

モザンビーク共和国

モザンビーク電力公社（EDM）

**モザンビーク国
南部電源・系統開発に係る
情報収集・確認調査
ファイナルレポート**

2022年6月

**独立行政法人
国際協力機構（JICA）**

東電設計株式会社

アフ

JR

22-024

目次

第1章	情報収集・確認調査の概要	1-1
1.1	本調査の背景	1-1
1.2	調査の概要	1-1
1.3	調査団の構成	1-3
1.4	調査スケジュール	1-3
第2章	電力セクターの概要	2-1
2.1	電力セクターの概況	2-1
2.2	電力セクターの政策	2-1
2.3	電力セクターの構造と組織・運営	2-2
2.4	電力セクター実施機関の経済財務分析	2-3
2.5	電気料金と料金徴収	2-6
2.6	マスタープランの活用状況と今後の技術的課題	2-9
2.7	モザンビークの電力開発戦略	2-10
第3章	南部系統における電力需要・供給	3-1
3.1	南部系統における電力需要	3-1
3.2	南部系統における電力供給	3-10
3.3	南部系統における今後の需要予測	3-14
3.4	南部系統の電力供給力	3-31
第4章	南部系統における電源開発計画	4-1
4.1	南部系統における電源開発計画の実施状況	4-1
4.2	南部系統における電源開発の課題	4-3
4.3	南部系統における電源開発の今後の計画	4-4
第5章	南部系統における送変電設備整備計画	5-1
5.1	南部系統における送変電設備整備の実施状況	5-1
5.2	南部系統における送変電設備計画の課題	5-2
5.3	南部系統における送変電設備の今後の計画	5-5
第6章	南部系統における配電整備計画	6-1
6.1	南部系統における配電整備計画の実施状況	6-1
6.2	南部系統における配電整備の課題	6-6
6.3	南部系統における配電整備の今後の計画	6-16
第7章	「モ」国電力セクターにおける今後の開発の可能性	7-1
7.1	電源開発	7-2
7.2	送電	7-6

7.3	配電.....	7-7
7.4	他ドナーの動向.....	7-9
第8章	日本の技術の活用可能性.....	8-1
8.1	発電事業.....	8-1
8.2	送電事業.....	8-1
8.3	変電事業.....	8-2
8.4	配電事業.....	8-3

Appendix-1: Maputo 2

Appendix-2: 配電設備に関する作業安全

表一覧

表 1.3-1	調査団	1-3
表 2.4-1	貸借対照表	2-4
表 2.4-2	損益計算書	2-5
表 2.5-1	EDM の料金体系	2-7
表 2.5-2	EDM の電気料金	2-8
表 3.1-1	2006 年～2020 年の需要（全国）	3-1
表 3.1-2	電圧区分および需要家区分	3-2
表 3.1-3	2006 年～2020 年の最大電力（発電端）	3-3
表 3.1-4	2020 年における各地域での消費電力の用途と内訳	3-4
表 3.1-5	2015～2020 年の実績値と需要予測との比較	3-6
表 3.1-6	需要予測のシナリオ総括表	3-7
表 3.1-7	「モ」国の人口と実質 GDP（2006-2020 年）	3-8
表 3.1-8	SAPP 加盟国の最大電力予測（2020-2025 年）	3-9
表 3.1-9	SAPP 加盟国の電力需要量予測（2020-2025 年）	3-9
表 3.2-1	2006 年～2020 年までの発電量と発電割合	3-10
表 3.2-2	2006 年～2020 年までの EDM による発電量と発電割合	3-12
表 3.2-3	2006 年～2020 年までの EDM 所有の各発電所の発電量	3-13
表 3.3-1	マスタープランに示された 2015 年～2040 年までの最大電力需要	3-15
表 3.3-2	マスタープランに基づく 2015 年～2040 年までの最大電力需要の前年伸び率	3-16
表 3.3-3	マスタープランに基づく 2015 年～2040 年までの 5 年間平均伸び率	3-17
表 3.3-4	BUSINESS PLAN 2020 年～2024 年までの最大電力需要	3-18
表 3.3-5	統計データに示された「モ」国全体の最大電力需要の実績と前年伸び率	3-19
表 3.3-6	統計データに示された最大電力需要の 5 年平均伸び率	3-20
表 3.3-7	「モ」国全体の電力需要予測	3-22
表 3.3-8	統計データに示された南部地域の最大電力需要の実績と前年伸び率	3-24
表 3.3-9	高需要伸び率における南部系統の電力需要予測	3-27
表 3.3-10	低需要伸び率における南部系統の電力需要予測	3-28
表 3.4-1	南部系統に電力供給をする発電所と発電力	3-31
表 3.4-2	南部系統の電力需要実績と電力需要予測	3-33
表 4.1-1	Temane 火力発電所建設計画	4-1
表 4.2-1	EDM の負債額と借入先	4-4
表 4.2-2	EDM 発電部門が所有している重機・車両の数と状態	4-4
表 5.2-1	増容量弛度抑制電線（Gap 電線）の諸元例	5-4
表 6.1-1	2009 年～2020 年の中圧配電線延長の推移	6-2
表 6.1-2	2009 年～2020 年の配電用変圧器台数の推移	6-3
表 6.1-3	2009 年～2020 年の配電用変圧器容量の推移	6-4

表 6.1-4 EDM 配電部門の保有車両（上：状態良好、下：状態不良）	6-5
表 6.2-1 2009 年～2019 年の配電ロス率の推移と今後の目標値	6-15
表 6.2-2 配電部門における高所作業に関連した事故の状況（2013 年）	App-2
表 6.2-3 南部で発生した事故の統計データ	App-2

図一覧

図 1.2-1	調査対象地域	1-2
図 2.3-1	電力セクターの組織図	2-3
図 2.5-1	平均の供給コストと電気料金	2-6
図 3.1-1	2006年～2020年の国レベル需要の推移	3-2
図 3.1-2	2006年～2020年の最大電力（発電端）の推移	3-4
図 3.1-3	2020年における各地域での消費電力の用途と内訳	3-5
図 3.1-4	需要の実績値と需要予測の比較	3-6
図 3.1-5	最大電力の実績値と需要予測の比較	3-7
図 3.2-1	2006年～2020年までの発電量と発電割合の推移	3-11
図 3.2-2	2006年～2020年までのEDMによる発電量と発電割合の推移	3-13
図 3.2-3	2006年～2020年までのEDM所有の各発電所の発電量の推移	3-14
図 3.3-1	2015年～2040年までの電力需要の推移と5年平均の伸び率	3-18
図 3.3-2	統計データとマスタープランの電力需要の推移と5年平均の伸び率	3-20
図 3.3-3	統計データとマスタープランの電力需要の推移と5年平均の伸び率 及び低需要伸び率	3-21
図 3.3-4	推定した「モ」国全土の電力需要予測	3-23
図 3.3-5	南部地域の統計データとマスタープランの電力需要の推移と5年平均の伸び率	3-25
図 3.3-6	南部地域の統計データとマスタープランの電力需要の推移と5年平均の伸び率 及び低需要伸び率	3-25
図 3.3-7	Inhambaneのマスタープランとデータと今後の需要予測	3-29
図 3.3-8	Gazaのマスタープランとデータと今後の需要予測	3-29
図 3.3-9	Maputo provinceのマスタープランとデータと今後の需要予測	3-30
図 3.3-10	Maputo cityのマスタープランとデータと今後の需要予測	3-30
図 3.4-1	南部地域の供給力と南部地域の電力需要予測	3-34
図 4.1-1	Temane 火力発電所の概念図	4-2
図 4.1-2	Pande-Temane ガス田概要図	4-2
図 4.3-1	Massingir / Mapai 水力発電所建設予定地	4-5
図 4.3-2	「モ」国の主な河川とその流域	4-6
図 4.3-3	Beluluane 工業団地位置図	4-7
図 4.3-4	Beluluane 工業団地	4-8
図 4.3-5	Inhambane 風力発電所建設予定地	4-9
図 5.1-1	南部地域送変電設備計画位置	5-2
図 5.2-1	66kV 狭根開き鉄塔例	5-3
図 5.2-2	移動用変電所例	5-5
図 5.3-1	低ロス電線の形状例	5-6
図 6.1-1	EDM 南部送電部門における地域区分	6-1

図 6.1-2	2009年～2020年の南部における中圧配電線延長の推移	6-2
図 6.1-3	2009年～2020年の南部における配電用変圧器台数の推移	6-3
図 6.1-4	2009年～2020年の南部における配電用変圧器容量の推移	6-4
図 6.2-1	Inhambane 州における 2016年～2020年までの配電ロス率と料金回収率の推移	6-6
図 6.2-2	Xai-Xai 地域における 2016年～2020年までの配電ロス率と料金回収率の推移	6-7
図 6.2-3	Chokwe 地域における 2016年～2020年までの配電ロス率と料金回収率の推移	6-7
図 6.2-4	Maputo 州における 2016年～2020年までの配電ロス率と料金回収率の推移	6-8
図 6.2-5	Maputo 市における 2016年～2020年までの配電ロス率と料金回収率の推移	6-8
図 6.2-6	配電ロスの分類	6-9
図 6.2-7	テクニカルロス削減方策	6-10
図 6.2-8	JICA 技術協力プロジェクトの目的	6-11
図 6.2-9	JICA 技術協力プロジェクトの組織体	6-11
図 6.2-10	JICA 技術協力プロジェクトのワーキンググループ	6-12
図 6.2-11	テクニカルロス低減のためのパイロットプロジェクト候補地	6-13
図 6.2-12	パイロットプロジェクトの実施スケジュール (2021年9月時点)	6-13
図 6.2-13	スプリットメータの設置例	6-14
図 6.2-14	EDM における災害発生件数の推移	App-2
図 6.2-15	EDM 活動計画の中の重要項目	App-2
図 6.2-16	EDM の配電工事状況 (左) と工事用車両 (右)	App-2
図 6.2-17	EDM のクレーン付トラックに取付けるバケット (左) とオーガー (右)	App-2
図 6.2-18	EDM 配電作業者の昇柱作業の様子	App-2
図 6.3-1	「モ」国の電化推進状況と今後の計画	6-18
図 7.1-1	Maputo 2 を含めた南部地域の供給力と南部地域の電力需要予測	7-4
図 7.3-1	JICA の協力の可能性検討 (現在の JICA 技術協力プロジェクトにアモルファス変圧器導入を追加)	7-7
図 7.3-2	33/0.4kV 柱上変圧器の設置イメージ	7-8
図 8.1-1	Maputo コンバインドサイクル発電所	8-1
図 8.2-1	Gap 電線	8-2
図 8.2-2	低ロス電線	8-2
図 8.3-1	移動用変電所	8-3
図 8.4-1	アモルファス変圧器の外観	8-4
図 8.4-2	配電用高所作業車の外観比較 (上: EDM の現行車両、下: 本邦製品)	8-5

略語集

Abbrivation	English	Original Langage (Portugal Langage)
AAGR	Average Annual Growth Rate	—
AfDB	African Development Bank	—
ARENE	—	Autoridade Reguladora de Energia
BC	Big Customers	—
BS	Balance Sheet	—
CNELEC	—	Conselho Nacional de Electricidade
EDM	—	Electricidade de Moçambique
Eskom	South African Electric Utility Supplier	—
FUNAE	—	Fundo de Energia
GDP	Gross Domestic Product	—
HCB	—	Hidroeléctrica de CahoraBassa
HV	High Voltage	—
IMF	International Money Fund	—
IPP	Independent Power Producer	—
JICA	Japan International Cooperation Agency	—
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	—
L/A	Loan Agreement	—
LNG	Liquefied Natural Gas	—
LV	Low Voltage	—
MIREME	—	Ministerio de Recursos Minerais e Energia
MOTRACO	Mozambique Transmission Company	—
MV	Mideum Voltage	—
NEXI	Nippon Export and Investment Insurance	—
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries	—
P/L	Profit and Loss Statement	—
PSS/E	Power System Simulator for Engineering	—
SADC	Southern African Development Community	—
SAPP	Southern African Power Pool	—
SEC	Swaziland Electricity Company	—
USTDA	U.S. Trade and Development Agency	—

第1章

情報収集・確認調査の概要

第1章 情報収集・確認調査の概要

1.1 本調査の背景

モザンビーク共和国（以下、「モ」国）では、近年の順調な経済成長や電化率の向上等に伴い、電力需要が大幅に増加しており、電力需要の年平均成長率は12.4%、ピーク需要は2015年の655MWから2042年には6,500MW以上になると想定されている（2018年、JICA）。一方、2019年時点の総発電設備容量は3002.57MWに止まり、そのうちの75%は海外輸出を主としている Cahora Bassa 水力会社による発電が占めていることから、国内向け発電設備容量が不足している。国内において送電を担う国営電力会社「モ」国電力公社（Electricidade de Moçambique、以下 EDM）による発電は国内における発電の3%に過ぎず、独立系発電事業者（IPP）からの買電コスト増が EDM の財政を圧迫している。なお、当国の電力系統は南部並びに中・北部系統の2系統に分離されていることから、それぞれの系統において電力開発を進めていくことが必要である。また、電力需要の増加に伴い、送変配電設備の増強も求められている。

JICAは「電力マスタープラン策定プロジェクト」（2016年～2018年）を実施し、電力分野における25年間（2017-2042）のマスタープラン策定を支援した。同マスタープランは閣議承認を経て、現在当国における電力セクター開発の基盤になっている。また、首都マプトが含まれる南部系統の電源開発として、有償資金協力「マプト・ガス複合式火力発電所整備事業」（2014年1月L/A調印）を実施し、国産の天然ガスを燃料とする106MWのガス複合式火力発電所が2018年8月から稼働している。しかしながら、マスタープランにおいても今後の南部系統の電力需要増加分には、既存のIPPとの契約の増強や電力輸入等による供給が必要とされており、南部系統における電源確保は引き続き課題となっている。また、送配電に関しても、送電線や変電所の増強等が喫緊の課題となっており、複数プロジェクトが計画されているが、南部系統においては資金確保が困難なプロジェクトが多く、課題解決の目途が立っていない。

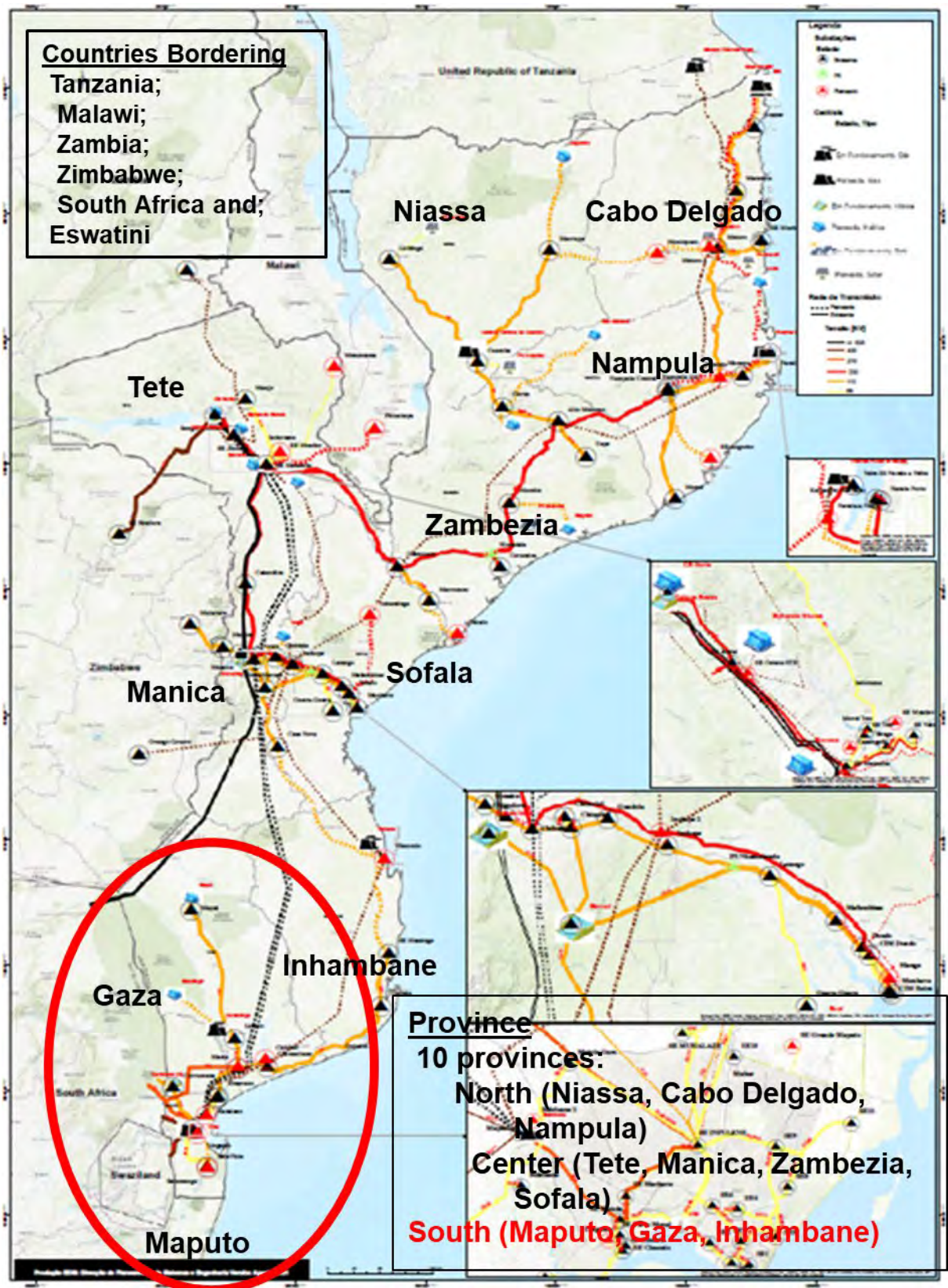
これらの状況を踏まえ、当国の南部系統の電源開発・送配電設備の最新状況を包括的に把握し、今後のJICAの支援の可能性について検討するために本調査を実施する。

1.2 調査の概要

(1) 調査の目的

「モ」国の電力セクター南部系統における電源開発・送配電整備にかかる最新状況を包括的に把握し、今後の事業実施の検討に必要な情報を収集・整理・分析する。

図 1.2-1 に本調査の調査対象地域を示す。



出典：EDM 情報をもとに JICA 調査団作成

図 1.2-1 調査対象地域

(2) 調査項目

1. 電力セクターマスタープランのレビュー・情報更新
 - 1.1 南部系統における電力需要・供給
2. 南部系統における開発・整備計画の確認
 - 2.1 電源開発
 - 2.2 送変電整備計画
 - 2.3 配電整備計画の確認
3. 支援可能性の検討

(3) 調査地域

モザンビーク共和国 南部地域

(4) 関係省庁・機関

鉱物資源エネルギー省 (Ministerio de Recursos Minerais e Energia:以下、MIREME)

EDM

エネルギー基金 (Fundo Nacional de Energia :以下、FUNAE)

1.3 調査団の構成

調査団の構成を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 調査団

従事者名／専門家名	
小野 政義	業務主任者／電源開発計画
小川 正浩	送電整備計画
村田 孝一	配電整備計画
小林 悦子	火力整備計画
高瀬 英和	セクター・事業分析 (その1)
早川 隼平	セクター・事業分析 (その2)

出典：JICA 調査団

1.4 調査スケジュール

調査期間： 2021年7月 - 2022年6月

新型コロナウイルス感染症対策のため前半は計4回オンライン会議を EDM と実施した。10月に現地調査を実施して EDM の系統計画部門、発電部門、配電部門や MIREME、FUNAE、アプリ

カ開発銀行（African Development Bank：以下、AfDB）との打合せを通して、発電・送電・配電関係のデータ収集を実施した。EDM の発電部門と打合せ後、JICA 融資の Maputo 火力発電所（106MW、Gas Turbine Combined Cycle）を視察した。しかしながら、本調査は基本的に机上調査である。

第2章

電力セクターの概要

第2章 電力セクターの概要

2.1 電力セクターの概況

「モ」国の電力セクターの概況は以下のとおりである。

- ▶ 「モ」国はアフリカ南部に位置し、約 80 万 km² の広大な国土面積と 2,500km 以上の海岸線を占めている。3,000 万人の人口を擁し、人口の約 70% が農村部に住んでいる。全国の電力網は地方部まで延伸されておらず、都市部と地方部との間に大きな電力アクセス格差が生じている。
- ▶ 電力系統は南部ならびに中・北部系統の 2 系統に分離されており両系統は連系されておらずそれぞれ独立系統となっている。
- ▶ 全国平均の電化率は 35% (2020 年) と低い数値に止まっており、その向上が大きな課題になっている。経済成長と貧困削減に資する電化事業への支援ニーズがきわめて高い。
- ▶ 同国最大の電源である、Cahora Bassa 水力発電所(Hidroeléctrica de CahoraBassa:以下、HCB、出力:2,075 MW)は中・北部系統に接続されている。その発電電力の一部は交流 220kV 送電線により中部ならびに北部地域に送電され「モ」国内へ供給されるとともに、400kV 交流送電線で隣国ジンバブエにも送電されている。発電電力の大部分は 535kV 直流送電線を介し南アフリカのアポロ変電所に送電され、南部アフリカ電力パワープール (Southern African Power Pool:以下、SAPP) に送電されている。
- ▶ 南部系統は、400kV 交流送電線により国際連系されている南アフリカ系統ならびにエスワティニ系統を経由して SAPP から電力輸入している。これにより国内需要の約 80% を再輸入電力で賄う結果となっている。

2.2 電力セクターの政策

「モ」国は 6 つの国 (タンザニア、マラウイ、ザンビア、ジンバブエ、南アフリカ、エスワティニ) と国境を接しており、そのうち 4 つの国は内陸国であるため、世界市場への窓口として「モ」国に依存しているという位置にある。さらに、地域の経済エンジンである南アフリカと「モ」との強い結びつきは、南部アフリカの安定と成長にとって、「モ」国の経済、政治、社会の発展が重要であることを示している。さらに、天然ガスや水力開発資源にめぐまれている。

「モ」国政府は、「万人のためのエネルギープログラム¹」のもと、2024 年の年末までに 64% の電力アクセスを達成し 2030 年までに国民に電力を供給することを目標としている。

EDM は、この移行を促進するために重要な役割を果たすことになっている。そのために、EDM は 5 年間 (2020-24 年) の事業計画を策定し、2030 年までにユニバーサル・アクセスを確保するための電力網の強化と地方電化のプロジェクトを実施し、エネルギー損失を削減することを目指している。この計画で EDM は、送電インフラの整備、地方電化の促進、国境を越えた相互接続の構築に向けた複数の主要プロジェクト/プログラムを実施している。

¹ Mozambique Energy for All (Pro Energia)

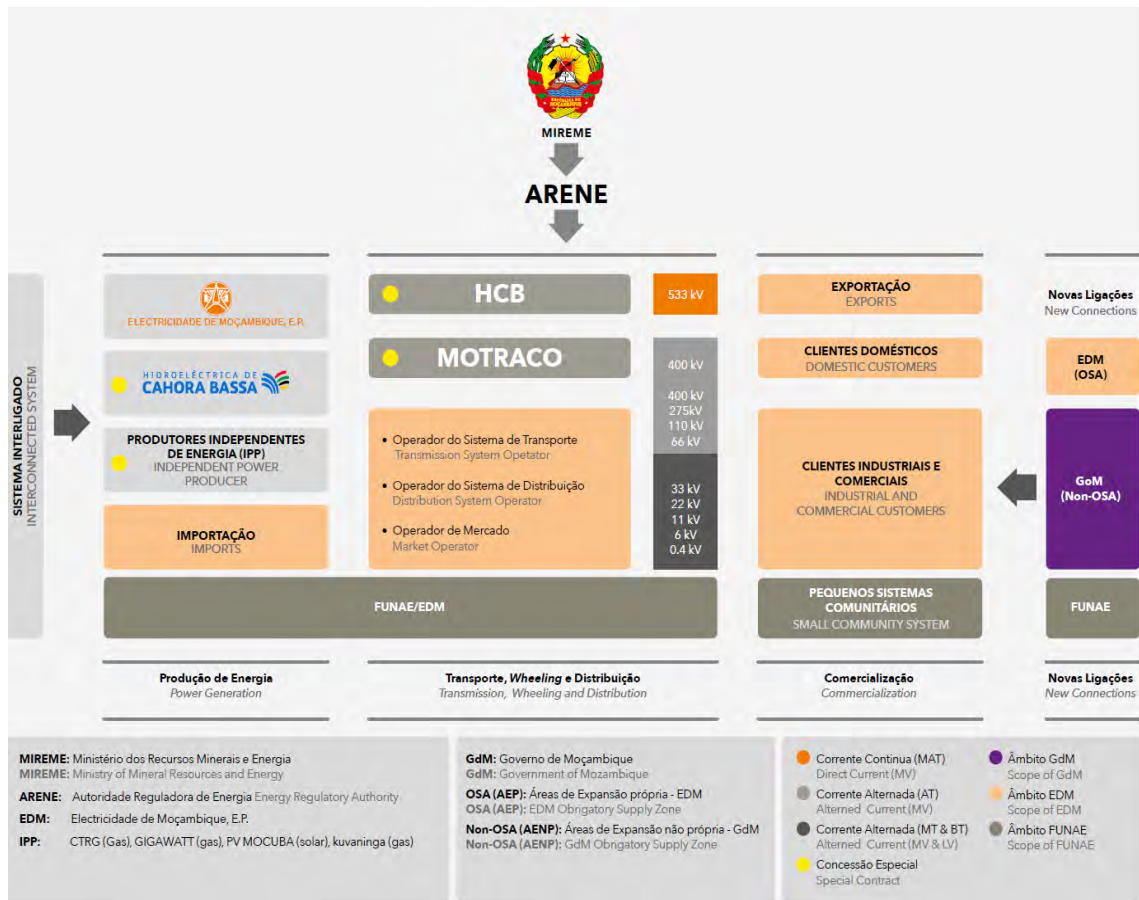
2.3 電力セクターの構造と組織・運営

「モ」国の電力セクターは、1997年に制定された電力法に基づいており、セクターの政策や規制に対する国家の権限が維持されている。MIREMEは、エネルギーセクターの営業や開発の監督、エネルギー計画、政策策定などを担当している政府機関である。EDMは、国有の電力会社で、発電、送電、配電を全国で行っている。FUNAEは政府機関で、オフグリッドの電化プロジェクトを担当しており、地方における経済社会開発に貢献することを期待されている。電力法では、電力セクターへの民間企業の参加やその活動が認められている。2017年5月、規制機能と政策機能をMIREMEから分離するために、エネルギー規制庁（Autoridade Reguladora de Energia:以下、ARENE）の設立が国会で承認された。

ARENEは、規制の諮問機関であった旧電力評議会（Conselho Nacional de Electricidade:以下、CNELEC）に代わる新規制機関である。ARENEには、電力料金の規制、電力部門の競争促進と監視、電力部門のライセンスやコンセッション契約の条件の監視と執行などの権限が与えられている。ARENEの権限は、電力部門の規制に加え、液体燃料の貯蔵、流通、販売、圧力16気圧以下の天然ガスの流通、販売にも及んでいる。

EDMは、「モ」国の国営電力会社で、政府が100%出資している。EDMは、発電、送電、配電、消費者への接続、供給、請求など、電力供給事業のすべての部分に関与している。「モ」国の送電会社（Mozambique Transmission Company:MOTRACO）は、EDM、南アフリカの国営電力会社（South African Electric Utility Supplier:Eskom）およびエスワティニの国営電力会社（Swaziland Electricity Company:SEC）が所有する送電会社であり、「モ」国・アルミニウム製錬所（Mozal社）への送電供給、EDMやエスワティニの電力会社への電力供給を行っている。なお、「モ」国最大の電源はHCBである。

図 2.3-1 に電力セクターの組織図を示す。



EDM

図 2.3-1 電力セクターの組織図

2.4 電力セクター実施機関の経済財務分析

(1) EDM の財務状況

EDM の財務状況をつかむため過去3年分（2018年、2019年、2020年）の財務諸表を収集した（Annual Report2017、Business Plan 2021）。

(2) 貸借対照表（Balance Sheet: B/L）

貸借対照表を表 2.4-1 に示す。

表 2.4-1 貸借対照表

Balance Sheet	(Unit: million MZN)		
	2018	2019	2020
Assets			
Current Assets	25,101	34,740	35,167
Inventory	3,123	2,247	1,798
Trade Debtors	5,937	14,510	13,784
Other Financial Assets	4,887	4,020	3,939
Other Current Assets	7,077	8,244	9,069
Cash and Banks	4,077	5,719	6,577
Non-Current Assets	190,169	193,953	207,177
Tangible Assets	186,063	190,312	203,089
Financial Assets Held for Sale	763	777	777
Other Financial Assets	1,587	1,587	1,587
Deferred Tax Assets	1,756	1,277	1,724
Total Assets	215,270	228,693	242,344
Liabilities			
Current Liabilities	36,273	48,457	57,000
Provisions	135	28	30
Loands Obtained	1,051	551	496
Suppliers	24,906	25,896	30,400
Other Financial Liabilities	8,574	19,692	22,869
Other Current Liabilities	1,607	2,290	3,205
Non-Current Liabilities	93,135	97,098	107,615
Provisions	8,109	11,958	12,914
Loans	1,357	1,016	914
Other Financial Laibilities	32,931	34,103	39,603
Other Non-Current Liabilities	10,500	11,070	13,284
Deferred Tax Liabilities	40,238	38,951	40,900
Total Liabilities	129,408	145,555	164,615
Equity			
Share Capital	6,197	6,197	6,197
Reserves	349	349	349
Share Premium	11,648	11,648	11,648
Revaluation Surplus	77,111	71,111	74,232
Retained Earnings	-5,976	-9,443	-10,802
Net Income for the Year	-3,467	-2,132	-3,895
Total Equity	85,862	77,730	77,729
Liabilities and Equity	215,270	223,285	242,344

出典： EDM (Annual Report2017、Business Plan 2021)

貸借対照表より下記が判明した。

- 2019年に売掛金が前年度より倍増した。
- 有形固定資産が拡大した。これは設備投資の増大によるものと思われる。
- 買掛金は高止まっている。
- 固定負債が徐々に増加している。
- 自己資本は漸減している。すなわち純損失が継続している。

(3) 損益計算書 (Profit and Loss Statement: P/L)

損益計算書を表 2.4-2 に示す。

表 2.4-2 損益計算書

Income Statement	2018	2019	2020
Sales	31,145	39,549	39,008
Cost of Sales	-23,341	-27,571	-29,266
Sales Profit/Loss	7,804	11,978	9,742
Supplemental Income	38	284	334
Personnel Expenses	-3,467	-4,663	-4,836
Third Party Service Supplies	-3,383	-4,970	-3,073
Depreciation and Amortization	-4,445	-4,727	-5,003
Reversals	4	37	
Impairment Expenses on Financial Assets	-2		
Provisions	-995	-1,216	-1,255
Inventory Adjustment			
Financial Investment	0		
Gain/Loss from Impairment on Account Receivables	-1,321	-970	
Other operational Income and Expenses	2,692	1,622	-181
Operating Profit/Loss	-3,075	-2,625	-4,272
Financial Income	5,995	6,131	
Financial Expenses	-6,755	-6,447	
Net Profit Before Tax	-3,835	-2,941	-4,272
Income Tax	368	809	
Net Profit After Tax	-3,467	-2,132	-4,272

EDM (Annual Report 2017、Business Plan 2021)

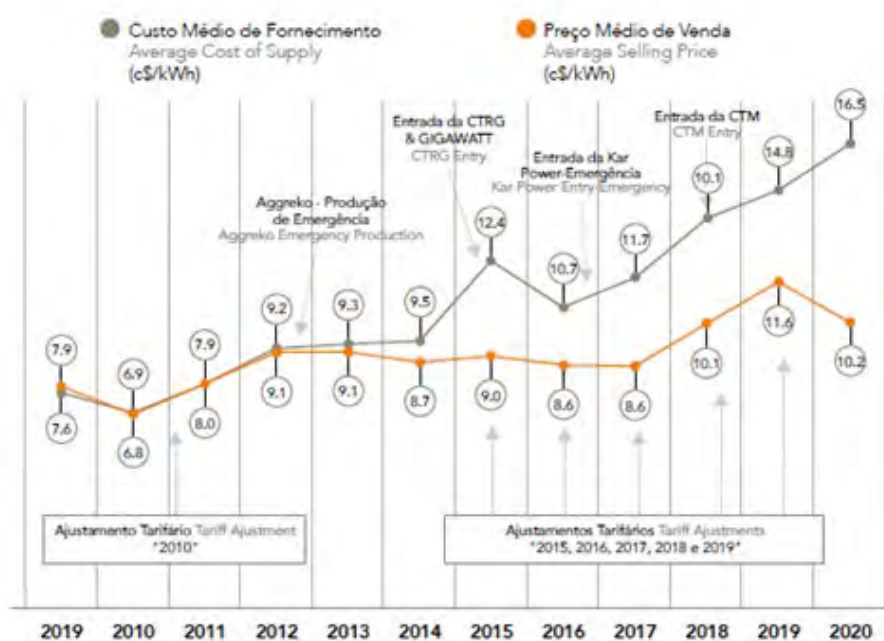
損益計算書より下記が判明した。

- 電力販売収入は年々拡大している。これは電化率の向上に伴う契約者数の増加によるものと思われる。
- 毎年営業損失が出ている。
- 2018年、2019年に売掛金減損処理で損失を計上している。
- 金融費用の負担が大きい。
- 2018年、2019年は純損失により法人税の払い戻しを受けている。

総括すると EDM の財務指標の傾向として、安全性の流動比率については改善を要するものの、長期返済能力については、指標を見る限り問題はない。また有形固定資産に対し、固定負債、自己資本とも過少である。一方収益性は、総資本売上利用率が4%と非常に低い傾向にある。

