | 20 km                                                                                                                             | 2.0             |   | -          |
|     | Betsiboka | Maevatanana 地域<br>トリプルハイブリ<br>ッド発電システム        | 再エネ活用とディーゼ<br>ル発電燃料消費減、及び<br>病院施設への安定電力<br>供給                             | 発電  | 太陽光発電パネル<br>ディーゼル発電設備<br>蓄電池システム<br>エネルギーマネジメントシステム<br>(EMS)                                                         | 1 式 1,200 kWp<br>2 台 692 kW<br>1 式 1,000kW/1,000kWh<br>1 式                                                                        | -               | - | -          |
|     | Bongolava | Tsiroanomadidy 地<br>域トリプルハイブ<br>リッド発電システ<br>ム | 再エネ活用とディーゼ<br>ル発電燃料消費減                                                    | 発電  | 太陽光発電パネル<br>ディーゼル発電設備<br>蓄電池システム<br>エネルギーマネジメントシステム<br>(EMS)                                                         | 1 式 1,200 kWp<br>2 台 692 kW<br>1 式 1,000kW/1,000kWh<br>1 式                                                                        | -               | - | -          |



| 優先度 | 地域              | プロジェクト名<br>(仮)                | プロジェクトの目的          | 分類 | 主要コンポーネント                                                    | 数量                                                         | 概算費用<br>(百万米ドル) |   | 運用開始<br>時期 |
|-----|-----------------|-------------------------------|--------------------|----|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------|---|------------|
|     |                 |                               |                    |    |                                                              |                                                            | 個別              | 計 |            |
|     | Amoron' I Mania | Fandriana 地域トリプルハイブリッド発電システム  | 再エネ活用とディーゼル発電燃料消費減 | 発電 | 太陽光発電パネル<br>ディーゼル発電設備<br>蓄電池システム<br>エネルギーマネジメントシステム<br>(EMS) | 1 式 1,200 kWp<br>2 台 692 kW<br>1 式 1,000kW/1,000kWh<br>1 式 | -               | - | -          |
|     | Anarlamanga     | Anjozorobe 地域トリプルハイブリッド発電システム | 再エネ活用とディーゼル発電燃料消費減 | 発電 | 太陽光発電パネル<br>ディーゼル発電設備<br>蓄電池システム<br>エネルギーマネジメントシステム<br>(EMS) | 1 式 200 kWp<br>2 台 350 kW<br>1 式 200kW/400kWh<br>1 式       | -               | - | -          |
|     | Sava            | Andapa 地域トリプルハイブリッド発電システム     | 再エネ活用とディーゼル発電燃料消費減 | 発電 | 太陽光発電パネル<br>ディーゼル発電設備<br>蓄電池システム<br>エネルギーマネジメントシステム<br>(EMS) | 1 式 1,200 kWp<br>2 台 692 kW<br>1 式 1,000kW/1,000kWh<br>1 式 | -               | - | -          |
|     | Ihorombe        | Ihosal 地域トリプルハイブリッド発電システム     | 再エネ活用とディーゼル発電燃料消費減 | 発電 | 太陽光発電パネル<br>ディーゼル発電設備<br>蓄電池システム<br>エネルギーマネジメントシステム<br>(EMS) | 1 式 1,200 kWp<br>2 台 692 kW<br>1 式 1,000kW/1,000kWh<br>1 式 | -               | - | -          |

## 第10章 マラウイ共和国



## 第10章 マラウイ共和国

### 10-1 概況

マラウイは南部アフリカ地域における平和的な安定国家であるが、比較的狭い国土に1,809万人の人口を有し、一人あたりの国民所得は380米ドルと極めて低く、後発開発途上国に分類される。マラウイは農業を基幹産業とし、国民の約8割が小規模農家として農業に従事しており、主にタバコや砂糖、ナッツ類等の一次産品が輸出総額の約80%を占めるなど、農業が経済成長の原動力となっている。しかしながら、灌漑開発の遅れから天水農業を軸としているため天候の影響を受けやすく、特に近年は気候変動に起因する干ばつや洪水の頻発による水・食料不足が発生するなど、依然として経済基盤は脆弱である。

また、収益性の高い農作物の多様化や市場ニーズに合わせた作物の栽培が課題となっている。同国では著しい電力不足から、熱源の確保を目的とした森林伐採による森林破壊が進んでおり、土砂が貯水池に堆積することで水力発電能力の低下を引き起こすという悪循環が発生している。そのため、電力不足の改善のみならず、環境保全に向けた対策が喫緊の課題である。また、同国では人口増加が著しく、人口の約半分（約850万人）が18歳未満と若年層の割合が極めて高いことから、若年層を中心とした同国の自立的発展を担う人材の育成、及び同国の開発の持続性を高めるために中核的な役割を果たす政府人材の育成が課題となっている。さらに、同国はザンビアからモザンビークにつながるナカラ回廊の一部を形成しており、同回廊を開発し、地域の連結性を強化することは内陸国ならではの高い輸送コストを削減するのみでなく、南部アフリカ地域の成長や資源の安定供給にも繋がる。マラウイ政府は、同国の持続的な成長を目指し、第3次マラウイ成長開発戦略（MGDSIII）において「競争力・生産性・強靱性のある国家の構築」を掲げている。



図 10-1.1 位置図

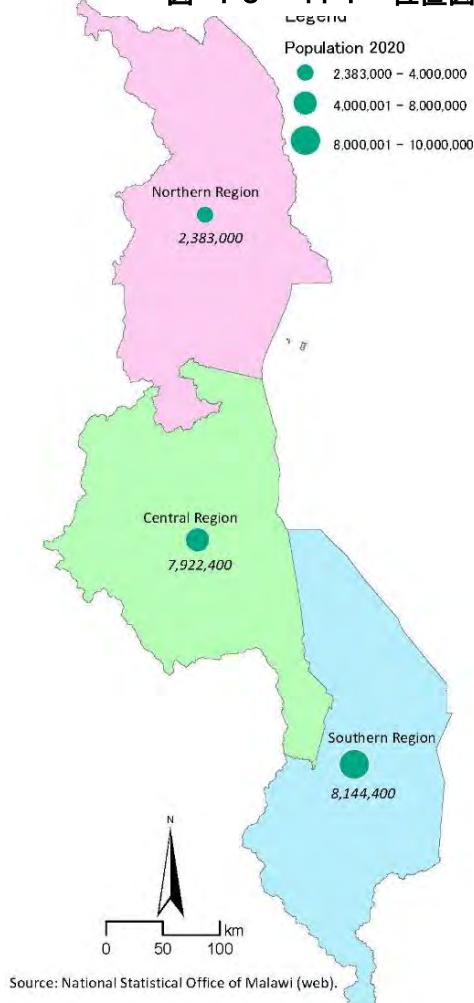


図 10-1.2 人口分布



表 10-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                | 参照元         |
|------------------|-----------------------------------|-------------|
| 面積               | 11.8 万平方キロメートル                    | 日本の約 3 分の 1 |
| 人口               | 1,965 万人                          | 2021 年世銀    |
| 首都               | リロングウェ                            |             |
| 民族               | バンツー系（主要民族はチェワ、トゥンブーカ、ンゴニ、ヤオ）     |             |
| 言語               | チェワ語、英語（以上公用語）、各民族語               |             |
| 宗教               | 人口の約 75%がキリスト教（その他イスラム教、伝統宗教）     |             |
| 政体               | 共和制                               |             |
| 議会               | 一院制                               |             |
| 国内総生産（GDP）       | 126.3 億米ドル                        | 2021 年世銀    |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 630 米ドル                           | 2021 年世銀    |
| 経済成長率            | 2.8%                              | 2021 年世銀    |
| 失業率              | 7.0%                              | 2021 年世銀    |
| 電化率              | 全国：11.0%<br>都市部：46.0%<br>地方部：3.6% | 2020 年 IEA  |

表 10-1.2 対マラウイ開発協力方針（2018 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【持続的・自立的な成長のための基盤づくり】<br>我が国は、MGDSⅢの重点分野に沿って、同国の国民の所得向上と、開発事業促進のための財政基盤の強化を後押しすべく、農業を原動力とする経済成長への基盤整備と、自立的発展に向けた人材の能力開発に注力していく。併せて近年顕在化しつつある気候変動や都市化への対応に対しても支援を行う。 |
| 重点分野     | (1) 農業の産業化の促進<br>(2) 自立的な成長を担う人材の育成<br>(3) 気候変動や都市化を念頭においた成長の基盤整備                                                                                                   |

## 10-2 エネルギー政策

マラウイ政府は「国のすべての人のために、手頃な価格で、信頼でき、持続可能であり、効率的で現代的なエネルギーへのアクセスを増やすこと（“To increase access to affordable, reliable, sustainable, efficient and modern energy for every person in the country.”）」を目標に掲げ、2018 年 3 月に国家エネルギー政策（“National Energy Policy 2018 : NEP2018” , MNREM）を改訂した。送電分野の政策に関しては、以下の通り、マラウイ政府は IRP に沿った系統開発計画を進めていくと明記している。

- 政府は、工業化、農村地域の変革、持続可能な経済開発、包括的な成長と富の創造を促進するために、IRP に沿って、社会的にも環境的にも責任を持って送電系統の拡張と修復を強化する。
- 政府は、強固な電力市場運営規則を整備し、グリッドコードを発行する。



- 政府は、地域電力取引を促進するために、自国の電力系統を南部アフリカパワープール (Southern African Power Pool : SAPP) および東部アフリカパワープール (Eastern Africa Power Pool : EAPP) の地域電力系統と国際連系する。

政府は、送電事業が、社会から取り残されている集団とプロジェクトの影響を受ける人々との間の不平等を永続させないようにする。

### 10-3 エネルギー需給

マラウイ共和国は、薪炭燃料を利用した生活が主体であり、電化率も非常に少ないことから照明もランプを利用している国民が多い。したがって国内木炭の利用、石油資源にも恵まれないので、輸入石油製品でのエネルギー消費が多くを占める。電力はマラウイ湖の水資源を利用した水力発電が主体となるが、干ばつ等の影響を受け安定的な供給力を維持できる発電とはなっておらず、下表上では表現できていないが 2019 年から電力輸入も行われている。その他の再生可能エネルギーとしては、これまでは微々たるものであったが、メガワット級の大規模太陽光発電の IPP による開発も進められているので今後の伸びが期待できる。

表 10-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位 : ktoc 石油換算 1,000 トン) (P : 推定)

|              | 2000 | 2005 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石 炭          | 44   | 26   | 29   | 28   | 30   | 6    | 32                | 34                |
| 木 炭          | 288  | 320  | 397  | 407  | 416  | 416  | 436               | 457               |
| 石 油          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電 力          | 104  | 130  | 227  | 231  | 234  | 238  | 242               | 247               |
| 化石燃料         | 16   | 18   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1                 | 1                 |
| 水 力          | 88   | 112  | 225  | 229  | 232  | 236  | 240               | 245               |
| 地 熱          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |
| 再エネ (太陽光、風力) | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1                 | 1                 |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |
| <b>輸入量</b>   |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石 炭          | 10   | 12   | 0    | 0    | 0    | 34   | 36                | 38                |
| 石 油          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 石油製品         | 263  | 341  | 400  | 403  | 416  | 430  | 445               | 460               |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電 力          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| <b>最終消費量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石 炭          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 40   | 42                | 45                |
| 石 油          | 246  | 317  | 373  | 375  | 388  | 413  | 426               | 439               |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電 力          | 144  | 181  | 315  | 314  | 329  | 333  | 337               | 342               |

出典 : African Energy Commission – AFREC Database





## 10-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、天然資源・エネルギー・鉱業省 (MNREM) である。電力供給は、発電部門をマラウイ発電会社 (EGENCO)、送電・配電部門をマラウイ電力供給会社 (ESCOM) がそれぞれ担う。その他電力関連の組織として、電力規制を担うマラウイ・エネルギー規制庁 (MERA) がある。

なお、天然資源・エネルギー・鉱業省 (MNREM) は、世帯電化率の目標値を 2050 年までに 40% へ引き上げることを目指している。

表 10-4.1 電気事業体制

|        |                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：  | Department of Energy, Ministry of Natural Resources, Energy and Mining (MNREM) |
| 電気事業体： | 発電部門：Electricity Generation Company of Malawi (EGENCO)                         |
|        | 送電・配電部門：Electric Supply Company of Malawi (ESCOM)                              |
| 電力規制：  | Malawi Energy Regulatory Authority (MERA)                                      |

## 10-5 電力需給

マラウイ共和国における電力は、ほぼ完全に水力発電で賄われており、若干の火力（ディーゼル）発電での供給が行われている。2017 年迄は EGENCO による電力供給のみで、水力による電力供給が 99%以上であったが、ディーゼル発電設備（リースを含む）からの電力供給契約や EGENCO によるピーク需要対応のディーゼル発電設備の設置による供給により水力の電力供給比率が 90%強になっている。また、2019 年から IPP による水力発電での電力供給やモザンビークからの電力輸入も開始されている。2018 年以降の電力需要は年平均 4%の伸びを示しているが、計画停電が実施されているので潜在需要も多く存在することが想定される。

表 10-5.1 電力需要供給状況一覧

(単位：GWh)

| 年                           | 2015         | 2016         | 2017         | 2018         | 2019         | 2020         |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>発電所送出電力量</b>             | <b>1,950</b> | <b>1,853</b> | <b>1,816</b> | <b>1,862</b> | <b>1,984</b> | <b>2,041</b> |
| EGENCO                      | 1,950        | 1,853        | 1,816        | 1,711        | 1,784        | 1,882        |
| Aggreko (リース)               | -            | -            | -            | 151          | 168          | 116          |
| Mulanje Hydro Limited (MHL) | -            | -            | -            | -            | 4            | 22           |
| 輸 入                         | -            | -            | -            | -            | 28           | 21           |
| <b>配電会社への供給電力量</b>          | <b>1,830</b> | <b>1,749</b> | <b>1,710</b> | <b>1,762</b> | <b>1,880</b> | <b>1,930</b> |
| 北部配電会社                      | 139          | 150          | 149          | 154          | 190          | 226          |
| 中部配電会社                      | 599          | 594          | 605          | 659          | 673          | 670          |
| 南部配電会社                      | 1,092        | 1,005        | 957          | 949          | 1,017        | 1,033        |
| <b>変電所内電力</b>               | <b>0.34</b>  | <b>0.36</b>  | <b>1.01</b>  | <b>1.50</b>  | <b>1.16</b>  | <b>1.16</b>  |
| <b>送電損失 (GWh)</b>           | <b>119</b>   | <b>104</b>   | <b>105</b>   | <b>99</b>    | <b>103</b>   | <b>110</b>   |
|                             | 6.1%         | 5.6%         | 5.7%         | 5.3%         | 5.2%         | 5.4%         |

出典：ESCOM 入手データから調査団作成

マラウイ共和国における電力は、首都リロングウェのある中部地域と経済活動の盛んな第2の都市ブランタイアのある南部地域での消費が多い。同国は、冷乾季（5～8月）、夏季（9～10月）および雨季（11～4月）の3シーズンあるが、電力使用量は乾季から夏季に多く雨季に少ない傾向を示す。



(雨季の月間電力使用量は、最大使用月の約 80%)

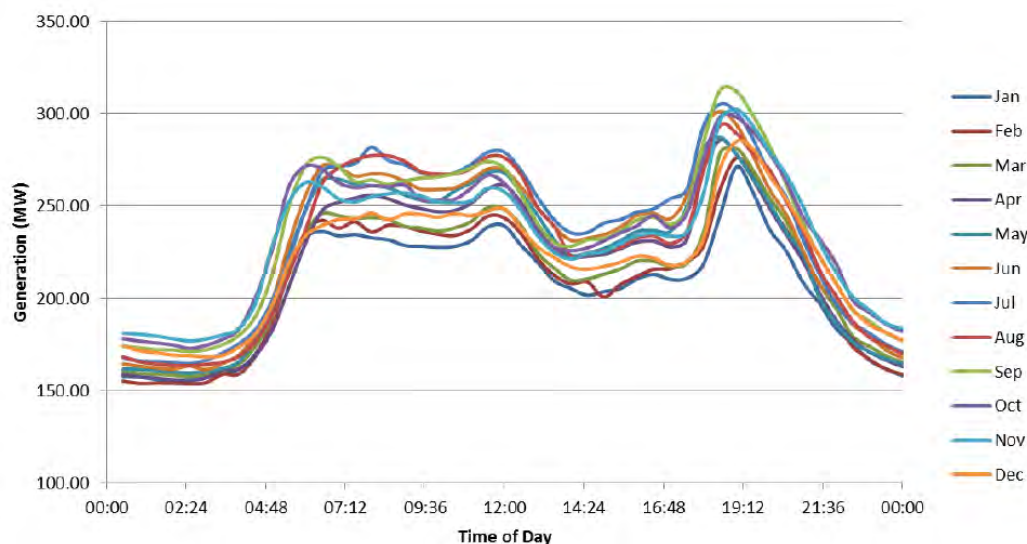
表 10-5.2 配電地域別の 2020 年の月電力使用量

(単位: GWh)

|     | 1 月   | 2 月   | 3 月   | 4 月   | 5 月   | 6 月   | 7 月   | 8 月   | 9 月   | 10 月  | 11 月  | 12 月  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 北 部 | 17.0  | 15.4  | 14.0  | 15.3  | 17.3  | 17.6  | 20.5  | 19.9  | 21.6  | 22.4  | 23.4  | 22.0  |
| 中 部 | 55.1  | 49.9  | 51.1  | 51.0  | 54.1  | 53.2  | 58.5  | 61.0  | 58.9  | 61.7  | 61.4  | 54.6  |
| 南 部 | 76.5  | 75.4  | 84.7  | 81.3  | 85.5  | 86.1  | 87.6  | 87.7  | 92.5  | 95.2  | 89.9  | 90.4  |
| 合 計 | 148.7 | 140.7 | 149.8 | 147.6 | 156.9 | 156.9 | 166.6 | 168.6 | 173.0 | 179.3 | 174.7 | 167.0 |

出典: ESCOM 入手データから調査団作成

日負荷特性は、少し古いが入手できた資料から 2014 年実績を以下に示すが、夕方の 19 時頃の夕食時間帯にピークを迎え、昼間帯は午前中の負荷が高い傾向を示すパターンとなっている。マラウイ共和国の電力料金は、大きく家庭用、一般用、産業用に 3 分類されており、家庭用が約 40%、一般用が約 15%、そして産業用が約 45%の消費比率となっている。



出典: Malawi Grid Capacity Study Report, Mott MacDonald (2016)

図 10-5.1 日負荷曲線(2014 年)

## 10-6 電力設備

### (1) 発電設備

マラウイ共和国は広大なマラウイ湖を水源とする水力発電所設備容量(約 390 MW)を保有するが、そのほとんどがシャイア川に集中しており、干ばつや水不足が供給力に影響している。これらの水力発電所は運開から長期間経過しており効率も良くない。リハビリ工事が実施されアップグレードされた発電所等も有るが、水力発電は、上述のとおり電力供給の要としての役割を果たしており、マラウイ湖の水資源を活用して新規電源の導入計画も進められている。電力不足による計画停電回避の目的で、ディーゼル発電を利用した火力発電所が、大都市の需要地近くに数年前から設置されている。またアグレコ社のディーゼル発電設備もリース運用でピーク時間対応として利用されている。水力以外の再エネ発電は、IPP による太陽光発電設備の建設が Golomoti (中部地域、20 MW、5 MW/10 MWh 蓄電池システム併設、2021 年 3 月着工) 及び Nkhotakota (中部地域、46 MW 規模でフェーズ 1 は 26 MW で 2021 年 4 月着工、フェーズ 2 が 20 MW で計画中) で進行中で



ある。<sup>3</sup>

国家エネルギー政策(2018)で電化率向上のための一つ的手段として、系統延長が経済的でない場合の独立系統（ミニグリッド）の開発を促進し、2025年までに最低50カ所のミニグリッドを運用する予定と謳われ、ミニグリッド開発のための規制の枠組みも2019年に整備されているが、開発はそれほど進んでいない模様である。

系統に接続されている水力と火力発電設備の一覧表を以下に示す。

表 10-6.1 発電整備

| 電源種別           | 発電所名              | 地域        | 設備容量<br>(MW) | 構成<br>台数 × (MW) | 運開年  | 運用者       |
|----------------|-------------------|-----------|--------------|-----------------|------|-----------|
| 水 力            | Nkula A           | 南部        | 35.1         | 3 x 11.7        | 1966 | EGENCO    |
|                | Nkula B           | 南部        | 100          | 5 x 20          | 1992 | EGENCO    |
|                | Tedzani I         | 南部        | 20           | 2 x 10          | 1972 | EGENCO    |
|                | Tedzani II        | 南部        | 20           | 2 x 10          | 1976 | EGENCO    |
|                | Tedzani III       | 南部        | 62           | 2 x 31          | 1995 | EGENCO    |
|                | Tedzani IV        | 南部        | 18           | 1 x 18          | 建設中  | EGENCO    |
|                | Kapichira phase 1 | 南部        | 64.8         | 2 x 32.4        | 2000 | EGENCO    |
|                | Kapichira phase 2 | 南部        | 64.8         | 2 x 32.4        | 2013 | EGENCO    |
|                | Wovwe             | 北部        | 4.35         | 3 x 1.45        | 1996 | EGENCO    |
|                | Ruo-Ndiza         | 南部        | 8.25         |                 | 2019 | MHL (IPP) |
| 火 力<br>(ディーゼル) | Mzuzu - Luwingu   | 北部        | 6            | 3 x 2           | 2017 | EGENCO    |
|                | Lilongwe A        | 中部        | 16.2         | 3 x 5.4         |      | EGENCO    |
|                | Kanengo Phase 1   | 中部        | 10           | 2 x 5           | 2016 | EGENCO    |
|                | Kanengo Phase 2   | 中部        | 10           | 2 x 5           | 2018 | EGENCO    |
|                | Mapanga           | 南部        | 20           | 2 x 10          | 2018 | EGENCO    |
|                | Aggreko           | 中部/<br>南部 | 78           | 84 x 0.93       | 2017 | リース       |

出典：ESCOM 入手データ、African Energy の Energy Atlas 2020-2021 と同社 Newsletter から調査団作成

## (2) 送配電設備

送電線は、400 kV、220 kV、132 kV、66 kV の電圧階級が用いられているが、220 kV は Nkula 水力の A 発電所と B 発電所間の連系のみに使用されている。配電線は 33kV と 11kV の電圧階級で運用されている。マラウイ電力公社（ESCOM）が送電網を運営し、配電分野は州別で ESCOM 子会社の南部電力供給会社（Southern Electricity Supply: SES）、中部電力供給会社（Central Electricity Supply: CES）及び北部電力供給会社（Northern Electricity Supply: NES）が運営している。マラウイ国の送電系統図を以下に示す。

<sup>3</sup> African Energy Newsletter



出典：マラウイ国リロングウェ市変電所改修計画準備調査報告書

図 10-6.1 送電系統図



表 10-6.2 主要送電線一覧表

(400 kV、220 kV 及び 132 kV のみ掲載)

| 電圧<br>(kV)         | 自             | 至          | 亘長<br>(km) | 導体種類 | 導体断面積<br>(mm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|---------------|------------|------------|------|-----------------------------|
| 400                | PHOMBEYA      | NKHOMA     | 173        | ACSR | 565                         |
| 400 kV 送電線総亘長 (km) |               |            | 173        |      |                             |
| 220                | NKULA A       | NKULA B    | 0.4        | AAAC | 400                         |
| 220 kV 送電線総亘長 (km) |               |            | 0.4        |      |                             |
| 132                | CHINTHECHECHE | LUWINGA    | 79.1       | ACSR | 282                         |
| 132                | GOLOMOTI      | NANJOKA    | 87.2       | AAAC | 175                         |
| 132                | GOLOMOTI      | NKHOMA     | 76         | ACSR | 282                         |
| 132                | GOLOMOTI      | NKHOMA     | 76         | ACSR | 282                         |
| 132                | JCM           | NANJOKA    | 4.7        | ACSR | 282                         |
| 132                | KANENGO       | NANJOKA    | 69.1       | ACSR | 175                         |
| 132                | KANENGO       | AREA 48    | 7          | ACSR | 282                         |
| 132                | KANENGO       | KAUMA      | 7.4        | ACSR | 282                         |
| 132                | KAPICHIRA     | BT-WEST    | 29.4       | ACSR | 175                         |
| 132                | KAPICHIRA     | BT-WEST    | 30.2       | ACSR | 175                         |
| 132                | KAPICHIRA     | MULAMBE    | 39.5       | ACSR | 125                         |
| 132                | LUWINGA       | BWENGU     | 49.3       | ACSR | 282                         |
| 132                | NANJOKA       | NKHOTAKOTA | 98.3       | AAAC | 125                         |
| 132                | NKHOMA        | KANENGO    | 41.1       | ACSR | 282                         |
| 132                | NKHOMA        | KANENGO    | 41.1       | ACSR | 282                         |
| 132                | NKHOMA        | TSABANGO   | 30.1       | ACSR | 282                         |
| 132                | NKHOTAKOTA    | CHINYAMA   | 79         | AAAC | 75                          |
| 132                | NKHOTAKOTA    | DWANGWA    | 50         | AAAC | 125                         |
| 132                | NKULA B       | BT-WEST    | 44         | ACSR | 175                         |
| 132                | NKULA B       | TEDZANI    | 8          | ACSR | 282                         |
| 132                | NKULA B       | TEDZANI    | 8          | AAAC | 175                         |
| 132                | NKULA B       | MAPANGA    | 41.8       | ACSR | 100                         |
| 132                | NKULA B       | MAPANGA    | 42.3       | AAAC | 175                         |
| 132                | NKULA B       | PHOMBEYA   | 32         | AAAC | 175                         |
| 132                | NKULA B       | PHOMBEYA   | 32         | ACSR | 282                         |
| 132                | NKULA B       | PHOMBEYA   | 32         | ACSR | 282                         |
| 132                | PHOMBEYA      | GOLOMOTI   | 101        | AAAC | 175                         |
| 132                | PHOMBEYA      | GOLOMOTI   | 101        | ACSR | 282                         |
| 132                | PHOMBEYA      | GOLOMOTI   | 101        | ACSR | 282                         |
| 132                | TEDZANI       | KAPICHIRA  | 63         | ACSR | 125                         |
| 132 kV 送電線総亘長 (km) |               |            | 1,500.6    |      |                             |

出典：ESCOM 入手データとケーブルメーカー資料から調査団作成

66 kV 送電線は、全 29 回線で総亘長は 981.2 km である。





表 10-6.3 主要な変電所と変圧器一覧表  
 (400 kV と 132 kV のみ掲載)

| 変電所名                | 位置 (県)     | 電圧 (kV) | 構成 台数 x (MVA)  | 容量 (MVA) |
|---------------------|------------|---------|----------------|----------|
| PHOMBEYA            | BALAKA     | 400/132 | 2 x 200        | 400      |
| NKHOMA              | LILONGWE   | 400/132 | 2 x 200        | 400      |
| 400 kV 変圧器総容量 (MVA) |            |         |                | 800      |
| BLANTYRE WEST       | BLANTYRE   | 132/66  | 2 x 25, 1 x 50 | 100      |
| MULAMBE             | CHIKWAWA   | 132/11  | 2 x 25         | 50       |
| GOLOMOTI            | NTCHEU     | 132/33  | 1 x 15         | 15       |
|                     |            | 132/11  | 1 x 30         | 30       |
| BUNDA               | LILONGWE   | 132/66  | 1 x 50         | 50       |
| NANJOKA             | SALIMA     | 132/33  | 1 x 15         | 15       |
| KANENGO             | LILONGWE   | 132/66  | 2 x 25, 1 x 30 | 80       |
|                     |            | 132/11  | 1 x 25         | 25       |
| NKHOTAKOTA          | NKHOTAKOTA | 132/66  | 1 x 30, 1 x 15 | 45       |
| DWANGWA             | NKHOTAKOTA | 132/33  | 1 x 30         | 30       |
| CHINTHECHE          | NKHATA BAY | 132/66  | 1 x 25, 1 x 15 | 40       |
| LUWINGA             | MZIMBA     | 132/33  | 1 x 25         | 25       |
| NEW BWENGU          | MZIMBA     | 132/66  | 1 x 25         | 25       |
| 132 kV 変圧器総容量 (MVA) |            |         |                | 530      |

出典：ESCOM

マラウイ共和国の配電線からの住居への接続（電化）は 7%と報告<sup>4</sup>されており、その全てが ESCOM の中圧配電線（33 kV 又は 11 kV）から 500 m 未満の距離の住居である。同報告では中圧配電線からの距離が 5 km 以下で 83%の人口を、10 km 以下であれば 96%の人口をカバーできることが調査されている。電化率アップは重要課題の 1 つであり、同調査では中圧配電線から 10 km 以遠の住居へは、ミニグリッドもしくは住宅ソーラーによる電化を提案している。配電線からの電化促進は、短期で 5km 以下、中期で 5~15 km を計画することとしており、中期の範囲では、既にミニグリッド等の単独系統電化を採用しているところでは配電線との連系も視野に入れている。既設の中圧配電線から 500 m 未満の距離の未電化住居に対しては、低圧(400/230 V)ラインの延線のみで電化可能なところも多くあり、1 km 未満の距離の住居に関しては 2030 年を見据えても 43%に相当すると報告<sup>5</sup>されている。

オフグリッド電化については、マラウイ地方電化プログラム（Malawi Rural Electrification Programme: MAREP）により再エネ電源を主体に、開発・運営者を募りながら推進し、ESCOM が実施していない。

<sup>4</sup> Geospatial Least Cost Electrification Plan の DFR より（世銀支援で Millennium Promise Alliance (USA, NYC)が 2018 年調査実施）

<sup>5</sup> International Development Association Project Appraisal Document on a proposed IDA credit and a proposed IDA grant to the Republic of Malawi for the Malawi Electricity Access Project, May 30, 2019, World Bank 及び脚注 2 資料



### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

マラウイは、約 1,614 万人（マラウイ政府の 2016 年推計）の人口を擁するアフリカ大陸の南東部に位置する内陸国であり、ザンビアやモザンビークなどの資源国に囲まれ、近年では自国におけるレアアースなどの潜在的な鉱物資源開発にも注目が集まっている。そこで、マラウイ政府は、同国の持続的な成長を目指し、第 3 次マラウイ成長開発戦略（MGDSIII）において「競争力・生産性・強靱性のある国家の構築」を掲げている。

#### 10-7 課題と開発ニーズ

マラウイの電化率は非常に少なく照明にランプを使用している国民が多い。電力はマラウイ湖の水資源を利用した水力発電が主体となるが、干ばつ等の影響を受け安定的な供給力を維持できる発電とはなっておらず、2019 年から電力輸入も行われている。2018 年以降の電力需要は年平均 4% の伸びを示しているが、計画停電が実施されているので潜在需要も多く存在することが想定される。

国家エネルギー政策(2018)で電化率向上のための一つの手段として、系統延長が経済的でない場合の独立系統（ミニグリッド）の開発を促進し、2025 年までに最低 50 カ所のミニグリッドを運用する予定と謳われ、ミニグリッド開発のための規制の枠組みも 2019 年に整備されているが、開発はそれほど進んでいない模様である。

圧倒的に電化率の低いマラウイでは電力供給設備の増強が大きなニーズとして確認された。

マラウイ側からは首都のリロングウェや商都のブランタイアを含めて、多くの支援要請があったが、400kV 送電線等の大規模な開発を除いた中から、優先度の高いプロジェクトをリスト化した。

#### 10-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容、及び現地での協議内容を踏まえて作成したプロジェクト候補リストを表 10-8. 1 に示す。

表 10-8.1 プロジェクト候補リスト (マラウイ)

| 優先度 | 地域       | プロジェクト名<br>(仮)                      | プロジェクトの目的                                                                          | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                                          | 数量                                                                                                                           | 概算費用<br>(百万米ドル) |   | 運用開始<br>時期 |
|-----|----------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|------------|
|     |          |                                     |                                                                                    |     |                                                                                                                    |                                                                                                                              | 個別              | 計 |            |
| 1   | Lilongwe | リロングウェ首都<br>圏 33kV 配電線環<br>状化プロジェクト | 首都圏の配電網の強化<br>による安定的な電力供<br>給や電化の促進を可能<br>とし、社会活動の安定化<br>と今後の都市開発に伴<br>う経済成長に寄与する。 | 変電所 | 33/11 kV チャタタ変電所 新設<br>-33 kV 開閉装置 (屋外型気中絶<br>縁型)<br>-33/11 kV 変圧器                                                 | 単母線: 3 区画 (2 配電線、1 変圧<br>器)<br>1 台 15 MVA (容量未定、周辺需要状<br>況を基に決定)<br>単母線: 5 区画 (1 変圧器、4 配電<br>線)<br>1 式<br>1 式<br>1 式 (制御棟含む) | -               | - | -          |
|     |          |                                     |                                                                                    |     | -11 kV 開閉装置 (屋内型配電盤)<br><br>-保護・監視制御装置<br>-光通信設備<br>-関連土木建築                                                        |                                                                                                                              |                 |   |            |
|     |          |                                     |                                                                                    |     | 33/11 kV エリア 49 変電所 新設<br>-33 kV 開閉装置 (屋外型気中絶<br>縁型)<br>-33/11 kV 変圧器                                              | 単母線: 3 区画 (2 配電線、1 変圧<br>器)<br>1 台 15 MVA (容量未定、周辺需要状<br>況を基に決定)<br>単母線: 5 区画 (1 変圧器、4 配電<br>線)<br>1 式<br>1 式<br>1 式 (制御棟含む) | -               | - | -          |
|     |          |                                     |                                                                                    |     | -11 kV 開閉装置 (屋内型配電盤)<br><br>-保護・監視制御装置<br>-光通信設備<br>-関連土木建築                                                        |                                                                                                                              |                 |   |            |
|     |          |                                     |                                                                                    |     | 132/66/33/11 kV カネンゴ変電<br>所<br>改修<br>-33 kV 開閉装置 (屋内型配電盤)<br>(建屋は客先所掌)<br>-33 kV 電力ケーブル                            | 単母線: 4 区画 (4 配電線)<br><br>既設開閉装置～新設開閉装置間                                                                                      | -               | - | -          |
|     |          |                                     |                                                                                    |     | 66/33/11 kV カウマ変電所 改修<br>-66 kV 開閉装置増設 (屋外型気<br>中絶縁型)<br>-66/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置 (屋外型気中絶<br>縁型)<br>-保護・監視制御装置 | 単母線: 1 区画 (1 変圧器) (66 kV<br>母線増設含む)<br>1 台 15 MVA<br>単母線: 3 区画 (1 変圧器、2 配電<br>線)<br>1 式                                      | -               | - | -          |
|     |          |                                     |                                                                                    |     | 33/11 kV チティビ変電所 改修<br>-33 kV 開閉装置 (屋外型気中絶<br>縁型)                                                                  | 単母線: 1 区画 (1 配電線) (33 kV<br>母線増設含む)                                                                                          | -               | - | -          |
|     |          |                                     |                                                                                    |     | 33/11 kV エリア 47 変電所 改修<br>-33/11 kV 変圧器取替え                                                                         | 1 台 15 MVA (既設の 7.5 MVA 変圧器<br>を取替えるもの)                                                                                      |                 |   |            |







| 優先度 | 地域       | プロジェクト名<br>(仮)               | プロジェクトの目的                                                            | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                                                                                                    | 数量                                                                                                                                                   | 概算費用<br>(百万米ドル) |   | 運用開始<br>時期 |
|-----|----------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|------------|
|     |          |                              |                                                                      |     |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                      | 個別              | 計 |            |
|     |          |                              |                                                                      | 配電線 | 33kV 配電線建設及び増強<br>- AAAC 175 mm <sup>2</sup><br>チャタターカネンゴ変電所間<br>カネンゴーエリア 47 変電所間<br>デンザーエリア 49 変電所間<br>エリア 49ーチティピ変電所間<br>リロングウェ Cーカウマ変電<br>所間<br>カウマーチャタタ変電所間<br>-配電線用関連資材 | 2.3 km<br>12.4 km<br>6.0 km<br>11.0 km<br>3.8 km<br>3.9 km<br>電柱、接続資材、他 1 式                                                                          | -               | - | -          |
| 2   | Blantyre | ブランタイア北部<br>電力供給拡充プロ<br>ジェクト | 現在脆弱な北部配電網<br>を增強し、社会活動の活<br>性化や北部工業団地へ<br>の電力の安定供給によ<br>る経済成長に寄与する。 | 変電所 | New Brantyre 変電所建設<br>-132 kV 開閉装置<br><br>-132/66 kV 変圧器<br>-132/33 kV 変圧器<br>-66 kV 開閉装置<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護、監視制御装置<br>-光ファイバー通信装置<br>-関連土木建築                             | 複母線：7 区画（4 送電線、2 変圧器、<br>母線連絡）<br>1 台 50 MVA<br>1 台 50 MVA<br>単母線：4 区画（1 変圧器 & 3 配電<br>線）<br>単母線：6 区画（2 変圧器 & 4 配電<br>線）<br>1 式<br>1 式<br>1 式（制御棟含む） | -               | - | -          |
|     |          |                              |                                                                      | 送電線 | -132 kV 2 回線架空送電線、OPGW<br>付<br>-66 kV 2 回線架空送電線                                                                                                                              | 17 km<br>12 km                                                                                                                                       | -               |   |            |
|     |          |                              |                                                                      | 配電線 | 33 kV 架空配電線<br>既設 Chileca 変電所、Chirimba<br>変電所 及び Matindi 変電所行                                                                                                                | AAAC 175 mm <sup>2</sup> 、100 km                                                                                                                     | -               |   |            |



| 優先度 | 地域                | プロジェクト名<br>(仮)   | プロジェクトの目的                                                          | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                                                                                                   | 数量                                                                                                                                                                     | 概算費用<br>(百万米ドル) |   | 運用開始<br>時期 |
|-----|-------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|------------|
|     |                   |                  |                                                                    |     |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                        | 個別              | 計 |            |
| 3   | South<br>Lilongwe | 首都圏南部配電網<br>整備計画 | 首都圏南部地域の配電網の強化による安定的な電力供給や電化の促進を可能とし、社会活動の安定化と今後の都市開発に伴う経済成長に寄与する。 | 変電所 | 既設 Nkhoma 変電所の拡張<br>-132 kV 開閉装置 (増設)<br>-132/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置 (屋内型配電盤)<br><br>-保護・監視制御装置 (既設建屋内に設置、既設 132 kV 母線保護追設含む)<br>-SCADA 設備追設<br>-関連土木建築 (33 kV 開閉装置用建屋含む) | 複母線 : 1 区画 (1 変圧器)<br>1 台 25 MVA<br>単母線 : 6 区画 (5 配電線, 1 変圧器)<br>1 式<br><br>1 式<br>1 式                                                                                 | -               | - | -          |
|     |                   |                  |                                                                    | 配電線 | 架空配電線<br>-33 kV 配電線<br>-柱上変圧器 (33/0.4 kV)                                                                                                                                   | AAAC 175 mm <sup>2</sup> : 30 km<br>36 台<br>-16 kVA × 2 台<br>-25 kVA × 1 台<br>-50 kVA × 9 台<br>-100 kVA × 11 台<br>-200 kVA × 6 台<br>-315 kVA × 6 台<br>-1,000 kVA × 1 台 | -               | - | -          |
|     | 南部<br>Chikwawa 地域 | 南部配電設備改修計画       | 自然災害により被害を受けた配電設備の改修 (恒久化) を行う。将来の自然災害にも耐える強靱な設備を設ける。              | 配電線 | -電柱・電線<br>-配電用変圧器<br>-装柱金物類                                                                                                                                                 | 1 式                                                                                                                                                                    | -               | - | -          |



| 優先度 | 地域                         | プロジェクト名<br>(仮)                                                  | プロジェクトの目的                                                                                                                  | 分類  | 主要コンポーネント                                                                       | 数量                                                                    | 概算費用<br>(百万米ドル) |      | 運用開始<br>時期       |
|-----|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------------------|
|     |                            |                                                                 |                                                                                                                            |     |                                                                                 |                                                                       | 個別              | 計    |                  |
|     | Zomba/Blantyre             | 132kV Phombeya から New Blantyre への送電線と 132/33 kV Zomba 変電所プロジェクト | Zomba と Blantyre の南部地域の重負荷都市への更なる電力輸送の必要性に答える。Zomba 市の北西の電力必要地域への供給及び観光の新しいハブの一つとして機能しているマラウイの旧首都や採掘のための電力供給元となりうるように対応する。 | 変電所 | Phombeya 変電所の区画増設<br>-132 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                 | 2 区画 (2 feeders)<br>1 式                                               | 22              | -    | 2023<br>(フェーズ 1) |
|     |                            |                                                                 |                                                                                                                            | 変電所 | Malosa new 変電所建設<br>-132 kV 開閉装置<br>-132/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置 | 6 区画 (4 送電線, 1 変圧器, 母線連絡)<br>1 台 50 MVA<br>4 区画 (3 配電線, 1 変圧器)<br>1 式 |                 |      |                  |
|     |                            |                                                                 |                                                                                                                            | 送電線 | Phombeya 変電所と Malosa 変電所間の 132 kV 2 回線架空送電線、OPGW 付                              | 75 km                                                                 |                 |      |                  |
|     |                            |                                                                 |                                                                                                                            | 配電線 | 架空配電線<br>- 33 kV 配電線                                                            | ?                                                                     |                 |      | 2023<br>(フェーズ 2) |
|     |                            |                                                                 |                                                                                                                            | 送電線 | Malosa 変電所と New Blantyre 変電所間の 132 kV 2 回線送電線、OPGW 付 (上記 No. 2 関連)              | 70 km                                                                 | 8               |      |                  |
|     | Central & Northern Regions | 配電用 SCADA システム                                                  | 配電網のリアルタイム監視と迅速な操作を可能とするとともに、品質の高い配電運用データの計画プロセスへの反映                                                                       | 配電線 | 北部地域と中央地域の地域制御センターに設置する SCADA 装置、及び 21 箇所の変電所内に設置する RTU と遠隔監視制御に必要な全ての設備        | 1 lot                                                                 | -               | 10.7 | 2021-2022        |
|     | Kasungu/Nkhotakota         | 132kV Dwangwa ~ Chatoloma 間の送変電プロジェクト                           | 供給のセキュリティ確保と既設 Shayona セメントの採鉱負荷、新 Kanyika 炭鉱負荷、灌漑、製造業の負荷への電力供給                                                            | 変電所 | Dwangwa 変電所増強<br>-132kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                      | 1 区画 (送電線用)<br>1 式                                                    | -               | 17.5 | 2021 - 2022      |
|     |                            |                                                                 |                                                                                                                            | 変電所 | Chatoloma 変電所建設<br>-132 kV 開閉装置<br>-132/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置  | 3 区画 (1 送電線, 1 変圧器, 母線連絡)<br>1 台 50 MVA<br>4 区画 (1 変圧器, 3 配電線)<br>1 式 | -               |      |                  |
|     |                            |                                                                 |                                                                                                                            | 送電線 | Dwangwa 変電所と Chatoloma 変電所間の架空送電線<br>-132 kV 1 回線送電線、OPGW 付                     | 75 km                                                                 | -               |      |                  |



| 優先度 | 地域                     | プロジェクト名<br>(仮)                                                             | プロジェクトの目的                                                                                                                                                                                                                                | 分類  | 主要コンポーネント                                                                            | 数量                                                                          | 概算費用<br>(百万米ドル) |    | 運用開始<br>時期 |
|-----|------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|------------|
|     |                        |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                                      |                                                                             | 個別              | 計  |            |
|     | Mzuzu                  | Mzuzu 市の 11kV と 400V 配電線の再構築                                               | 33/11kVの電圧で 10 MVA 容量を持つ配電用変電所が Katoto と Sonda に建設された。既設の 11 kV と 400 V の市中配電線は、顧客への接続増加と高信頼性及び損失低減のために容量増加し再配線する必要がある。                                                                                                                  |     | 11 kV と 400 V の配電線を、地下埋設もしくはコンクリート柱で金属製腕金での架空線として増容量化での再構築を実施                        | 40 km                                                                       | -               | 2  | 2023       |
|     | Monkeybay/<br>Mangochi | 132KV Golomoti から Monkey 区画への送電線と 132/33 kV Monkey 区画変電所及び 33 kV Maldeco 線 | Mangochi はマラウイの観光拠点の 1 つであり、ここ数年炭鉱や産業需要も大幅に成長している。Mangochi 州は現在、66/33kV Monkeybay 変電所から 33 kV 配電線で 2 カ所の Maldeco と Mangochi の 33/11 kV 変電所を経由して電力が供給されているが、30 km の距離の 33 kV 配電線 1 回線は過負荷となっている。したがって当該地域の電力供給信頼性と電力品質を向上させるために本工事が必要である。 | 変電所 | Golomoti 変電所の区画拡張<br>-132 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                      | 2 区画 (2 送電線)<br>1 式                                                         | 15              | 16 | 2023       |
|     |                        |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                          | 変電所 | 132 kV Monkey 区画変電所建設<br>-132 kV 開閉装置<br>-132/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置 | 5 区画 (2 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 台 50 MVA<br>7 区画 (2 変圧器, 4 配電線, 母線連絡)<br>1 式 |                 |    |            |
|     |                        |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                          | 送電線 | Golomoti 変電所と Monkey 区画変電所間の 132 kV 2 回線送電線、OPGW 付                                   | 60 km                                                                       |                 |    |            |
|     |                        |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                          | 変電所 | Maldeco 変電所の 33 kV 区画増設<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                 | 2 区画 (2 配電線)<br>1 式                                                         | 1               |    |            |
|     |                        |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                          | 配電線 | Monkey 区画変電所と Maldeco 変電所間の 33 kV 2 回線配電線建設、光ファイバー付                                  | 30 km                                                                       |                 |    |            |

