

ルワンダ国  
インフラ省 (MoI)  
ルワンダエネルギーグループ (REG)

# ルワンダ国

## 第二次変電及び配電網整備計画

### 準備調査報告書

平成 28 年 3 月  
(2016 年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

委託先  
八千代エンジニアリング株式会社

産公
JR(先)
16-007

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、ルワンダ国の「第二次変電及び配電網整備計画」にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を八千代エンジニアリング株式会社に委託しました。

調査団は、平成27年2月から平成28年3月までルワンダ国の政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成28年3月

独立行政法人国際協力機構  
産業開発・公共政策部  
部長 井倉 義伸

## 要 約

### ① 国の概要

ルワンダ共和国（以下、ルワンダ国と称す）は、南緯 1～3 度、東経 29 度～31 度とアフリカ大陸の中央部に位置し、東はタンザニア共和国、西はコンゴ民主共和国、北はウガンダ共和国に囲まれ、南はブルンジ国に面している。ルワンダ国の全国人口は約 1,210 万人（2014 年）である。国土面積は約 2.63 万 km<sup>2</sup>と日本の約 0.07 倍で、国土の大部分は海拔 1,500 m 程の平地である。年間平均気温は 16～28℃程度であり、亜熱帯性気候に属するが、標高が高いため気候は年間を通して穏やかである。また、雨期は 2 月～5 月及び 9 月～12 月であり、月間最高降水量は 324 mm 程度である。

ルワンダ政府は、2000 年に中長期的な国家開発計画「Vision 2020」を策定し、一人当たりの GDP を 2000 年の 220 米ドルから 2020 年までに 900 米ドルとすることを目標に挙げ、中所得国入りを目指し、開発を積極的に進めている。しかしながら、依然として国民の約 60%（国連開発計画（UNDP）人間開発報告書）が絶対的貧困ラインの下での生活を余儀なくされているほか、歳入の 5 割が外国からの援助資金によって占められるなど、経済構造は脆弱である。

### ② プロジェクトの背景、経緯及び概要

ルワンダ政府は上記の状況に対応するため、国家開発計画である「Vision 2020」、「経済開発貧困削減戦略」、セクター開発計画である「電力開発戦略」、「エネルギーセクター戦略計画（2013-2018）」の中で、①発電設備の増強、②電化率の向上、および③電気料金に対する補助金の削減を重要な目標としている。近年の 8%程度の成長率を背景に、首都キガリを中心に急速に電力需要が増加しているが、この成長に即した電力開発事業は難航しており、ルワンダ政府は、自立持続的な社会経済の発展を実現するため、特にその障害となっているキガリ市の電力流通設備について、無償資金協力事業「変電及び配電網整備計画フェーズ 2」を我が国に要請した。

### ③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

この要請に対し、JICA は協力準備調査団（第 1 次現地調査）を 2015 年 3 月 7 日から 4 月 17 日までルワンダ国に派遣し、同国関係者（主管官庁：インフラ省（MoI）、実施機関：エネルギー開発公社（EDCL）、協力機関：エネルギー運用公社（EUCL））と要請内容の再確認、実施内容の協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査及び関連資料の収集を実施した。

帰国後、調査団は現地調査資料に基づき、プロジェクトの必要性、社会・経済効果、妥当性について検討し、その結果を踏まえ協力準備調査報告書（案）に取りまとめた。JICA は 2015 年 11 月 7 日から 11 月 14 日まで第 2 次現地調査（概要説明）調査団をルワンダ国に派遣し、協力準備調査報告書（案）の説明及び協議を行い、ルワンダ国関係者との間で基本合意を得た。

調査の結果を基に策定した協力対象事業は、ルワンダ国のキガリ市の送配電・変電設備の改修及び新設に必要な資機材の調達・据付を行い、関連する施設の建設を行うものである。下表に基本計画の概要を示す。

プロジェクトの概要

区分	主なプロジェクトコンポーネント	数量・容量
調達／据付	<b>1. ンデラ変電所新設</b> (1) 110/15 kV 変圧器 (2) 110 kV 開閉装置 (3) 15 kV 開閉装置 (4) SCADA 用通信設備	20 MVA×2 台 1 式 1 式 1 式
	<b>2. 送電線</b> 既設送電線（ビレンボ－ガソギ変電所間）－ンデラ変電所間 110 kV 送電線（2 回線）新設 (1) 110 kV 架空線（ACSR、単導体式）	亘長 約 2.2 km
	<b>3. 配電線</b> 3-1（ルート 1）既設ガソギ変電所－カブガ開閉所間 15 kV 配電線（1 回線）新設 (1) 15 kV 架空線（ACSR、単導体式）  3-2（ルート 2）ンデラ変電所－既設配電線（ビレンボ－フリーゾーンフェーズ 1）間 15 kV 配電線（2 回線）新設 (1) 15 kV 架空線（ACSR、単導体式）  3-3（ルート 3）ンデラ変電所周辺の 15 kV 配電線（1 回線）移設 (1) 15 kV 架空線（ACSR、単導体式）	亘長 約 6.5 km  亘長 約 650 m  亘長 約 400 m
	<b>4. 既設ガソギ変電所の改修</b> (1) 15 kV 配電盤増設（カブガ開閉所用）	1 式
	<b>5. 開閉所（RMU）</b> 5-1 カブガ開閉所新設 (1) 開閉設備（カブガ地区用）  5-2 ムリンディ開閉所新設 (1) 開閉設備（ムリンディ地区用） (2) 立ち上がり鉄塔（耐張型鉄塔）	1 式  1 式 1 基
調達	<b>6. 調達資機材に係る保守用道具</b> <b>7. 調達資機材に係る交換部品</b>	1 式 1 式
建築	<b>8. 調達資機材（変圧器、鉄塔等）に係る基礎</b> <b>9. 制御室建屋（ンデラ変電所、カブガ及びムリンディ開閉所）</b>	1 式 3 棟

[出所] JICA 調査団

④ プロジェクトの工期及び概略事業費

施工・調達業者契約認証まで非公表。本計画の工事工期は約 18 ヶ月（検収・引渡し業務を含まず）である。

⑤ プロジェクトの評価

(1) 妥当性

本計画はルワンダ国の開発計画やエネルギー政策の実現に資するとともに、貧困層を含む一般国民に裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高いと判断される。

(2) 有効性

1) 定量的効果

指標名	基準値 (2015年実績値)	目標値 (2021年) 【事業完成3年後】	
		本計画無	本計画有
1. 110kV 系統の変圧器設備容量 *1	105 MVA	195 MVA	235 MVA
2. ギコンド変電所(既設)の変圧器負荷率 *2	59 %	63~90 %	53~76 %
3. 電力損失 *3	0.72 % (467 kW)	2.06 % (3,937 kW)	1.72 % (3,225 kW)

[備考] \*1: 中央地区 (キガリ市が主体) 変電所の 110/15(30)kV 変圧器の合計設備容量を示している。他ドナー支援を含む。

\*2: ギコンド変電所(既設)の配電線負荷を一部本事業変電所に切替えるため指標に選択。

\*3: 中央地区 (キガリ市が主体)

2) 定性的効果

現状と問題点	本計画での対策 (協力対象事業)	計画の効果・改善程度
ルワンダ国では経済特区の策定に伴い、ンデラ地区での電力需要が急増する一方で、現在電力供給を行っている配変電施設の容量不足や老朽化が著しく、供給不安定や送配電ロスの大いなる要因となっている。	既存 110kV 送電線を分断し、110kV2 回線の送電線 (約 2.2km) 及び 110/15kV ンデラ変電所 (40MVA) の建設を行う。	110kV 送電線及び 110/15kV 変電所を建設することで、電力供給における離接するビレンボ変電所及びギコンド変電所への依存度が軽減される。また、供給不安定や送配電ロスのリスクが緩和される。
ルワンダ国の経済特区の策定に伴い、カブガ地区及び周辺での宅地開発が急ピッチで進められていることから、ンデラ地区周辺の配電網の電力安定供給が危惧される。	110/15kV ガソギ変電所からカブガ地区 (約 6.5km) へ 15kV 配電線を建設し、15kV 配電網用カブガ開閉所を建設し、	カブガ地区及びカブガ南部開発地区の電力安定供給を行う。新設カブガ開閉所は無人とし、ギコンドの電力監視所 (NCC) で遠隔操作される。
ルワンダ国の経済特区の策定に伴い、経済特区周辺での宅地開発が進められていることから、ンデラ地区周辺の配電網の電力安定供給が危惧される。	ムリンディ開閉所を建設し、立ち上がり鉄塔 1 基を建設する。	ムリンディ地区及び国際空港周辺の電力安定供給を行う。新設ムリンディ開閉所は無人とし、ギコンド変電所の電力監視所 (NCC) で遠隔操作される。

以上のように、本計画を実施することで多大な効果が期待されることから、協力対象事業に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。さらに本計画の実施および実施後の運営・維持管理についても、ルワンダ国側の体制は人員・予算計画とも十分であり問題はないと考えられる。

# 目 次

序文

要約

目次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト／略語集

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-1
1-1-3	社会経済状況	1-3
1-2	無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-4
1-3	我が国の援助動向	1-5
1-3-1	我が国の援助方針	1-5
1-3-2	無償資金協力（電力セクター）	1-5
1-4	他ドナーとの関連	1-6

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員	2-1
2-1-2	財政・予算	2-3
2-1-3	技術水準	2-4
2-1-4	既存施設・機材	2-4
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-8
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-8
2-2-2	自然条件	2-10
2-2-3	環境社会配慮	2-13
2-2-3-1	環境影響評価	2-13
2-2-3-1-1	環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要	2-13
2-2-3-1-2	ベースとなる環境社会の状況	2-14
2-2-3-1-3	相手国の環境社会配慮制度・組織	2-15
2-2-3-1-4	代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討	2-19
2-2-3-1-5	スコーピング	2-20
2-2-3-1-6	環境社会配慮調査の TOR	2-22
2-2-3-1-7	環境社会配慮調査結果	2-24
2-2-3-1-8	影響評価	2-25
2-2-3-1-9	緩和策及び緩和策実施のための費用	2-27

2-2-3-1-10	モニタリング計画	2-28
2-2-3-1-11	ステークホルダー協議	2-29
2-2-3-2	用地取得・住民移転	2-30
2-2-3-2-1	用地取得・住民移転の必要性	2-30
2-2-3-2-2	用地取得・住民移転にかかる法的枠組み	2-31
2-2-3-2-3	用地取得・住民移転の規模・範囲	2-37
2-2-3-2-4	補償・支援の具体策	2-40
2-2-3-2-5	苦情処理メカニズム	2-43
2-2-3-2-6	実施体制	2-44
2-2-3-2-7	実施スケジュール	2-44
2-2-3-2-8	費用と財源	2-45
2-2-3-2-9	実施機関によるモニタリング	2-46
2-2-3-2-10	住民協議	2-46
2-2-3-3	その他	2-47
2-2-3-3-1	モニタリングフォーム案	2-47
2-2-3-3-2	環境社会配慮チェックリスト	2-50
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-3
3-2-1	設計方針	3-3
3-2-1-1	基本方針	3-3
3-2-1-2	自然条件に対する方針	3-3
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-4
3-2-1-4	施工事情に対する方針	3-4
3-2-1-5	現地業者、現地資機材の活用に対する方針	3-4
3-2-1-6	実施機関の維持・管理能力に対する方針	3-4
3-2-1-7	施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針	3-5
3-2-1-8	工法/調達方法、工期に係わる方針	3-5
3-2-2	基本計画	3-6
3-2-2-1	計画の前提条件	3-6
3-2-2-2	潮流解析	3-6
3-2-2-3	全体計画	3-22
3-2-2-4	基本計画の概要	3-23
3-2-3	概略設計図	3-46
3-2-4	施工計画/調達計画	3-46
3-2-4-1	施工方針/調達方針	3-46
3-2-4-2	施工上/調達上の留意事項	3-47

3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-48
3-2-4-4	施工監理計画/調達監理計画	3-50
3-2-4-5	品質管理計画	3-52
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-52
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-53
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-53
3-2-4-9	実施工程	3-54
3-3	相手国側負担事業の概要	3-54
3-4	プロジェクトの運営・維持管理	3-55
3-4-1	基本方針	3-55
3-4-2	日常点検と定期点検項目	3-55
3-4-2-1	変電設備の日常点検と定期点検項目	3-55
3-4-2-2	送電線の日常点検と定期点検項目	3-56
3-4-3	交換部品購入計画	3-56
3-4-3-1	交換部品の対象設備	3-56
3-4-3-2	交換部品の調達計画	3-57
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-59
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-59
3-5-2	運営・維持管理費	3-60
第4章 プロジェクトの評価		
4-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4-1
4-3	外部条件	4-3
4-4	プロジェクトの評価	4-3
4-4-1	妥当性	4-3
4-4-2	有効性	4-5