2.5 電気料金と料金徴収

2015年から2019年の間に「モ」国の電気料金は5回改訂し値上げされたが、それでもエネルギー供給コストには及ばなかった。エネルギー不足に対応するために独立発電事業者（Independent Power Producer：以下、IPP）を稼働させた結果、エネルギー供給コストが上昇した。これはEDMにとって大きな負担となり、EDMの財務状況に悪影響を与えている。図2.5-1に平均の供給コストと電気料金を示す。



EDM

図 2.5-1 平均の供給コストと電気料金

EDMでは、顧客のニーズに応じて異なる料金体系を採用している。次ページの表2.5-1のとおりである。

表 2.5-1 EDM の料金体系

Tarifas Tariffs	Fins a que se destina a instalação Purpose for which it is intended to
Social Social	Casas de habitação, com potência contratada de 1,1kVA e um consumo mensal não superior a 125kWh. Residential houses, with contracted power of 1.1kVA and monthly consumption not exceeding 125kWh
Doméstica Domestic	Casas de habitação, arrecadações ou garagens de uso particular, localizadas em anexos ou dependências de casas de habitação, ainda que medidos por contador próprio. Residential houses, storerooms or garages for private use, located in annexes or outhouses of residential houses, even if measured by its meters.
Agrícola Agricultural	Actividade de produção agrícola, nomeadamente nos sistemas de bombagem e irrigação, bem como as habitações e dependências localizadas no perímetro do local. Agricultural production activity, namely in the pumping and irrigation systems, as well as the houses and facilities located in the perimeter of the site.
Geral General	Actividade comercial, por exemplo: Estabelecimentos comerciais, Restaurantes, Salões de Cabeleireiro, Bancas de Mercado, etc... Commercial activity, for example, Commercial Stores, Restaurants, Hairdressing salons, Market stalls, etc...
Grandes Consumidores de Baixa Tensão Low Voltage Large Consumers	Fornecimentos em Baixa Tensão, com Potência Contratada superior a 19,8kVA e inferior a 39,6kVA Low Voltage Supplies with Contracted Power greater than 19.8KVA and less than 39.6KVA
Média Tensão Medium Voltage	Fornecimentos em Tensão superior a 1kV e inferior a 66kV Supplies with Voltage Greater than 1kV and less than 66kV
Média Tensão Agrícola Agricultural Medium Voltage	Fornecimentos em Tensão superior a 1kV e inferior a 66kV para a actividade de produção agrícola Voltage supplies of more than 1kV and less than 66kV for agricultural production activities
Alta Tensão High Voltage	Fornecimentos em Tensão superior a 66kV Supplies at Voltages greater than 66kV
Cliente Especial Special Customers	Fornecimentos em Média e Alta Tensão, sendo que as tarifas aplicadas resultam de um acordo entre o cliente e a EDM, mediante a aprovação do Ministro de tutela, ouvida a ARENE Medium and High Voltage supplies, the applied tariffs being the result of an agreement between the customer and EDM, subject to the approval of the supervising Minister, after hearing ARENE
Exportação Exports	Fornecimento de energia eléctrica a outros concessionários ou consumidores operando nos países da região da SADC abrangidos pelos acordos da SAPP. Electricity Supply for concessionaires or consumers operating in the countries of the SADC region covered by the SAPP agreements

出典：EDM

具体的な電気料金を表 2.5-2 に示す。

表 2.5-2 EDM の電気料金

Electricity Tariffs

Social Tariff, Household, Agriculture and General (Low Voltage)

Recorded Consumption (kWh)	Sale Price				Flat Rate (Mt/kWh)
	Social Tariff (Mt/kWh)	Household Tariff (Mt/kWh)	Farming Tariff (Mt/kWh)	General Tariff (Mt/kWh)	
From 0 to 100	0.97				
From 0 to 200		6.00	3.69	9.32	233.37
From 201 to 500		8.49	5.26	13.31	233.37
Above a 500		8.91	5.75	14.56	233.37
Pre-Payment	0.97	7.64	5.11	13.34	

Major Consumers of Low, Medium and High Voltage

Class of Consumers	Sale Price		Flat Rate (Mt)
	(Mt/kWh)	(Mt/kWh)	
Major Cons. LV (GCBT)	5.74	441.12	683.29
Medium Voltage (MV)	4.78	497.03	3,207.25
Medium Voltage agricultural	2.72	313.29	3,207.25
High Voltage (HV)	4.70	600.10	3,207.25

EDM

料金は、低圧受電の需要家においては需要家の種別と電力消費量別に設定されている。また大規模需要家においては、受電電圧によって分類されている。大規模需要家に対しては接続費用も課される。

低圧受電の需要家種別は、公衆設備向け、家庭用、農業用、商業一般向け、一律料金顧客などが設定されている。大規模需要家においては、受電規模に応じて、基本料金と従量料金の2本立て料金設定となっている。

2.6 マスタープランの活用状況と今後の技術的課題

(1) マスタープランの活用状況

JICA が支援したマスタープランは閣議承認を経て、「モ」国における電力セクター開発の基盤になっている。このマスタープランの活用状況を把握するため、MIREME、EDM にヒアリングを実施して下記が判明した。

- 4 年間の中期電源開発計画(2020-2023)として発電容量を 620MW 増大させることを目標とし、内 420MW はガス火力発電所、200MW は再生可能エネルギーで賄う計画である。
- 南部で特筆すべき計画は Temane の 420MW 火力発電所建設計画である。2023 年の運転開始を計画している。560km に及ぶ 400kV の送電線を引き、Vilanculos (Temane 付近)と Maputo を接続する計画で、これにより南部系統の安定性を向上させる。この工事に伴う Vilanculos から Maputo にかけての 3 つの変電所を更新する予定を確認した。中部でも 400kV の送電線を引きマラウイと接続する計画を確認した。
- Mphanda Nkuwa 水力発電所は 2030 年の運転開始をめざしている長期的な計画であるが、これも「モ」国の系統の安定性に関与する重要な計画である。現在は送電線の FS と環境アセスメント、電力の市場調査中で、まもなく送電線建設の入札を開始する予定を確認した。
- マスタープランの需要予測は高めの需要予測であり、3 章で述べるように 2015 年～2020 年までの需要の伸びは低い。そのため、EDM 内では現実の需要に沿った形でマスタープランの見直しを求める意見が上がっている。

(2) 今後の技術的課題

「モ」国の電力セクターは、近年の順調な経済成長や電化率の向上などに伴い、電力需要が大幅に増加している。一方、2019 年時点の総発電設備容量は 3002.57MW に止まり、そのうちの 75%は海外輸出を主としている HCB による水力発電が占めていることから、国内向け発電設備容量が不足している。EDM による発電は国内における発電の 3%に過ぎず、IPP からの買電コスト増が EDM の財政を圧迫している。電力系統は南部並びに中・北部系統の 2 系統に分離されていることから、それぞれの系統において電力開発を進めていくことが必要である。また、電力需要の増加に伴い、送変配電設備の増強も求められている。しかしながら老朽化したネットワーク設備、財政的な制約、電力損失が大きいこと、制度的枠組みが弱いことなどが原因で、長年にわたり苦戦を強いられてきた。これらの課題により、電力へのアクセスが悪く、その結果、国の経済成長率が低くなっている。

今後は、発電構成を多様化し、強力な送電網で補完することで、既存の発電所や新たに建設される発電所からの電力を十分に引き出し、都市部と農村部の両方で電化率をさらに高めなければならない。2015 年から 2019 年の間に「モ」国の電気料金は 5 回改訂値上げされたが、供給コストには及ばなかった。EDM の事業の財務的な実行可能性を維持するために、計画されているプロジェクトに対する十分な資金、IPP などの民活プロジェクトを呼び込む規制の枠組み、実績の売電単価を反映した料金設定などの政策が必要である。EDM は、必要な資金の大部分を多国の融資機関から調達しているが、プロジェクトの開発を加速するためには、Temane プロジェクトのような民間の参加を呼び込むことが重要である。

「モ」国は6つの国と国境を接しており、そのうち4カ国は内陸国であるため、「モ」国は戦略的な位置にある。南部アフリカ地域の電力ハブとしての地位を確立し、大規模な経済成長を実現するための準備をする時期に来ている。

2.7 モザンビークの電力開発戦略

EDMは、次の3つを戦略的優先事項として掲げている²。

- 持続可能な開発目標に沿ったユニバーサル・アクセスの実現
- アフリカ南部のエネルギーハブとしての地位の確立
- 持続可能な人的資本の確保

そしてその実現のための具体的な方策の一つとして挙げている「インフラ整備の推進」のなかで、EDMは以下のような具体策を述べている。

エネルギーミックス：

未開拓な一時資源を利用して供給を多様化し、将来の需要予測を満たすために、様々なソースからの電力供給を強化する

ガス発電：

確認済みガス埋蔵量の最適な利用方法と、ガス発電への転換に必要な更なる投資に貢献する。

水力：

既存の流域を調査し、さらなる水力発電所の開発を目指す。

再生可能エネルギー：

2030年までにユニバーサル・アクセスを達成するために、オングリッドとオフグリッドを統合したアプローチを優先し、再生可能エネルギーの戦略計画を策定する。

自家発電：

自前の発電・送電システムを増強するために、国際金融パートナーの支援を受け、ドナー資金や譲許的な融資を活用して、中規模発電プロジェクト（50～100MW）の開発に力を注ぐ。

² EDM(2020), EDM STRATEGY 2018-2028

第3章

南部系統における電力需要・供給

第3章 南部系統における電力需要・供給

3.1 南部系統における電力需要

(1) 「モ」国の電力需要量

表 3.1-1 および図 3.1-1 に 2006 年から 2020 年までの「モ」国における受電端電力需要を示す。また表中の需要家区分の詳細を表 3.1-2 に示す。需要は 2014 年まで 9%以上の成長率で順調な伸びを見せ、2016 年には超大口需要家 (Special Customers) も含めると 4050 GWh に達した。しかし 2017 年以降需要は減少もしくは伸び悩み、そのまま 4000 GWh 周辺を維持している。需要の伸び悩んだ原因は、関係機関へのヒアリングにより以下の 4 点だと判明した。

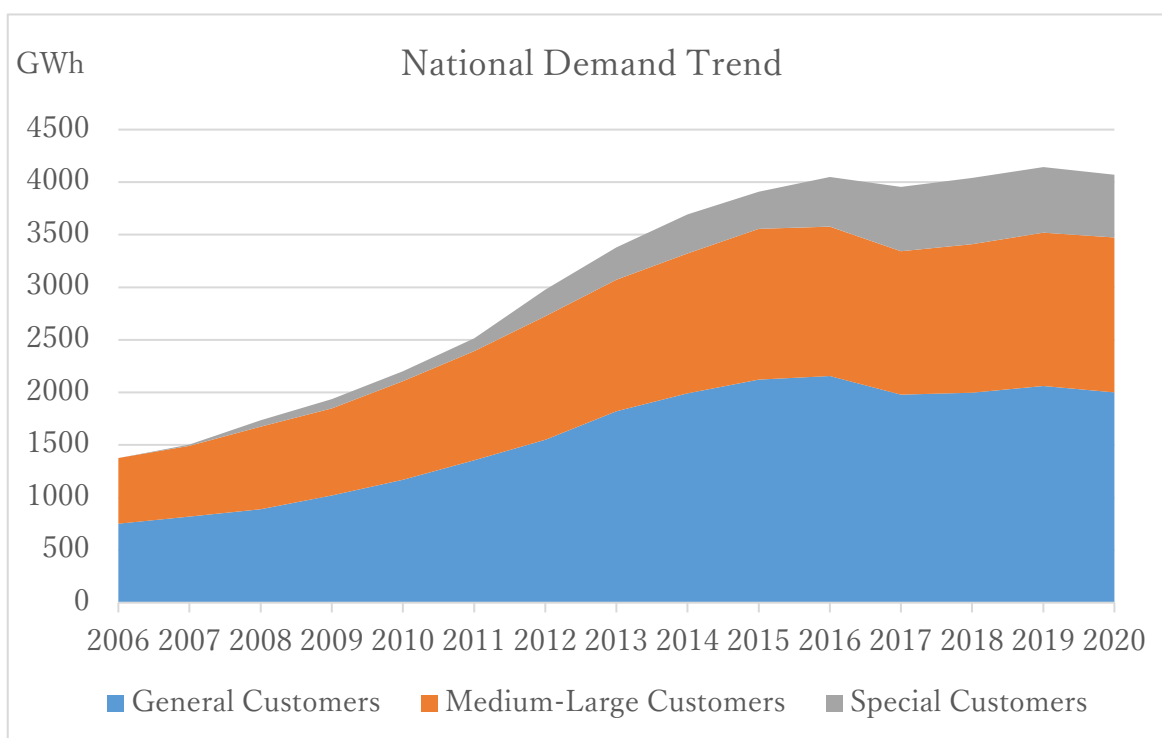
- 2016 年に発覚した「モ」国の隠し債務問題とその不透明性により、海外からの融資を受けにくい状況が続き、電源開発プロジェクトなどのための資金調達が困難であること。
- 2017 年に北部地域において武装勢力による暴動が発生し、治安が悪化していること。またこれに伴い、多くの住民が北部地域からの避難を余儀なくされていること。
- 2019 年に勢力の強いサイクロンが上陸し、甚大な被害が生じたこと。
- 2020 年より新型コロナウイルス感染症が流行し、経済活動が停滞したこと。

この内、北部地域の武装勢力は政府による武装解除などが進み、北部地域に人が戻り、復興が始まりつつある。

表 3.1-1 2006 年～2020 年の需要 (全国)

Year	General Customers					Medium-Large Customers			Special Customers	Total (Excluding Special Customers)	Total (Including Special Customers)	Growth [%]	
	LV-General	Domestic	LV-Agriculture	Public-lighting	EDM's Consumption	General Customers Sub Total	LV-Big Customers	MV/HV Customers					Medium-Large Customers Sub Total
2006	183	517	0	42	10	751	89	535	624	0	1,375	1,375	-
2007	195	581	0	39	6	820	103	567	671	14	1,491	1,505	9.5%
2008	198	648	0	38	6	890	112	672	784	60	1,674	1,734	15.2%
2009	222	751	0	42	6	1,021	125	701	826	88	1,847	1,935	11.6%
2010	219	897	0	45	6	1,168	143	795	938	96	2,106	2,202	13.8%
2011	245	1,052	1	50	6	1,354	150	890	1,040	122	2,395	2,517	14.3%
2012	258	1,233	0	53	6	1,550	169	1,007	1,175	253	2,725	2,978	18.3%
2013	322	1,416	25	52	6	1,821	170	1,080	1,250	310	3,071	3,381	13.5%
2014	369	1,538	26	52	6	1,991	174	1,156	1,330	371	3,321	3,692	9.2%
2015	421	1,653	29	17	2	2,121	173	1,263	1,436	351	3,557	3,908	5.9%
2016	406	1,688	22	27	13	2,156	171	1,249	1,420	474	3,577	4,050	3.6%
2017	387	1,539	19	20	14	1,978	175	1,191	1,366	610	3,344	3,954	-2.4%
2018	365	1,576	20	25	10	1,996	169	1,244	1,413	632	3,409	4,041	2.2%
2019	415	1,585	26	27	8	2,061	146	1,312	1,458	625	3,519	4,143	2.5%
2020	416	1,508	34	36	6	1,999	137	1,337	1,474	598	3,473	4,071	-1.7%

JICA 調査団



出典： JICA 調査団

図 3.1-1 2006 年～2020 年の国レベル需要の推移

表 3.1-2 電圧区分および需要家区分

電圧区分		需要家区分	
低圧	1kV以下	Domestic	一般家庭
		LV (Low Voltage)- General	低圧小口 0.4kV受電
		LV-Big Customers	低圧大口 0.4kV受電 0.38MW以上の契約
中圧	1kV より大きく 66kV 未満 (6.6kV、11kV、22kV、 33kV が該当)	MV (Mideum Voltage) Customers	
高圧	66kV以上	HV (High Voltage) Customers	
		Special Customers	1MW以上の契約

MME Integrated Master Plan Mozambique Power System Development, November 2018

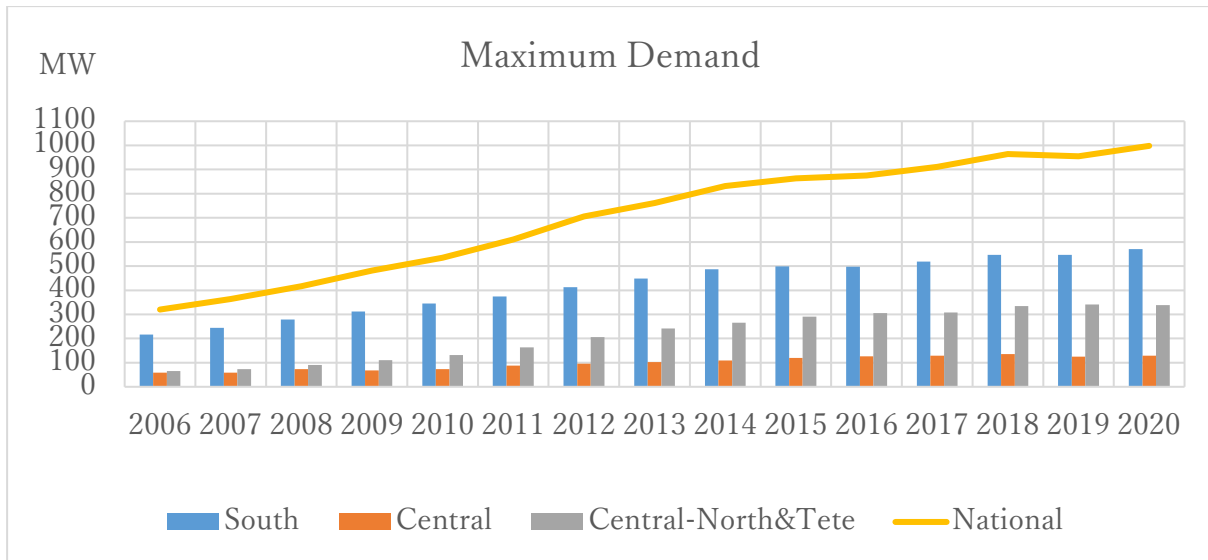
(2) 南部系統の電力需要量

表 3.1-3 および図 3.1-2 に 2006 年から 2020 年までの全国、南部・中部・北部系統それぞれの最大電力（発電端）を示す。全国の最大電力は 2020 年で 998 MW であり、その内首都 Maputo を有する南部系統は全体のおよそ 6 割を占める。2006 年時点では中部と北部系統での需要は同程度であったが、北部系統は石炭産業の開発が進む Tete 州と大規模な港湾を有する Nampula 州を含み、中部系統と比べて著しい成長を見せている。2011-2015 年と 2016-2020 年で 5 年間の年平均成長率（Average Annual Growth Rate：以下、AAGR）を比較すると、直近の 5 年間で全体として成長率が大幅に減少し、需要の伸びが停滞していることが分かる。これは前述の「モ」国の不安定な情勢によるものである。

表 3.1-3 2006 年～2020 年の最大電力（発電端）

(MW)

Year	South	Central	Central-North&Tete	National
2006	216	58	65	320
2007	244	59	73	364
2008	279	73	90	416
2009	312	68	110	481
2010	345	73	131	534
2011	374	88	164	610
2012	412	96	206	706
2013	448	103	241	761
2014	487	109	265	831
2015	499	119	291	863
2016	497	126	305	876
2017	519	129	308	911
2018	546	135	334	964
2019	546	125	341	955
2020	571	129	338	998
AAGR (2011-2015)	7.7%	10.4%	17.5%	10.2%
AAGR (2016-2020)	2.8%	1.7%	3.1%	3.0%



出典：EDM Annual Stastical Report

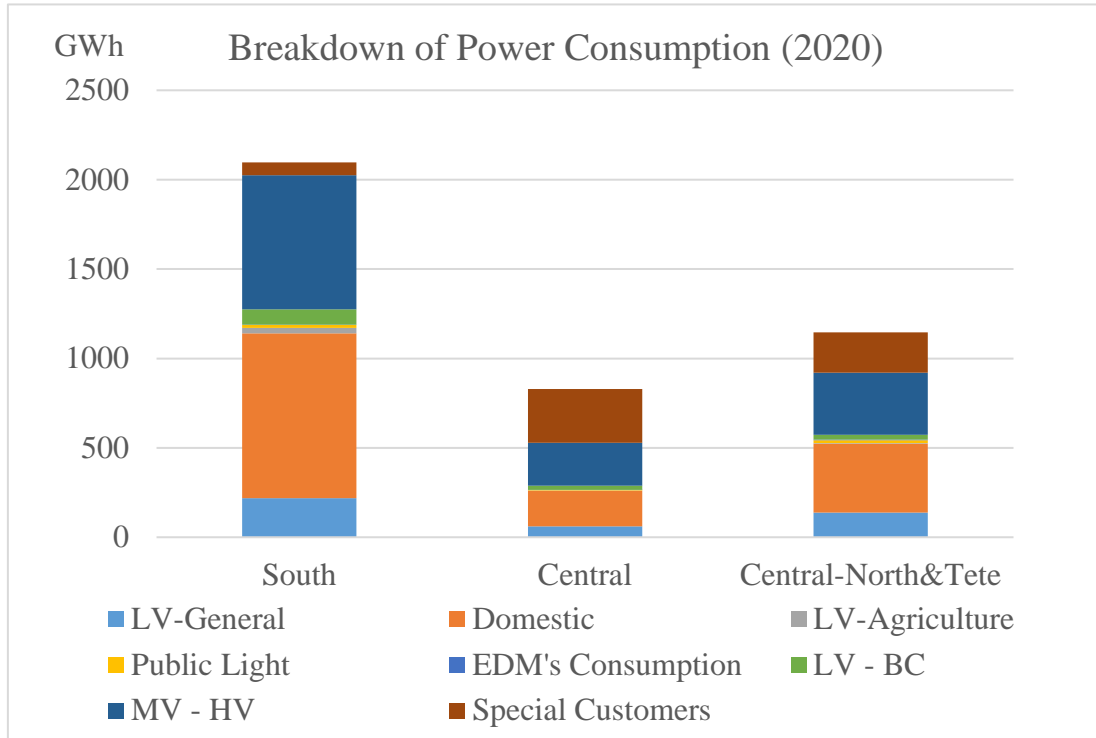
図 3.1-2 2006年～2020年の最大電力（発電端）の推移

次に表 3.1-4 および図 3.1-3 に 2020 年における各地域での消費電力の用途とその内訳を示す。南部系統地域の消費電力量は 2097 GWh であり、全国での消費電力のおよそ半分を占める。また南部系統地域の特徴として、首都 Maputo といった都市部の存在により、家庭用電源 (Domestic) とビルや中小工場で使用される中圧・高圧電源 (MV-HV) としての消費が多いことが挙げられる。超大口需要家 (Special Customers) の消費量は北部・中部地域に比べて少ないが、これは北部・中部地域で活動する MOMA や VALE といった鉱業・採掘業系の企業による消費が大きいためである。

表 3.1-4 2020年における各地域での消費電力の用途と内訳

	South		Central		Central-North&Tete	
	(GWh)	(%)	(GWh)	(%)	(GWh)	(%)
LV-General	218	10.4%	60	7.3%	138	12.0%
Domestic	924	44.0%	199	24.0%	386	33.6%
LV-Agriculture	29	1.4%	1	0.2%	3	0.3%
Public Light	16	0.8%	3	0.4%	16	1.4%
EDM's Consumption	2	0.1%	1	0.1%	3	0.3%
LV - Big Customers	86	4.1%	23	2.7%	28	2.4%
MV - HV	751	35.8%	240	28.9%	346	30.2%
Special Customers	71	3.4%	301	36.3%	226	19.7%
Total	2,097	100.0%	828	100.0%	1,146	100.0%

EDM Annual Stastical Report



出典：EDM Annual Stastical Report

図 3.1-3 2020 年における各地域での消費電力の用途と内訳

(3) 需要予測との比較

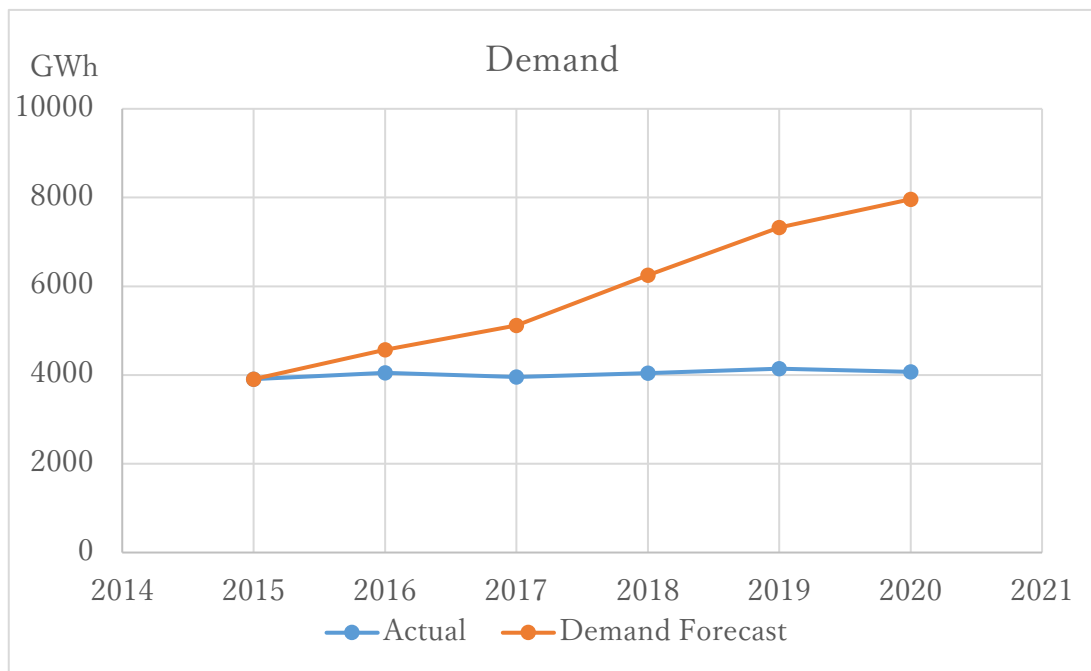
表 3.1-5 および図 3.1-4、図 3.1-5 に 2015 年から 2020 年までの全国の電力需要と最大電力の実績値とマスタープランにおける需要予測の基本シナリオとの比較を示す。また、表 3.1-6 にマスタープランにおいて需要予測を作成した際に設定されたシナリオを、表 3.1-7 に 2006 年から 2020 年にかけての「モ」国の人口と実質 GDP（2015 年基準）を示す。

2020 年時点での需要予測に対する電力需要、最大電力の達成度は 51% および 61% と低い値である。需要が予測よりも伸びなかった原因は、「モ」国の不安定な情勢の影響により、経済活動が滞り成長しなかったことにある。需要予測のシナリオでは、「モ」国の 2002 年から 2015 年にかけての GDP の平均成長率 7.38% を基準として、基本シナリオを設定し、±1% 変動させたものを低成長シナリオ、高成長シナリオとしている。しかし、「モ」国の近年の GDP の成長率は 2016 年時点で低成長シナリオの成長率 6.38% を下回る 3.8% であり、その後も低下を続けている。2020 年には GDP が前年を下回り、成長率は -1.2% であった。このようにシナリオと実際にずれが生じているため、EDM 内で需要予測を現実に沿った形で見直しを求める意見が上がっている。一方、実際の人口の増加率は 2.8~3.0% であり、需要予測のシナリオでの増加率 2.1~2.7% を上回っている。今後、「モ」国の問題が解消され、経済活動が活発になった際には、需要の伸びは需要予測に準ずるか上回るものになると推測される。

表 3.1-5 2015～2020 年の実績値と需要予測との比較

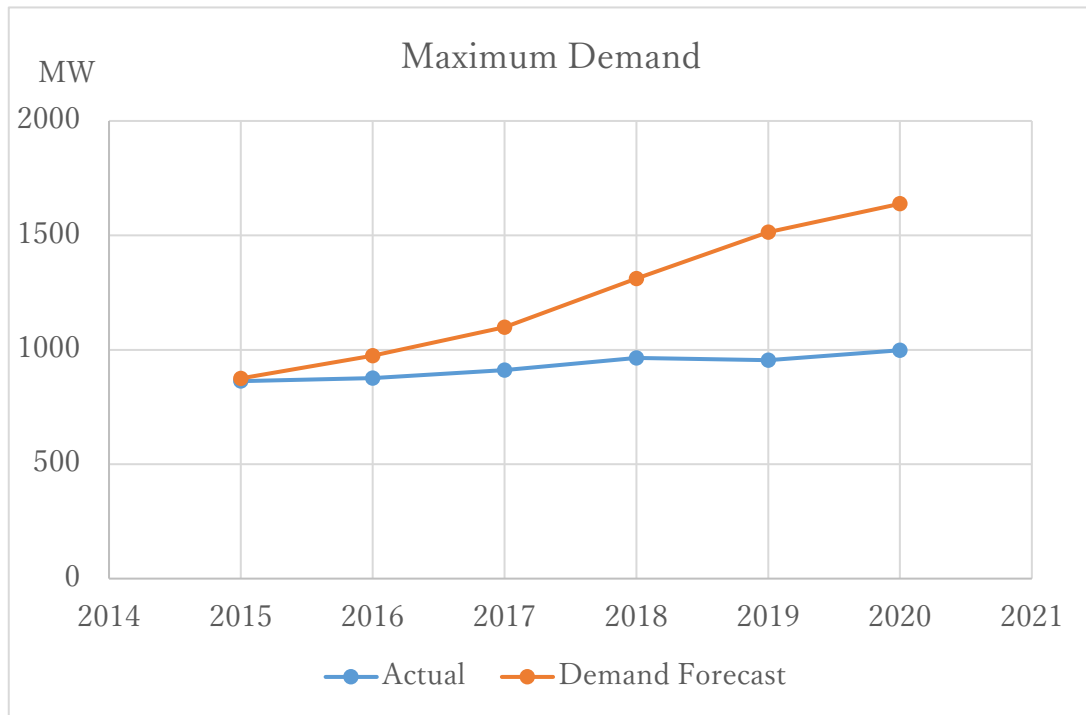
Year	Demand (GWh)			Maximum Demand (MW)		
	Actual	Forecast	Achievement(%)	Actual	Forecast	Achievement(%)
2015	3,908	3,908	100%	863	875	99%
2016	4,050	4,569	89%	876	974	90%
2017	3,954	5,119	77%	911	1,098	83%
2018	4,041	6,249	65%	964	1,311	74%
2019	4,143	7,325	57%	955	1,514	63%
2020	4,071	7,962	51%	998	1,638	61%

JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 3.1-4 需要の実績値と需要予測の比較



出典：JICA 調査団

図 3.1-5 最大電力の実績値と需要予測の比較

表 3.1-6 需要予測のシナリオ総括表

	一般需要家	中-大口需要家	Special Customers
低成長シナリオ	GDP : 6.38% 人口 : 2.1~2.7% 電化率 (On-grid) : 29%→78%	GDP : 6.38% 人口 : 2.1~2.7%	2016~2020年 : 積み上げ
基本シナリオ	GDP : 7.38% 人口 : 2.1~2.7% 電化率 (On-grid) : 29%→78%	GDP : 7.38% 人口 : 2.1~2.7%	2020年以降 : 2016年から2020年 までの平均増加量 で一定増加
高成長シナリオ	GDP : 8.38% 人口 : 2.1~2.7% 電化率 (On-grid) : 29%→78%	GDP : 8.38% 人口 : 2.1~2.7%	採用率 : 30%

MME Integrated Master Plan Mozambique Power System Development, November 2018

表 3.1-7 「モ」国の人口と実質 GDP (2006-2020 年)

	Population [thousand]	Growth [%]	GDP [Million USD]	Growth [%]
2006	21,080	-	8,626	-
2007	21,673	2.8%	9,293	7.7%
2008	22,277	2.8%	9,973	7.3%
2009	22,895	2.8%	10,603	6.3%
2010	23,532	2.8%	11,292	6.5%
2011	24,188	2.8%	12,130	7.4%
2012	24,863	2.8%	13,010	7.3%
2013	25,561	2.8%	13,916	7.0%
2014	26,286	2.8%	14,946	7.4%
2015	27,042	2.9%	15,951	6.7%
2016	27,830	2.9%	16,561	3.8%
2017	28,649	2.9%	17,181	3.7%
2018	29,496	3.0%	17,772	3.4%
2019	30,366	2.9%	18,184	2.3%
2020	31,255	2.9%	17,959	-1.2%

World Bank

(4) SAPP 加盟国の需要予測

表 3.1-8 および表 3.1-9 に SAPP 加盟国 12 カ国の 2020 年から 2025 年までの電力需要予測を示す。「モ」国の需要の値が表 3.1-1 や表 3.1-3 の値よりもはるかに大きいのが、これは「モ」国内に存在するアルミニウム精錬所 (Mozal 社) への送電分を含んでいるためである。Mozal 社は南アフリカ共和国の Eskom と電力購入契約を結んでおり、EDM からの直接の電力供給はない。

「モ」国は Cahora Bassa 水力発電所で発電される電力の大部分を SAPP へ送電しており、主に南アフリカ共和国、ジンバブエ、ボツワナに電力を輸出している。現状、「モ」国では需要に対し発電容量に余裕があり、南アフリカ共和国とジンバブエの需要は大きく伸びることが予想されているので、今後 SAPP へより多く電力を輸出できると考えられる。さらに 1,500MW の Mphanda Nkuwa 水力発電所が現在建設中であり、ここで発電された電力もまた SAPP へと輸出されることが予定されている。