## 第 1 1 章 モザンビーク共和国



## 第 11 章 モザンビーク共和国

### 11-1 概況

モザンビークは、インド洋に面した 2,500 キロの長大な海岸線を有し、ジンバブエ、マラウイ、ザンビアといった内陸国のゲートウェイとして地理的要衝を占める。内戦後の 1992 年和平協定締結以降は、安定した政情の下、国家再建・経済社会開発を着実に進展させている。経済成長率は、近年は年間約 7%前後を記録している。同国は、石炭、ガス等を始めとする鉱物・エネルギー資源が豊富であり、豊富な水資源を利用した水力発電にも恵まれているほか、農業開発の余地も大きく、経済成長の潜在性は高い。一方で、モザンビークの一人あたり GNI は 480 ドル (2019 年世銀) と低く、世界における最貧困国の 1 つとして位置づけられており、特に人間開発指数はジェンダー・保健・教育等の分野の開発の遅れにより、187 カ国中 184 位(2011 年 UNDP)に低迷している。同国は、人口の大多数が農業に従事しているが、その大部分は生産性の低い零細な生産活動にとどまり、その他の分野においても、企業活動は未発達である。



図 11-1.1 位置図

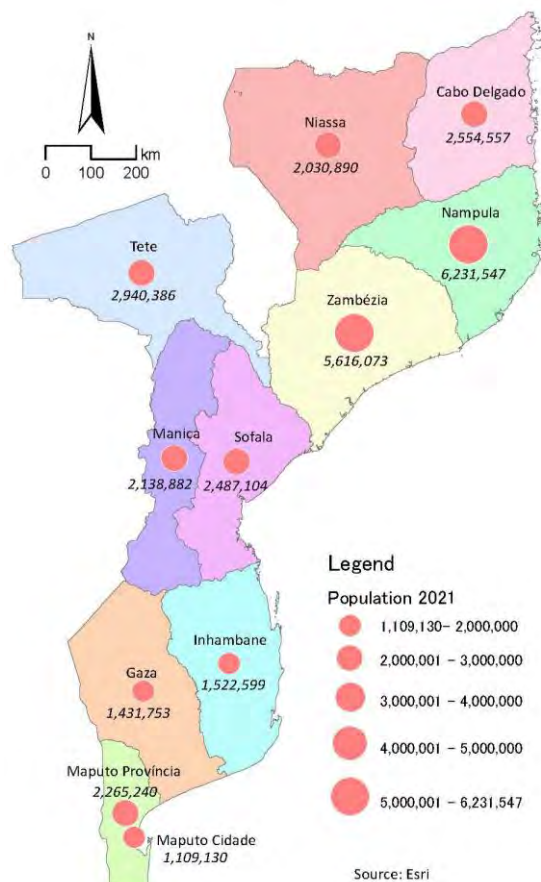


図 11-1.2 人口分布



表 11-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                 | 参照元        |
|------------------|------------------------------------|------------|
| 面積               | 79.9 万平方キロメートル                     | 日本の約 2 倍   |
| 人口               | 約 3,036 万人                         | 2019 年世銀   |
| 首都               | マプト                                |            |
| 民族               | マクア、ロムウェ族など約 40 部族                 |            |
| 言語               | ポルトガル語                             |            |
| 宗教               | キリスト教（約 40%）、イスラム教（約 20%）、伝統宗教     |            |
| 政体               | 共和制                                |            |
| 議会               | 国民議会（一院制）、議員数 250 名（任期 5 年）        |            |
| 国内総生産（GDP）       | 149 億米ドル                           | 2019 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 480 米ドル                            | 2019 年世銀   |
| 経済成長率            | 2.2%                               | 2019 年世銀   |
| 失業率              | 3.2%                               | 2019 年世銀   |
| 電化率              | 全国：38.0%<br>都市部：73.0%<br>地方部：17.4% | 2020 年 IEA |

表 11-1.2 対モザンビーク開発協力方針（2013 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                          |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【潜在力を活かした持続可能な経済成長の推進と貧困の削減】<br>モザンビークは、2011 年に「貧困削減活動計画（PARP）」を選択し、包括的な経済発展と貧困からの脱却を国家目標としている。我が国は、「PARP」を踏まえ、同国が高い潜在能力を発揮して持続可能な経済成長を実現しつつ、貧困削減が達成できるよう、下記重点分野の支援を展開していく。 |
| 重点分野     | (1) 回廊開発を含む地域経済活性化<br>(2) 人間開発<br>(3) 防災・気候変動対策                                                                                                                             |

## 11-2 エネルギー政策

鉱物資源エネルギー省(MIREME)によって策定された「国家エネルギー戦略（National Energy Strategy 2014-2023、以下 NES2014-2023）」は、2014 年から 2023 年の 10 年間を想定し策定されたものであり、電力セクターにおける課題に取り組むためのビジョンと道筋を提供する。同政策では、以下の目標を掲げている。

- 重要な地域エネルギー生産者としての立場を強化する
- 社会開発と貧困緩和を支援する
- 一般的な経済成長を促進する

NES2014-2023 では、電源構成を多様化し、産業および社会経済の発展に貢献することを使命としている。



### 11-3 エネルギー需給

モザンビーク共和国は、石炭、天然ガスや金属資源も有する国だけでなく、多数の河川による水力資源が存在し、国内で生産される一次エネルギーは、石炭、天然ガス、水力およびバイオマスである。石油製品を除き自国で調達できており、石炭と天然ガスは大半が輸出されている。エネルギー供給の大半は、植物由来燃料であるが産業や家庭で利用されるのみで発電には利用されていない。電力は水力資源に依存しているが、天然ガスを燃料とする発電設備も徐々に利用されてきている。

表 11-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位: ktoc 石油換算 1,000 トン) (P: 推定)

|              | 2000 | 2005   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |      |        |        |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | 9    | 2      | 3,234  | 3,372  | 3,099  | 6,017  | 3,172             | 3,253             |
| 木 炭          | 249  | 297    | 525    | 692    | 1,080  | 1,123  | 1,147             | 1,224             |
| 石 油          | 0    | 20     | 55     | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| 天然ガス         | 1    | 2,075  | 3,859  | 4,546  | 4,639  | 4,595  | 4,643             | 4,693             |
| 電 力          | 761  | 1,142  | 1,525  | 1,643  | 1,611  | 1,461  | 1,494             | 1,528             |
| 化石燃料         | 1    | 2      | 135    | 233    | 269    | 252    | 267               | 284               |
| 水 力          | 760  | 1,140  | 1,390  | 1,410  | 1,342  | 1,209  | 1,226             | 1,244             |
| 地 熱          | -    | -      | -      | -      | -      | -      | -                 | -                 |
| 再エネ (太陽光、風力) | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                 | 0                 |
| <b>輸入量</b>   |      |        |        |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | -12  | -11    | -2,390 | -2,457 | -4,719 | -6,536 | -6,394            | -6,256            |
| 石 油          | -    | -      | -      | -      | -      | -      | -                 | -                 |
| 石油製品         | 536  | 503    | 1,027  | 1,175  | 1,947  | 2,105  | 2,290             | 2,492             |
| 天然ガス         | 0    | -2,055 | -3,416 | -3,330 | -3,893 | -3,796 | -3,440            | -3,118            |
| 電 力          | -558 | -207   | -219   | -200   | -373   | -1     | -1                | -1                |
| <b>最終消費量</b> |      |        |        |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | 0    | 0      | 823    | 92     | 93     | 6      | 6                 | 7                 |
| 石 油          | 401  | 461    | 916    | 1,198  | 1,776  | 1,963  | 2,088             | 2,238             |
| 天然ガス         | 0    | 17     | 92     | 153    | 146    | 116    | 119               | 121               |
| 電 力          | 179  | 781    | 1,008  | 977    | 979    | 1,242  | 1,340             | 1,451             |

出典: African Energy Commission – AFREC Database

### 11-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、鉱物資源エネルギー省 (MIREME) である。電力供給は、モザンビーク電力公社 (EDM) によって行われている。その他電力関連の組織として、水力発電会社であるカボラバッサ水力公社 (HCB) がある。なお、鉱物資源エネルギー省 (MIREME) は、2030 年までに電化率 100% 達成を掲げている。

表 11-4.1 電気事業体制

|         |                                                   |
|---------|---------------------------------------------------|
| 監督省庁:   | Ministry of Mineral Resources and Energy (MIREME) |
| 電気事業者:  | 発電・送電・配電部門: Electricidade de Mocçambique (EDM)    |
| 水力発電会社: | Hidroeléctrica de Cahora Bassa (HCB)              |





## 11-5 電力需給

モザンビーク共和国における電力供給は、水力発電が主流であり 2010 年代前半までは、ほぼ全てを賄っていたが、天然ガス燃焼の火力発電の導入増加に伴い、2010 年代後半は 80%強の比率に下がっている。しかしながら水力発電が電力供給の主流であることは変わらず、自然現象由来の水資源の利用限度(干ばつの影響)が毎年の発生電力量に影響している。需要は、産業用電力が 80%強を占める。

表 11-5.1 電力需要供給状況一覧

(単位: GWh)

| 年               | 2010          | 2011          | 2012          | 2013          | 2014          | 2015          | 2016          | 2017          | 2018          |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>発生電力量</b>    | <b>16,666</b> | <b>16,830</b> | <b>15,166</b> | <b>14,895</b> | <b>17,765</b> | <b>19,911</b> | <b>18,757</b> | <b>16,993</b> | <b>16,659</b> |
| 水力発電            | 16,647        | 16,810        | 15,145        | 14,546        | 16,175        | 17,207        | 15,609        | 14,061        | 13,921        |
| 火力発電(石油)        | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 152           | 19            | 0             | 0             |
| 火力発電(天然ガス)      | 18            | 20            | 21            | 349           | 1,590         | 2,550         | 3,127         | 2,930         | 2,736         |
| 太陽光発電           | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 2             | 2             | 2             | 2             |
| <b>消費電力量</b>    | <b>10,670</b> | <b>10,990</b> | <b>11,440</b> | <b>11,530</b> | <b>12,610</b> | <b>14,990</b> | <b>11,940</b> | <b>14,500</b> | <b>13,630</b> |
| 住宅              | 971           | 1,134         | 1,282         | 1,449         | 1,506         | 1,841         | 1,768         | 1,529         | 1,607         |
| 産業              | 9,295         | 9,402         | 9,636         | 9,488         | 9,178         | 10,503        | 9,062         | 12,539        | 11,063        |
| 商業・公共           | 290           | 315           | 261           | 166           | 161           | 778           | 598           | 385           | 436           |
| 農林業             | 13            | 13            | 24            | 36            | 22            | 39            | 24            | 23            | 25            |
| その他             | 101           | 126           | 237           | 392           | 1,743         | 1,828         | 488           | 23            | 498           |
| <b>損失 (GWh)</b> | <b>5,996</b>  | <b>5,840</b>  | <b>3,726</b>  | <b>3,365</b>  | <b>5,155</b>  | <b>4,921</b>  | <b>6,817</b>  | <b>2,493</b>  | <b>3,029</b>  |
|                 | 36.0%         | 34.7%         | 24.6%         | 22.6%         | 29.0%         | 24.7%         | 36.3%         | 14.7%         | 18.2%         |

出典: IEA Web サイト情報から調査団作成

モザンビーク共和国における電力網は、モザンビーク電力公社 (EDM)、カオラバッサ水力公社 (HCB) およびモザンビーク送電会社 (MOTRACO) の 3 社の送電網で構成されており、南アフリカ電力公社 (Eskom) への HCB からの供給、MOTRACO への Eskom からの電力輸出入供給のほか、ジンバブエ共和国とエスワティニ王国への輸出供給もあり、送電網通過電力量は国内需給量の 2 倍程度となっている。EDM の年報では、上記 3 社の送電網利用電力量は下表のように報告されている。

表 11-5.2 送電網利用状況一覧

(単位: MW)

| 年              | 2011          | 2012          | 2013          | 2014          | 2015          | 2016          | 2017          | 2018          |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>総合通過電力量</b> | <b>32,014</b> | <b>31,087</b> | <b>31,512</b> | <b>30,634</b> | <b>31,892</b> | <b>32,471</b> | <b>33,460</b> | <b>31,114</b> |
| EDM            | 5,445         | 6,249         | 6,724         | 5,998         | 6,664         | 8,673         | 9,499         | 7,653         |
| HCB            | 15,967        | 14,447        | 14,226        | 14,340        | 15,146        | 13,930        | 14,053        | 13,617        |
| MOTRACO        | 10,602        | 10,392        | 10,562        | 10,296        | 10,082        | 9,868         | 9,908         | 9,844         |

出典: RNT

国内需要の最大電力は、2010 年以降 2019 年まで下表のとおりで、10 年間で見ると年平均 7%の伸びを、2015 年以降に限ると年平均 4%の伸びを示している。



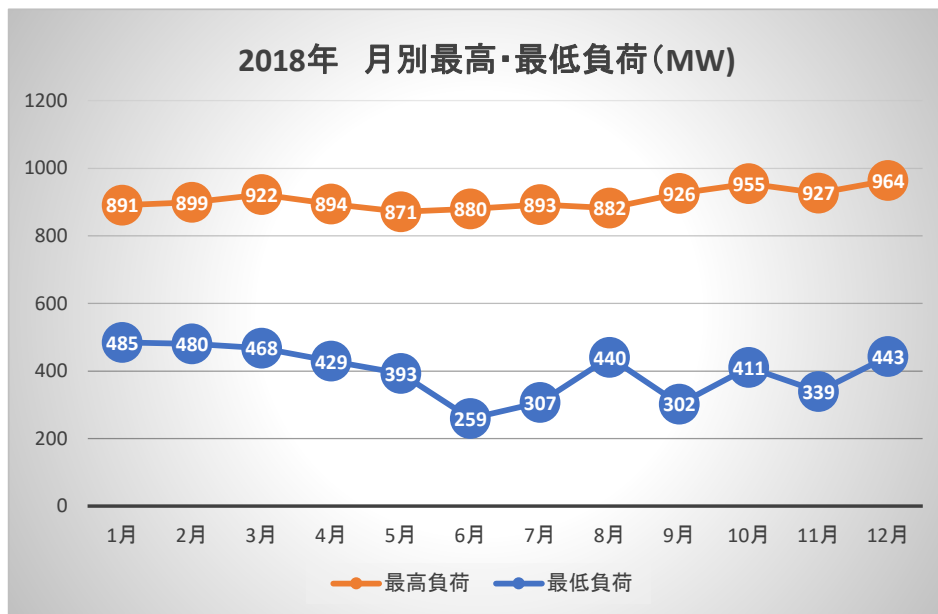
表 11-5.3 最大電力の推移

(単位: MW)

| 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 534  | 610  | 706  | 761  | 831  | 863  | 876  | 911  | 964  | 955  |

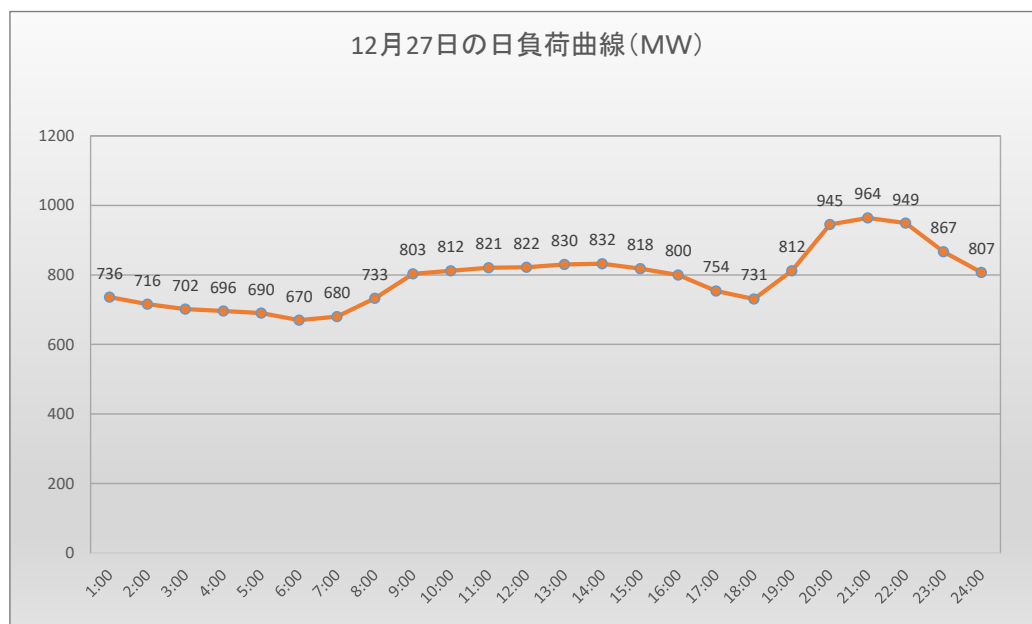
出典: EDM 年報 2019 年

年間の月毎の最大電力の推移は、2018 年を例にとると図 11-5.1 に示すとおりであるが、年間を通じてさほど大きな差は無い。暖かい雨季(10 月～3 月)に高い傾向を示し、2018 年は 12 月 27 日 21 時に最大電力を、涼しい乾季の 6 月 17 日 7 時に最低電力を記録している。最大電力を記録した 12 月 27 日の日負荷変化を図 11-5.2 に示す。



出典: EDM 年報 2018 年

図 11-5.1 月別最大・最低負荷実績 (2018 年)



出典：EDM 年報 2018 年

図 11-5.2 2018 年最大電力記録日の日負荷曲線

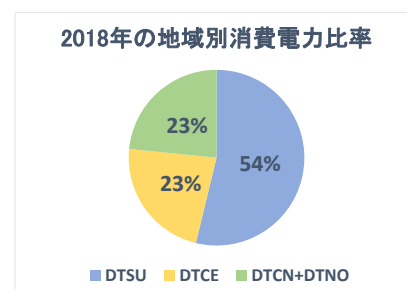
モザンビーク共和国の電力系統は、南北の系統が、まだ連系されておらず、首都マプトを中心とする南部系統とモザンビーク中北部に広がる系統で構成されている。EDM では管轄を北部 (DTNO)、中北部 (DTCN)、中部 (DTCE)、及び南部 (DTSU) の 4 地域に分割しているが、年報では、DTNO と DTCN を一緒にし、3 地域で報告している。EDM の送電網を通過し国内で消費された電力を管轄地域別にみると下表のとおりであり、首都マプトのある南部系統で、全国の半分以上の電力が使用されていることが判る。

表 11-5.4 EDM 管轄の国内需要推移

(単位：GWh)

| 年         | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| EDM 全体    | 5,103 | 5,466 | 5,459 | 5,691 |
| DTSU      | 2,898 | 2,990 | 2,928 | 3,061 |
| DTCE      | 1,087 | 1,180 | 1,238 | 1,298 |
| DTCN+DTNO | 1,119 | 1,297 | 1,292 | 1,333 |

出典：EDM 年報 2018 年



## 11-6 電力設備

### (1) 発電設備

モザンビーク共和国では、総容量 2,075 MW の大容量水力発電所を運営する HCB が発電電力量の約 75%を占める主力電源であるが、EDM と IPP が運営する発電所による供給で残りを賄われている。水力発電では、既述の大容量カオラバッサ水力に加え、中小規模水力が運用されている。カオラバッサ水力の有る水量の豊富な Zambezi 川の水系を利用した次期大容量水力発電所の開発も進められている。火力発電は、小型ディーゼル発電が利用されていたが、Temane ガス田の開発に合わせてガスエンジン火力が建設、その後ガスコンバインドサイクル発電も運用を開始している。電源開発計画では、自国資源を利用した石炭火力発電、ガス火力発電の開発が水力発電と共に計画



されている。太陽光や風力の再生可能エネルギー発電も今後導入を推進する計画となっている。

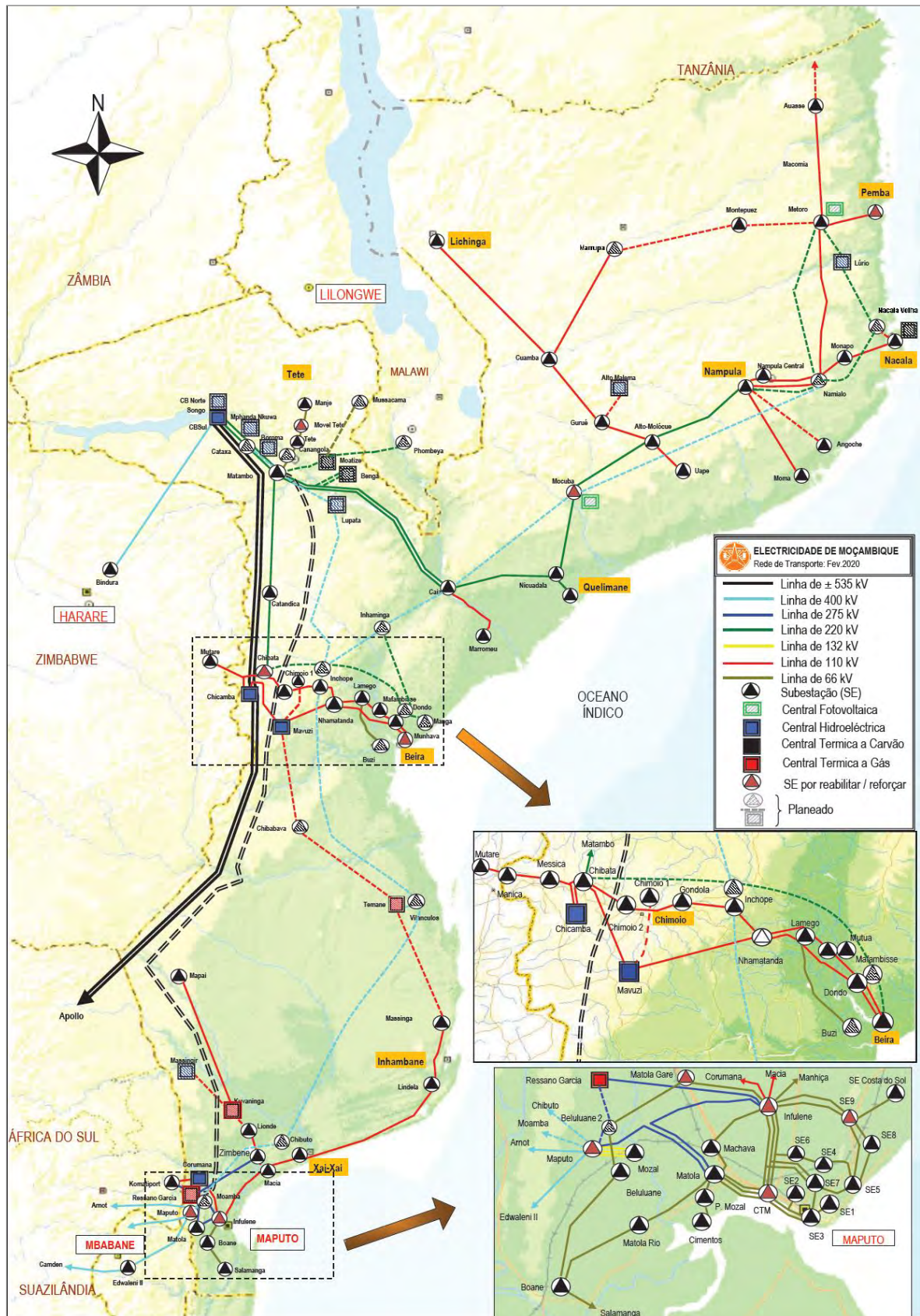
主要な水力と火力発電設備の一覧表を以下に、及び全国の主要発電設備と送電線の配置図を図 11-6.1 に示す。

表 11-6.1 主要発電整備

| 電源種別 | 発電所名                                  | 設備容量<br>(MW) | 構成<br>台数 × (MW)           | 運開年           | 運用者       |
|------|---------------------------------------|--------------|---------------------------|---------------|-----------|
| 水 力  | Cahora Bassa                          | 2,075        | 5 × 415                   | 1975          | HCB       |
|      | Mavuzi                                | 53           | 2 × 5.5, 2 × 15<br>1 × 12 | 1955-<br>1957 | EDM       |
|      | Chicamba                              | 44           | 2 × 22                    | 1968-<br>1969 | EDM       |
|      | Corumana                              | 16.3         | 2 × 8.1                   | 1984<br>1990  | EDM       |
|      | Cuamba                                | 1.1          | 2 × 0.5                   | 1989          | EDM       |
|      | Lichinga                              | 0.75         | 1 × 0.75                  | 1983          | EDM       |
| 火 力  | Temane                                | 11.6         | GE 7 × 0.95<br>GE 2 × 2.5 | 2006-<br>2014 | EDM       |
|      | CTM Maputo                            | 124          | GT 2 × 48<br>ST 1 × 28    | 2016-<br>2018 | EDM       |
|      | GT - 35 Beira                         | 14           | GE 1 × 14                 | 1988          | EDM       |
|      | GTG - III Mapto                       | 24           | GE 1 × 24                 | 1992          | EDM       |
|      | CTRG - PPP                            | 175          | GE 18 × 9.72              | 2014          | EDM/Sasol |
|      | Gigawatt - IPP                        | 121          | GE 13 × 9.34              | 2016          | Gigawatt  |
|      | Nacala Barcassa - IPP<br>(Power ship) | 102.5        | 6 × 17.09                 | 2016          | Karpower  |
|      | Kuvaninga - IPP                       | 40           | GE 10 × 4                 | 2017          | Kuvaninga |

出典：EDM 及び JICA モザンビーク電力マスタープラン策定プロジェクト ファイナルレポート(2018)から調査団作成





出典：EDM 年報 2019 年

図 11-6.1 主要発電設備と送電線の配置図



## (2) 送電設備

モザンビーク共和国の送電網は、前述のとおり南と北の系統が分離しており、首都マプトを中心とする南部系統とモザンビーク中北部に広がる系統で構成されている。EDM では管轄を北部 (DTNO)、中北部 (DTCN)、中部 (DTCE)、及び南部 (DTSU) の 4 地域に分割しているが、同社年報では、DTNO と DTCN を一緒にし、3 地域で報告している。送電線は、EDM、HCB、MOTRACO 等の複数の会社で保有し運営されており、535 kV の直流送電線で南アフリカ共和国までの国際連系線が存在するほかに、交流の 400 /330kV、275 kV、220 kV、132 kV、110 kV、66 kV の電圧階級が用いられている。

表 1 1－6. 2 にモザンビーク共和国内の 2018 年末時点での送電線の電圧階級別の送電線亘長一覧を示す。

表 1 1－6. 2 電圧階級別の送電線亘長一覧

(単位：km)

|            | 535kV | 400/<br>330kV | 275kV | 220kV | 132kV | 110kV | 66kV | 合 計   |
|------------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| EDM (DTSU) | 0     | 0             | 257   | 0     | 0     | 952   | 375  | 1,584 |
| EDM (DTCE) | 0     | 125           | 0     | 1,486 | 0     | 792   | 197  | 2,600 |
| EDM (DTNO) | 0     | 0             | 0     | 0     | 0     | 1,130 | 0    | 1,130 |
| HCB        | 1,794 | 0             | 0     | 440   | 0     | 0     | 0    | 2,234 |
| MOTRACO    | 0     | 108           | 0     | 0     | 11    | 0     | 0    | 119   |
| その他        | 0     | 0             | 0     | 50    | 0     | 198   | 79   | 327   |
| 合 計        | 1,794 | 233           | 257   | 1,976 | 11    | 3,072 | 651  | 7,993 |

出典：EDM 年報 2018 年

表 1 1－6. 3 主要送電線一覧表

(110 kV 以上のみ掲載)

| 電圧<br>(kV) | 自              | 至                   | 亘長<br>(km) | 導体種類 | 導体断面積<br>(mm <sup>2</sup> ) |
|------------|----------------|---------------------|------------|------|-----------------------------|
| 535 (DC)   | Songo          | Appollo (南ア)        | 898        |      | (1,920 MVA)                 |
| 535 (DC)   | Songo          | Appollo (南ア)        | 896        |      | (1,920 MVA)                 |
| 400        | Maputo         | Arnout (南ア)         | 50         | ACSR | 1,206                       |
| 400        | Maputo         | Edwalene (南ア)       | 58         | ACSR | 1,206                       |
| 400 (330)  | Songo          | Biduea (ジンバブエ)      | 125        | ACSR | 1,145                       |
| 275        | Komatipoort    | Ressano Garcia (南ア) | 9          | ACSR | 528                         |
| 275        | SE Matola      | Infulene            | 16         | ACSR | 528                         |
| 275        | Ressano Garcia | Infulene            | 76         | ACSR | 528                         |
| 275        | SE Maputo      | Matola              | 16         | ACSR | 528                         |
| 220        | Songo          | Matambo             | 120        | ACSR | 429                         |
| 220        | Songo          | Matambo             | 115        | ACSR | 804                         |
| 220        | Matambo        | Chimuara            | 294        | ACSR | 804                         |
| 220        | Matambo        | Chimuara            | 291        | ACSR | 804                         |
| 220        | Chimuara       | Nicuadala           | 154        | ACSR | 804                         |
| 220        | Nicuadala      | Mocuba              | 108        | ACSR | 804                         |
| 220        | Mocuba         | Alto Molocue        | 151        | ACSR | 402                         |
| 220        | Alto Molocue   | Nampula 220         | 183        | ACSR | 402                         |
| 220        | Nicuadala      | Quelimane           | 20         | ACSR | 402                         |



| 電圧<br>(kV) | 自               | 至                   | 亘長<br>(km) | 導体種類 | 導体断面積<br>(mm <sup>2</sup> ) |
|------------|-----------------|---------------------|------------|------|-----------------------------|
| 220        | Matambo         | Catandica           |            | ACSR | 429                         |
| 220        | Catandica       | Chibata             |            | ACSR | 429                         |
| 220        | Matambo         | Moatize (Vale)      | 50         | ACSR | 804                         |
| 110        | Alto Molocue    | Gurue               | 76         | ACSR | 282                         |
| 110        | Chimuara        | Marromeu            | 90         | ACSR | 131                         |
| 110        | Alto Molocue    | Uape                | 90         | ACSR | 183                         |
| 110        | Gurue           | Cuamba              | 100        | ACSR | 158                         |
| 110        | Cuamba          | Lichinga            | 235        | ACSR | 158                         |
| 110        | Nampula 220     | Nampula Central     | 4          | ACSR | 282                         |
| 110        | Nampula Central | Monapo              | 131        | ACSR | 212                         |
| 110        | Monapo          | Nacala              | 64         | ACSR | 212                         |
| 110        | Nacala Porto    | Nacala Valha (Vale) | 28         | ACSR | 282                         |
| 110        | Nacala Porto    | Barcaza             | 1.1        | ACSR | 342                         |
| 110        | Nampula 220     | Moma                | 170        | ACSR | 183                         |
| 110        | Nampula 220     | Metoro              | 301        | ACSR | 183                         |
| 110        | Metoro          | Pemba               | 74         | ACSR | 183                         |
| 110        | Metoro          | Macomia             | 132        | ACSR | 183                         |
| 110        | Macomia         | Auasse              | 88         | ACSR | 183                         |
| 110        | Mavuzi          | Nhamatanda          | 80         | ACSR | 183                         |
| 110        | Nhamatanda      | Dondo               |            | ACSR | 183                         |
| 110        | Dondo           | Cimentos Beira      |            | ACSR | 183                         |
| 110        | Cimentos Beira  | Beira               |            | ACSR | 183                         |
| 110        | Mavuzi          | Chicamba            | 72         | ACSR | 183                         |
| 110        | Chicamba        | Xigodora            | 11         | ACSR | 183                         |
| 110        | Xigodora        | E. Chicamba         | 5          | ACSR | 183                         |
| 110        | E. Chicamba     | Machipanda          | 50         | ACSR | 183                         |
| 110        | Machipanda      | Mutare              | 7.5        | ACSR | 183                         |
| 110        | Mavuzi          | Beira               | 171        | ACSR | 158                         |
| 110        | Mavuzi          | Chibabava           | 95         | ACSR | 282                         |
| 110        | Nhamatanda      | Gondola             | 78         | ACSR | 282                         |
| 110        | Chibata         | Xigodora            | 12         | ACSR | 282                         |
| 110        | Chibata         | Gondola             | 20         | ACSR | 282                         |
| 110        | Motraco         | Mozal               | 125        | ACSR | 282                         |
| 110        | Infulene        | Macia               | 49         | ACSR | 282                         |
| 110        | Macia           | Lionde              | 53         | ACSR | 282                         |
| 110        | Infulene        | Corrumana           | 92         | ACSR | 282                         |
| 110        | Corrumana       | Komatipoort         | 40         | ACSR | 282                         |
| 110        | Lionde          | Kuvinga             | 46         | ACSR | 282                         |
| 110        | Kuvinga         | Mapai               | 237        | ACSR | 282                         |
| 110        | Chicumbane      | Lindela             | 234        | AAAC | 150                         |

出典：JICA モザンビーク電力マスタープラン策定プロジェクト ファイナルレポート(2018)

電力供給品質の指標として、SAIFI（平均停電回数／年）と SAIDI（平均停電継続時間／年）にて表現されるが、EDM の送電網における各々の数値は下表のとおりである。2018 年に IEA から報告された OECD 平均指標を参考に併記しておく。



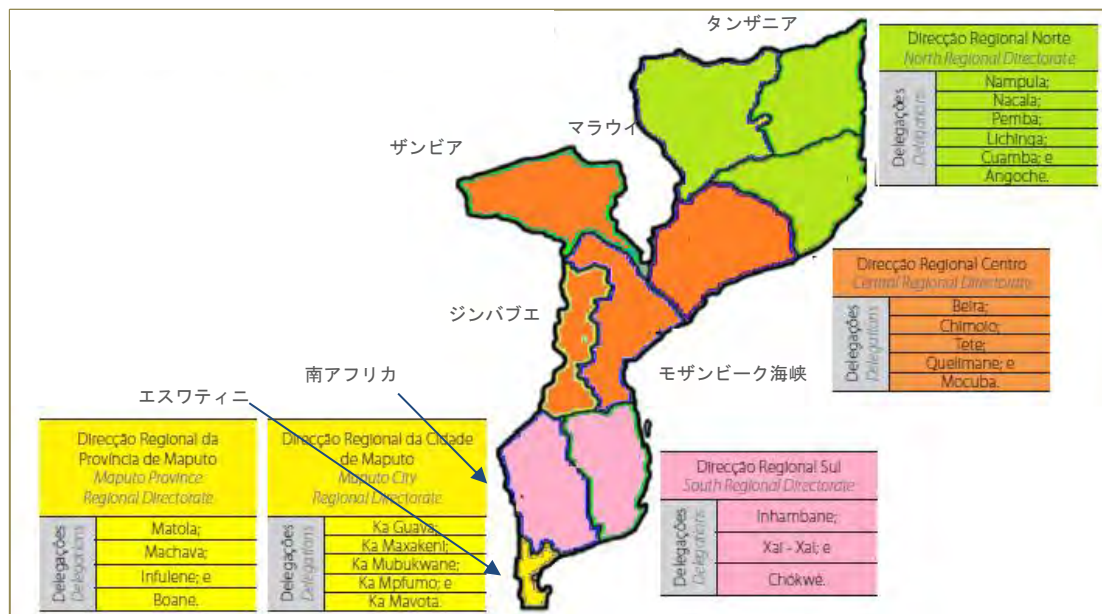


表 11-6.4 EDM 送電網の電力供給信頼性指標値

|              | EDM の実績 |        | OECD 平均値 (参考) |
|--------------|---------|--------|---------------|
|              | 2018 年  | 2019 年 |               |
| SAIFI (回/年)  | 36.58   | 31.47  | 0.9           |
| SAIDI (時間/年) | 59.33   | 70.45  | 1.3           |

出典：EDM 年報 2019 年及び IEA 電力システム強靱化に関する国際的見解（2018 年）

モザンビーク共和国の配電線は 33kV、19kV、11 kV と 6.6 kV の電圧階級で運用されている。配電網の管理は、北部 (DRN)、中央部 (DRC)、南部 (DRS)、マプト市 (DRCM)、マプト地域 (DRPM) の 5 地域に分割し実施されている。配電網の管理地域図を図 11-6.2 に、配電線の互長と配電用変圧器の数量の一覧を表 11-6.5 に示す。



出典：EDM 年報 2019 年

図 11-6.2 配電網の管理地域





表 11-6.5 配電設備一覧表 (2020 年)

|                | DRCM  | DRPM  | DRS   | DRC   | DRN   | EDM 全体 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 中圧配電線          |       |       |       |       |       |        |
| 合計亘長 (km)      | 973   | 2,038 | 4,093 | 7,303 | 5,941 | 20,348 |
| 33 kV (km)     | 515   | 1,873 | 3,756 | 5,429 | 5,525 | 17,098 |
| 22 kV (km)     | 0     | 13    | 0     | 1,552 | 152   | 1,717  |
| 19 kV (km)     | 0     | 87    | 43    | 0     | 0     | 130    |
| 11 kV (km)     | 458   | 65    | 267   | 148   | 263   | 1,202  |
| 6.6 kV (km)    | 0     | 0     | 27    | 173   | 0     | 200    |
| 低圧配電線          |       |       |       |       |       |        |
| 0.4 kV 亘長 (km) | 2,317 | 6,524 | 3,772 | 6,780 | 7,427 | 26,820 |
| 配電用変圧器         |       |       |       |       |       |        |
| 合計台数 (台)       | 1,865 | 2,880 | 1,943 | 3,633 | 2,790 | 13,111 |
| 33/0.4 kV (台)  | 651   | 2,737 | 1,608 | 1,812 | 2,278 | 9,086  |
| 22/0.4 kV (台)  | 0     | 15    | 0     | 1,204 | 26    | 1,245  |
| 19/0.23 kV (台) | 0     | 13    | 12    | 0     | 0     | 25     |
| 11/0.4 kV (台)  | 1,214 | 115   | 280   | 220   | 486   | 2,315  |
| 6.6/0.4 kV (台) | 0     | 0     | 43    | 397   | 0     | 440    |

出典：EDM

オフグリッド開発による小容量 (1MW 未満) 電化促進は、地方電化基金 (FUNAE) により配電線から遠いエリアでの再エネによるマイクロ・ミニグリッド電化を推進している。FUNAE では、2017 年にオフグリッド電化プロジェクトリスト (小水力 332 件、太陽光 343 件) を、投資を呼び込む目的で公表している。EDM は、オングリッドでの開発を実施しているが、EDM Strategy 2018 - 2028 には短 (1~3 年)・中 (3~5 年)・長期 (6~10 年) で主要なプロジェクトが掲載されている。

### (3) 開発計画 (地方電化計画を含む)

モザンビーク政府の開発計画である PARP において、環境・気候変動対策は横断的な課題の一つとして重要視されており、中でも気候の安定化に貢献するための温室効果ガス排出削減と経済成長を両立させることが重要となっている。

モザンビークは、貴重な森林資源を有するため、その保全を中心とした環境・気候変動への対策が必要であるが、モザンビークは災害に対して非常に脆弱であり、2010 年 3 月の洪水、2012 年 1 月のサイクロン、2013 年 1 月の洪水及び 2015 年 1 月の洪水では人々の生活のみならず、農業・電力インフラなどが一部崩壊し産業活動にも大きな被害・影響が出ており、防災能力の向上・災害リスクマネジメントは大きな課題となっている。

これらの課題を解決するためには、災害のメカニズム、災害要因を把握することが重要であり、特に気象観測データを正確かつ迅速に伝達することで災害への予防と繋がり、その整備は急務の課題である。

また、モザンビークではとりわけ地方部の開発の遅れが顕著であり、地域経済の活性化に取り組む必要性が高い。ナカラ港から伸びるナカラ回廊は、モザンビークの有する豊富な鉱物・エネルギー資源の輸送路として、また、農業開発の潜在性が高い地域として重要である。ナカラ回廊開発の推進のため、回廊と周辺地域を結ぶ道路・橋梁改修やナカラ港の整備・電力等のインフラ整備を支援するとともに、日本・ブラジル・モザンビーク三角協力による「熱帯サバンナ農業開発プログラム (ProSAVANA-JBM)」により、農業開発支援に積極的に取り組んでいる。さらに、回廊地域以外



においても、地域経済活性化のため、「アフリカ稲作振興のための共同体（CARD）」の方針に基づく稲作増産等を通じた農業開発が行われている。

### 11-7 課題と開発ニーズ

モザンビークでは、天然ガス燃焼の火力発電の導入増加に伴い、2010年代後半は80%強の比率に下がっているが、依然として水力発電が電力供給の主流であることは変わらず、自然現象由来の水資源の利用限度(干ばつの影響)が毎年の発生電力量に影響している。

EDMは、系統運用面における課題を多く抱えており、主な内容は以下のとおりである。

- SCADAの維持管理能力不足。
- 確固たる系統操作にかかるガイドラインがない。
- 系統操作の人材育成がされていない。
- 電力需給自動制御がされていない。

首都圏における需要増や電力供給信頼度向上を目的とした送変電、配電、プロジェクトのニーズが確認されたが、送電線の距離や配電線の距離、具体的な対象地位は不明のため、EDM実務者との詳細協議が必要となる。また、系統運用能力向上にかかる技術協力のニーズもあり、EDMは具体的内容の協議を期待している。

### 11-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表11-8.1に示す。



表 11-8.1 プロジェクト候補リスト (モザンビーク)

| 優先度 | 地域     | プロジェクト名<br>(仮)               | プロジェクトの目的                                                                     | 分類  | 主要コンポーネント                                                                                                                   | 数量                                                                          | 概算費用<br>(百万米ドル) |    | 運用開始<br>時期 |
|-----|--------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|------------|
|     |        |                              |                                                                               |     |                                                                                                                             |                                                                             | 個別              | 計  |            |
| 1   | Maputo | 66 kV Khongolote 変電所建設プロジェクト | 配電網を利用しての Maputo 市街地への増加する負荷に対して冗長化した系統で継続的な電力の供給を確実にする。                      | 変電所 | Khongolote 変電所建設<br>-66 kV 開閉装置<br>-66/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                               | 3 区画 (1 送電線, 2 変圧器)<br>2 台 40 MVA<br>7 区画 (4 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式       | -               | 18 | -          |
|     |        |                              |                                                                               | 変電所 | AAAA 変電所増設<br>-66 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                                                                     | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                         | -               |    |            |
|     |        |                              |                                                                               | 送電線 | Khongolote 変電所と AAAA 変電所間の 66 kV 送電線 (架空、地中埋設もしくはは組合せ)                                                                      | xx km                                                                       | -               |    |            |
|     |        |                              |                                                                               | 配電線 | 33 kV 配電線                                                                                                                   | xx km                                                                       | -               |    |            |
| 2   | Maputo | 66 kV Triunfo 変電所建設プロジェクト    | Maputo 市に建設中の Matalane 変電所と共に、系統連系して 5 変電所と Costa do Sol 変電所の供給制約を無くすことに寄与する。 | 変電所 | Triunfo 変電所建設<br>-66 kV 開閉装置<br>-66/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                                  | 5 区画 (2 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>2 台 40 MVA<br>7 区画 (4 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | -               | 75 | -          |
|     |        |                              |                                                                               | 変電所 | Matalane 変電所増設<br>-66 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                                                                 | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                         | -               |    |            |
|     |        |                              |                                                                               | 変電所 | Grande Maputo 変電所増設<br>-66 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                                                            | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                         | -               |    |            |
|     |        |                              |                                                                               | 変電所 | Costa de Sol 変電所増設<br>-66 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                                                             | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                         | -               |    |            |
|     |        |                              |                                                                               | 変電所 | 5 変電所増設<br>-66 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                                                                        | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                         | -               |    |            |
|     |        |                              |                                                                               | 送電線 | 66 kV 送電線 (架空、地中埋設もしくはは組合せ)<br>-Matalane 変電所と Grande Maputo 変電所間<br>-Costa de Sol 変電所と Triunfo 変電所間<br>-Triunfo 変電所と 5 変電所間 | xx km<br>yy km<br>zz km                                                     | -               |    |            |
|     |        |                              |                                                                               | 配電線 | 33 kV 配電線                                                                                                                   | xx km                                                                       | -               |    |            |



| 優先度 | 地域     | プロジェクト名<br>(仮)            | プロジェクトの目的                                                                                                | 分類  | 主要コンポーネント                                                                            | 数量                                                                    | 概算費用<br>(百万米ドル) |    | 運用開始<br>時期 |
|-----|--------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|----|------------|
|     |        |                           |                                                                                                          |     |                                                                                      |                                                                       | 個別              | 計  |            |
| 3   | Maputo | 66 kV Lingamo 変電所建設プロジェクト | Matola 市の系統の冗長化と Matla 産業地域の持続的な成長が可能となるように信頼性と有効性を向上させると共に、CTM 変電所、Machava 変電所、Matola Rio 変電所の供給制約を無くす。 | 変電所 | Lingamo 変電所建設<br>-66 kV 開閉装置<br>-66/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置           | 3 区画 (1 送電線, 2 変圧器)<br>2 台 40 MVA<br>7 区画 (4 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | -               | 15 | -          |
|     |        |                           |                                                                                                          | 変電所 | 増設 of Matola 変電所増設<br>-66 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                      | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                   | -               |    |            |
|     |        |                           |                                                                                                          | 変電所 | Boane 変電所増設<br>-66 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                             | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                   | -               |    |            |
|     |        |                           |                                                                                                          | 送電線 | 66 kV 送電線 (架空、地中埋設もしくはは組合せ)<br>-Matola 変電所と Lingamo 変電所間<br>-Boane 変電所と Lingamo 変電所間 | xx km<br>yy km                                                        | -               |    |            |
|     |        |                           |                                                                                                          | 配電線 | 33 kV 配電線                                                                            | xx km                                                                 | -               |    |            |
| 4   | Maputo | 66 kV Katembe 変電所建設プロジェクト | Katembe における持続的な成長を可能とし、都市計画と社会経済発展を実現するために、電力供給の有効性と系統の信頼性を強化する。                                        | 変電所 | Katembe 変電所建設<br>-66 kV 開閉装置<br>-66/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置           | 3 区画 (1 送電線, 2 変圧器)<br>2 台 40 MVA<br>7 区画 (4 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式 | -               | 20 | -          |
|     |        |                           |                                                                                                          | 変電所 | Salamanga 変電所増設<br>-66 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                         | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                   | -               |    |            |
|     |        |                           |                                                                                                          | 送電線 | 66 kV 送電線 (架空、地中埋設もしくはは組合せ)<br>Katembe 変電所と Salamanga 変電所間                           | xx km                                                                 | -               |    |            |
|     |        |                           |                                                                                                          | 配電線 | 33 kV 配電線                                                                            | xx km                                                                 | -               |    |            |

| 優先度 | 地域      | プロジェクト名<br>(仮)                      | プロジェクトの目的                                                                               | 分類  | 主要コンポーネント                                                                             | 数量                                                                      | 概算費用<br>(百万米ドル) |    | 運用開始<br>時期 |
|-----|---------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|------------|
|     |         |                                     |                                                                                         |     |                                                                                       |                                                                         | 個別              | 計  |            |
| 5   | Maputo  | 66 kV Ponta de Ouro 変電所建設プロジェクト     | Maputo 地域州への追加電力供給を行うことで、系統の冗長化を図り、工業団地の設立と運営及び観光地域の更なる発展を目指す。                          | 変電所 | Ponta de Ouro 変電所建設<br>-66 kV 開閉装置<br>-66/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置      | 3 区画 (1 送電線 & 2 変圧器)<br>2 台 40 MVA<br>7 区画 (4 送電線, 2 変圧器 & 母線連絡)<br>1 式 | -               | 18 | -          |
|     |         |                                     |                                                                                         | 変電所 | Salamanga 変電所増設<br>-66 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                          | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                     | -               |    |            |
|     |         |                                     |                                                                                         | 送電線 | 66 kV 送電線 (架空、地中埋設もしくは組合せ)<br>Ponta de Ouro 変電所と Salamanga 変電所間                       | xx km                                                                   | -               |    |            |
|     |         |                                     |                                                                                         | 配電線 | 33 kV 配電線                                                                             | xx km                                                                   | -               |    |            |
| 6   | Nampula | 110 kV New Nacala Porto 変電所建設プロジェクト | Nampula 地域北部の Nacala における産業振興のための電力供給と共に、Nampula 州における工業団地の設立運営を可能とする追加電力の供給を継続的に確実にする。 | 変電所 | New Nacala Porto 変電所建設<br>-110 kV 開閉装置<br>-110/33 kV 変圧器<br>-33 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置 | 3 区画 (1 送電線, 2 変圧器)<br>2 台 40 MVA<br>7 区画 (4 送電線, 2 変圧器, 母線連絡)<br>1 式   | -               | 18 | -          |
|     |         |                                     |                                                                                         | 変電所 | BBBB 変電所増設<br>-110 kV 開閉装置<br>-保護・監視制御装置                                              | 1 区画 (1 送電線)<br>1 式                                                     | -               |    |            |
|     |         |                                     |                                                                                         | 送電線 | 110 kV 送電線 (架空、地中埋設もしくは組合せ)<br>New Nacala Porto 変電所と BBBB 変電所間                        | xx km                                                                   | -               |    |            |
|     |         |                                     |                                                                                         | 配電線 | 33 kV 配電線                                                                             | xx km                                                                   | -               |    |            |