## 添付資料

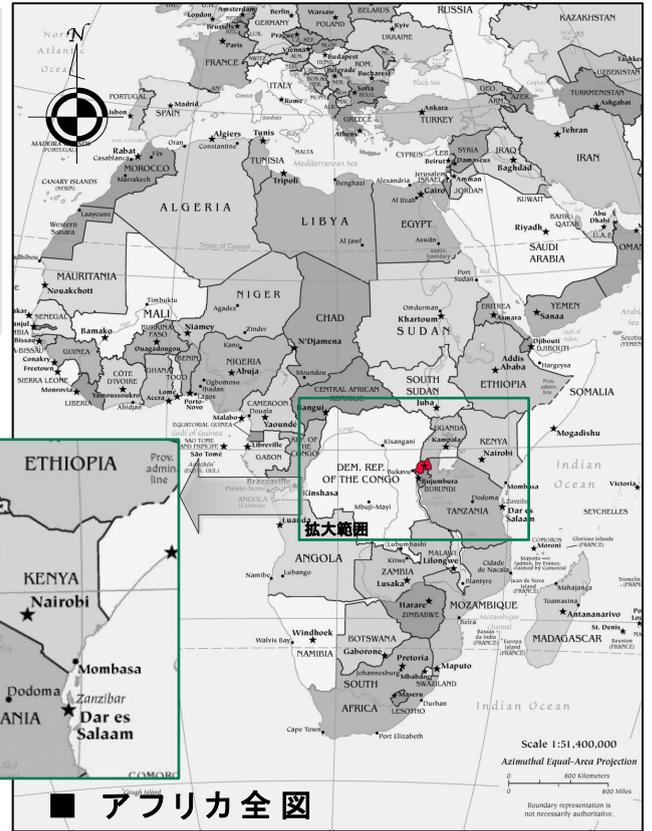
- 1 調査団員・氏名
- 2 調査行程
- 3 関係者（面会者）リスト
- 4 討議議事録（M/D）
- 5 参考資料/入手資料リスト
- 6 概略設計図
- 7 フィールドレポート
- 8 フィールドレポート署名に係る議事録
- 9 系統解析に係る基礎データ
- 10 送電線占有地（ROW）に係るレター
- 11 RDBによるスクリーニング結果

- 12 EIA レポート(EDCL→RDB)
- 13 EIA 許認可
- 14 変電所用地譲渡に係るリクエスト及び承認レター
- 15 簡易版住民移転計画書案 (現地再委託)
- 16 地形地質測量結果報告書 (現地再委託)

ルワンダ共和国  
(Republic of Rwanda)

面積:2.63万平方キロメートル(日本の約0.07倍)  
 人口:1,130万人(2013年、UNFPA)  
 首都:キガリ(Kigali)  
 宗教:カトリック57%, プロテスタント26%,  
 アドヴェンティスト11%, イスラム教4.6%等  
 GNI(USD):1,430(2013)  
 GDP成長率:4.6%(2013)

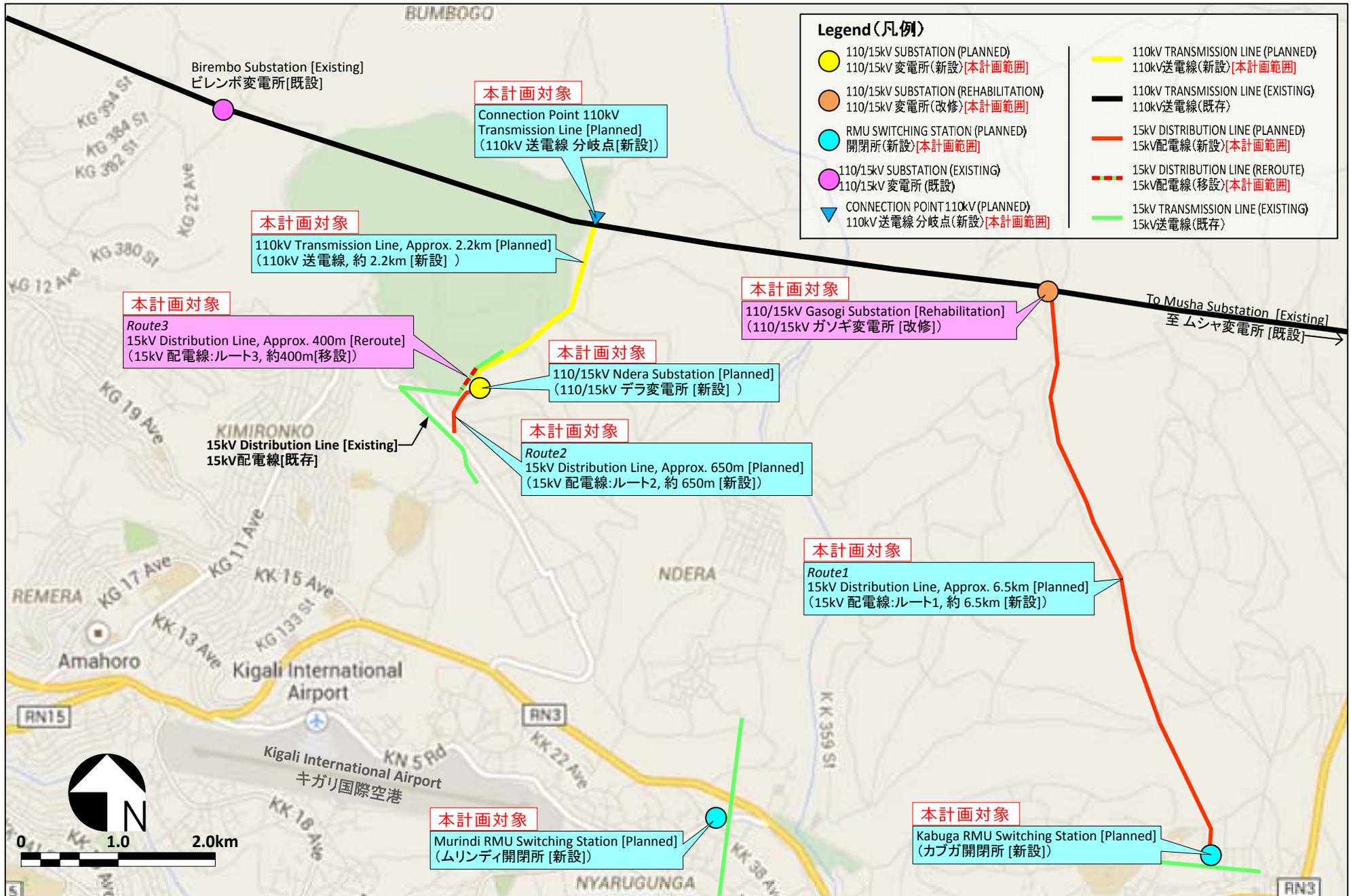
■ キープロフィール



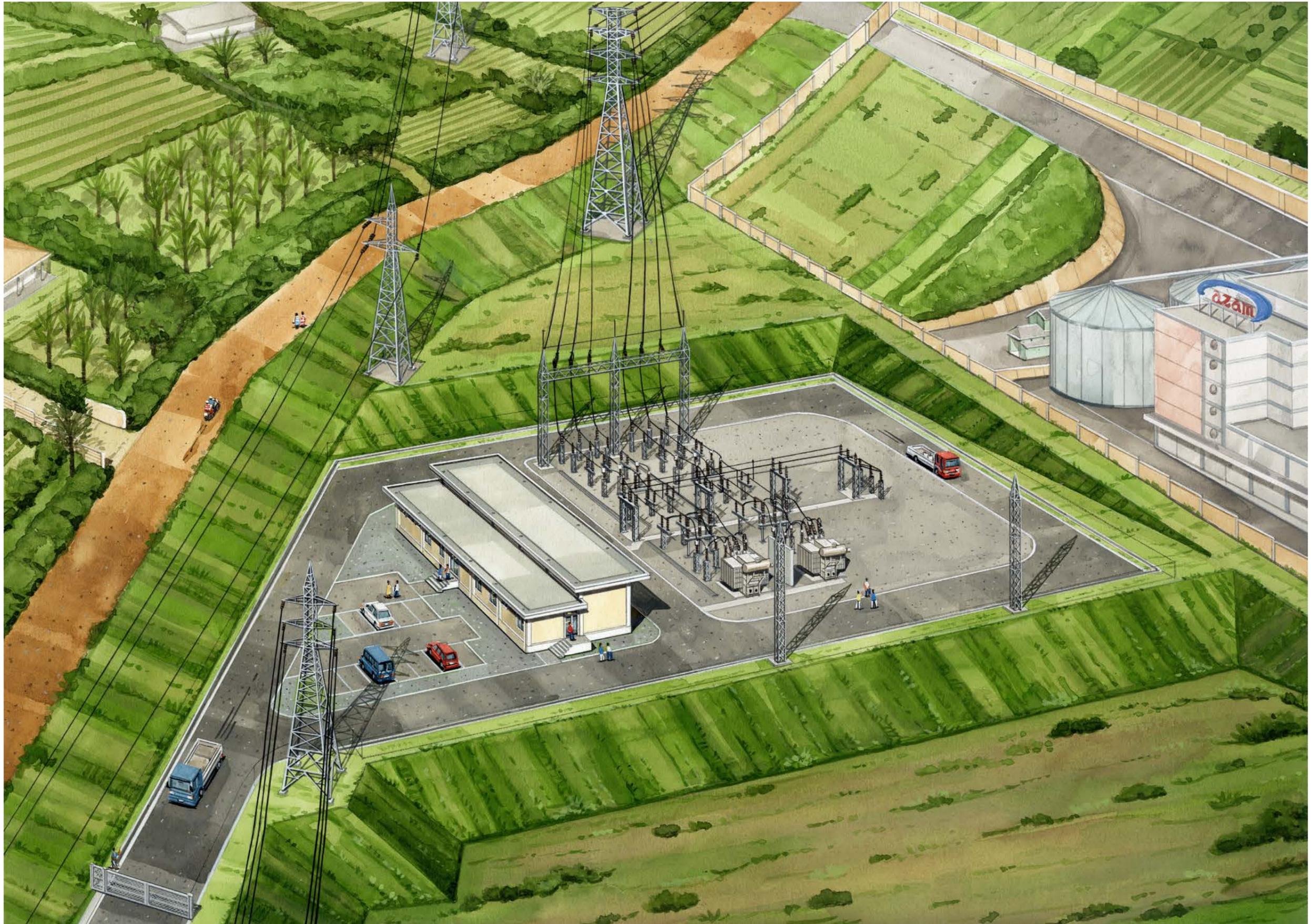
■ アフリカ全図



巻頭図1:ルワンダ国第二次変電及び配電網整備計画 計画対象地



巻頭図2: ルワンダ国第二次変電及び配電網整備計画 サイト位置図



ルワンダ国第二次変電及び配電網整備計画（ンデラ変電所の完成予想図）

## サイト状況踏査 現況写真(1/2)



インフラ省(責任官庁)ビル

本計画の責任省庁は、電力分野の我が国の無償資金協力事業「首都圏及び主要都市配電施設整備計画」を実施した経験を有する。本計画にあたり、責任省庁として、本計画を管理する十分な能力を有している。



キガリタワー

ルワンダエネルギーグループはルワンダ国全土の電力開発を管轄するエネルギー開発公社及び電力設備の運用を管轄するエネルギー運用公社で構成され、本計画の実施機関は、エネルギー開発公社であり、写真のキガリタワー10階が本社である。



キガリ市の市街地の様子

キガリ市、特に、キガリ国際空港周辺では経済活動が活発化しており、大型ショッピングモール等の建設増加している。電力需要の急増が見込まれており、地域産業の安定的発展の観点からも電力供給改善は重要な課題である。



公共施設の様子(水衛生公社のトレーニングセンター)

キガリ市には、キガリ大学等の高等教育施設、キングファイサル病院等の重要公共施設が存在する。本計画のンデラ変電所は、次代を担う人材育成に資する教育施設、医療施設にも直接的に裨益する。



110/15kV ンデラ変電所(本計画対象)

本計画のンデラ変電所は、キガリ国際空港より約 3km北側に位置する経済特区地域周辺に整備する。ンデラ変電所建設予定サイトは急激な勾配があるため、大規模な造成が必要となる。