SAPP 加盟国の需要の成長率に注目すると、ジンバブエの伸びが 16%以上と著しく高く、それにマラウイ、タンザニア、アンゴラが 10%周辺の成長率で続く。ジンバブエは「モ」国と同様に SAPP への主な電力輸出国となることが予想されている。また、需要の伸び量はアフリカ屈指の大国である南アフリカ共和国が最も大きく、5 年間で最大電力はおおよそ 6,000 MW、電力需要量はおよそ 40,000 GWh が伸びると予想されている。伸び量の大きさで

はジンバブエ、アンゴラが続く。「モ」国は2020年時点でSAPP加盟国の12カ国中5番目の電力需要量を誇るが、2025年にはタンザニアとジンバブエに抜かされ、7番目となる予想である。しかし今後「モ」国を取り巻く問題が解消された場合、より需要が伸びるため、一概に予測通りになるとは限らない。

表 3.1-8 SAPP 加盟国の最大電力予測 (2020-2025 年)

(MW)

Year	Angola	Botswana	Congo	Eswatini	Lesotho	Malawi	Mozambique	Namibia	South Africa	Tanzania	Zambia	Zimbabwe ¹
2020	3,717	824	3,787	248	178	627	2,255	742	38,667	2,190	3,432	2,236
2021	4,105	855	3,986	254	183	736	2,350	677	39,893	2,430	3,573	2,618
2022	4,498	914	4,213	259	188	845	2,484	696	41,040	2,690	3,724	3,088
2023	4,909	942	4,431	265	196	954	2,608	707	42,102	2,980	3,886	3,690
2024	5,326	971	4,649	270	201	1,063	2,679	716	43,269	3,300	4,060	4,394
2025	5,759	1,057	4,941	329	204	1,169	2,752	728	44,535	3,660	4,247	-
AAGR	9.2%	5.1%	5.5%	6.1%	2.8%	13.3%	4.1%	-0.3%	2.9%	10.8%	4.4%	18.4%
Growth	2,042	233	1,154	81	26	542	497	-14	5,868	1,470	815	2,158

注 1. ジンバブエの2025年の値が不自然に低く、表3.1-9と整合性が取れないため削除。
2017年時点の需要予測の値と同じであったため、更新に漏れがあったと思われる。

出典：SAPP Statistics 2019/20

表 3.1-9 SAPP 加盟国の電力需要量予測 (2020-2025 年)

(GWh)

Year	Angola	Botswana	Congo	Eswatini	Lesotho	Malawi	Mozambique	Namibia	South Africa	Tanzania	Zambia	Zimbabwe
2020	21,684	5,406	22,610	1,323	819	2,090	15,775	5,019	254,042	13,430	20,721	13,688
2021	23,948	5,609	23,797	1,353	864	2,299	16,342	4,421	262,094	14,890	21,185	16,036
2022	26,243	5,996	25,151	1,381	914	2,529	17,177	4,507	269,634	16,490	22,021	18,693
2023	28,639	6,180	26,452	1,412	962	2,782	17,947	4,557	276,608	18,270	22,894	22,304
2024	31,072	6,370	27,753	1,440	1,015	3,060	18,409	4,725	284,279	20,230	23,715	26,328
2025	33,598	6,930	29,497	1,466	1,069	3,366	18,843	4,793	292,593	22,440	24,667	29,388
AAGR	9.2%	5.1%	5.5%	2.1%	5.5%	10.0%	3.6%	-0.7%	2.9%	10.8%	3.6%	16.5%
Growth	11,914	1,524	6,887	143	250	1,276	3,068	-226	38,551	9,010	3,946	15,700

出典：SAPP Statistics 2019/20

3.2 南部系統における電力供給

(1) 「モ」国における電力供給量

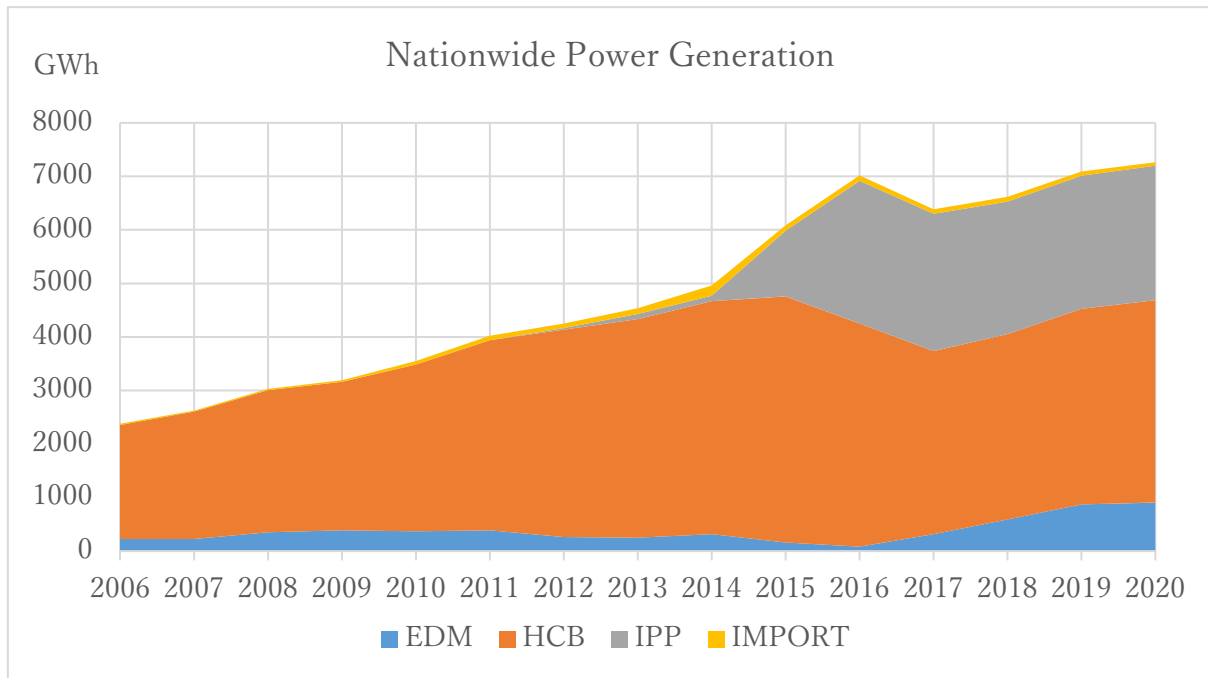
表 3.2-1 および図 3.2-1 に全国の 2006 年から 2020 年までの発電量と発電割合を示す。

「モ」国全体での電力供給量は 2006 年と 2016 年を比較すると、10 年間でおよそ 3 倍に増加している。特に 2015 年には IPP による発電が開始され、伸びが著しい。しかし 2017 年には電力供給量が減少し、以降の増加はなだらかである。これは 2016 年に「モ」国の隠し債権問題が発覚し、融資を受けにくい状況になった影響と考えられる。「モ」国の電力供給シェアの大半は HCB が占め、IPP 参入以前よりは減少したものの、2020 年でも 50%ほどを占める。EDM のシェアは 2016 年にはわずか 1.2%であったが、2018 年より Maputo ガス複合式火力発電所が運転を開始し、2020 年にはシェアを 12.5%にまで伸ばしている。また、420 MW の Temane 火力発電所や 1500 MW の Mphanda Nkuwa 水力発電所の建設プロジェクトが進行中であり、今後さらにシェアを伸ばすことが期待される。

表 3.2-1 2006 年～2020 年までの発電量と発電割合

Year	EDM		HCB		IPP		IMPORT		ENERGY TOTAL	EXPORT	Gross Available for Domestic
	(GWh)	(%)	(GWh)	(%)	(GWh)	(%)	(GWh)	(%)			
2006	224	9.4%	2,130	89.4%	0	0.0%	27	1.1%	2,382	498	1,884
2007	224	8.5%	2,381	90.8%	0	0.0%	17	0.6%	2,622	523	2,099
2008	352	11.6%	2,653	87.5%	0	0.0%	27	0.9%	3,032	670	2,362
2009	386	12.1%	2,775	86.9%	0	0.0%	32	1.0%	3,193	514	2,679
2010	368	10.4%	3,118	87.8%	0	0.0%	67	1.9%	3,553	580	2,973
2011	389	9.7%	3,549	88.2%	0	0.0%	87	2.2%	4,025	669	3,356
2012	263	6.2%	3,874	91.1%	30	0.7%	84	2.0%	4,251	329	3,922
2013	251	5.5%	4,084	90.0%	95	2.1%	109	2.4%	4,538	260	4,278
2014	318	6.4%	4,351	87.7%	102	2.1%	190	3.8%	4,962	160	4,802
2015	158	2.6%	4,599	75.6%	1,229	20.2%	99	1.6%	6,085	862	5,223
2016	83	1.2%	4,167	59.4%	2,666	38.0%	103	1.5%	7,019	1,541	5,478
2017	317	5.0%	3,418	53.5%	2,568	40.2%	84	1.3%	6,387	964	5,423
2018	593	9.0%	3,458	52.3%	2,478	37.5%	87	1.3%	6,616	907	5,709
2019	873	12.3%	3,651	51.5%	2,491	35.1%	74	1.0%	7,089	1,373	5,716
2020	905	12.5%	3,784	52.1%	2,511	34.6%	64	0.9%	7,264	1,424	5,840

出典：EDM Annual Stastical Report



出典：EDM Annual Stastical Report

図 3.2-1 2006年～2020年までの発電量と発電割合の推移

(2) 南部系統における電力供給量

現在稼働している EDM 所有の発電所を系統ごとに以下に示す。

<北部地域>

- Lichinga (発電容量：0.73 MW、水力発電所)
- Cuamba (発電容量：1.09 MW、水力発電所)

<中部地域>

- Mavuzi (発電容量：52 MW、水力発電所)
- Chicamba (発電容量：44 MW、水力発電所)
- Beira (発電容量：14 MW、ガス炊きバックアップ電源)

<南部地域>

- Maputo (発電容量：106 MW、ガス複合式サイクル火力発電所)
- Temane (発電容量：11.2 MW、ガス炊きオフグリッド火力発電所)
- Corumana (発電容量：16.6 MW、水力発電所)

表 3.2-2 および図 3.2-2 に 2006 年から 2020 年までの地域ごとの EDM による発電量とその割合を示す。また、表 3.2-3 および図 3.2-3 に各発電所の発電量を示す。南部地域で Maputo 火力発電所が運転を開始する 2018 年までは中部地域の Mavuzi や Corumana といった水力発電

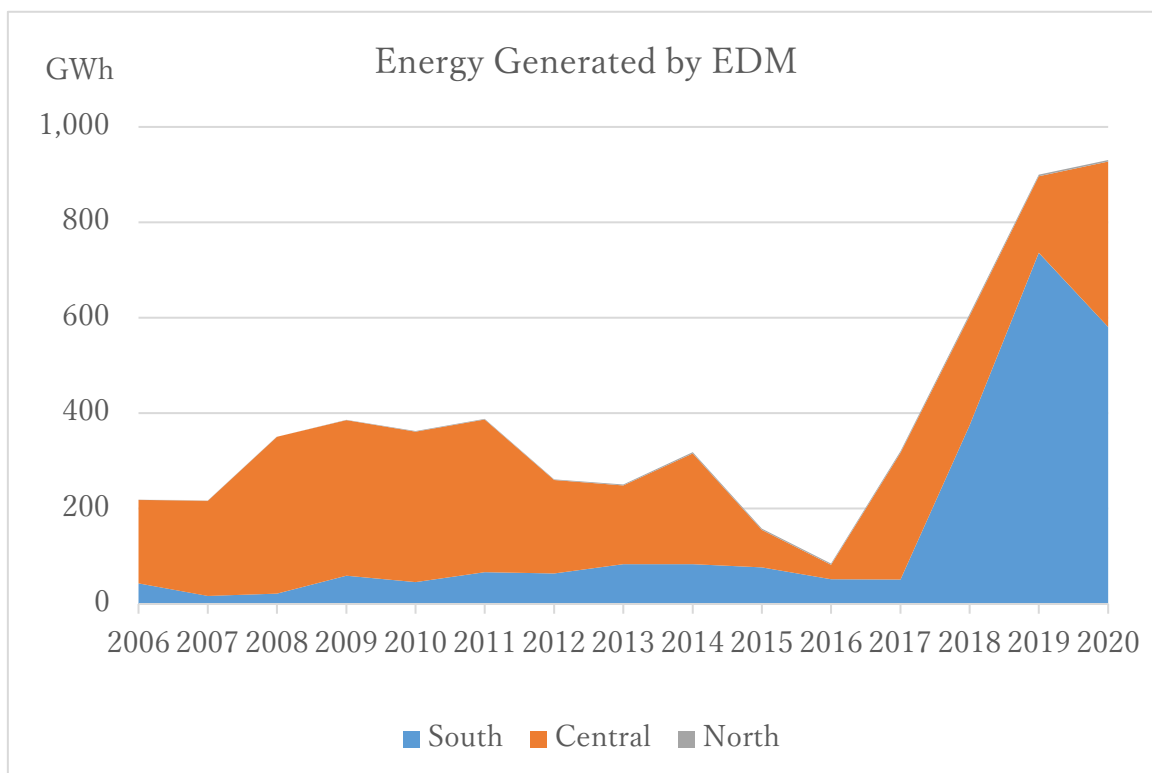
所が EDM の発電の大半を担っていた。2015 年、2016 年の中部地域での発電量の落ち込みは「モ」国において深刻な干ばつが発生したためである。2018 年に Maputo 火力発電所が運転を開始してからは、南部地域での発電量が主要となった。2020 年時点で南部地域での発電量は 581 GWh であり、送配電ロスを考慮するとこれは南部地域の需要 2026 GWh のおよそ 20%に当たる。現在、南部地域では 420 MW の Temane 火力発電所、北部地域では 1500 MW の Mphanda Nkuwa 水力発電所の建設プロジェクトが進行中であり、今後、南部、北部地域での発電量の大幅な増大が見込まれる。また、EDM 所有の発電所は火力と水力が主であるが、現在世界的に火力発電への風当たりが強いことや、2016 年のような干ばつが再度発生した際のリスクを考慮すると、太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーを積極的に取り入れ、エネルギーセキュリティを高めることが必要と考えられる。

表 3.2-2 2006 年～2020 年までの EDM による発電量と発電割合

(MWh)

Year	South		Central		North		Total
2006	42,944	20%	175,500	80%	0	0%	218,443
2007	16,805	8%	199,602	92%	0	0%	216,407
2008	21,526	6%	328,659	94%	0	0%	350,185
2009	59,227	15%	326,307	85%	330	0%	385,864
2010	45,932	13%	315,465	87%	841	0%	362,237
2011	66,547	17%	320,335	83%	1,372	0%	388,254
2012	64,009	24%	195,774	75%	1,645	1%	261,428
2013	83,181	33%	165,592	66%	2,004	1%	250,777
2014	83,647	26%	231,702	73%	2,905	1%	318,254
2015	76,415	48%	78,699	50%	2,945	2%	158,060
2016	51,831	61%	30,493	36%	2,234	3%	84,557
2017	50,928	16%	266,300	83%	3,225	1%	320,454
2018	374,447	62%	229,761	38%	3,565	1%	607,774
2019	736,027	82%	160,726	18%	3,145	0%	899,898
2020	580,529	62%	346,908	37%	3,188	0%	930,625

出典：EDM Annual Stastical Report



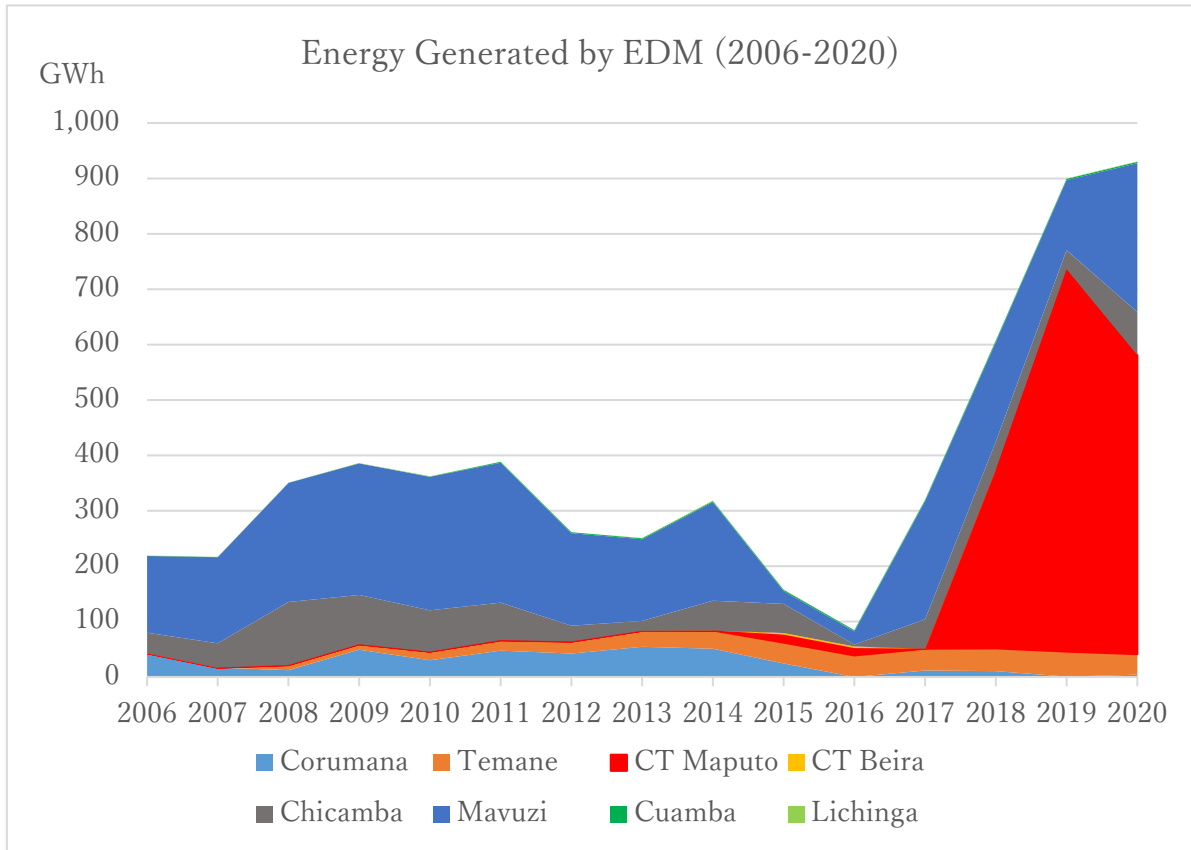
出典：EDM Annual Stastical Report

図 3.2-2 2006年～2020年までのEDMによる発電量と発電割合の推移

表 3.2-3 2006年～2020年までのEDM所有の各発電所の発電量

Year	South			Central			North		Total
	Corumana	Temane	CT Maputo	CT Beira	Chicamba	Mavuzi	Cuamba	Lichinga	
2006	42,944	0	0	0	36,600	138,900	0	0	218,443
2007	16,805	0	0	0	44,141	155,461	0	0	216,407
2008	11,961	9,565	0	0	113,777	214,882	0	0	350,185
2009	49,032	10,195	0	20	88,624	237,664	143	187	385,864
2010	30,391	15,374	167	0	74,422	241,044	614	227	362,237
2011	47,393	18,760	394	0	67,591	252,744	1,346	26	388,254
2012	42,183	21,580	246	0	28,231	167,543	1,313	332	261,428
2013	54,409	28,773	0	0	17,749	147,842	1,591	413	250,777
2014	51,104	32,543	0	0	53,784	177,918	2,219	686	318,254
2015	24,189	37,476	14,750	2,547	53,107	23,045	2,066	879	158,060
2016	0	38,601	13,230	2,896	3,637	23,960	1,832	402	84,557
2017	11,784	39,145	0	4	53,249	213,047	2,626	600	320,454
2018	10,251	41,098	323,098	0	50,149	179,613	2,964	601	607,774
2019	741	45,053	690,233	43	34,114	126,569	2,140	1,005	899,898
2020	4,179	37,064	539,286	232	77,963	268,712	2,497	691	930,625
Total	397,366	375,227	1,581,403	5,743	797,137	2,568,944	21,352	6,048	5,753,218

出典：EDM Annual Stastical Report



出典：EDM Annual Stastical Report

図 3.2-3 2006年～2020年までのEDM所有の各発電所の発電量の推移

3.3 南部系統における今後の需要予測

(1) マスタープランによる「モ」国の需要予測

「モ」国全体の電力需要の予測は、「モ」国の鉱物資源エネルギー省が2018年11月に発行したIntegrated Master Plan Mozambique Power System Developmentに掲載されている。この報告書に掲載されている「モ」国の需要予測を表3.3-1に示す。最大電力需要の2015年の実績は「モ」国全土で721MWとなっていた。2020年の電力需要の予測は2015年の約2倍の1,494MWと予想されていた。南部地域の2015年の電力需要の実績は「Inhambane (Inhambane州)」、「Gaza (Gaza州)」、「Maputo Province (Maputo州)」、「Maputo City (Maputo市)」で386MWとなっていた。また、同地域の2020年の電力需要の予測は2015年の約2倍の765MWとなり、全国の電力需要の伸び率と同等の値になっている。

マスタープランに基づく2015年～2040年までの最大電力需要の前年伸び率について表3.3-1に示した最大電力需要より表3.3-2に示すとおり整理した。2015年から2020年の最大電力需要の伸び率は「モ」国のほとんどの地域で10%を超える値となっており、後年度になると約5%と伸び率は小さくなっている。さらに、表3.3-2に示した各年の前年伸び率より、5年間の平均伸び率を算出した結果を表3.3-3に示す。

表 3.3-1 マスタープランに示された 2015 年～2040 年までの最大電力需要

(Unit: MW)

Year	Northern			Central				Southern				Total
	Cabo Delgado	Niassa	Nampula	Zambezia	Manica	Tete	Sofala	Inhambane	Gaza	Maputo Province	Maputo City	
2015	21.4	12.5	94.3	33.9	26.6	73.0	73.9	18.0	43.3	160.1	164.1	721.1
2016	32.6	14.5	109.8	33.2	30.5	74.9	79.2	22.4	53.4	169.1	209.6	829.2
2017	39.5	17.9	126.5	39.6	38.3	84.2	88.6	25.8	64.8	196.4	238.9	960.5
2018	45.9	26.0	182.6	43.4	45.5	89.6	160.4	28.6	70.8	223.7	256.1	1,172.6
2019	58.3	29.5	195.0	63.5	49.1	99.4	182.6	31.5	77.1	311.3	277.3	1,374.6
2020	68.0	31.4	207.5	72.5	52.8	105.7	190.8	36.4	83.9	331.5	313.6	1,494.1
2021	77.9	35.3	230.7	81.6	58.4	113.4	215.1	40.0	91.6	367.7	341.4	1,653.1
2022	88.1	39.3	254.6	90.9	64.2	121.4	239.9	43.8	99.7	404.4	370.5	1,816.8
2023	98.7	43.5	279.1	100.6	70.2	129.9	265.1	47.8	108.2	441.8	400.9	1,985.8
2024	109.6	47.8	304.5	110.5	76.4	138.9	290.9	52.1	117.0	479.8	432.6	2,160.1
2025	121.0	52.2	330.6	120.7	83.0	148.3	317.2	56.5	126.3	518.5	465.9	2,340.2
2026	132.8	56.8	357.5	131.3	89.8	158.3	344.0	61.1	135.9	557.9	500.8	2,526.2
2027	145.2	61.6	385.3	142.2	96.9	168.9	371.4	66.0	146.0	598.1	537.3	2,718.9
2028	158.0	66.5	414.1	153.5	104.3	180.0	399.4	71.2	156.6	639.1	575.7	2,918.4
2029	171.3	71.6	443.8	165.1	112.1	191.9	428.0	76.6	167.7	681.0	616.0	3,125.1
2030	185.3	76.8	474.6	177.2	120.3	204.4	457.4	82.4	179.4	723.8	658.3	3,339.9
2031	199.9	82.3	506.4	189.7	128.8	217.7	487.5	88.4	191.6	767.8	702.8	3,562.9
2032	215.0	87.9	539.1	202.6	137.5	231.5	518.2	94.8	204.3	813.1	749.6	3,793.6
2033	230.8	93.7	572.9	215.8	146.6	246.0	549.6	101.5	217.6	859.7	798.7	4,032.9
2034	247.2	99.6	607.7	229.4	155.9	261.1	581.7	108.5	231.6	907.8	850.4	4,280.9
2035	264.4	105.7	643.8	243.5	165.5	277.0	614.5	115.9	246.1	957.5	904.8	4,538.7
2036	282.3	112.0	681.0	258.1	175.5	293.7	648.2	123.6	261.4	1,008.7	962.1	4,806.6
2037	301.1	118.5	719.6	273.1	185.8	311.2	682.8	131.9	277.4	1,061.5	1,022.6	5,085.5
2038	320.8	125.3	759.7	288.7	196.1	329.6	718.3	140.5	294.2	1,116.2	1,086.6	5,376.0
2039	341.4	132.3	801.2	304.8	207.7	348.9	754.8	149.7	311.8	1,172.6	1,154.0	5,679.2
2040	363.2	139.5	844.4	321.5	219.2	369.2	792.3	159.4	330.4	1,231.0	1,225.3	5,995.4
2041	385.2	146.2	888.1	337.9	230.3	389.3	828.4	169.4	348.6	1,293.3	1,297.0	6,313.7
2042	408.8	153.5	934.0	355.3	242.2	411.0	866.6	180.0	368.3	1,356.7	1,374.5	6,650.9

出典：MME Integrated Master Plan Mozambique Power System Development, November 2018

表 3.3-2 マスタープランに基づく 2015 年～2040 年までの最大電力需要の前年伸び率

Year	Northern			Central				Southern				Total
	Cabo Delgado	Niassa	Nampula	Zambezia	Manica	Tete	Sofala	Inhambane	Gaza	Maputo Province	Maputo City	
2015	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2016	52.3%	16.0%	16.4%	-2.1%	14.7%	2.6%	7.2%	24.4%	23.3%	5.6%	27.7%	15.0%
2017	21.2%	23.4%	15.2%	19.3%	25.6%	12.4%	11.9%	15.2%	21.3%	16.1%	14.0%	15.8%
2018	16.2%	45.3%	44.3%	9.6%	18.8%	6.4%	81.0%	10.9%	9.3%	13.9%	7.2%	22.1%
2019	27.0%	13.5%	6.8%	46.3%	7.9%	10.9%	13.8%	10.1%	8.9%	39.2%	8.3%	17.2%
2020	16.6%	6.4%	6.4%	14.2%	7.5%	6.3%	4.5%	15.6%	8.8%	6.5%	13.1%	8.7%
2021	14.6%	12.4%	11.2%	12.6%	10.6%	7.3%	12.7%	9.9%	9.2%	10.9%	8.9%	10.6%
2022	13.1%	11.3%	10.4%	11.4%	9.9%	7.1%	11.5%	9.5%	8.8%	10.0%	8.5%	9.9%
2023	12.0%	10.7%	9.6%	10.7%	9.3%	7.0%	10.5%	9.1%	8.5%	9.2%	8.2%	9.3%
2024	11.0%	9.9%	9.1%	9.8%	8.8%	6.9%	9.7%	9.0%	8.1%	8.6%	7.9%	8.8%
2025	10.4%	9.2%	8.6%	9.2%	8.6%	6.8%	9.0%	8.4%	7.9%	8.1%	7.7%	8.3%
2026	9.8%	8.8%	8.1%	8.8%	8.2%	6.7%	8.4%	8.1%	7.6%	7.6%	7.5%	7.9%
2027	9.3%	8.5%	7.8%	8.3%	7.9%	6.7%	8.0%	8.0%	7.4%	7.2%	7.3%	7.6%
2028	8.8%	8.0%	7.5%	7.9%	7.6%	6.6%	7.5%	7.9%	7.3%	6.9%	7.1%	7.3%
2029	8.4%	7.7%	7.2%	7.6%	7.5%	6.6%	7.2%	7.6%	7.1%	6.6%	7.0%	7.1%
2030	8.2%	7.3%	6.9%	7.3%	7.3%	6.5%	6.9%	7.6%	7.0%	6.3%	6.9%	6.9%
2031	7.9%	7.2%	6.7%	7.1%	7.1%	6.5%	6.6%	7.3%	6.8%	6.1%	6.8%	6.7%
2032	7.6%	6.8%	6.5%	6.8%	6.8%	6.3%	6.3%	7.2%	6.6%	5.9%	6.7%	6.5%
2033	7.3%	6.6%	6.3%	6.5%	6.6%	6.3%	6.1%	7.1%	6.5%	5.7%	6.6%	6.3%
2034	7.1%	6.3%	6.1%	6.3%	6.3%	6.1%	5.8%	6.9%	6.4%	5.6%	6.5%	6.1%
2035	7.0%	6.1%	5.9%	6.1%	6.2%	6.1%	5.6%	6.8%	6.3%	5.5%	6.4%	6.0%
2036	6.8%	6.0%	5.8%	6.0%	6.0%	6.0%	5.5%	6.6%	6.2%	5.3%	6.3%	5.9%
2037	6.7%	5.8%	5.7%	5.8%	5.9%	6.0%	5.3%	6.7%	6.1%	5.2%	6.3%	5.8%
2038	6.5%	5.7%	5.6%	5.7%	5.5%	5.9%	5.2%	6.5%	6.1%	5.2%	6.3%	5.7%
2039	6.4%	5.6%	5.5%	5.6%	5.9%	5.9%	5.1%	6.5%	6.0%	5.1%	6.2%	5.6%
2040	6.4%	5.4%	5.4%	5.5%	5.5%	5.8%	5.0%	6.5%	6.0%	5.0%	6.2%	5.6%
2041	6.1%	4.8%	5.2%	5.1%	5.1%	5.4%	4.6%	6.3%	5.5%	5.1%	5.9%	5.3%
2042	6.1%	5.0%	5.2%	5.1%	5.2%	5.6%	4.6%	6.3%	5.7%	4.9%	6.0%	5.3%

出典：JICA 調査団

表 3.3-3 マスタープランに基づく 2015 年～2040 年までの 5 年間平均伸び率

Year	Northern			Central				Southern				Total
	Cabo Delgado	Niassa	Nampula	Zambezia	Manica	Tete	Sofala	Inhambane	Gaza	Maputo Province	Maputo City	
2016 ~ 2020	26.7%	20.9%	17.8%	17.5%	14.9%	7.7%	23.7%	15.2%	14.3%	16.3%	14.1%	15.8%
2021 ~ 2025	12.2%	10.7%	9.8%	10.7%	9.5%	7.0%	10.7%	9.2%	8.5%	9.4%	8.2%	9.4%
2026 ~ 2030	8.9%	8.0%	7.5%	8.0%	7.7%	6.6%	7.6%	7.8%	7.3%	6.9%	7.2%	7.4%
2031 ~ 2035	7.4%	6.6%	6.3%	6.6%	6.6%	6.3%	6.1%	7.1%	6.5%	5.8%	6.6%	6.3%
2036 ~ 2040	6.6%	5.7%	5.6%	5.7%	5.8%	5.9%	5.2%	6.6%	6.1%	5.2%	6.3%	5.7%

出典：JICA 調査団

(2) 需要予測の動向を確認するための収集資料

今後の需要予測の検討にあたり、EDM が作成した資料を収集した。現在の需要やこれからの需要予測が記載されている資料として、EDM が 2020 年に発行した BUSINESS PLAN 2020-2024 と 2020 年度版の統計データ (Annual statistical report 2020 [以下、統計データという]) を入手した。

綿密な需要予測は、人口予測データや、GDP など経済成長予測など電力需要と関連のある社会的な動向を示す種々のデータが必要になる。しかし、本調査は南部地域の需要動向がどのような傾向となっているかを確認するため、マスタープラン発行後に EDM が検討した BUSINESS PLAN 2020-2024 や統計データに基づくこととした。

(3) BUSINESS PLAN 2020-2024 に基づく電力需要の伸び率

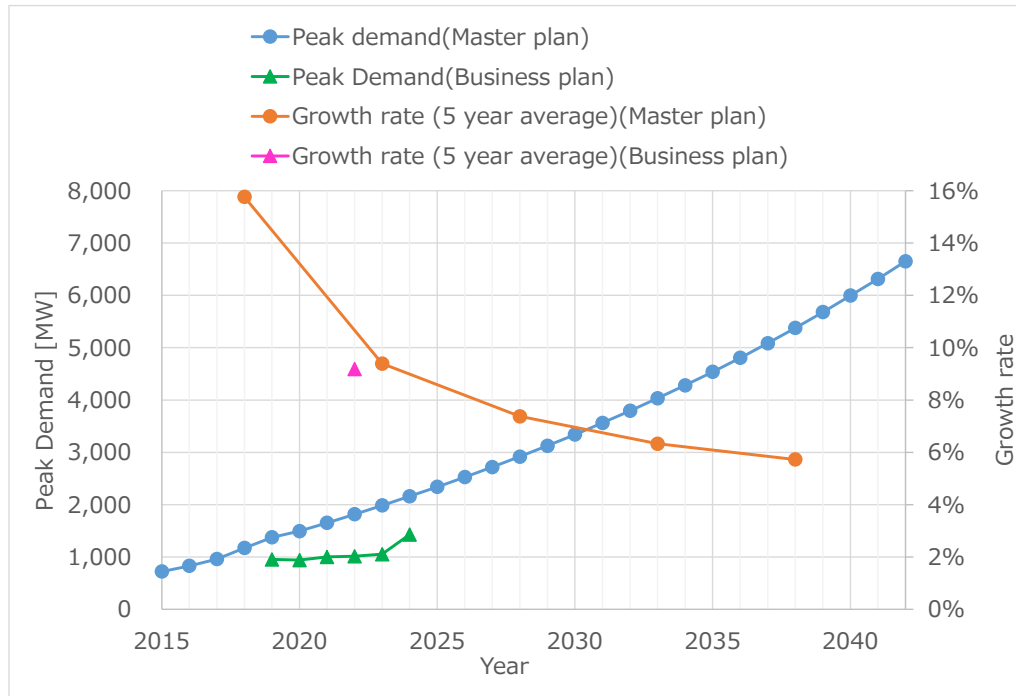
BUSINESS PLAN 2020-2024 は、EDM の経営に係るモザンビーク全体の短期計画を整理している。BUSINESS PLAN 2020 年～2024 年までの「モ」国全体の最大電力需要を表 3.3-4 に示す。2019 年から 2023 年までは低調な電力需要の伸び率となっているが、2023 年から 2024 年にかけて電力需要の単年度の伸び率は 35.8% と急激な伸びを示している。BUSINESS PLAN 2020-2024 によれば、2024 年に IPP 電源より供給力を確保しており、電力供給が向上することにより、潜在的な電力需要（無電化村の電化や電力ネットワークの拡充）への電力供給が可能となり電力需要も伸びると推測される。