出典：調査団作成



## 第12章 ナイジェリア連邦共和国



## 第 12 章 ナイジェリア連邦共和国

### 12-1 概況

ナイジェリアはアフリカ最大級の経済・人口規模を持つ大国であり、アフリカ連合（AU）や西アフリカ諸国経済共同体（ECOWAS）でのプレゼンスも大きく、サブサハラ・アフリカでの我が国企業の経済活動の拠点として高い潜在性を有する。同国に対する開発協力は、域内の発展と日・アフリカの外交関係の強化に資するだけでなく、我が国企業を含む海外企業が同国への進出を検討する際に重要になる投資環境の改善にも資する。ナイジェリア政府は開発戦略「Vision 20:2020」において 2020 年までに経済規模で世界上位 20 位入りすることを目指しており、産業多角化を通じたモノカルチャー経済からの脱却、経済活動の基礎となるインフラ開発、若者層を中心とした雇用創出、公衆衛生の改善をはじめとする社会開発、北（東）部における人道・復興支援等に重点的に取り組んでいる。



図 12-1.1 位置図

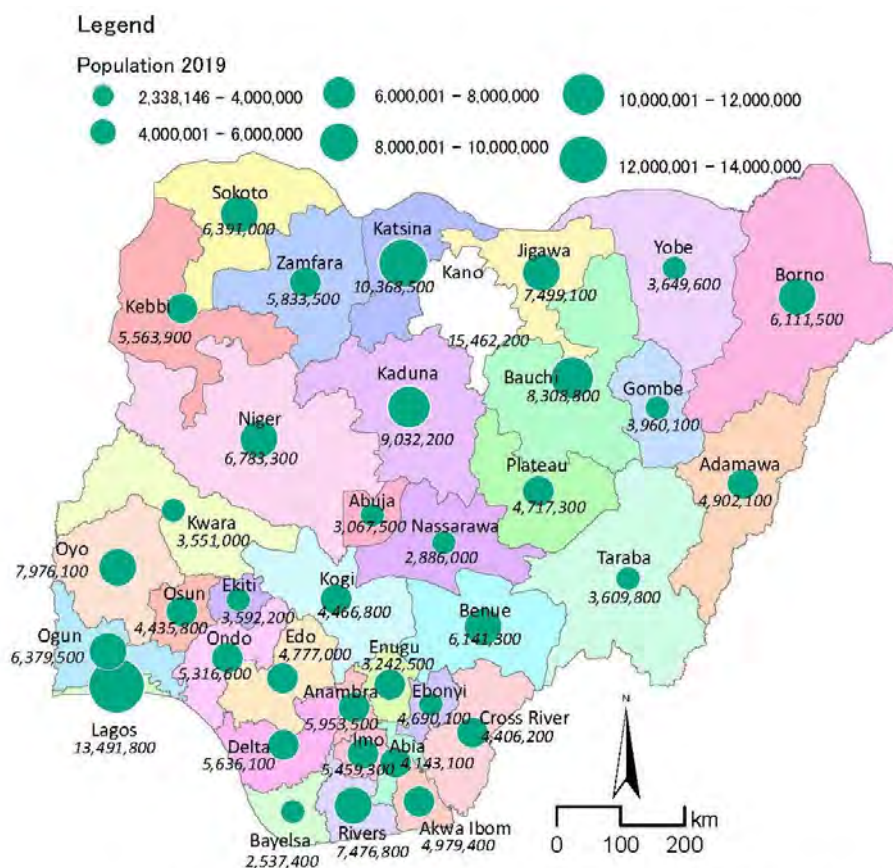


図 12-1.2 人口分布



表 12-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                         | 参照元               |
|------------------|--------------------------------------------|-------------------|
| 面積               | 923,773 平方キロメートル                           | 日本の約 2.5 倍        |
| 人口               | 2 億 614 万人                                 | 2020 年世銀          |
| 首都               | アブジャ                                       |                   |
| 民族               | ハウサ、ヨルバ、イボ等（民族数は 250 以上と推定）                |                   |
| 言語               | 英語（公用語）、各民族語（ハウサ語、ヨルバ語、イボ語等）               |                   |
| 宗教               | イスラム教－北部中心、キリスト教－南部中心、伝統宗教－全域              |                   |
| 政体               | 連邦共和制（大統領制）                                |                   |
| 議会               | 二院制（国民議会（360 議席、任期 4 年）、上院（109 議席、任期 4 年）） |                   |
| 国内総生産（GDP）       | 4,323 億米ドル                                 | 2020 年世銀          |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 2,000 米ドル                                  | 2020 年世銀          |
| 経済成長率            | -1.8%                                      | 2020 年世銀          |
| 失業率              | 8.0%                                       | 2020 年：世銀 ILO 推定値 |
| 電化率              | 全国：68.2%<br>都市部：98.5%<br>地方部：35.5%         | 2020 年 IEA        |

表 12-1.2 対ナイジェリア開発協力方針（2017 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【質の高い包摂的な経済・社会開発、社会の安定化の促進】<br>ナイジェリア政府の中長期的な開発戦略「Vision20：2020」を踏まえ、かつ TICADVI の成果であるナイロビ宣言で示された対アフリカ開発の 3 つの優先分野（①経済の多角化・産業化を通じた経済構造改革の促進、②質の高い生活のための強靱な保健システム促進、③繁栄の共有のための社会安定化促進）に沿った形で ODA 事業を実施し、経済・社会開発、社会の安定化を、ナイジェリア政府と共に実現する。 |
| 重点分野     | (1) 質の高い経済成長のための基盤づくり<br>(2) 包摂的かつ強靱な保健・医療システムの整備<br>(3) 北（東）部復興支援を含む平和と安定の促進                                                                                                                                                           |

## 12-2 エネルギー政策

ナイジェリアエネルギー委員会（ECN）により 2003 年に策定された「ナイジェリアエネルギー政策」は、エネルギーセクターの様々な側面に関する方針、目的、および戦略の詳細が記載されたものである。政策目標及び戦略は注意深く定義されており、エネルギーの基本的な指針となる前提は国の開発目標にとって極めて重要である。「ナイジェリアエネルギー政策」では、国のエネルギー資源を多様化し、積極的な研究開発を行うことにより石油への依存を減らすことを目標としている。エネルギー政策は、以下の点に要約することができる。



- 国家のエネルギー安全保障と最適なエネルギー資源構成を備えた効率的なエネルギー供給システムを達成するために、多様なエネルギー資源オプションを備えたエネルギー資源の開発を確実にする。
- エネルギー生産活動による国民所得への貢献を向上させ、それを保証する。
- 国の発展のために、経済の様々な部門において、適切なコストで、環境に配慮し、適切で信頼性が高く持続可能なエネルギーの供給を保証する。
- エネルギー資源の効率的で費用効果の高い消費パターンを保証する。
- 安定性と自立のため、エネルギーセクターにおける技術と管理の専門知識の獲得と普及、およびエネルギーセクター産業への先住民の参加を促進する。
- 民間セクターによる実質的な参加を得て、エネルギーセクター産業の投資と開発の増加を促進する。
- 効果的な開発のための包括的で統合された十分な情報に基づいたエネルギーセクターの計画とプログラムを確保する。
- アフリカ地域と世界全体の両方において、エネルギー貿易とプロジェクト開発における国際協力を促進する。
- 国の豊富なエネルギー資源を活用して国際協力を促進する。

### 12-3 エネルギー需給

ナイジェリア連邦共和国は、石油・天然ガス資源に恵まれており、石油は、サハラ以南のアフリカ諸国では確認埋蔵量が第1位、天然ガスもアフリカ最大の賦存量を抱えている。これらの恵まれた一次エネルギーの原油と天然ガスの大半は輸出されている。国内のエネルギー消費では、表12-3.1のAfrican Energy Commissionで纏めたエネルギー需給一覧表には項目の記載が無い、薪や藁などのバイオマス燃料が主要なエネルギー源として約8割を占めており、電力利用は2%にも満たない。電力利用のうち、民生（住宅）利用が約6割を占め、産業部門での利用は2割未満となっている。<sup>1</sup>

ナイジェリア連邦共和国のエネルギービジョン30:30:30（2030年までに30GWの追加発電設備とそれらの30%は再生可能エネルギー利用発電とする）における再エネ電源は、水力と太陽光を中心に計画している。特に中部から北部は、太陽光の全天日射量が2,000 kW/m<sup>2</sup>/yearを超える非常に高い地域を保有する国であり、同国の太陽光発電全体で427GWのポテンシャルがあると想定されている。

<sup>2</sup>

表 12-3.1 エネルギー需給一覧表

（単位：ktoe 石油換算 1,000 トン）（<sup>P</sup>：推定）

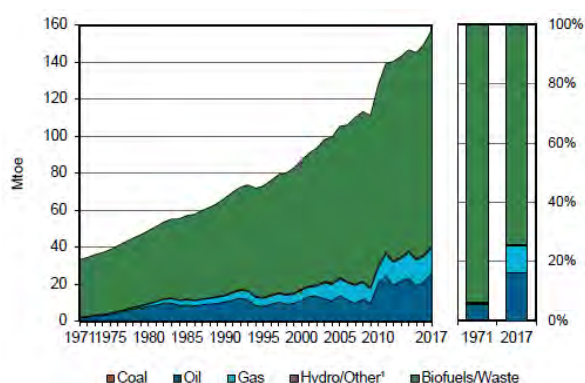
|              | 2000    | 2005    | 2014    | 2015   | 2016   | 2017   | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |         |         |         |        |        |        |                   |                   |
| 石 炭          | 2       | 5       | 24      | 24     | 24     | 24     | 24                | 25                |
| 木 炭          | 896     | 1,559   | 2,828   | 3,216  | 3,270  | 3,270  | 3,365             | 3,466             |
| 石 油          | 107,563 | 120,143 | 100,672 | 97,407 | 84,390 | 99,493 | 91,985            | 93,721            |
| 天然ガス         | 11,733  | 19,963  | 38,501  | 39,652 | 36,577 | 39,045 | 39,488            | 39,948            |
| 電 力          | 1,266   | 2,024   | 2,619   | 2,709  | 2,664  | 2,732  | 2,803             | 2,877             |
| 化石燃料         | 782     | 1,340   | 2,153   | 2,210  | 2,176  | 2,214  | 2,253             | 2,293             |

<sup>1</sup> World Energy Balance 2019 (IEA)の2017年データから計算

<sup>2</sup> Mini-Grid Market Opportunity Assessment: Nigeria – Green Mini-Grid Market Development Programme: SE4ALL Africa Hub & African Development Bank, June 2018

|             | 2000     | 2005     | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018 <sup>p</sup> | 2019 <sup>p</sup> |
|-------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|-------------------|-------------------|
| 水 力         | 484      | 684      | 460     | 492     | 480     | 510     | 542               | 576               |
| 地 熱         | —        | —        | —       | —       | —       | —       | —                 | —                 |
| 再エネ（太陽光、風力） | 0        | 0        | 6       | 7       | 7       | 7       | 8                 | 8                 |
| バイオ・廃棄物     | 0        | 0        | 0       | 0       | 0       | 0       | 0                 | 0                 |
| 輸入量         |          |          |         |         |         |         |                   |                   |
| 石 炭         | 0        | 0        | 0       | 0       | 0       | 0       | 0                 | 0                 |
| 石 油         | -102,714 | -110,866 | -97,569 | -97,187 | -81,331 | -96,508 | -95,452           | -94,411           |
| 石油製品        | 6,134    | 3,978    | 7,364   | 16,298  | 18,593  | 20,887  | 22,583            | 24,416            |
| 天然ガス        | -5,094   | -11,337  | -22,427 | -23,897 | -21,120 | -24,711 | -23,287           | -21,946           |
| 電 力         | -2       | 0        | 0       | 0       | 0       | 0       | 0                 | 0                 |
| 最終消費量       |          |          |         |         |         |         |                   |                   |
| 石 炭         | 7        | 4        | 24      | 24      | 24      | 24      | 25                | 25                |
| 石 油         | 8,886    | 11,342   | 9,874   | 17,540  | 17,813  | 19,198  | 20,835            | 22,702            |
| 天然ガス        | 1,117    | 1,452    | 4,199   | 4,182   | 3,784   | 3,430   | 3,670             | 3,957             |
| 電 力         | 743      | 1,477    | 2,101   | 2,148   | 2,176   | 2,227   | 2,282             | 2,339             |

出典：African Energy Commission – AFREC Database



出典：World Energy Balances 2019 – IEA

図 12-3.1 国内一次エネルギー供給

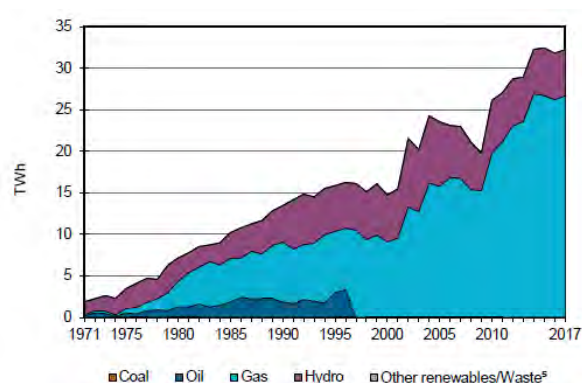


図 12-3.2 電源種類別発電量

## 12-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、連邦電力省 (FMP) である。電力供給は、発電部門を発電会社 (Six GenCos)、送電部門をナイジェリア送電公社 (TCN)、配電部門を配電会社 (Eleven DisCos) がそれぞれ担う。その他電力関連の組織として、電力規制を担うナイジェリア電力規制委員会 (NERC)、地方電化を推進する地方電化庁 (REA)、電力取引を管理する電力取引所 (NBET) がある。なお、連邦電力省 (FMP) は、電化率を 2030 年までに 90%、2040 年までに 100% 達成を掲げている。

表 12-4.1 電気事業体制

|          |                                                  |
|----------|--------------------------------------------------|
| 監督省庁：    | The Federal Ministry of Power (FMP)              |
| 電気事業者：   | 発電部門：Generating Companies (Six GenCos)           |
|          | 送電部門：Transmission Company of Nigeria (TCN)       |
|          | 配電部門：Distribution Companies (Eleven DisCos)      |
| 電力規制：    | Nigeria Electricity Regulatory Commission (NERC) |
| 国営電力取引所： | Nigerian Bulk Electricity Trading (NBET)         |
| 地方電化庁：   | Rural Electrification Agency (REA)               |

## 12-5 電力需給

ナイジェリア連邦共和国における電力は、火力と水力発電で賄われており、年度毎の差はあるものの75%強の電力を火力発電で供給しており、その燃料は、天然ガス利用となっている。需要は2010年～2019年の10年間で年平均3.5%の伸びを示している。

国内の発電設備容量は約12GWであるが、設備としての可能出力容量は7割未満で8GWを下回り、更に有効に需要家に向けて利用できるのは、燃料である天然ガスの供給不足、水力発電用の水管理不足、送配変電系統の制約などの要因が絡み合い、その6割程度となっているので、需要側の要求量を供給できていないのが現状である。

表 12-5.1 電力需要供給状況一覧

(単位：GWh)

| 年                 | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 発生電力量             | 25,020 | 27,692 | 29,573 | 29,629 | 30,126 | 31,515 | 28,532 | 31,669 | 33,818 | 33,489 |
| 水力発電              | 7,416  | 6,658  | 6,455  | 6,101  | 5,345  | 5,740  | 8,147  | 7,601  | 7,702  | 8,469  |
| 火力発電              | 17,604 | 21,034 | 23,117 | 23,528 | 24,781 | 25,775 | 20,385 | 24,069 | 26,116 | 25,021 |
| 配電会社受電力量          | 21,932 | 24,205 | 25,385 | 26,033 | 26,187 | 27,724 | 25,252 | 25,738 | 26,790 | 27,663 |
| 送電損失              | 10.0%  | 10.4%  | 12.1%  | 10.0%  | 11.0%  | 10.3%  | 9.9%   | 8.5%   | 8.4%   | 7.7%   |
| 配電損失<br>(料金未収を含む) | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 54%    | 51%    | 45%    |
| 輸 出               | -      | 1,696  | 1,777  | 1,960  | 2,200  | 2,229  | 1,942  | -      | -      | -      |
| ベナン               | -      | 1,108  | 1,188  | 1,383  | 1,489  | 1,536  | 1,275  | -      | -      | -      |
| ニジェール             | -      | 588    | 589    | 577    | 711    | 693    | 667    | -      | -      | -      |

出典：TCN 年報 2010 年～2016 年、NERC 四半期報 2017 年～2019 年情報から調査団作成

(注) 表中の - 表記は情報無しを表す。

ナイジェリア連邦共和国の送配電網は、ニジェール共和国とベナン共和国に132kV送電線で国際連系しており、自国内の電力が不足しているが、隣国との国際的な取り決めにより電力輸出を行っている。実際には33kVの配電線でも隣国と連系しているが、表12-5.1に記載の輸出量は132kV送電線での供給量のみである。

全国の需要家に電力を供給する配電会社は、地域別に11社から構成され、TCNから受電している2019年の第3四半期と第4四半期の電力量は、表12-5.2に示すとおりとなっている。同表に記載の総合配電損失は、技術損失、商業損失及び電気料金の徴収ができていない分を含んでいる。電気料金に関しては、請求書に対して約7割しか徴収できておらず、盗電、十分に整備されていない配電網、電力量メータの整備不足、電気料金徴収に対する管理不足、更には需要家の支払い意欲の問題などが指摘されている。

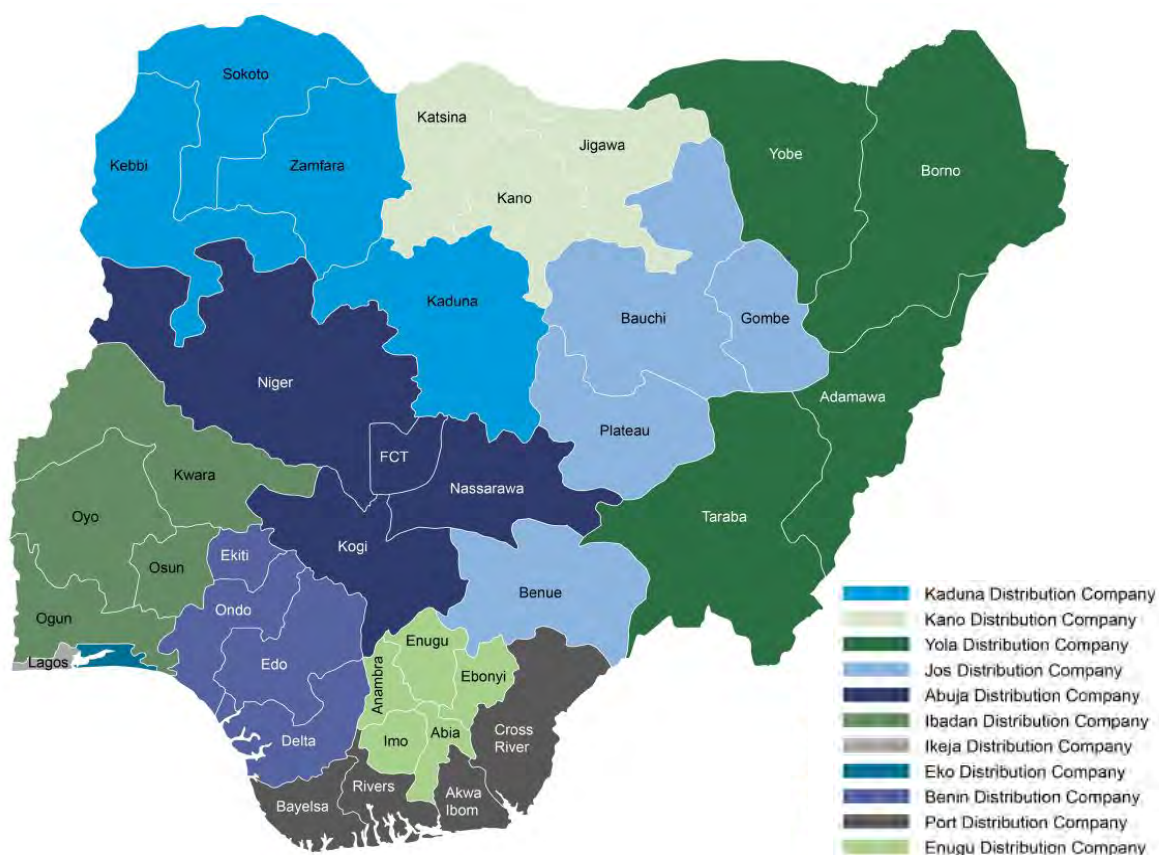


表 12-5.2 配電会社別電力供給実績 (2019 年)

(単位 : GWh)

| 配電会社<br>(DisCos) | 第 3 四半期 (Q3) |        | 第 4 四半期 (Q4) |        | 総合配電損失 |        |
|------------------|--------------|--------|--------------|--------|--------|--------|
|                  | 受電<br>電力量    | 供給比率   | 受電<br>電力量    | 供給比率   | Q3     | Q4     |
| Abuja            | 887          | 13.60% | 932          | 13.60% | 41.91% | 39.64% |
| Benin            | 523          | 8.01%  | 552          | 8.14%  | 46.22% | 47.84% |
| Eko              | 838          | 12.84% | 857          | 12.51% | 24.80% | 24.65% |
| Enugu            | 541          | 8.30%  | 561          | 8.26%  | 52.42% | 49.41% |
| Ibadan           | 898          | 13.75% | 940          | 13.84% | 48.45% | 45.80% |
| Ikeja            | 1,063        | 14.62% | 1,117        | 14.78% | 22.76% | 21.74% |
| Jos              | 303          | 4.76%  | 318          | 4.77%  | 60.52% | 60.15% |
| Kaduna           | 440          | 6.76%  | 417          | 6.16%  | 63.07% | 62.37% |
| Kano             | 397          | 6.09%  | 422          | 6.22%  | 41.64% | 38.39% |
| Port Harcourt    | 473          | 7.21%  | 510          | 7.41%  | 61.01% | 61.30% |
| Yola             | 264          | 4.05%  | 293          | 4.32%  | 62.11% | 64.16% |
| 配電会社合計           | 6,627        | 100%   | 6,918        | 100%   | 43.65% | 42.63% |

出典 : NERC 2019 年第 3/4 四半期報



出典 : Mini-Grid Market Opportunity Assessment: Nigeria

図 12-5.1 配電会社と管轄地域

国内需要の最大電力は、2010 年以降 2019 年まで下表のとおりで、10 年間で見ると年平均 4 % の伸びを示している。

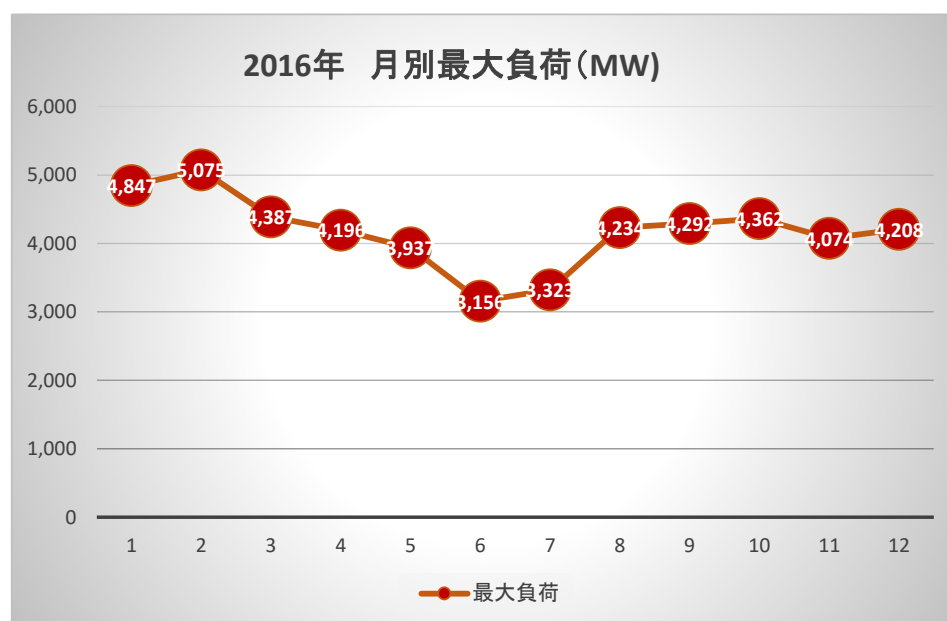
表 12-5.3 最大電力の年推移

(単位：MW)

| 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3,804 | 4,089 | 4,518 | 4,458 | 4,389 | 4,884 | 5,075 | 5,222 | 5,191 | 5,375 |

出典：TCN 2016 年 年報、NERC 四半期報 2017 年～2019 年情報から調査団作成

年間の月毎の最大電力の推移は、2016 年を例にとると図 12-5.2 に示すとおり、雨季（4～10 月）は低く、乾季に高い値を示しており、年間最大電力は 12 月～2 月に記録することがほとんどである。2016 年の場合は、2 月 2 日の 21:30 に 5,075 MW の年間最大電力を記録している。



出典：TCN 2016 年 年報

図 12-5.2 月別最大負荷実績（2016 年）

今回調査で収集できた 2010～2016 年の最大負荷が、18 時～22 時の間で記録している。これは民生需要が電力の 6 割を占める需要形態であることから、夕方以降の照明点灯時間帯にピーク発生する日負荷特性と言える。但し、2014 年の負荷実績記録では、日負荷がほぼ平坦な特性を示し、夜間ピークが認識しにくい特性を示しており、需要が抑圧されていると報告されている。<sup>3</sup>

## 12-6 電力設備

### (1) 発電設備

ナイジェリア連邦共和国の自国資源である天然ガスを利用した火力発電設備を主体として約 8 割を、残りを水力発電設備で構成されている。

独立系統のミニグリッドでは、私企業の進出により小容量の太陽光発電（最大数十 kW クラス）とバイオガス発電設備（2017 年時点で合計 246 kW）が存在する。<sup>4</sup>

<sup>3</sup> 電力マスタープラン策定プロジェクト ファイナルレポート JICA, 2019 年

<sup>4</sup> Mini-Grid Market Opportunity Assessment: Nigeria – Green Mini-Grid Market Development Programme: SE4ALL Africa





系統に接続されている主要な水力と火力発電設備の一覧表（2016 年末）を以下に示す。

表 12-6.1 主要発電設備

| 電源種別  | 発電所名         | 設備容量<br>(MW) | 可能出力<br>(MW) | 運開年        | 運用者  |
|-------|--------------|--------------|--------------|------------|------|
| 水 力   | Kainji       | 760          | 320.52       | 1968       | PHCN |
|       | Jebba        | 578.4        | 440.74       | 1985       | PHCN |
|       | Shiroro      | 600          | 447.66       | 1990       | PHCN |
|       | 水力合計         | 1,938.4      | 1,208.92     |            |      |
| 火 力   | Egbin steam  | 1,320        | 1,001.97     | 1986       | PHCN |
|       | Sapele steam | 720          | 233.93       | 1981       | PHCN |
|       | Delta        | 900          | 584.99       | 1990       | PHCN |
|       | Afam         | 351          | 87.75        | 2002       | PHCN |
|       | Geregu       | 414          | 237.16       | 2007       | PHCN |
|       | Olorunsogo   | 335          | 281.1        | 2007       | PHCN |
|       | Omotosho     | 335          | 309.99       | 2005       | PHCN |
|       | PHCN 合計      | 4,375        | 2,736.88     |            |      |
|       | Olorunsogo   | 750          | 584.39       | 2012       | NIPP |
|       | Alaoji       | 500          | 279.93       | 2015       | NIPP |
|       | Geregu       | 450          | 409.71       | 2012       | NIPP |
|       | Ihovbor      | 500          | 311.5        | 2013       | NIPP |
|       | Omotosho     | 500          | 439.44       | 2012       | NIPP |
|       | Sapele       | 500          | 336.88       | 2012       | NIPP |
|       | Odukpani     | 500          | 272.02       |            | NIPP |
|       | Gbarain      | 120          | 54.89        | 2016       | NIPP |
|       | NIPP 合計      | 3,820        | 2,688.86     |            |      |
|       | Rivers       | 180          | 113.34       | 2012       | IPP  |
|       | Omoku        | 150          | 74.24        | 2006       | IPP  |
|       | Asco         | 110          | 2.07         |            | IPP  |
|       | Trans-Amadi  | 100          | 51.65        | 2009       | IPP  |
|       | Okpai        | 480          | 322.99       | 2005       | IPP  |
|       | Ibom         | 155          | 111.00       | 2009       | IPP  |
|       | Afam VI      | 650          | 532.60       | 2010       | IPP  |
|       | Paras        | 58           | 35.45        | 2016       | IPP  |
|       | A. E. S      | 294          | 0.00         | 2001       | IPP  |
|       | IPP 合計       | 2,177        | 1,243.33     |            |      |
| 総 合 計 |              | 12,310.4     | 7,877.99     | (可能出力 64%) |      |

出典：TCN 2016 年 年報

(注記)

1. 運用者欄の PHCN（ナイジェリア電力持株会社）は、2005 年の電気事業改革で分社化されている。
2. 可能出力欄の容量は、2016 年における燃料の制約等の外部要因も考慮した、平均可能出力を表示。

上表は、2016 年末の発電設備であるが、2017 年時点で建設中の火力発電設備と水力発電設備が合計 1,608 MW<sup>5</sup>、2020 年迄に運用開始を計画している発電設備（火力、水力、太陽光）が 4,198

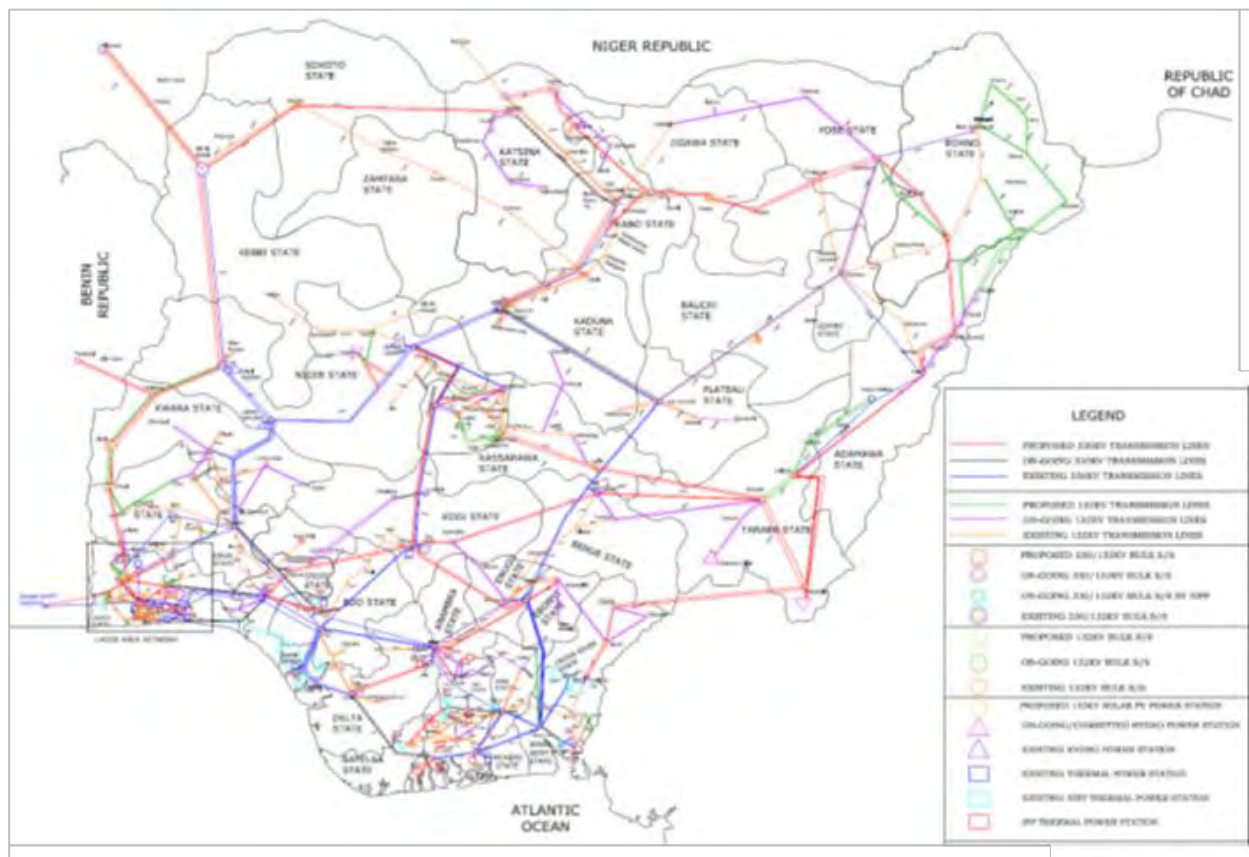
Hub & African Development Bank, June 2018

<sup>5</sup> Transmission Expansion Plan, Fichtner, Dec. 2017

MW と報告<sup>6</sup>されているが、本原稿作成時点（2021 年 8 月）での状態は確認できていない。

## (2) 送配電設備

ナイジェリア連邦共和国の送電設備は、330 kV 及び 132 kV の電圧階級が用いられており、配電線は 33kV と 11kV の電圧階級で運用されている。2016 年時点で、330 kV 送電線が 5,525 km、132 kV 送電線が 6,800 km を TCN が運用している。



出典：電力マスタープラン策定プロジェクト ファイナルレポート JICA, 2019 年

図 12-6.1 送電系統図（2018 年 進行中・計画含む）

ナイジェリア連邦共和国における送電網は、運営にあたり設備面から多くの制約を受けている。2016 年の TCN 年報によると、

- 中央給電所と発電所、変電所間の通信設備の老朽化・故障に伴い迅速なコミュニケーションが困難
- 送電線の頻繁なトリップ（過負荷、電圧低下、腐食劣化など）
- 変圧器（133/33 kV、330/132/33 kV）の慢性的な高負荷運転  
（高負荷時間帯に 100%負荷率以上 8 台、85%負荷率以上 52 台が報告）

などによる制約があり、発電設備についても燃料供給不足(火力)、水管理能力不足(水力)や設備の整備不良他で運転に制約を受けており、系統運用には苦慮していることが見て取れる。電力マスタープラン（2019 年 JICA）の系統解析結果においても TCN 及び NIPP で実施・計画中の増強では、2020 年に過負荷は全て解消されていない。

<sup>6</sup> 電力マスタープラン策定プロジェクト ファイナルレポート JICA, 2019 年



配電分野は、前述のとおり全 11 社の配電会社にて運営されており、各社の配電線亘長は下表に記載のとおりである。

表 12-6.2 各配電会社の配電線亘長一覧

(単位 : km)

| 配電会社<br>(DisCos) | 配電線亘長 |       |
|------------------|-------|-------|
|                  | 33 kV | 11 kV |
| Abuja            | 7,908 | 5,628 |
| Benin            | 5,436 | 4,787 |
| Eko              | 3,363 | 949   |
| Enugu            | 5,877 | 3,071 |
| Ibadan           | 9,744 | 4,904 |
| Ikeja            | 984   | 2,264 |
| Jos              | 45    | 145   |
| Kaduna           | 8,268 | 2,706 |
| Kano             | 6,349 | 2,114 |
| Port Harcourt    | 7,615 | 2,292 |
| Yola             | 6,144 | 1,286 |

出典：配電会社各社の Performance Improvement Plan 及び Web サイト

需要家に設置する電力取引メータは、2019 年末で全需要家の 38% 足らずしか設置されておらず、残りの 62% の需要家は、想定請求となっている。NERC による 2019 年の第 4 四半期報告では、全 11 の配電会社に対して、177,807 の苦情が寄せられている。苦情の内容は多岐にわたるが、メータ関係、請求関係、突発停電、計画停電、電圧低下、接続遅延などの理由となっているが、その中では、メータ関係と請求関係で半分程度を占めている。

電化率を向上させる方法として、系統(配電線)の延線と、独立系統電化に分類されるが、配電会社は、配電線から 5km 以上の距離の需要家に対しては当面配電線の延線は考慮していない。配電会社は、Performance Improvement Plan(PIP) の 5 年計画を立案し運営しているが、電気料金の確実な徴収、電力品質の確保、損失の低減など目先の課題も多く、配電線の延線に対する優先度を上位にできない現実があると判断される。

### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

ナイジェリア政府は開発戦略「Vision 20:2020」において 2020 年までに経済規模で世界上位 20 位入りすることを目指しており、産業多角化を通じたモノカルチャー経済からの脱却、経済活動の基礎となるインフラ開発、若者層を中心とした雇用創出、公衆衛生の改善をはじめとする社会開発、北（東）部における人道・復興支援等に重点的に取り組んでいる。

## 12-7 課題と開発ニーズ

調査開始当初に、連邦電力省に対して書面で調査協力と質問票への回答を依頼した。回答が得られなかったため、再生エネルギー・地方アクセス局<sup>7</sup>の局長他関係者を交えて、Web 会議を数回実施した。

<sup>7</sup> Renewable Energy and Rural Access Department, Federal Ministry of Power





Web 会議の中で改めて調査の目的等を説明して、ニーズ確認を行ったところ、電力アクセス向上は連邦電力省の優先課題の一つでもあるが、SE4All の実現に向けたプラットフォームが出来ており、実施のための資金調達が必要とのことであった。局長によれば、支援の規模や具体的な提案があれば情報開示するとのことであったが、情報収集調査時点で情報の開示なく具体的な提案は困難であるため、ナイジェリア側からの情報収集を止めたため、ロングリストを作成していない。

## 第13章 ルワンダ共和国



## 第13章 ルワンダ共和国

### 13-1 概況

ルワンダ政府は、中長期的な国家開発計画「VISION2020」（2000年策定）で2020年までの中所得国入り（一人当たりのGDPを2000年の220米ドルから1240米ドルに向上すること）を目標に挙げ、「第二次経済開発貧困削減戦略（EDPRS2）」（2013-18年）に基づき、経済成長・貧困削減・雇用創出を柱とする開発を積極的に進めており、著しい経済成長を遂げている。しかしながら、未だ国民の約39.1%が貧困ラインの下での生活を余儀なくされており、歳入の約4割を外国からの援助資金に依存せざるを得ない状況にある。内陸に位置するルワンダが持続的に経済成長するためには、国内だけではなくEACの域内経済活性化の視点を踏まえた開発が不可欠である。

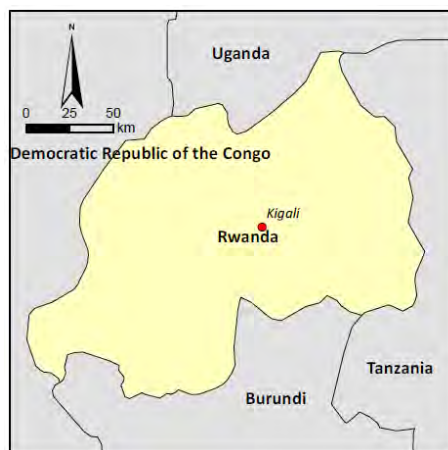
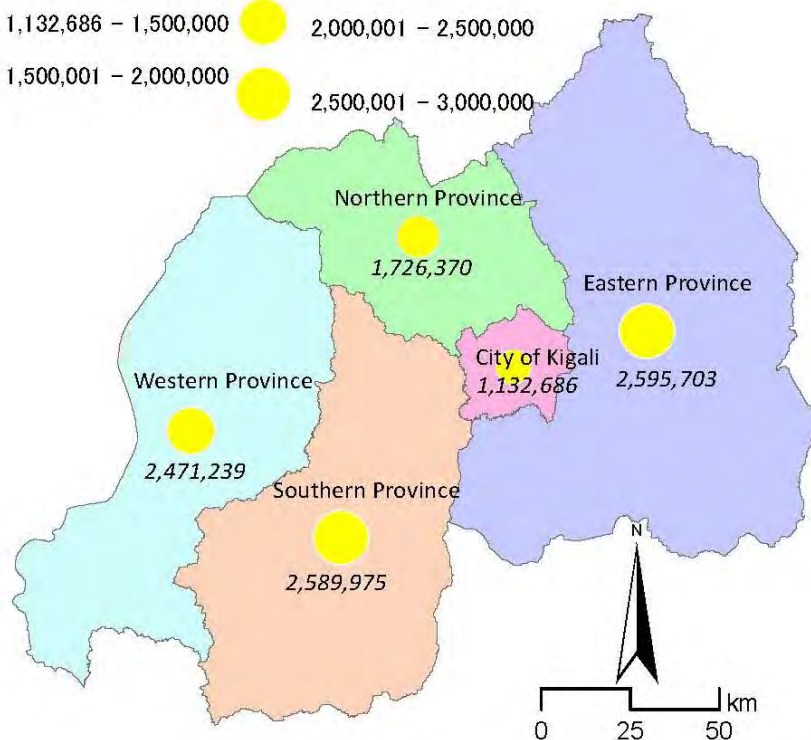
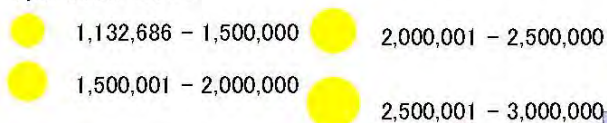


図 13-1.1 位置図

#### Legend

##### Population 2012



Source: National Institute of Statistics Rwanda (web).