110 kV 送電線分岐点(本計画対象)の様子

既設のビレンボ変電所とガソギ変電所を結ぶ 110 kV 送電線 1 回線を分岐する。既存の 212 番鉄塔周辺に新設の鉄塔を建設して送電線を分岐し、約 2.2 km の架空送電線にてンデラ変電所へ引き込む。

## サイト状況踏査 現況写真(2/2)



110 kV 送電線ルート(本計画対象)の様子

本計画の 110 kV 送電線ルートは分岐点からンデラ変電所まで南西に約 2.2 km 新設する。送電線ルートの一部には住宅地を通過するため、計画に際し社会配慮が必要である



15 kV 配電線(本計画対象)のルートの様子

既設ガソギ変電所から新設カブガ開閉所間を結ぶ新設 15kV 配電線ルート。既設 15kV 配電線に隣接した箇所もあり、一般道路より 10m 程度離れた場所へ支持物(鉄塔もしくは鉄柱)を建設する。



ガソギ変電所の 15 kV 開閉設備(既設)の様子

既設ガソギ変電所の 15kV 配電盤の様子。予備の配電盤がないため、新設カブガ開閉所までの 15 kV 配電線引き出し用として配電盤を本計画で増設する。増設は写真右側を計画している。



フリーゾーンフェーズ1開閉所(RMU)

現在開発中の経済特区の既設開閉所。経済特区の一部は既に操業を開始していることから、同開閉所は既に無人にて稼働している。今回建設する2組の開閉所のモデルとなる開閉所であり、開閉装置(RMU)などが装備されている。



本計画のカブガ開閉所サイト(本計画対象)

本計画ではカブガ地区に開閉所を新設し、ガソギ変電所からの 15kV 配電線を接続し、15kV 配電網の中継局とする。カブガ地区では一般住宅の建設ラッシュが既に始まっている。



本計画のムリンディ開閉所サイト(本計画対象)

本計画ではムリンディ地区に開閉所を新設し、既設 15kV 配電網の中継地とする。また、同敷地内の右側に鉄塔を新設し既設 15kV 配電線を分断し、15kV ケーブルで新設開閉所と接続する。左奥の既設鉄塔はそのまま利用する予定。

## 図表リスト

### 第1章

表 1-1-2.1	「エネルギーセクター戦略計画（2013-2018）」に示される開発計画	1-2
表 1-1-3.1	ルワンダ国の主要社会経済指標	1-4
表 1-1-3.2	ルワンダ国の貿易収支	1-4
表 1-3-2.1	我が国の電力分野への無償資金協力事業の概要	1-5
表 1-4.1	他ドナーによる電力セクターへの支援状況概要一覧表	1-6

### 第2章

図 2-1-1.1	インフラ省の組織図	2-1
図 2-1-1.2	エネルギー開発公社の組織図	2-2
図 2-1-1.3	エネルギー運用公社の組織図	2-3
図 2-1-4.1	総合給電指令所の制御室	2-8
図 2-1-4.2	総合給電指令所の端末画面	2-8
図 2-2-2.1	アフリカ災害予測地図	2-11
図 2-2-2.2	キガリ市（キガリ空港）風向風速	2-12
図 2-2-2.3	キガリ市（キガリ空港）月別降雨量	2-13
図 2-2-2.4	キガリ市（キガリ空港）月別最高最低気温	2-13
図 2-2-3-1-2.1	ルワンダ国の保護地区分布図	2-15
図 2-2-3-1-3.1	ルワンダ国における環境承認の手順	2-18
図 2-2-3-2-3.1	移転対象家屋の一例	2-39
表 2-1-1.1	ルワンダ国における電力系統の運営体制	2-2
表 2-1-2.1	エネルギー開発公社の年間支出内訳	2-4
表 2-1-4.1	ルワンダ国の既存 110 kV 送電線	2-5
表 2-1-4.2	ルワンダ国の主要既存 110/15 kV 配電用変電所	2-6
表 2-2-2.1	キガリにおける最高・最低気温の月平均 [°C]	2-12
表 2-2-2.2	キガリにおける月間降水量 [mm]	2-12
表 2-2-2.3	気象条件	2-13
表 2-2-3-1-1.1	協力対象事業コンポーネント及び必要用地	2-14
表 2-2-3-1-3.1	環境社会配慮関連法制度（ガイドラインを含む）	2-15
表 2-2-3-1-4.1	代替案の比較検討	2-20
表 2-2-3-1-5.1	スコーピング	2-21
表 2-2-3-1-6.1	環境社会配慮調査の TOR	2-23
表 2-2-3-1-7.1	環境影響調査結果	2-24
表 2-2-3-1-8.1	スコーピングと調査結果の比較	2-25
表 2-2-3-1-9.1	環境緩和策	2-27
表 2-2-3-1-10.1	モニタリング計画	2-28
表 2-2-3-2-1.1	REG による本事業の用地取得と住民移転のクライテリア	2-30

表 2-2-3-2-1.2	事業コンポーネントと必要用地 .....	2-30
表 2-2-3-2-2.1	JICA ガイドラインと相手国法制度との比較 .....	2-33
表 2-2-3-2-3.1	事業による被影響世帯数と被影響者数 .....	2-38
表 2-2-3-2-3.2	セクター毎の用地取得対象となる土地 .....	2-38
表 2-2-3-2-3.3	移転対象となる建造物 .....	2-38
表 2-2-3-2-3.4	影響を受ける農作物 .....	2-39
表 2-2-3-2-3.5	被影響世帯の家計・生活に係る情報 .....	2-40
表 2-2-3-2-3.6	ガソボ郡社会経済概要 .....	2-40
表 2-2-3-2-3.7	セクターの人口と密度 .....	2-40
表 2-2-3-2-4.1	エンタイトルメント・マトリックス .....	2-42
表 2-2-3-2-7.1	ARAP 実施スケジュール .....	2-45
表 2-2-3-2-8.1	住民移転・用地取得にかかる費用 .....	2-45
表 2-2-3-2-8.2	補償金額内訳 .....	2-45
表 2-2-3-2-8.3	ARAP 実施に係る費用内訳 .....	2-45
表 2-2-3-2-10.1	住民協議実施概要 .....	2-46
表 2-2-3-2-10.2	質疑応答の主な項目 .....	2-47

### 第3章

図 3-1-2.1	110 kV 系統における本計画の位置付け .....	3-2
図 3-2-2-2.1	年別の電力需給の推移 .....	3-7
図 3-2-2-2.2	日負荷曲線 .....	3-7
図 3-2-2-2.3	料金種別毎の販売電力量、需要家数の推移 .....	3-8
図 3-2-2-2.4	地域別、契約種別毎の販売電力量比率 .....	3-9
図 3-2-2-2.5	需要想定と既存想定との比較 .....	3-11
図 3-2-2-2.6	全国とキガリ市における需要想定比較 .....	3-12
図 3-2-2-2.7	2021 年の潮流解析結果（供与開始後 3 年） .....	3-19
図 3-2-2-2.8	2028 年の潮流解析結果（供与開始後 10 年） .....	3-20
図 3-2-2-2.9	2028 年の三相短絡電流計算結果（供与開始後 10 年） .....	3-21
図 3-2-4-4.1	事業実施関係図 .....	3-51
図 3-2-4-9.1	事業実施工程表 .....	3-54
図 3-4-1.1	送変電設備の維持管理の基本的な考え方 .....	3-55
表 3-1-2.1	プロジェクトの概要 .....	3-1
表 3-2-2-2.1	需要想定各ケースにおける前提条件 .....	3-9
表 3-2-2-2.2	大型需要家情報 .....	3-10
表 3-2-2-2.3	大型需要家開発シナリオ .....	3-11
表 3-2-2-2.4	キガリ市の需要想定 .....	3-12
表 3-2-2-2.5	既存変電所の配電用変圧器容量 .....	3-13
表 3-2-2-2.6	配電用変電所の増強計画実施後の変圧器容量 .....	3-14
表 3-2-2-2.7	需要想定負荷（高ケース）の変電所配分 .....	3-15
表 3-2-2-2.8	中央地区と東地区の系統運用維持に必要な増強内容 .....	3-16

表 3-2-2-2.9	代表変電所の三相短絡電流値 .....	3-18
表 3-2-2-3.1	設計気象条件 .....	3-22
表 3-2-2-4.1	ンデラ変電所 日本側調達機器一覧表.....	3-24
表 3-2-2-4.2	主要機能及び建築計画 .....	3-31
表 3-2-2-4.3	外部仕上げ表 .....	3-31
表 3-2-2-4.4	内部仕上げ表 .....	3-31
表 3-2-2-4.5	ガソギ変電所 日本側調達機器一覧表.....	3-32
表 3-2-2-4.6	カブガ開閉所及びムリンディ開閉所日本側調達機器一覧表.....	3-35
表 3-2-2-4.7	主要機能及び建築計画 .....	3-38
表 3-2-2-4.8	外部仕上げ表 .....	3-38
表 3-2-2-4.9	内部仕上げ表 .....	3-38
表 3-2-2-4.10	自然条件 .....	3-39
表 3-2-2-4.11	電気条件 .....	3-39
表 3-2-2-4.12	架空線数量表 (ACSR 240/40mm <sup>2</sup> ).....	3-40
表 3-2-2-4.13	架空地線数量表 .....	3-40
表 3-2-2-4.14	110kV 送電設備 日本側調達機器一覧表.....	3-41
表 3-2-2-4.15	架空線数量表 (ACSR 120/20mm <sup>2</sup> ).....	3-43
表 3-2-2-4.16	架空地線(OPGW)数量表 .....	3-44
表 3-2-2-4.17	架空地線 (GSW)数量表.....	3-44
表 3-2-2-4.18	15kV 配電設備 日本側調達機器一覧表.....	3-45
表 3-2-4-3.1	負担事項区分 .....	3-48
表 3-4-2-1.1	標準的な変電設備機材の定期点検項目.....	3-56
表 3-4-3-2.1	本計画で調達する交換部品・試験器具・保守用道工具.....	3-57

## 略語集

AFD	Agence Française de Développement (フランス開発庁)
ARAP	Abbreviated Resettlement Action Plan (簡易版住民移転計画書)
AfDB	African Development Bank (アフリカ開発銀行)
BCU	Bay Control Units (ベイコントロールユニット)
BTC	Belgian Technical Corporation (ベルギー技術協力公社)
COMESA	Common Market for Eastern and Southern Africa (東南部アフリカ市場共同体)
CV	Cross-linked polyethylene insulated Vinyl sheath cable (架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル)
CVVS	Control-use Vinyl insulated Vinyl sheathed cable (制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル)
DFID	Department for International Development (英国国際開発省)
DIN	Deutscher Normenausschuss (ドイツ工業規格)
EAPP	Eastern African Power Pool (東アフリカパワープール)
EARP	Electricity Access Rollout Program (地方電化プログラム)
EDCL	Energy Development Corporation Limited (エネルギー開発公社)
EGL	Energie des Grands Lacs (大湖諸国エネルギー開発協会)
EIA	Environmental Impact Assess (環境影響評価)
ESSP	Energy Sector Strategic Plan (エネルギーセクター戦略計画)
EU	European Union (欧州連合)
EUCL	Energy Utility Corporation Limited (エネルギー運用公社)
EWSA	Energy Water and Sanitation Authority (電力水衛生公社)
FMO	Financierings-Maatschappij voor Ontwikkelingslanden (オランダ開発金融会社)
FONERWA	Fund for Environment and climate change in Rwanda (ルワンダ環境・気候変動基金)
G/A	Grant Agreement (贈与契約)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GIS	Gas Insulation System (ガス絶縁システム)
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (ドイツ国際協力公社)
GSW	Galvanized Steel Wire (亜鉛メッキより線)
IDA	International Development Association (国際開発協会)
IEC	International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)
JEC	Japanese Electrotechnical Committee (電気規格調査会)
JEM	Japan Engineering Management Inc. (社団法人日本電気工業規格)
JICA	Japan International Cooperation Agency (独立行政法人 国際協力機構)
JIS	Japan Industrial Standards (日本工業規格)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (ドイツ復興金融公庫)
LTC	on-Load Tap Changer (負荷時タップ切換装置)
M/D	Minutes of Discussions (協議議事録)
MCCB	Molded Case Circuit Breaker (警報接点付)
MDGs	Millennium Development Goals (ミレニアム開発目標)