表 3.3-4 BUSINESS PLAN 2020 年～2024 年までの最大電力需要

Year	Maximum Demand [MW]	Growth Rate/Year
2019	954	---
2020	941	-1.4%
2021	1,000	6.3%
2022	1,015	1.5%
2023	1,052	3.6%
2024	1,429	35.8%
Average		9.2%

出典：EDM BUSINESS PLAN 2020-2024

BUSINESS PLAN 2020-2024 に示された電力需要予測とマスタープランに示された電力需要および電力需要の伸び率の 5 年平均のグラフを図 3.3-1 に示す。BUSINESS PLAN 2020-2024 に示された電力需要の 5 年平均の伸び率は約 9.2%となっていた。また、マスタープランによる電力需要の伸び率も 2025 年以降は 8%程度で推移している。BUSINESS PLAN では 2024 年から電力需要が回復することが予想され、COVID-19 の影響や他国からの経済支援も回復する予想されていると理解される。また、BUSINESS PLAN はマスタープランの電力需要の伸び率と同等であることが確認できた。



出典：JICA 調査団

図 3.3-1 2015 年～2040 年までの電力需要の推移と 5 年平均の伸び率
(BUSINESS PLAN 2020-2024 に基づく)

(4) 統計データの需要実績

「モ」国の2004年から2020年までの電力需要はAnnual statistical report で表3.3-5のとおり整理されている。「モ」国の2020年の電力需要は998MWであり、マスタープランに示された2020年の電力需要の1,494MWの約70%となっている。実際の電力需要とマスタープランで予測された電力需要の差が大きくなっているのは、3.1項に示したように、2016年に発覚した「モ」国の隠し債務問題、2017年の北部地域の武装勢力による暴動、2019年のサイクロン被害によるものと考えられ、電力需要が減少し統計データに表れている。

表 3.3-5 統計データに示された「モ」国全体の最大電力需要の実績と前年伸び率

Year	Max Demand [MW]	Growth Rate / Year
2004	266.0	---
2005	285.0	7.1%
2006	320.0	12.3%
2007	364.0	13.8%
2008	416.0	14.3%
2009	418.0	0.5%
2010	534.0	27.8%
2011	610.0	14.2%
2012	706.0	15.7%
2013	761.0	7.8%
2014	831.0	9.2%
2015	863.0	3.9%
2016	876.0	1.5%
2017	911.0	4.0%
2018	964.0	5.8%
2019	955.0	-0.9%
2020	998.0	4.5%

出典：Annual statistical report 2020

表 3.3-5 に示した電力需要の前年伸び率は、COVID-19 のような社会情勢が大きく変わると電力需要も大きな変化があり、電力需要の伸び率の全体の様子がわからない。このため、表 3.3-5 の伸び率を5年毎の平均伸び率を表 3.3-6 に整理した。2015年以前は10%を超える高い電力需要の伸び率を示しているが、2016年から2020年の電力需要の伸び率は3%となり、近年は電力需要の伸びが鈍化していることがここからも明らかになった。

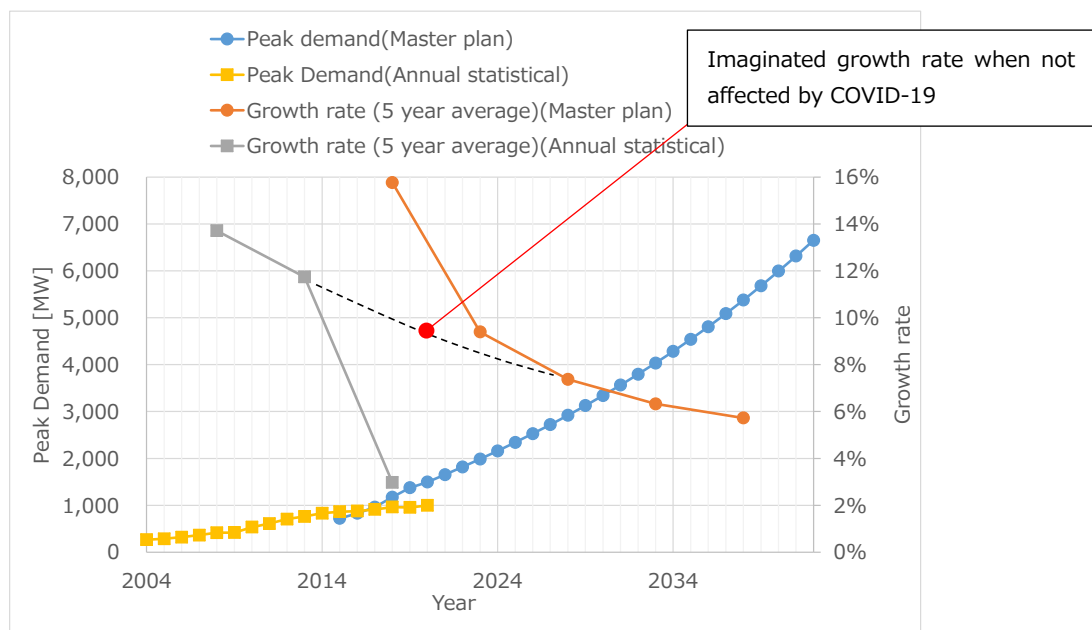
表 3.3-6 統計データに示された最大電力需要の5年平均伸び率

Year	Growth Rate / 5 Year average
2006 ~ 2010	13.7%
2011 ~ 2015	11.7%
2016 ~ 2020	3.0%

出典：JICA 調査団

(5) 統計データの需要に基づく今後の電力需要の伸び率

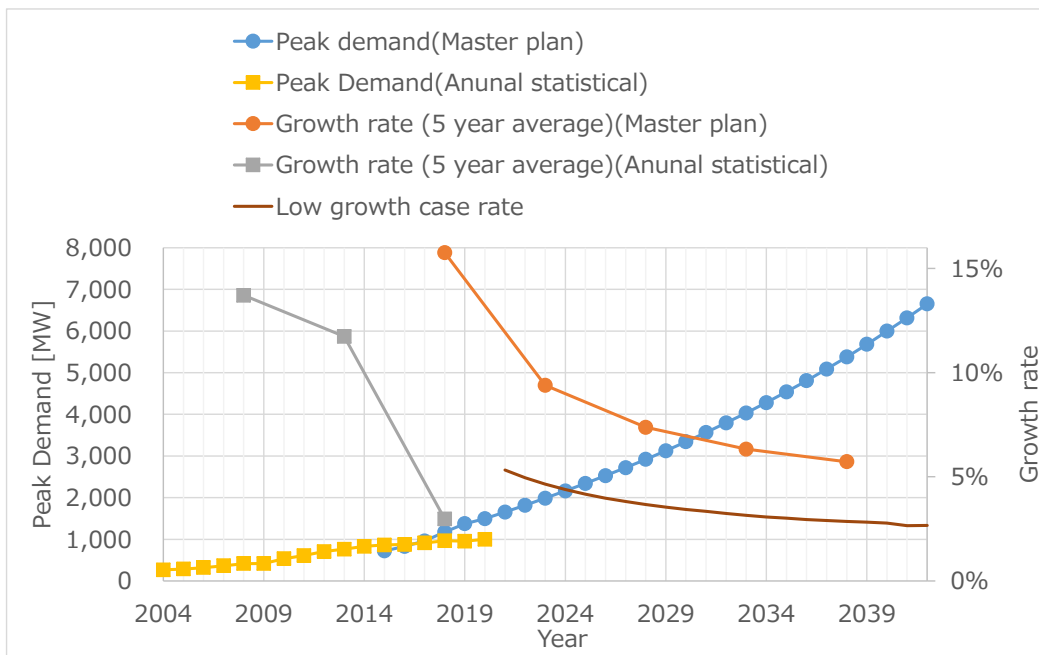
統計データに示された電力需要（実績値）とマスタープランに示された電力需要および電力需要の伸び率の5年平均のグラフを図 3.3-2 に示す。全体の推移をみると、統計データの2018年の電力需要は964MW、マスタープランの2018年の電力需要予測は1,172MWで同様な傾向を示している。しかし、2019年以降の電力需要はCOVID-19などに端を発す社会情勢の変化により、電力需要の伸びが鈍化しマスタープランの電力需要予測と乖離する方向となっている。しかし、電力需要の伸び率のトレンドを見ると、もし、COVID-19の影響がないと想定した場合は、統計データの伸び率を参考にすると、線形的にマスタープランの伸び率と一致する。このため、COVID-19の影響などが緩和されれば、今後の電力需要は回復し、電力需要の伸び率はマスタープランで想定された電力需要と同等の伸び率になるのではないかと想定され、このケースを高需要伸び率として扱う。



出典：JICA 調査団

図 3.3-2 統計データとマスタープランの電力需要の推移と5年平均の伸び率

しかし、COVID-19の影響などが緩和されても経済活動が順調に回復できず、電力需要の伸びも鈍化する可能性も考えられる。今後の経済回復現時点では想定することは限られたデータからは難しいため、低い電力需要の伸び率のケースも用意することとした。今後の電力需要はマスタープランのような伸び率まで回復せず、電力需要の伸び率は図 3.3-3 に示すようなマスタープランの電力需要の伸び率の半分と想定することとした。電力需要の伸び率を半分想定した理由は、COVID-19の影響による経済回復の遅れや、「モ」国の債務隠し問題に端を発する他国からの資金援助の再開が遅れ経済活動が停滞することを想定した。



出典：JICA 調査団

図 3.3-3 統計データとマスタープランの電力需要の推移と 5 年平均の伸び率及び低需要伸び率

(6) 「モ」国全体の需要予測

「モ」国全体の需要予測にあたり、前項で整理したとおり、マスタープランに示された電力需要の伸び率と同値で電力需要を想定する高需要伸び率 (High growth case) と、COVID-19 などの影響により今後の経済活動が停滞すると仮定し、マスタープランに示された電力需要の伸び率の半分で電力上を想定する低需要伸び率 (Low growth case) の 2 ケースを想定した。

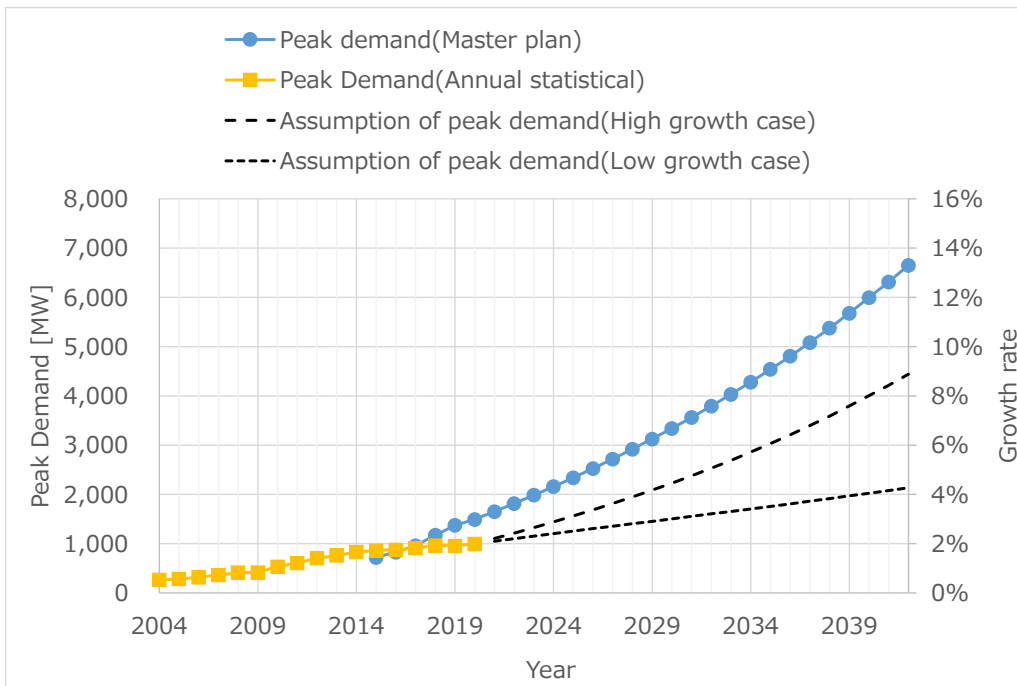
「モ」国全体の需要を高伸び率と低伸び率に基づいた予測を表 3.3-7 に示す。この表に基づいた電力需要の実績およびマスタープランと「モ」国全体の需要予測結果を図 3.3-4 のとおりグラフ化した。今後の電力需要の予測は、マスタープランと同等にならないと考えるが、最大でマスタープランの半分程度の電力需要は見込めるものと推測され

る。今後、電力需要が伸びる中で、EDM の電源が確保でき、無電化村の解消や電力供給網が整備されていくと、潜在的な電力ニーズが電力需要として出現し、加速度的に電力需要が増えることも否定できないと考える。

表 3.3-7 「モ」国全体の電力需要予測

Year	High growth case		Low growth case	
	Growth rate on Master plan	Assumption of peak demand [MW]	Half of growth rate on master plan	Assumption of peak demand [MW]
2020	---	998.0	---	998.0
2021	10.6%	1,104.2	5.3%	1,051.1
2022	9.9%	1,213.6	5.0%	1,103.1
2023	9.3%	1,326.4	4.7%	1,154.5
2024	8.8%	1,442.9	4.4%	1,205.1
2025	8.3%	1,563.2	4.2%	1,255.4
2026	7.9%	1,687.4	4.0%	1,305.2
2027	7.6%	1,816.1	3.8%	1,355.0
2028	7.3%	1,949.4	3.7%	1,404.7
2029	7.1%	2,087.4	3.5%	1,454.5
2030	6.9%	2,230.9	3.4%	1,504.5
2031	6.7%	2,379.9	3.3%	1,554.7
2032	6.5%	2,534.0	3.2%	1,605.0
2033	6.3%	2,693.8	3.2%	1,655.7
2034	6.1%	2,859.5	3.1%	1,706.6
2035	6.0%	3,031.7	3.0%	1,757.9
2036	5.9%	3,210.6	3.0%	1,809.8
2037	5.8%	3,396.9	2.9%	1,862.3
2038	5.7%	3,591.0	2.9%	1,915.5
2039	5.6%	3,793.5	2.8%	1,969.5
2040	5.6%	4,004.7	2.8%	2,024.4
2041	5.3%	4,217.3	2.7%	2,078.1
2042	5.3%	4,442.5	2.7%	2,133.6

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 3.3-4 推定した「モ」国全土の電力需要予測

(7) 南部系統における今後の需要予測

南部系統の2004年から2020年までの電力需要はAnnual statistical reportで表3.3-8のとおりである。南部系統における2020年の電力需要は609MWであり、マスタープランに示された2020年の電力需要の765.4MWの約80%となっている。

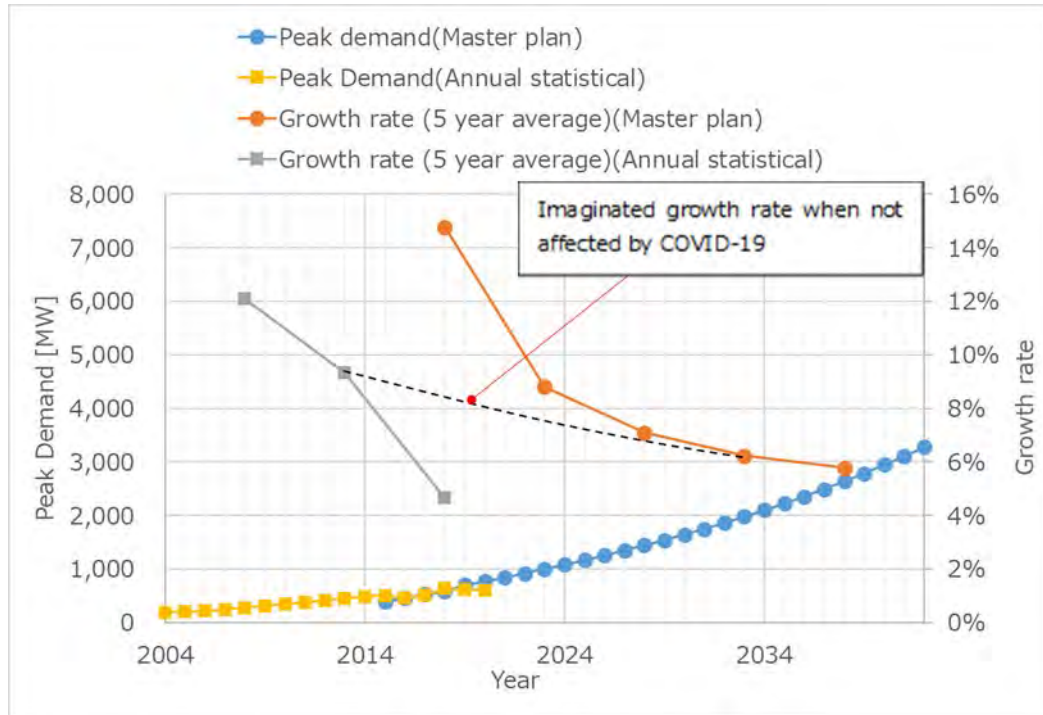
表 3.3-8 統計データに示された南部地域の最大電力需要の実績と前年伸び率と
マスタープランに示された南部地域の最大電力需要と前年伸び率

Year	Annual Statistical report		Master Plan	
	Max Demand [MW]	Growth Rate / Year	Max Demand [MW]	Growth Rate / Year
2004	186.0	---	-	-
2005	195.0	4.8%	-	-
2006	216.0	10.8%	-	-
2007	244.0	13.0%	-	-
2008	279.0	14.3%	-	-
2009	312.0	11.8%	-	-
2010	345.0	10.6%	-	-
2011	374.0	8.4%	-	-
2012	412.0	10.2%	-	-
2013	448.0	8.7%	-	-
2014	487.0	8.7%	-	-
2015	499.0	2.5%	385.5	---
2016	461.0	-7.6%	454.5	17.9%
2017	509.0	10.4%	525.9	15.7%
2018	631.0	24.0%	579.2	10.1%
2019	613.0	-2.9%	697.2	20.4%
2020	609.0	-0.7%	765.4	9.8%

出典：Annual statistical report 2020

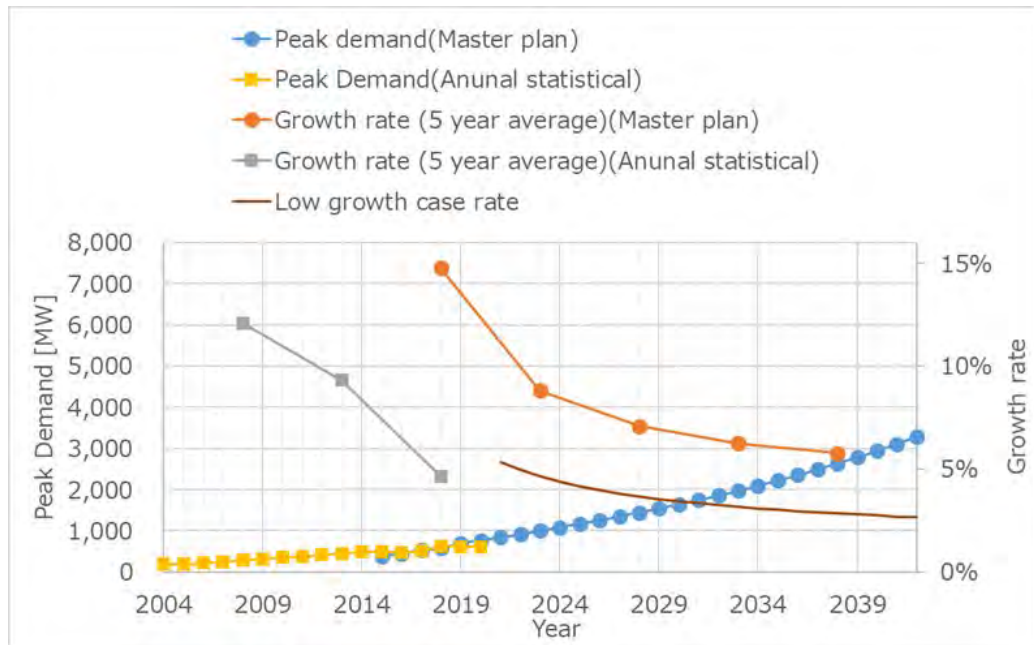
MME Integrated Master Plan Mozambique Power System Development, November 2018

南部系統における今後の需要予測として、(5)で記載した「モ」国全土の電力需要予測と同様にマスタープランに示された電力需要の伸び率と同値で電力需要を想定する高需要伸び率と、COVID-19などの影響により今後の経済活動が停滞すると仮定し、マスタープランに示された電力需要の伸び率の半分で電力上を想定する低需要伸び率の2ケースを想定した。(5)で示した「モ」国全土の図3.3-2と図3.3-3に相当する南部地域のグラフを図3.3-5と図3.3-6に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.3-5 南部地域の統計データとマスタープランの電力需要の推移と5年平均の伸び率



出典：JICA 調査団

図 3.3-6 南部地域の統計データとマスタープランの電力需要の推移と5年平均の伸び率及び低需要伸び率

Annual statistical report 2020 に示された 2016 年～2020 年の南部系統の各地域の需要より、マスタープランに示された南部系統の各地域の電力需要の伸び率を使用して 2021 年から 2042 年までの電力需要を想定した。上述のように、高需要の伸び率は、マスタープランの電力需要伸び率と同値で、低需要の伸び率はマスタープランの電力需要の半分として想定した。想定結果を表 3.3-9 および表 3.3-10 に示す。また、各エリアのマスタープランデータと需要予測結果のグラフを図 3.3-7～図 3.3-10 に示す。

南部地域の Inhambane 州 (図 3.3-7) および Maputo 市 (図 3.3-10) は、マスタープランと同様な電力需要となり、Gaza 州 (図 3.3-8) および Maputo 州 (図 3.3-9) は、マスタープランと比べて低い電力需要となっている。特に Maputo 州は、マスタープランと実際の電力需要と大きく異なっている。マスタープランと実際の電力需要の差は、マスタープランに示されたデータを確認すると 2019 年に複数の大口需要家と契約を見込んでいるようで、これらの大口需要家との契約がなされなかったことが理由であると考えられる。マスタープランで示された大口需要家が 2019 年に契約がなされなかった理由は不明であるが、仮にそれぞれの大口需要家の計画の遅れや COVID-19 による社会活動の制限が影響しているとすれば、「モ」国の社会情勢や経済事業が改善されると、計画された大口需要家の契約が今後なされる可能性もあると考える。

表 3.3-8 に示したように、統計データに示された南部系統における 2018 年の電力需要の実績は、マスタープランの予測を上回っていたが、ここ数年の伸び率は低調であった。しかしながら他の地域に比べ、特に Inhambane 州 (図 3.3-7) および Maputo 市 (図 3.3-10) の高需要伸び率はマスタープランの予測と一致した傾向を示しており、COVID-19 の影響などが緩和されれば、これからも堅調に南部地域の電力需要は伸びていくものと推測されるため、今後の電力需要や社会情勢を見極めながら電力系統網の整備を実施していく必要があると考える。

表 3.3-9 高需要伸び率における南部系統の電力需要予測

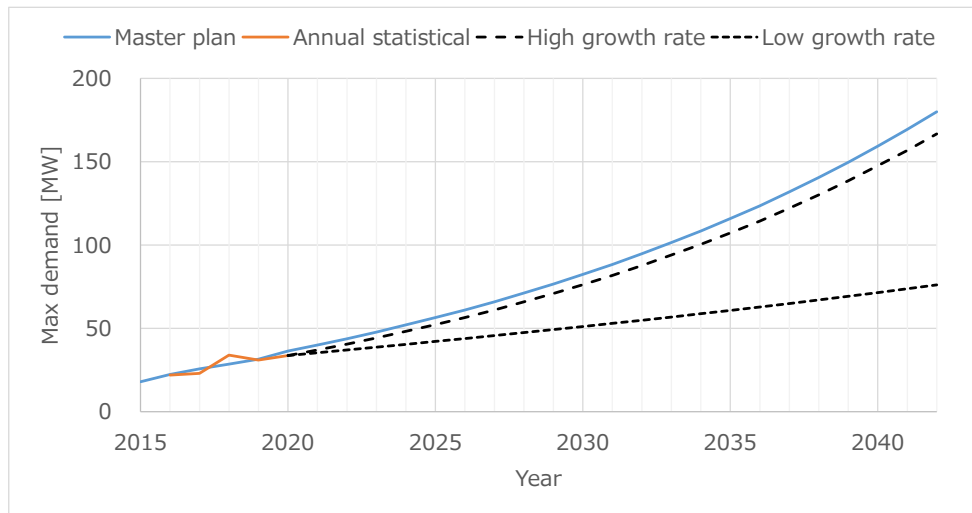
Year	Inhambane		Gaza		Maputo province		Maputo city	
	Growth rate on Master plan	Peak Demand [MW]	Growth rate on Master plan	Peak Demand [MW]	Growth rate on Master plan	Peak Demand [MW]	Growth rate on Master plan	Peak Demand [MW]
2016		22.0		57.0		165.0		217.0
2017		23.0		60.0		207.0		219.0
2018		34.0		59.0		214.0		324.0
2019		31.0		66.0		191.0		325.0
2020		33.7		69.0		210.7		295.7
2021	9.9%	37.0	9.2%	75.3	10.9%	233.7	8.9%	321.9
2022	9.5%	40.6	8.8%	82.0	10.0%	257.0	8.5%	349.4
2023	9.1%	44.3	8.5%	89.0	9.2%	280.8	8.2%	378.0
2024	9.0%	48.2	8.1%	96.2	8.6%	305.0	7.9%	407.9
2025	8.4%	52.3	7.9%	103.9	8.1%	329.6	7.7%	439.3
2026	8.1%	56.6	7.6%	111.8	7.6%	354.6	7.5%	472.2
2027	8.0%	61.1	7.4%	120.1	7.2%	380.1	7.3%	506.6
2028	7.9%	65.9	7.3%	128.8	6.9%	406.2	7.1%	542.8
2029	7.6%	70.9	7.1%	137.9	6.6%	432.8	7.0%	580.8
2030	7.6%	76.3	7.0%	147.5	6.3%	460.0	6.9%	620.7
2031	7.3%	81.8	6.8%	157.6	6.1%	488.0	6.8%	662.7
2032	7.2%	87.8	6.6%	168.0	5.9%	516.8	6.7%	706.8
2033	7.1%	94.0	6.5%	179.0	5.7%	546.4	6.6%	753.1
2034	6.9%	100.5	6.4%	190.5	5.6%	577.0	6.5%	801.9
2035	6.8%	107.3	6.3%	202.4	5.5%	608.6	6.4%	853.2
2036	6.6%	114.4	6.2%	215.0	5.3%	641.1	6.3%	907.2
2037	6.7%	122.1	6.1%	228.1	5.2%	674.7	6.3%	964.2
2038	6.5%	130.1	6.1%	242.0	5.2%	709.5	6.3%	1,024.6
2039	6.5%	138.6	6.0%	256.4	5.1%	745.3	6.2%	1,088.1
2040	6.5%	147.6	6.0%	271.7	5.0%	782.4	6.2%	1,155.4
2041	6.3%	156.8	5.5%	286.7	5.1%	822.0	5.9%	1,223.0
2042	6.3%	166.6	5.7%	302.9	4.9%	862.3	6.0%	1,296.0

出典：JICA 調査団

表 3.3-10 低需要伸び率における南部系統の電力需要予測

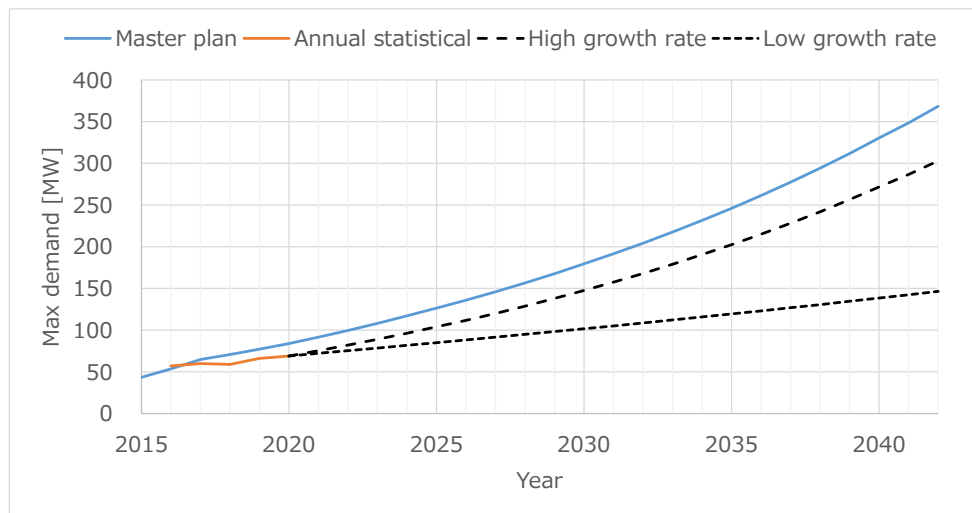
Year	Inhambane		Gaza		Maputo province		Maputo city	
	Half of growth rate on master plan	Peak Demand [MW]	Half of growth rate on master plan	Peak Demand [MW]	Half of growth rate on master plan	Peak Demand [MW]	Half of growth rate on master plan	Peak Demand [MW]
2016		22.0		57.0		165.0		217.0
2017		23.0		60.0		207.0		219.0
2018		34.0		59.0		214.0		324.0
2019		31.0		66.0		191.0		325.0
2020		33.7		69.0		210.7		295.7
2021	4.9%	35.4	4.6%	72.2	5.5%	222.2	4.4%	308.8
2022	4.8%	37.0	4.4%	75.4	5.0%	233.3	4.3%	322.0
2023	4.6%	38.7	4.3%	78.6	4.6%	244.1	4.1%	335.2
2024	4.5%	40.5	4.1%	81.8	4.3%	254.6	4.0%	348.4
2025	4.2%	42.2	4.0%	85.0	4.0%	264.8	3.8%	361.8
2026	4.1%	43.9	3.8%	88.2	3.8%	274.9	3.7%	375.4
2027	4.0%	45.7	3.7%	91.5	3.6%	284.8	3.6%	389.1
2028	3.9%	47.5	3.6%	94.8	3.4%	294.6	3.6%	403.0
2029	3.8%	49.3	3.5%	98.2	3.3%	304.2	3.5%	417.1
2030	3.8%	51.1	3.5%	101.6	3.1%	313.8	3.4%	431.4
2031	3.6%	53.0	3.4%	105.1	3.0%	323.3	3.4%	446.0
2032	3.6%	54.9	3.3%	108.6	2.9%	332.9	3.3%	460.8
2033	3.5%	56.9	3.3%	112.1	2.9%	342.4	3.3%	475.9
2034	3.4%	58.8	3.2%	115.7	2.8%	352.0	3.2%	491.3
2035	3.4%	60.8	3.1%	119.3	2.7%	361.6	3.2%	507.0
2036	3.3%	62.8	3.1%	123.0	2.7%	371.3	3.2%	523.1
2037	3.4%	64.9	3.1%	126.8	2.6%	381.0	3.1%	539.5
2038	3.3%	67.1	3.0%	130.7	2.6%	390.8	3.1%	556.4
2039	3.3%	69.3	3.0%	134.6	2.5%	400.7	3.1%	573.7
2040	3.2%	71.5	3.0%	138.6	2.5%	410.7	3.1%	591.4
2041	3.1%	73.7	2.8%	142.4	2.5%	421.1	2.9%	608.7
2042	3.1%	76.1	2.8%	146.4	2.5%	431.4	3.0%	626.9