図 13-1.2 人口分布



表 13-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                 | 参照元        |
|------------------|------------------------------------|------------|
| 面積               | 2.63 万平方キロメートル                     |            |
| 人口               | 1,263 万人                           | 2019 年世銀   |
| 首都               | キガリ                                |            |
| 言語               | ルワンダ語、英語、フランス語、スワヒリ語               |            |
| 宗教               | キリスト教（カトリック、プロテスタント）、イスラム教         |            |
| 政体               | 共和制                                |            |
| 議会               | 上院（26 議席、任期 8 年）、下院（80 議席、任期 5 年）  |            |
| 国内総生産（GDP）       | 101.2 億ドル                          | 2019 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 820 米ドル                            | 2019 年世銀   |
| 経済成長率            | 9.4%                               | 2019 年世銀   |
| 失業率              | —                                  |            |
| 電化率              | 全国：55.4%<br>都市部：76.0%<br>地方部：51.1% | 2020 年 IEA |

表 13-1.2 対ルワンダ開発協力方針（2017 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | <p>【持続的成長・貧困削減・雇用創出の促進】</p> <p>我が国は、持続可能な開発目標（SDGs）の達成、2020 年までに中所得国家への転換を目指す同国の「VISION2020」、及び援助国間の役割分担を踏まえ、「経済基盤整備（運輸交通・貿易円滑化・電力）」、「農業開発（高付加価値化・ビジネス化）」、「社会サービスの向上（安全な水・衛生サービスの持続的な提供）」、「成長と雇用創出を支える人材育成（科学技術教育・訓練）」に取り組むことで、同国の持続的成長・貧困削減・雇用創出の促進を支援する。</p> |
| 重点分野     | <p>(1) 経済基盤整備（運輸交通・貿易円滑化・電力）</p> <p>(2) 農業開発（高付加価値化・ビジネス化）</p> <p>(3) 社会サービスの向上（安全な水・衛生サービスの持続的な提供）</p> <p>北（東）部復興支援を含む平和と安定の促進</p>                                                                                                                            |

## 13-2 エネルギー政策

インフラ省(MININFRA)は 2015 年に「ルワンダエネルギー政策(Rwanda Energy Policy、REP2015)」を策定した。同政策では、エネルギーセクターにおける政策目標の概要を網羅しており、各エネルギーサブセクターにおける政策の詳細が記載されている。

ビジョンとして、国民経済の効果的な成長に貢献し、持続可能かつ環境的な方法で生活水準を向上させることを掲げている。政策目標では、以下の目標が掲げられている。

- すべての国民に十分に高い信頼性かつ手頃なエネルギー供給の可用性を確保する。
- 民間部門によるエネルギーの供給及びサービス提供への参加を増加させるため、環境を整える。



- 公的機関、産業およびエンドユーザーの間で、より合理的で効率的なエネルギーの使用を奨励する。
- 環境と生息環境への損害を防ぐために、エネルギーの探査、抽出、供給、消費の持続可能性を確保する。
- エネルギーの安全で効率的かつ競争力のある生産、調達、輸送、および流通を促進する。
- 持続可能なエネルギーサービスを提供するための説明責任、透明性、国の所有権、および分散型の実施能力を高めるために必要な制度的、組織的、および人的能力を開発する。
- また、重要政策の原則と優先事項として、以下のことが提示されている。
- 分散型エネルギー政策の実施能力の構築
- エネルギー開発におけるコストパフォーマンスと市場競争の激化を促進する
- 社会的保護の原則に沿った「スマートな」補助金
- 政府所有の発電所の民間運営
- 民間セクターの参加を促進する
- IPP の投資促進プロセスの合理化
- 上流のリソース評価と事前実現可能性調査による投資のリスク軽減
- エネルギー部門の官民パートナーシップを加速し、施設化する
- 地元企業がエネルギー部門に従事できるようにする

そして、電力における政策目標として、以下の目標が提示されている。

- コストを反映した電気料金を確保する
- 国の電力システムを強化する
- 電力構成を最適化する：供給における再生可能エネルギーのシェアを増やす（水力、地熱、太陽光、メタンガス）
- 国内のエネルギー資源を発電に活用する魅力を高める
- 自律的な発電を促進する

#### ■ 電力アクセス向上の取り組み

- 地域毎の電化率

ルワンダは、他の東アフリカ地域の国々と比較して一人当たりの電力消費量が低水準にあったが、2004年に生じた深刻な電力不足後、ルワンダの発電電力量は増加し、電化率は全国 52.6%、都市部 76.0%、地方部 47.7%（2019 年 IEA）まで上昇してきている。ルワンダの電化率の最新のデータに基づくと 2020 年時点で全国 55.4%となっている。図 1 3 - 2. 1 にルワンダの地域毎の電化率と人口分布を示す。

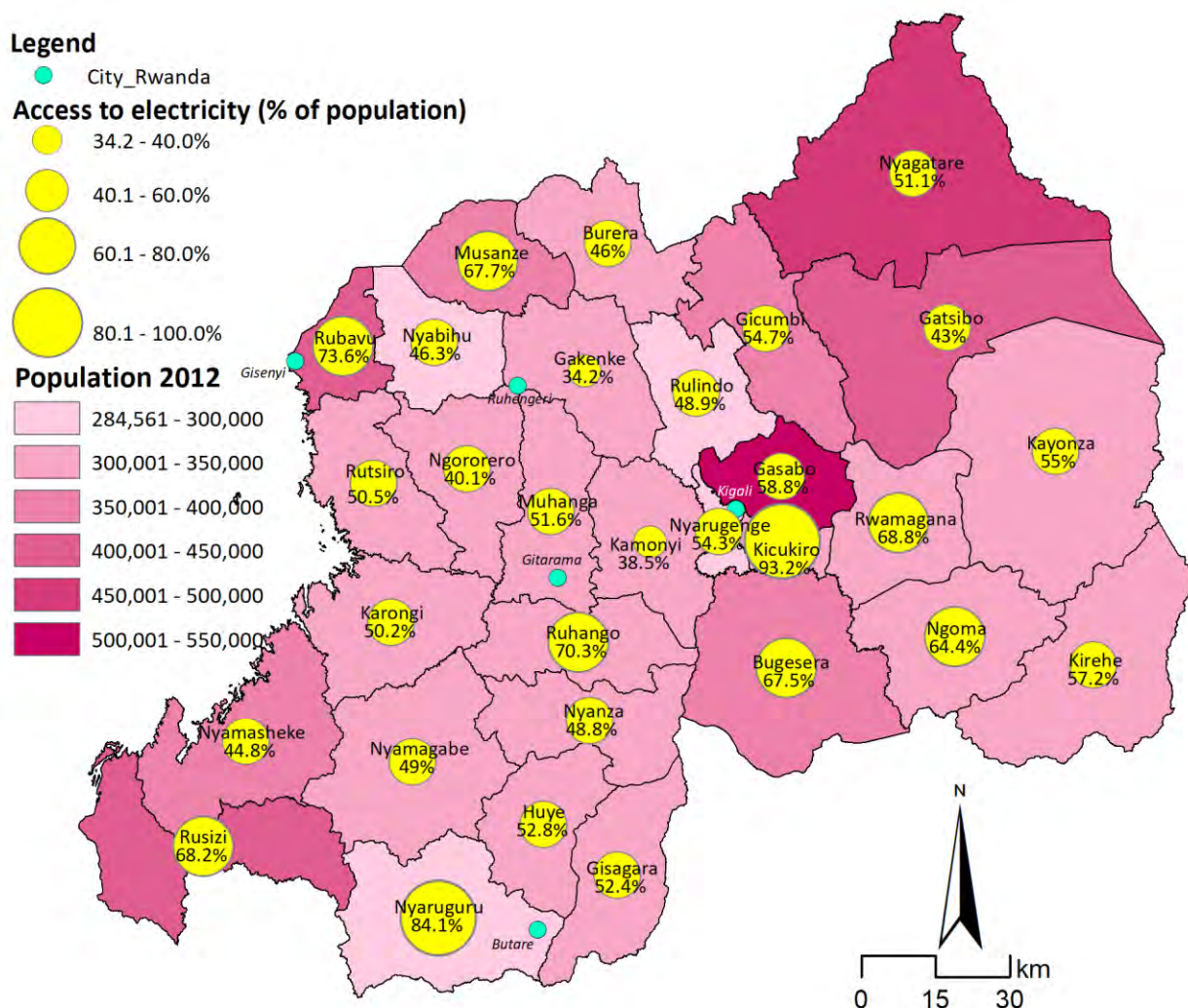
電化率が最も高い地域は首都キガリがあるキチュキロ郡（Kicukiro）で 93.2%となっており、最も低い地域は、北部州ガケンケ郡（Gakenke）34.2%でその差は極めて大きい。また、表 1 3 - 2. 1 より、ルワンダの人口が多い主要都市を有する地域は電化率 50%以上と高くなっていることが確認できる。2020 年 12 月時点では、人口の 43.8%が系統に接続されており、15.9%が太陽光発電を主としたオフグリッドシステムを介して電力が供給されている。

ルワンダ政府は、「第二次経済開発貧困削減戦略（EDPRS2）」（2013-18 年）に基づき、経済成長・貧困削減・雇用創出を柱とする開発を積極的に進めてきたが、その中で、グリッドへの電力アクセス向上だけでなく、オフグリッドを含めた電源の多様化を推進してきた。地方部のように





グリッドから離れた地域では、政府からの補助金などを含め電力アクセスに係るコスト削減のため、ミニグリッドや太陽光発電への接続が推奨されており、2024 年までに電化率 100%を目指して開発が進められている。



出典： <https://www.reg.rw/what-we-do/access/>, National Institute of Statistics Rwanda (web)

図 13-2.1 地域毎の電化率と人口分布

表 13-2.1 主な都市（人口順に記載）

| No. | 都市名画    | 人口（人）   |
|-----|---------|---------|
| 1   | Kigali  | 859,332 |
| 2   | Rubavu  | 136,830 |
| 3   | Musanze | 59,333  |
| 4   | Huye    | 50,220  |
| 5   | Muhanga | 49,038  |

### ● 電力アクセス向上に向けた政策

2018 / 19-2023 / 24 のエネルギーセクター戦略計画（ESSP）では、下記目標を掲げ開発が進められている。



- ✓ 電力需要に対応し、15%の予備能力を保有するための発電容量の増加
- ✓ 電力供給信頼性の向上のため、年間平均停電回数：14.2、  
1 時間以上の停電回数：91.7
- ✓ 家庭への電化率：100%
- ✓ 製造業への電化率：100%
- ✓ 現存の幹線道路ならびに地方の道路の照明の設置
- ✓ 送配電ロス、商業ロス：15%
- ✓ エネルギー効率の高い技術の促進
- ✓ 石油備蓄量：3 か月分

ルワンダでは、上記、エネルギーセクター戦略計画に基づき、詳細計画が策定されているが電力アクセス向上に関する計画を表 1 3 - 2. 2 に示す。

**表 1 3 - 2. 2 電力アクセス向上に関する詳細計画**

| No. | 計画                                                                       | 発行年  | 概要                                                  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------|
| 1   | SE4All (the achievement of the Sustainable Energy for All) Action Agenda | 2016 | エネルギー効率向上と再生可能エネルギー（バイオマス、オフグリッド、再生可能エネルギーからの発電）の計画 |
| 2   | Scaling up Renewable Energy Program (SREP) Investment Plan               | 2015 | 世界銀行の支援による再生可能エネルギーの計画                              |
| 3   | Rural Electrification Strategy (RES)                                     | 2016 | オフグリッドに関連する地方部の計画                                   |
| 4   | Electricity Access Roll-out Program (EARP)                               | 2013 | グリッドへの接続に関する計画。2017、2018 に電化率の向上が図れている。             |
| 5   | National Electrification Plan (NEP)                                      | 2018 | オングリッドおよびオフグリッド拡張の詳細な計画。                            |

出典： Draft ENERGY SECTOR STRATEGIC PLAN 2018/19 - 2023/24

電力需給

### 1 3 - 3 エネルギー需給

ルワンダ国は薪炭燃料や石油を中心としたエネルギー消費が中心であり、石油に関してはほとんどを輸入に頼っている。Rwanda Energy Group 報告によると 2020 年断面で 83%の一般家庭が薪炭燃料を炊事に利用しており、2024 年までに 42%への縮減を目標として掲げている。国内化石燃料資源が乏しい反面、水力資源は豊富であり、電力生産量の 50%弱を水力発電で賄う。



表 13-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位 : ktoe 石油換算 1,000 トン)

|              | 2000 | 2005 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 石炭           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 木炭           | 144  | 121  | 127  | 35   | 35   | 35   | 36   | 36   |
| 石油           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 電力           | 10   | 10   | 45   | 46   | 46   | 47   | 48   | 48   |
| 化石燃料         | 0    | 4    | 26   | 27   | 27   | 27   | 28   | 28   |
| 水力           | 9    | 6    | 18   | 19   | 19   | 19   | 19   | 20   |
| 地熱           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 再エネ(太陽光・風力)  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <b>輸入量</b>   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 石炭           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 石油           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 石油製品         | 260  | 281  | 225  | 231  | 237  | 243  | 249  | 255  |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 電力           | 8    | 8    | 7    | 8    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| <b>最終消費量</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 石炭           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 石油           | 203  | 219  | 176  | 180  | 195  | 152  | 165  | 178  |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 電力           | 12   | 11   | 35   | 35   | 36   | 38   | 39   | 40   |

出典 : Africa energy Database 2019 (African Energy commission)

### 13-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、インフラ省 (MININFRA) である。電力供給は、ルワンダエネルギーグループ (REG) によって行われている。その他電力関連の組織として、電力規制を担うルワンダ公益事業規制庁 (RPUA) がある。なお、インフラ省 (MININFRA) は、2024 年までに電化率 100% (系統連系 52%、オフグリッド 48%) 達成を目標に掲げている。

表 13-4.1 電気事業体制

|         |                                              |
|---------|----------------------------------------------|
| 監督省庁 :  | Ministry of Infrastructure (MININFRA)        |
| 電気事業体 : | 発電・送電・配電部門 : Rwanda Energy Group (REG)       |
| 電力規制 :  | Rwanda Utilities Regulation Authority (RURA) |

### 13-5 電力需給

ルワンダ国の至近年での電力需給については下記の通りである。発電種別毎の発生電力量は直近 2 年分のみデータ入手したため記載している。エネルギーミックスの特徴としては発生電力の 50% 近くを水力にて賄っているが、ルワンダ西部にあるキブ湖から析出するメタンガスを用いた発電も 25% 程度を占めている。またルワンダ南西部コンゴ民主共和国国境近くで産出される泥炭を燃料とするピート発電の比率も一定程度存在する。





表 13-5.1 電力需給の推移

| 項目    | 単位  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 発電電力量 |     | 599   | 644   | 749   | 823   | 842   |
| 水力    | MWh | -     | -     | -     | 337.5 | 387.0 |
| 火力    | MWh | -     | -     | -     | 158.7 | 135.9 |
| メタンガス | MWh | -     | -     | -     | 213.1 | 213.6 |
| 太陽光   | MWh | -     | -     | -     | 18.6  | 17.7  |
| ピート   | MWh | -     | -     | -     | 31.0  | 19.0  |
| IPP   | MWh | -     | -     | -     | 63.9  | 69.2  |
| 輸入量   | MWh | -     | -     | -     | 30.2  | 32.0  |
| 電力消費量 | MWh | 472   | 538   | 600   | 658   | 708   |
| 全損失率  | %   | 22.7% | 23.9% | 21.0% | 19.4% | 19.4% |

出典：REG Annual report を基に調査団作成

直近 5 年間に於ける発生電力量は年率 8.9%、電力消費は 10.7%と高い水準で増加しており、ルワンダ政府が掲げる、2024 年時点での電化率 100%の目標水準に向け、新規接続数が増えていることが REG 報告書からも伺える。

しかしながら 2020 年度の接続件数は前年度と比較し、12,296 件のマイナスとなっている。REG 年次報告書では COVID-19 による国内ロックダウンにより、新規申し込み件数の減少が発生していると考察している。独立系企業が提供する屋根置き型太陽光パネルを用いたオフグリッド電化も近年堅調に進んでいたものの、こちらも COVID-19 の影響により 2020 年 8 月以降激減している状態にある。

ルワンダ国内における最大需要の年次推移について下表に示す。下記断面にて年率 7.3%程度の伸びとなっている。

表 13-5.2 ピーク需要

|           | 2014  | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020  |
|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| ピーク需要(MW) | 99.03 | 116.41 | 119.07 | 133.94 | 138.71 | 146.91 | 151.0 |

出典：ルワンダ側提供データを元に調査団作成

電力品質を図る指標となる平均停電継続時間指標(SAIDI)及び平均停電回数指標(SAIFI)

については記録が残る 2016 年以降共に減少してきている。特に首都キガリにおいては SAIDI:1.42 時間、SAIFI:2.816 回と非常に低い傾向にあり、電力ネットワークの強化ならびに運用状態の監視強化が進められていると想定される。指標としてはイタリア国内平均に近い水準となっている。表 13-5.3 にルワンダ国内の SAIDI,SAIFI の推移を示す。

表 13-5.3 停電継続時間と回数

| 指標      | 2016/17 | 2017/18 | 2018/19 | 2019/20 |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| SAIDI/年 | 61.8 時間 | 37.9 時間 | 25.9 時間 | 18 時間   |
| SAIFI/年 | 105.3 回 | 67.1 回  | 49.3 回  | 38 回    |

出典：REG 回答



## 13-6 電力設備

### (1) 発電設備

ルワンダ国はその豊富な水資源を活用した水力発電が主流となっており、2020 年断面においても Rukarara V 水力の新設工事、タンザニア、ブルンジ、ルワンダ 3 国での共同開発となる Rusumo 水力の開発が継続中である。また泥炭を燃料とした Hakan ピート発電、Symbion メタンガス発電についても新設工事が継続中である。

下表にルワンダ国内の発電設備一覧を示す。

表 13-6.1 発電設備一覧

| 種別 | 発電所名                     | エリア        | 運開年  | 容量<br>(MW) | 系統接続<br>有無 | 運用者           |
|----|--------------------------|------------|------|------------|------------|---------------|
| 水力 | Nyabarongo1              | Muhanga    | 2014 | 28         | Yes        | EUCL          |
|    | Mukungwa1                | Musanze    | 1982 | 12         | Yes        | EUCL          |
|    | Ntaruka                  | Burera     | 1959 | 11.25      | Yes        | EUCL          |
|    | Gisenyi                  | Rubavu     | 1957 | 1.7        | Yes        | Prime energy  |
|    | Gihira                   | Rubavu     | 1984 | 1.8        | Yes        | RMT           |
|    | Rusezi                   | Burera     | 2011 | 2.6        | Yes        | RMT           |
|    | Keya                     | Rubavu     | 2011 | 2.2        | Yes        | Adre          |
|    | Nkora                    | Rutsiro    | 2011 | 0.68       | Yes        | Adre          |
|    | Cymbili                  | Rutsiro    | 2011 | 0.3        | Yes        | Adre          |
|    | Rukarara 1               | Nyamagabe  | 2011 | 9          | Yes        | Ngali Energy  |
|    | Rukarara 2               | Nyamagabe  | 2014 | 2.2        | Yes        | Prime energy  |
|    | Mukungwa2                | Musanze    | 2013 | 3.6        | Yes        | Prime energy  |
|    | Janja                    | Gakenke    | 2012 | 0.2        | Yes        | RGE Energy UK |
|    | Nyabahanga               | Karongi    | 2012 | 0.2        | Yes        | EUCL          |
|    | Nyirabu<br>hombombo      | Nyamasheke | 2013 | 0.5        | No         | RGE Energy UK |
|    | Gashahi                  | Rutsiro    | 2013 | 0.28       | Yes        | Prime energy  |
|    | Nshili1                  | Nyaruguru  | 2012 | 0.4        | Yes        | EUCL          |
|    | Nyamyotsi 1              | Nyabihu    | 2007 | 0.1        | No         | Adre          |
|    | Nyamyotsi 2              | Nyabihu    | 2011 | 0.1        | No         | Adre          |
|    | Mutobo                   | Musanze    | 2009 | 0.2        | Yes        | Repro         |
|    | Agatobwe                 | Nyaruguru  | 2010 | 0.39       | Yes        | Cerera Ederer |
|    | Murunda                  | Rutsiro    | 2010 | 0.1        | Yes        | Repro         |
|    | Musarara                 | Gakenke    | 2013 | 0.3        | Yes        | Amahoro       |
|    | Giciye1                  | Nyabihu    | 2014 | 4          | Yes        | RMT           |
|    | Giciye2                  | Nyabihu    | 2016 | 4          | Yes        | RMT           |
|    | Mazimeru                 | Nyaruguru  | 2012 | 0.5        | Yes        | Carera Ederer |
|    | Gaseke                   | Gaseke     | 2017 | 0.5        | Yes        | Novel Energy  |
|    | Rwaza                    | Musanze    | 2018 | 2.6        | Yes        | Rwaza HPP Ltd |
|    | Rukarara V<br>Mushishito | Nyamagabe  | 2019 | 2.3        | Yes        |               |
|    | Rubagabaga               | Nyabihu    | 2019 | 0.45       | Yes        |               |
|    | Nyirantaruko<br>HPP      | Nyamasheke | 2020 | 1.84       | Yes        |               |
|    | Kigasa MHPP              | Musanze    | 2020 | 0.272      | Yes        |               |
|    | Mukungu PHPP             | Karongi    | 2020 | 0.016      | No         |               |



| 種別  | 発電所名               | エリア      | 運開年  | 容量 (MW) | 系統接続 有無 | 運用者             |
|-----|--------------------|----------|------|---------|---------|-----------------|
| 火力  | Gishoma (Peat)     | Rusizi   | 2016 | 15      | Yes     | EUCL            |
|     | Kivuwatt (Methane) | Karongi  | 2015 | 26.19   | Yes     | Contour global  |
|     | KPI (Methane)      | Rubavu   | 2008 | 3.6     | Yes     |                 |
|     | Jabana1            | Gasabo   | 2004 | 7.8     | Yes     | EUCL            |
|     | Jabana2            | Gasabo   | 2009 | 21      | Yes     | EUCL            |
|     | SoEnergy Masoro    | Gasabo   | 2017 | 10      | Yes     | SO Energy       |
|     | SoEnergy Mukungwa  | Musanze  | 2017 | 10      | Yes     |                 |
|     | SoEnergy Birembo   | Gasabo   | 2018 | 10      | Yes     |                 |
| 太陽光 | Gigawatt           | Bugesera | 2014 | 8.5     | Yes     | Gigawatt Global |
|     | Jali solar         | Gasabo   | 2007 | 0.25    | Yes     | Local Agency    |
|     | Nasho solar        | kirehe   | 2017 | 3.3     | Yes     | NMEC            |
| 輸入  | Gatuna             | Uganda   | N/A  | 2       | Yes     |                 |
|     | Mururu 1           | Rusizi   | 1957 | 4.1     | Yes     | SNEL Satl       |
|     | Mururu 2           | Rusizi   | 1957 | 12      | Yes     | SNEL Satl       |

出典：REG 資料を基に調査団作成

## (2) 送配電設備

### 1) 送変電設備

ルワンダ国内の電力輸送設備は主に国際連系の用途である 220kV と国内基幹電圧の 110kV の送電線及び 30kV、15kV そして 400V 以下の配電設備より構成される。送変電、配電含め EUCL(Energy Utility Corporation Limited)により管理、運営がなされている。

2019 年度末の国内送電線総長は 1,167km であり、2020 年度の Manba-Rwabsoro-Bugesera-Gahanga を結ぶ 220 及び 110kV 送電線の完成によって 2020 年最新情報では 1,286 km となっている。これは Gisagara 地区にて建設される Hakan ピート火力発電設備の電力を送電することを目的としている。

タンザニア及びブルンジとの国際連系線となる 220kV 送電線建設プロジェクトについては COVID-19 による国内ロックダウンの影響によりプロジェクトの進捗に遅れが生じている。下記以降にルワンダ国内既設送変電設備の一覧を記す。

表 13-6.2 送電設備一覧

| 電圧階級   | 自           | 至           | 線種 (mm <sup>2</sup> ) |
|--------|-------------|-------------|-----------------------|
| 110 kV | Mururu-1    | Mururu-2    | 157                   |
| 110 kV | Mururu-2    | Kibogora    | 240                   |
| 110 kV | Kibogora    | karongi     | 240                   |
| 110 kV | karongi     | Kilinda     | 240                   |
| 110 kV | Kilinda     | Kigoma      | 240                   |
| 110 kV | Kigoma      | Mont kigali | 240                   |
| 110 kV | Mont kigali | Gikondo     | 240                   |
| 110 kV | Gikondo     | Jabana-1    | 240                   |
| 110 kV | Jabana-1    | Rulindo     | 157                   |



| 電圧階級   | 自         | 至          | 線種 (mm <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------|------------|-----------------------|
| 110 kV | Rulindo   | Gifurwe    | 157                   |
| 110 kV | Gifurwe   | Mukungwa   | 157                   |
| 110 kV | Mukungwa  | Ntaruka    | 240                   |
| 110 kV | Jabana-1  | Birembo    | 157                   |
| 110 kV | Mururu-2  | Rusizi-2   | 157                   |
| 110 kV | Karongi   | Kivu       | 240                   |
| 110 kV | Jabana-1  | Jabana-2   | 240                   |
| 110 kV | Birembo   | Ndera      | 157                   |
| 110 kV | Ndera     | Gasogi     | 157                   |
| 110 kV | Gasogi    | Musha      | 157                   |
| 110 kV | Musha     | Kabarondo  | 157                   |
| 110 kV | Kabarondo | Rwinkwavu  | 157                   |
| 110 kV | Kirinda   | Nyabarongo | 157                   |
| 220 kV | Shango    | Nyagatare  |                       |

出典：REG 資料を基に調査団作成

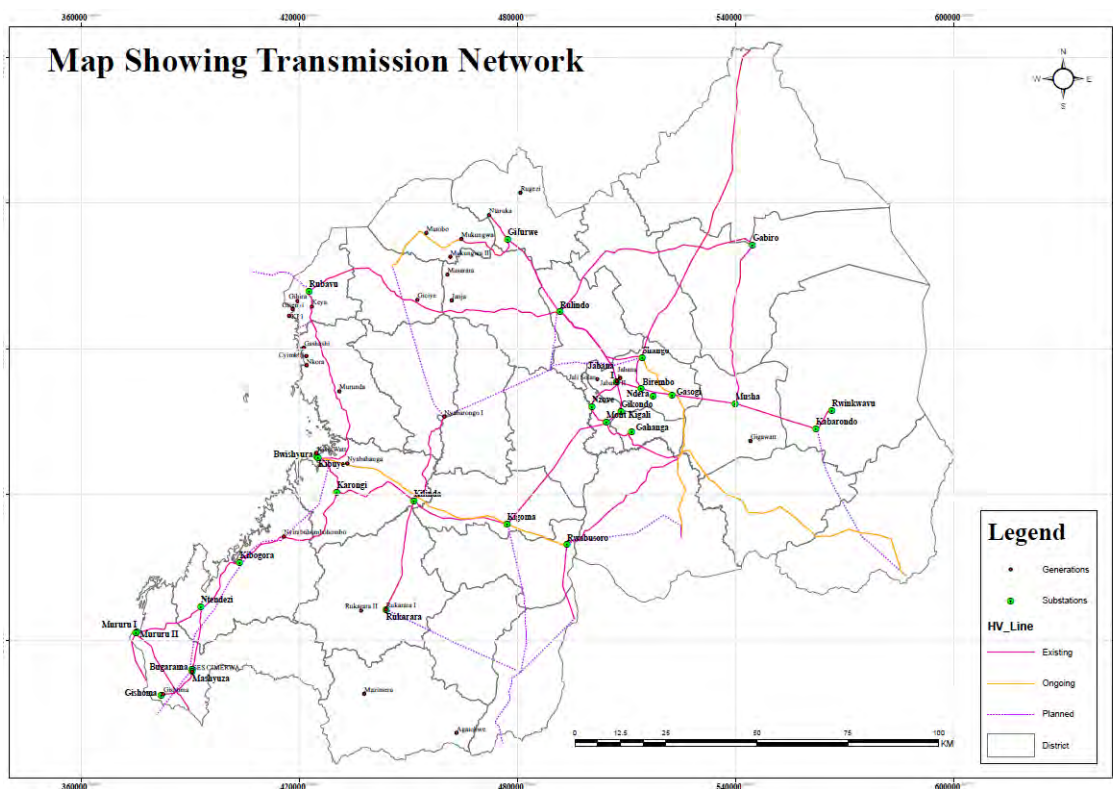


図 13-6.1 送電系統図



表 13-6.3 変電設備一覧

| 変電所名        | 地区         | 1 次電圧<br>(kV) | 2 次電圧<br>(kV) | 容量<br>(MVA) |
|-------------|------------|---------------|---------------|-------------|
| Mururu-1    | Rusizi     | 110           | 6.6           | 13.2        |
|             |            | 30            | 6.6           | 10          |
| Cimerwa     | Rusizi     | 110           | 6.6           | 12.5        |
| Ntendezi    | Nyamasheke | 110           | 30            | 6           |
| Kibogora    | Nyamasheke | 110           | 30            | 6           |
| Karongi     | Karongi    | 110           | 30            | 10          |
| Rulindo     | Rulindo    | 110           | 30            | 10          |
|             |            | 110           | 30            | 10          |
| Kilinda     | Karongi    | 110           | 30            | 1.6         |
| Gifurwe     | Burera     | 110           | 30            | 10          |
| Mukungwa    | Musanze    | 110           | 6.6           | 9.75        |
|             |            | 110           | 30            | 15          |
|             |            | 110           | 6.6           | 15          |
| Ntaruka     | Burera     | 110           | 6.6           | 10          |
|             |            | 110           | 6.6           | 5           |
| Rukarara    | Nyamagabe  | 110           | 30            | 10          |
|             |            | 110           | 30            | 10          |
| Kigoma      | Ruhango    | 110           | 30            | 10          |
| Mont Kigali | Nyarugenge | 110           | 30            | 20          |
|             |            | 110           | 15            | 20          |
| Gikondo     | Kicukiro   | 110           | 15            | 15          |
| Jabana      | Gasabo     | 110           | 15            | 10          |
| Shango      |            | 220           | 110           | 75          |
| Birembo     | Gasabo     | 110           | 15            | 20          |
| Ndera       | Gasabo     | 110           | 15            | 20          |
|             |            | 110           | 15            | 20          |
| Gasogi      | Gasabo     | 110           | 15            | 10          |
| Gabiro      | Nyagatare  | 110           | 30            | 10          |
|             |            | 110           | 30            | 10          |
| Musha       | Rwamagana  | 110           | 15            | 20          |
| kabarondo   | Kayonza    | 110           | 30            | 10          |
| Rwinkwavu   | Kayonza    | 110           | 15            | 6           |
| Nyabihu     | Nyabifu    | 110           | 30            | 20          |

出典：REG 資料を基に調査団作成

## 2) 配電設備

2008 年にルワンダ政府は地方都市の末端需要家への電力アクセス向上を目的に Electricity Access Rollout Program(EARP)を設立した。2020 年時点での配電ネットワーク総長は 25,314km となった。内訳としては中圧配電線 9,206km、低圧配電線 16,109km であり、1 年間で中圧配電線 412km、低圧配電線 856km 程度の延伸を行っている。

EARP の計画の元、EDCL(Energy Development Corporation Limited)は配電線増強を実施してきており、配電線の管理主体である EUCL においては老朽化した既設設備のリハビリ、増強を行っている。



2020 年 2 月には配電系統の開発計画が更新されており、メジャーアイテムとしては下記の内容が含まれる。

- 都市開発、鉱山開発、灌漑開発、水供給設備開発、経済特区開発などを元に、配電系統エリアの見直し
- 配電線導体サイズのアップグレード化
- 配電用リングメインユニットの更新
- Arc GIS ソフト内構築の配電線網の更新作業

### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

ルワンダ政府は、中長期的な国家開発計画「VISION2020」（2000 年策定）で 2020 年までの中所得国入り（一人当たりの GDP を 2000 年の 220 米ドルから 1240 米ドルに向上する）ことを目標に挙げ、「第二次経済開発貧困削減戦略（EDPRS2）」（2013-18 年）に基づき、経済成長・貧困削減・雇用創出を柱とする開発を積極的に進めており、著しい経済成長を遂げている。しかしながら、未だ国民の約 39.1%が貧困ラインの下での生活を余儀なくされており、歳入の約 4 割を外国からの援助資金に依存せざるを得ない状況にある。

#### 1 3 - 7 課題と開発ニーズ

2019 年のルワンダの全国電化率は 52.6%（都市部で 76%、地方部で 47.7%）であり、サブサハラ・アフリカの全国平均電化率（47.9%）を上回っている。

電力系統の課題としては、以下が挙げられる。

- 国際連系線の接続が不足している。（現在実施中、計画中）
- 多くの変電所において、引き込みが 1 回線のみであり、1 回線故障時の供給対応が困難である。
- 多くの発電所において、引き出しが 1 回線のみであり、1 回線故障時の停電に起因している。
- 古くに建設された送電線は、現在の需要と供給量に対して許容電流が不足している。支持物が古く信頼性が担保されないため、増容量電線への張替えもできず、送電線の建設が必要となるが、都市部では建設用地の確保が困難である。

ルワンダ政府は 2024 年までに電化率を 100%（系統接続 52%、オフグリッド 48%）とすることを目標に掲げて、電化率促進を図ってきた。REG によれば全国電化率は 2020 年には 59.7%まで押し上げられ、12 月には系統接続 43.8%、太陽光を主としたオフグリッド 15.9%となっており、政府が推し進めているオフグリッドを含めた電源の多様化、地方部の電力アクセスに係る政府補助金の活用等、一定の効果がみられる。

これまで無償資金協力により支援してきたキガリ周辺プロジェクトの効果をより高く発現させるため、またキガリ電力系統のボトルネックを解消するため、本邦技術を活用した既設送電線の増強や既設に代わる送電線の建設プロジェクトを提案する。

#### 1 3 - 8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容、及び現地での協議内容を踏まえて作成したプロジェクト候補リストを表 1 3 - 8. 1 に示す。



表 13-8.1 プロジェクト候補リスト (ルワンダ)

## 1. 送電・変電プロジェクト

| 優先度 | 地域             | プロジェクト名 (仮)                   | プロジェクトの目的                     | 分類  | 主要コンポーネント                                                | 数量                                                                                                          | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 1   | Muhanga        | Muhanga Industrial park 変電所建設 | Muhanga Industrial park 変電所建設 | 変電所 | 110kV 開閉設備<br>110/30kV 変圧器<br>30kV 開閉設備<br>制御・保護装置、制御棟建屋 | 5 区画 (3 送電線, 2 変圧器)<br>20MVA x2<br>7 区画 (5 送電線, 2 変圧器)<br>1 式                                               | -               | -          |
|     |                |                               | -                             | 送電線 | 110kV 送電線                                                | Muhanga-Nyanarongo 1<br>20.35km ACSR240/40 x1 回線<br>Muhanga-Kigoma<br>17.58km ACSR240/40 x1 回線              | -               | -          |
|     |                |                               | -                             | 配電線 | 30kV 配電線                                                 | Muhanga-Muhanga switching station<br>200m ACSR120/20 x1 回線<br>Muhanga-Muhanga town<br>??km ACSR120/20 x1 回線 | -               | -          |
|     |                |                               | Nyabarongo1 変電所拡張             | 変電所 | 110kV 開閉設備                                               | 1 送電線                                                                                                       | -               | -          |
| 1   | Musanze        | Musanze Industrial park 変電所建設 | Musanze Industrial park 変電所建設 | 変電所 | 110kV 開閉設備<br>110/30kV 変圧器<br>30kV 開閉設備<br>制御・保護装置、制御棟建屋 | 5 区画 (3 送電線, 2 変圧器)<br>20MVA x2<br>6 区画 (4 送電線, 2 変圧器)<br>1 式                                               | -               | -          |
|     |                |                               |                               | 送電線 | 110kV 送電線                                                | Nyabihu-Mukungwa cut in cut out<br>200m ACSR240/40                                                          | -               | -          |
|     |                |                               |                               | 配電線 | 30kV 配電線                                                 | ACSR120/20 x 5 回線                                                                                           | -               | -          |
| 2   | Nyamagabe      | Rukarara 変電所増強工事              | 変電所増強                         | 変電所 | 110kV 開閉設備<br>110/30kV 変圧器<br>30kV 開閉設備<br>制御・保護装置、制御棟建屋 | 2 区画 (2 変圧器)<br>20MVA x2<br>2 区画 (2 変圧器)<br>1 式                                                             | -               | -          |
| 3   | Rulindo Gasabo | Nyabarongo2 水力発電所向け送電線新設工事    | 110kV 送電線新設工事                 | 送電線 | 110kV 送電線                                                | Nyabarongo2-Nzove<br>26.5km ACSR240/40 x1 回線                                                                | -               | -          |
|     |                |                               | 既設変電所拡充工事                     | 変電所 | 110kV 開閉設備<br>制御・保護装置                                    | 1 送電線 (Nyabarongo-2)<br>1 送電線 (Nzove)<br>1 式 (各変電所)                                                         | -               | -          |
| 4   | Gasabo         | Birembo 変電所増強工事               | 変圧器リプレイス                      | 変電所 | 110kV 開閉設備<br>110/15kV 変圧器<br>制御・保護装置                    | 1 変圧器<br>20MVA x 1<br>1 式                                                                                   | -               | -          |





| 優先度 | 地域      | プロジェクト名（仮）                         | プロジェクトの目的        | 分類  | 主要コンポーネント      | 数量         | 概算費用<br>（百万米ドル） | 運用開始<br>時期 |
|-----|---------|------------------------------------|------------------|-----|----------------|------------|-----------------|------------|
| 5   | Muhanga | Nyabarongo I 変圧器更新                 | 6.6/110 kV 変圧器更新 | 変電所 | 6.6/110 kV 変圧器 | 31.5MVA x2 | 3.5             | 2024       |
| 6   | Gicumbi | 110kV Gicumbi-Nyagatare 送電線建設      | 110kV 送電線建設      | 送電線 | 110kV 送電線      | 43km       | 8.1             | 2025       |
| 7   | Kamonyi | 110kV Nyabarongo II - Shango 送電線建設 | 110kV 送電線建設      | 送電線 | 110kV 送電線      | 26.55km    | 23.7            | 2026       |

## 2. 配電プロジェクト

| 優先度 | 地域          | プロジェクト名（仮）          | プロジェクトの目的                                                      | 分類 | 主要コンポーネント                                            | 数量                                                     | 概算費用<br>（百万米ドル） | 運用開始<br>時期 |
|-----|-------------|---------------------|----------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 1   | -           | 既設配電網メッシュアッププロジェクト  | 既設枝状配電線をメッシュ構成とすることにより配電品質の強化を行う。                              | 配電 | -                                                    | -                                                      | 10              | -          |
| 2   | Mont Kigali | キャビン増設              | 既設 Nzove 変電所及び Mont kigali 変電所を接続する配電線の構築及びキャビン増設を行う           | 配電 | Ruyenzi キャビン<br>Kamuhanda キャビン<br>Kiyumba フィーダー      | 30/15 kV 5MVA<br>30/15 kV 5MVA<br>Nzove～Mont kigali間延伸 | 2.1             | -          |
| 3   | Gahanga     | キャビン増設              | 既設 Gahanga 変電所及び Mont kigali 変電所を接続する配電線の構築及びキャビン増設を行う         | 配電 | Karumuna キャビン<br>Kanazi フィーダー                        | 30/15 kV 6MVA<br>Gahanga～Mont kigali間延伸                | 2.5             | -          |
| 4   | Gakenke     | 配電網強化及びアクセス向上プロジェクト | 電化率の低い地域において、アクセス向上を図るもの。また既設の配電網を強化することにより、信頼性と質を有した電力の供給を行う。 | 配電 | ・ 中圧配電線の延伸<br>・ 低圧配電線の建設<br>・ 需要家への接続<br>・ 配電用変圧器の据付 | ・ 78km<br>・ 233km<br>・ 9,426件<br>・ 81カ所                | -               | -          |
| 4   | Kamonyi     |                     |                                                                |    | ・ 中圧配電線の延伸<br>・ 低圧配電線の建設<br>・ 需要家への接続<br>・ 配電用変圧器の据付 | ・ 49km<br>・ 259km<br>・ 8,273件<br>・ 44カ所                | -               | -          |





| 優先度 | 地域      | プロジェクト名（仮）                                  | プロジェクトの目的             | 分類         | 主要コンポーネント                                                                                                                | 数量                                                                                                                                 | 概算費用<br>（百万米ドル） | 運用開始<br>時期 |
|-----|---------|---------------------------------------------|-----------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 4   | Ngorero |                                             |                       |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中圧配電線の延伸</li> <li>・ 低圧配電線の建設</li> <li>・ 需要家への接続</li> <li>・ 配電用変圧器の据付</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 136km</li> <li>・ 458km</li> <li>・ 13,096件</li> <li>・ 207カ所</li> </ul>                     | -               | -          |
| 5   | Gasabo  | Gasabo、Rulindo 地区配電網強化計画                    | shango 変電所配電用フイーダー増設  | 配電線        | 30kV 開閉装置<br>配電線                                                                                                         | 3 feeders<br>Rutongo, Gikomero, kanombe feeder                                                                                     | -               | -          |
| 6   | Gicumbi | Gicumbi, burera, Rulindo, Gatsibo 地区配電網強化計画 | Byumba 変電所建設<br>配電線建設 | 変電所<br>配電線 | 30kV D/L<br>30kV D/L<br>30kV D/L<br>30kV D/L<br>110/30 kV (Byumba 変電所)                                                   | Byumba ~ Ngarama<br>Shango ~ Byumba<br>Rulindo ~ Musasa (70 to 120mm <sup>2</sup> )<br>Byumba ~ kageyo (70 to 120mm <sup>2</sup> ) | -               | -          |

出典：調査団作成

## 第14章 セネガル共和国



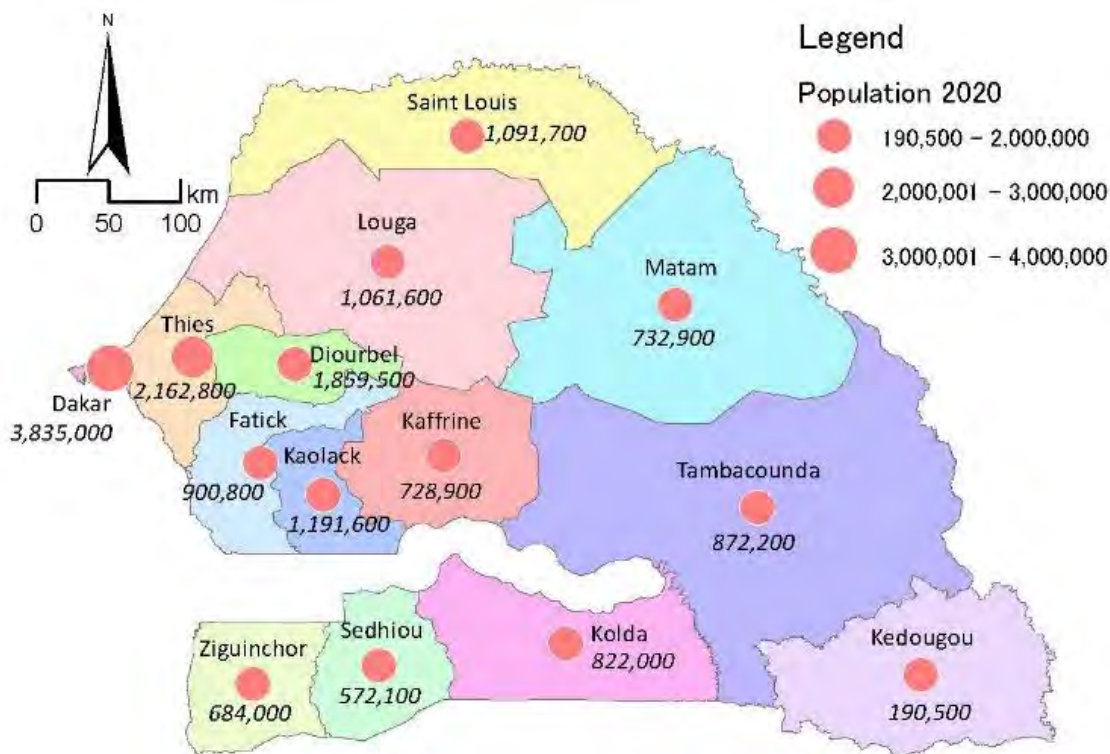
## 第 1 4 章 セネガル共和国

### 1 4 - 1 概況

治安及び政情が不安定な国が多い西アフリカにおいて、セネガルは 1960 年の独立以来、安定した民政が行われている。またアフリカ連合 (AU) 及び西アフリカ諸国経済共同体 (ECOWAS) に積極的に関与し、地域の紛争終結に向けた仲介役を積極的に務めたりするなど、我が国のアフリカ外交にとっても重要な地位を占めている。またセネガルは、地理的にも西アフリカ内陸国への玄関口として、流通及び経済活動などの地域拠点となっている。特に首都ダカールには、周辺諸国からの就労者や留学生も多く、また同国に駐在する日本企業 (8 社) など、首都ダカールの立地と治安の安定性を活かし、西アフリカ地域全体を視野に入れた活動を行っている。一方、セネガルの一人当たりの所得は、1,450 ドル (2019 年 : 世界銀行) に達し、「最貧国」から「低所得国」となったものの、急激な人口増加に伴う都市化や公共社会サービスなどの面で、依然として多くの課題を抱えている。



図 1 4 - 1. 1 位置図



Source: Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, Sénégal (web).