MININFRA	Ministry of Infrastructure (インフラ省)
NECC	National Electricity Control Centre (給電指令所)
NLTC	No Load Tap Changer (無負荷時タップ切替装置)
OJT	On the Job Training (実地訓練)
ONAN	Oil Natural Air Natural (油入自冷式)
OPGW	Optical Ground Wire (光ファイバ複合地線)
PAPs	Project Affected Persons (被影響住民)
RDB	Rwanda Development Board (ルワンダ開発委員会)
REG	Rwanda Energy Group (ルワンダエネルギーグループ)
REMA	Rwanda Environmental Management Agency (ルワンダ環境管理庁)
RMU	Ring Main Unit (リングメインユニット)
ROW	Right of Way (敷設権)
RTU	Remote Terminal Unit (既設遠隔端末装置)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition System (遠方監視制御システム)
SI	the International system of unit (国際単位系)
TOR	Term of Reference (業務指示書)
WHO	World Health Organization (世界保健機関)

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

### 1-1 当該セクターの現状と課題

#### 1-1-1 現状と課題

ルワンダ国は、他の東アフリカ地域の国々と比較して一人当たりの電力消費量が低水準にあり、電力エネルギーは国家エネルギー総消費量の4%に過ぎない。全消費エネルギーのうち84%が薪炭など旧来のバイオ燃料の燃焼によって賄われている状況にある。2004年に生じた深刻な電力不足後、ルワンダ国の発電電力量は増加し安定しつつあるものの、電化率は全国平均16%、発電設備容量は110MW程度と依然として低水準な状態である。2011年度の発電電力量のエネルギー構成を見ると、水力発電が約54%、火力発電(ディーゼル)が約46%を占めている。特に高価な燃料が必要なディーゼル発電への依存は、重油を輸入に頼るルワンダ国にとって、2004年以降の世界的原油価格の高騰を背景に、財政的に大きな負担となっている。また、近年の8%程度の成長率を背景に、首都キガリを中心に急速に電力需要が増加しているが、それに対応するための送配変電設備が十分ではないため、今後の電力の安定供給が不安視されている。そして、不安定な電力供給は経済活動および人々の生活向上に大きな支障を来すことが危惧されている。

ルワンダ政府は上記の状況に対応するため、国家開発計画である「Vision2020」、「経済開発貧困削減戦略」、セクター開発計画である「電力開発戦略」、「エネルギーセクター戦略計画(2013-2018)」の中で、①発電設備の増強、②電化率の向上、および③電気料金に対する補助金の削減を重要な目標としている。また、貴機構は対ルワンダ国国別援助実施計画の中で、「経済基盤整備(広域インフラ)」を重点分野と設定し、民間活力の向上を伴う持続的な経済成長の基礎構築を支援しており、電力セクターに対しては、電力供給の安定化および電化率の向上を目的とした無償資金協力「変電および配電整備計画」(2010年)、電力公社の研修体制の強化および運転維持管理能力の向上を目的とした技術協力プロジェクト「効率的な電力システム開発のための電力公社能力向上プロジェクト」(2010~2014年)や、地熱開発計画を含む電力開発計画の策定支援を目的とした技術協力プロジェクト「持続的な地熱エネルギー開発推進のための電力開発計画策定支援プロジェクト」(2013~2016)を実施している。

上記の状況を踏まえ、ルワンダ政府は電力供給の安定化を目的とした無償資金協力「変電および配電網整備計画フェーズ2」に係る支援を我が国政府に対し要請した。当初は、①ギセニ地区における配電網の改修、②ヌタルカ変電所の改修、および③キガリ市内の配電網の改修が要請内容であった。しかしながら、上述のように首都キガリへの電力供給の緊急性を考慮し、キガリ市内の送配変電設備を支援対象とすることで、2014年8月にルワンダ国側と合意をした。

#### 1-1-2 開発計画

インフラ省は、「エネルギーセクター戦略計画(2013 - 2018) (Energy Sector Strategic Plan 2012/13 - 2017/18)」を策定しており、2018年までのルワンダ国全土を対象とした電源開発計画、流通設備開発計画を策定している。当該「エネルギーセクター戦略計画」が本計画の上位計画

となる。

「エネルギーセクター戦略計画（2013-2018）」に示されるプロジェクト一覧表を表 1-1-2.1 に示す。同表から、ルワンダ国の電力計画は、次の理念に基づき進められていることが伺える。まず、自国資源としての水力、ピート及びキブ湖（Lake Kivu）に眠る大量のメタンガスを活用する。次に、隣国からの電力融通を考慮した国際連系線の整備によりディーゼル発電量を減少させて現状より低廉な電力価格を実現する。さらに、今後の潮流の増大に合わせた 220 kV 基幹送電網の構築や電力をキガリ市等の重負荷地域にロスなく流通するための国内送電網の整備を進めるといった計画をしていることが伺える。

表 1-1-2.1 に示す計画のうち赤字で示したプロジェクトは、巻頭図 2 に示したキガリ市周辺におけるプロジェクトである本計画と関連性が深いため、事業規模、資金調達方法、運転開始時期を確認し、実施確度を把握した上で、本計画とこれらのプロジェクトとの整合性が確保されるよう留意する。

表 1-1-2.1 「エネルギーセクター戦略計画（2013-2018）」に示される開発計画

	プロジェクト名	亘長	運用開始年
1	ギシャマ - ブガラマ 110 kV 線 *	11 km	2014
2	キリンダ - ニヤパロンゴ I 110 kV 線*	25 km	2014
5	リュカララ - キリンダ 110 kV 線*	29.5 km	2015
6	シャンゴ - リリマ 220 kV 線	53 km	2015
7	220/110/30 kV リリマ変電所建設		2015
8	ニヤビブ変電所建設		2015
9	ブガラマ変電所拡張工事		2015
10	110/30 kV ネンデジ変電所建設		2015
11	30 kV 送電線 ルリンド - ビュンバ - ガツナ、 ビュンバ - ンガラマ建設	41 km + 22 km	2015
12	ムカングワ - ニヤビブ 110 kV 線	23.5 km	2015
13	110/30 kV ギルウェ変電所建設		2015
14	ニャブゴゴ 変電所 (キガリ整備計画)		2015
15	ジャバナ - モンテ キガリ 110 kV 線 (キガリ ループ化)	14 km	2015
16	モンテ キガリ - ガハンガ 110 kV 線 (キガリ ループ化)	8 km	2015
17	ミラマ(ウガンダ) - シャンゴ*	92 km	2015
18	シャンゴ - ルバブ 220 kV 線*	106.5 km	2015
19	シャンゴ 220/110 kV 変電所*		2015
20	シャンゴ - ビレンボ 110 kV 2 回線*	9 km	2015
21	キゴマ - ブタレ - ブルンジ 220 kV*	64 km	2016
22	220 kV 送電線 ブタレ - マンバ建設	23 km	2016
23	110/30 kV ルリンド変電所建設		2016
24	220/30 kV ガビロ変電所建設		2016
25	220/110/30 kV ルヘンゲリ変電所建設		2016
26	リリマ 220/110/30 kV 変電所		2016
27	カバロンド - キレヘ 110 kV 線	32 km	2016
28	キレヘ変電所		2016

	プロジェクト名	亘長	運用開始年
29	ガハンガ 変電所 (キガリ ループ化)		2016
30	ビシュユラ - キリンダ - キゴマ - ルワプトロ - リリマ 220 kV 送電線	100 km	2016
31	110 kV 送電線 ムシャ - ナガーマ - ルリンド建設	92 km	2016
32	110/30 kV ンガラマ変電所建設		2016
33	ルバブ - ビシュユラ 220 kV 線*	54 km	2016
34	ルバブ 220/30 kV 変電所*		2016
35	220/110/30 kV ビシュユラ変電所*		2016
36	ルカララ - ファイエ - ブタラ 110 kV 線	42 km	2016
37	ファイエ 変電所		2016
41	ンデラ変電所(キガリ ループ化)		2017
42	ガハンガ - ンデラ (キガリ ループ化) 110 kV 線	15.5 km	2017
43	ンデラ - ガソギ (キガリ ループ化) 110 kV 線	6.52 km	2017
44	ニャバロンゴ I - ニャビブ 110 kV 線	43 km	2017
45	ニャバロンゴ I 110/30 kV 10 MVA 変電所		2017
46	110 kV 送電線 ニャバロンゴ II HPP - ルリンド変電所	13 km	2017
47	リリマ - ルスモ フォール 220 kV 線	70 km	2017
49	キレヘ - ニャムラギ 110 kV 線	17 km	2018
50	ニャムラギ 変電所		2018
51	ジャバナ - カバロンド線改修	57 km	2018
備考: *は着工中プロジェクトを示す			

[注記] ドナー、事業費については準備調査を通じて確認する

[出所] 「エネルギーセクター戦略計画 (2013-2018)」のデータをもとに JICA 調査団にて編集

さらに広域な上位計画として「東アフリカパワープールマスタープラン (Regional Power System Master Plan and Grid Code Study)」が策定されている。東南部アフリカ地域では、域内での安定した経済・貿易圏の形成を目的として 1994 年 12 月に、19 ヶ国が加盟する東南部アフリカ市場共同体 (Common Market for Eastern and Southern Africa : COMESA) を形成している。この東南部アフリカ市場共同体は、東部アフリカ地域の電力設備の共有、安定供給、電化促進を図るため、東アフリカパワープール (Eastern African Power Pool : EAPP) を 2005 年に設立した。2012 年現在、ブルンジ国、コンゴ民主共和国、エジプト国、ケニア国、ウガンダ国、南スーダン国、タンザニア国、リビア国、ルワンダ国が、このプール組織に加盟しており、本部はエチオピア国の首都アジスアベバに設置されている。「東アフリカパワープールマスタープラン」に基づき、ルワンダ国は、隣国であるウガンダ国、タンザニア国、ブルンジ国、コンゴ民主共和国と国際連系の強化を図る方針である。

将来的には、ルワンダ国の主要発電所の一角となるルスモ水力発電所で得られる電力を、タンザニア国へはルスモーニャカナジ間 送電線 (一部ルスモーギテガ間 送電線)、ブルンジ国へはルスモーギテガ間送電線を介して流通する計画である。

### 1-1-3 社会経済状況

1980 年代は、構造調整計画を実施し経済の再建に努めたが、内戦勃発以降はマイナス成長、特に 1994 年の大虐殺で更に壊滅的打撃を受けた。その後、農業生産の堅実な回復 (1998 年に

は内戦前の水準を回復)、ドナー国からの援助、健全な経済政策により 1999 年までに GDP は内戦前の水準に回復した。しかしながら、財政再建途上にあるルワンダ国の財政事情は依然として厳しい状況にある。

ルワンダ国の経済は表 1-1-3.1 に示すとおり、コーヒー、茶などの農作物の輸出に依存した第一次産業構造となっている。農作物の輸出高は天候状況並びに市場価格に左右されるため収入は不安定な状況にある。GDP のセクター別比率では、農林水産業の割合が 32% (2011 年)、33% (2012 年)、33% (2013 年) と推移しており、過去数年ではセクター別比率に大きな変化は見られない。一方、表 1-1-3.2 に示す通り、ルワンダ国の輸出額及び輸入額は共に伸びている傾向が確認できる。これは、当国の高い経済成長を裏付けるものであり、近年、電力需要が急伸びしている証左であると考えられる。

表 1-1-3.1 ルワンダ国の主要社会経済指標

項目	実績		
	2011 年	2012 年	2013 年
GDP (十億 US\$)	6.40	7.21	7.52
GDP 成長率	8%	9%	5%
1 人当たりの GNI (万 US\$)	560	610	630
人口 (百万人)	11.1	11.4	11.7
GDP のセクター別比率 (%)			
- 農林水産業	32	33	33
- 製造業	14	14	15
- サービス業 等	53	52	52

[出所] 世界銀行

表 1-1-3.2 ルワンダ国の貿易収支

単位：十億 US\$

項目	実績		
	2011 年	2012 年	2013 年
1.輸出	0.38	0.48	0.57
2.輸入	1.63	2.11	2.24
3.貿易収支 (1-2)	-1.25	-1.63	-1.67

[出所] 国際通貨基金

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

ルワンダ国は、近年、8%程度の GDP 成長率を背景に、首都キガリを中心に急速に電力需要が増加しているが、それに対応するための送配電設備が十分でないため、今後の電力安定供給が不安視されている。そして、不安定な電力供給は経済開発及び人々の生活水準の向上に大きな支障をきたすことが危惧されている。