出典：JICA 調査団



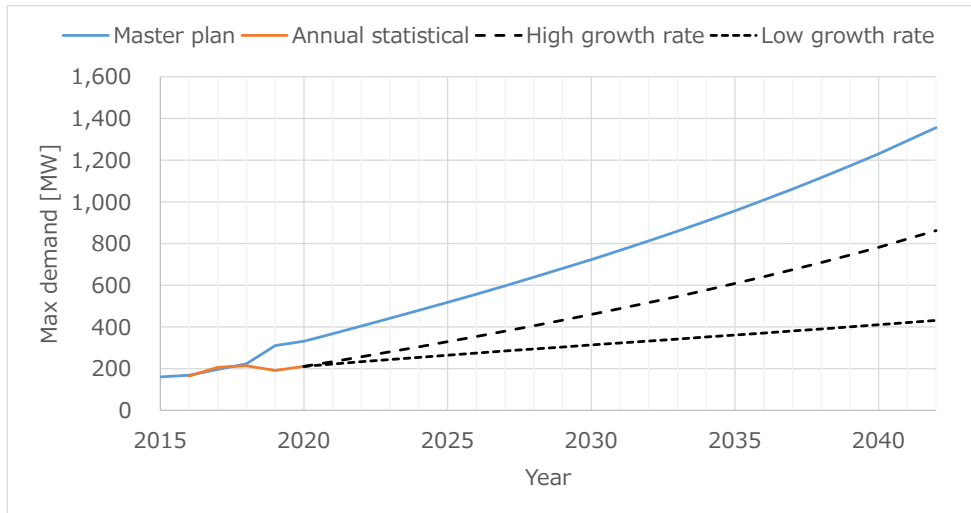
出典：JICA 調査団

図 3.3-7 Inhambane のマスタープランとデータと今後の需要予測



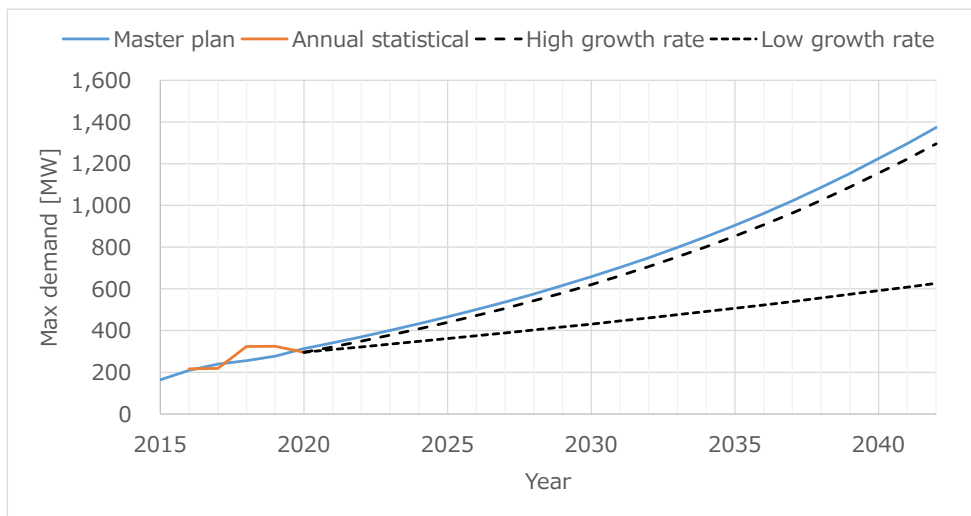
出典：JICA 調査団

図 3.3-8 Gaza のマスタープランとデータと今後の需要予測



出典：JICA 調査団

図 3.3-9 Maputo province のマスタープランとデータと今後の需要予測



出典：JICA 調査団

図 3.3-10 Maputo city のマスタープランとデータと今後の需要予測

3.4 南部系統の電力供給力

(1) 南部系統の発電所と発電力

南部系統の発電所と発電力をマスタープランや本件調査にて判明した発電計画を表 3.4-1 の通り整理した。2024 年に南部系統の供給力は 864.5MW まで上昇する（この他の電源開発としては、30MW 程度の再生可能エネルギー電源の開発が数か所計画されているようであるが、小力であり本調査では勘案していない）。EDM が所有する発電所の合計出力は 345.4MW（CTRG を含む）、IPP は 519.1MW となっており、IPP からの供給力が大きくなっている。また、2024 年に運転開始予定の Temane 発電所の発電力は南部系統の大きな供給力として期待される。なお、7 章に記載した EDM の優先案件である Beluluane Thermal Power と Inhambane Wind Power Plant は、まだ初期の計画段階であり発電計画よりはずしている。また Beluluane Thermal Power は、Beluluane 工業団地の産業活動に必要なベースロード電力として、工業用需要家に電力を供給する目的で計画されているため、南部系統の需給バランスに影響しないと想定した。

表 3.4-1 南部系統に電力供給をする発電所と発電力

Operation Start	Plant Name	Owner	Type	Installed Capacity [MW]	Supply Power to EDM Grid [MW]	Operation Type
1984	Corumana	EDM	Hydro	16.6	8.0	Base Load
1991	CTM GT	EDM	Thermal Gas Turbine	24.0	18.0	Peak
2008	Xai-Xai	EDM	Thermal Diesel Engine	3.6	3.0	Peak (Emergency)
2014	Temane	EDM	Thermal Gas Engine	11.6	10.7	Base Load
2014	CTRG	EDM Sasol	Thermal Gas Engine	175.0	150.0	Base Load
2015	Inhambane	EDM	Thermal Diesel Engine	4.6	1.8	Peak (Emergency)
2016	Gigawatt	IPP	Thermal Gas Engine	121.0	120.0	Base Load
2017	Kuvaninga	IPP	Thermal Gas Engine	40.0	40.0	Base Load
2018	CTM CC	EDM	Thermal Combined Cycle	110.0	106.0	Base Load
2024	Temane	IPP	Thermal Combined Cycle	420.0	407.0	Base Load
Total					864.5	

出典：MME Integrated Master Plan Mozambique Power System Development, November 2018

JICA 調査団

(2) 南部の電力需要と供給力

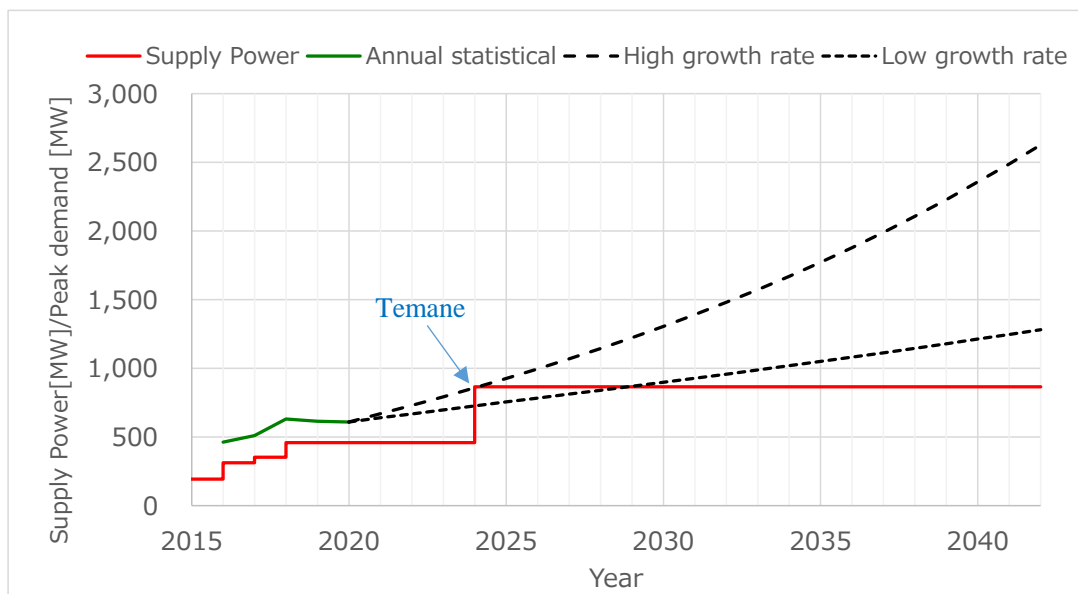
南部の各地域の電力需要は前項で想定したが、その電力需要から南部地域の全体は Inhambane、Gaza、Maputo province、Maputo city の各地域の電力需要地の合計値とした。その結果を表 3.4-2 に示す。2016 年～2020 年は統計データに基づいた電力需要の実績値、2021 年～2042 年は High growth rate と Low growth rate の 2 ケースの電力需要を示している。南部地域の供給力とこの表に示された電力需要の関係を図 3.4-1 に示す。

2020 年までの電力需要と電力供給の実績は、電力需要が電力供給力を上回っている。不足分の電力は南アフリカからの電力供給で賄っている。2018 年の CTM 火力発電所の運転開始によって電力供給力が向上したが電力需要もそれに合わせてこの発電出力と同等の電力需要が増加している。このため、CTM 火力発電所の運転開始後も南アフリカからの電力供給量はほぼ同量となっている。今後、南部地域の電力需要は増加することが予想され、2024 年の Temane 火力発電所が運転を開始すると、供給力と電力需要が同等かまたは、供給力が電力需要を上回ることが予想される。しかし、その後、2025 年もしくは 2030 年には再び供給力が電力需要を下回ることが予想され、追加の電力供給が必要になる。

表 3.4-2 南部地域の電力需要実績と電力需要予測

Year	Peak Demand of High growth rate [MW]	Peak Demand of Low growth rate [MW]	Supply Power [MW]
2016	461.0	461.0	311.5
2017	509.0	509.0	351.5
2018	631.0	631.0	457.5
2019	613.0	613.0	
2020	609.1	609.1	
2021	668.0	638.5	
2022	728.9	667.7	
2023	792.1	696.6	
2024	857.3	725.3	
2025	925.0	753.9	
2026	995.1	782.5	
2027	1,068.0	811.1	
2028	1,143.8	839.9	
2029	1,222.5	868.8	
2030	1,304.6	898.0	
2031	1,390.1	927.4	
2032	1,479.4	957.2	
2033	1,572.5	987.3	
2034	1,669.8	1,017.8	
2035	1,771.4	1,048.8	
2036	1,877.7	1,080.3	
2037	1,989.2	1,112.3	
2038	2,106.1	1,145.0	
2039	2,228.5	1,178.2	
2040	2,357.1	1,212.2	
2041	2,488.5	1,245.9	
2042	2,627.9	1,280.7	

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 3.4-1 南部地域の供給力と南部地域の電力需要予測

2024年のTemane火力発電所の運転開始により、南部地域の電力供給力は改善されるが、その後も電力需要は伸びると予想されるため、他国の電力事情に影響されず「モ」国の南部地域の安定した電力供給を行うためにも今後の電力需要に合わせた適切な電源計画が必要となる。また、実際の発電所の建設にあたっては、計画や調査から発電所運転開始までに長時間を要するため、火力発電所や再生可能エネルギーによる発電所の計画を今から進めて行く必要がある。並行して送配電設備に関しても、送電線や変電所の増強が必要である。

第4章

南部系統における電源開発計画

第4章 南部系統における電源開発計画

4.1 南部系統における電源開発計画の実施状況

<Temane 火力発電所>

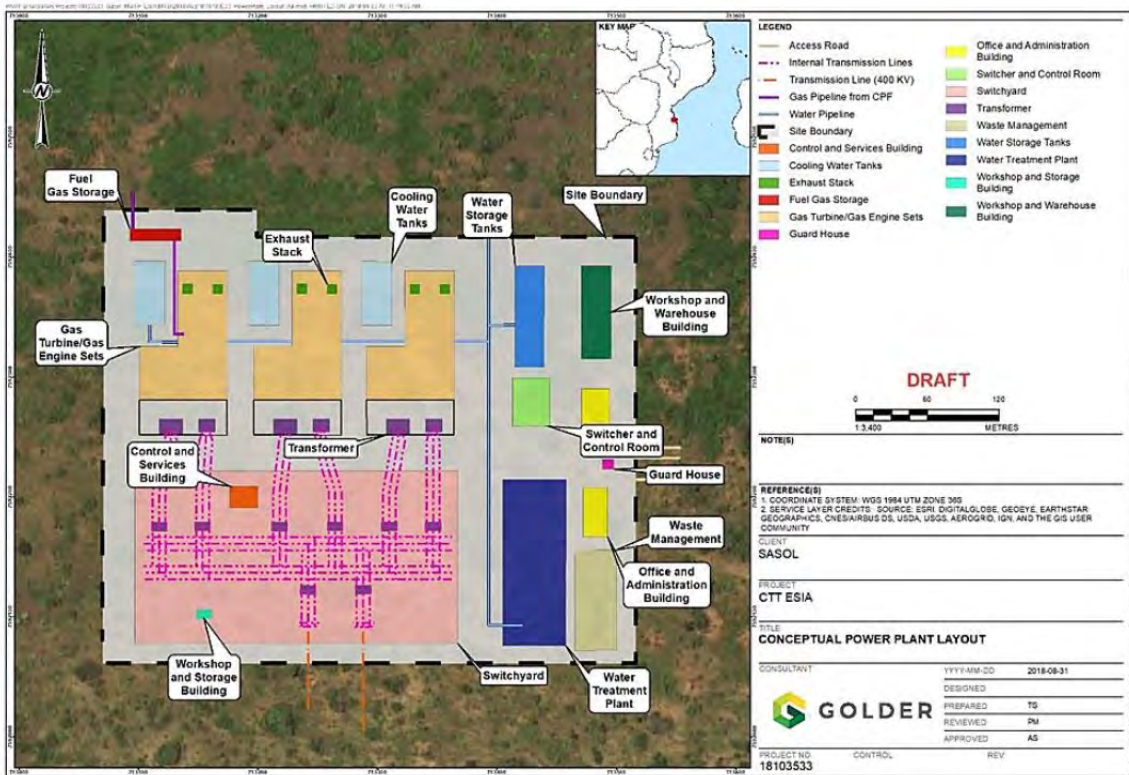
南部系統地域における電源開発として、Temane 火力発電所の建設プロジェクトが進行中である。表 4.1-1 に Temane 火力発電所建設プロジェクトの諸情報、図 4.1-1 に発電所の概念図を示す。このプロジェクトは「モ」国において低コストの電力供給を増加させ、増大する国内需要を満たすこと、および国内全土の電化率を高めることを目的としている。出力は 420 MW の天然ガス複合サイクル火力発電所で、2021 年 Q3 より建設が開始され、2023 年 Q3 に試運転をする予定である。建設地近傍の Pande-Temane ガス田では China Petroleum Pipeline 社 (CPP) によって 15 のガス鉱床の開発が進行中であり、当ガス田より年間 23 PJ の天然ガスを Temane 火力発電所に割り当てることが 2016 年時点で合意されている。図 4.1-2 に Pande-Temane ガス田の概要図を示す。

また、本プロジェクトは「Temane Regional Electricity Project」の一部であり、Temane 火力発電所建設の他、Maputo-Vilanculos (Temane 近郊) 間に 563 km におよぶ 400 kV 単線送電線の建設、関係機関への技術支援などが行われる。

表 4.1-1 Temane 火力発電所建設計画

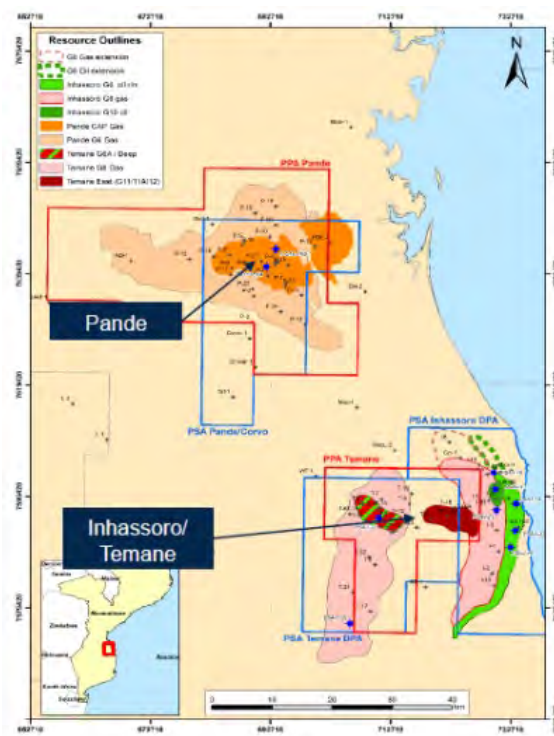
発電所名称	Temane thermal power plant (もしくは Central Termica de Temane)
場所	Temane, Inhambane Province
発電方法	天然ガス複合サイクル火力発電
出力	420MW
建設期間	2021 年 Q3~2023 年 Q3 予定
燃料供給	Pande-Temane ガス田より供給 (23 PJ/Year)
プロジェクト オーナー	Mozambique Power Invest : 85% Sasol Africa Proprietary Limited : 15%
プロジェクト コスト	US\$ 760 million
コントラクター	TSK (建設)、Siemens (機器調達)、 Golder Associados Moçambique (環境アセスメント)、 Norconsult (技術アドバイザー) Royal HaskoningDHV (環境アドバイザー)

出典：IFC、EDM



出典：Central Térmica de Temane Project - Visual Impact Assesment

図 4.1-1 Temane 火力発電所の概念図



出典：Instituto Nacional de Petroleo

図 4.1-2 Pande-Temane ガス田概要図

4.2 南部系統における電源開発の課題

以下に南部系統における電源開発の課題を示す。

(1) 需要の伸びの停滞

2018年に策定されたマスタープランでは、「モ」国の需要は順調に伸びていくことが想定され、電源開発計画もその需要を満たせるよう立案された。しかし3章でも述べられているように、「モ」国内の需要は2016年より停滞しており、マスタープランの需要想定を大きく下回っている状況である。この原因として隠し債務の発覚、北部での暴動、勢力の強いサイクロンによる被害、新型コロナウイルスのまん延が挙げられる。この中で南部系統地域に特に影響したものは以下2点である。

① 隠し債務問題の発覚

2016年に「モ」国におよそ19億ドルの隠し債務があることが判明した。これによりIMFや国際ドナーによる支援が停止され、2016年の「モ」国のGDPは前年比で75%にまで落ち込む結果となった。経済的な打撃を受け、需要の創出も停滞したと考えられる。この問題は未だ解決されておらず、「モ」国は信用リスクが極めて高いという評価を受けており、融資を受けにくい状態が続いている。

② 新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の蔓延

2020年初頭より世界的に新型コロナウイルス感染症がまん延した。「モ」国においても同年4月に感染が報告され、一時ロックダウン政策が実施された。また、2021年8月には1日当たりの感染者数がおよそ2000人とピークに達している。このコロナ禍の影響により国内での経済活動に停滞が見られた。さらに、感染拡大予防の面から人員やその行動に制限がかかり、送配電網の拡大・増強工事に遅れが生じている。

(2) HCB、IPP への依存の影響

2020年時点で「モ」国におけるEDMによる発電量の割合は全体の12.5%程度であり、HCB（52.1%）、IPP（34.6%）に大きく劣る。国内の電力需要を満たすためにEDMはHCB、IPPより電力を買い取る必要があるが、特にIPPからの買い取りは高価でありEDMの財政に悪影響を及ぼしている。表4.2-1に2009年から2019年にかけてのEDMが抱える負債を示す。2015年よりIPPによる発電が本格化した。当時のEDMには電力買取のための十分な資金がなく、2015年から2016年にかけて負債は膨れ上がった。膨大な負債はEDMの信頼性の低下や投資リスクを高め、今後の電源開発プロジェクトのための資金調達に大きく影響する。

表 4.2-1 EDM の負債額と借入先

Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
HCB	470	1,123	1,424	1,404	1,624	1,753	4,184	5,673	799	3,105	5,406
IPP's	0	0	0	40	57	62	1,527	7,894	10,985	13,998	14,507
Others	1,188	1,708	1,499	1,639	2,102	3,047	4,306	10,385	8,740	6,474	5,981
Debt Total	1,658	2,831	2,923	3,083	3,783	4,862	10,017	23,952	20,524	23,577	25,894
Growth		71%	3%	5%	23%	29%	106%	139%	-14%	15%	10%

出典：EDM BUISNESS PLAN 2020-2024

(3) メンテナンス用機材の状態

EDM は「モ」国各地に発電所を所有しており、そのため発電所を管理するための資材や設備をそれぞれに割り当てる必要がある。ここで表 4.2-2 に EDM の発電部門が所有している重機と車両の数と状態を示す。2019 年時点で発電部門が所有している重機・車両の合計数は 33 台であるが、その 33% である 11 台の車両が故障などの悪い状態にある。今後車両のメンテナンスや拡充のために財源を充てる必要があると考えられる。

表 4.2-2 EDM 発電部門が所有している重機・車両の数と状態

	Special Machines	Light Vehicle	Heavy Vehicle	Total
Good Condition	2	15	5	22
Bad Condition	-	7	4	11
Total	2	22	9	33

出典：EDM BUISNESS PLAN 2020-2024

4.3 南部系統における電源開発の今後の計画

<EDM 優先プロジェクトリストにおける電源開発計画>

EDM 系統計画局より入手した優先順位の高いプロジェクトリストによると、現在「モ」国で計画されている電源開発計画は 19 件存在し、その内以下 3 件が南部系統地域において計画もしくは進行中である。

- ① Massingir 18 MW and/or Mapai Hydro Power Plant, 75 MW
- ② Beluluane Thermal Power (Gas), 2000 MW
- ③ Inhambane Wind Power Plant, 30 MW

以下に南部系統地域において計画中もしくは進行中である3件のプロジェクトについて記す。

① Massingir / Mapai 水力発電所

概要： Gaza 州北部の Massingir と Mapai にそれぞれ水力発電所を建設する計画である。Mapai の計画は2015年9月に AfDB により融資を受け、2017年には環境アセスメントが実施された。また、2021年7月、閣僚評議会により官民連携による Mapai Dam Project の実施に向けたパートナー候補の選定が進められているとの発表がある。一方、Massingir の計画は現状大きな動きは見られない。

出力： Massingir 18 MW, Mapai 75 MW

目的： Gaza 州北部の系統安定性と信頼性の向上。ProEnergia と Gaza 州北部のプロジェクトに電力を供給すること。

立地： 「モ」国南部 Gaza 州、 Limpopo 川流域。

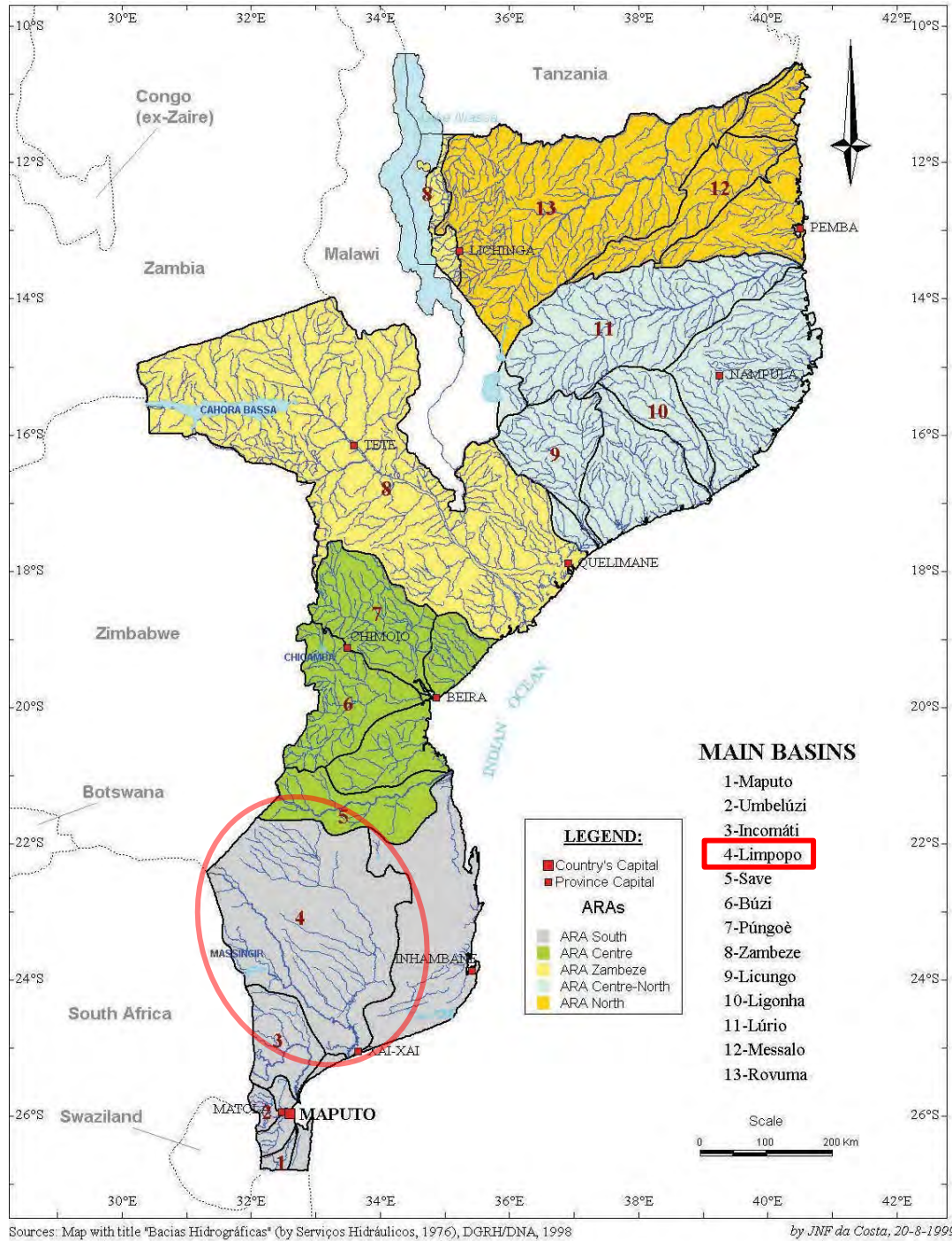
ドナー： AfDB

補足： Limpopo 川は、ボツワナ、南アフリカ、ジンバブエを流れインド洋に注ぐ。「モ」国内の流域面積は全体の約20%を占め、流域の大規模な水インフラプロジェクトの構想と事前調査の動きは2011年頃から始まっている。2018時点の文献によれば、その水需要のほとんどは灌漑用に用いられているとされており、電力セクターにおける開発はまだ日が浅い。Massingir dam の容量 (2,800Mm³) は「モ」国内の流域では最大である。



出典：<https://www.worldatlas.com/maps/mozambique>

図 4.3-1 Massingir / Mapai 水力発電所建設予定地



出典：Main river basins of Mozambique by DNA (World Bank 2005)

図 4.3-2 「モ」国の主な河川とその流域

② Beluluane 火力発電所

概要： Maputo の西 30km 地点にある Beluluane 工業団地に建設予定であり、全体の建設には 5 年程度要すると見込まれている。計画はいくつかのフェーズに分けられ、第 1 フェーズとしては 500 MW 級の発電所を建設する予定である。また火力発電所建設の他に、Matola 港に浮体式の貯蔵・再ガス化設備（Floating Storage and Regasification Unit：FSRU）を設置することやガスパイプラインの敷設を計画しており、全体でのプロジェクトコストは 28 億 USD に上る。建設・運営は「モ」国政府より受注した Central Térmica de Beluluane 社が行う。国産天然ガスを利用する計画の一環であり、運転開始当初は輸入ガスを使用するが、北部の Cabo Delgado 州沖にある Rovuma ガス田の LNG プロジェクト¹が稼働すれば国産ガスに切り替える予定である。初めに輸入ガスを使用する理由は、Pande-Temane ガス田より産出される天然ガスが南アフリカ共和国への輸出や「モ」国内の他プロジェクトへの利用など、用途がすでに決定しているため。アフリカ南部の天然ガスインフラを運営する Gigajoule 社とフランスの Total 社の間で年間 2 億トンの天然ガスを輸入する契約が締結されており、運転開始当初はこれを使用する。また将来、「モ」国の南北を結ぶ‘Electrical Backbone’プロジェクトが完成すれば、Beluluane から他の地域への電力供給が可能になることも視野に入れている。

出力： 2,000 MW

目的：Beluluane 工業団地内への電力供給。「モ」国内の電力や SAPP への輸出電力の増強。国産天然ガスの利用。

立地： Beluluane 工業団地は、「モ」国で最も工業化され生産性の高い地域の 1 つに位置する工業団地および自由貿易地域であり、15 の異なる郡から Mozal アルミニウム製錬所を含む 35 以上の企業を擁する。Maputo 州で最大の産業雇用プロバイダーの 1 つである。



出典：google Earth

図 4.3-3 Beluluane 工業団地位置図

¹ 三井物産及び JOGMEC が、フランス共和国、モザンビーク共和国、インド及びタイ王国とともに、エリア 1 鉱区内のガス田を開発対象として、天然ガスの生産・液化から LNG の輸送までを行う上中流一体型の事業（出典：NEXI HP）



出典：FURTHER AFRICA

図 4.3-4 Beluluane 工業団地

③ Inhambane 風力発電所

概要：「モ」国全体で再生可能エネルギーを新たに導入する動きがあり、中部-北部地域では太陽光発電、南部地域では風力発電の導入が計画されている。これにはカーボンフリーなエネルギーを導入することと、「モ」国におけるエネルギーの多様性を確保する狙いがある。Inhambane 風力発電所建設計画は「モ」国で最初の公益事業規模の風力発電所の1つである。Inhambane 地区に蓄電施設付きの風力発電所を建設するもので、米国の U. S. Trade and Development Agency（以下、USTDA）より投資を受けている。FS 調査は DNV GL Energy USA 社が実施する予定。

出力：30MW

目的：エネルギーマトリックスの多様化。EDM の系統で利用可能な電力の増強。

ドナー：USTDA

立地：Inhambane 州 Praia da Rocha 付近



出典：<https://www.worldatlas.com/maps/mozambique>

図 4.3-5 Inhambane 風力発電所建設予定地

第 5 章

南部系統における送変電設備整備計画

第5章 南部系統における送変電設備整備計画

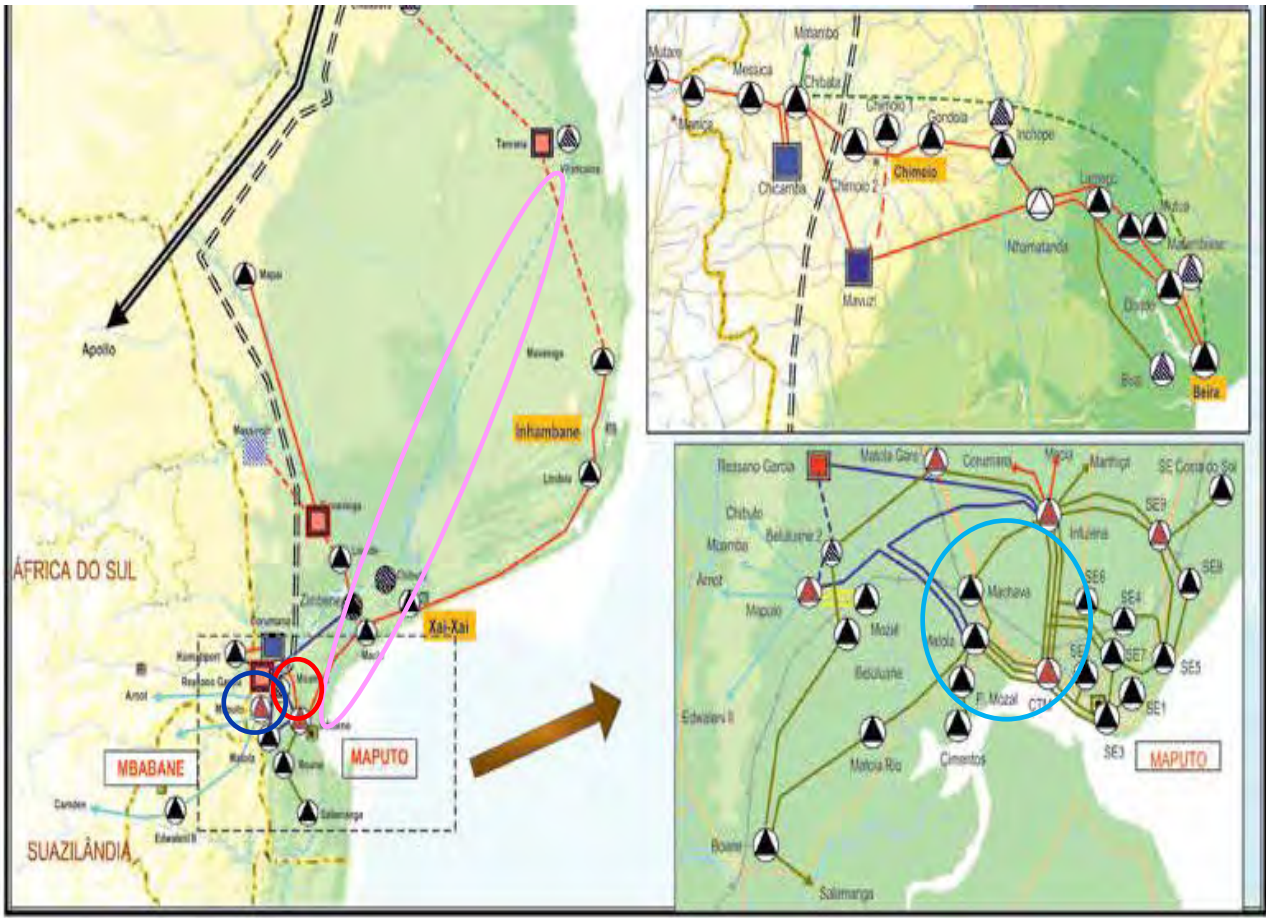
5.1 南部系統における送変電設備整備の実施状況

(1) 2025年における南部地域送変電設備計画

EDMが計画している「モ」国南部地域の2020年、2025年における系統計画を比較・検討し、2025年時点の南部地域送変電設備計画を抽出した。

- a. 系統構成
 - EDMは系統切り替えおよび既設60kV送電系統の増容量化などにより、2020年、2025年ともに過負荷にならないような系統計画を提案している。
- b. 400kV Temane 発電所～Chibuto 送電線、Chibuto 変電所の新設： **ピンク色箇所**
 - 2025年までに200MW×1、100MW×3構成のTemane 発電所が建設され、320kmの送電線で南部地域に送電する計画。
- c. 400kV Maputo-Matalane 送電線、400/66kV Matalane 変電所： **赤色箇所**
 - 2025年までに400kV Maputo-Matalane 送電線と400/66kV、120MVA × 2バンクのMatalane 変電所が新設され、Temane 発電所からの電力をMaputo 変電所に送電する計画。
- d. 275/66kV New Maputo 変電所の新設： **青色箇所**
 - 2025年までにMaputo 変電所近傍に275/66kV、120MVA × 2バンクのNew Maputo 変電所が新設される計画。
- e. 66kV 送電線の新設：
 - 上記c, dの新設に伴い、マプト市内に電力供給をするための120MVA66kV送電線を新設する計画。
- f. 66/33kV 配電用変電所の新設：
 - マプト市内に電力供給をするため、3箇所の66/33kV配電用変電所を新設する計画。
- g. 既設66kV送電線の増容量化： **水色箇所**
 - Infulne～CTM間とMatola～CTM間の既設66kV送電線は、2025年までに送電線容量を33or50MVAから120MVAに増容量する計画。