図 1 4 - 1. 2 人口分布



表 14-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                 | 参照元           |
|------------------|------------------------------------|---------------|
| 面積               | 197,161 平方キロメートル                   | 日本の約半分        |
| 人口               | 1,674 万人                           | 2020 年世銀      |
| 首都               | ダカール                               |               |
| 民族               | ウォロフ、プル、セレール等                      |               |
| 言語               | フランス語（公用語）、ウォロフ語など各民族語             |               |
| 宗教               | イスラム教、キリスト教、伝統的宗教                  |               |
| 政体               | 共和制                                |               |
| 議会               | 一院制（国民議会（165 議席））                  |               |
| 国内総生産（GDP）       | 246.44 億米ドル                        | 2020 年世銀      |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 1,472 米ドル                          | 2020 年世銀      |
| 経済成長率            | 1.5%                               | 2020 年世銀      |
| 失業率              | 3.7%                               | 2021 年 ILO 推計 |
| 電化率              | 全国：70.4%<br>都市部：95.2%<br>地方部：47.4% | 2020 年 IEA    |

表 14-1.2 対セネガル開発協力方針（2017 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【西アフリカ地域の安定持続的成長・貧困削減・雇用創出の促進】<br>セネガル政府は、2035 年に新興国入りすることを目指したセネガル新興計画（PSE）において、2014 年から 2023 年までの 10 年間の開発戦略として「経済構造の変革、成長」、「人的資本、社会保障、持続的発展」及び「ガバナンス、制度、平和、安全」を 3 本柱に掲げている。我が国は、セネガルの民主的安定と経済の健全な発展を促すため、経済開発支援を重視しつつ、持続的成長及びミレニアム開発目標（MDGs）への貢献を目指した支援を行う。また、これまで実施してきた我が国の知見や技術を活かした「人づくり」支援をさらに充実させ、ハード（施設整備）及びソフト（人材育成）を連携させて持続的な開発効果を確保するとともに、西アフリカ地域全体への波及を図る。 |
| 重点分野     | (1) 持続的経済成長の後押し<br>(2) 基礎的社会サービスの向上                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 14-2 エネルギー政策

エネルギー政策としては、石油・エネルギー省（MPE）により 2012 年 10 月に策定された「エネルギーセクター開発に係るポリシーペーパー（Letter de Politique de Developpement du Secteur de l'Energie 2013-2017、以下 LPDSE2013-2017 と称す）」がある。LPDSE2013-2017 では、電力セクターの戦略目標として以下の①～⑨が挙げられている。

- ① 電源の多様化
- ② 地方及び都市近郊の電化の推進
- ③ 送配電網の改修と拡充



- ④ 民間参入の促進
- ⑤ Senelec の運営と財務の改革
- ⑥ 電力セクターの組織改革
- ⑦ 法・規制の強化
- ⑧ ガバナンスの改善
- ⑨ 地域及びサブリリージョンでの協力の強化

また、LPDSE2019-2023 は 2019 年 5 月時点では、エネルギー省は承認済、財務省は承認待ちの状況であった。この中では、4 つの軸が掲げられている。

- ① エネルギー供給の安定性
- ② より低い価格での電力へのアクセス
- ③ バイオガスなどの近代的な燃料へのアクセスの強化
- ④ 炭化水素などに関するガバナンスの強化

### 14-3 エネルギー需給

セネガル国のエネルギー需給一覧表を下記に示す。国内生産については木炭等のバイオマス燃料が中心となっており、炊事のための薪や木炭の利用用途が主と推測される。隣国モーリタニア、セネガル国境にまたがる海上ガス田開発については 2000 年代初頭より進められているものの、生産量については伸び悩んでいる状態となっている。こうした背景もあり、国内発電の大部分は石油に依存している。

表 14-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位: ktoe 石油換算 1,000 トン)

|              | 2000 | 2005 | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |       |       |       |       |       |       |
| 石炭           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 木炭           | 296  | 335  | 366   | 253   | 147   | 153   | 153   | 159   |
| 石油           | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 天然ガス         | 1    | 15   | 43    | 23    | 21    | 21    | 22    | 24    |
| 電力           | 131  | 191  | 315   | 355   | 378   | 387   | 397   | 407   |
| 化石燃料         | 127  | 164  | 281   | 319   | 342   | 350   | 359   | 368   |
| 水力           | 0    | 23   | 28    | 29    | 30    | 31    | 31    | 32    |
| 地熱           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 再エネ(太陽光・風力)  | 0    | 0    | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| バイオ・廃棄物      | 4    | 4    | 5     | 6     | 5     | 6     | 6     | 6     |
| <b>輸入量</b>   |      |      |       |       |       |       |       |       |
| 石炭           | 0    | 78   | 186   | 310   | 377   | 313   | 321   | 330   |
| 石油           | 832  | 925  | 784   | 1,013 | 1,085 | 1,095 | 1,193 | 1,302 |
| 石油製品         | 581  | 812  | 1,263 | 1,455 | 1,266 | 1,387 | 1,522 | 1,671 |
| 天然ガス         | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 電力           | 17   | 23   | 24    | 25    | 26    | 26    | 27    | 28    |
| <b>最終消費量</b> |      |      |       |       |       |       |       |       |
| 石炭           | 0    | 78   | 188   | 250   | 263   | 220   | 225   | 231   |
| 石油           | 663  | 735  | 962   | 1,095 | 1,213 | 1,029 | 1,082 | 1,139 |
| 天然ガス         | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 電力           | 80   | 146  | 276   | 293   | 321   | 340   | 362   | 385   |

出典: Africa energy Database 2019 (African Energy commission)



#### 14-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、石油・エネルギー省 (MPE) である。電力供給は、セネガル電力公社 (Senelec) によって行われている。その他電力関連の組織として、電力規制を担う電力セクター規制委員会 (CRSE)、地方電化を推進するセネガル地方電化庁 (ASER) がある。なお、石油・エネルギー省 (MPE) は、2025 年までに電化率 100% 達成を目標に掲げている。

表 14-4.1 電気事業体制

|        |                                                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：  | Ministere du Petrole et des Energies (MPE)                       |
| 電気事業体： | 発電・送電・配電部門：Société nationale d' électricité du Sénégal (Senelec) |
| 電力規制：  | Commission de Régulation du Secteur d' Electricité (CRSE)        |
| 地方電化局： | Agence Sénégalaise d' Electrification Rurale (ASER)              |

#### 14-5 電力需給

セネガル国の至近年での電力需給については下記の通りである。

表 14-5.1 電力需給の推移

| 項目            | 単位  | 2016    | 2017  | 2018    | 2019    |
|---------------|-----|---------|-------|---------|---------|
| 発電電力量         | GWh | 3,601   | 3,936 | 4,063   | 4,444   |
| 【Senelec 分】   | GWh | 2,145   | 2,140 | 2,114   | 2,139   |
| 系統連系          | GWh | 1,979.4 | 1,970 | 1,939.0 | 1,944.0 |
| オフグリッド        | GWh | 165.1   | 170   | 175.0   | 195.0   |
| 【Senelec 購入分】 | GWh | 1,457   | 1,796 | 1,949   | 2,305   |
| 系統連系          | GWh | 1,454   | 1,781 | 1,924.0 | 2,285.0 |
| オフグリッド        | GWh | 2.7     | 14.97 | 24.7    | 20.0    |
| 輸入量           | GWh | 51.1    | 21.7  | 11.5    | -       |
| 電力消費量         | GWh | 2,875   | 3,179 | 3,314   | -       |
| 低圧需要家         | GWh | 1,840.2 | 2,039 | 2,096   | -       |
| 中圧需要家         | GWh | 852.7   | 959.9 | 1,015   | -       |
| 高圧需要家         | GWh | 182.1   | 180.4 | 203.7   | 236     |
| 全損失率          | %   | 20.1%   | 18.9% | 17.6%   | -       |

出典：Senelec Annual report を基に調査団作成

国内発生電力量は年率 7.3% 程度の堅調な伸びで推移しているが、Senelec 所有分発電設備の電力量に関しては微減となっており、独立系発電事業者 (以 IPP) 比率が近年高まっている。2019 年には新たに Karpowership や PETN 社所有の新設発電所の建設がなされており、今後 IPP 比率の増加傾向は継続するものと推察する。なお太陽光、風力の電力量の比率について近年変化は無く、全体の 6~7% の比率で推移している。

セネガル国内のピーク需要の年次推移は下表の通りである。記載している期間においては、年率 5.5% の伸びとなっている。2019 年には 672MW を記録しているが、Senelec 公表では潜在需要 710MW であり、需給ギャップが 5.3% となっている。

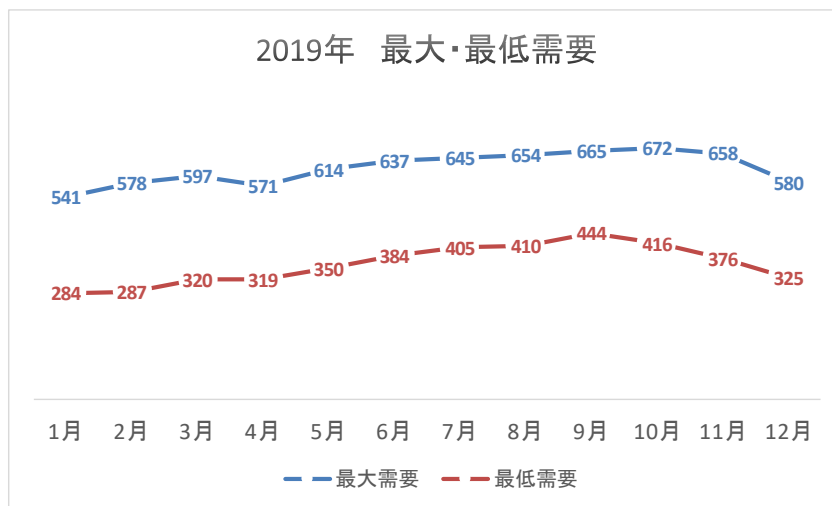
表 14-5.2 ピーク需要

|            | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ピーク需要 (MW) | 439  | 461  | 469  | 496  | 530  | 560  | 602  | 642  | 672  |

出典：Senelec

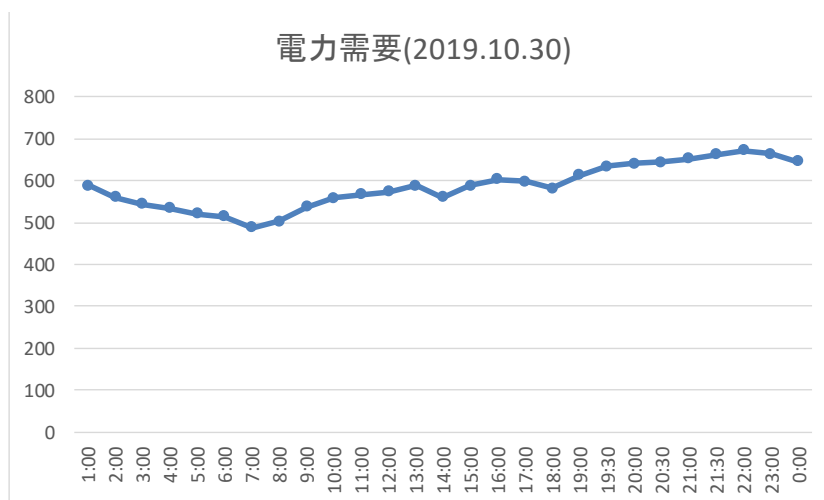


セネガルは年間の最高気温を記録する 10 月に年間のピーク需要を迎える傾向にあり、気温の低い 1～2 月にかけて最低需要を記録する。また日負荷については日没後に上昇し、21:00～22:00 の時間帯にピークを迎える傾向にある。2019 年の年間負荷曲線及び 2019 年にピーク需要を更新した 10 月 30 日の日負荷曲線を図 1 4－5. 1 及び 2 に示す。



出典：Senelec Rapport Annuel

図 1 4－5. 1 年負荷曲線



出典：Senelec Rapport Annuel

図 1 4－5. 2 日負荷曲線

## 1 4－6 電力設備

### (1) 発電設備

セネガルではエネルギー・資源省(Ministere Du Petrole Et Des Energies)監督のもと、セネガル国有電力会社 Senelec(Societe National dElectricite du Senegal)が発送配電垂直統合の電力事業者として、電力供給を行っている。発電に関しては IPP が参入しており、IPP の発電電力は全量 Senelec が購入し、需要家への販売を行っている。2019 年時点において設備容量比で Senelec:34% ,IPP:66%程度である。セネガル国内の電力設備一覧を下記表に示す。





表 14-6.1 発電設備一覧

| 運営      | 発電所                 | ユニット      | 号機   | 運開年  | 発電種別   | 設備容量 (MW) | 発電可能容量 (MW) | 発生電力量 2019 (MWh) | 発生電力量 2018 (MWh) | 増加率 (2019/18) |
|---------|---------------------|-----------|------|------|--------|-----------|-------------|------------------|------------------|---------------|
| Senelec | Bel Air             | C6        | 601  | 2006 | ディーゼル  | 16.45     | 15.5        | 671,122          | 657,891          | 2%            |
|         |                     |           | 602  | 2006 | ディーゼル  | 16.45     | 15.5        |                  |                  |               |
|         |                     |           | 603  | 2006 | ディーゼル  | 16.45     | 15.5        |                  |                  |               |
|         |                     |           | 604  | 2006 | ディーゼル  | 16.45     | 15.5        |                  |                  |               |
|         |                     |           | 605  | 2013 | ディーゼル  | 16.45     | 15.5        |                  |                  |               |
|         |                     |           | 606  | 2013 | ディーゼル  | 16.45     | 15.5        |                  |                  |               |
|         | Cap des Biches      | TAG4      | TAG4 | 1999 | ガスタービン | 35        | 30          | 32,175           | 17,268           | 86%           |
|         |                     | C3 Vapeur | 301  | 1966 | 重油火力   | 27.5      | 20          | 302,377          | 272,861          | 11%           |
|         |                     |           | 303  | 1978 | 重油火力   | 30        | 20          |                  |                  |               |
|         |                     | TAG2      | TAG2 | 1984 | ガスタービン | 20        | 18          | 9,398            | 2,618            | 259%          |
|         |                     | TAG3      | TAG3 | 1995 | ガスタービン | 22        | 0           | -                | -                | -             |
|         |                     | C4        | 401  | 1990 | 重油火力   | 21        | 17          | 285,274          | 335,036          | -15%          |
|         |                     |           | 402  | 1990 | 重油火力   | 21        | 17          |                  |                  |               |
|         |                     |           | 403  | 1997 | 重油火力   | 23        | 0           |                  |                  |               |
|         |                     |           | 404  | 2003 | 重油火力   | 15        | 15          |                  |                  |               |
|         |                     |           | 405  | 2003 | 重油火力   | 15        | 15          |                  |                  |               |
|         | Kahone              | Kahone1   | 93   | 1982 | ディーゼル  | 3.6       | 2.5         | 15,894           | 6,470            | 146%          |
|         |                     |           | 94   | 1982 | ディーゼル  | 3.6       | 2.5         |                  |                  |               |
|         |                     |           | 149  | 1988 | ディーゼル  | 3.6       | 2.5         |                  |                  |               |
|         |                     |           | 150  | 1988 | ディーゼル  | 3.6       | 2.5         |                  |                  |               |
|         |                     | Kahone2   | 701  | 2008 | ディーゼル  | 16.9      | 15          | -                | -                | -             |
|         |                     |           | 702  | 2008 | ディーゼル  | 16.9      | 15          |                  |                  |               |
|         |                     |           | 703  | 2008 | ディーゼル  | 16.9      | 15          |                  |                  |               |
|         |                     |           | 704  | 2008 | ディーゼル  | 16.9      | 15          |                  |                  |               |
|         |                     |           | 705  | 2013 | ディーゼル  | 16.9      | 15          |                  |                  |               |
|         |                     |           | 706  | 2013 | ディーゼル  | 16.9      | 15          |                  |                  |               |
|         | PV                  | CICAD     |      | 2014 | 太陽光    | 2         | 0           | 2,935            | 2,789            | 5%            |
|         |                     | Diass     |      | 2019 | 太陽光    | 23        | 23          | 13,638           | -                | -             |
|         | 合計                  |           |      |      |        | 469       | 368         | 1,332,813        | 1,294,933        |               |
| IPP 他   | Felou               | 4unit     |      | 2013 | 水力     | 15        | 10          | 70,309           | 80,502           | -13%          |
|         | Manantali           | 5unit     |      | 2002 | 水力     | 60        | 60          | 252,520          | 240,434          | 5%            |
|         | Mauritanie          |           |      |      | ディーゼル  | 20        | 0           | -                | 7,299            | -             |
|         | kounoune Power      | 9uniti    |      | 2007 | ディーゼル  | 67.5      | 50          | 171,164          | 150,772          | 14%           |
|         | Tobene power        | 9uniti    |      | 2007 | ディーゼル  | 115       | 105         | 257,275          | 405,106          | -36%          |
|         | Contour Global      | 6unit     |      | 2016 | ディーゼル  | 85.9      | 120         | 495,262          | 541,910          | -9%           |
|         | PV-Bokhol           |           |      | 2016 | 太陽光    | 20        | 20          | 246,699          | 212,449          | 16%           |
|         | PV-Malicounda       |           |      | 2016 | 太陽光    | 22        | 20          |                  |                  |               |
|         | PV-Mekhe            |           |      | 2017 | 太陽光    | 30        | 29          |                  |                  |               |
|         | PV-Tenmerina        |           |      | 2017 | 太陽光    | 29        | 29          |                  |                  |               |
|         | PV-Kahone           |           |      | 2018 | 太陽光    | 20        | 20          |                  |                  |               |
|         | PV-Sakal            |           |      | 2018 | 太陽光    | 20        | 20          |                  |                  |               |
|         | Scal_Touba & kahone |           |      |      | 太陽光    | 0         | 60          | 302,868          | 135,406          | 124%          |
|         | Sendou              |           |      | 2018 | 石炭火力   | 125       | 115         |                  |                  |               |
|         | ICS                 |           |      | 2016 | 石炭火力   | 6         | 6           |                  |                  |               |
|         | Aggreko             |           |      | 2018 | ディーゼル  | 58.5      | 80          |                  |                  |               |
|         | APR                 |           |      | 2018 | ディーゼル  | 30        | 0           | 68,635           | 45,486           | 51%           |
|         | Kar power ship      |           |      | 2019 | ディーゼル  | 120       | 0           | 236,051          | -                | -             |
|         | PETN                |           |      | 2019 | 風力     | 55.2      | 0           | 23,132           | -                | -             |
|         | 合計                  |           |      |      |        | 899.1     | 744         | 2,268,515        | 1,887,867        |               |

出典：Senelec 資料を基に調査団作成





## (2) 送配電設備

## 1) 送変電設備

セネガル国内の電力輸送設備は 225kV の特高電圧設備を中心に強化及び近代化計画が進捗しており、特に近代化については監視制御保護装置の更新や特高変電所へのリモートカメラ取付けなどが進められている。現在国内基幹系統については首都ダカール周辺及び隣国モーリタニア国境付近から東部マリ国境へ至る北東系統のみが存在する。セネガル政府は WAPP(West African Power Pool)や OMVG(Organization for the Development of Gambia River)と協調し、ガンビア～セネガル南部そしてマリへと至る基幹系統の構築を模索中である。

セネガル国内では 225kV, 90kV の送電系統及び 33.5kV, 30kV, 15kV, 6.6kV の配電系統そしてその下位の低圧系統が存在する。2019 年実績において 225kV で 321.24km、90kV で 255.78km であり、送電ロス率は 1.82%と報告されている。

表 14-6.2 送電設備一覧

| From           | To               | 電圧<br>(kV) | 線種                   | 断面積<br>(mm <sup>2</sup> ) | 電流<br>容量<br>(A) | 回線数 | 亘長<br>(km) | 運用開始年 |
|----------------|------------------|------------|----------------------|---------------------------|-----------------|-----|------------|-------|
| Bel Air        | HANN1            | 90         | Aster                | 288                       | 550             | 1   | 5          | 1978  |
| Bel Air        | HANN2            | 90         | Aster                | 366                       | 630             | 1   | 5.5        | 1991  |
| Bel Air        | HANN3            | 90         | Aster                | 366                       | 630             | 1   | 5.5        | 1991  |
| Cap Des Biches | Patte<br>d' 'OIE | 90         | Aster                | 288                       | 550             | 1   | 16.15      | 1959  |
| HANN           | Patte<br>d' 'OIE | 90         | Aster                | 366                       | 630             | 1   | 1.2        | 1959  |
| Cap Des Biches | Patte<br>d' 'OIE | 90         | Aster                | 366                       | 630             | 1   | 18.19      | 1990  |
| HANN           | Patte<br>d' 'OIE | 90         | Aster                | 366                       | 630             | 1   | 1.2        | 1990  |
| Patte d' 'OIE  | Airport          | 90         | Alumi cable          | 1200                      | 1000            | 1   | 9.13       | 2012  |
| Airport        | Universite       | 90         | Alumi cable          | 1200                      | 1000            | 1   | 12.5       | 2013  |
| Bel Air        | Universite       | 90         | Alumi cable          | 1200                      | 1000            | 1   | 7          | 2014  |
| DIASS          | Malicounda       | 225        | Aster                | 570                       | 800             | 1   | 23.5       | 2006  |
| Cap Des Biches | Mbao             | 90         | Aster                | 288                       | 550             | 1   | 7.18       | 1979  |
| Cap Des Biches | Kounoune         | 90         | Aster                | 288                       | 550             | 1   | 6.47       | 2000  |
| Cap Des Biches | Sococim          | 90         | Aster<br>Alumi cable | 288                       | 500             | 1   | 6.6        | 1959  |
| HANN           | Mbao             | 90         | Aster                | 288                       | 550             | 1   | 10.95      | 1979  |
| HANN           | CDB              | 90         | Aster                | 366                       | 630             | 1   | 18.19      | 1990  |
| CDB            | Kounoune         | 90         | Aster                | 366                       | 630             | 1   | 4.8        | 1989  |
| Kounoune       | Tobene           | 225        | Aster                | 366                       | 630             | 1   | 55.37      | 1989  |
| Kounoune       | Sococim          | 90         | Aster                | 288                       | 550             | 1   | 4.68       | 2000  |
| Kounoune       | Diamniadio       | 225        | Aster                | 570                       | 800             | 1   | 7          | 2006  |
| Sendou         | Diass            | 225        | Aster                | 570                       | 800             | 1   | 11.5       | 2006  |
| Sococim        | Olam             | 90         | Aster<br>Alumi cable | 288                       | 500             | 1   | 10.5       | 1959  |
| Olam           | Someta           | 90         | Aster<br>Alumi cable | 288                       | 500             | 1   | 1.23       | 1959  |
| Someta         | Thiona           | 90         | Aster<br>Alumi cable | 288                       | 500             | 1   | 23.67      | 1959  |
| Thiona         | Tobene           | 90         | Aster<br>Alumi cable | 288                       | 460             | 1   | 31.35      | 1959  |
| Tobene         | Taiba/IGS        | 90         | Aster                | 366                       | 630             | 1   | 13         | 1993  |
| Tobene         | Mekhe            | 90         | Aster                | 288                       | 550             | 1   | 35.79      | 2005  |



| From   | To      | 電圧<br>(kV) | 線種    | 断面積<br>(mm <sup>2</sup> ) | 電流<br>容量<br>(A) | 回線数 | 亘長<br>(km) | 運用開始年 |
|--------|---------|------------|-------|---------------------------|-----------------|-----|------------|-------|
| Tobene | Touba   | 225        | Aster | 2x228                     | 900             | 1   | 105        | 2009  |
| Touba  | Kaolack | 225        | Aster | 2x228                     | 800             | 1   | 70         | 2008  |
| Fatic  | Kaolack | 225        | Aster | 570                       | 800             | 1   | 48.87      | 2018  |

出典：Senelec 資料を基に調査団作成



出典：Power Generation and Transmission Master Plan(2017-2035)

図 14-6.1 セネガル送電系統図

セネガル国内の大部分の変電所は首都ダカール近郊に存在しており、14箇所が現存している。残りの8カ所の Thiona、Tobene、Touba、Kaolack、Mekhe、malicounda、Diass 及び Fatic についても 2019 時点で運転を継続している。

電圧階級別では 225kV:8カ所、90kV 14箇所となる。6.6kV 系はダカールの Bel Air 変電所のみであり、30kV への昇圧化工事が進捗中である。変電所一覧を次表に示す。

表 14-6.3 変電設備一覧

| 変電所名    | No.        | 定格容量<br>(MVA) |      | 1次電圧<br>(kV) | 2次電圧<br>(kV) | ベクトル<br>グループ |
|---------|------------|---------------|------|--------------|--------------|--------------|
|         |            | ONAN          | ONAF |              |              |              |
| Bel Air | TR1        | 80 (ODAF)     |      | 90           | 30           | YNyn0        |
|         | TR2        | 80 (ODAF)     |      | 90           | 30           | YNd11        |
|         | TR3        | 80 (ODAF)     |      | 90           | 33           | YNyn0        |
|         | Tr4        | 36 (ODAF)     |      | 90           | 6.6          | YNd11        |
|         | TRTAG4     | 37            | 46   | 95.825       | 11           | YNd11        |
|         | TR1(*)     | 20            |      | 7.3          | 6.6          | YNyn0        |
|         | TR secours |               | 15.1 | 30           | 7.082        | Dyn11        |
|         | TR601      | 50            |      | 95           | 15           | YNd11        |
|         | TR602      | 50            |      | 95           | 15           | YNd11        |
|         | TR603      | 50            |      | 95           | 15           | YNd11        |



| 変電所名           | No.         | 定格容量<br>(MVA)  |       | 1 次電圧<br>(kV) | 2 次電圧<br>(kV) | ベクトル<br>グループ |
|----------------|-------------|----------------|-------|---------------|---------------|--------------|
|                |             | ONAN           | ONAF  |               |               |              |
| HANN           | TR1         | 80 (ODAF)      |       | 90            | 33.5          | YNyn0        |
|                | TR2         | 80 (ODAF)      |       | 90            | 33.5          | YNyn0        |
|                | TR3         | 80 (ODAF)      |       | 90            | 30            | YNyn0        |
| Cap des Biches | TG1         | 33             |       | 93.6          | 12.5          | YNd11        |
|                | TG2 (**)    | Out of service |       |               |               |              |
|                | TG3         | 36 (ODAF)      |       | 90            | 12.5          | YNd11        |
|                | TGS         | 33             |       | 93.6          | 12.5          | YNd11        |
|                | TRTAG2      |                | 27    | 97.2          | 11.5          | YNd11        |
|                | TRTAG3      | 30             |       | 90            | 11.5          | YNd11        |
|                | TR301       | 55             | 65    | 90            | 33            | Yyn0         |
|                | TR302       | 55             | 65    | 90            | 33            | Yyn0         |
|                | TR401       | 21             | 24.48 | 90            | 6.6           | YNd11        |
|                | TR402       |                | 26.48 | 95            | 6.6           | YNd11        |
|                | TR403       |                | 30    | 95            | 6.6           | YNd11        |
|                | TR404-405   | 32             | 40    | 95            | 11.5          | YNd5         |
| Thies Thiona   | TR1         | 30             | 40    | 90            | 33.5          | YNyn0        |
|                | TR2         | 80 (ODAF)      |       | 90            | 30            | YNd11        |
| Tobene         | TR1         | 33             |       | 90            | 33.5          | YNd11        |
| Kahone         | TR1 GR93    | 4.4            |       | 33.5          | 6.6           | YNd11        |
|                | TR1 GR94    | 4.4            |       | 33.5          | 6.6           | YNd11        |
|                | TR1 GR149   | 4.4            |       | 33.5          | 6.6           | YNd11        |
|                | TR1 GR150   | 4.4            |       | 33.5          | 6.6           | YNd11        |
| Saint Louis    | TR1         | 12             | 15    | 33.5          | 6.6           | Dyn11        |
|                | TR2         | 10             |       | 30            | 6.6           | YNd11        |
| Richard Toll   | TR1         | 7.9            |       | 31            | 6.9           | Dyn11        |
|                | TR2         | 7.975          |       | 31            | 6.9           | Dyn11        |
| Mbao           | TR2         | 80 (ODAF)      |       | 90            | 33            | YNyn0        |
|                | TR2 (*)     | 20             | 25    | 90            | 33            | YNyn0        |
|                | TR1         | 80 (ODAF)      |       | 90            | 33            | YNyn0        |
| Mbour          | TR1         | 30             | 40    | 225           | 33            | YNyn0        |
|                | TR2         | 30             | 40    | 225           | 33            | YNyn0        |
| Diass          | TR1         | 30             | 40    | 225           | 33            | YNyn0        |
|                | TR2         | 30             | 40    | 225           | 33            | YNyn0        |
| Kounoune       | TR1 (225kV) | 60             | 75    | 225/90        | 33            | YNynd11      |
|                | TR2 (225kV) | 60             | 75    | 225/90        | 33            | YNynd11      |
|                | TR1 (90kV)  | 30             | 40    | 90            | 33            | YNyn0        |
|                | TR2 (90kV)  | 30             | 40    | 90            | 33            | YNyn0        |
|                | TR3 (90kV)  | 30             | 40    | 90            | 33            | YNyn0        |
|                | REACT1      | 30             |       | 225           |               | YN           |
| Diamniadio     | TR1         | 60             | 80    | 225           | 33            | YNyn0        |
|                | TR2         | 60             | 80    | 225           | 33            | YNyn0        |
| Fatic          | TR1         | 30             | 40    | 225           | 33            | YNyn0        |
| Touba          | TR1         | 80 (ODAF)      |       | 225           | 33            | YNyn0        |
|                | TR2         | 80 (ODAF)      |       | 225           | 33            | YNyn0        |
|                | Ex TR1      | 30.5           | 40    | 225           | 33            | YNyn0        |
|                | Ex TR2      | 30.5           | 40    | 225           | 33            | YNyn0        |



| 変電所名                 | No.    | 定格容量<br>(MVA) |      | 1 次電圧<br>(kV) | 2 次電圧<br>(kV) | ベクトル<br>グループ |
|----------------------|--------|---------------|------|---------------|---------------|--------------|
|                      |        | ONAN          | ONAF |               |               |              |
| Kaolack              | TR1    | 33            | 40   | 225           | 33            | YNyn0        |
|                      | TR2    | 33            | 40   | 225           | 33            | YNyn0        |
| S/S Kaolack          | TR1    | 15            |      | 31            | 6.9           | Dyn11        |
|                      | TR2    | 15            |      | 30            | 6.6           | Dyn11        |
| Kahone2              | TR701  | 50            |      | 225           | 15            | YNd11        |
|                      | TR702  | 50            |      | 225           | 15            | YNd11        |
|                      | TR703  | 50            |      | 225           | 15            | YNd11        |
| Zinguinchor          | TR1    | 7.5           |      | 30            | 6.6           | Dyn11        |
|                      | TR2    | 7.5           |      | 30            | 6.6           | Dyn11        |
| Poste<br>Zinguinchor | TR1    | 建設中           |      | 225           | 33            |              |
|                      | TR2    |               |      | 225           | 33            |              |
|                      | REACT1 |               |      | 225           |               |              |
|                      | REACT2 |               |      | 225           |               |              |
| Aggreko<br>boutoute  | TR1    | 7.975         |      | 30            | 6.6           | Dyn11        |
| Centrale<br>Boutoute | TR805  | 6.7           |      | 30            | 11            | YNd11        |
|                      | TR806  | 6.7           |      | 30            | 11            | YNd11        |
|                      | TR807  | 6.7           |      | 30            | 11            | YNd11        |
|                      | TR808  | 6.7           |      | 30            | 11            | YNd11        |
| Poste Elevateur      | TR1    | 4.4           |      | 33.6          | 6.6           | Dyn11        |
| Centrale<br>Tamba    | TR1    | 15            |      | 31            | 6.9           | Dyn11        |
|                      | TR2    | 4.4           |      | 33.5          | 6.6           | YNd11        |
| APR<br>Tamba         | TR1    | 4             |      | 33            | 0.415         | YNd11        |
|                      | TR2    | 4             |      | 33            | 0.415         | YNd11        |
|                      | TR3    | 4             |      | 33            | 0.415         | YNd11        |
| Centrale<br>Kolda    | TR1    | 1.15          |      | 6.6           | 0.38          | Yy0          |
|                      | TR2    | 1.15          |      | 6.6           | 0.38          | Yy0          |
|                      | TR3    | 1             |      | 6.6           | 0.4           | Dyn11        |
|                      | TR4    | 1.15          |      | 6.6           | 0.38          | Yy0          |

出典：Senelec 資料を基に調査団作成

## 2) 配電設備

Senelec の配電電力量は 2019 年において 4,103GWh であり 2018 年の 3,730GWh と比較し 10% 程度の伸びとなっている。ダカール市内にある Hann 変電所は重要な電力供給拠点となっており、配電電力量全体の 15%程度を占める。

電力系統の停電時間については 2019 年時点で 1.46 日と、2018 年の 2.09 日と比較し改善がみられるものの、大口需要家向けの負荷制限回数については年間 565 回と 2018 年の 451 回と比較し大幅に増加している。Senelec レポートによると系統品質に影響を及ぼす太陽光、風力といった再エネ由来電源の系統接続量増加によるものとの記載がある。

各配電用変電所の供給電力量の推移については下表参照のこと。



表 14-6.4 配電電力量の推移

|                        | 供給電力量<br>2019 (MWh) | 比率  | 供給電力量<br>2018 (MWh) | 伸び率<br>(2019/18) |
|------------------------|---------------------|-----|---------------------|------------------|
| 30kV Hann              | 612,786             | 15% | 643,977             | -5%              |
| 30kV Cap des Biches    | 295,728             | 7%  | 312,915             | -5%              |
| 6.6-30kV Aeroport      | 81,586              | 2%  | 81,169              | 1%               |
| 30kV Universite        | 371,671             | 9%  | 304,297             | 22%              |
| 30kV Thiona            | 317,690             | 8%  | 294,684             | 8%               |
| 30kV Mbao              | 257,361             | 6%  | 227,387             | 13%              |
| 30kV Malicounda        | 206,599             | 5%  | 199,618             | 3%               |
| 30kV kaolack           | 268,050             | 7%  | 214,226             | 25%              |
| 30kV Fatic             | 33,816              | 1%  |                     |                  |
| 30kV Sakal             | 283,851             | 7%  | 258,975             | 10%              |
| 6.6-30kV Bel Air       | 449,930             | 11% | 439,680             | 2%               |
| 30kV Dagana            | 76,433              | 2%  | 64,560              | 18%              |
| 30kV Matam             | 56,179              | 1%  | 54,412              | 3%               |
| 30kV Bakel             | 20,186              | 0%  | 19,731              | 2%               |
| 30kV Tobene            | 36,706              | 1%  | 36,770              | 0%               |
| 30kV Touba             | 325,051             | 8%  | 259,511             | 25%              |
| 30kV Diass             | 107,147             | 3%  | 91,588              | 17%              |
| ICS-Mines (Taiba)      |                     | 0%  |                     |                  |
| ICS-Chimie (Darou)     | 4,260               | 0%  | 3,683               | 16%              |
| OLAM                   | 5,981               | 0%  | 5,137               | 16%              |
| SDE-MEKHE              | 60,382              | 1%  | 58,826              | 3%               |
| SOMETA                 | 56,614              | 1%  | 48,771              | 16%              |
| SOCOSIM                | 74,286              | 2%  | 82,273              | -10%             |
| FABRIMETAL             | 34,487              | 1%  |                     |                  |
| Kounoune Cabine Mobile | 62,440              | 2%  | 28,111              | 122%             |
| Sendou                 | 3,960               | 0%  |                     |                  |
| 合計                     | 4,103,180           |     | 3,730,299           | 10%              |

出典：Senelec 資料を基に調査団作成

### (3) 開発計画

セネガルの一人当たりの所得は、1,450 ドル（2019 年：世界銀行）に達し、「最貧国」から「低所得国」となったものの、急激な人口増加に伴う都市化や公共社会サービスなどの面で、依然として多くの課題を抱えている。セネガル政府は、2035 年に新興国入りすることを目指したセネガル新興計画（PSE）において、2014 年から 2023 年までの 10 年間の開発戦略として「経済構造の変革、成長」、「人的資本、社会保障、持続的発展」及び「ガバナンス、制度、平和、安全」を 3 本柱に掲げている。

#### 14-7 課題と開発ニーズ

セネガルでは、隣国モーリタニアとの国境にまたがる海上ガス田開発については 2000 年代初頭より進められているものの、生産量については伸び悩んでいる状態となっている。

エネルギー需給は、国内生産については木炭等のバイオマス燃料が中心となっているものの、輸入に依存する石油の消費が大半を占めている。



電力系統の停電時間については 2019 年時点で 1.46 日と、2018 年の 2.09 日と比較し改善がみられるものの、大口需要家向けの負荷制限回数については年間 565 回と 2018 年の 451 回と比較し大幅に増加している。Senelec のレポートによると系統品質に影響を及ぼす太陽光、風力といった再エネ由来電源の系統接続量増加によるものとの記載がある。

再生可能エネルギー導入により停電が増加している可能性あり、系統安定化対策等の技術協力プロジェクトの提案が考えられる。

#### 14-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表 14-8. 1 に示す。



表 14-8.1 プロジェクト候補リスト（セネガル）

送電、変電プロジェクト

| 優先度 | 地域                                | プロジェクト名（仮）                                      | プロジェクトの目的                               | 分類           | 主要コンポーネント                                                                                                                                                                    | 概算費用<br>（百万米ドル） | 運用開始<br>時期 |
|-----|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
|     | Dakar                             | 225kV Sendou - kounoune 送電線プロジェクト               | Sendou 石炭火力発電電力の送電                      | 送電           | 225kV 送電線<br>225kV 開閉設備増設 (Sendou)<br>変圧器増設 (Sendou)<br>225kV 開閉設備増設 (Kounoune)                                                                                              | -               | -          |
|     | Dakar                             | 225kV Tobene - kounoune 送電線プロジェクト               | Sendou 石炭火力発電電力の送電                      | 送電           | 225kV 送電線<br>225kV 開閉設備増設 (Tobene)<br>変圧器増設 (Tobene)<br>225kV 開閉設備増設 (Kounoune)                                                                                              | -               | -          |
|     | Dakar                             | 225kV Patte d Oie - kounoune 送電線プロジェクト          | Dakar 地区電力供給強化                          | 送電           | 225kV 送電線<br>225kV 開閉設備増設 (Patte d Oie )<br>変圧器増設 (Patte d Oie )<br>225kV 開閉設備増設 (Kounoune)                                                                                  | -               | -          |
|     | Kaolack<br>Tambacouda<br>Kedougou | 225kV Kaolack-Tambacounda-Sambangalou 送電線プロジェクト | 鉱山向け電力供給及びガンビア国際連系線建設                   | 送電           | 225kV 送電線<br>225kV 開閉設備増設 (Kaolack)<br>225kV 開閉設備建設 (Tambacounda)<br>変圧器建設 (Tambacounda)<br>225kV 開閉設備建設 (Sambangalou)<br>変圧器建設 (Sambangalou)                                | -               | -          |
|     | Tambacouda<br>Kolda               | 225kV Tamba-kolda-Ziguinchor 送電線プロジェクト          | セネガル南部地区電力強化                            | 送電           | 225kV 送電線<br>225kV 開閉設備増設 (Tambacounda)<br>225kV 開閉設備建設 (Kolda)<br>変圧器建設 (Kolda)<br>225kV 開閉設備建設 (TANAP)<br>変圧器建設 (TANAP)<br>225kV 開閉設備建設 (Ziguinchor)<br>変圧器建設 (Ziguinchor) | -               | -          |
|     | Tambacouda<br>Mali                | 225kV Kayes-Tambacounda 送電線プロジェクト               | マリ国際連系線建設                               | 送電           | 225kV 送電線<br>225kV 開閉設備増設 (Tambacounda)                                                                                                                                      | -               | -          |
|     | Thies<br>Maulitania               | 225kV Tobene-Nouakchott 送電線プロジェクト               | To secure energy import from Mauritania | Transmission | 225kV TL<br>225kV 開閉設備増設 (Tobene)                                                                                                                                            | -               | -          |

出典：調査団作成

## 第15章 シエラレオネ共和国



## 第15章 シエラレオネ共和国

### 15-1 概況

シエラレオネは、11年間に及ぶ内戦終結後、2002年以降、4度にわたって平和裏に大統領・議会選挙を実施し、2007年及び2018年には政権交代も行った。今後も平和と安定を維持することが、今後のシエラレオネの発展にとって極めて重要である。度重なる内戦やエボラ出血熱の流行によって行政の担い手となる人材が失われたこと等に起因する脆弱な行政能力、限定的な政府歳入、ダイヤモンド等の鉱物資源生産に大きく依存した経済構造、若年層の失業、電力や道路等の経済インフラの不備、首都と地方との格差拡大など、多くの課題がある。また、同国の開発指標は、いまだ世界最低レベルにある。国連開発計画（UNDP）の2017年人間開発指標（HDI）によると、同国は188か国中184位と深刻である。我が国ODA大綱の重点課題である「貧困削減」の観点からも、これらの開発指標の改善に資する支援の意義は高い。これらの課題に対し、シエラレオネ政府は、開発5か年計画を策定するために主要開発課題8項目（教育、保健、水・衛生、マクロ経済開発、エネルギー、農業、汚職対策、セキュリティ）を挙げている。



図 15-1.1 位置図

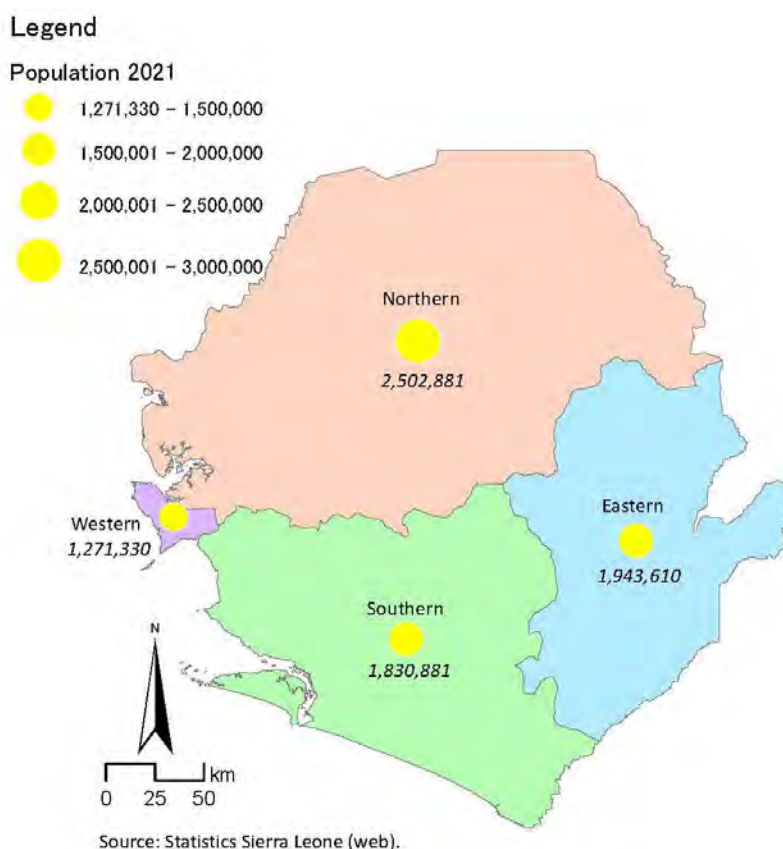


図 15-1.2 人口分布

表 15-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                | 参照元               |
|------------------|-----------------------------------|-------------------|
| 面積               | 71,740 平方キロメートル                   | 日本の約 5 分の 1       |
| 人口               | 約 814 万人                          | 2021 年世銀          |
| 首都               | フリータウン                            |                   |
| 民族               | テムネ人、メンデ人、リンパ人、クレオール（黒人と白人との混血）等  |                   |
| 言語               | 英語（公用語）、クリオ語、メンデ語、テムネ語他           |                   |
| 宗教               | イスラム教 60%、キリスト教 10%、アニミズム信仰 30%   |                   |
| 政体               | 共和制                               |                   |
| 議会               | 国民議会（一院制）                         |                   |
| 国内総生産（GDP）       | 約 42 億米ドル                         | 2021 年世銀          |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 510 ドル                            | 2021 年世銀          |
| 経済成長率            | 3.1%                              | 2021 年世銀          |
| 失業率              | 5.3%                              | 2021 年世銀（ILO 推定値） |
| 電化率              | 全国：21.9%<br>都市部：51.0%<br>地方部：1.0% | 2020 年 IEA        |

表 15-1.2 対シエラレオネ開発協力方針（2017 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | <p>【開発の進展に向けた社会基盤・経済基盤の形成】</p> <p>シエラレオネは、鉱物資源・商品作物等の輸出の潜在性が高いが、国際資源価格の低下、内戦やエボラ出血熱の流行により、社会的・経済的基盤が弱体化し、経済成長が低下し、貧困が深刻となっている。同国において、人間の安全保障の観点から、平和と安定が確立・定着し、経済が発展し、貧困が削減されることは、西アフリカ地域の安定と発展にとっても重要である。我が国は、同国における開発の進展に向けて、同国の社会基盤の強化と経済基盤の整備への取組を支援する。</p> |
| 重点分野     | <p>(1) 社会基盤の強化</p> <p>(2) 経済基盤の整備</p>                                                                                                                                                                                                                           |

## 15-2 エネルギー政策

エネルギー省（MoE）により 2009 年に策定された「国家エネルギー政策（National Energy Policy 2009、以下 NEP2009 と称す）」は、同国の電力アクセス率の低さを長期的な経済成長に対する主要な制約として認識し、全国民に安価なエネルギーを優遇するために策定された。

NEP2009 は、電力や石油、再生可能エネルギー分野におけるサブセクターの政策と対策の概要が挙げられている。一部の電力サブセクターは以下の政策声明を出している。

- 全エネルギー需要に対する信頼性の高い電力供給の確保に向けた探求
- 多様なプレーヤーによる発電および配電市場への参入の奨励

- ミニ/マイクロ水力グリッドサイトおよびその他の再生可能エネルギー技術の開発
- 全国に送電線を拡張するナショナルグリッドの開発

また、NEP2009 は以下の 4 つの目標を掲げている。

- セクターとその関連機関を更なる効率化
- 国家予算におけるエネルギーセクター需要の削減
- 公的部門と民間部門の両方が参加できる環境づくり
- 効率性と競争のための規制の枠組み開発と強化

#### ■ 再生可能エネルギー政策

エネルギー省 (MoE) により 2016 年に策定された「シエラレオネ国家再生可能エネルギー政策 (National Renewable Energy Policy of Sierra Leone 2016, 以下 NREP2016 と称す)」は、再生可能エネルギー政策を詳述した包括的な文書であり、普遍的な電力アクセスを促進するために政策声明を作成し、政策目標と政策措置をリスト化している。また、「万人のための持続可能エネルギープログラム (Sustainable Energy for All Program, 以下 SE4ALL と称す)」を実施し、最新の燃料を使用したクリーンな調理へのアクセスまたはより効率的な調理装置の使用を促進し、エネルギー効率の目標に貢献している。再生可能エネルギーを利用可能な環境にするため、次の具体的な方針が示されている。

- ① 資金調達
- ② 法的手段
- ③ 技術開発
- ④ 意識向上
- ⑤ 能力開発と教育
- ⑥ 環境問題
- ⑦ オングリッド再生可能エネルギー供給
- ⑧ オフグリッド再生可能エネルギー供給
- ⑨ 固定価格買取制度
- ⑩ 制度的調整と支援
- ⑪ ガバナンス
- ⑫ 研究開発
- ⑬ 先住民の参加
- ⑭ 二国間/地域/国際協力
- ⑮ 開発パートナーおよび NGO による参加

上記に加え、水力やバイオエネルギー、太陽光エネルギー、風力の政策が挙げられている。また、NREP2016 では、エネルギーミックスにおける再生可能エネルギーのシェアを高め、国全体で信頼性が高く適正価格かつ持続可能な開発及び環境保全に貢献するエネルギー経済を開発することをビジョンとしている。

また、NREP2016 では、以下の目標を掲げている。

- ① 国のエネルギー安全保障と多様なエネルギー資源開発の確立
- ② 環境に配慮した安価で信頼性の高い持続可能な再生可能エネルギーの供給保証

- ③ 官民パートナーシップによる再生可能エネルギーセクターへの投資と開発の促進
- ④ 包括的かつ統合された再生可能エネルギーセクターの確保
- ⑤ 貿易とプロジェクト開発における国際協力の促進
- ⑥ 国際協力の促進に向けた国産エネルギー資源の活用
- ⑦ 電力アクセスの向上
- ⑧ サブセクターへの民間投資を支援する適切な資金調達メカニズムによる再生可能エネルギー資源開発
- ⑨ 再生可能エネルギー活動におけるすべての事業者間の効果的な調整と協力の確立