上記の状況を踏まえ、ルワンダ政府は電力供給の安定化を目的とした無償資金協力「変電及び配電網整備計画フェーズ 2」に係る支援を我が国政府に対し要請した。

### 1-3 我が国の援助動向

#### 1-3-1 我が国の援助方針

「対ルワンダ国別援助計画」に示されるように、我が国は、貧困削減やミレニアム開発目標（MDGs）の達成、及び2020年までに中所得国家への転換を目指す同国の「VISION2020」、及び援助国間の役割分担を踏まえ、下記事項に取り組むことで、同国の持続的成長の促進を支援する。

##### 大目標

- 持続的成長（中所得国家への転換）の促進

##### 中目標

- 経済基盤整備
- 農業開発（高付加価値化・ビジネス化）
- 社会サービスの向上（安全な水の供給）
- 成長を支える人材育成（科学技術教育・訓練）

本計画は上述の中目標の中で特に経済基盤整備に寄与し、キガリ市の給電能力の改善によって、ルワンダ国の経済成長に不可欠で円滑な物資輸送及び安定したエネルギー資源の供給に貢献することが期待される。

#### 1-3-2 無償資金協力（電力セクター）

過去の無償資金協力事業の概要を表 1-3-2.1 に示す。

表 1-3-2.1 我が国の電力分野への無償資金協力事業の概要

案件名	実施年度 (供与限度額) (億円)	事業概要
変電及び配電網整備計画	平成 22 年度 (24.54)	国土全体の電化率が 5 パーセントと著しく低いルワンダにおいて、老朽化した変電所の改修・建て替えを行い、配電網の改修・拡張に係る機材を供与するものです。我が国は、2008 年 5 月の第 4 回アフリカ開発会議（TICAD IV）において、アフリカ諸国の電力インフラの整備を支援していくことを表明しており、本協力は、これらの取組を具体化するものです。

[出所]外務省 国別プロジェクト概要

## 1-4 他ドナーとの関連

ルワンダ国の電力開発においては、他ドナーから各種の支援が実施されているが主なものは、表 1-4.1 のとおりである。

表 1-4.1 他ドナーによる電力セクターへの支援状況概要一覧表

ドナー名称	支援概要
欧州連合 (EU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PPP による地方電化支援 (太陽光発電の地方学校電化)</li> <li>・ 大湖諸国エネルギー開発協会 (EGL) への運営及び技術アドバイザー支援</li> <li>・ ルシジ地域 (ブルンジ・コンゴ・ルワンダ 3 国) 地熱資源評価プロジェクト</li> <li>・ 系統損失低減プログラム支援 (キガリ・リング送電線)</li> <li>・ 再生可能エネルギー利用によるオフグリッド電化支援 (家庭用太陽光システム)</li> <li>・ 地域国際連系 220 kV 送電線プロジェクト支援</li> <li>・ ルシジ III 水力発電所プロジェクト支援</li> <li>・ ルシジ I &amp; II 水力発電所リハビリ支援</li> </ul>
ベルギー技術協力公社 (BTC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 西部地区へのマイクロ水力建設</li> <li>・ 再生可能エネルギー利用による地方電化支援 (小水力発電所建設、50 の病院への太陽光発電電化、配電網増強等)</li> <li>・ バイオマスエネルギー森林復活プロジェクト支援</li> <li>・ 地方電化プログラム (EARP) 支援</li> <li>・ 組織制度強化と能力向上支援</li> <li>・ キブ・ワットメタンガス発電プロジェクト支援</li> </ul>
世界銀行 (国際開発協会 : IDA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地方電化プログラム (EARP) 支援 (都市と都市周辺の系統強化、新地域への中低圧配電線延長、技術・能力開発と工事実施支援)</li> <li>・ 電力セクター強化プロジェクト (エネルギー運用公社支援、キガリ市の配電網強化)</li> <li>・ ルスモ水力発電所プロジェクト支援</li> </ul>
ドイツ復興金融公庫 (KfW)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域国際連系 220 kV 送電線プロジェクト支援</li> <li>・ ルシジ III 水力発電所プロジェクト支援</li> <li>・ ルシジ I &amp; II 水力発電所リハビリ支援</li> <li>・ 地域給電指令所建設支援</li> <li>・ 地熱開発リスク軽減便宜ファンド (キニギ地域試掘支援の審査中)</li> </ul>
ドイツ国際協力公社 (GIZ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電化開発プロジェクト支援 (マイクロ水力発電の民間開発支援、太陽光発電での照明設備導入支援、再生可能エネルギー利用の村単位ミニグリッド電化支援)</li> </ul>
アフリカ開発銀行 (AfDB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域国際連系 220 kV 送電線プロジェクト支援</li> <li>・ ルスモ水力発電所プロジェクトの送電線・変電所部分支援</li> <li>・ ルシジ III 水力発電所プロジェクト支援</li> <li>・ 地方電化プログラム (EARP) 支援 (ルリンド郡の変電所改修を含む)</li> <li>・ キブ・ワットメタンガス発電プロジェクト支援</li> </ul>
フランス開発庁 (AFD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地方電化プログラム (EARP) 支援 (地方電化促進支援、技術アドバイザー支援)</li> </ul>
オランダ開発金融会社 (FMO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地方電化プログラム (EARP) 支援 (都市と都市周辺の系統強化、新地域への中低圧配電線延長、技術・能力開発と工事実施支援)</li> <li>・ 地域国際連系 220 kV 送電線プロジェクト支援</li> <li>・ キブ・ワットメタンガス発電プロジェクト支援</li> <li>・ バイオマスエネルギー森林復活プロジェクト支援</li> </ul>
英国国際開発省 (DFID)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ルワンダ環境・気候変動基金 (FONERWA) 支援 (再生可能エネルギーとエネルギー効率化技術導入)</li> </ul>

[出所] JICA ルワンダ事務所提供 Development Partner Project Matrix – Energy Sector (Jan. 2015)

本計画に関係の深いプロジェクトは表 1-4.1 の中で朱記している、①キガリ・リング送電線建設支援（EU）と②キガリ市の配電網強化（IDA）である。特に、EU のキガリ・リング送電線建設支援は、機構の第二次変電及び配電網整備計画が東側のリング建設支援を実施するのに対し、西側のリング建設支援を実施するものであり、両プロジェクトでキガリ地域の電力供給能力と信頼性の向上の両輪を担うことになる。

EU 支援プロジェクトには下記 7 項目が含まれ、予備費を含め 23 百万€の予算が計画されている。

- ① 110 kV ジャバナ～マウント・キガリ～ガハンガ送電線新設
- ② マウント・キガリ変電所の拡張増強
- ③ ガハンガ変電所の新設
- ④ コンデンサ（無効電力補償装置）の設置
- ⑤ ビレンボ変電所の増強
- ⑥ スマートメータの設置
- ⑦ REG と MININFRA への技術アドバイザー支援環境社会配慮

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

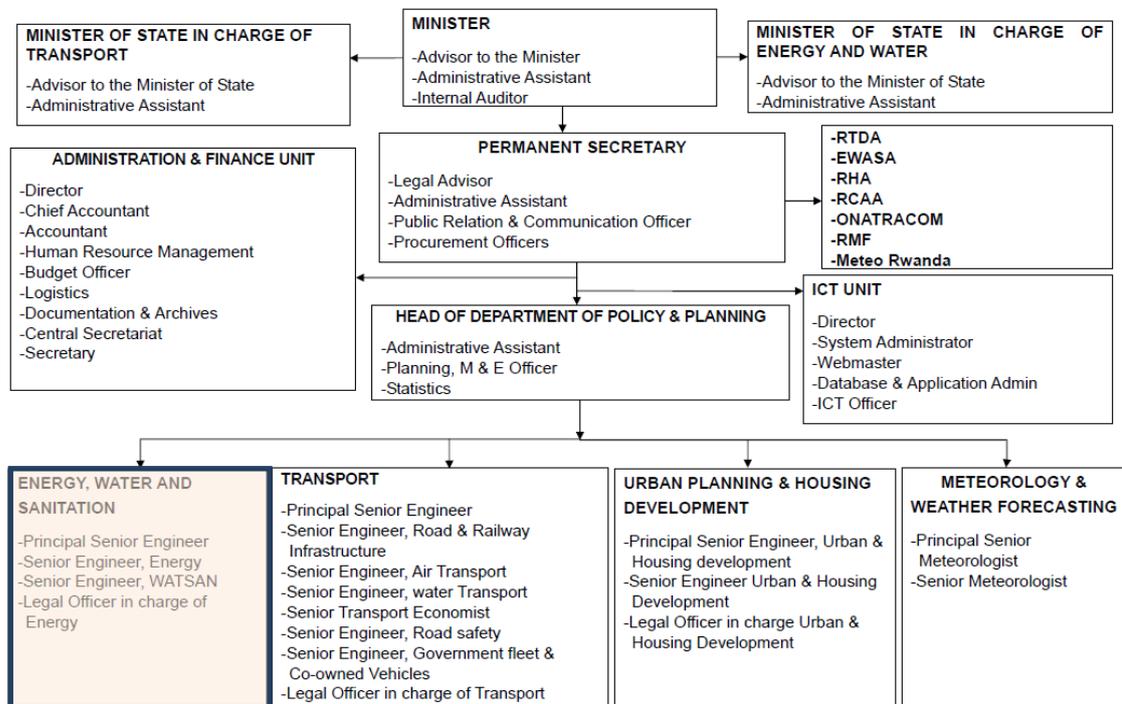
2015年3月20日にインフラ省、エネルギー開発公社、エネルギー運用公社並びに、JICA 調査団間で署名された本計画に係る協議議事録（Minutes of Discussions : M/D）において、以下の実施体制とすることが同協議議事録で合意された。

**責任省庁：** インフラ省（Ministry of Infrastructure : MININFRA）  
**実施機関：** エネルギー開発公社（Energy Development Corporation Limited : EDCL）  
**協力機関：** エネルギー運用公社（Energy Utility Corporation Limited : EUCL）

#### 2-1-1 組織・人員

##### (1) 電力開発に係る政府機関

ルワンダ国のエネルギー政策を所管する省庁は、インフラ省（Ministry of Infrastructure : MININFRA）であり、前述のとおり、同省が本協力対象事業の責任省庁となる。電力事業を含むエネルギー政策の計画策定、予算編成等を行っている。同省の組織図を図 2-1-1.1 に示す。また、同省の本計画担当部署は電力案件を監督している電力・水・衛生課（Energy, Water and Sanitation Department）である。



（本協力対象事業担当部署をハイライトで示す）

〔出所〕 インフラ省

図 2-1-1.1 インフラ省の組織図

## (2) 電力事業体制

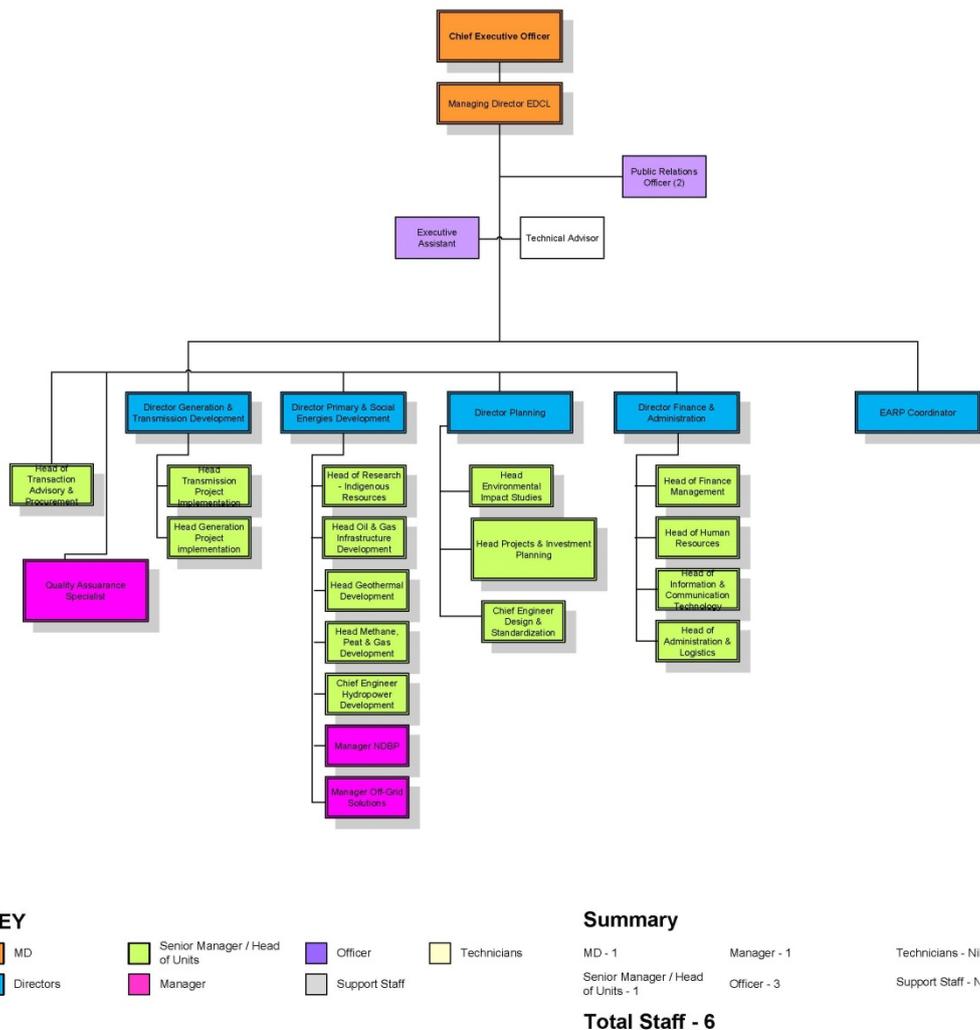
ルワンダ国では電力セクター改革が行われており、公的電力事業者であった電力水衛生公社（EWSA : Energy Water and Sanitation Authority）の電力部門と水部門が分社化され、それぞれで組織体制確立を進めている段階にある。電力部門については、ルワンダエネルギーグループ（REG : Rwanda Energy Group）が設立され、その傘下に、発電、送電部門の開発を行うエネルギー開発公社と系統の運用管理を行うエネルギー運用公社が組織されている。エネルギー開発公社の組織図を図 2-1-1.2、エネルギー運用公社の組織図を図 2-1-1.3 に示す。