図 5.1-1 に南部地域送変電設備計画位置を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1-1 南部地域送変電設備計画位置

5.2 南部系統における送変電設備計画の課題

南部地域の電力需要増加に的確に対応するためには、Temane 発電所発電所の運転開始と同時に基幹系および 66kV 系送変電設備について、2025 年送変電設備計画に基づき着実に整備する必要がある。

これらを達成するための課題と対応方策案を以下に示す。

(1) 基幹系送変電設備および 66kV 系送変電設備の整備

対象となる送変電設備を住宅密集地に新設する場合、変電所については GIS 機器の適用により変電所敷地の縮小が可能となる。また送電鉄塔については、狭根開き鉄塔の適用、4 回線鉄塔の適用などにより、鉄塔敷地面積の低減が可能となる。

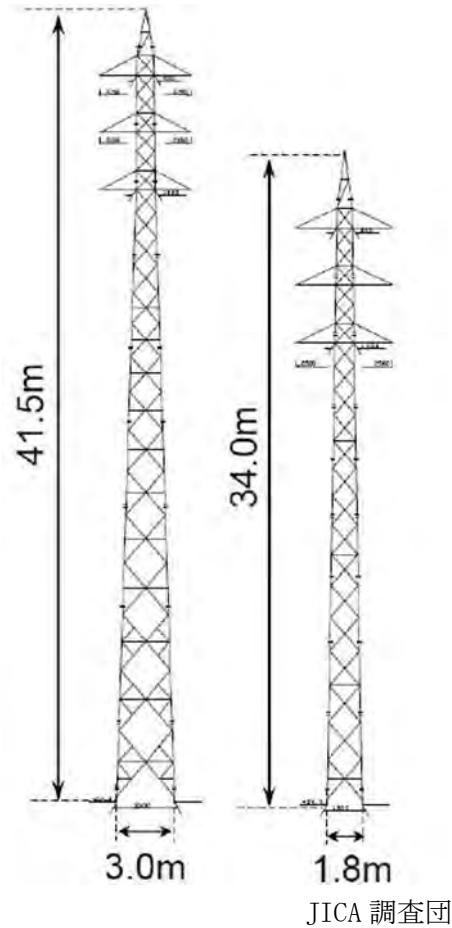


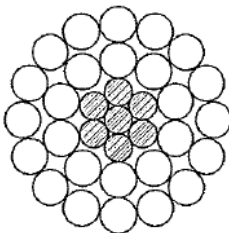
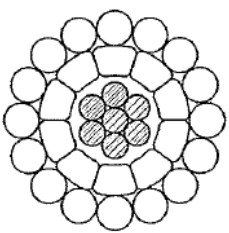
図 5.2-1 66kV 狭根開き鉄塔例

(2) 既設 60kV 送電線の増容量化

既設送電線の増容量化を図るためには、電線の張替えとそれに伴う鉄塔嵩上げや鉄塔補強工事などが必要となり、送電線の長期間に亘る停止が必須条件となることから、既存の電線を増容量弛度抑制電線（Gap 電線）に張り変える方策を推奨する。

この方策では、現状と同じサイズ・重量の電線で、電線弛度は変わらずに送電容量を 1.5 倍以上増加させることができるため、短期間に経済的な送電線増容量化が可能となる。

表 5.2-1 増容量弛度抑制電線 (Gap 電線) の諸元例

Description		Unit	ACSR Squab	GZTACSR 290 mm ²
Construction		Nos/mm	26/3.874 - AL 7/3.012 - ST	16/3.7 - ZTAL ^{*2} 10/TW ^{*1} - ZTAL ^{*2} 7/2.7 - EST ^{*3}
Nominal Diameter		mm	24.53	23.3
Min. breaking load		kN	107.87	105.3
Cross sectional area	AL	mm ²	306.5	286.6
	Core		49.88	40.08
	Total		356.4	326.7
Nominal weight		Kg/km	1239	1132
DC Resistance at 20 °C		Ohm/km	0.09422	0.1027
Modulus of elasticity		GPa	82.0	79.5
Co-efficient of linear expansion		/°C	19.0 x 10 ⁶	19.3 x 10 ⁶
Current capacity		A	746 A at 90 °C	1263 A at 210 °C
Sag of 350m span		m	10.78 m at 90 °C	10.78 m at 210 °C
Cross sectional view		-		

JICA 調査団

(3) 66/33kV 配電用変電所の新設

2025 年までに 3 箇所の配電用変電所の新設を計画しているが、移動用変電所を暫定的に設置し対応する方策も有効と考えられる。



図 5.2-2 移動用変電所例

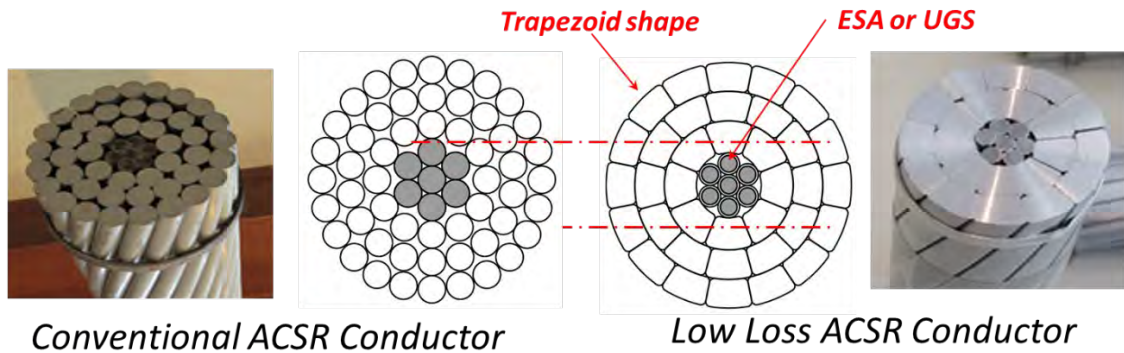
5.3 南部系統における送変電設備の今後の計画

EDM は堅調に伸びる南部地域の電力需要に対応するため、7つの送変電設備新設プロジェクトを2025年以降に計画している。

2025年までの送変電設備計画が順調に進んだ場合、隣接したDistrictと連系し電力供給を図る下記①～④プロジェクトを優先し実施することが有効と考えられる。

- ① 400kVMaputo-Salamanga T/L, 400/66kVSalamango S/S
- ② 66/33kVPonta de Ouro S/S
- ③ 66/33kVKatembe S/S
- ④ 110kVWilanculos-Massinga T/L

これらのプロジェクトのうち、長距離送電線の新設を行う①、④については、潮流が大きくなる場合、低ロス電線を適用すると長期的な運転コストが低減できる可能性がある。また基幹系変電所の増設、新設が必要となる①では、変電所敷地に制限がある場合にはGIS機器の適用が有利になる可能性も考えられる。



JICA 調査団

図 5.3-1 低ロス電線の形状例

また、3章で述べた南部地域における2026年以降の電力需要の増加（High Case）を考慮した場合、Temane 発電所からの電力供給に加え、南部地域におけるベース電源としてCTM 変電所近傍の Maputo 火力発電所(106MW)の2026年以降の増設が有効と考えられる。

この Maputo 火力発電所が増設された場合、Infulune-CTM 間の既設 66kV 送電線が計画通り 120MVA に増強されていれば計画通りにマプト市内への電力供給が可能になる。しかしながら、これら送電線が増強されていない場合には、Maputo 次号機の新設に併せて対象となる既設 66kV 送電線の増強が必要となり、この場合、前述の Gap 電線への張替工事が非常に有効と考えられる。

第6章

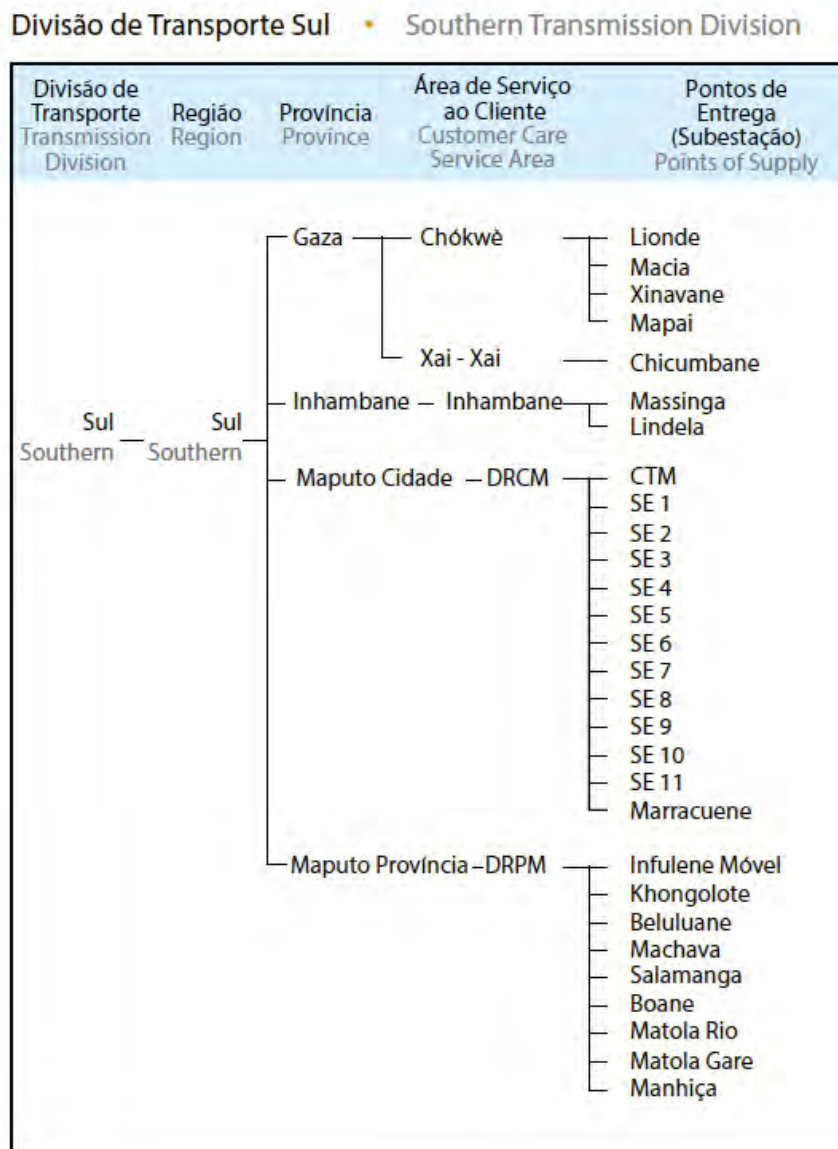
南部系統における配電整備計画

第6章 南部系統における配電整備計画

6.1 南部系統における配電整備計画の実施状況

(1) 配電設備の整備状況

本報告書における「南部系統」の配電設備は、EDM の地域区分（図 6.1-1）に基づき、Gaza 州（Chokwe、Xai-Xai）、Inhambane 州、Maputo 市、並びに Maputo 州の設備を対象として考えることとする。



出典：EDM Annual Stastical Report

図 6.1-1 EDM 南部送電部門における地域区分

表 6.1-1 および図 6.1-2 に 2009 年から 2020 年までの中圧配電線の整備状況の推移を示す。各州・市の中圧配電線は堅調な需要増に対応して年々延長されていることがわかる。

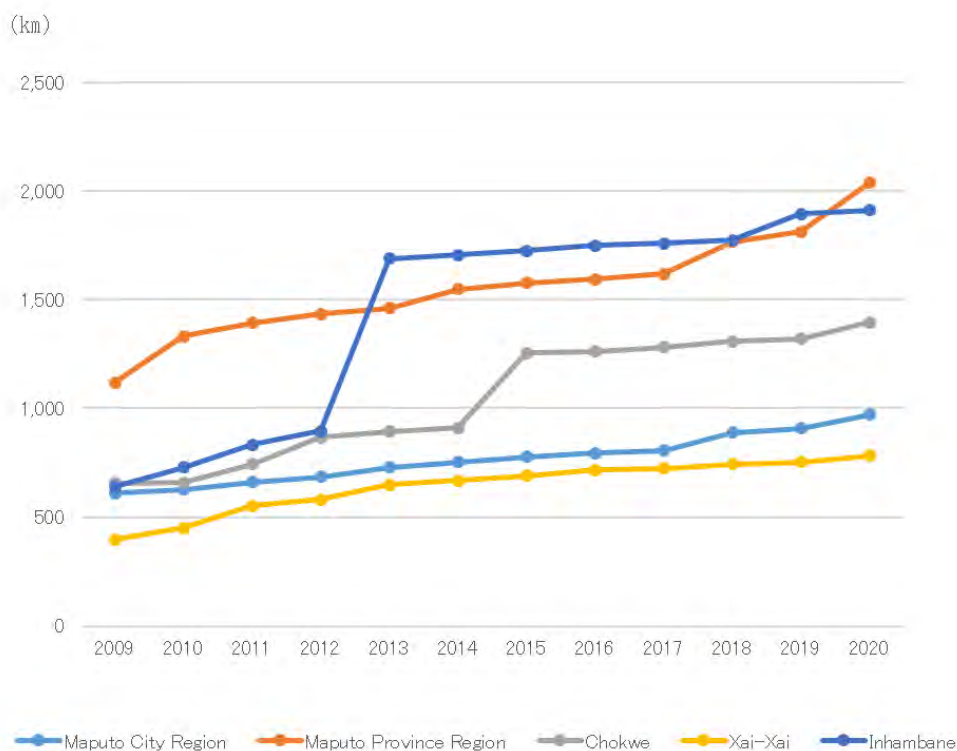
また、表 6.1-2、図 6.1-3 に 2009 年～2020 年の配電用変圧器台数を、表 6.1-3、図 6.1-4 に 2009 年から 2020 年までの配電用変圧器容量の推移を示す。中圧配電線同様、各州・市の配電用変圧器の台数、容量とも着実に増加していることがわかる。

EDM 系統計画局へのヒアリングにおいても、予算は限られているものの、需要増への対応、経年設備の交換などを鋭意推進している、とのコメントが得られている。

表 6.1-1 2009 年～2020 年の中圧配電線延長の推移

Service Customer Area	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Maputo City Region	610	629	662	685	730	754	778	796	807	890	909	973
Maputo Province Region	1,120	1,334	1,393	1,435	1,461	1,548	1,578	1,595	1,619	1,766	1,812	2,038
Chokwe	657	660	744	867	894	912	1,256	1,264	1,283	1,309	1,321	1,397
Xai-Xai	397	451	553	582	649	670	691	718	726	745	755	784
Inhambane	639	730	833	896	1,690	1,707	1,726	1,749	1,760	1,775	1,895	1,913
South Region	3,423	3,804	4,185	4,465	5,424	5,591	6,029	6,121	6,196	6,484	6,692	7,104
Total EDM	9,252	10,387	11,847	12,922	14,384	15,268	16,663	17,078	17,517	18,741	19,486	20,348

出典：EDM Annual Stastical Report



出典：JICA 調査団作成

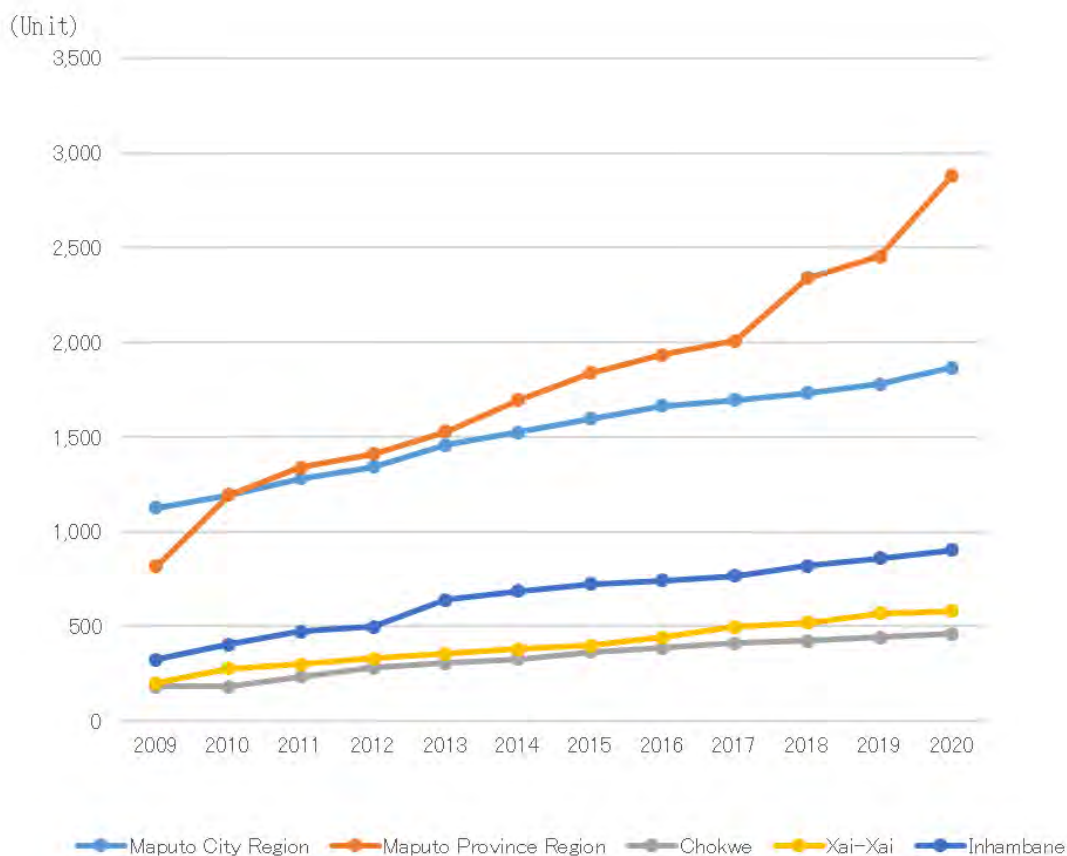
図 6.1-2 2009 年～2020 年の南部における中圧配電線延長の推移

表 6.1-2 2009 年～2020 年の配電用変圧器台数の推移

Service Customer Area	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Maputo City Region	1,127	1,195	1,280	1,342	1,456	1,527	1,596	1,666	1,697	1,732	1,778	1,865
Maputo Province Region	816	1,193	1,339	1,410	1,528	1,697	1,839	1,935	2,008	2,340	2,455	2,880
Chokwe	182	182	236	281	306	328	364	387	410	423	442	460
Xai-Xai	200	279	301	330	354	381	399	443	499	519	569	580
Inhambane	324	404	473	499	639	686	723	741	766	819	859	903
South Region	2,649	3,253	3,629	3,862	4,283	4,619	4,921	5,172	5,380	5,833	6,103	6,688
Total EDM	4,692	5,497	6,140	6,717	7,538	8,358	9,217	9,910	10,552	11,342	11,943	13,111

(Unit)

出典：EDM Annual Stastical Report



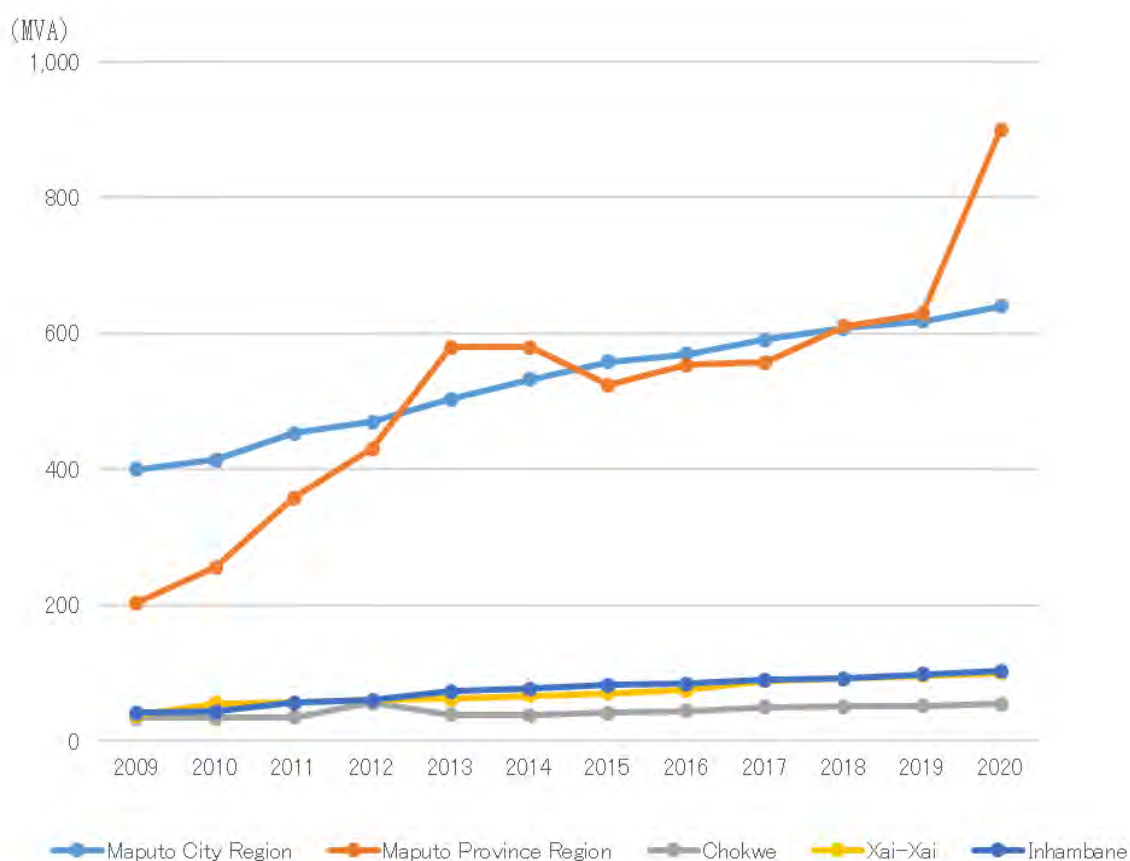
出典：JICA 調査団作成

図 6.1-3 2009 年～2020 年の南部における配電用変圧器台数の推移

表 6.1-3 2009 年～2020 年の配電用変圧器容量の推移

Service Customer Area	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Maputo City Region	400	414	453	470	503	532	558	569	591	608	618	640
Maputo Province Region	204	256	358	431	580	580	524	554	557	610	629	900
Chokwe	34	34	35	57	39	38	42	45	50	51	52	55
Xai-Xai	38	56	57	60	62	67	71	75	89	92	97	100
Inhambane	42	44	57	60	73	77	83	85	90	92	99	103
South Region	718	804	960	1,078	1,256	1,295	1,278	1,328	1,378	1,453	1,494	1,798
Total EDM	1,244	1,337	1,521	1,722	1,985	2,079	2,160	2,326	2,448	2,614	2,716	2,984

出典：EDM Annual Stastical Report



出典：JICA 調査団作成

図 6.1-4 2009 年～2020 年の南部における配電用変圧器容量の推移

(2) 車両の整備状況

後述する日本の技術の活用可能性を検討するため、配電部門における保有車両の状況を表 6.1-4 に示す。Maputo 市、Maputo 州とその他南部地域（表中の赤枠部）では、350 台の車両を有しており、高所作業車などの大型車両（表中の Viatura Pesada）は31 台である。このうち 8 台（26%）が状態不良となっている。

保有車両全体の傾向としても、23% (=200 台/858 台)に何かしらの不良があることから、修理あるいは交換のタイミングにある車両が多い状況にあることがうかがえる。

表 6.1-4 EDM 配電部門の保有車両（上：状態良好、下：状態不良）

Fleet of vehicles and heavy equipment:

Fleet of Vehicles and Heavy Equipment by Business Unit in Good Condition							
FUNCTION	DIRECÇÃO	Maquinas Especiais e Atrilados	Motociclo	Quadriciclos	Viatura Ligeira	Viatura Pesada	Total
DISTRIBUTION	Central Region	2	83	1	124	17	227
	Maputo City		9		95	9	113
	Maputo Province	2	2		64	6	74
	Northern Region	7	7	8	117	11	150
	South Region	3	13	5	62	8	91
	Headquarters				3		3
Sub- Total A)		14	114	14	465	51	658

Fleet of Vehicles and Heavy Equipment by Business Unit in Bad Condition							
DISTRIBUTION	Central Region	2	4		62	8	76
	Maputo City				13	3	16
	Maputo Province				19	3	22
	Northern Region	1	8		35	7	51
	South Region	3	2		27	2	34
	Headquarters	6	14		1		1
Sub- Total B)				0	157	23	200
Total Geral (A+B)		20	128	14	622	74	858

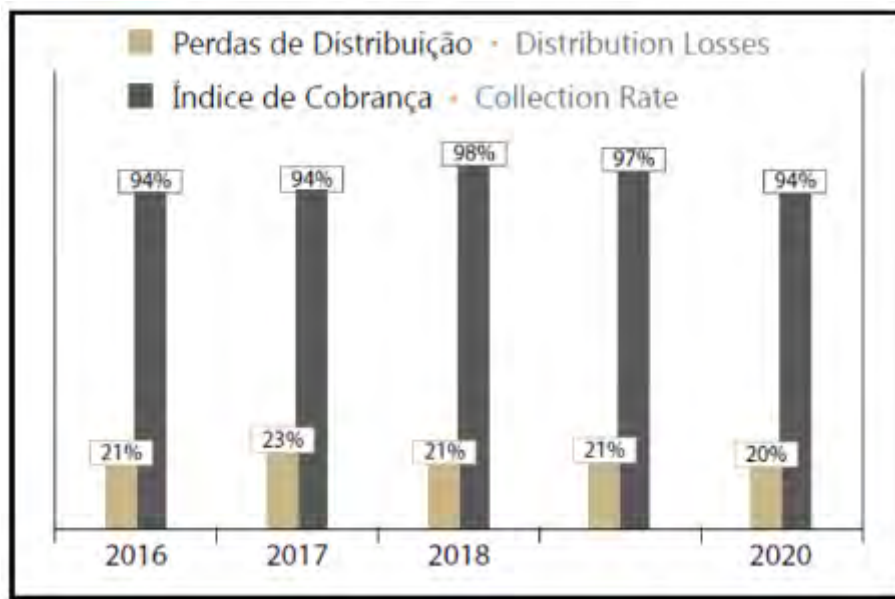
出典：EDM Business Plan 2020-2024

6.2 南部系統における配電整備の課題

(1) 南部系統における配電ロス

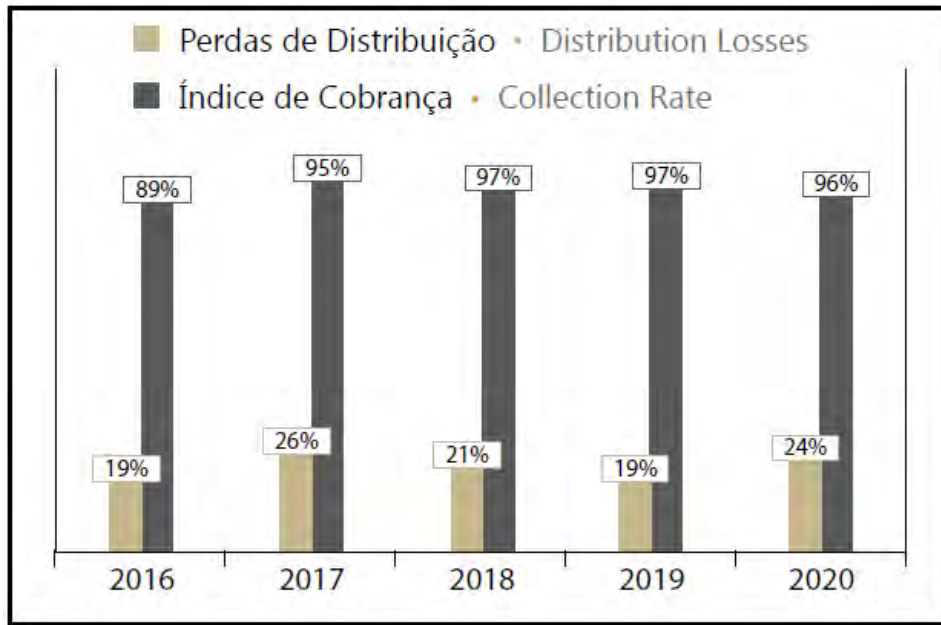
「モ」国における経済社会開発の最優先課題として、都市部での安定的な電力供給と地方エリアの電化推進が求められている。6.1 で述べたように、EDM は旺盛な電力需要に対応するために配電系統の拡充を鋭意進めているものの、数年前までの年平均 10%を超える電力需要（至近年は 6%程度であるが）の伸びに配電設備の拡充が十分追いついていない可能性がある。その結果として、EDM 配電部門では、需要増への対応、経年設備の交換などを鋭意推進している一方で、例えば、長亘長配電線における電圧降下過大、停電発生時の復旧長時間化、配電ロス率の増加など、様々な課題を有している、との意見が聞かれた。

ここで上記課題の中でも、EDM において特に重要課題と認識されている配電ロスに焦点をあててみる。図 6.2-1～図 6.2-5 に南部系統の各地域における 2016 年から 2020 年までの配電ロス率と料金回収率の推移を示す。配電ロス率の傾向を見ると、Maputo 市、Maputo 州において近年 30% 超と大きいレベルで推移している。その他の州・地域でも配電ロス率は 10～20% 台と大きく、その低減が EDM が現在抱える重要な経営課題のひとつであることを裏付ける数字となっている。