### 15-3 エネルギー需給

シエラレオネ国のエネルギー需給一覧表を表15-3.1に示す。

シエラレオネ国では、従来一次産品（ダイヤモンド、金、鉄鉱石、ボーキサイト、カカオ、コーヒーなど）が高い輸出能力を有し、主要な外貨獲得源となっていたが、約12年にわたる内戦の結果、鉱物資源の輸出停止、農業生産の大幅低下等により経済は著しく停滞した。現在の主な経済部門は、農業（GDPの約60%）と鉱業である。

本表では、電力の輸入はないが、リベリア国と同様に、西アフリカパワープールによる連系送電線（225 kV）が2021年には完成し、コートジボアール国から電力が輸入される予定となっている。

表 15-3.1 エネルギー需給一覧表

（単位：ktoe 石油換算 1,000 トン）（<sup>P</sup>：推定）

|              | 2000 | 2005 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 木炭           | 218  | 248  | 303  | 318  | 325  | 325  | 337               | 350               |
| 石油           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電力           | 8    | 7    | 28   | 29   | 32   | 34   | 37                | 40                |
| 化石燃料         | 6    | 5    | 12   | 13   | 14   | 15   | 17                | 18                |
| 水力           | 1    | 2    | 15   | 16   | 17   | 19   | 21                | 22                |
| 地熱           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 再エネ（太陽光、風力）  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |
| <b>輸入量</b>   |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 石油           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 石油製品         | 247  | 326  | 385  | 348  | 358  | 367  | 378               | 388               |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電力           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| <b>最終消費量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 石油           | 153  | 202  | 239  | 216  | 230  | 381  | 413               | 450               |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |
| 電力           | 4    | 4    | 10   | 11   | 11   | 12   | 12                | 12                |

出典：African Energy Commission – AFREC Database

## 15-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、エネルギー省（MoE）である。電力供給は、発電・送電部門を発送電公社（EGTC）、配電部門を配電公社（EDSA）がそれぞれ担う。その他電力関連の組織として、電力規制を担うシエラレオネ電力・水規制委員会（SLEWRC）がある。なお、エネルギー省（MoE）は、2030年までに電化率 92%達成を目標に掲げている。

表 15-4.1 電気事業体制

|        |                                                                 |
|--------|-----------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：  | Ministry of Energy (MoE)                                        |
| 電気事業体： | 発電・送電部門：Electricity Generation and Transmission Company (EGTC)  |
|        | 配電部門：Electricity Distribution and Supply Authority (EDSA)       |
| 電力規制：  | Sierra Leone Electricity & Water Regulatory Commission (SLEWRC) |

## 15-5 電力需給

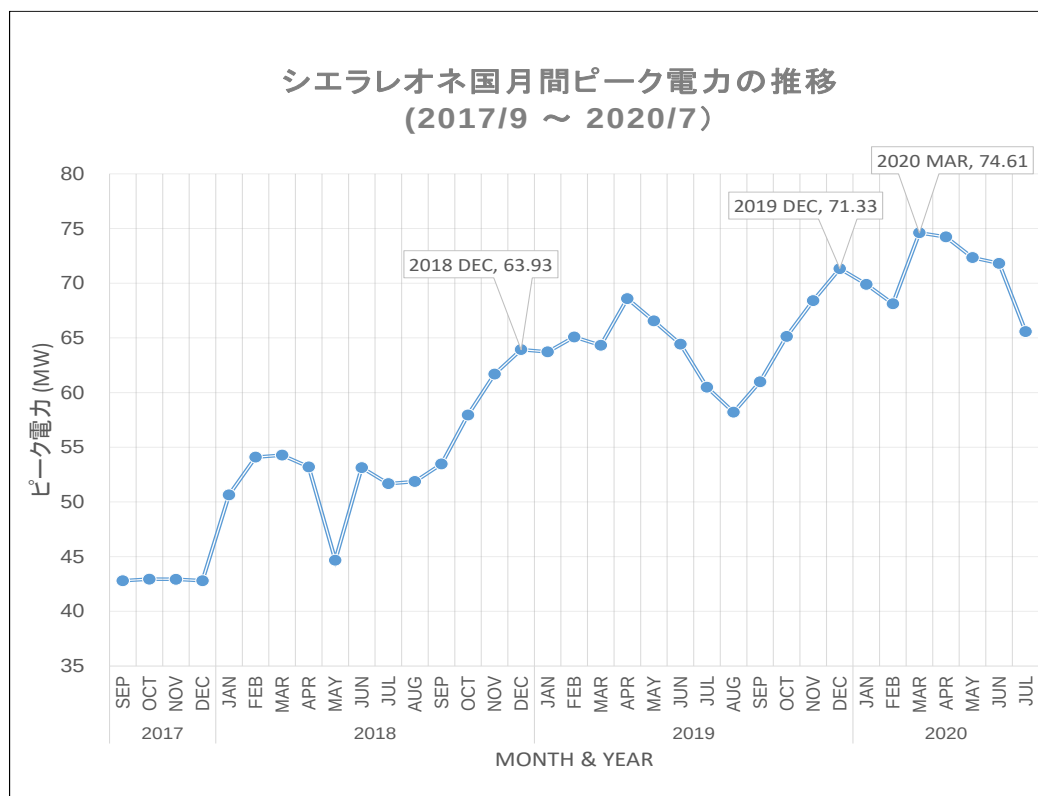
### (1) ピーク電力

表 15-5.1 に、シエラレオネ国における 2017 年からのピーク電力を示す。2020 年 7 月までの最高は 2020 年 3 月に記録した 74.61 MW である。ピーク電力は 2017 年から 2018 年にかけては約 1.5 倍（48.9%）と大きな伸びを記録した。（2018 年から 2019 年は 11.6%） また、2017 年 9 月から 2020 年 7 月までの月毎のピーク電力の推移を図 15-5.1 に示す。本図に示すように、年間のピーク電力は 2017 年からの 3 年間とも年末（12 月）に発生しており、2020 年のピーク電力は 74.61 MW よりも高い数値と予想される。

表 15-5.1 ピーク電力

| 項目           | 2017<br>(9 月から) | 2018  | 2019  | 2020<br>(7 月まで) |
|--------------|-----------------|-------|-------|-----------------|
| ピーク電力 (MW)   | 42.94           | 63.93 | 71.33 | 74.61           |
| ピーク電力成長率 (%) | -               | 48.9% | 11.6% | -               |

出典：EGTC データ

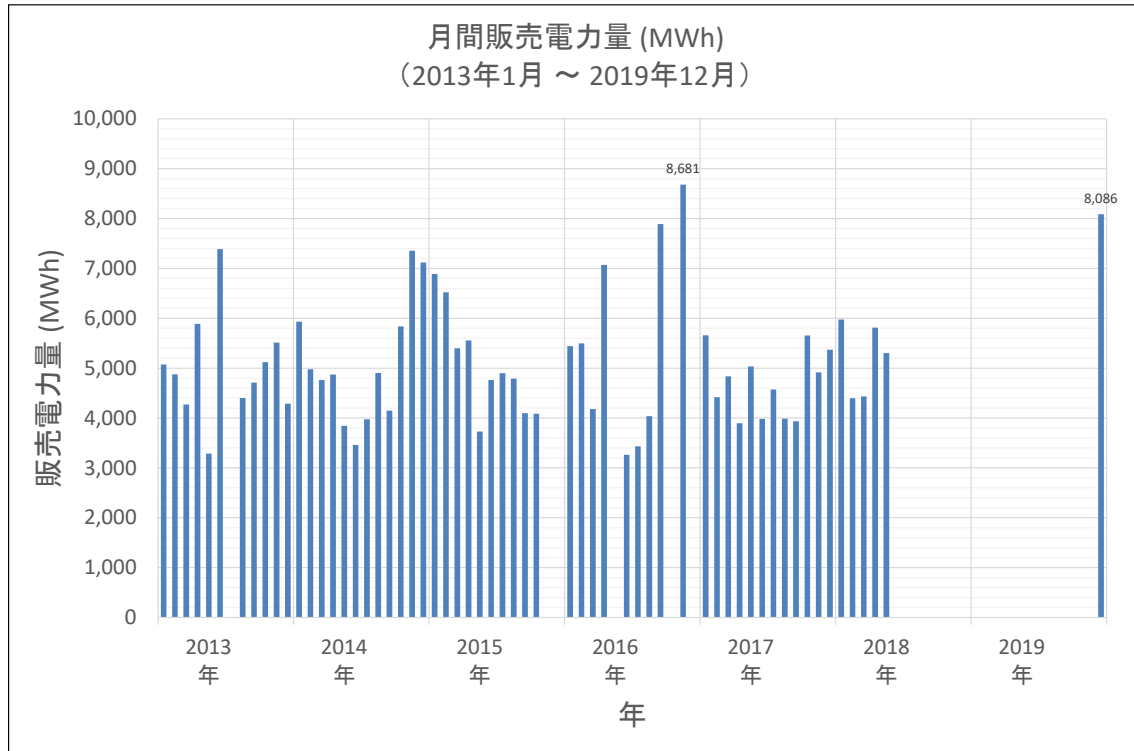


出典：EGTC データ

図 15-5.1 月間ピーク電力の推移

## (2) 電力供給

図15-5.2に2013年から2019年までの月間販売電力量の推移を示す。すべてのデータが揃っておらず、グラフが不連続となっているが、本データによれば、この期間での最大は2016年11月に8,681 MWhである。



出典：EDSA データにより調査団作成

図 15-5.2 月別供給電力量の推移 (2013/1～2019/12)

## 15-6 電力設備

### (1) 発電設備

発電設備を表 15-6.1 に示す。

表 15-6.1 発電設備

| 発電<br>種別        | 発電所名称             | ユニッ<br>ト数 | 単機容量<br>(MW) | 合計容量<br>(MW) | 運開年  | 地域        | 備 考                     |
|-----------------|-------------------|-----------|--------------|--------------|------|-----------|-------------------------|
| 水力              | Charlotte         | 2         | 1            | 2.2          |      | Freetown  | 200 kW 出力増可             |
|                 | Bankasoka         | 4         | 0.5          | 2            |      | Port Loko |                         |
|                 | Bumbuna           | 2         | 25           | 50           | 2007 | Tonkolili | ダム式                     |
|                 | Makali            | 2         | 0.7          | 1.4          |      | Tonkolili |                         |
|                 | Dodo              | 4         | 1.5          | 6            |      | Kenema    |                         |
| 水力発電設備容量合計 (MW) |                   |           |              | 61.6         |      |           |                         |
| 火力              | Karpowership      | —         | —            | 100          | 2018 | Freetown  | IPP、契約は 2025 年<br>まで延長。 |
|                 | Kingtom           | 2         | 5            | 10           | 2011 | Freetown  | JICA                    |
|                 | Blackhall<br>Road | 2         | 8            | 16           |      | Freetown  | Wartsilla 製             |
|                 | Lungi             | 3         | 2            | 6            |      | Port Loko | MAN 製                   |
|                 | Port Loko         | 1         | 0.55         | 0.55         |      | Port Loko |                         |
|                 | Lunsar            | 1         | 1.6          | 1.6          |      | Port Loko |                         |
|                 | Makeni            | 2         | 0.8          | 1.6          |      | Makeni    | 水力機保守時用                 |
|                 | Magburaka         | 2         | 0.5          | 1            |      | Magburaka |                         |
|                 | Kono              | 2         | 3.0          | 6            |      | Kono      | MAN 製                   |
|                 | Bo                |           |              |              |      | Bo        | IPP                     |
| 火力発電設備容量合計 (MW) |                   |           |              | 142.75       |      |           |                         |



| 発電種別          | 発電所名称             | ユニット数 | 単機容量 (MW) | 合計容量 (MW) | 運開年  | 地域     | 備 考           |
|---------------|-------------------|-------|-----------|-----------|------|--------|---------------|
| 太陽光           | Solar Park Newton | 1     | 6         | 6         | 2020 | Newton | 161 kV 送電線に接続 |
| 発電設備容量合計 (MW) |                   |       |           | 210.35    |      |        |               |

出典：EDSA データより調査団作成

現在、シエラレオネ国発電の主力である Bumbuna 第 1 水力発電所は、シエラレオネ国政府の 100%所有で、2007 年に 50 MW (雨季) で運転を開始した。乾季には水位が下がるため、10～15 MW 程度に落ちる。このため、この電力不足を解消する目的でシエラレオネ国政府は Karpowership 社 (トルコ) と PPA を結び、電力を購入している。Karpowership 社は IPP で当初は 2018 年から 2 年間の契約で Kingtom 湾で運転を開始したが、2020 年 8 月、更に 5 年契約を締結し、フリータウンへの電力供給を継続することとした。

シエラレオネ国政府は Bumbuna 第 2 発電所の建設を計画している。これは 2 台の 50 MW タービンを 2025 年までに建設しようというものである。

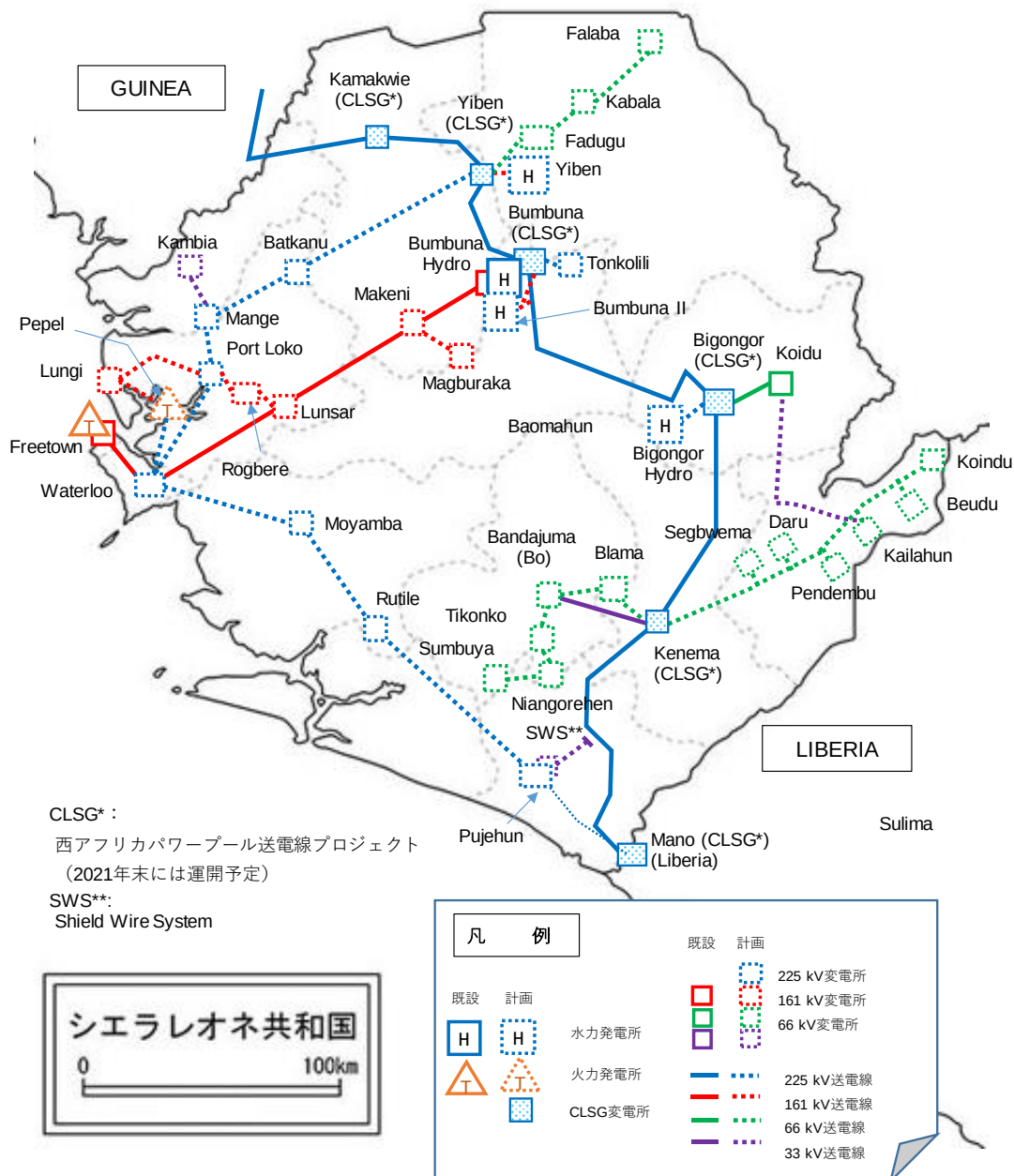
2011 年、日本国政府の支援でキングトム発電所に 5 MW のディーゼル発電機 2 台を設置した。これら 2 台は新潟エンジン No. 7 & 8 と呼ばれている。設置以来、順調に稼働しており、フリータウンに電力を供給している。運営・維持管理は、JICA とシエラレオネ政府の協力を得て、EGTC が行っている。

## (2) 送変電設備

現在の送電系統図を図 1 5－6. 1 に示す。



## シエラレオネ国送電系統図 (2020年現在)



出典：EDSA データを基に調査団作成

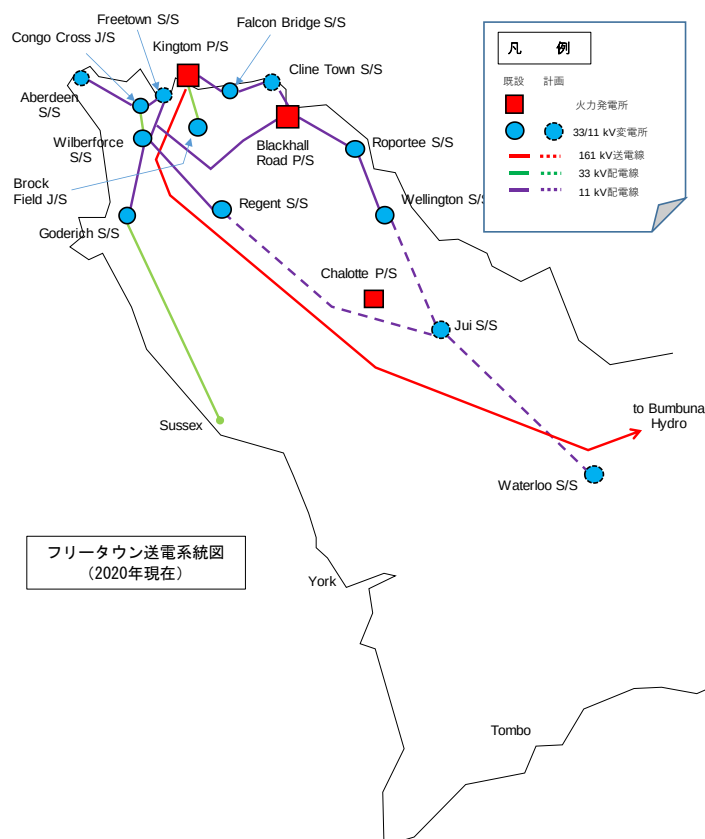
図 15-6.1 送電系統図

本図に青線で示している系統（西アフリカ電力プール（WAPP）による 225 kV 連系線プロジェクト（CLSG プロジェクト））を除けば、主要な系統は 2 つである。その一つは国の中央部にある Bumbuna 水力発電所から 161 kV 送電線によって首都フリータウンに送電されている系統と、もう一つは東部のケネマ市からボー市に伸びている 33 kV 配電線の系統である。

CLSG プロジェクトは新型コロナウイルスによる遅れがあるものの、2021 年末には完成する予定で、シエラレオネ国はコートジボアール国より電力融通を受ける予定になっている。本プロジェ

クトで、シエラレオネ国内に 5 ヶ所の 225 kV 変電所が設置され、そこを起点として 66 kV による送電線の延伸や 33 kV による配電が行われる予定である。

図 1 5－6． 2 は首都フリータウンの系統図である。Bumbuna 水力発電所の電力は 161 kV 送電線で首都フリータウンの Kingtom 発電所に送られ、そこから 33 kV 配電線で市内に配電されている。現在、世界銀行の支援によるプロジェクト（ESURP：Energy Sector Utility Reform Project）が進行中で、フリータウン半島中央部の Jui 変電所や Waterloo 変電所とそれらに関連する配電線、他が建設される予定である。また、このプロジェクトには SCADA システムが含まれており、系統運用のための給電指令所が建設される予定である。



出典：EDSA データより調査団作成

図 1 5－6． 2 フリータウン送電系統図（2020 年現在）

送電線の亘長を表 1 5－6． 2 に示す。225 kV は CLSG プロジェクトで敷設された送電線であり、161 kV は Bumbuna 水力発電所からフリータウン市までの 1 回線送電線である。

表 1 5－6． 2 送電線の亘長

| 電圧 | 225 kV   | 161 kV |
|----|----------|--------|
| 亘長 | *1537 km | 205 km |

注）\*1：TRANSCO CLSG データ

表 1 5－6． 3 に主要変電所（33 kV 以上）を示す。

表 15-6.3 変電設備 (33 kV 以上)

| 変電所名        | 電圧 (kV) |     | 変圧器容量 (MVA) |       |     | 備 考           |
|-------------|---------|-----|-------------|-------|-----|---------------|
|             | 一次      | 二次  | 台数          | 容量    | 合計  |               |
| Kenema      | 225     | 66  | 1           | 40    | 40  | *1CLSG プロジェクト |
|             |         | 33  |             |       |     |               |
| Bikongor    | 225     | 33  | 2           | 70    | 140 | *1CLSG プロジェクト |
|             | 225     | 33  | 1           | 40    | 40  |               |
| Bumbuna     | 225     | 161 | 1           | 40    | 40  | *1CLSG プロジェクト |
|             |         | 33  |             |       |     |               |
| Yiben       | 225     | 33  |             |       |     |               |
| Kamakwie    | 225     | 66  | 1           | 20    | 20  | *1CLSG プロジェクト |
| Kingtom     | 161     | 11  | 2           | 25/40 | 80  |               |
|             | 161     | 33  | 1           | 40    | 40  |               |
| Wilberforce | 33      | 11  | 1           | 15/20 | 20  |               |
| Regent      | 33      | 11  | 1           | 5     | 5   |               |
| Blackhall   | 33      | 11  | 1           | 15/20 | 20  |               |
| Roportee    | 33      | 11  | 1           | 15/20 | 20  |               |
| Wellington  | 33      | 11  | 1           | 15/20 | 20  |               |
| Goderich    | 33      | 11  | 1           | 15/20 | 20  | *2JICA        |

出典：EDSA データを基に調査団作成

注) \*1CLSG：Cote d'Ivoire, Liberia, Sierra Leone, and Guinea Interconnection Project

\*2 JICA：シエラレオネ国フリータウン市配電網緊急改修計画（2017 年）

### (3) 開発計画

シエラレオネ政府は、開発 5 か年計画を策定するために主要開発課題 8 項目（教育、保健、水・衛生、マクロ経済開発、エネルギー、農業、汚職対策、セキュリティ）を挙げている。

保健分野に関しては、平均寿命、5 歳未満児死亡率、妊産婦死亡率等の指標は改善がみられるものの、依然として世界的に極めて低い水準にある。2014 年以降のエボラ出血熱流行により、221 人の医療従事者が犠牲になった他、多くの医療従事者が国外流出し、元来脆弱な医療システムが一時的に機能不全に陥ったことにより、人材不足が更に深刻化した。なお、シエラレオネ政府は医療サービスへのアクセスと質の改善を目指して、2010 年 4 月より、妊婦、授乳期の母親、5 歳未満児を対象とした無料医療サービス・イニシアティブを開始している。

経済成長及び公共サービスの提供に不可欠なインフラについては、内戦による被害等によっていまだ脆弱であり、第 3 次貧困削減戦略(Agenda for Prosperity)では、国際競争力強化の柱の中にインフラ整備が位置づけられている。とりわけ人口集中が進み経済活動が盛んな首都地域では、高まる電力需要に供給（発電・送配電）が追いつかず、停電の頻発が大きな問題となっている。

### 15-7 課題と開発ニーズ

IEA の報告によれば、2019 年のシエラレオネの全国電化率は約 25.5%、都市部では 52.2%程度であるが、地方農村部は 1~6%程度と極めて低く、電化率向上対策の実施が急務となっている。

また、長年に亘り電力供給力不足に悩まされており、潜在需要を満たすための、発電・送電・配電のすべての設備容量不足と既存設備の老朽化や維持管理不足が起因する故障が、常態化している。

EDSA からは、配電の優先リストを受領したが、そのすべてのプロジェクトがすでに実施中と思われるため、配電プロジェクトについてはロングリストを作成していない。

ロングリストには、それぞれ2番目の変電所までのプロジェクトを記載したが、3つのプロジェクトとも CLSG 225 kV 変電所からの延伸のため、225 kV 開閉装置の増設及び新規の 225/66 kV 変圧器が必要となり、資金的に無償資金協力の範囲内に収まるかどうかは確認が必要である。

#### 15-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表15-8. 1に示す。

表 15-8.1 プロジェクト候補リスト (シエラレオネ)

## 送電線及び変電所プロジェクト

| 優先度 | 地域        | プロジェクト名 (仮)                                 | プロジェクトの目的              | 分類  | 主要コンポーネント                       | 数量                                                | 概算費用 (百万米ドル) | 運用開始 時期 |
|-----|-----------|---------------------------------------------|------------------------|-----|---------------------------------|---------------------------------------------------|--------------|---------|
| 1   | 東部州 - 南部州 | Kenema 225 kV CLSG 変電所 - Blama 66 kV 送電線    | Bo 地域への電力供給            | 送電線 | 66 kV 2 回線 送電線の建設               | 22 km (2 x 40 MW)                                 | -            | -       |
|     |           | Kenema 変電所                                  | Blama 地域の増強            | 変電所 | 225/66 kV 開閉装置<br>225/66 kV 変圧器 | 225 kV 開閉装置<br>225/66 kV 変圧器<br>66 kV 開閉装置<br>その他 | -            | -       |
|     |           | Blama 66/33 kV 変電所                          | Blama 市及び周辺地域への電力供給    | 変電所 | 66/33 kV Blama 変電所の建設           | 66/33 kV 開閉装置, 変圧器、その他                            | -            | -       |
|     | 南部州       | Blama - Bandajuma (Bo) 66 kV 送電線            | Bo 地域への電力供給            | 送電線 | 66 kV 2 回線 送電線の建設               | 送電線の距離データなし (2 x 40 MW)                           | -            | -       |
|     |           | Blama 変電所                                   | Bandajuma 地域の増強        | 変電所 | 66 kV 開閉装置                      | 66 kV 開閉装置 (2 組)、その他                              | -            | -       |
|     |           | Bandajama 66 kV 変電所                         | Bo 市及び周辺地域への電力供給       | 変電所 | 66/33 kV Bandajama 変電所の建設       | 66/33 kV 開閉装置, 変圧器、その他                            | -            | -       |
| 2   | 東部州 - 南部州 | Kenema 225 kV CLSG 変電所 - Segbwema 66 kV 送電線 | 東部地域への電力供給             | 送電線 | 66 kV 2 回線 送電線の建設               | 42.3 km (2 x 40 MW)                               | -            | -       |
|     |           | Kenema 変電所                                  | Segbwema 地域の増強         | 変電所 | 66 kV 開閉装置                      | 225 kV 開閉装置<br>225/66 kV 変圧器<br>66 kV 開閉装置<br>その他 | -            | -       |
|     |           | Segbwema 66/33 kV 変電所                       | Segbwema 市及び周辺地域への電力供給 | 変電所 | 66/33 kV Blama 変電所の建設           | 66/33 kV 開閉装置, 変圧器、その他                            | -            | -       |
|     |           | Segbwema - Daru 66 kV 送電線                   | Eastern 地域への電力供給       | 送電線 | 66 kV 2 回線 送電線の建設               | 12.9 km (2 x 40 MW)                               | -            | -       |
|     |           | Segbwema 変電所                                | Daru 地域の増強             | 変電所 | 66 kV 開閉装置                      | 66 kV 開閉装置 (2 組)、その他                              | -            | -       |
|     |           | Daru 66/33 kV 変電所                           | Daru 市及び周辺地域への電力供給     | 変電所 | 66/33 kV Blama 変電所の建設           | 66/33 kV 開閉装置, 変圧器、その他                            | -            | -       |
| 3   | 北部州       | Yiben 225 kV CLSG 変電所 - Fadugu 66 kV 送電線    | Fadugu 地域への電力供給        | 送電線 | 66 kV 送電線の建設                    | 103.9 km (40 MW)                                  | -            | -       |



| 優先度 | 地域 | プロジェクト名<br>(仮)            | プロジェクトの目的              | 分類  | 主要コンポーネント             | 数量                                                | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|-----|----|---------------------------|------------------------|-----|-----------------------|---------------------------------------------------|-----------------|------------|
|     |    | Yiben 変電所                 | Segbwema 地域の増強         | 変電所 | 66 kV 開閉装置            | 225 kV 開閉装置<br>225/66 kV 変圧器<br>66 kV 開閉装置<br>その他 | -               | -          |
|     |    | Fadugu 66/33 kV 変電所       | Segbwema 市及び周辺地域への電力供給 | 変電所 | 66/33 kV Blama 変電所の建設 | 66/33 kV 開閉装置、変圧器、その他                             | -               | -          |
|     |    | Fadugu - Kabala 66 kV 送電線 | Kabala 地域への電力供給        | 送電線 | 66 kV 送電線の建設          | (上記に含む)                                           | -               | -          |
|     |    | Fadugu 変電所                | Kabala 地域の増強           | 変電所 | 66 kV 開閉装置            | 66 kV 開閉装置 (1 組)、その他                              | -               | -          |
|     |    | Kabala 66/33 kV 変電所       | Kabala 市及び周辺地域への電力供給   | 変電所 | 66/33 kV Blama 変電所の建設 | 66/33 kV 開閉装置、変圧器、その他                             | -               | -          |

## 第16章 トーゴ共和国



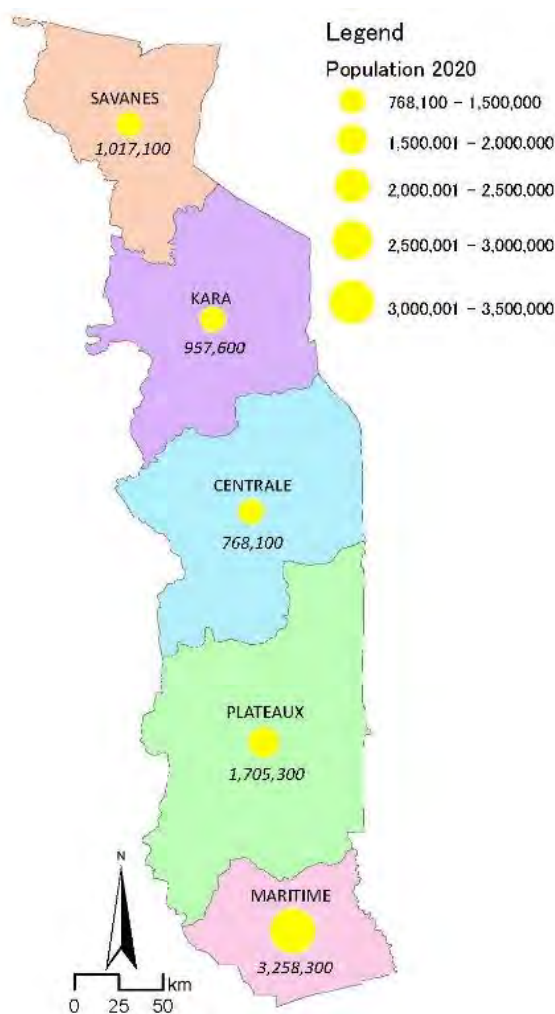
## 第 16 章 トーゴ共和国

### 16-1 概況

トーゴでは、水深の深い天然の良港であるロメ港を拠点に、ブルキナファソやニジェール、マリ等の内陸国へのゲートウェイとなっており、西アフリカ「成長の環」、アビジャンーラゴスハイウェイ等地域統合を目指すイニシアティブにおいて重要な位置を占めている。トーゴでは、近年民主化が進展しており、2017 年には西アフリカ諸国経済共同体 (ECOWAS) 議長国を務め、2018 年から 2019 年まではアフリカ連合 (AU) 平和安全保障理事会の理事国を務める等、西アフリカ及び国際社会の平和と発展に積極的な貢献を行ってきている。



図 16-1.1 位置図



Source: Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité Nationale, République Togolaise (web)

図 16-1.2 人口分布





表 16-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                       | 参照元         |
|------------------|------------------------------------------|-------------|
| 面積               | 54,390 キロ平方メートル                          | 日本の約 5 分の 1 |
| 人口               | 828 万人                                   | 2020 年世銀    |
| 首都               | ロメ                                       |             |
| 民族               | エヴェ（約 35%）をはじめ約 40 のグループからなる             |             |
| 言語               | フランス語（公用語）、エヴェ語、カビエ語他                    |             |
| 宗教               | 伝統的宗教 67%、カトリック 18%、イスラム教 10%、プロテスタント 5% |             |
| 政体               | 共和制                                      |             |
| 議会               | 国民議会                                     |             |
| 国内総生産（GDP）       | 76 億米ドル                                  | 2020 年世銀    |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 9200 米ドル                                 | 2020 年世銀    |
| 経済成長率            | 1.8%                                     | 2020 年世銀    |
| 失業率              | 4.1%                                     | 2020 年世銀    |
| 電化率              | 全国：46.1%<br>都市部：82.8%<br>地方部：18.7%       | 2020 年 IEA  |

表 16-1.2 対トーゴ開発協力方針（2017 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | <p>【回廊開発を通じた 持続的経済成長の促進と基礎的社会サービス強化を通じた貧困削減・格差是正】</p> <p>我が国は、トーゴ政府が 2030 年の中所得国入りを目指して作成した国家開発計画（PND1）に基づき、ロメ港を域内のロジスティック・ハブとした西アフリカ地域の発展を促進すべく、西アフリカ「成長の環」を構成するトーゴの回廊の開発及び基礎的社会サービス拡充に資する協力を行い、持続的経済成長の促進及び貧困削減・格差是正を支援する。</p> |
| 重点分野     | <p>(1) 回廊開発</p> <p>(2) 基礎的 社会 サービス強化と格差是正への配慮</p>                                                                                                                                                                                |

## 16-2 エネルギー政策

エネルギー鉱物資源省（MME）は、2012 年に「国家エネルギー政策（National Energy Policy、以下 NEP と称す）」を策定している。NEP では下記方針が挙げられている。

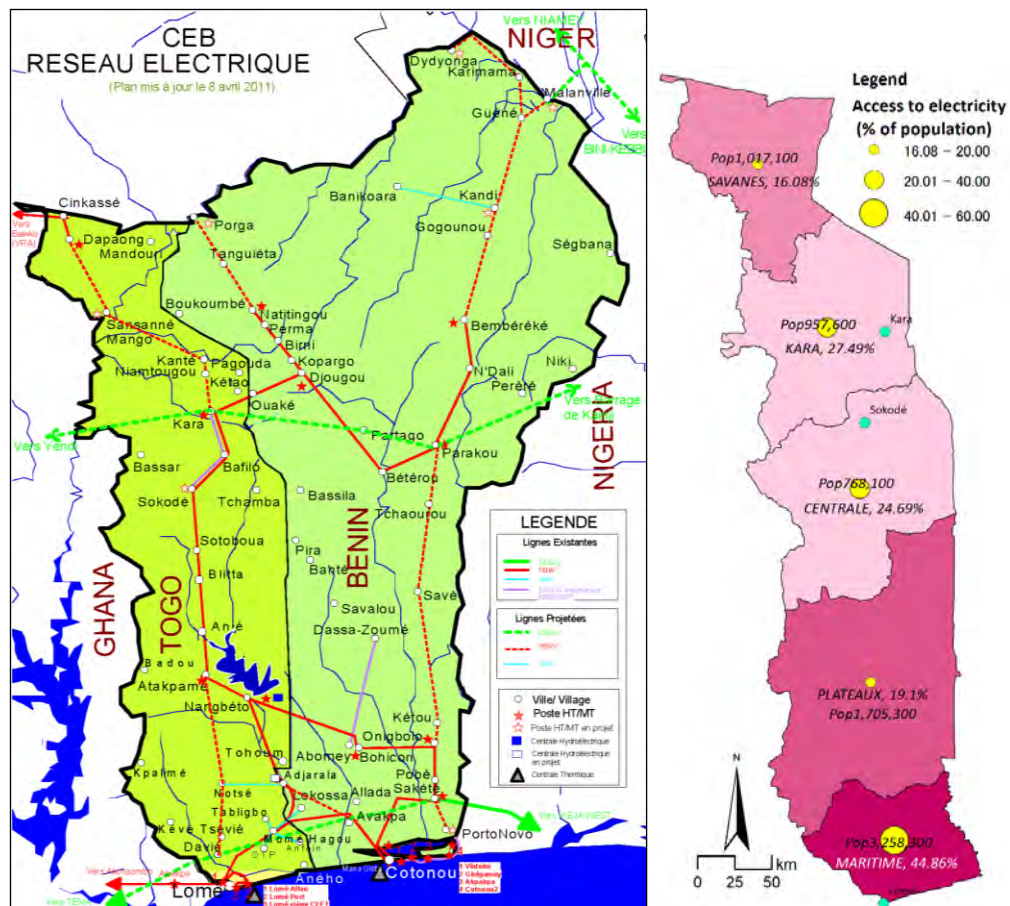
- エネルギー安全保障の向上を目的としたエネルギーミックスの多様化
- 農村地域のエネルギーミックス、農村電化、および再生可能エネルギーの開発
- エネルギー社会基盤における民間セクターの導入
- 規制の枠組みと実施する規制の更新
- エネルギーセクターにおける関係機関の調整強化
- エネルギー情報システム（SIE – Systeme d’Information sur l’Energie）への継続的なサポートを通じた信頼できるエネルギーデータの可用性の確保



## ■ 電力アクセス向上の取り組み

### ● 地域毎の電化率

トーゴは、1968年に隣国ベナンと共同で設立されたベナン電力会社(CEB)が発送電部門を担っており、配電部門は、トーゴエネルギー・電力会社(Compagnie Energie Electrique du Togo (CEET))が担当している。トーゴの電化率は、全国43.3%、都市部76.6%、地方部19.0%(2019年IEA)となっており、Rapport D'Activites 2018によれば、首都ロメ(Lomé)の電化率は、98.37%と非常に高い一方で、図16-2.1に示すように首都を有するMARITIMEの電化率は、44.86%に留まっており、大都市と地方部との電化率の差は大きくなっていることが伺える。また、トーゴの人口10万人以上の都市(2020年時点)は、首都ロメ(Lomé)(人口:2,173,800人)、カラ(Kara)(人口:115,400人)、ソコデ(Sokodé)(人口:109,200人)となっており、これらの都市には161kV送電線が敷設されていることが確認できる。



(a) 送電系統図

(b) 地域毎の電化率と人口分布

出典：Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité Nationale, République Togolaise (web)

Rapport D'Activites 2018

図 16-2.1 送電系統図と地域毎の電化率・人口分布

### ● 電力アクセス向上に向けた政策

トーゴでは、2018年に施行された国家開発計画(PND: Plan national de developement 2018-2022)にて、電化率(2030年で100%電化率)の向上及び再生可能エネルギーの推進が掲げられている。



これを受け Togo electrification strategy2018 では 2030 年断面における具体的な開発目標が記されている。

- ✓ 電化率 100%
- ✓ 300 箇所以上のミニグリッド構築（設備容量 9MW 以上）
- ✓ 555,000 世帯のソーラーキットによる電化
- ✓ 86MW 以上の太陽光発電設備容量の確保
- ✓ ネットワークの拡大と強化(670,000 需要家への接続)
- ✓ 水力、太陽光といった再生可能エネルギーの設備容量積み増し（108MW）

### 16-3 エネルギー需給

国内消費分の石油製品に関しては全て輸入となっており、国内生産量の多くは木炭となっている。また、再生可能エネルギー導入量についても乏しく、電力需要のほとんどを化石燃料や輸入に頼る。

表 16-3.1 エネルギー需給一覧表

（単位：ktoe 石油換算 1,000 トン）（P：推定）

|              | 2000 | 2005 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|--|
| <b>国内生産量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |  |
| 石 炭          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |  |
| 木 炭          | 330  | 374  | 493  | 369  | 513  | 542  | 542               | 542               |  |
| 石 油          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |  |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |  |
| 電 力          | 15   | 16   | 14   | 9    | 24   | 63   | 68                | 68                |  |
| 化石燃料         | 6    | 10   | 2    | 2    | 2    | 51   | 56                | 56                |  |
| 水 力          | 9    | 6    | 10   | 5    | 20   | 9    | 10                | 10                |  |
| 地 熱          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |  |
| 再エネ（太陽光、風力）  | 0    | 0    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2                 | 2                 |  |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |  |
| <b>輸入量</b>   |      |      |      |      |      |      |                   |                   |  |
| 石 炭          | 60   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |  |
| 石 油          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |  |
| 石油製品         | 319  | 341  | 598  | 651  | 682  | 420  | 441               | 441               |  |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |  |
| 電 力          | 32   | 44   | 91   | 107  | 98   | 73   | 78                | 78                |  |
| <b>最終消費量</b> |      |      |      |      |      |      |                   |                   |  |
| 石 炭          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0                 |  |
| 石 油          | 271  | 286  | 544  | 594  | 617  | 364  | 376               | 376               |  |
| 天然ガス         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                 | -                 |  |
| 電 力          | 40   | 52   | 99   | 107  | 107  | 155  | 161               | 161               |  |

出典：Africa energy Database 2019 (African Energy commission)

### 16-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、鉱山・エネルギー省 (MME) である。電力供給は、トーゴ電力公社 (CEET) によって行われている。その他電力関連の組織として、電力規制を担う電力セクター規制当局 (ARSE)、地方電化を推進するトーゴ地方電化・再生可能エネルギー庁 (AT2ER) がある。なお、鉱



山・エネルギー省 (MME) は、2030 年までに電化率 100%達成を目標に掲げている。

表 16-4.1 電気事業体制

|            |                                                                                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：      | Ministère des Mines et des Energies (MME)                                        |
| 電気事業体：     | 発電・送電・配電部門：Compagnie Energie Electrique du Togo (CEET)                           |
| 電力規制：      | Autorité de Réglementation du Secteur de l'Electricité (ARSE)                    |
| 地方電化・再エネ庁： | Agence Togolaise pour l'Électrification rurale et l'Énergie Renouvelable (AT2ER) |

## 16-5 電力需給

トーゴ国内における 2019 年の発生電力量は 474.14GWh となっており、前年比で 7.48%の増となっている。主に発電事業を行う電力公社である CEET(Compagnie Energie Electrique du Togo)及び CEB(The Electricity Community Benin)ともに、所有する電力設備が占める年間発生電力は国内消費分の 2%にも満たず、国内 IPP もしくは CEB を介して輸入される電力が大部分を占める。下記は 2019 年における電力調達先の割合及び電力需給状況の年次データとなる。

なお、表内に記載は無いが、隣国ブルキナファソ向けの電力輸出も行っており 2019 年実績で 5.73GWh となっている。国内電力消費量は直近 5 年間の年率換算で 5.1%程度の伸びであり着実な上昇を見せている。

表 16-5.1 電力需給の推移

| Contents                                             | Unit       | 2015                    | 2016                    | 2017                    | 2018                    | 2019                    |
|------------------------------------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Electricity Generation</b>                        | <b>kWh</b> | <b>361, 634, 498</b>    | <b>691, 115, 547</b>    | <b>454, 100, 583</b>    | <b>370, 654, 799</b>    | <b>474, 140, 464</b>    |
| Nangbeto Hydro power (CEB)                           | kWh        | -                       | -                       | -                       | -                       | 12, 470, 477            |
| Thermal and Hydro power (CEET)                       | kWh        | 20, 913, 923            | 29, 708, 512            | 21, 164, 455            | 11, 628, 693            | 11, 539, 315            |
| IPP-Contour Global                                   | kWh        | 340, 426, 700           | 661, 198, 215           | 432, 705, 194           | 358, 730, 000           | 449, 735, 600           |
| IPP-PV (SNPT)                                        | kWh        | 293, 875                | 208, 820                | 230, 934                | 296, 106                | 395, 072                |
| <b>Import</b>                                        | <b>kWh</b> | <b>744, 659, 154</b>    | <b>486, 181, 950</b>    | <b>746, 323, 509</b>    | <b>867, 389, 841</b>    | <b>862, 014, 483</b>    |
| Ghana (VRA:Volta River Authority)                    | kWh        | -                       | -                       | -                       | -                       | 640, 393, 539           |
| Ghana (ECG:Electricity company Ghana)                | kWh        | -                       | -                       | -                       | -                       | 5, 070, 491. 0          |
| Nigeria (TCN:Nigeria Transmission Company)           | kWh        | -                       | -                       | -                       | -                       | 203, 383, 838           |
| Benin (SBEE:Société Béninoise d' Energie Electrique) | kWh        | -                       | -                       | -                       | -                       | 13, 166, 615            |
| <b>Electricity Consumption</b>                       | <b>KWh</b> | <b>1, 094, 002, 344</b> | <b>1, 158, 460, 022</b> | <b>1, 200, 424, 092</b> | <b>1, 242, 991, 659</b> | <b>1, 335, 944, 610</b> |
| Low voltage                                          | kWh        | 544, 560, 199           | 576, 384, 029           | 628, 505, 261           | 650, 692, 898           | 696, 392, 784           |
| Medium Voltage                                       | kWh        | 365, 276, 136           | 393, 371, 630           | 400, 576, 873           | 394, 977, 247           | 419, 351, 687           |
| Other                                                | kWh        | 319, 284                | 266, 414                | 267, 877                | 282, 521                | 321, 944                |
| Total loss                                           | kWh        | 183, 846, 725           | 188, 437, 949           | 171, 074, 081           | 197, 038, 993           | 219, 878, 195           |
| Loss rate                                            | %          | 16. 8%                  | 16. 3%                  | 14. 3%                  | 15. 9%                  | 16. 5%                  |