表 2-1-1.1 ルワンダ国における電力系統の運営体制

部門	事業者
発電、送電部門の開発	エネルギー開発公社 Electrical Development Corporation Limited : EDCL
系統の運用管理	エネルギー運用公社 Electrical Utility Corporation Limited : EUCL

[出所] JICA 調査団

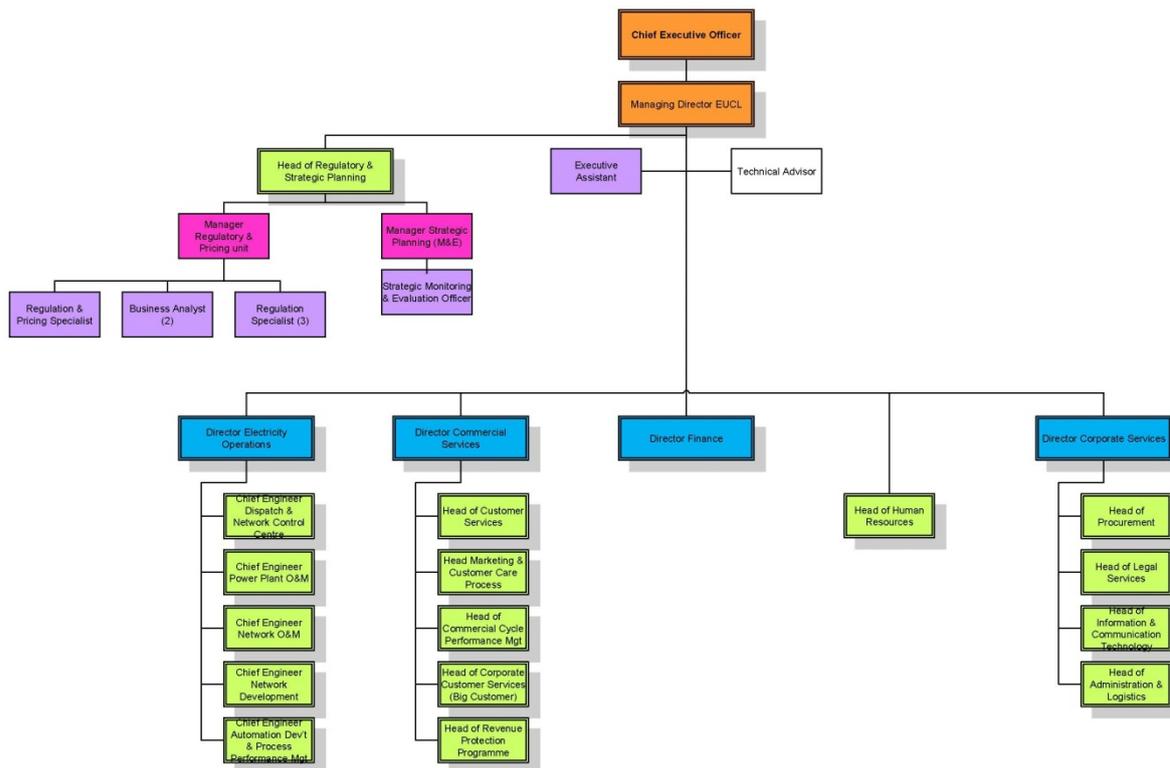
EDCL Organisation Structure (November 2014) – High Level



[出所] エネルギー開発公社

図 2-1-1.2 エネルギー開発公社の組織図

## EUCL Organisation Structure (November 2014) – MD



### KEY

<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></span> CEO / MD	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black;"></span> Senior Manager / Head of Units	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black;"></span> Officer
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> Directors	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black;"></span> Manager	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightgrey; border: 1px solid black;"></span> Support Staff

### Summary

MD - 1	Senior Manager / Head of Units - 1	Officer - 8
Directors - Nil	Manager - 2	Support Staff - Nil

**Total Staff - 12**

[出所] エネルギー運用公社

**図 2-1-1.3 エネルギー運用公社の組織図**

### 2-1-2 財政・予算

現在エネルギー開発公社における予算編成が行われているため、旧 EWSA 時代の損益計算書を表 2-1-2.1 に示す。表 2-1-2.1 から、税引後当期純利益が 2011 年では赤字に転じており、経営状況が厳しいことが確認される。したがって、本計画のような 110 kV 変電所建設に投資を行えるような事業状態には程遠い。

エネルギーセクター戦略計画等に従った電力開発にあたっては、ドナー支援が依存せざるを得ない状況であり、特に、自立持続的な電力事業の実現に向け、大規模な需要増加が見込まれているキガリ市の電力流通強化への我が国の無償資金協力は必要不可欠な状況にある。

一方で、修繕費については、2010 年から 2011 年にかけて確実に増大させており、厳しい財務状況にあるものの、安定供給を実現すべく、運転維持管理の徹底に努めていることが伺える。

表 2-1-2.1 エネルギー開発公社の年間支出内訳

単位：百万ルワンダフラン

項目	2010年	2011年
売上高	49,348	24,203
営業原価	-29,624	-12,685
修繕費	-440	-527
その他費	-29,184	-12,158
営業利益	19,723	11,518
販売費及び一般管理費	-10,305	-18,304
その他収益	4,944	16,243
販売費	-4,409	-8,546
一般管理費	-9,462	-24,798
その他費	-928	-1,203
税引前当期純利益	2,590	1,418
法人税等	-705	-1,636
税引後当期純利益	1,884	-217

[出所] EWSA Annual Report and Financial Statement 2011

### 2-1-3 技術水準

実施機関であるエネルギー開発公社は、全国の 110 kV 変電所及び送電網の開発計画を、エネルギー運用公社は運転維持管理を安定的に行っており、一定の技術水準を有している。

本協力対象事業の実施機関であるエネルギー開発公社は、エネルギー運用公社（協力機関）とともに、電気工学をバックグラウンドとする管理技術者が配置され、運用経験も十分に保有しており、電力設備の運用、計画に関する技術水準については問題無い。本協力対象事業で整備される送配電設備は、既存の送配電設備の水準と同程度であり、エネルギー運用公社は、その運転維持管理を行う技術水準は十分保有している。

### 2-1-4 既存施設・機材

#### (1) 既存の送配電設備及び変電設備の概要

ルワンダ国の送電網は 110/70 kV の送電系統及び 30/17.32/15 kV の配電系統で構成されている。このうち、現在の最高電圧である 110 kV 系統は、キガリ市南部に位置するギコンド変電所で北系統と南系統の 2 系統に分離して運用されている。これは、南系統がブルンジ国の弱い系統と国際連系しているため、激しい周波数変動や、事故停電時に他系統への波及を避けるためとしている。また、70 kV 系統については、キガリ市以東と国の南西部にのみ存在していたが、キガリ市以東の系統は昨年完成した JICA 殿の無償資金プロジェクト「変電及び配電網整備計画」により 110 kV に昇圧されたため、南西部の系統が残るのみとなった。配電系統については、キガリ市内に限り 15 kV が採用され、30/17.32 kV 系統はキガリ市以外の全国の地域において採用されている。（17.32 kV 系統は国の北東部にかけてのみ設置）

本計画の 110kV 送電線は、既存のビレンボ変電所とガソギ変電所間から分岐であり、同 110kV 送電線は、烏帽子型・1 回線のラティス式鉄塔であり、導体は DIN 規格での鋼芯アルミより線 157/25 mm<sup>2</sup>を採用し、架空地線は光ファイバ複合地線（OPGW）及び亜鉛メッキ鋼

より線（GSW）が採用されている。

本計画では 110 kV、2 回線式送電線の建設を行うが、ルワンダ国が採用している 2 回線鉄塔のほとんどがドナウ型を採用しているものの実施機関にはドナウ型鉄塔の設計資料及び図面が保管されていないこと、また、日本ではドナウ型の採用がほとんどないことから、日本及びルワンダ国周辺国で一般的に採用されている多回線標準型である縦配列 2 回線鉄塔を採用する。導体は実施機関が現在標準仕様とする DIN 規格での鋼芯アルミより線 240/40 mm<sup>2</sup> 及び光ファイバ複合架空地線（OPGW）を採用する。ルワンダ国の既存 110 kV 送電線を表 2-1-4.1 に示す。

また、本計画で建設する 15kV 配電線は、エネルギー運用公社が幹線での標準としている仕様を採用することとし、地域上、丘が多いことから鉄塔を主体とした配電線路が採用されている。導体は DIN 規格での鋼芯アルミより線 120/20 mm<sup>2</sup> とし、架空地線には光ファイバ複合架空地線（OPGW）もしくは垂鉛メッキより線（GSW）を採用する。

ルワンダ国の既存配電網の主な配電電圧は 15 kV 及び 30 kV の 2 種類が採用されているが、すべての配電網は 30kV の配電電圧が受電可能に統一されていることから、本計画の 15 kV 配電線も 30 kV 仕様とし、碍子・ケーブル・遮断器などは 30 kV 仕様を採用する。

表 2-1-4.1 ルワンダ国の既存 110 kV 送電線

No.	区間		電圧 kV	距離 km	電線 タイプ	熱容量 A
	①	②				
1	ムルル I 変電所	ムルル II 変電所	110	0.4	ACSR 157/25	570
2	ムルル II 変電所	キボゴラ変電所	110	41.7	ACSR 240/40	645
3	キボゴラ変電所	カロンギ変電所	110	42	ACSR 240/40	645
4	カロンギ変電所	キリンダ変電所	110	27	ACSR 240/40	645
5	キリンダ変電所	キゴマ変電所	110	29.6	ACSR 240/40	645
6	キゴマ変電所	モンテキガリ変電所	110	43.7	ACSR 240/40	645
7	モンテキガリ変電所	ギコンド変電所	110	5.4	ACSR 240/40	645
8	ギコンド変電所	ジャバナ変電所 I	110	9.1	ACSR 240/40	645
9	ジャバナ変電所 I	ルリンド変電所	110	27.9	ACSR 157/25	570
10	ルリンド変電所	ギフルウェ変電所	110	29	ACSR 157/25	570
11	ギフルウェ変電所	ムクングワ変電所	110	18	ACSR 157/25	570
12	ムクングワ変電所	ナルカ変電所	110	28.9	ACSR 240/40	645
13	ジャバナ変電所 I	ビレンボ変電所	110	7.5	ACSR 157/25	570
14	ムルル変電所 II	ルジジ変電所 II	110	14.3	ACSR 157/25	570
15	カロンギ変電所	キプエ変電所	110	12.4	ACSR 240/40	645
16	ジャバナ変電所 II	ジャバナ変電所 I	110	1.2	ACSR 240/40	645
17	ビレンボ変電所	ガソギ変電所	110	16.5	ACSR 157/25	570