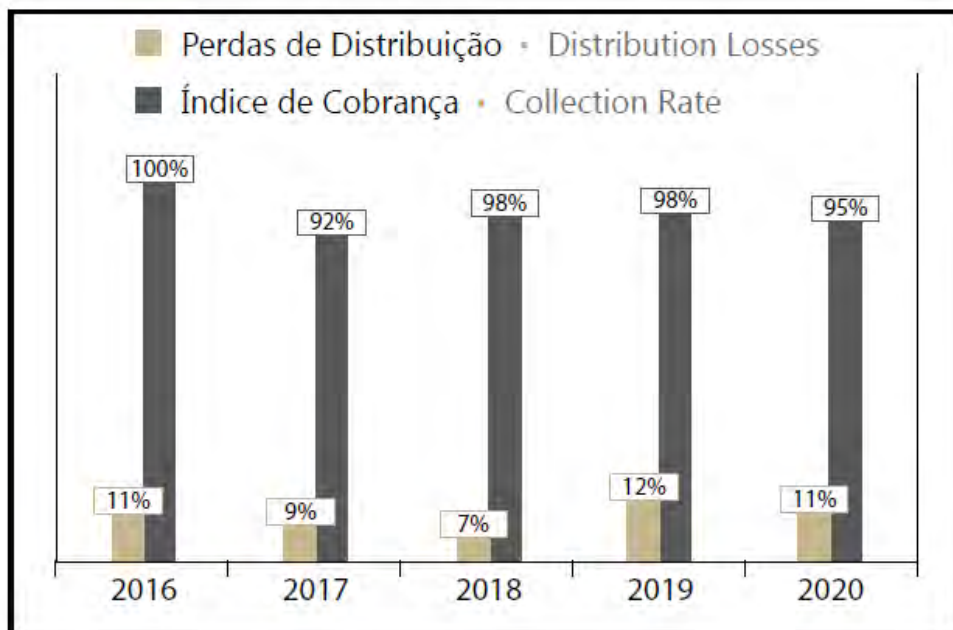
出典：EDM Annual Stastical Report

図 6.2-1 Inhambane 州における 2016 年～2020 年までの配電ロス率と料金回収率の推移



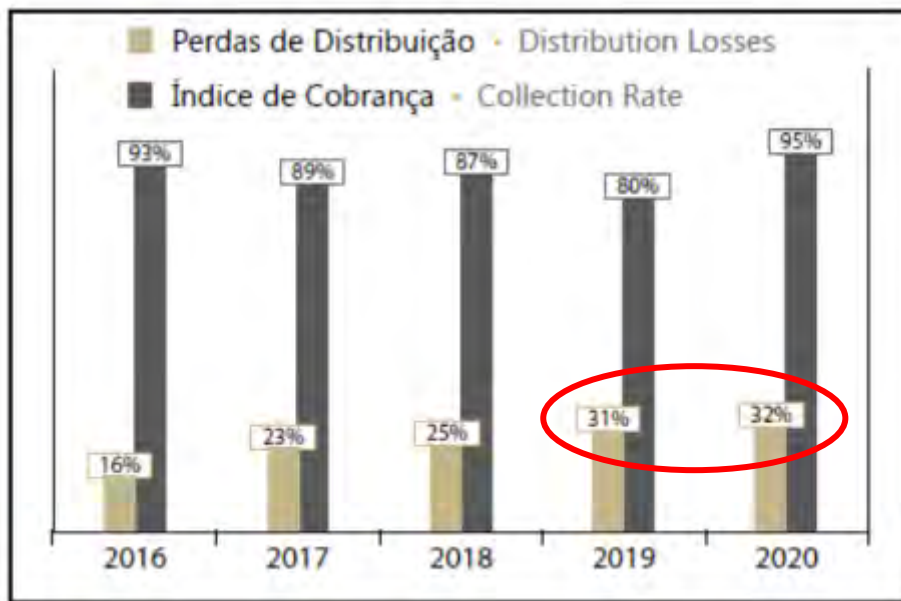
出典：EDM Annual Stastical Report

図 6.2-2 Xai-Xai 地域における 2016 年～2020 年までの配電ロス率と料金回収率の推移



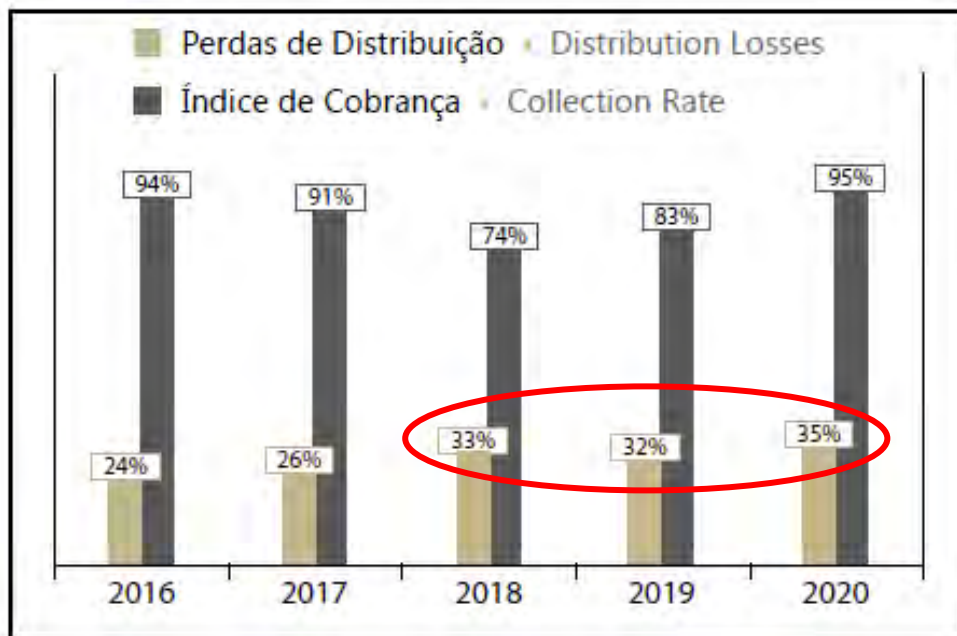
出典：EDM Annual Stastical Report

図 6.2-3 Chokwe 地域における 2016 年～2020 年までの配電ロス率と料金回収率の推移



出典：EDM Annual Stastical Report

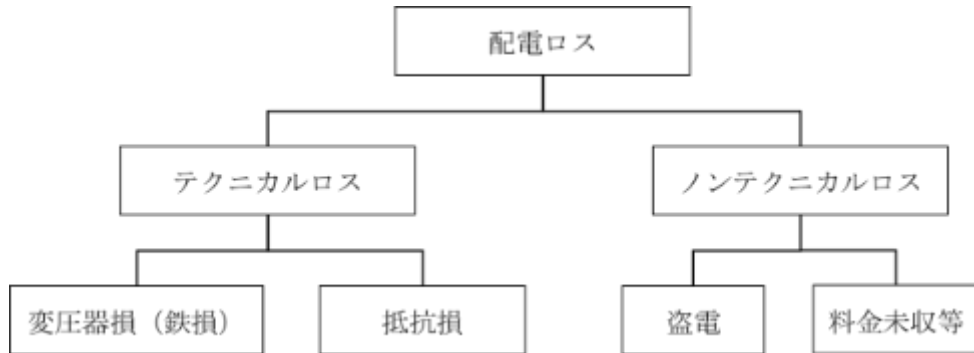
図 6.2-4 Maputo 州における 2016 年～2020 年までの配電ロス率と料金回収率の推移



出典：EDM Annual Stastical Report

図 6.2-5 Maputo 市における 2016 年～2020 年までの配電ロス率と料金回収率の推移

ここで、配電ロスの種類について整理すると、図 6.2-6 のように分類される。



出典： JICA 調査団作成

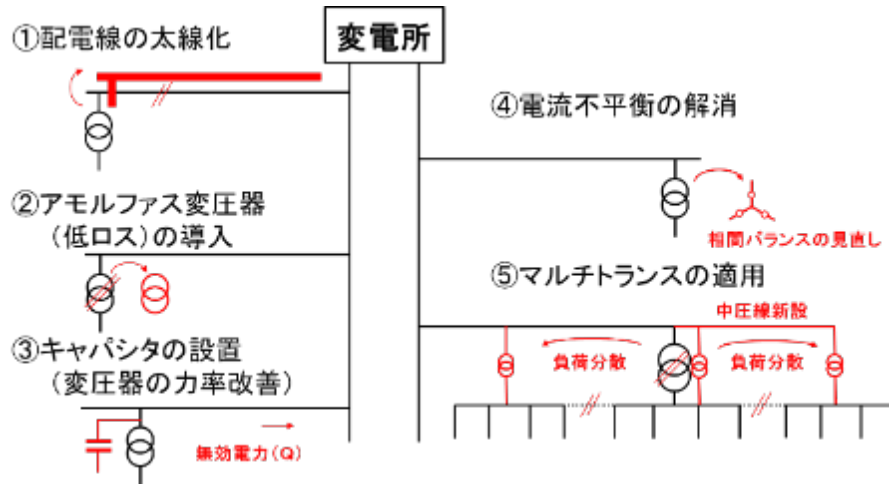
図 6.2-6 配電ロスの分類

テクニカルロスの内、抵抗損は電線の電気抵抗により生じるロスで、電流の 2 乗に比例する。一般に、途上国においては電力需要が増加しても送配電線の増強を行えず、やむなく高稼働あるいは過負荷状態で電力供給を行うことや、配電ロス抑制を考慮しない暫定的な配電線の延伸などで対応することが多いため、結果として多くの抵抗損が生じていると想定される。

また、変圧器における鉄損は変圧器の鉄心で生じるロスであり、負荷の大小に関係なくその変圧器を充電すると 24 時間発生し続ける。以前の製品と比較すると最近のケイ素鋼板変圧器も鉄損がかなり減少しているが、アモルファス金属を鉄心に使った変圧器は更なる鉄損の低減が期待できる。

一方、ノンテクニカルロスは主に、盗電、料金未収、料金免除などがその要因である。盗電は、需要家がメータを経由させずに違法に電気を使用するものであり、メータで計測する販売電力量には表れてこない。また料金未収にはメータで計量した使用電力に対して電気事業者が料金を回収できないもの（料金未払）や、メータの不良による誤計量に起因するものなどがある。

配電ロスのうちテクニカルロスについて大きな削減効果を期待する場合は、そのエリア全体の昇圧などの削減策を面的に実施する必要がある。また、配電線の太線化、アモルファス変圧器など低ロス変圧器の導入、キャパシタ設置による力率改善、電流不平衡の解消、小容量変圧器の分散配置（マルチトランスフォーマー方式）などが考えられる（図 6.2-7）。



出典： JICA 調査団作成

図 6.2-7 テクニカルロス削減方策

配電ロス低減については、現在 JICA 技術協力プロジェクト（配電損失改善プロジェクト）を実施中である。当該プロジェクトを実施中の中部電力に、①テクニカルロス・ノンテクニカルロス低減のためのパイロットプロジェクトの現状、②配電のテクニカルロス・ノンテクニカルロスの状況（至近5年間）と今後の見通しについて、2021年11月時点における確認を行った。

① プロジェクトの全体概要

- JICA 技術協力プロジェクトの期間は2020年3月～2023年3月の3年間であり、図 6.2-8 に示すように、EDM が設備の計画・設計・運用・保守において、ロス低減のために必要な知識を獲得すること（アウトプット1）、ロス低減のための実践的能力を向上させること（アウトプット2）、ロス低減のための管理構造を改善すること（アウトプット3）がその目的となっている。
- プロジェクト推進のための組織体、並びにワーキンググループの構造を、それぞれ図 6.2-9、図 6.2-10 に示す。

Output1

EDM staff acquires necessary knowledge for planning, design and O&M for energy loss reduction on distribution and transformation.

Output2

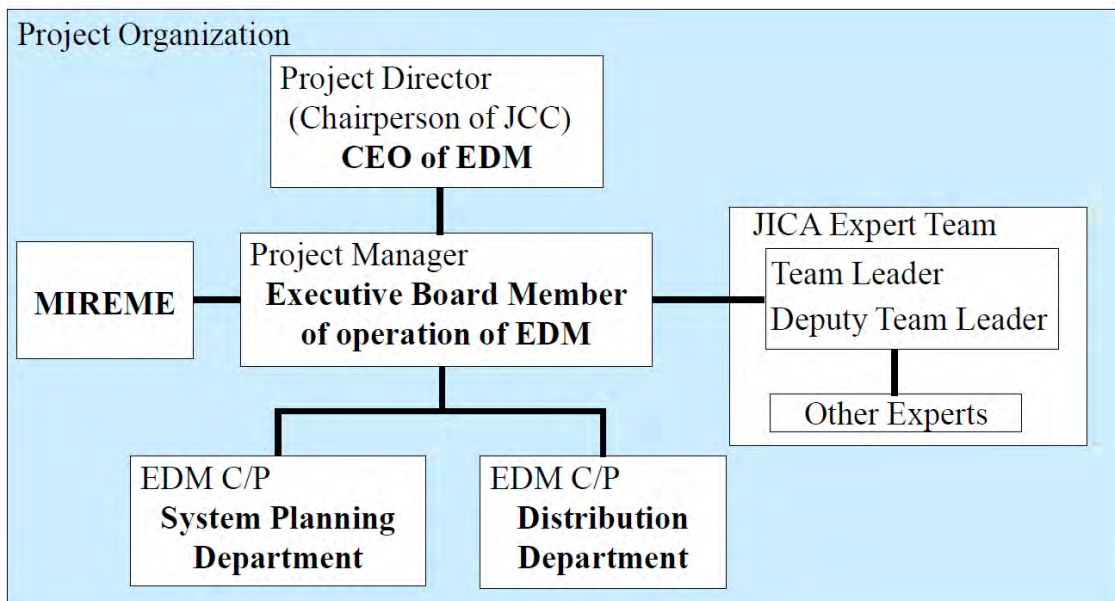
The practical capacities to manage energy loss on distribution and transformation are improved.

Output3

The administrative structure to reduce energy loss on distribution network is improved.

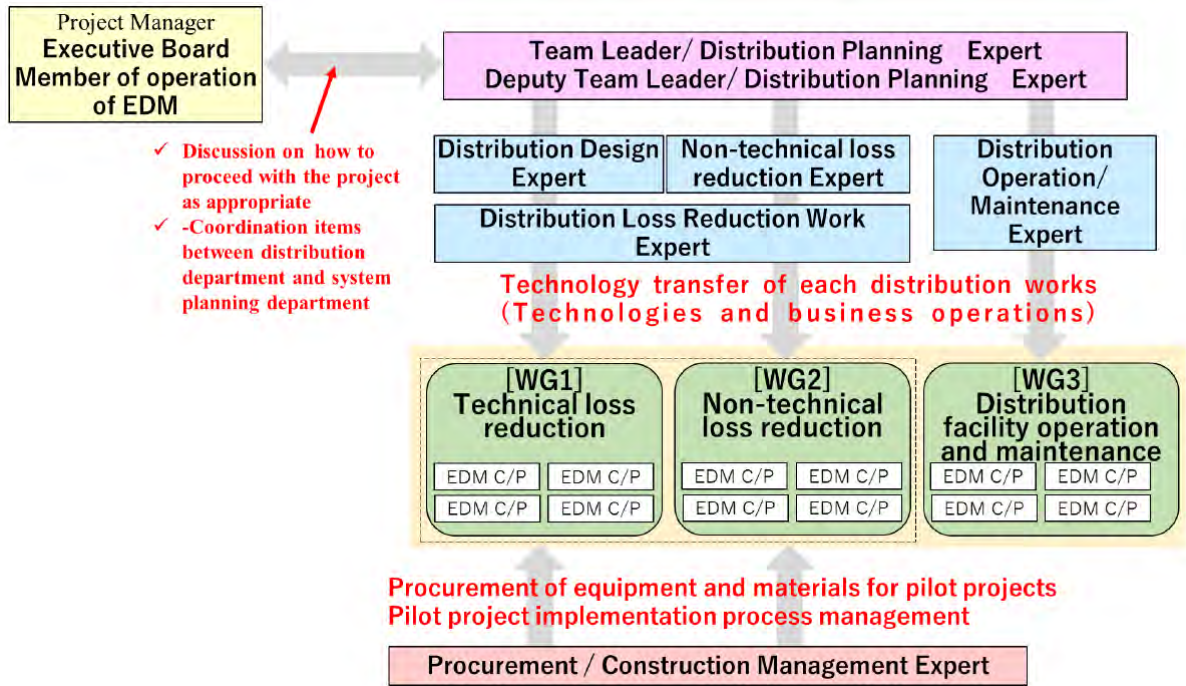
出典：JICA 技術協力プロジェクト（中部電力株式会社）

図 6.2-8 JICA 技術協力プロジェクトの目的



出典：JICA 技術協力プロジェクト（中部電力株式会社）

図 6.2-9 JICA 技術協力プロジェクトの組織体

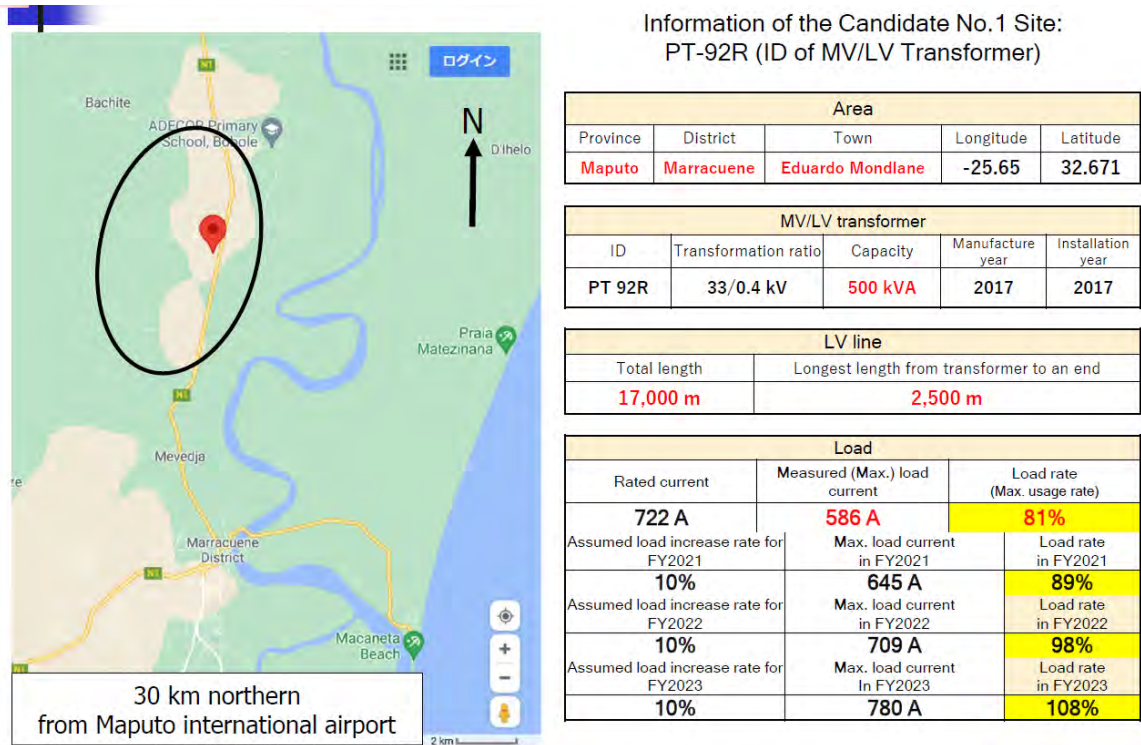


出典：JICA 技術協力プロジェクト（中部電力株式会社）

図 6.2-10 JICA 技術協力プロジェクトのワーキンググループ

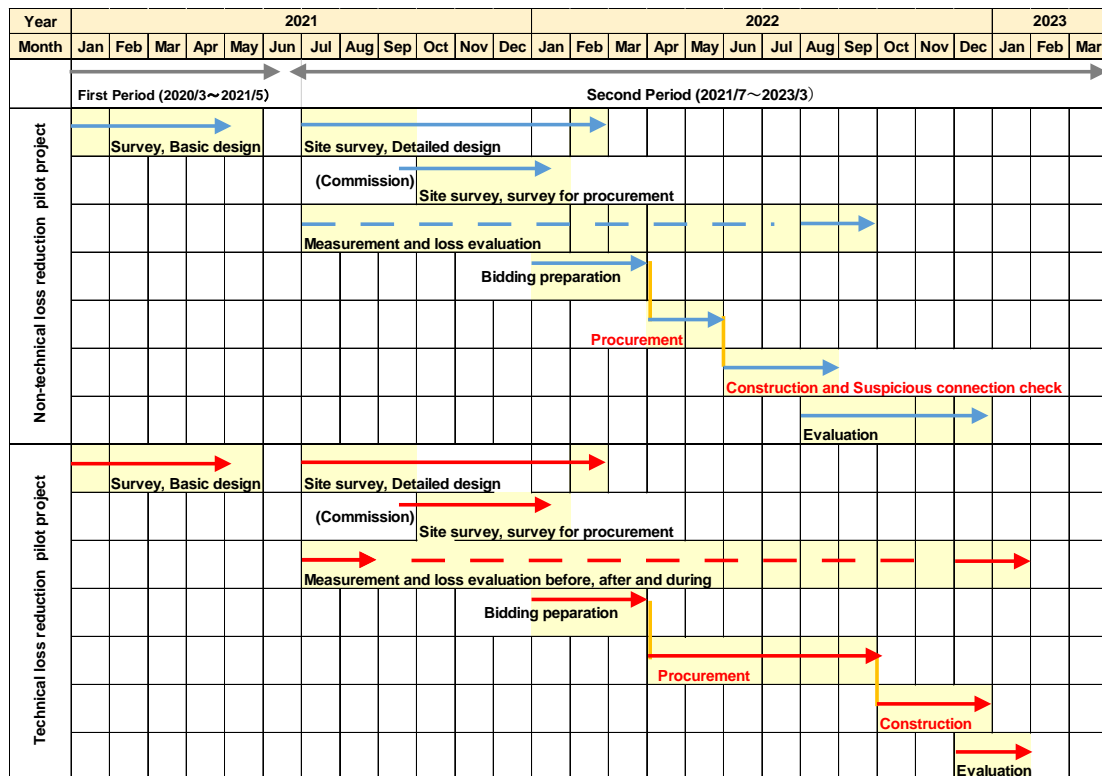
② テクニカルロス・ノンテクニカルロス低減のためのパイロットプロジェクトの現状

- 図 6.2-10 に示したように、WG1 ではテクニカルロスの低減、WG2 においてノンテクニカルロスの低減、WG3 において配電業務や設備の維持管理業務の改善に取り組んでいる。
- WG1 では、マルチトランスフォーマー方式の導入と、三相の負荷バランス改善によるテクニカルロス低減を図ることを目標としている。パイロットプロジェクトは、当初は複数個所で実施予定であったが、EDM、JICA との協議の結果、マプト国際空港から北に 30km のところにある一地点（EDM の変圧器管理番号 PT-92R）で行うこととなった（図 6.2-11）。また、パイロットプロジェクトの実施スケジュールを図 6.2-12 に示す。



出典：JICA 技術協力プロジェクト（中部電力株式会社）

図 6.2-11 テクニカルロス低減のためのパイロットプロジェクト候補地



出典：JICA 技術協力プロジェクト（中部電力株式会社）

図 6.2-12 パイロットプロジェクトの実施スケジュール（2021年9月時点）

- WG2 では、WG1 と同じ地点において、現在設置されているプリペイドメータでは不正使用があり得るため、電柱上部に「スプリットメータ」を取り付け（図 6.2-13）、盗電防止を図る取組みを計画中である。資材調達はいずれについてもこれからである。



出典：JICA 技術協力プロジェクト（中部電力株式会社）

図 6.2-13 スプリットメータの設置例

③ 配電のテクニカルロス・ノンテクニカルロスの状況について

- 2020年のデータは確認中とのことであったが、テクニカルロスが8%（EDMが一定値に設定している模様）、ノンテクロスが16%で、合計24%の見通しとのことであった。
- 前述のマプト国際空港から北に30kmのところにある一地点（EDMの変圧器管理番号PT-92R）におけるJICA技術協力プロジェクトの推進と、その後の他エリアへ同方策を展開することにより、今後の配電ロス率は、表 6.2-1にあるような数値を目標として設定している、とのことであった。

表 6. 2-1 2009 年～2019 年の配電ロス率の推移と今後の目標値

Transition of distribution loss

Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Loss	23%	20%	19%	17%	15%	18%	18%	21%	22%	24%	24%
Tech	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
Non-tech	15%	12%	11%	9%	7%	10%	10%	13%	14%	16%	16%

Distribution loss target (technical + non-technical)

Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Loss	24%	22%	21%	20%	19%	18%	16%

出典：JICA 技術協力プロジェクト（中部電力株式会社）

(2) 配電設備に関する作業安全

Appendix-2 を参照。

6.3 南部系統における配電整備の今後の計画

(1) 南部系統における配電整備計画

EDM 系統計画局より入手した 2021 年～2030 年に計画している優先順位の高いプロジェクトリストによれば、配電分野では 17 件が挙げられている。そのうち南部地域におけるプロジェクトは、6 件である。

これら 6 件のプロジェクトを見ると、いずれも、

- ・ テクニカルロスの低減
- ・ 停電時間の減少（供給信頼度向上）
- ・ 新規需要家の接続

といったことを目的としている。

また、上記目的を達成するための各プロジェクトのスコープは、

- ・ 中圧・低圧配電線の建設とリハビリ
- ・ 配電用変圧器の設置
- ・ 新規需要家の接続、街路灯とその制御装置の建設

などとなっている。

(2) 配電用高所作業車の導入可能性

ここまで述べたように、EDM はこれまで機能共用型の工事用車両であるクレーン付きトラックを使用しているが、機能が限定的であること、その配備数が十分でないこと、6.1 で述べたように状態不良である車両が相当数あることなどの課題を有している。

一方、今後も続くと想定される電力需要の増加に伴い、益々増加する配電線工事やそのメンテナンス作業に対して、災害ゼロを活動計画のハイライトとしている EDM としては、安全性・生産性向上を実現する必要がある。そのための第 1 ステップとして、日本の電力会社・配電工事会社の経験・ノウハウを反映させた高所作業車の導入が有効と考えられる。この点については第 8 章で詳述する。

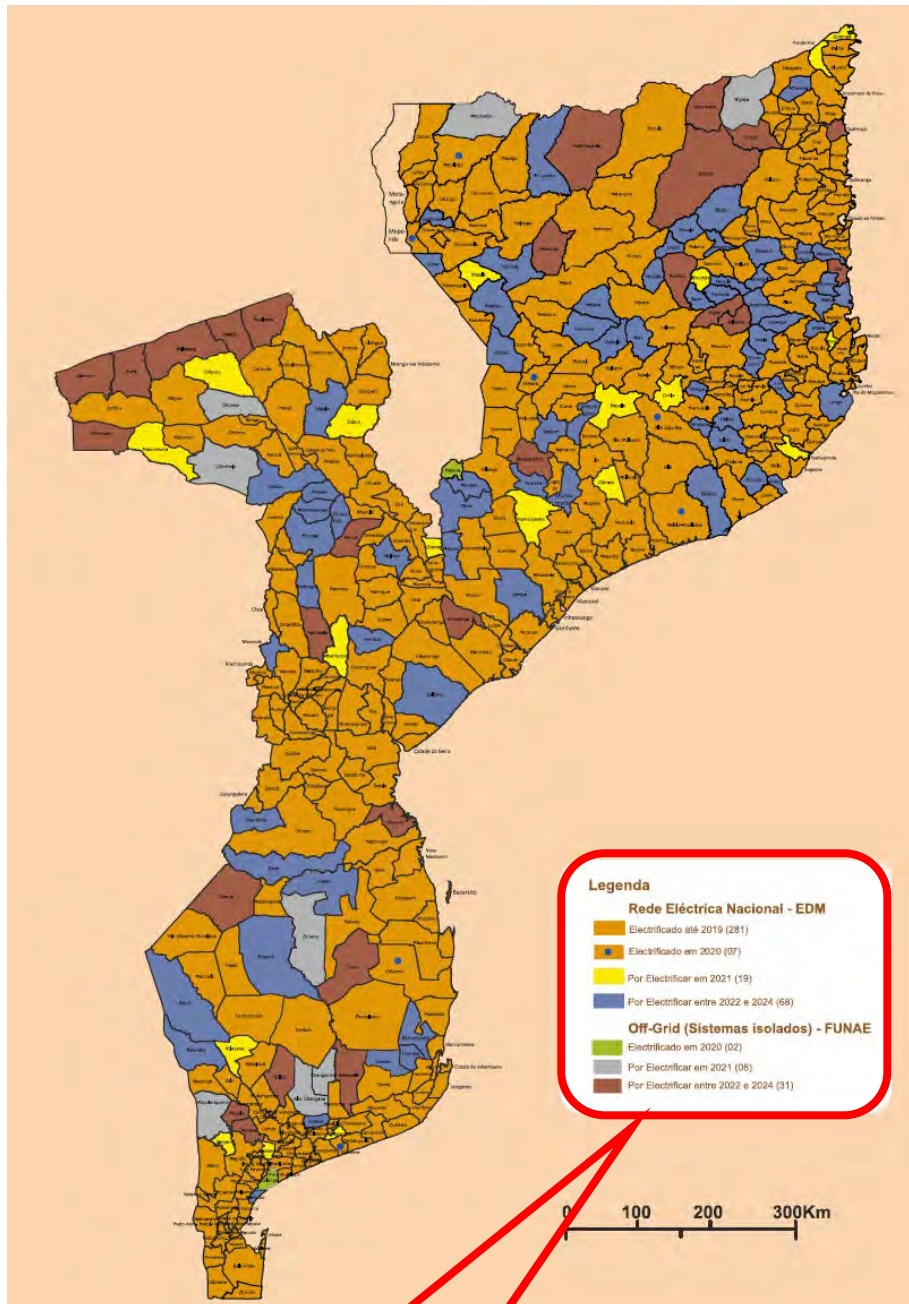
(3) 電化推進の現状と今後の計画

電化推進の状況と今後の計画を図 6.3-1 に示す。電化に関する EDM と FUNAE の役割分担は、EDM は「オングリッド電化」、すなわち既設配電系統を無電化エリアまで延長する方法で電化を推進し、FUNAE は既設系統に接続できないような場所（遠隔地）に住んでいる人のための電化を進める「オフグリッド電化」を担当している。EDM と FUNAE の電化計画が重複しないよう、関係各社が担当省の調整の下、月に 2 回の調整会議を行っている。

FUNAE は郊外地域の電化を中心に扱っており人々の生活用（特に炊事用）、仕事用の電気や、学校・病院・保健所といった公的機関運営のための電気を太陽光や小規模水力発電で提供している。また、それらの地域にガソリンスタンドを建て、管理することも行っている。FUNAE によるマイクログリッドが全国に 48 か所あり、それらはそれぞれの自治体で管理されている。それ以外のミニグリッドは FUNAE が管理しており、最大クラスでは太陽光は 550kW、水力は 6kW とのことである。

FUNAE は英国、スウェーデン、ベルギー、イタリア、スペインなど、欧州各国から支援を受けており、電化地域の優先順位は政府が決められている。また、ある地域を電化する場合、オングリッド電化とするか、オフグリッド電化とするかは、National Energy Strategy により、既設グリッド

から 30km 以上離れた地域をオフグリッド電化地域としていることが確認された。



出典：EDM Annual Stastical Report



図 6.3-1 「モ」国の電化推進状況と今後の計画

第7章

「モ」国電力セクターにおける今後の開発の可能性

第7章 「モ」国電力セクターにおける今後の開発の可能性

ここではこれまでの検討内容を整理し、「モ」国電力セクターにおける開発の可能性について述べる。

今回の調査で、EDMからは「モ」国全域を対象としたコロナ禍の影響による計画の見直しを含めたマスタープラン改訂版策定への支援の実施を希望する声が強いことが分かった。また、優先プロジェクトについて聞き取りをした際には、「モ」国内の広範な地域に跨った案件や国全体に係る件が多いという説明を受けた。今後の電力セクターの開発において、考慮に入れるべきと考える。

7.1 電源開発

3章の南部系統の電力供給力から、2020年までの電力需要と電力供給の実績は、電力需要が電力供給力を上回っており、今後も不足することが予想される。現在、不足分の電力は南アフリカからの電力供給で賄っている。2024年のTemane火力発電所の運転開始により、南部地域の電力供給力は改善されるが、他国の電力事情に影響されず「モ」国の南部地域の安定した電力供給を行うためにも今後の電力需要に合わせた適切な電源計画が必要となる。

今後、不足分の充足については、①EDMの自社発電量を増やす、②IPPを活用、③南アフリカから輸入電力で対応するの3つの方法がある。

EDMのビジネスプラン2020-2024における2019年の発電コストの平均の比較によると自社電源5.7MT / kWh、IPP11.11MT / kWh、輸入電力30.93 MT / kWhとなっている。低コストの自社電源を増やしてコスト高の輸入電力やIPPからの購入量を減らすことによりEDMの財務状況の改善が期待できる。したがって上記③の一番コスト高で他国の電力事情に影響をうける輸入電力にたよることは、最後の選択肢と考えるべきである。②のIPPを活用する場合はコストが高いこと、多くの場合米ドルやユーロなどハードカレンシーの契約を要求されることが多いので為替の変動に影響されるなど選択肢として第2番目に考えることが妥当である。低コストであり他国やIPPにたよらない①の自社開発発電量を増やすことを最優先すべきである。なお自社電源の発電コストについて、施設建設に係る初期費用が含まれているか明確ではないが、電力設備のような長期的な投資開発、例えば火力発電所の設備運用期間を25年とすると初期費用は初めの3-4年であり、その後の燃料費、運転維持管理費が発電コストのキャッシュフローの主なものであり、初期費用のコスト転嫁分を自社電源の発電コストに加えても、すでに利益が上乗せされている輸入電力やIPPからの購入価格の値と逆転しないと考えられる。

上記の考え方をもとに今後の自社電源の開発計画について検討した。まずEDMによれば、電源開発の優先案件の内、下記3件が南部地域で計画中である（詳細は4.3参照）。

- Massingir 18 MW and/or Mapai Hydro Power Plant, 75MW
- Beluluane Thermal Power (Gas), 2000MW
- Inhambane Wind Power Plant (Jangamo District) 30MW

上記の通り、計画中の案件は脱炭素並びに再生可能エネルギーを軸にした電源の多様化に舵を切る昨今の動向に違わず、水力、ガス、風力の3分野に分かれる結果となった。

Beluluane Thermal Powerは、民間企業により計画が進められ、またLNGを燃料として計画されている。LNGは天然ガスに比べ2倍以上の購入価格となるため、電気料金がエネルギー供給コストに比較して低いEDMの体質にそぐわないと本調査の新規開発候補からはずした。Inhambane Wind Power Plantはすでに国際融資機関により計画が進められていること並びに風の強弱などで出力が左右され電力供給力が不安定なため、こちらも新規開発候補からはずした。なお、Beluluane Thermal PowerとInhambane Wind Power Plantは初期の計画段階であり、供給力が未知数であるため3章の発電計画からもはずしている。

以上の通り、南部地域の優先案件となっている案件以外での電力開発の可能性の検討が必要であり、本調査を通し現時点で見込まれる「モ」国電力セクターの開発の可能性として、EDMの自社発電量を増やす目的で次の2件が予想されると考える。なお、(2)のマプトにおける大型火力発電所の増設については、有償資金協力「マプト・ガス複合式火力発電所整備事業」の後継案件形成についてEDMから開発ニーズがあると事前情報があり、調査団のヒアリングによりEDMの次期開発候補として期待度が高い発言を聴取できたこと、同案件に妥当性が見込まれることから本調査の開発候補とした。

(1) Limpopo 川流域の電源開発 (Massingir 18 MW and/or Mapai Hydro Power Plant 75MW)

開発の余地のある水力発電による電源を増設し、Gaza 州北部の系統安定化を目指す。優先プロジェクトに挙げられている Massingir と Mapai の水力発電に加え、新規案件発掘の可能性も考えられる。

今般、今後 EDM が具体的に計画しているプロジェクトでまだ融資について決まっていない案件を確定することは出来なかったが、近年、調査やパートナー探しの動きもみられることから、開発の余地があることが見込まれる。水力発電の導入により再生可能エネルギーの比率が向上することで、脱炭素化への貢献が期待される。