出典：ARSE Annual report を基に調査団作成

トーゴ国における全国の最大電力は下表の通り推移しており、7 年間で平均 4.7%の伸びを示している。

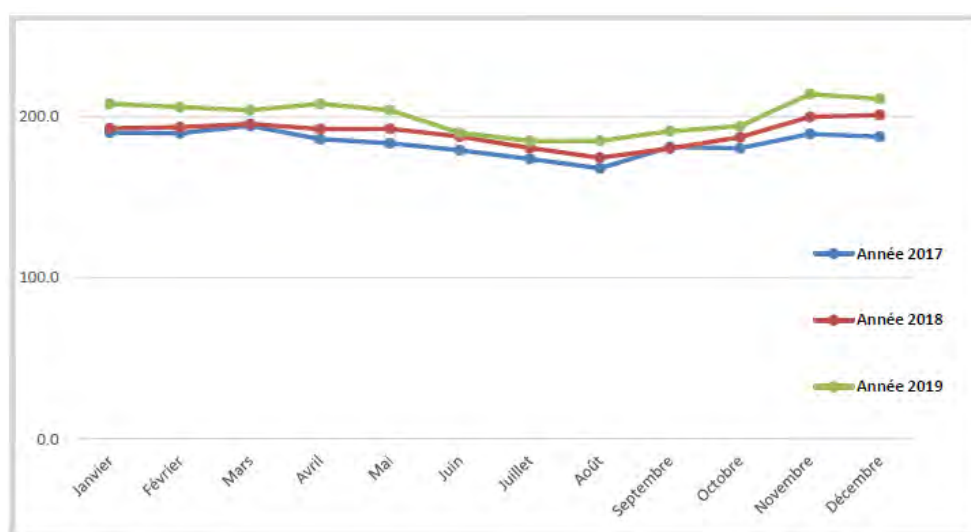
表 16-5.2 最大電力の推移 (CEET, CEB 含む)

(単位：MW)

| 年      | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 全国最高電力 | 181.76 | 202.91 | 213.17 | 241.29 | 246.25 | 230.81 | 239.54 |

下記はトーゴ国内 CEET ネットワークにおける月間の最大需要を示したグラフである。乾季でかつ平均気温の高くなる 11 月に年間の電力需要のピークを迎える傾向にある。

(単位:MW)



出典：CEET

図 16-5.1 CEET ネットワークにおける年間ピーク需要 (実績)

## 16-6 電力設備

### (1) 発電設備

トーゴ国内における発電設備についてはその運営主体に合わせ大きく 3 つが存在する。一つは CEET が運営する火力、水力、太陽光発電設備、二つ目は CEB が運営し、トーゴと隣国ベナンとの共同開発である水力発電所、三つ目は独立系事業者である Contour Global が運営する火力設備である。水力を除いた再生可能エネルギーのシェアはごく限られているが、Togo Electrification Strategy 2018 では 地方部のマイクログリッド向け太陽光やソーラーホームキットによる家庭向け電力供給量の拡大目標を掲げている。

トーゴ国内の主要発電設備の一覧表を以下に示す。



表 16-6.1 主要発電設備

| 事業者            | 発電所名                | 設備容量       | 発電種別 | 州        |
|----------------|---------------------|------------|------|----------|
| CEET           | Sulzer              | 8MWx2      | 火力   | Maritime |
|                | Lome-B              | 1250kVAx11 | 火力   | Maritime |
|                | Djon                | 125kVA     | 火力   | Plateaux |
|                | Tado                | 311kVA     | 火力   | Plateaux |
|                | Saligbe             | 100kVA     | 火力   | Plateaux |
|                | Kpekpleme           | 220kVA     | 火力   | Plateaux |
|                | Ahassome            | 110kVA     | 火力   | Plateaux |
|                | Djarkpanga          | 149kVA     | 火力   | Centrale |
|                | Sokode              | 1250kVA    | 火力   | Centrale |
|                | Yegue               | 40kVA      | 火力   | Centrale |
|                | Kara                | 8718kVA    | 火力   | Kara     |
|                | Dimouri             | 125kVA     | 火力   | Kara     |
|                | Bandjeli            | 125kVA     | 火力   | Kara     |
|                | Mandouri            | 275kVA     | 火力   | Savanes  |
|                | Dapaong             | 3720kVA    | 火力   | Savanes  |
|                | Fare                | 40kVA      | 火力   | Savanes  |
|                | Kpime               | 1.6MW      | 水力   | Plateaux |
|                | Bavou               | 150kW      | 太陽光  | Plateaux |
|                | Assoukoko           | 250kW      | 太陽光  | Centrale |
|                | koutoum             | 100kW      | 太陽光  | Kara     |
|                | Takpapieni          | 100kW      | 太陽光  | Savanes  |
| CEB            | TAG Lome            | 20MW       | 火力   | Maritime |
|                | TAG Contour         | 20MW       | 火力   | Benin    |
|                | Nagbeto-1           | 32.5MW     | 水力   | Plateaux |
|                | Nagbeto-2           | 32.5MW     | 水力   | Plateaux |
| Contour Global | Contour Global Togo | 100MW      | 火力   | Maritime |





出典：Rapport Annual ARSE 2019

図 16-6.1 発電所及び送電線配置図

## (2) 送配電設備

1968年のダホートーゴ電力法によって設立されたCEBは、トーゴ及び隣国ベナンにおけるネットワーク事業者であり、両国における送変電設備の運営及びガーナ、ナイジェリア、ブルキナファソ間の電力取引や、一部発電設備の運営管理も行っている。またCEETはトーゴ国内における一部発電設備の運営管理、配電線設備の運営管理、料金徴収を行っている。



トーゴ国内の電力設備の電圧階級は下表で構成されている。

表 16-6.2 電圧階級

| 区分 | 電圧階級                      | 備考                   |
|----|---------------------------|----------------------|
| 送電 | 330kV                     | ナイジェリア, ベナン<br>国際連系統 |
|    | 161kV                     | 国内基幹系統               |
|    | 63kV                      | 一部長距離区間              |
| 配電 | 34.5kV・33kV<br>20kV・5.5kV | 都市部配電系統              |
|    | 20kV・0.4kV                | 地方部配電系統              |

表 16-6.3 送電線一覧表

| 自              | 至                          | 回線数 | 定格<br>電圧<br>(kV) | 運転<br>電圧<br>(kV) | 亘長<br>(km) | 運開年  |
|----------------|----------------------------|-----|------------------|------------------|------------|------|
| <b>161kV</b>   |                            |     |                  |                  |            |      |
| Lome Aflao     | Davie                      | 2   | 161              | 161              | 38.3       |      |
| Davie          | Mome Hagou                 | 2   | 161              | 161              | 48.6       |      |
| Davie          | Legbassito                 | 2   | 161              | 161              | 14         |      |
| Mome hagou     | Maria Gleta                | 2   | 161              | 161              | 92         |      |
| Maria Gleta    | Contnou                    | 2   | 161              | 161              | 11         |      |
| Lome Aflao     | Lome port                  | 2   | 161              | 161              | 17         | 1977 |
| Contnou        | Sakete                     | 2   | 161              | 161              | 75         | 2007 |
| Sakete         | Onigbolo                   | 1   | 161              | 161              | 47         | 2007 |
| Bohicon        | Onigbolo                   | 1   | 161              | 161              | 80         | 2006 |
| Mome hagou     | Nangbeto                   | 1   | 161              | 161              | 116        | 1988 |
| Nangbeto       | Atakpame                   | 1   | 161              | 161              | 36.5       | 1989 |
| Nangbeto       | Bohicon                    | 1   | 161              | 161              | 80         | 1989 |
| Atakpame       | Sokode                     | 1   | 161              | 161              | 184        |      |
| Sokode         | Kara                       | 1   | 161              | 161              | 62         |      |
| Kara           | Djougou                    | 1   | 161              | 161              | 66         | 2008 |
| Djougou        | Parakou                    | 1   | 161              | 161              | 131        | 2009 |
| Parakou        | Bembereke                  | 1   | 161              | 161              | 108        | 2010 |
| Bembereke      | kandi                      | 1   | 161              | 161              | 114        |      |
| kandi          | Malanville                 | 1   | 161              | 161              | 90         |      |
| Djougou        | Natitingou                 | 1   | 161              | 34.5             | 72         |      |
| Bawaku (Ghana) | Dapaong                    | 1   | 161              | 34.5             | 169        |      |
| <b>63kV</b>    |                            |     |                  |                  |            |      |
| Mome Hagou     | Anfoin                     | 1   | 63               | 63               | 20         | 1982 |
| Mome Hagou     | Tabligbo                   | 2   | 63               | 63               | 9.4        | 1979 |
| Mome Hagou     | OTP (SNPT)                 | 1   | 63               | 63               | 24         | 1979 |
| Mome Hagou     | Lokossa                    | 1   | 63               | 63               | 29         | 1982 |
| kara           | Sokode                     | 1   | 63               | 63               | 62         | 2008 |
| Bohicon        | Dassa                      | 1   | 63               | 63               | 67         | 1993 |
| <b>330kV</b>   |                            |     |                  |                  |            |      |
| Sakete         | Frontiere<br>Benin/Nigeria | 1   | 330              | 330              | 16         | 2007 |

出典：CEB





CEET が運営管理する配電設備は下記で構成される。

- 配電用変電所(5.5/0.4kV、20/0.4kV、33/0.4kV、34.5/0.4kV)
- 中圧配電線 (34.5kV、33kV、20kV、5.5kV)
- 低圧配電線(0.4kV)
- 公共照明

2019 年配電線ネットワークの拡張プロジェクトの進行により前年度と比較し、中圧配電線で 4.2%、低圧 2.37%の延伸が進んだ。また配電用変電所の数についても前年比 5.8%の増となっている。

表 16-6.4 中・低圧配電線設備の拡張状況

| 区分        | 2017  | 2018  | 2019  | 延伸率(%)    |           |
|-----------|-------|-------|-------|-----------|-----------|
|           |       |       |       | 2017-2018 | 2018-2019 |
| 低圧配電線(km) | 5,496 | 5,693 | 5,828 | 3.58      | 2.37      |
| 中圧配電線(km) | 3,549 | 3,667 | 3,821 | 3.32      | 4.20      |
| 合計(km)    | 9,045 | 9,360 | 9,649 | 3.48      | 3.09      |
| 中/低圧変電所数  | 2,008 | 2,050 | 2,169 | 2.09      | 5.80      |

出典：CEET

表 16-6.5 中・低圧配電線設備の概要(2019)

| 地域             | 低圧      | 中圧 5.5kV |      | 中圧 20kV |            |      | 中圧 33kV 及び 34.5kV |            |      | 高圧 66kV |      |
|----------------|---------|----------|------|---------|------------|------|-------------------|------------|------|---------|------|
|                | 亘長(km)  | 亘長(km)   | 変電所数 | 架空線(km) | 地中ケーブル(km) | 変電所数 | 架空線(km)           | 地中ケーブル(km) | 変電所数 | 亘長(km)  | 変電所数 |
| Lome 及び TSEVIE | 2966.15 | 0        | 0    | 786.57  | 327.09     | 1019 | 0                 | 0          | 0    | 0       | 0    |
| 南部地域           | 1458.75 | 0        | 0    | 682.74  | 10.99      | 512  | 450.85            | 1.4        | 121  | 0       | 0    |
| 北部地域           | 1430.2  | 0        | 1    | 1365.05 | 34.8       | 479  | 161.64            | 0          | 37   | 75      | 2    |
| 合計             | 5828.11 | 0        | 1    | 2834.36 | 372.88     | 2010 | 612.5             | 1.4        | 158  | 75      | 2    |

出典：CEET

表 16-6.6 配電用変圧器設備の概要(2019)

| 電圧    | 公共    |         | 一般需要家 |         | その他 |         | 合計    |         |
|-------|-------|---------|-------|---------|-----|---------|-------|---------|
|       | 台数計   | 容量(kVA) | 台数計   | 容量(kVA) | 台数計 | 容量(kVA) | 台数計   | 容量(kVA) |
| 33kV  | 106   | 26,950  | 46    | 7,639   | 6   | 34,000  | 158   | 68,589  |
| 20kV  | 2,062 | 484,573 | 550   | 210,910 | 95  | 31,110  | 2,707 | 726,593 |
| 5.5kV | 1     | 75      | -     | 479     | -   | -       | 1     | 75      |
| 合計    | 2,169 | 511,598 | 596   | 219,028 | 101 | 65,110  | 2,866 | 795,257 |

出典：CEET

なお電圧階級毎の配電線事故件数についても CEET の年次報告書にて取り纏められている。近年保守作業頻度の増加、配電用変電所の拡充により年間の事故件数は減少傾向にあったものの、2018 年を境に一転増加に転じた。報告書記載によると配電線監視システム(CIS: Center's new software of information and service)導入により配電線運用状態及び事故件数の詳細の把握が可能となったことが理由となっている。



表 16-6.7 配電線の事故件数推移

| 事故区分 | 2014   | 2015   | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 増加率<br>2018/2019 |
|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 低圧   | 15,266 | 13,104 | 3,922 | 3,507 | 5,346 | 5,993 | 12.1%            |
| 中圧   | 1,199  | 780    | 1,658 | 992   | 684   | 2,021 | 195.5%           |
| 変電所  | 159    | 688    | 709   | 271   | 99    | 109   | 10.1%            |

出典：CEET

### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

トーゴ政府は、2030 年の中所得国入りを目指して作成した国家開発計画（PND）（2018-2022）に基づき、ロメ港を域内のロジスティック・ハブとした西アフリカ地域の発展を促進すべく、回廊の開発及びそれに付随する成長産業の促進に取り組んでいる。

また、トーゴでは、マクロレベルでの順調な経済成長（GDP 成長率 5.3%：2019 年、世界銀行（WB））の一方で、一人あたりの経済成長率は 2.8%（2019 年、WB）にとどまるなど、貧富の格差拡大や基礎的社会サービスへのアクセスが課題となっている。トーゴ政府は、PND の第 3 の柱として、最も脆弱な社会階層に焦点を当てた格差の是正及び基礎的社会サービスへのアクセス向上に向けた取組を規定している

### 16-7 課題と開発ニーズ

2019 年のトーゴの全国電化率は 43.3%（都市部で 76.6%、地方部で 19%）であり、圧倒的に地方部の電化率が低いことから、サブサハラ・アフリカの全国平均電化率（47.9%）を下回っている。トーゴ政府は、2018 年に施行された国家開発計画（PND2018-2022）の中で、電化率の向上（2030 年までに電化率 100%）及び再生可能エネルギーや省エネを促進することとしている。

電化率 100%達成の大きな課題は、地方部の電化率を向上させる対策にあるが、トーゴ政府は PND の策定後に Togo electrification strategy (June, 2018)に具体的な開発目標を示している。この戦略では①グリッド接続（Public）、Mini-grids（PPP）、Solar kits（Private）の 3 種のアプローチを活用した 2030 年までのロードマップの策定と、各アプローチの開発パートナーの棲み分け、資金想定まで示されている。

2030 年の目標に向けて、具体的な開発候補を上げてロードマップの作成、他ドナー支援も期待されている模様である。また、目標達成には急速な開発が必要となることから、最も安価なアプローチによる電化率 100%の目標達成を掲げており、質よりも低コストのプロジェクトが求められる可能性がある。

### 16-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表 16-8. 1 に示す。



表 16-8.1 プロジェクト候補リスト（トーゴ）

1. 送変電プロジェクト

| 優先度 | 地域             | プロジェクト名（仮）                         | プロジェクトの目的                                       | 分類         | 主要コンポーネント | 概算費用（百万米ドル） | 運用開始時期 |
|-----|----------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|-----------|-------------|--------|
| 1   | Kara & Savanes | Kara-Mandjo-Dapaong-Mandouri 送電線建設 | ベナン国際連系線接続                                      | S/S<br>T/L | -         | -           | 2022   |
| 2   | -              | 330kV 中部-北部系統バックボーン送電線新設プロジェクト     | 新設中部～北部 330kV 系統と南部ガーナ国際連系線を結ぶことで国内基幹系統の強化を図るもの | T/L        | -         | -           | 2022   |

2. 配電線プロジェクト

| 優先度 | 地域                    | プロジェクト名（仮）                           | プロジェクトの目的                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 分類  | 主要コンポーネント | 概算費用（百万米ドル） | 運用開始時期    |
|-----|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-------------|-----------|
| 1   | 960 地域                | 地方電化アクセス向上プロジェクト                     | 既設配電系統の延伸により 960 地域の電化を行う。第 1 フェーズでは 300 の地域を対象に電化プロジェクトを実施。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | D/L | -         | 84          | 2022      |
| 2   | Kara 州のうち Sarakawa 地区 | Kara 州のうち 6 地域及び agro park の電化プロジェクト | 中圧、低圧配電線延伸による 6 地域及び agro park の電化を行う                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | D/L | -         | 1.5         | 2022      |
| 3   | 全国                    | PERCUT プロジェクト                        | 国内の 53 の町と大都市圏の地方における配電線の拡張とリハビリ、系統接続へのサポート、能力向上プログラムなどを含む                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | D/L | -         | 58.3        | 2021      |
| 4   | Kara 及び Savannah      | BID2 プロジェクト                          | 地方電化                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     | -         |             | 2020      |
| 5   |                       | PRISSET プロジェクト（電力セクター改革及び投資プロジェクト）   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中、低圧配電系統の拡張、強化、リハビリ</li> <li>・ 発送配電開発マスタープラン</li> <li>・ 電気料金体系の見直し</li> <li>・ CEET の財務モデルの見直し</li> <li>・ CEET パフォーマンス契約の見直し</li> <li>・ スマートメータプラットフォームの導入及び 5000 スマートメータの設置</li> <li>・ ロメ市内配電系統及び顧客情報の地図データ上での情報管理；</li> <li>・ CEET の管理、技術、会計、財務手順のマニュアル作成</li> <li>・ 「Electrification for all」のための構造改革</li> <li>・ CEET 人員計画見直し</li> </ul> |     | -         | 25.3        | 2017-2022 |



| 優先度 | 地域   | プロジェクト名（仮）                   | プロジェクトの目的                                                                                    | 分類  | 主要コンポーネント | 概算費用（百万米ドル） | 運用開始時期    |
|-----|------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-------------|-----------|
| 6   | Lome | Lomé 電力ネットワーク拡張プロジェクト（PEREL） | ロメ市における電力拡張及び接続顧客増加のためのプロジェクト<br>・ 1730km の低圧配電線延伸<br>・ 300km の中圧配電線延伸<br>・ 200 箇所の配電用変圧器の新設 | D/L | -         | 40          | 2018-2023 |

### 3. 電化プロジェクト（オフグリッド）

| 優先度 | 地域         | プロジェクト名（仮）                                                  | プロジェクトの目的                                                                                                                            | 分類                 | 主要コンポーネント | 概算費用（百万米ドル） | 運用開始時期 |
|-----|------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|-------------|--------|
| 1   | 5 州        | “pay-as-you-go”システムを利用した家庭向けソーラーキットによる新規 300,000 戸の電化計画（民間） | ・ 地方電化率を現在の 7%から 40%まで拡大（2022）<br>・ 5 カ年で 30,000 世帯 200 万人への電力接続<br>・ ソーラーキットを利用した新たな民間電力事業者の選定                                      | Solar kit          | -         | -           | -      |
| 2   | 5 州        | 社会活動促進に資する CIZO 地方電化プログラム                                   | ・ 314 箇所病院の電化<br>・ 122 病院への太陽熱温水ヒーター供与<br>・ 400 箇所への飲み水供給<br>・ ソーラー灌漑ポンプ 600 台の供与<br>・ 電化方針策定のためのデータ収集<br>・ ソーラーキットの民間販売業者への市場アクセス促進 | ソーラーポンプ<br>ソーラーキット | -         | 10.21       | 2022   |
| 3   | Savannah 州 | サバンナ州の貧困指数が高い特定の世帯向けのソーラーキットの供給、設置プロジェクト                    | 最貧困世帯へのエネルギーアクセス                                                                                                                     | ソーラーキット            | -         | 24          | 2021   |

### 4. 電化プロジェクト（オングリッド）

| 優先度 | 地域               | プロジェクト名（仮）                        | プロジェクトの目的                                                         | 分類     | 主要コンポーネント | 概算費用（百万米ドル） | 運用開始時期 |
|-----|------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|
| 1   | 全国               | 太陽光ミニグリッドによる 317 地域への電力アクセスプロジェクト | 太陽光ミニグリッドによる 317 地域への電力アクセスプロジェクト、それに伴う協調融資、建設、保守、運用、エネルギーマーケティング | -      | -         | 33,55       | 2022   |
| 2   | Sokodé 及び Kara 州 | Sokodé Kara 州 90MW メガソーラープロジェクト   | ・ 電力供給能力拡大<br>・ トーゴエネルギーミックスにおける再エネ比率拡大                           | メガソーラー | -         | -           | 2023   |



| 優先度 | 地域                                     | プロジェクト名（仮）                                     | プロジェクトの目的                               | 分類     | 主要コンポーネント | 概算費用（百万米ドル） | 運用開始時期   |
|-----|----------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|-----------|-------------|----------|
| 3   | Mango 州                                | Mango 30MW メガソーラープロジェクト                        | ・ 電力供給能力拡大<br>・ トーゴエネルギーミックスにおける再エネ比率拡大 | メガソーラー | -         | -           | 2024     |
| 4   | Dalwak (Dapaong)                       | Dapaong 30MW メガソーラープロジェクト                      | ・ 電力供給能力拡大<br>・ トーゴエネルギーミックスにおける再エネ比率拡大 | メガソーラー | -         | 29.4        | 2024     |
|     | Plateaux / Central / Kara / Savannah 州 | 10 ヶ所の 10 minigrids 建設 (PRAVOST)<br>【ドイツ支援決定済】 | 太陽光ミニグリッドによる地方電化                        |        | -         | 0.84        | 2022     |
|     | Blitta                                 | Blitta 50MW メガソーラープロジェクト                       | ・ 電力供給能力拡大<br>・ トーゴエネルギーミックスにおける再エネ比率拡大 | メガソーラー | -         | 60.5        | 2020 継続中 |

## 5. 技術協力プロジェクト

| 優先度 | 地域 | プロジェクト名（仮）    | プロジェクトの目的                                            | 分類 | 主要コンポーネント | 概算費用（百万米ドル） | 運用開始時期 |
|-----|----|---------------|------------------------------------------------------|----|-----------|-------------|--------|
| 1   | -  | Titira 水力発電計画 | ・ 23.8MW 水力発電所建設<br>・ 電力供給力強化による電力品質向上<br>・ 電力輸入量の低減 | 発電 | -         | 59M ユーロ     | -      |

## 第 17 章 ウガンダ共和国



## 第17章 ウガンダ共和国

### 17-1 概況

ウガンダは4千万人に迫る人口を擁し、年4～5%の安定した経済成長を記録している。さらにルワンダ、ブルンジ、コンゴ民主共和国東部、南スーダン及びタンザニア北部とケニアの外港モンバサを結ぶ北部回廊の要に位置し、加えて、近年石油開発も進められていることから、同国に対する我が国経済界の関心も高まってきている。また、ウガンダはその地理的優位を活かすべく、東アフリカ共同体（EAC）及び東南部アフリカ共同市場（COMESA）に参加し、地域統合に積極的なことから、我が国がウガンダを支援することは、広域開発を促す観点からも重要である。さらに、ウガンダは紛争等で隣国から逃れてきた50万人以上の難民を受け入れており、周辺地域の安定にも重要な役割を果たしている。他方、ビジョン2040で掲げられる小作農の国から近代的に繁栄した国を実現するには、全国規模での経済成長を通じた貧困削減が必要となっており、都市部と農村部の格差及び北部と他地域の格差への対応が課題となっている。特に2006年まで続いた紛争により、北部地域は基礎インフラ、社会サービスの提供及び人的資源開発が立ち後れている。

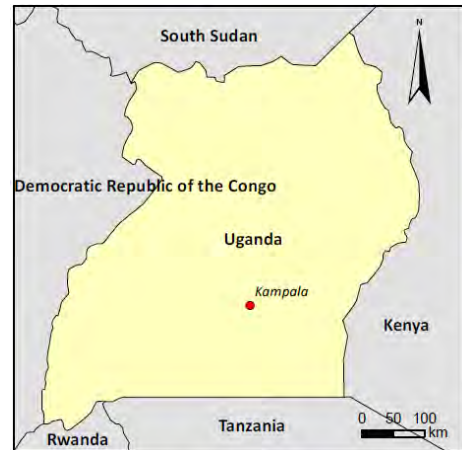


図 17-1.1 位置図

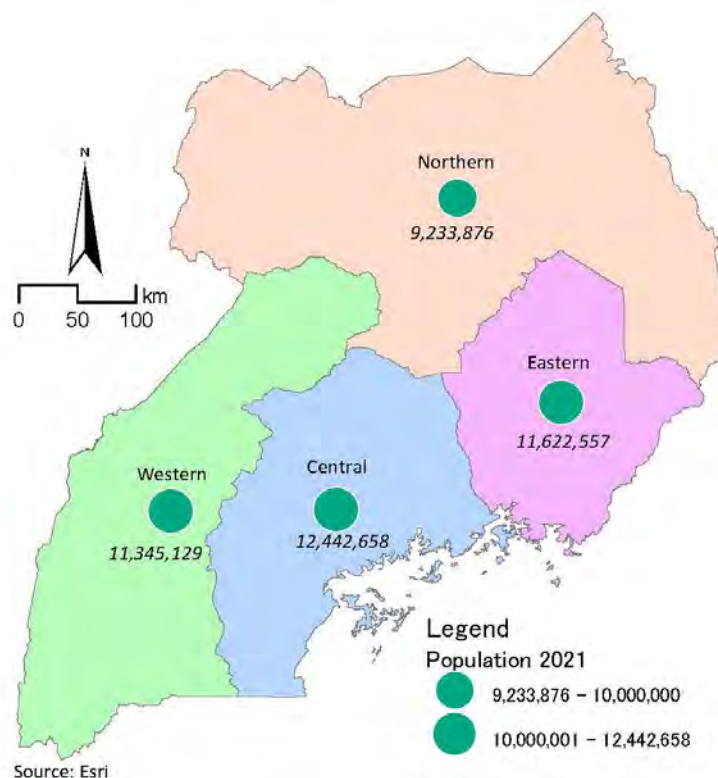


図 17-1.2 人口分布



表 17-1.1 主要データ

| 項目                   | 内容                                  | 参照元        |
|----------------------|-------------------------------------|------------|
| 面積                   | 24.1 万平方キロメートル                      | ほぼ本州大      |
| 人口                   | 4,427 万人                            | 2019 年世銀   |
| 首都                   | カンパラ                                |            |
| 民族                   | バガンダ族、ランゴ族、アチョリ族等                   |            |
| 言語                   | 英語、スワヒリ語、ルガンダ語                      |            |
| 宗教                   | キリスト教（6 割）、伝統宗教（3 割）、<br>イスラム教（1 割） |            |
| 政体                   | 共和制                                 |            |
| 議会                   | 一院制（任期 5 年）                         |            |
| 国内総生産（GDP）           | 351.7 億米ドル                          | 2019 年世銀   |
| 一人当たりの国民総所得<br>（GNI） | 780 米ドル                             | 2019 年世銀   |
| 経済成長率                | 6.8%                                | 2019 年世銀   |
| 失業率                  | 2.4%                                | 2020 年世銀   |
| 電化率                  | 全国：25.5%<br>都市部：64.5%<br>地方部：12.5%  | 2020 年 IEA |

表 17-1.2 対ウガンダ開発協力方針（2018 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                               |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【経済成長を通じた貧困削減と地域格差是<br>正の支援】<br>インフラ整備及び人的資源開発に係る支援を実施し、ウガンダ及<br>び近隣諸国の経済成長に貢献する。また地域格差の是正に配慮<br>し、住民の生計向上を支援する。 |
| 重点分野     | (1) 経済成長を実現するための環境整備<br>(2) 農村開発を通じた所得向上<br>(3) 生活環境整備（保健・給水）<br>(4) 北部地域の社会的安定                                  |

## 17-2 エネルギー政策

エネルギー鉱物開発省（MEMD）により 2002 年に策定された「ウガンダエネルギー政策」は、「環境的に持続可能な方法で、社会的および経済的発展のためにウガンダ国民のエネルギー需要を満たすこと」を主な政策目標として掲げている。幅広い政策目標として、以下が示されている。

- 国内の多様なエネルギー資源の利用可能性、ポテンシャル、需要を確立する。
- 貧困撲滅を促進するため、現代における手頃で信頼できるエネルギーサービスへのアクセスを増やす。
- エネルギー部門のガバナンスと管理を改善する。
- 経済発展を刺激する。
- エネルギー関連の環境影響を管理する。
- 電力セクターの運営と将来の発展における民間セクターの役割を高める。

2007 年 9 月に「太陽光発電補助金」が策定され、政府は全ての太陽光発電設備に対して 45%の補





助金を給付することを発表した。これは、取引によるコストと太陽光発電システムの手頃な価格化によって、民間事業者が地方に投資できるようになることを期待している。

2013 年に更新された「再生可能エネルギーに対する税制上の優遇措置」として、付加価値税改正法案では、以下の項目が免税されると示されている。

- モジュールまたはパネルに組み立てられた PV デバイスを含む感光性半導体デバイス
- 太陽熱温水器
- 特殊車両、プラントおよび機械、実現可能性調査、エンジニアリング設計およびコンサルティングサービス、および水力発電に関連する土木工事

2011 年に策定された「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」では、電気料金は技術ごとに異なり、毎年調整される。

2015 年 6 月に策定された「バイオ燃料混合の義務」は、バイオ燃料と最大 20% の化石燃料の強制混合義務が科せられた。

「グローバルエネルギー移転固定価格買取制度」の目的は、総設備容量 125MW を有する民間開発者が推進する最大 15 個の小規模 RE 発電プロジェクトのファストトラックポートフォリオである。

### 17-3 エネルギー需給

ウガンダのエネルギー需給一覧表を表 17-3. 1 に示す。ウガンダは、水力発電ポテンシャルが高く、現状では約 8 割が水力発電で賄っている。再生可能エネルギーに関しては、すでに 60 MW の設備を設置している。また、豊富な地熱ポテンシャルを有する大地溝帯（グレート・リフト・バレー）の西方に位置し、約 500 MW 相当の地熱資源量があると言われているが、まだ、開発は進んでいない。

表 17-3. 1 エネルギー需給一覧表

(単位：ktoe 石油換算 1,000 トン) (P：推定)

|              | 2000 | 2005 | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 木炭           | 245  | 405  | 1,348 | 1,455 | 1,324 | 1,324 | 1,453             | 1,468             |
| 石油           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 天然ガス         | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 電力           | 134  | 164  | 276   | 282   | 289   | 332   | 339               | 347               |
| 化石燃料         | 1    | 5    | 53    | 55    | 57    | 21    | 22                | 22                |
| 水力           | 133  | 158  | 206   | 209   | 213   | 296   | 301               | 307               |
| 地熱           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 再エネ（太陽光、風力）  | 0    | 0    | 2     | 2     | 3     | 2     | 2                 | 2                 |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0    | 15    | 16    | 17    | 13    | 14                | 15                |
| <b>輸入量</b>   |      |      |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 石油           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 石油製品         | 438  | 575  | 3,176 | 3,213 | 3,255 | 1,577 | 1,600             | 1,622             |
| 天然ガス         | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 電力           | -2   | 0    | -9    | -9    | -8    | -25   | -24               | -22               |
| <b>最終消費量</b> |      |      |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |



|      | 2000 | 2005 | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|
| 石油   | 417  | 548  | 2,425 | 2,451 | 2,594 | 1,539 | 1,634             | 1,738             |
| 天然ガス | —    | —    | —     | —     | —     | —     | —                 | —                 |
| 電力   | 33   | 41   | 68    | 69    | 72    | 242   | 250               | 260               |

出典：African Energy Commission – AFREC Database

#### 17-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、エネルギー鉱物開発省（MEMD）である。電力供給は、発電部門をウガンダ発電公社（UEGCL）、送電部門をウガンダ送電公社（UETCL）、配電部門をウガンダ配電公社（UEDCL）がそれぞれ担う。その他電力関連の組織として、電力規制を担う電力規制公社（ERA）がある。なお、エネルギー鉱物開発省（MEMD）は、2030年までに電化率100%達成を目標に掲げている。

表 17-4.1 電気事業体制

|        |                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------|
| 監督省庁：  | Ministry of Energy and Mineral Development (MEMD)            |
| 電気事業体： | 発電部門：Uganda Electricity Generation Company Limited (UEGCL)   |
|        | 送電部門：Uganda Electricity Transmission Company Limited (UETCL) |
|        | 配電部門：Uganda Electricity Distribution Company Limited (UEDCL) |
| 電力規制：  | Electricity Regulatory Authority (ERA)                       |

#### 17-5 電力需給

##### (1) ピーク電力

表 17-5.1 にウガンダ国における 2015 年から 2020 年までのピーク電力及び国内のピーク電力の推移を示す。ピーク電力はこの 6 年間平均で 5%の伸びを示している。これまでの最大は 2020 年 11 月の 736.7 MW である。

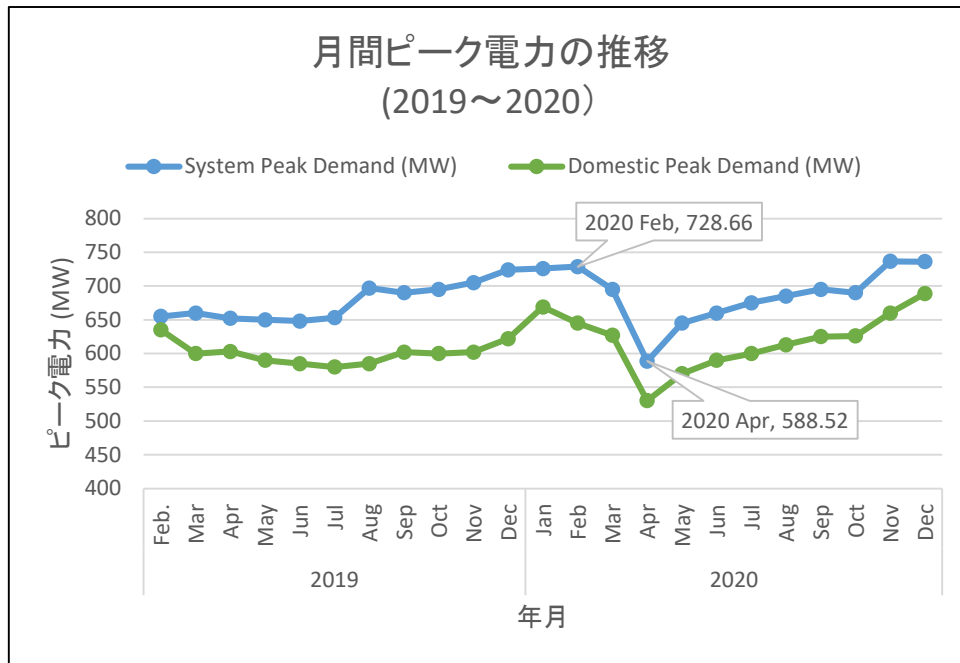
表 17-5.1 ピーク電力の推移

| 項目           | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019       | 2020  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|
| ピーク電力 (MW)   | 560.1 | 579.3 | 625.3 | 644.8 | <u>705</u> | 736.7 |
| ピーク電力成長率 (%) | 1.9%  | 3.4%  | 7.9%  | 3.1%  | 9.3%       | 4.5%  |
| 国内ピーク (MW)   | 520.7 | 534.1 | 562.5 | 587.1 | <u>625</u> | 689.0 |

注) 下線の数値は ERA 作成のグラフから読み取った数値。

出典：UETCL 及び ERA データを基に調査団作成

また、図 17-5.1 に 2019 年から 2 年間の月毎のピーク電力を示す。図に示すように、2020 年 2 月におけるピーク電力 728.66 MW から 2020 年 4 月には 588.52 MW まで大きく落ち込んでいる。これは COVID-19 パンデミックによるものと報告されており、ウガンダ国も COVID-19 で経済活動に対して大きな影響を受けたことがわかる。しかし、2020 年 11 月には 736 MW まで回復し、以前の需要に戻っている。



出典：ERA データを基に調査団にて作成

図 17-5.1 2019～2020 年における月間ピーク電力の推移

## (2) 電力需給

表 17-5.2 は全国の電力需給状況と送電損失を示している。この 6 年間の平均成長率は約 5.5%程度であったが、2019 年から 2020 年では減少しており、これも COVID-19 パンデミックが影響しているものと推測される。発生電力量においては、大型水力と小水力発電所からの電力量が全体の 90%以上を占めている。また、電力の輸入はケニア国とルワンダ国の 2 ヶ国から、輸出はケニア、タンザニア、ルワンダ及びコンゴの 4 ヶ国に行っている。

表 17-5.2 電力需給状況と送電損失

(単位：GWh)

| 項目              | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 発生電力量 (GWh)     | 3,348 | 3,549 | 3,867 | 4,079 | 4,384 | 4,391 |
| 大型水力発電所         | 2,745 | 2,967 | 3,183 | 3,158 | 3,506 | 3,435 |
| 小水力発電所          | 307   | 294   | 264   | 444   | 480   | 602   |
| バガス (サトウキビ)     | 174   | 178   | 150   | 207   | 197   | 188   |
| 火力              | 73    | 66    | 231   | 199   | 103   | 57    |
| 太陽光             | 0     | 4     | 25    | 32    | 78    | 88    |
| 輸入分             | 49    | 41    | 13    | 39    | 21    | 21    |
| ケニア             | 45    | 37    | 10    | 35    | 16    | 17    |
| ルワンダ            | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 5     |
| 消費電力量 (GWh)     | 3,222 | 3,400 | 3,716 | 3,925 | 4,228 | 4,228 |
| UMEME (配電)      | 3,053 | 3,181 | 3,334 | 3,608 | 3,825 | 3,884 |
| ミニグリッド          | 46    | 54    | 65    | 84    | 104   | 123   |
| 輸出分             | 122   | 165   | 317   | 233   | 299   | 222   |
| ケニア             | 56    | 83    | 226   | 129   | 208   | 132   |
| タンザニア (TANESCO) | 61    | 77    | 79    | 93    | 81    | 81    |
| ルワンダ            | 3     | 2     | 9     | 8     | 8     | 7     |



| 項目            | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
| コンゴ           | 2    | 2    | 3    | 2    | 3    | 2    |
| エネルギー損失 (GWh) | 126  | 149  | 151  | 153  | 156  | 163  |
| 送電損失 (%)      | 3.8% | 4.2% | 3.9% | 3.8% | 3.6% | 3.7% |

出典：ERA データ

表 17-5. 3 に配電における消費電力量の推移と配電損失を示す。配電損失は 2017 年から漸減し、16%台になったが、2020 年に 18%に再び上がっている。

表 17-5. 3 国内の配電電力量と配電損失

| 項目            | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 国内消費電力量 (GWh) | 3,100 | 3,209 | 3,390 | 3,696 | 3,902 | 3,999 |
| 販売電力量 (GWh)   | 2,494 | 2,595 | 2,803 | 3,067 | 3,246 | 3,269 |
| 一般配電          | 587   | 599   | 642   | 669   | 698   | 731   |
| 商業負荷          | 317   | 329   | 353   | 385   | 385   | 359   |
| 中圧負荷          | 410   | 425   | 439   | 485   | 508   | 461   |
| 一般産業負荷        | 1,171 | 1,239 | 719   | 795   | 894   | 819   |
| 大型産業負荷        | -     | -     | 647   | 732   | 759   | 898   |
| 公共道路照明        | 1.6   | 1.6   | 1.6   | 1.1   | 1.3   | 1.6   |
| エネルギー損失 (GWh) | 606   | 614   | 588   | 629   | 656   | 730   |
| 配電損失 (%)      | 19.5% | 19.1% | 17.3% | 17.0% | 16.8% | 18.2% |

出典：ERA データ

## 17-6 電力設備

### (1) 発電設備

発電設備を表 17-6. 1 に示す。

表 17-6. 1 発電設備 (2021 年 1 月現在)

| 発電種別        | グリッド接続  | 自家用  | オフグリッド | 計       |
|-------------|---------|------|--------|---------|
| 大型水力発電所     | 855.0   | 0    | 0      | 855.0   |
| 小水力発電所      | 151.8   | 0    | 3.9    | 155.7   |
| 火力発電所 (HF0) | 92.0    | 0    | 8.0    | 100.0   |
| 太陽光         | 60.0    | 0    | 0.8    | 60.8    |
| 熱電併給発電所     | 77.5    | 18.7 | 0      | 96.2    |
| ディーゼル       | 0       | 0    | 1.1    | 1.1     |
| 総計          | 1,236.3 | 18.7 | 13.9   | 1,268.9 |

出典：ERA データ

大型水力発電所には、Kiira 発電所 (200 MW)、Nalubaale 発電所 (180 MW)、Bujagali 発電所 (250 MW)、2019 年 1 月に運開した Ishimba 発電所 (183 MW) などがある。現在、大型水力発電所として、定格 600 MW の Karuma 発電所の建設が進んでおり (2020 年 11 月完成予定)、予定通りであれば、すでに運開していると推測される。

### (2) 送配電設備

現在の送電系統図を図 17-6. 1 に示す。

図に示すように、現状は首都カンパラを中心に 220 kV 及び 132 kV 系統で構成されているが、将



来 400 kV 送電線の計画があり、隣国との電力融通が計画されている。表 1 7 - 6 . 2 に 2015 年から 2020 年までの送電線の亘長を示す。

**表 1 7 - 6 . 2 送電線の亘長**

| 電圧     | 2015         | 2016         | 2017         | 2018         | 2019         | 2020         |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 220 kV | 150          | 150          | 150          | 1,008        | 1,008        | 1,008        |
| 132 kV | 1,442        | 1,442        | 1,442        | 1,527        | 1,855        | 2,057        |
| 66 kV  | 35           | 35           | 35           | 35           | 35           | 35           |
| 総計     | <b>1,627</b> | <b>1,627</b> | <b>1,627</b> | <b>2,570</b> | <b>2,898</b> | <b>3,101</b> |

出典：ERA データ

また、全国の配電系統図を図 1 7 - 6 . 2 に、その配電線亘長を表 1 7 - 6 . 3 に示す。2020 年現在では、低圧線 (LV)、11 kV 配電線及び 33 kV 配電線の総長は 5 万 3 千キロに及ぶ。

**表 1 7 - 6 . 3 配電線の亘長**

| 電圧    | 2016          | 2017          | 2018          | 2019          | 2020          |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| LV    | 21,940        | 23,702        | 25,077        | 26,076        | 27,752        |
| 11 kV | 5,899         | 6,088         | 6,326         | 8,145         | 8,756         |
| 33 kV | 12,687        | 14,220        | 16,978        | 15,995        | 17,226        |
| 総計    | <b>40,526</b> | <b>44,010</b> | <b>48,381</b> | <b>50,216</b> | <b>53,734</b> |

出典：ERA データ

表 1 7 - 6 . 4 に、全国の配電変圧器容量を示す。2020 年現在では、2,280MVA に及ぶ。

**表 1 7 - 6 . 4 配電用変圧器容量の推移**

|                   | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 配電用変圧器容量<br>(MVA) | 1,941 | 2,089 | 1,882 | 2,002 | 2,102 | 2,280 |

出典：ERA データ

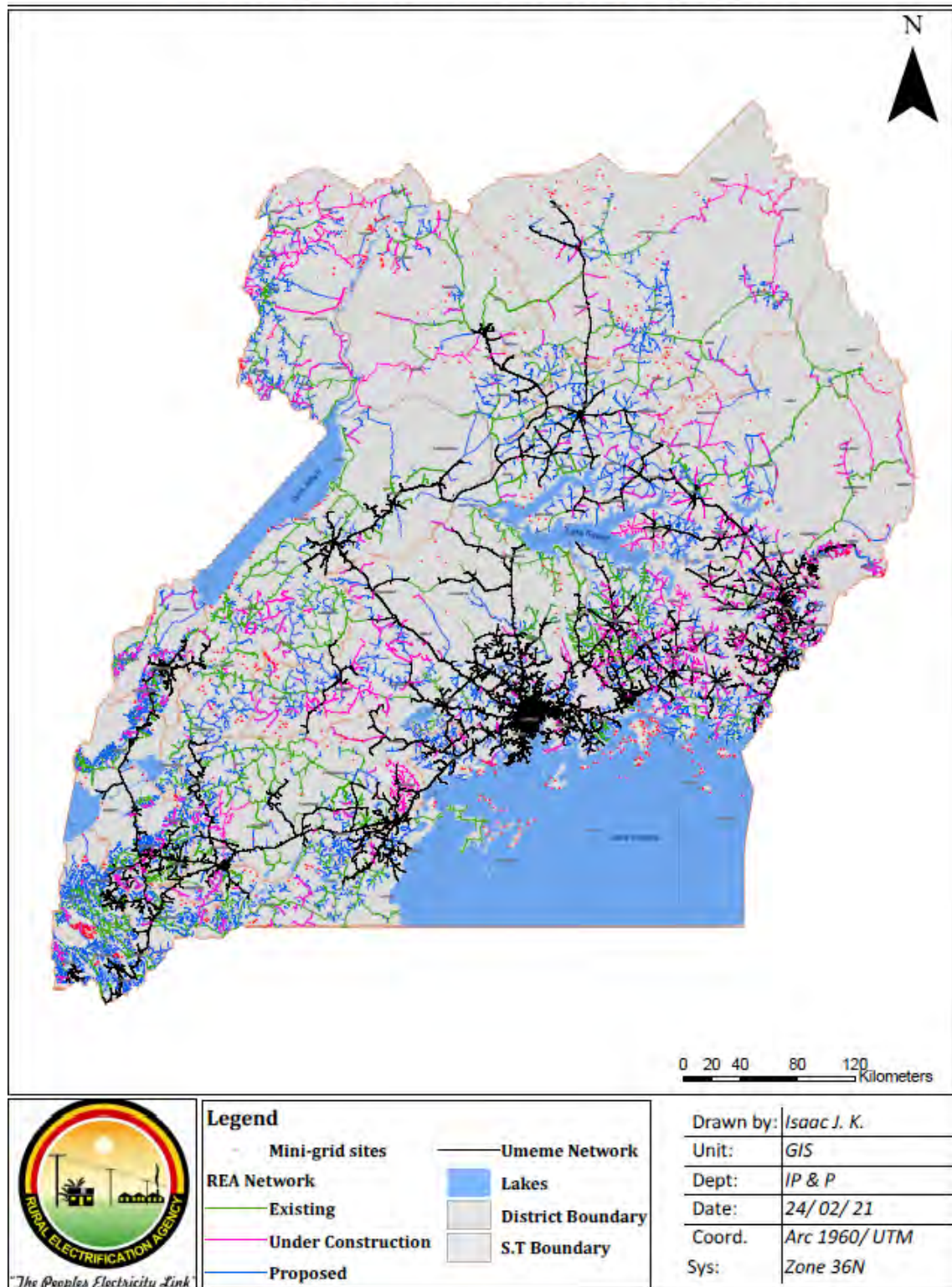


図 17-6.1 送電系統図 (2020 年 10 月現在)