[出所] ルワンダエネルギーグループより取得した予備調査報告書を基に JICA 調査団にて作成

ルワンダ国の 110 kV 変電所は発電所併設分も含めて全国に 18 ヶ所設置され、110/30 kV 変圧器或いは 110/15 kV 変圧器を通して、30 kV または 15 kV の配電線で需要家に電力を供給している。ルワンダ国の主要既存 110/15 kV 配電用変電所を表 2-1-4.2 に示す。

表 2-1-4.2 ルワンダ国の主要既存 110/15 kV 配電用変電所

No.	名称	電圧	容量	負荷率
		kV	MVA	%
1	ジャバナ変電所 I	110/15	10	66
		110/15	10	
2	ギコンド変電所	110/15	15	48
		110/15	15	
		110/15	15	
3	モンテキガリ変電所	110/30	10	74
		30/15	5	90
4	ビレンボ変電所	110/15	20	69
5	ガンギ変電所	110/15	10	39

[出所] ルワンダエネルギーグループより取得したデータを基に JICA 調査団で作成、負荷率は 2013 年 5 月のピーク負荷から想定

ルワンダ国の系統は前記したギコンド変電所に設置されている給電指令所（NECC；National Electricity Control Centre）で一括管理されているが、まだ一部フィーダーについては何らかの理由でデータがオンライン収集されていないところもあり、本データ収集装置の整備、拡張も必要である。また、発電容量が不足していることに加え、20%に上る高い送配電ロスも課題となっており、現状の送配電網の把握のため、キガリ地区を手始めとして、JICA 殿支援による GIS を活用した送配電網の管理を進めている最中である。

現在、隣国との国際連系を実施するため、220 kV 系統の建設も進行中である。主な連系は下記である。

- ウガンダ国との連系（220 kV シャンゴ変電所が建設中）
- タンザニア国との連系（ルスモ水力発電所経由）
- ブルンジ国との連系（ブタレ変電所経由）
- コンゴ国との連系（マルル変電所経由）

## (2) 現地の標準的な施工法

現地で建設中の建物は鉄筋コンクリート造りである。小規模な住宅、店舗ではブロック造りが用いられている。ルワンダ国のキガリ市は多くの丘があり、住宅などは斜面に建設されている。

## (3) 保護装置と保護協調

ルワンダにおける電力系統設備の保護装置は以下が採用されている。

- 110 kV 送電線：比率差動継電器、距離継電器、過電流継電器
- 変圧器（110/(30), 15 kV）：比率差動継電器、過電流継電器
- 33/11 kV 配電線：過電流継電器

変電所、送電線自体は非常に古い施設が多いが、送電線保護装置はデジタル方式のものに更新されている。変電所への T 分岐が存在するルワンダの送電線で、確実に送電線区間を保護できる比率電流差動継電方式が採用されており良い選択である。この方式を採用するためには送電線が接続されている変電所間で高速の情報授受が必要であるが、これは

後述する SCADA システム構築の際に整備された、各変電所間を繋ぐ光ファイバーネットワークによる通信システムの利用が大きく貢献している。距離継電器は、送電線の事故点までの距離を計測した電圧と電流値で計算して事故点が、該当回線内かどうかを判断する方式であるが、隣接送電線区間との保護協調を考慮する必要がある。この保護協調は距離継電器の距離と時限の整定値とを確認する必要がある。

制御・保護装置が更新されている変電所では、IEC 規格準拠の区画制御ユニット (Bay Control Unit : BCU) が採用されているが、この BCU にも保護機能が具備されている。前述の比率差動継電器と距離継電器は専用継電器を BCU と別に設置し保護の信頼性をあげている。

変圧器保護は一般的な構成であり特に問題は無く、比率差動継電器は送電線保護同様に BCU と別設置とし、保護の信頼性をあげている。

配電線は BCU 内機能の過電流保護を使用している。過電流継電器は、電流の大きさだけで動作させる保護装置なので、110/15 kV 変圧器、15 kV 配電線のように直列に接続された系統では、それぞれの機器の過電流耐量の範囲内で動作電流値と動作時間を調整 (保護協調) することで、事故除去範囲を最適なものとする必要がある。

#### (4) 系統監視制御システム (SCADA)

ルワンダにおけるタンザニア国内の電力系統監視は、ギコンド変電所内の総合給電指令所に設置された SCADA システム (2010 年設置) により実施されており、給電指令はこの指令所から電話を利用して各発電所に発信されている。

各発電所とは、110 kV 送電線の光ファイバー複合架空地線(OPGW)を利用した通信ネットワーク経由で総合制御所と情報の授受を行っている。各発電所には、通信設備とリモート端末 (Remote Terminal Unit: RTU) と呼ばれる壁掛け盤が設置され、その盤が発電所の監視制御対象設備とのインターフェイスの役割を果たしている。デジタル機器 (BCU や保護装置) が採用された変電所では IEC 61850「変電所向け通信ネットワークとシステム」及び IEC 60870-5「遠隔制御装置およびシステム パート 5 送信プロトコル」に準拠した通信手段で RTU との情報交換を実施している。変電所設置の運転用の端末 (デスクトップパソコン) も RTU と情報交換をしている。

総合給電指令所側では、光ファイバーからの信号が通信設備を経由して制御所の監視制御システムに導入される。システムはサーバー、大型スクリーン、端末 (運転員用、メンテナンス用、管理者用、訓練用) などで構成され 24 時間体制 (8 時間勤務の 3 シフト制) で運転監視されている。

新変電所が設置される場合には、総合給電指令所システム内への変電所追加改造やネットワーク延長接続などの関連作業も必要となる。第一次現地調査時には、端末上の変電所単線結線図への追記、データの定義方法を解説頂き、REG の給電指令所のメンバーが訓練されていることを確認できた。



図 2-1-4.1 総合給電指令所の制御室

(大型スクリーン(奥)、ギコンド変電所用 BCU 盤(手前))

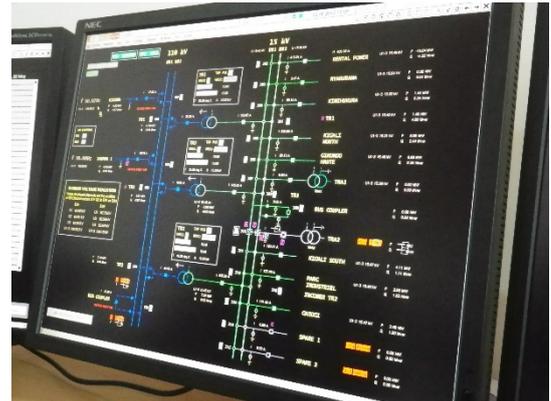


図 2-1-4.2 総合給電指令所の端末画面

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### (1) 本計画対象サイトの周辺状況

##### 1) 本計画の 110kV 送電線路のサイト状況

本計画の 110kV 送電線は、既設 110kV 送電線（ビリンボ変電所とガソギ変電所間を結ぶ）の鉄塔番号 212 号より新設するンデラ変電所までの約 2.2km を建設する。110kV 分岐点である既設鉄塔番号 212 へのアクセスは未舗装の一般道路より 20m 程離れた場所にあるため、作業用道路を準備する必要がある。本計画対象のほとんどの送電線路は一般道路から 10m 程度離れた場所に建設予定であり、資機材の搬入に特段問題はない。

##### 2) 本計画の 15kV 配電線路のサイト状況

###### ① ルート 1： 既設ガソギ変電所から新設カブガ開閉所間の約 6.5km

本配電線は、未舗装路の一般道路から 5～10m ほど離れた場所へ鉄塔もしくは鉄柱を建設する。同配電線路の 2 サイトは道路から約 200m 離れ、途中は斜面もあるが、歩行での機材輸送が可能であることから、特に問題はない。

###### ② ルート 2： ンデラ変電所から既設 15kV 配電線路間の約 650m

本配電線は、経済特区内の道路を横切り、2 回線鉄塔を建設する。鉄塔建設場所は道路に沿っており、輸送上及び作業上の問題はない。

###### ③ ルート 3： ンデラ変電所東側の既設 15kV 配電線約 400m を移設

既設 15kV 配電鉄塔 1 基が計画 110kV 送電線路上にあることから、この 15kV 配電用鉄塔を南西側へ移設し、110kV 送電線鉄塔を建設することとする。同既設 15kV 配電線約 400m は道路の東側から西側へ鉄塔 2 基を利用して移設する。新規建設する鉄塔付近は一般道路から 5～10m ほど離れているが機材の輸送上及び作業上の問題はない。

### 3) 計画開閉所

- ① 計画カブガ開閉所予定地は道路に面しており、輸送及び作業上の問題はない。計画カブガ開閉所は上述の 15kV 配電線ルート 1 と接続されガソギ変電所より受電する。教育施設が近くにあることから、工事中の仮設柵などを設けての作業が必要となる。
- ② 計画ムリンディ開閉所予定地は住宅密集地の空き地部分への建設となり、既設 15kV 配電鉄塔を懸垂型から耐張型へ改修工事が必要となる。改修後にムリンディ開閉所の配電盤より同耐張型鉄塔の架空線へ地中ケーブルで接続する。

### (2) 港湾

ルワンダ国への海上輸送資機材については、①ケニア国のモンバサ港から荷揚げし、同港にてトランジット通関を行い、キガリへ向かうルート及び②タンザニア国のダルエスサラーム港から荷揚げし、同港でトランジット通関を行い、ルワンダ国のキガリ市へ向かうルートの 2 ルートを想定する。

モンバサ港は東アフリカ最大の貿易港であり、ダルエスサラーム港はタンザニアに存在する 4 つの貿易港の内の最大の港であり、資機材荷揚げ港として問題はない。

### (3) 道路

モンバサ港からキガリ市までは、アフリカ北部回廊を利用し、ウガンダのトロロ、カンパラを経由するルート約 1,700km である。

ダルエスサラーム港からキガリ市まではアフリカ中央回廊を利用した約 1,550km するルートを利用する。

変圧器などは輸送上の振動により、北部回廊を利用し、その他の資機材は中央回廊を利用するルートを想定する。

### (4) 通信

キガリ市では複数の携帯電話会社がサービスを提供しており、電話通信に問題はない。また、インターネットに関しても、主要ホテルには Wi-fi が完備されていることに加え携帯電話通信網を活用したインターネットサービスも充実しており、通信に問題はない。

### (5) 水道

対象地域では給水網が整備されている。下水道は整備されていないことから、汚水排水は浄化槽を整備し浄化したうえで排水溝に流すことにする。

### (6) 電化状況

ルワンダ国は、「エネルギーセクター戦略計画（2013-2018）」を策定しており、電力流通設備の整備を進めている。本計画のンデラ変電所の建設もこれに基づいている。

一般需要家の電化率は 22% 程度である。

## 2-2-2 自然条件

### (1) 計画地の位置

ルワンダ国は「千の丘の国」と呼ばれる高原の国であり、首都キガリもまた丘の織りなす街である。新設ンデラ変電所の計画地は、キガリ国際空港から北へ約 4 km 離れた丘斜面にあるルワンダエネルギーグループ所有地内に位置する。同所有地は、東側のアザム製粉工場敷地と北西側の急勾配な公道(幅員 9 m)に囲まれ、同所有地内南側は、10 MW のディーゼル発電所が稼働中であり、新たに 50 MW のディーゼル発電所の建設が計画されている。

### (2) 敷地測量

敷地測量の結果、REG 所有地内北側の敷地約 15,000 m<sup>2</sup>、敷地長さが東西方向に最大約 150 m、南北方向に最大約 170 m あり、三角形の土地である。また、敷地南側の標高が約 1,540 m、北側が約 1,560 m であり、約 20 m の高低差がある。