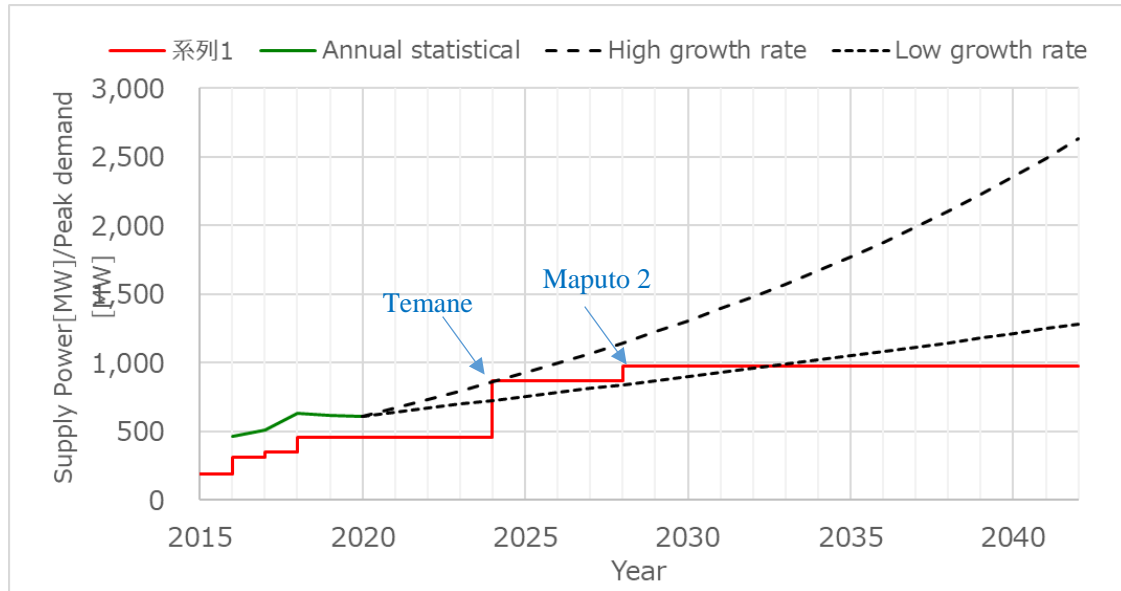
(2) Maputo に大型ガス火力発電所を増設

Maputo では我が国の円借款により本邦の企業連合によって建設された Maputo 火力発電所 (106MW, ガス焼き複合火力発電所) が 2018 年に運転を開始し、輸入電力に頼る同国において、自国で所有する新たな電源として南部地域の需要を賄っている。南部系統における電源確保は引き続き重要であるという認識の下、調査団は今後の更なる電源開発の一環として、当該発電所隣接地に同等容量のガス焼き発電所 (Maputo 2) を建設することについて、EDM に対してヒアリングを行った。EDM からは「南部地域への安定的な電力供給を向上させる非常に重要なプロジェクトである。現在進行中の電化プロジェクト (Energy 4-all - PROENERGIA) では、年間多数の新規顧客を接続し、工業化プロセス、農業、観光活動により、今後南部地域の需要が増加することが予想されている。EDM は、マプト発電所 (Maputo 2) を利用して、予想される需要をカバーするために十分なエネルギーを利用できるようにする予定である。これは戦略的なプロジェクトであり、今後数年のうちに実施される可能性がある」との回答を得た。

EDM から示された Maputo2 に対するニーズのより詳しい背景として、以下のような現状が挙げられる。

- ▶ エネルギー不足に対応するため IPP ヘシフトしたことにより供給コストが上昇し、近年の EDM の財務状況に悪影響を及ぼしているが、その対策として自国の天然ガスを利用する大型の電源を増設することにより発電量を増やし、国内需要をカバーしたうえで輸出増を実現することができれば、財務上の負担の軽減にもつながることが期待される。
- ▶ 脱炭素化に向けて国産の石炭を利用した発電が困難になった今、再生エネルギーの充実が確実になるまでの過渡期において、より CO₂ 排出量の少ない天然ガスを用いた発電に移行することは、豊富な天然ガス資源を擁する「モ」国にとって現実的な方策である。

EDM のコメントを踏まえ、Maputo 2 (106MW) が、実行可能性調査、融資手続、入札、契約交渉、契約および建設期間 (30 ヶ月) をへて 2028 年に運転を開始したと想定した場合を、図 7.1-1 に示した。高需要の伸び率の場合、運転開始の 2028 年でも約 170MW の電力供給力が不足する分析結果となった。



出典：JICA 調査団

図 7.1-1 Maputo 2 を含めた場合の南部地域の供給力と電力需要予測

同じく開発候補にあげた、Limpopo 川流域の水力発電 (Massingir 18 MW and/or Mapai Hydro Power Plant 75MW) について、一般的に水力発電所は建設期間が長いので、これから数年の間で開発が完了する可能性はかなり低いですが、Maputo 2 と同じ 2028 年に運転を開始し合計 93MW が発電されるようになると想定しても同年に約 80MW の電力供給が不足すると予想される。したがって需給の観点からも Maputo2 の妥当性が確認された。

なお、既設発電所の隣接地に次号機を建設する本案には、以下のような利点があると考えられる。

- ・サイトが首都 Maputo 近郊であり、需要地に近い。
- ・2 号機増設に必要な敷地がサイト内にすでに確保済みである。
- ・既設発電所と運転・維持管理に係る必要な知識を得た運転保守要員の共有が可能。
- ・既設発電所とガス受け入れ設備、送変電設備の共有が可能 (設備容量は検討の必要あり)。
- ・市水の供給配管が隣接している (水量の確保は確認が必要)。
- ・既設発電所と同型の GT の場合、スペアパーツの共有が可能。
- ・同発電所は敷地が広く建設に必要な資材置き場や業者の宿泊施設などの設置が容易。
- ・南アフリカに隣接しており、必要な資器材の調達が容易。
- ・近くに港湾施設があり、大型機器の荷揚げが可能。

今後、Maputo 2 の開発を進める為には、必要とされるガスの供給量を確保できるかについて確認が必要である。

また送電線については既設系統との接続が可能か、送電設備の増強も計画に含める必要があるか等について検討が必要である。

冷却水の確保については、既設同様に復水器や潤滑油冷却器には空気冷却方式、冷却水システムには循環式を採用する等、極力水資源を節約するような機器を計画することで問題はないと考えられる。しかしボイラ用水も必要になることから、必要な量の水の供給を確保できるか確認することは重要である。具体例をあげると、既設の建設期間中にはダム貯水率低下によりマプト市内でも取水制限が出され、その影響でサイトへの供給が止まることが度々あった。そのため建設・試運転日程に影響を与えないように、必要水量が確保できない期間には水を外部から購入して不足分を賄った。こうした問題を解決し、将来にわたりプラントを安定運用するため、地下水を水源とする水処理設備を追設した経験がある。この経験を活かし、今後電源を新設する際には非常時も含めた必要水量の確保について十分な検討が必要である。

Appendix-1 に、調査団の提案する事業概要を示す。

「モ」国は 2015 年時点のデータによって検討された電力マスタープラン(2018 年)が策定された。しかしながら、現時点では電力需要伸びの鈍化や、大型 Temane 発電所や 400kV 長距離送電線の新設計画を始めとする送電系統構成、発送配電設備計画等が大きく変更されているため、過渡応答、短絡容量解析を含めた系統解析を行い、南部地域における各設備の最適な新設・増強計画を策定する第二次電力マスタープランが必要であると想定される。特に Temane 発電所は、発電所からマプト近郊まで長距離 1 回線送電線で結ばれる計画となっており、2025 年の最大需要時には約 400MW の電力輸送が行われる予定である。一般に大容量長距離送電線を有する電力系統は、電力系統の過渡安定度が問題となることがあり、この送電線が故障することで大規模停電を引き起こす可能性がある。これらの問題点を解消する方策としては、需要地の近くでの発電所の開発や発電機の増強、送電線の増強、送電線故障時の対応策の立案などが考えられる。このような検討を第二次電力マスタープランなどで十分に検討しておく必要があると考える。

7.2 送電

本報告書では南部地域における 2025 年時点の送変電設備計画について考察したが（第 5 章参照）、2025 年時点で計画通りの整備が完了した場合、次のステージでは隣接地域との連携が必要になると考えられる。

ここでは 5 章に記載した 2025 年以降に計画されているプロジェクトのうち、他州と連系され系統上重要、かつ比較的規模が大きくなると見込まれる長距離送電線新設に関わる Limpopo 川流域の新規電源開発に伴う送電線の整備と Vilanculos~Massinga の送電線案件の 2 件を、今後援助の対象となり得る案件として挙げる。Limpopo 川流域の電源開発案件については基幹系変電所の増設、新設も必要となる。

なお、将来南部地域に新たに電源が設置された場合は、併せて既設送電線の増強が必要になる。既設送電線の増強工事は、既設鉄塔の建て替えは行わず電線のみを張り替える工法があり、この工法を採用することで工期の短縮が図れて工事費を抑えることができる。また、電線の張り替えに際し電線の使用温度を高めて送電容量を高める電線を適用することで、既設鉄塔の補強なしに送電線張り替え工事が行える可能性もある。

7.3 配電

配電分野で優先されるプロジェクトは以下の2点と考えられる。

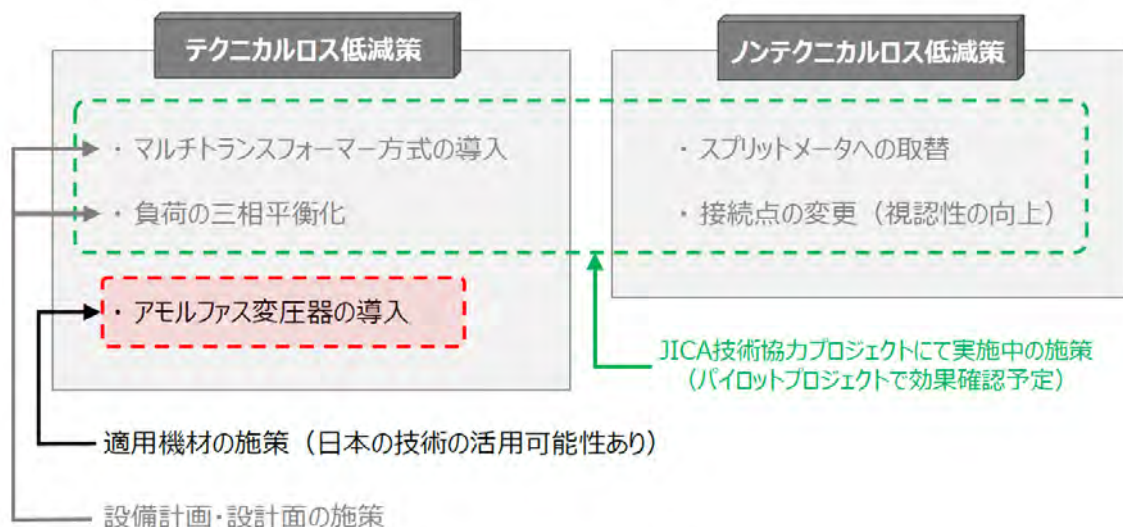
- 配電ロス低減（現在実施中の JICA 技術協力プロジェクトの成果に加え、アモルファス変圧器を導入した配電ロス低減策を Maputo 市内に設定したモデルエリアに展開）
- 配電工事の安全性・生産性向上（配電用高所作業車の導入）

これらが「優先される」と考える理由を以下に述べる。

(1) 配電ロス低減が優先される理由

- ・ 電力ロスの低減は、発電所を建設して供給力を増やすことと同じ効果があること
- ・ EDM の「Activity Plan and Budget 2021」においてハイライトされた事項のひとつであり、EDM の現在の経営課題となっていること
- ・ EDM 系統計画局より入手した 2021 年～2030 年に計画している優先順位の高いプロジェクトリスト（配電分野は 17 件）において、すべてのプロジェクトに共通するコンテンツとなっていること
- ・ 現在、ロス低減にフォーカスした JICA 技術協力プロジェクト（配電損失改善プロジェクト）を実施中であり、将来的には EDM にその内容が定着するので、スムーズなプロジェクト推進が期待されること

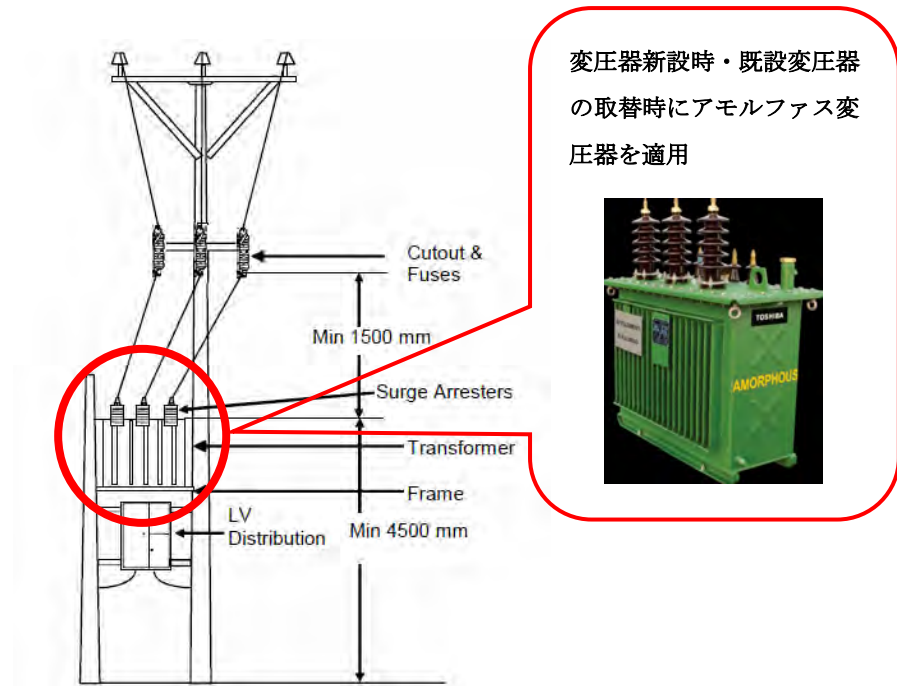
上記に合わせ、第 8 章でも述べる日本の技術の活用策として、図 7.3-1 に示すように、アモルファス変圧器を「適用機材の施策」として追加し、現在実施中の技術協力プロジェクトの施策と合わせて、マプト市内のあるエリアにフォーカスして展開することで、際立った配電ロスの低減効果が得られることが期待される。



出典：調査団作成

7.3-1 JICA の協力の可能性検討（現在の JICA 技術協力プロジェクトにアモルファス変圧器導入を追加）

参考に 33/0.4kV 柱上変圧器の設置イメージを図 7.3-2 に示す。



出典：EDM 資料

図 7.3-2 33/0.4kV 柱上変圧器の設置イメージ

(2) 配電工事の安全性・生産性向上（配電用高所作業車の導入）が優先される理由

- ・ EDM の「Activity Plan and Budget 2021」において、「労働災害事故のゼロ化」がハイライトされた事項のひとつであり、EDM の現在の経営課題となっていること
- ・ EDM の「Business Plan 2020-2024」によると状態不良の大型車両が相当数存在すること
- ・ 2014 年に実施した JICA「モ国ナカラ回廊送配電網強化事業準備調査」実施時から配電工事車両の状況については大きな変化要因はないと想定されること（車両配備の絶対数が足りていない）
- ・ 日本の電力会社の経験では、配電工事車両の整備は、建設工事やメンテナンスの際の安全性・生産性に大きく寄与すること

今後の電力需要の増加に伴い、益々増加する配電線工事における安全性・生産性向上を実現するための第 1 ステップとして、日本の電力会社・配電工事会社の経験・ノウハウを反映させた高機能を有する配電用高所作業車の導入が非常に有効と考える。

スキームの一案としては、(1)の配電ロス低減をメインプロジェクトとして、(1)のプロジェクトで適用する配電設備を建設する際に、(2)の高所作業車を導入して実施する形が考えられる。

7.4 他ドナーの動向

他ドナーの現状の動向を知る手段の一つとして、AfDB の担当者に話を聞くことができた。

AfDB の「モ」国に対する支援は、貧困と不平等が蔓延しているという同国の包括的な開発課題に取り組むというもので、効果的かつ持続的に貧困と不平等を削減するため、必要な雇用を創出することを目的としている。

主に力を入れているのは農業や建築の分野とのことだが、エネルギーや交通インフラへの投資を通じて民間セクターの意欲を高めることも支援の一つに挙げている。

なお、同国において貧困がより深刻な課題となっているのは北部地域であり、AfDB の支援対象は現在のところ北部地域に重点が置かれている。

以上が AfDB から得た情報であるが、その他、近年の他ドナー協力動向としては、世銀によるオフグリッド電化、EDM の事業運営能力の強化、配電網の増強、ノルウェーによる太陽光発電所建設、送電網整備に係る F/S の実施などが挙げられる¹。

今回、現時点の EDM の開発計画に関する情報を収集・整理して、実現性のより高いものに絞り込んで今後の具体的なシナリオを描くという調査方法を試みたが、優先とされている開発計画の現時点における進捗状況が様々であり、限られた調査期間において体系的に整理するまでには至らなかった。机上の議論に止まっているのか、出資者との交渉を開始しているのか、プロジェクトの一部については実現性が見込まれるのか、といったさらに細かい正確な情報を得て、開発計画をより精度の高いものにしていくことが、今後の課題である。

なお前述のとおり、「モ」国全体としては貧困や電力アクセス問題の解決が喫緊の課題であることから、AfDB をはじめ世銀や各国ドナー（ノルウェー、スウェーデンなど）の援助の動きは専ら北部地域を中心としたエリアに向く傾向が見られる。

一方で相対的には産業が発達して見える南部も開発の余地があり、電力を輸入に頼る現状を脱するとともに安定した電力系統を構築するという課題の解決は、農村部の発展と並行して不可欠である。

¹ 令和2年度外務省 ODA 評価「無償資金協力個別案件の評価（モザンビークに対する経済社会開発計画）」（2021）

第8章

日本の技術の活用可能性

第 8 章 日本の技術の活用可能性

日本の技術の活用可能性について、EDM が抱える課題に対し活用し得る日本技術について検討した。本邦技術活用の際の留意点や条件があれば、それらを明確にしたうえで適用可能性を提案した。

8.1 発電事業

EDM の課題：需要地密着型（マプト近郊）の電源開発、自国の天然ガスを有効利用した、コスト面で有効な独自の電源開発

技術：コンバインドサイクル発電

日本の優位性：「モ」国初のコンバインドサイクル発電を本邦製で導入しており優位性は高い。信頼性が高い。

留意点：初号機と増設について、スペアパーツを共有することなどの効率化を図れるため、この点からも本邦製優位がある。



出典：メーカー資料

図 8.1-1 Maputo コンバインドサイクル発電所

8.2 送電事業

EDM の課題：電力ロス 31%の低減のため、送電設備の高圧化、電線の太線化による送電ロスの低減。

技術：増容量弛度抑制電線（Gap 電線）： 電線張替時
低ロス電線（LL 電線）：送電線新設時

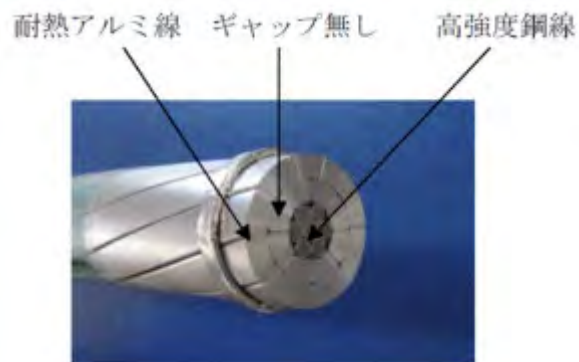
日本の優位性：本邦メーカーの数多くの輸出実績あり。

留意点：調達時に製造経験、納入実績の条件などをつけないと他国メーカーとの優位性確保が困難となる。



出典：メーカー資料

図 8.2-1 Gap 電線



出典：メーカー資料

図 8.2-2 低ロス電線

8.3 変電事業

EDM の課題：都市部での変電所敷地の確保（変電所敷地の縮小）

技術：屋外 GIS 設備

日本の優位性：ガス漏れ率条件で本邦メーカーに優位性あり。

留意点：屋外 GIS 設備にするための合理的な理由（狭隘な既設屋外変電所における増設、海岸沿いの塩害防止など）が必要である。

EDM の課題：変電所の新設計画への緊急対応

技術：移動用変電所

日本の優位性：「モ」国への導入実績あり。高い信頼性。

留意点：他国製移動用変電所も「モ」国で使用されている。機器の保守性や故障率など比較検討が必要である。



図 8.3-1 移動用変電所

8.4 配電事業

(1) アモルファス変圧器

- ・ EDM の課題：至近年の配電ロス率の推移を見ると 30%超となっており、近年かなり高いレベルで推移している。今後の低炭素化の観点からもその低減が、EDM が現在抱えている重要な経営課題のひとつとなっている。
- ・ 技術：アモルファス変圧器（従来のケイ素鋼板変圧器に比べ鉄損が 1/3 程度になる）
- ・ 日本の優位性：ロスの最適設計を踏まえた価格競争力を有し、アフリカ他において多くの輸出実績がある。工場は海外、主要材料は品質・コストを勘案して本邦製とする他、設計、品質管理面の施策により優位性を維持している。
- ・ 留意点：他国でもアモルファス変圧器の製造メーカーが存在するが、日本製品よりも品質面で劣ることが多い。入札時に製造経験や技術面で条件をつける必要がある。また、本変圧器の採用にあたっては、従来のケイ素鋼板変圧器に比べ、一般的にサイズ・重量が少し大きくなるので、EDM の現在の変圧器の設計基準や工事基準などを参照しつつ、導入可能性についてフィジビリティスタディを行う必要

がある。また、一般に価格も若干増となることから、EDM とともに目標とするロス値を含めて網羅的に比較検討、協議する必要がある。



出典：メーカー資料

図 8.4-1 アモルファス変圧器の外観

(2) 配電用高所作業車

- ・ EDM の課題：状態不良の車両が相当数存在すること、配電用高所作業車両の配備数が足りていないこと、高所作業における落下事故が発生していることなどに加え、増加する配電線工事における安全性・生産性向上を図る必要がある。
- ・ 技術：配電用高所作業車
- ・ 日本の優位性：日本の電力会社・配電工事会社のこれまでの経験・ノウハウを反映した操作性能・安全設計などにおいて優位性がある。
- ・ 留意点：他国で本邦製品のコピーが出回っているため、調達時に製造経験年数などの条件をつける必要がある。また、導入にあたっては、日本製品は安全性・生産性向上のための機能を多く有するので、使用者 (EDM) に対する導入前の十分なトレーニングの他、メンテナンス、万が一の故障・トラブル発生時の対応方法などを確立しておく必要がある。



出典：メーカー資料

図 8.4-2 配電用高所作業車の外観比較（上：EDMの現行車両、下：本邦製品）

Appendix-1: Maputo 2

The project outline, project cost estimation of Maputo 2, which is the successor project to the "Maputo Gas Combined Cycle Power Plant Project (Maputo 1)" funded by JICA ODA Loan, were presented.

1. Project Outline

Project Outline is as follows:

Name: Maputo 2 Thermal Power Plant

Location CTM (Blue frame is existing area (Maputo 1), red frame is additional area (Maputo 2))



Configuration: 2-2-1, Two sets of Gas Turbine/ Generator (GT/G) 40MW, two sets of dual pressure HRSG's one Stem Turbine (ST/G) 26MW

Substation: 66kV Isolated Air Substations

Fuel: Natural Gas

Fuel Source: Temane (Inhambane Province)

Capacity: 106Mw at ambient temp.28 °C

Net Efficiency: 50.2%

2. Project Cost (For Reference Only)

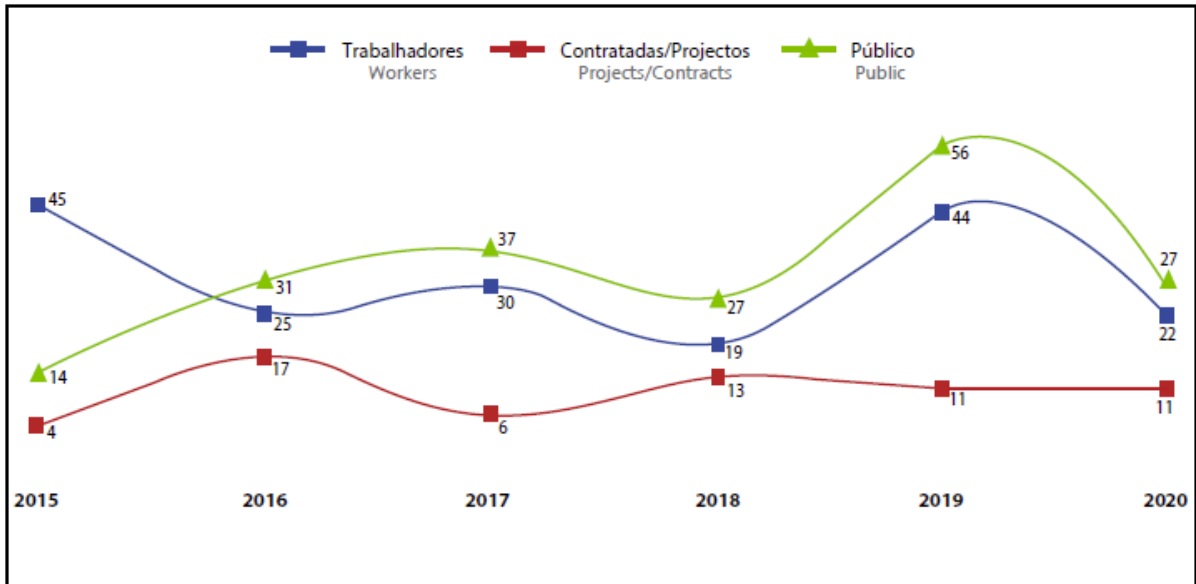
The project cost estimate is summarized in the following table.

Finance Portion	Cost (Million USD)
Power plant construction and associated works (EPC cost)	137,100
LTSA, training and spare parts	27,600
Consulting services	11,300
Contingency	5,300
Total of Finance Portion	181,300
Non Eligible Portion (site preparation, administration cost and tax)	10,600
TOTAL	191,900

NOTE: EPC Cost, LTSA, and Consultant services were estimated based on actual contract basis.
And Non Eligible Portion referred to the cost of the stage of JICA Feasibility Study.

Appendix-2: 配電設備に関する作業安全

後述する日本の技術の活用可能性検討の資とすべく、EDMの安全面（災害件数の推移）に目を向けると、図 6.2-14 のように毎年 30～50 件程度の社員・請負工事会社の災害が発生していることがわかる。

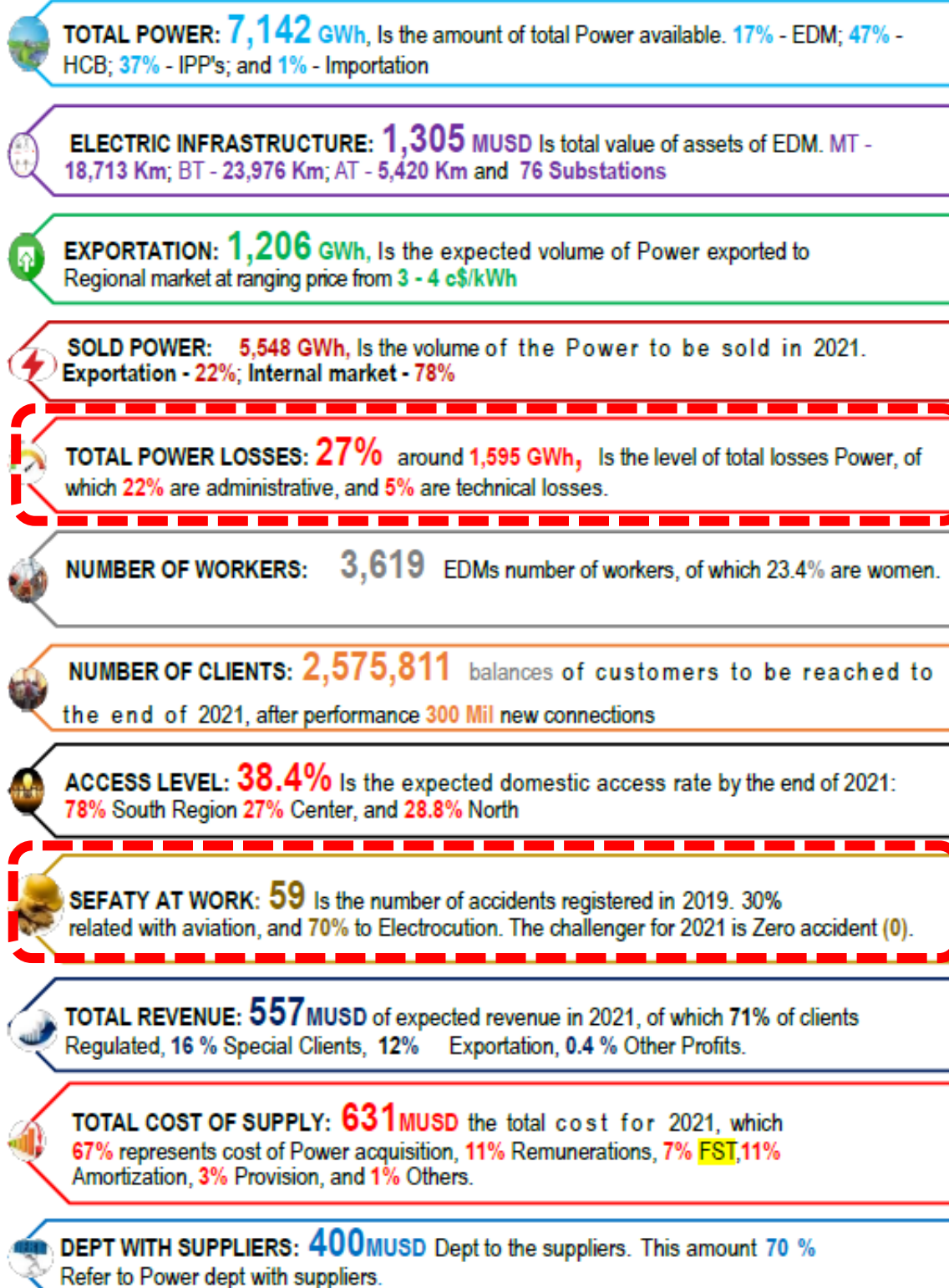


出典：EDM Annual Stastical Report

図 6.2-14 EDM における災害発生件数の推移

上記の状況に対して EDM は、2021 年は災害をゼロにすべく EDM の活動計画のハイライトの一つとして取組み中である（図 6.2-15）。

第7章 Highlights



出典：EDM Activity Plan and Budget 2021

図 6. 2-15 EDM 活動計画の中の重要項目

以上のデータはEDM 全社大のものであり、配電部門のみのデータではないことから、以前にEDMの北部に属する Nacala 支社の配電メンテナンスセンター並びに EDM 本社において配電工事用車両のニーズについて聞き取り調査を実施した際に得られた情報・意見を以下に整理する。

- Nacala 支社の配電メンテナンスセンターを訪問し、配電線の建設・メンテ用車両を確認した。EDM によると通常はクレーン付きトラックを使用しているとのことであった（図 6.2-16）。トラックのクレーンにはバケット、オーガー、電柱吊り上げ機といった3種類の機器を作業目的に応じて取り付けている（図 6.2-17）。
- 上記のように EDM は機能共用型の工事用車両を有するが、共有型であるが故に、各々の工事に関する機能は極めて限定されることとなる。これは工事量が少なく、一件の工事に相応の時間を要して良い場合には特に問題ないと思われるが、堅調な電力需要の増加に応じて発生する大量の配電線工事を遅滞なく実施するためには工事の生産性向上が必須である。そのために配電線工事専用の高機能車両を活用することは日本のこれまでの経験からも有効な方策である。



出典：【左】EDM 提供、【右】調査団撮影

図 6.2-16 EDM の配電工事状況（左）と工事用車両（右）



出典：調査団撮影

図 6.2-17 EDM のクレーン付トラックに取付けるバケット（左）とオーガー（右）

- EDMナカラ支社は管轄エリアが広いがクレーン付トラックは1台しか保有していない(他支社も概ね同様とのこと)。変圧器・電柱などの重量物を運搬する他、高所作業用バケットやオーガーを取り付ける場合、このクレーン付トラックが必要であるが、台数が全く足りていない状況にある、とのことであった。
- 上記トラック（高所作業用バケット）を使えない場合は、図 6.2-18 のように昇柱器（図中の黄色い円内）や梯子を使って作業をしている。EDM 配電部門では作業安全を最重要事項ととらえており、工事用車両が増えていけば配電部門の高所作業に関連する落下事故（2013年にEDM全体で11件発生）を低減できる、とのことであった。2013年におけるEDM配電部門の高所作業に関連した事故の状況は表 6.2-2 の通りである。





出典：EDM 資料

図 6.2-18 EDM 配電作業者の昇柱作業の様子

表 6.2-2 配電部門における高所作業に関連した事故の状況（2013 年）

事故原因	ナカラ支社	配電部門全体
腐朽木柱からの落下	0	2
伐採作業中の落下	0	2
梯子からの落下	1	7
合 計	1	11

出典：EDM 資料より調査団作成

現在も配電工事における安全・災害の状況は大きく変化しているとは考えにくく、安全性・生産性向上に寄与する配電工事用高所作業車の有効性は、現在も Nacala 支社調査時と変わらないと思われる。

表 6.2-3 に 2018 年から 2021 年にかけてモザンビーク南部で発生した事故の統計データを示す。

表 6.2-3 南部で発生した事故の統計データ

ACCIDENT STATUS of SOUTHERN REGION of MOZAMBIQUE														
Ano	Afectados	DTSU	Customer Services Areas											
			Chókwé	Xai- Xai	Inhambane	Vilanculo	Ka Mubucuaná	Ka Mavota	Ka Maxaquene	Ka Nhumo	Ka Guava	Matola	Infulene	Boane
2018	Workers		1					1	1	1				
	Sub Contractor													
	Public	1	1	1			1				1			2
2019	Workers	1					2				1	2	1	1
	Sub Contractor		1									1	1	
	Public	1	1		1									1
2020	Workers	1	1				1				1	1	1	2
	Sub Contractor		1										2	1
	Public	1			1						1	3	1	
2021	Workers	1	6	2	1	1	2			1	1		2	1
	Sub Contractor			1	1								1	
	Public	1	1	1			1	1		2	1		3	2

出典：EDM 資料