## Electricity Distribution Network of Uganda



出典：REA データ

図 17-6.2 配電系統図（2021 年 2 月現在）

### (3) 開発計画

ウガンダ政府は「第三次国家開発計画」（NDPⅢ）において、持続的な経済成長に力点を置いて



貧困削減を目指しており、質の高いインフラストックの向上を具体的な目標に掲げている。

内陸国であるウガンダにおいては、貨物輸送の約 95%、旅客輸送の 99%が陸上運輸であり、持続的な経済成長を達成するには陸上輸送網の整備が必須である。しかし、道路舗装率は国道で 20%、道路全体では 3.6%にすぎず、加えて、経済の中心である首都カンパラ市の渋滞も年々深刻になっており、これらの課題の解決が急務である。

また、ウガンダは農業生産に適した土壌を有しており、輸出総額の 72%を農産物が占めている。そのため、農村部における所得向上は、ウガンダ全体の経済成長に大きく貢献する。2015 年、ウガンダ政府は農業セクター戦略計画(2015/16-2019/20)を策定し、その中で、コメを重点作物の一つとして定めている。

保険分野では、医療サービスへのアクセス、提供されるサービスの質、医療従事者の不足等が課題となっており、5 歳未満児及び妊産婦の死亡率、医療施設での出産率、HIV/AIDS やマラリア等の感染症による死亡率等について、未だ改善が必要な状況にある。同国の保健セクター開発計画 (HSDP)では、サービスの拡大、医療の質及び安全性の向上、効率及び効果の向上、監督機能の強化が目標として挙げられている。

また、ウガンダ政府は、「Vision2040」において、2040 年までに管路給水施設による安全な水へのアクセス及び衛生的なトイレへのアクセスを 100%とする目標掲げている。この目標の達成に向けて同国政府が策定した水・環境セクター開発計画 (2015/16-2019/20) では、安全な水へのアクセス率を、2020 年までに、地方部において 79%、都市部において 100%、改善された衛生施設へのアクセス率を 95%に向上させることを目標としている。

### 17-7 課題と開発ニーズ

ウガンダ政府は 2030 年までの全国電化率 100%を目標としているが、2019 年の全国電化率は 28.9% (都市部で 66%、地方部で 16.9%) であり、サブサハラ・アフリカの全国平均電化率 (47.7%) を大きく下回っており、電化率向上が急がれる。

ウガンダの電力系統は、電力供給するための送配電ネットワークが不足しているため、ウガンダ送電公社が作成したグリッド開発計画 (2018 - 2040) に基づくグリッドの拡張と、地方電化庁 (REA) が進めるオン/オフグリッドによる電化アプローチを広く、そして急速に展開していく必要があるが、資金源が決定していないプロジェクトもある。

送変電、配電、電化率向上等ニーズは高い。ただし、今般リストアップした送変電プロジェクトは無償資金協力に沿うと思われる項目を選定しているため、400kV 等の送電線プロジェクトは除外している。

配電や電化率向上プロジェクトはプロジェクトが一括化されていることからコストが大きくなっており、対象地点や重要地点に絞る作業が必要となる。

### 17-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表 17-8. 1 に示す。



表 17-8.1 プロジェクト候補リスト (ウガンダ)

## 1. 変電プロジェクト

| 優先度 | 地域          | プロジェクト名<br>(仮)                               | プロジェクトの目的                            | 分類  | 主要コンポーネント          | 数量                                                              | 概算費用<br>(百万米ドル) |      | 運用開始<br>時期  |
|-----|-------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|-----|--------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|------|-------------|
| S-1 | Kagadi 地域   | Muzizi 連系                                    | Muzizi 水力発電所電源線の容量増強                 | 送電線 | 220 kV 送電線         | 不明                                                              | 29.0            |      | 2018 – 2023 |
| S-2 | Isingiro 地域 | 132kV Mirama – Kikagati – Nsongezi 改良        | 電源線の容量増強                             | 送電線 | 132 kV 送電線         | 37.3 km                                                         | 33.4            |      | 2016 – 2022 |
|     |             |                                              |                                      | 変電所 | Nsongezi 変電所       | 132 kV & 33 kV 開閉装置<br>132/33 kV 変圧器 (2 組)                      |                 |      |             |
| S-3 | Mukono 地域   | 132kV Mukono – Nalubaale Toff – Lugazi 変電所改良 | 送電線容量増強及び信頼性改善                       | 送電線 | 132 kV 送電線         | 2 km                                                            | 24.5            | 25.0 | 2020 – 2025 |
|     |             |                                              |                                      | 変電所 | Lugazi 変電所 upgrade | 32/40 MVA, 132/33 kV 変圧器 (2 組)<br>90 MVA, 11 kV キャパシターバンク (2 組) |                 |      | 0.5         |
| S-4 | Isingiro 地域 | Mirama 変電所改良                                 | 配電系統への電源系連系                          | 変電所 | 変圧器増設              | 50/63 MVA, 132/33 kV 変圧器 (2 組)                                  | 6.2             | 35.9 | 2019 – 2021 |
|     | Tororo 地域   | Tororo 変電所                                   | 220 kV 系／132 kV 系との連系                |     |                    | 250 MVA, 220/132 kV 変圧器 (2 組)                                   | 11.2            |      | 2021        |
|     | Mbarara 地域  | Mbarara South 変電所                            |                                      |     |                    | 250 MVA, 220/132 kV 変圧器 (2 組)                                   | 11.2            |      | 2021        |
|     |             | Mbarara North 変電所                            | 信頼性及び電源品質の向上                         |     |                    | 50/63 MVA, 132/33 kV 変圧器 (2 組)                                  | 7.3             |      | 2021        |
| S-5 | Mbale 地域    | Mbale Industrial and Business Park 変電所       | Mbale 産業公園電力供給整備工事 (利用度、信頼度及び電力品質向上) | 変電所 | 変電所新設              | 132 kV & 33 kV 開閉装置<br>60/80 MVA, 132/33kV 変圧器 (3 組)            | 20.9            |      | 2019 – 2020 |

## 2. 配電プロジェクト

| 優先度 | 地域         | プロジェクト名<br>(仮) | プロジェクトの目的 | 分類 | 主要コンポーネント                          | 数量                                                                                     | 概算費用<br>(百万米ドル) |    | 運用開始<br>時期 |
|-----|------------|----------------|-----------|----|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|------------|
| D-1 | Moroto 地域  | 配電用変電所         | 電力供給信頼性向上 | 配電 | 33 kV & 11 kV 開閉装置<br>33/11 kV 変圧器 | - 33 kV 開閉装置 : 数量不明<br>- 33/11 kV 変圧器 : 3 MVA<br>to 6 MVA<br>- 11 kV 開閉装置 : 3 ~ 5 フィーダ | -               | 45 | 2021       |
|     | Kagadi 地域  |                |           |    |                                    | -                                                                                      | 2021            |    |            |
|     | Kanungu 地域 |                |           |    |                                    | -                                                                                      | 2021            |    |            |





| 優先度 | 地域              | プロジェクト名<br>(仮)                        | プロジェクトの目的 | 分類 | 主要コンポーネント                      | 数量                                                                | 概算費用<br>(百万米ドル) |  | 運用開始<br>時期 |
|-----|-----------------|---------------------------------------|-----------|----|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------|--|------------|
|     | Isiingiro<br>地域 |                                       |           |    |                                |                                                                   | -               |  | 2021       |
|     | Kiruhura 地<br>域 |                                       |           |    |                                |                                                                   | -               |  | 2021       |
| D-2 | 全国              | 配電自動化<br>(配電管理システ<br>ム／配電自動化シ<br>ステム) | 電力供給信頼性向上 | 配電 | 気中開閉器<br>配電管理システム<br>配電自動化システム | - 気中開閉器 : 500 組<br>- 配電管理システム/配電自動化<br>システム : 1 式<br>注) 適用地域 : 不明 | 200             |  | 2021       |

### 3. 電化率向上プロジェクト

| 優先度 | 地域         | プロジェクト名<br>(仮)               | プロジェクトの目的                                | 分類                           | 主要コンポーネント                                        | 数量                                                                   | 概算費用<br>(百万米ドル) |  | 運用開始<br>時期    |
|-----|------------|------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------|--|---------------|
| E-1 | 地方         | 系統拡張工事                       | 地方部の電力アクセス向上のため                          | 配電                           | 中圧及び低圧配電線(柱<br>上変圧器含む)                           | - 中圧 : 10,800 km<br>- 低圧 : 13,500 km<br>- 変圧器 : 台数不明<br>注) 適用地域 : 不明 | 378.0           |  | 2021/<br>2022 |
| E-2 | 全国         | ラストマイルプロ<br>ジェクト             | 低所得者のための電力アクセス<br>向上のため(接続に必要な設備<br>を含む) | 配電                           | 電柱から住宅用メータ<br>までの配線に必要な材<br>料一式(但し、住宅内配<br>線は除く) | 数量不明                                                                 | 366.7           |  | 2021/<br>2022 |
| E-3 | 地方         | 電源との連系工事<br>(33 kV)          | 小出力発電所と変電所の連系                            | 電源線                          | 中圧配電線                                            | - 中圧 : 240 km<br>- 発電所における開閉装置 :<br>不明                               | 8.4             |  | 2021/<br>2022 |
| E-4 | 郊外及び<br>地方 | 電力供給整備計画<br>(品質向上及び高<br>密度化) | 大都市と地方間地域の電力アク<br>セス向上のため                | 配電                           | 柱上変圧器、電柱の取替<br>え、高密度化プロジェク<br>ト、電力使用効率化<br>(PUE) | 10 プロジェクト<br>注) 地域、コンポーネント及び数<br>量 : 不明                              | 15.0            |  | 2021/<br>2022 |
| E-5 | 地方         | オフグリッド/ミ<br>ニグリッド            | 未電化地域における電力アクセ<br>ス率の向上                  | Off<br>Grid,<br>Mini<br>Grid | 210 分散システム(発電<br>及び 配電)                          | 210 システム<br>注) 地域、コンポーネント及び数<br>量 : 不明                               | 42.0            |  | 2021/<br>2022 |

## 第 18 章 ザンビア共和国



## 第18章 ザンビア共和国

### 18-1 概況

ザンビアは、鉱物資源が豊富であり、銅及びコバルトは、同国の全輸出額の約7割を占める。また、同国の首都ルサカには、東南部アフリカ市場共同体（COMESA）の本部が置かれているほか、同国政府はアンゴラやルワンダからの元難民のザンビア社会への統合に取り組んでおり、南部アフリカ地域の平和と安定及び経済発展に貢献している。ザンビア経済は、銅の生産増加と国際価格の回復を背景に高い経済成長率を維持していたが、2014年秋以降、降雨量／電力不足による生産量減少や国際価格下落に伴う鉱業セクターの低迷により国内の経済状況が悪化し、モノカルチャー経済の脆弱さが露呈した。その背景には、雇用吸収力の高い産業の未発達、リスクの高い天水依存型農業といった中長期的な要因が存在する。モノカルチャー経済から脱却すべく、中長期的には、農業、製造業、観光分野の開発促進による経済構造の多角化及び安定的な財政運営の実現による国内外からの一層の投資誘致が課題となっている。また、2017年には財政基盤の健全化のためIMFに支援を要請するなど、財政赤字を始めとする財政面での問題も抱えている。これらの状況を背景に、ザンビア政府は、2017年から2021年までを対象期間として、多角的かつ強靱な経済の実現を目標とした「第7次国家開発計画」を策定し、2017年6月に公表した。



図 18-1.1 位置図

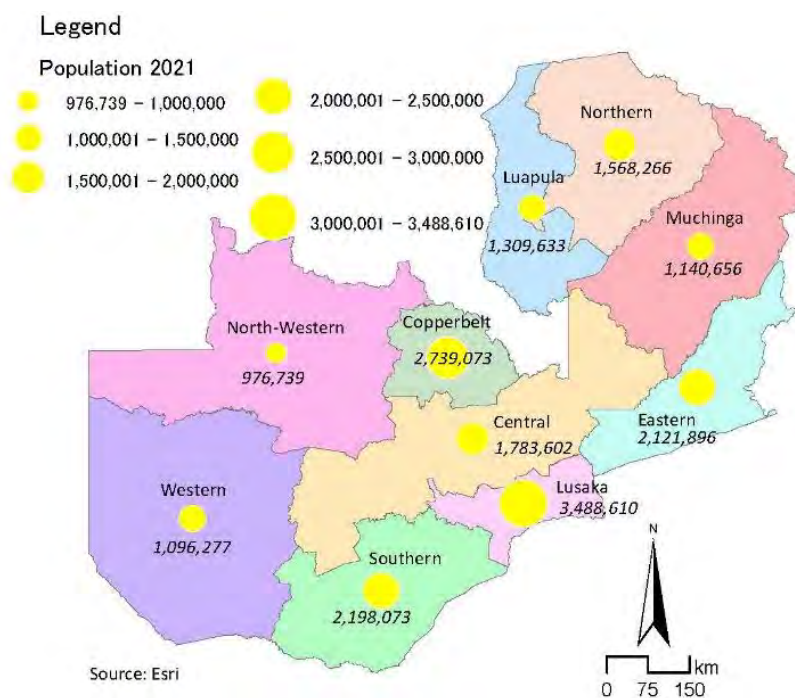


図 18-1.2 人口分布



表 18-1.1 主要データ

| 項目               | 内容                                                        | 参照元        |
|------------------|-----------------------------------------------------------|------------|
| 面積               | 752.61 千平方キロメートル                                          | 日本の約 2 倍   |
| 人口               | 1,892 万人                                                  | 2021 年世銀   |
| 首都               | ルサカ                                                       |            |
| 民族               | 73 部族（トンガ系、ニャンジャ系、ベンバ系、ルンダ系）                              |            |
| 言語               | 英語（公用語）、ベンバ語、ニャンジャ語、トンガ語                                  |            |
| 宗教               | 8 割近くはキリスト教、その他 イスラム教、ヒンドゥー教、伝統宗教                         |            |
| 政体               | 共和制                                                       |            |
| 議会               | 国民議会（一院制、議員任期 5 年）、166 議席（選挙区選出 156、大統領指名議員最大 8、議長、第一副議長） |            |
| 国内総生産（GDP）       | 212 億米ドル                                                  | 2021 年：世銀  |
| 一人当たりの国民総所得（GNI） | 985 米ドル                                                   | 2020 年世銀   |
| 経済成長率            | 3.6%                                                      | 2021 年世銀   |
| 失業率              | 13.0%                                                     | 2021 年世銀   |
| 電化率              | 全国：32.8%<br>都市部：70.6%<br>地方部：2.3%                         | 2020 年 IEA |

表 18-1.2 対ザンビア開発協力方針（2017 年時点）

| 項目       | 内容                                                                                                                                   |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ODA 基本方針 | 【鉱業への過度の依存から脱却した多角的かつ強靱な経済成長の促進】<br>ザンビア政府の「第 7 次国家開発計画」を踏まえ、経済多角化に直接的に貢献する分野である産業の活性化と、経済活動を支えるインフラ整備・社会サービスの向上を通じ、同国の強靱な経済成長を促進する。 |
| 重点分野     | (1) 産業の活性化<br>(2) 経済活動を支えるインフラ整備・社会サービスの向上                                                                                           |

## 18-2 エネルギー政策

エネルギー省（MoE）が策定した「国家エネルギー政策 2019（National Energy Policy 2019、以下 NEP2019 と称す）」は、発電・送電・配電能力の開発において電力セクターの指針となる。同政策では再生可能エネルギーおよび代替となるエネルギーの開発及び展開の促進を挙げている。

また、NEP2019 ではザンビア国内外のニーズを最小限のコストかつ財政的、社会的、および環境的に満たすため、最適なエネルギー資源の利用を達成し、ザンビアをエネルギー純輸出国として確立することを目標としている。なお、以下の 10 の政策目標が挙げられている。



- 目標 1：エネルギー部門の制度的能力の強化
- ✓ 人材能力を強化し、機関を分散化する。
- 目標 2：規制の枠組みの強化
- ✓ エネルギー規制当局の権限を強化し、オフグリッドシステムの規制の枠組みを確立する。
- 目標 3：将来に亘る天然資源の保護を目標としたエネルギー資源の効率的利用の促進
- ✓ エネルギー効率の高い技術とその使用法を明確化ならびに定義し、促進する。
- 目標 4：更なる社会経済的発展のためのバイオマスと木材燃料源への代替エネルギーの持続可能な開発の促進
- 目標 5：エネルギーミックスの多様化に向けた再生可能エネルギーの導入促進
- ✓ 再生可能エネルギー技術の効果的な実装のために、主要な利害関係者間の調整を強化する。
- 目標 6：市民の生活改善に向けた電力アクセスの向上
- ✓ 発送配電網における系統容量を拡大する。
  - ✓ 農村地域における電力へのアクセスを向上する。
- 目標 7：適切かつ信頼性が高く、適正な価格での石油製品及び天然ガスの供給の確保および石油製品における供給補償の向上
- 目標 8：民間セクターによるエネルギーセクターへの参加の促進およびセクターにおける持続可能な成長
- ✓ エネルギーセクターの開発において市民所有の事業体を促進する。
- 目標 9：技術の進歩を加速するエネルギーセクターの改革および研究開発の促進
- ✓ 研究機関とセクター内のすべての利害関係者間のパートナーシップを促進する。
- 目標 10：エネルギーセクターにおけるジェンダーや気候変動、健康と安全

### 18-3 エネルギー需給

ザンビア国のエネルギー需給一覧表を表 18-3. 1 に示す。

ザンビア国は独立以来、銅の生産に依存するモノカルチャー経済（銅が輸出額の約 6 割を占める）である。銅の国際価格上昇による銅生産増大を背景に、6%前後の経済成長率を維持していたが、2014 年秋以降、国際価格下落に伴う鉱業セクターの低迷に始まり、現地通貨安、降雨量不足を背景とした計画停電など、経済は悪化している。

ザンビアは水力発電に大きく依存しているが、2015 年と 2016 年には深刻な干ばつを経験、雨量が乏しく、ダムの水位も下がった結果、最大 600 MW の電力不足に陥った。今後も干ばつや洪水を含む季節的な気候変動により水力発電が大きく阻害される可能性は高く、長期的にはユーティリティー規模の太陽光発電など国内供給源の多様化が望まれる。



表 18-3.1 エネルギー需給一覧表

(単位 : ktoe 石油換算 1,000 トン) (P : 推定)

|              | 2000 | 2005 | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018 <sup>P</sup> | 2019 <sup>P</sup> |
|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|
| <b>国内生産量</b> |      |      |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | 87   | 84   | 81    | 100   | 168   | 382   | 170               | 172               |
| 木炭           | 596  | 655  | 797   | 766   | 766   | 921   | 774               | 782               |
| 石油           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 天然ガス         | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 電力           | 673  | 769  | 1,243 | 1,156 | 1,008 | 1,132 | 1,145             | 1,158             |
| 化石燃料         | 4    | 5    | 35    | 35    | 58    | 59    | 60                | 61                |
| 水力           | 669  | 764  | 1,207 | 1,121 | 950   | 1,073 | 1,085             | 1,096             |
| 地熱           | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 再エネ (太陽光、風力) | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| バイオ・廃棄物      | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0                 |
| <b>輸入量</b>   |      |      |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | -3   | -6   | 0     | 0     | 0     | 151   | 153               | 155               |
| 石油           | 26   | 377  | 523   | 600   | 452   | 486   | 508               | 532               |
| 石油製品         | 456  | 250  | 360   | 451   | 587   | 907   | 932               | 957               |
| 天然ガス         | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 電力           | -65  | -21  | -107  | -34   | 120   | 115   | 112               | 109               |
| <b>最終消費量</b> |      |      |       |       |       |       |                   |                   |
| 石炭           | 61   | 66   | 81    | 84    | 86    | 289   | 328               | 402               |
| 石油           | 419  | 5577 | 815   | 4,871 | 917   | 1,255 | 1,323             | 1,357             |
| 天然ガス         | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -                 | -                 |
| 電力           | 519  | 688  | 922   | 969   | 934   | 974   | 1,017             | 1,063             |

出典 : African Energy Commission – AFREC Database

#### 18-4 電気事業体制

電気事業の主務官庁は、エネルギー省 (MoE) である。電力供給は、ザンビア電力供給会社 (ZESCO) によって行われている。その他電力関連の組織として、電力規制を担う電力規制局 (ERB)、地方電化を推進する地方電化庁 (REA) がある。なお、エネルギー省 (MoE) は、電化率を 2030 年までに 100% 達成を目標に掲げている。

表 18-4.1 電気事業体制

|          |                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------|
| 監督省庁 :   | Ministry of Energy (MoE)                                   |
| 電気事業者 :  | 発電・送電・配電部門 : Zambia Electricity Supply Corporation (ZESCO) |
| 電力規制 :   | The Energy Regulation Board (ERB)                          |
| 地方電化機関 : | Rural Electrification Authority (REA)                      |

#### 18-5 電力需給

表 18-5. 1 にザンビア国の 2016 年から 2018 年のピーク電力を示す。





表 18-5.1 ピーク電力

| 年     | 2016     | 2017     | 2018     |
|-------|----------|----------|----------|
| ピーク電力 | 2,134 MW | 2,195 MW | 2,237 MW |
| 伸び    | —        | 2.9%     | 1.9%     |

出典：ZESCO Integrated Report

表 18-5.2 に 2010 年から 2018 年までの電力の需給状況（供給電力量と消費電力量）を示す。この間、消費電力量においては年平均で約 6.8%の伸びを示している。供給の面においては、従来、水力発電による発電が主であったが、2017 年に石炭火力発電所（300 MW）が建設され、同年から火力による発電量が増えている。また、2019 年には二つの太陽光発電所（34 MW+54 MW）が設置されたと報告されている。（18-6 電力設備の（1）項を参照）

表 18-5.2 電力需給状況

（単位：GWh）

| 年               | 2010         | 2011          | 2012          | 2013          | 2014          | 2015          | 2016          | 2017          | 2018          |
|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>供給電力量</b>    | <b>9,637</b> | <b>11,301</b> | <b>11,264</b> | <b>11,985</b> | <b>12,881</b> | <b>12,726</b> | <b>12,761</b> | <b>13,816</b> | <b>14,741</b> |
| 水力発電            | 10,435       | 11,483        | 12,350        | 13,281        | 14,042        | 13,037        | 11,025        | 12,491        | 13,693        |
| 火力発電            | 13           | 15            | 18            | 19            | 410           | 404           | 670           | 1,987         | 2,496         |
| 所内消費            | -246         | -288          | -287          | -305          | -328          | -324          | -325          | -352          | -375          |
| 輸入              | 13           | 120           | 163           | 73            | 13            | 785           | 2,185         | 753           | 152           |
| 輸出              | -578         | -29           | -980          | -1,083        | -1,256        | -1,176        | -794          | -1,063        | -1,225        |
| <b>消費電力量</b>    | <b>7,789</b> | <b>8,571</b>  | <b>10,319</b> | <b>10,846</b> | <b>10,719</b> | <b>11,450</b> | <b>10,858</b> | <b>12,176</b> | <b>12,930</b> |
| 住宅              | 2,768        | 3,026         | 3,187         | 3,361         | 3,251         | 3,482         | 3,383         | 4,145         | 4,337         |
| 産業、他            | 5,021        | 5,545         | 7,132         | 7,485         | 7,468         | 7,968         | 7,475         | 8,031         | 8,593         |
| <b>損失 (GWh)</b> | <b>1,848</b> | <b>2,730</b>  | <b>945</b>    | <b>1,139</b>  | <b>2,162</b>  | <b>1,276</b>  | <b>1,903</b>  | <b>1,640</b>  | <b>1,811</b>  |
|                 | 19.2%        | 24.2%         | 8.4%          | 9.5%          | 16.8%         | 10.0%         | 14.9%         | 11.9%         | 12.3%         |

出典：IEA Web サイト情報から調査団作成

消費では産業が大きい割合を示しているが、これは鉱山の負荷が大きく寄与している。損失は年によってバラツキがあるが、この 9 年間の平均は約 14%程度である。尚、ERB (Energy Regulation Board) 発行の Energy Sector Report 2019 によれば、2019 年の送電損失目標 6%以下に対して実績は年平均 5%、配電損失の目標 12%以下に対して実績は年平均 11%であったとして、損失については年間の目標を達成したとしている。

ザンビア国は 8 ヶ国と隣接しており、SAPP (南アフリカ電力プール) 内で電力融通を行っている。通常は輸出が輸入を上回っているが、2016 年はこれが逆転し、輸入が輸出を上回った。これは、国内の主力の水力発電所の渇水による発電量の落ちこみが原因であったと報告されている。

## 18-6 電力設備

### (1) 発電設備

2019 年時点でのザンビア国発電設備を表 18-6.1 に示す。総設備容量は 2,981.23 MW で、そのうち 80.45%の 2,398.5 MW が水力発電である。（5）電力需給の項でも述べたように、2017 年に石炭火力発電所（300 MW）が完成し、石炭火力が設備容量で 10%を占めている。また、2019 年からは大型の太陽光発電所（34 MW+54 MW）が稼働を開始した。

一方、ディーゼル発電においては、ZESCO 所有のユニットは 2007 年から 7 ユニットが稼働して





いたが、2018 年には大半が稼働を停止し、2019 年時点では 2 ユニットが残っているのみである。  
 この表には CEC (Copperbelt Energy Corporation) のユニットが掲載されているが、CEC は主に ZESCO  
 からの電力を鉱山の企業に配電しており、これらのディーゼルユニットはバックアップ用として  
 いる。

表 18-6.1 発電設備一覧

| 種別            | 所有者                                | 発電所名               | 設備容量（MW）<br>（括弧内は可能容量） | 総容量に対する割合<br>（％） | 運開年  |
|---------------|------------------------------------|--------------------|------------------------|------------------|------|
| 水力            | ZESCO                              | Kafue Gorge        | 990.00（960.00）         | 33.21            |      |
|               |                                    | Kariba North       | 720.00（705.00）         | 24.15            |      |
|               |                                    | Kariba North Ext.  | 360.00（360.00）         | 12.08            | 2014 |
|               |                                    | Victoria Falls     | 108.00（105.00）         | 3.62             |      |
|               |                                    | Lunzua River       | 14.80（14.80）           | 0.50             | 2016 |
|               |                                    | Lusiwasi           | 12.00（7.50）            | 0.40             |      |
|               |                                    | Chishimba Falls    | 6.00（4.30）             | 0.20             |      |
|               |                                    | Musonda Falls      | 10.00（4.00）            | 0.34             | 2017 |
|               |                                    | Shiwang’andu       | 1.00（1.00）             | 0.03             | 2013 |
|               | Itezhi-tezhi Power                 | Itezhi-tezhi       | 120.00（120.00）         | 4.03             | 2017 |
|               | Zengamina Ltd.                     | Ikelengi           | 0.70（0.70）             | 0.02             |      |
|               | Lunsemfwa                          | Mulungushi         | 32.00                  | 1.07             |      |
|               | Hydro Power Co.                    | Lunsemfwa          | 24.00（46.00）           | 0.81             |      |
| 水力計           |                                    |                    | 2,398.50               | 80.45            |      |
| 石炭            | Maamba Collieries Ltd.             | Maamba Power Plant | 300.00（265.00）         | 10.06            | 2017 |
|               | 石炭計                                |                    | 300.00                 | 10.06            |      |
| ディーゼル         | Copperbelt Energy Corporation（CEC） | Luano              | 40.00                  | 1.34             |      |
|               |                                    | Bancroft           | 20.00                  | 0.67             |      |
|               |                                    | Kankoyo            | 10.00                  | 0.34             |      |
|               |                                    | Maclaren           | 10.00                  | 0.34             |      |
|               | ZESCO                              | Luangwa（Lundazi）   | 2.60（0.80）             | 0.09             |      |
|               |                                    | Shang’ombo         | 1.00（0.73）             | 0.03             |      |
| ディーゼル計        |                                    |                    | 83.60                  | 2.80             |      |
| 重油            | Ndola Energy                       | Ndola              | 110.00（105.00）         | 3.69             | 2014 |
|               | 重油計                                |                    | 110.00                 | 3.69             |      |
| 太陽光           | Rural Electrification Authority    | Samfya             | 0.06                   | 0.00             |      |
|               | CEC                                | Kitwe              | 1.00                   | 0.03             |      |
|               | Muhanya Solar                      | Sinda Village      | 0.03                   | 0.00             |      |
|               | Ngonye Solar                       | *LSMFEZ            | 34.00（28.00）           | 1.14             | 2019 |
|               | Bangweulu Power                    | *LSMFEZ            | 54.00（47.00）           | 1.81             | 2019 |
|               | Solera Power                       | Luangwa bridge     | 0.01                   | 0.00             |      |
|               | Standard Microgrid                 | Kafue              | 0.02                   | 0.00             |      |
|               | Mugurameno                         | Chirundu           | 0.01                   | 0.00             |      |
| 太陽光計          |                                    |                    | 89.13                  | 2.99             |      |
| 総発電設備容量（2019） |                                    |                    | 2,981.23 MW            | 100%             |      |

注) \*LSMFEZ : Lusaka South Multi Free Economic Zone

出典 : Energy Regulation Board "Energy Sector Report 2019"

可能容量データ及び運開年は質問に対する回答から。



ZESCO は Kafue Gorge Lower 発電所 (5×150 MW) の建設を行っていたが、2021 年 7 月 23 日に 1 号機の運転が開始されたとの報道がされている。(Hydro Review、2021/7/26 付)

## (2) 送変配電設備

ザンビア国の配電は 33 kV 及び 11 kV の配電網で行われているが、表 18-6.2 に 2018 年における配電線 (33/11 kV) の総延長と配電用変圧器の総容量を示す。

表 18-6.2 配電線の亘長と配電用変圧器の総容量

|          |           |
|----------|-----------|
| 配電線亘長    | 44,259 km |
| 配電用変圧器容量 | 2,824 MVA |

出典：ZESCO Integrated Report 2018

ERB 及び国の統計局によれば、2018 年における接続数は約 3 百万戸で、国全体のアクセス率は 31%に過ぎず、都市部の 67%の電化率に対して地方部においては 4.4%に過ぎない、としている。NEP (National Electrification Program) のワークショップでは、2030 年までに都市部が 91%の電化率、そして地方では 51%の電化率達成を目標としている。(ZESCO Integrated Report 2018)

表 18-6.3 に 2020 年現在の 66 kV～330 kV 送電線の亘長を示す。送電線の総延長は、2020 年現在で 11,105 km である。

表 18-6.3 66 kV～330 kV 送電線の亘長

| 電圧 | 330 kV   | 220 kV | 132 kV   | 88 kV  | 66 kV    | 総計        |
|----|----------|--------|----------|--------|----------|-----------|
| 亘長 | 4,722 km | 397 km | 1,265 km | 721 km | 4,000 km | 11,105 km |

出典：ZESCO データ（質問に対する回答から）

表 18-6.4 に 66 kV～330 kV の変電所数及びそれらの変電所に据え付けられている変圧器、調相設備（リアクトル及びキャパシタバンク）の総容量を示す。330 kV 変電所は 21 箇所、大型水力発電所との接続、鉱山に電力を供給している CEC (Copperbelt Energy Corporation) への接続、そして隣国との電力融通に使用されている。

表 18-6.4 変電所数、変圧器容量及び主要調相設備

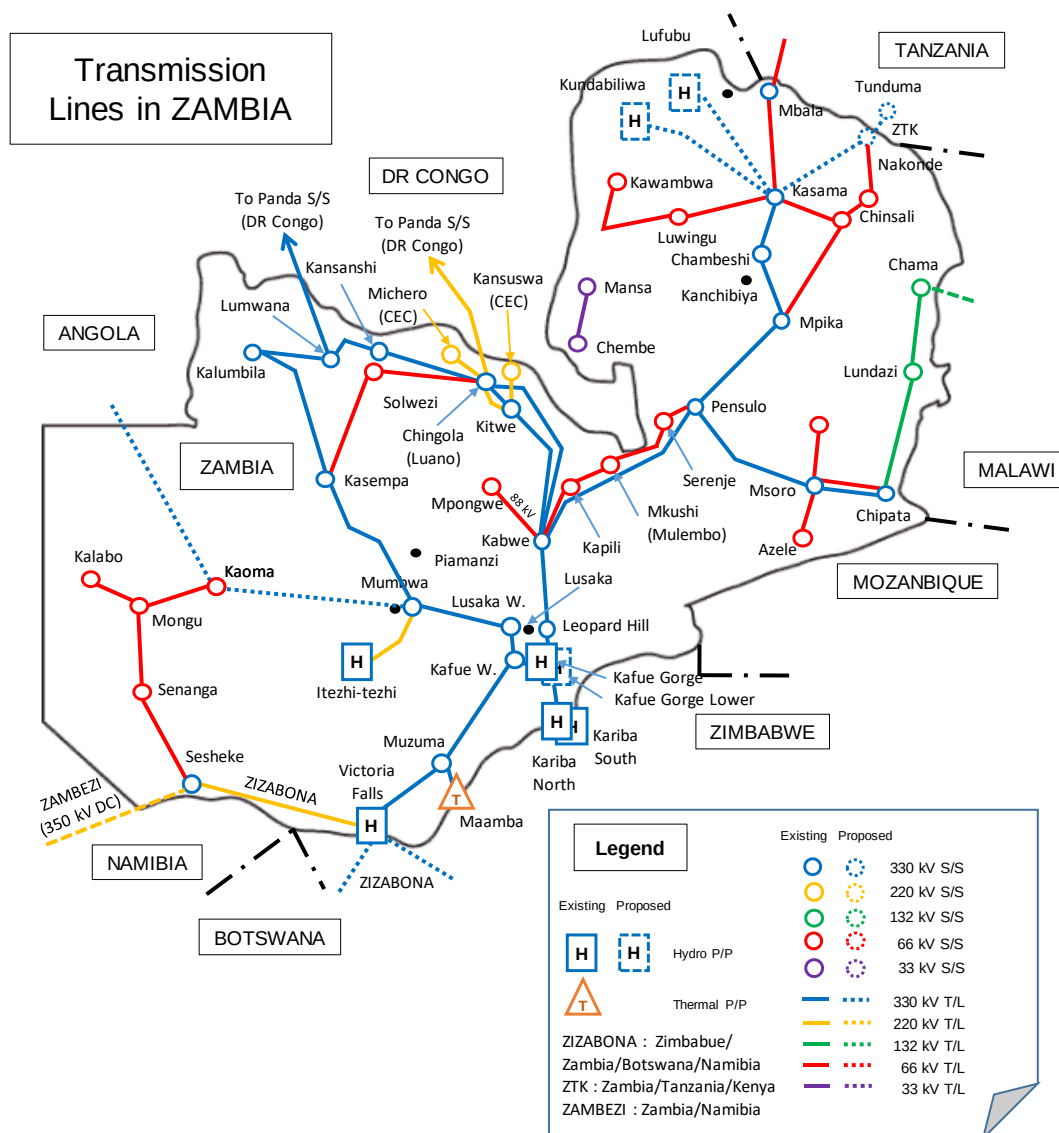
| 変電所数                 | 変圧器容量                   | 主要調相設備                 |                        |
|----------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|                      |                         | リアクトル                  | キャパシタ                  |
| 147 箇所 <sup>*1</sup> | 8,237 MVA <sup>*1</sup> | 923 Mvar <sup>*2</sup> | 436 Mvar <sup>*2</sup> |

出典：\*1：ZESCO Integrated Report 2018

\*2：ZESCO データ（質問に対する回答から）



現在の送電系統図を図 18-6.1 に示す。



出典：ZESCO データを基に調査団作成

図 18-6.1 送電系統図

### (3) 開発計画（地方電化計画を含む）

ザンビアにおいては、経済の多角化とそれに伴う雇用機会の拡大による経済成長が求められているが、農業の他に雇用吸収力の高い産業は未発達である。第6次国家開発計画では製造業、第7次国家開発計画では観光業や情報通信技術などの産業に重点が置かれており、これらの産業及び発展の可能性のある産業の活性化のためには、民間企業の生産性や競争力を向上するような取組みが求められている。

ザンビアでは、持続的な経済成長の基礎となる教育・人材育成、保健及び給水衛生サービスといった社会サービスは未だ不十分である。教育セクターは、就学率は初等で90%を超えたが授業時間は1日約4時間しか確保できておらず、東南部アフリカ地域の学力調査でも最下位になるなどいまだ改善が必要である。保健セクターにおいては、5歳児未満死亡率や乳幼児死亡率、妊産婦死亡率などの指標は改善傾向だがMDGsは未達成であり、一次医療の強化や安全な水へのアクセス向



上など引き続き改善が必要である。さらに、近年の近隣国におけるエボラ出血熱のアウトブレイクなど、国境を越えた感染症が頻発している状況を踏まえ、感染症の早期発見、対応のための体制整備も急務となっている。

### 18-7 課題と開発ニーズ

2019 年のザンビアの全国電化率は 37.2%（2018 年の内訳では都市部が 77.2%、地方部で 11%）であり、サブサハラ・アフリカの全国平均電化率（47.9%）を下回っている。

鉱物資源が豊富なザンビアは高い経済成長率を維持し、これに伴い電力需要の着実な増加が顕著であったが、発電量の約 9 割を水力に依存するザンビアは 2014 年秋以降の渇水による電源不足に陥っている。

また、政府の負債が多く、公的資金によるインフラ整備が容易ではないことから送配電設備容量が不足している。

ザンビア政府は 2030 年までに電化率を 100%とすることを目標に掲げて電化率促進を図っているが、その実施状況の全容は見えていないため、継続的な情報収集を実施する。ザンビアの電化率は他のサブサハラ・アフリカ諸国と比較して低い、特に配電網の脆弱な地方部の低さは顕著であり、オフグリッドもしくは配電網拡張を伴う電化支援が必要となる。都市部では送配電設備の整備による供給量の確保が望まれている。

### 18-8 新規協力候補案件ロングリスト

エネルギーセクターの関係機関から提供を受けた質問票への回答や、要望内容を参考にして作成したプロジェクト候補リストを表 18-8. 1 に示す。



表 18-8.1 プロジェクト候補リスト (ザンビア)

1. 配電プロジェクト

| 優先度 | 地域            | プロジェクト名 (仮)                    | プロジェクトの目的                 | 分類      | 主要コンポーネント          | 数量                                            | 概算費用 (百万米ドル) |  | 運用開始 時期 |
|-----|---------------|--------------------------------|---------------------------|---------|--------------------|-----------------------------------------------|--------------|--|---------|
| D-1 | Serenje 地域    | Kabamba 地域配電プロジェクト             | 地域経済活性化に資する電力アクセス率向上を計るため | 配電線/変圧器 | 11 kV 配電線建設及び変圧器設置 | - 11 kV 配電線 : 18 km<br>- 11/0.4 kV 変圧器 : 数量不明 | 0.65         |  | -       |
| D-2 | Mumbwa 地域     | Mwanvule-Shakumbila 地域配電プロジェクト | 地域経済活性化に資する電力アクセス率向上を計るため | 配電線/変圧器 | 33 kV 配電線建設及び変圧器設置 | - 33 kV 配電線 : 5 km<br>- 33/0.4 kV 変圧器 : 数量不明  | 0.05         |  | -       |
| D-3 | Kapiri 地域     | Waya 地域配電プロジェクト                | 地域経済活性化に資する電力アクセス率向上を計るため | 配電線/変圧器 | 33 kV 配電線建設及び変圧器設置 | - 33 kV 配電線 : 18 km<br>- 33/0.4 kV 変圧器 : 数量不明 | 0.16         |  | -       |
| D-4 | Kanchibiya 地域 | Kabinga 地域配電プロジェクト             | 地域経済活性化に資する電力アクセス率向上を計るため | 配電線/変圧器 | 33 kV 配電線建設及び変圧器設置 | - 33 kV 配電線 : 52 km<br>- 33/0.4 kV 変圧器 : 数量不明 | 1.36         |  | -       |

2. 変電プロジェクト

| 優先度 | 地域                    | プロジェクト名 (仮)                                               | プロジェクトの目的                               | 分類  | 主要コンポーネント                   | 数量                                       | 概算費用 (百万米ドル) |      | 運用開始 時期 |
|-----|-----------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|-----------------------------|------------------------------------------|--------------|------|---------|
| S-1 | Luano (Lufwanyama) 地域 | Lufwanyama における 132 - 66/33/11 kV 変電所 (2 × 20 MVA 変圧器) 建設 | Luwishi 農場地帯及び Lufwanyama 地域への供給        | 送電線 | 66 kV 送電線建設                 | - 66 kV 送電線 : 100 km                     | 12.3         |      | -       |
|     |                       |                                                           |                                         | 変電所 | 66/33 kV Luwishi (?) 変電所建設  | - 66/33 kV 開閉装置<br>- 20 MVA 変圧器 (2 台)    |              |      |         |
| S-2 | Mkushi (Central) 地域   | Mkushi 330/132-66kV 変電所建設                                 | Mkushi 中央地域の需要増対応                       | 送電線 | 132 kV 送電線建設                | 数量不明                                     | 25.0         |      | -       |
| S-3 | Lusaka (首都)           | 首都圏 10 マイルの 132/11kV 変電所増強                                | 首都圏 10 マイルにおける電力供給増強及び Matero 変電所の負荷の軽減 | 送電線 | 132 kV 送電線建設                | 数量不明                                     | 8.0          |      | -       |
|     |                       |                                                           |                                         | 変電所 | 132/11 kV 変電所建設 (変電所名 : 不明) | - 132/11 kV 開閉装置<br>- 30 MVA 変圧器 (2 台)   |              |      |         |
| S-4 | Chembe (Luapula) 地域   | Mansa から 132/66 kV 送電線建設 (100 km)                         | Chembe 地域周辺の電力供給                        | 変電所 | 132/66/33 kV Chembe 変電所建設   | - 132/66/33 kV 開閉装置<br>- 5 MVA 変圧器 (2 台) | 11.7         | 13.1 | -       |



| 優先度 | 地域                       | プロジェクト名<br>(仮)         | プロジェクトの目的                                                          | 分類  | 主要コンポーネント                                 | 数量                                | 概算費用<br>(百万米ドル) |  | 運用開始<br>時期 |
|-----|--------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--|------------|
|     | Mansa<br>(Luapula)<br>地域 | Mansa 変電所リハ<br>ビリテーション | 旧式開閉装置の取替え、<br>安全性の改善及び新<br>Mansa 66/33/11 kV 変<br>電所からの電力供給改<br>善 | 変電所 | Mansa 変電所：制御棟の<br>建設、33/11 kV 開閉装置<br>の設置 | - 33/11 kV 開閉装置                   | 1.4             |  |            |
| S-5 | Lavushima-<br>nada 地域    | Chiundaponde           | 地域経済活性化に資す<br>る電力アクセス率向上<br>を計るため                                  | 配電線 | 33 kV 配電線建設                               | - 33 kV 配電線：40 km<br>- 各種変圧器      | 4.9             |  | -          |
|     |                          |                        |                                                                    | 変電所 | 66/33 kV Chiundaponde<br>変電所建設            | - 66/33 kV 開閉装置<br>- 66/33 kV 変圧器 |                 |  |            |

### 3. 電化率向上プロジェクト（小水力発電所）

| 優先度  | 地域              | プロジェクト名<br>(仮)                             | プロジェクトの目的                         | 分類                     | 主要コンポーネント  | 数量            | 概算費用<br>(百万米ドル) | 運用開始<br>時期 |
|------|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------|---------------|-----------------|------------|
| MH-1 | Mkushi 地域       | Mulembo 水力発電<br>所 (1.30 MW)                | 地域経済活性化に資す<br>る電力アクセス率向上<br>を計るため | 再生可能エ<br>ネルギー<br>(小水力) | 小水力発電用タービン | 1.3 MW 発電用機器  | 17.1            | -          |
| MH-2 | Njima 地域        | Piamanzi 水力発電<br>所 (2 MW)                  | 地域経済活性化に資す<br>る電力アクセス率向上<br>を計るため | 再生可能エ<br>ネルギー<br>(小水力) | 小水力発電用タービン | 2 MW 発電用機器    | 26.3            | -          |
| MH-3 | Chinsali 地<br>域 | Chipoma falls 水<br>力発電所 (1.54<br>MW)       | 地域経済活性化に資す<br>る電力アクセス率向上<br>を計るため | 再生可能エ<br>ネルギー<br>(小水力) | 小水力発電用タービン | 1.54 MW 発電用機器 | 20.2            | -          |
| MH-4 | Mpulungu 地<br>域 | Chimanga falls<br>水力発電所 (2.73<br>MW)       | 地域経済活性化に資す<br>る電力アクセス率向上<br>を計るため | 再生可能エ<br>ネルギー<br>(小水力) | 小水力発電用タービン | 2.73 MW 発電用機器 | 35.8            | -          |
| MH-5 | Kaoma 地域        | Kwata Kumateti<br>falls 水力発電所<br>(3.48 MW) | 地域経済活性化に資す<br>る電力アクセス率向上<br>を計るため | 再生可能エ<br>ネルギー<br>(小水力) | 小水力発電用タービン | 3.48 MW 発電用機器 | 45.7            | -          |