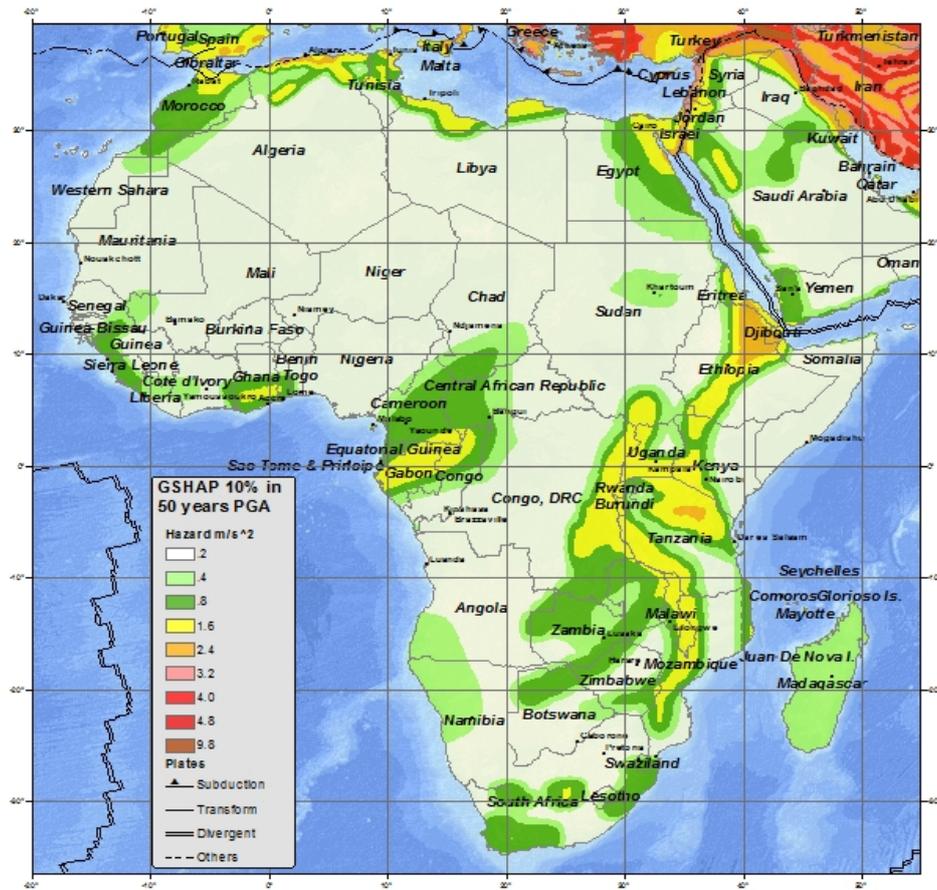
新設ンデラ変電所の計画地は、同敷地中央に面積約 5,600 m<sup>2</sup>、標高 1,545 m～1,547 m のほぼ平坦な土地を地盤整正し、公道から計画地まで取り付け道路を計画する必要がある。

### (3) 地質調査

地質調査の結果、本計画地の地質は、シルト質粘土が主体の地盤で、現況地盤面から 2 m 程度の深さで堅い地盤が確認されている。各調査地点の地下水位は調査時 (2015 年 4 月) で確認されなかった。ンデラ変電所の基礎については支持地盤面への直接基礎とする。地盤整正により、計画地の一部は盛土となるため、基礎の一部はラップルコンクリートにて支持地盤面で接地するよう計画する。

### (4) 地震

2002 年 1 月 17 日にマグニチュード 4.7、2008 年 2 月 4 日にマグニチュード 6.0 の地震が記録されている。2008 年に発生した地震の震源は、キガリから北西へ約 300 km 離れたコンゴ国境に近いルシジ地区で、震源深さは 10 km であった。キガリ市内の震度は記録に残っていない。図 2-2-2.1 のアフリカ災害予測地図に示される通り、ルワンダ国は地震による災害が予測されている。



[出所] U.S. Geological Survey ホームページ

図 2-2-2.1 アフリカ災害予測地図

(5) 地下水質

地下水水質には建造物に影響を与える物質は含まれていない。

(6) 気象条件

ルワンダ国は赤道近くに位置し、標高の高さから気候は温帯で、キガリの年平均最高気温が28度、最低気温が16度である。2月から5月と9月から12月における雨季の月間降水量は89~324mm程度で、6月~8月の乾季では月間降水量は平均55mm程度である。年間降水量は約775~1,220mmである。

表 2-2-2.1 キガリ市における最高・最低気温の月平均 [°C]

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高	29.4	28.3	28.1	27.5	27.2	27.2	28.2	28.9	28.0	28.1	27.6	27.9
最低	16.0	16.1	16.1	16.2	16.5	15.6	15.3	16.1	16.3	16.1	16.2	16.1

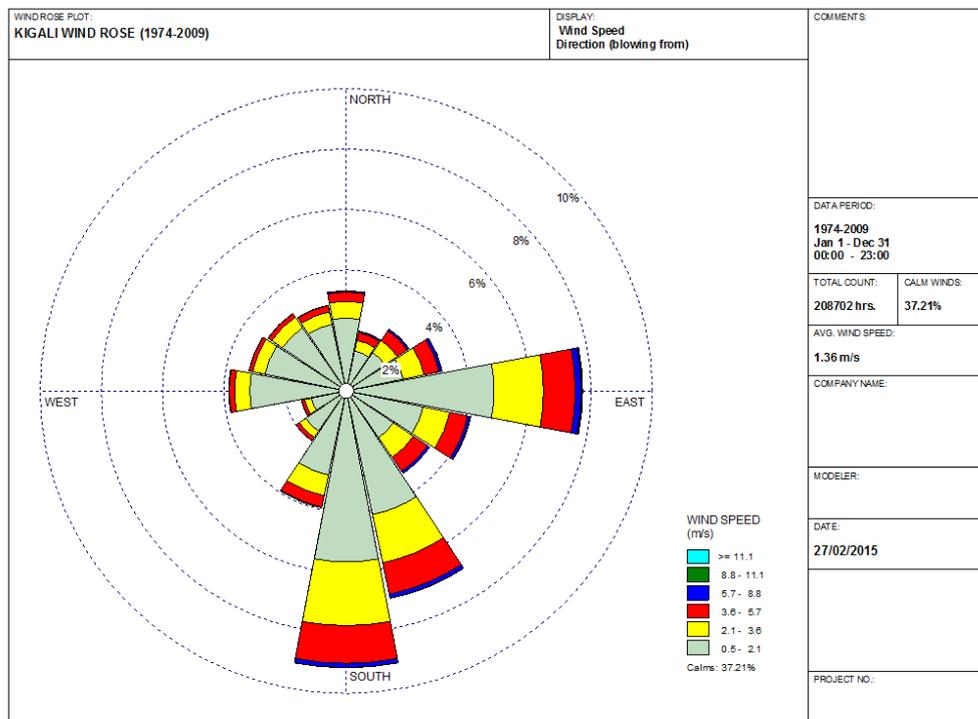
[出所] EDCL 資料 (ルワンダ気象庁 2010-2014 年の記録)

表 2-2-2.2 キガリ市における月間降水量 [mm]

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高	133.3	315.7	324.3	184.4	222.3	50.7	12.0	70.6	87.0	137.1	217.4	89.2

[出所] EDCL 資料 (ルワンダ気象庁 2010-2014 年の記録)

図 2-2-2.2 のキガリ市 (キガリ空港) 風向風速に示される通り、平均風速は 1.37 m/秒程度であり、ほぼ無風状態である。風向きは、東向き、南向きの風が多い。



[出所] EDCL 資料 (ルワンダ気象庁の記録)

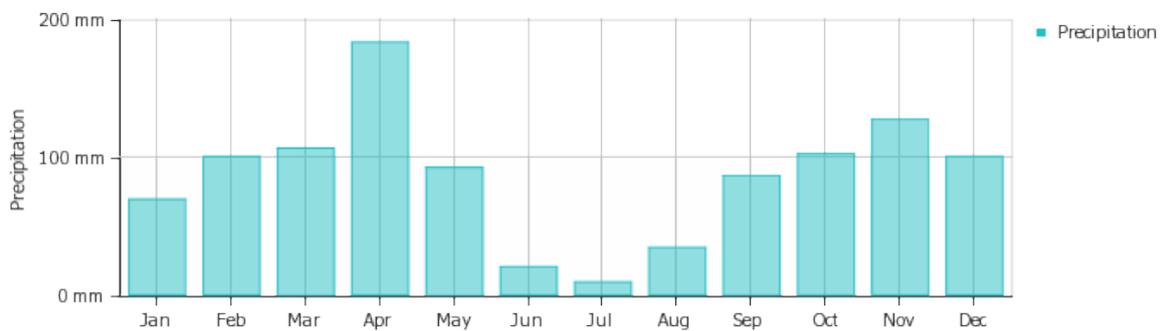
図 2-2-2.2 キガリ市 (キガリ空港) 風向風速

2010 年から 2014 年における、キガリ市の気象条件を表 2-2-2.3 に示す。

表 2-2-2.3 気象条件

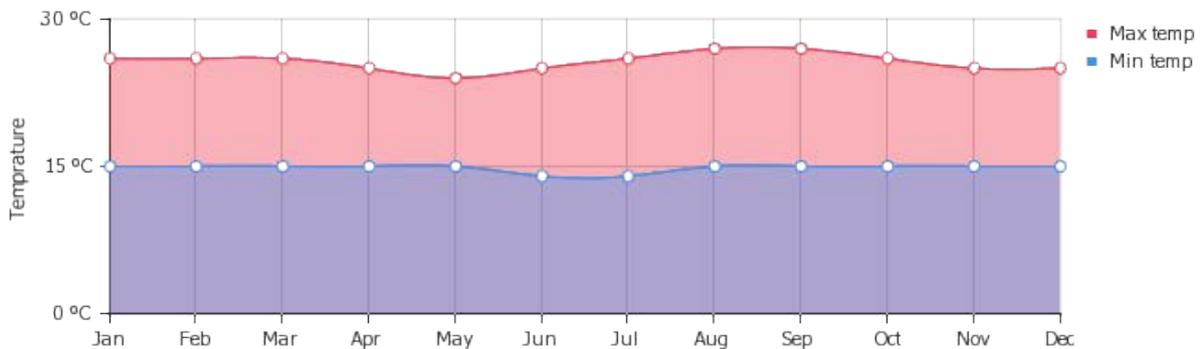
項目		キガリ市
標高		2,000 m 以下
外気温度（年平均）	最高	28℃
	最低	16℃
平均風速		1.37 m/s
月間降水量（月間最多）		324 mm
湿度		67～87%
地震力（標準層せん断力係数）		0.10G

[出所] EDCL 資料（ルワンダ気象庁の記録）及び現地事情を基に JICA 調査団にて作成



[出所] ルワンダ気象庁

図 2-2-2.3 キガリ市（キガリ空港）月別降雨量



[出所] ルワンダ気象庁

図 2-2-2.4 キガリ市（キガリ空港）月別最高最低気温

## 2-2-3 環境社会配慮

### 2-2-3-1 環境影響評価

#### 2-2-3-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本協力対象事業コンポーネントの詳細は、第3章に記載されているが、その内、環境社会配慮に影響を与えるコンポーネントの概要は表 2-2-3-1-1.1 のとおりである。また、本協力対象事業位置を巻頭図 2 で示した。

表 2-2-3-1-1.1 協力対象事業コンポーネント及び必要用地

主要コンポーネント	必要用地/亘長等
<b>1. ンデラ変電所</b> (1) 110/15 kV 変圧器 (2) 110 kV 開閉装置 (3) 15 kV 開閉装置 (4) SCADA 用通信設備	約 5,600 m <sup>2</sup>
<b>2. 送電線</b> 既設送電線（ビレンボーガソギ変電所間）－ンデラ変電所間 110 kV 送電線（2 回線） (1) 110 kV 架空線（ACSR、単導体式）	亘長：約 2.2 km ROW 15 m 鉄塔 10 基  分岐点約 2,500 m <sup>2</sup> (約 50 m x 約 50 m)
<b>3. 配電線</b> 3-1 ンデラ変電所－既設配電線（ビレンボーフリーゾーンフェーズ 1）間 15 kV 配電線（2 回線） (1) 15 kV 架空線（ACSR、単導体式）  3-2 既設ガソギ変電所－カブガ開閉所間既設配電線間 15 kV 配電線（1 回線） (1) 15 kV 架空線（ACSR、単導体式）  3-3 ンデラ変電所周辺の 15 kV 送電線移設（1 回線） (1) 15 kV 架空線（ACSR、複導体式）	亘長：約 650 m ROW 10 m 鉄塔 4 基  亘長：約 6.5 km ROW 10 m 鉄塔・鉄柱：43 基  亘長：約 400 m ROW 6 m 鉄塔 2 基
<b>4. 既設ガソギ変電所の改修</b> (1) 15 kV 配電盤（カブガ開閉所用）	-
<b>5. 開閉所（RMU）</b> 5.1：カブガ開閉所 (1) 開閉設備と建屋 5.2：ムリンディ開閉所 (1) 開閉設備と建屋 (2) 耐張鉄塔	カブガ 約 300 m <sup>2</sup> (約 20 m x 15 m)  ムリンディ 約 300 m <sup>2</sup> (約 20 m x 15 m) 鉄塔 1 基
<b>6. アクセスロード</b>	約 400 m <sup>2</sup>
<b>7. 資機材仮置き場</b>	約 5,000 m <sup>2</sup>

[出所] JICA 調査団

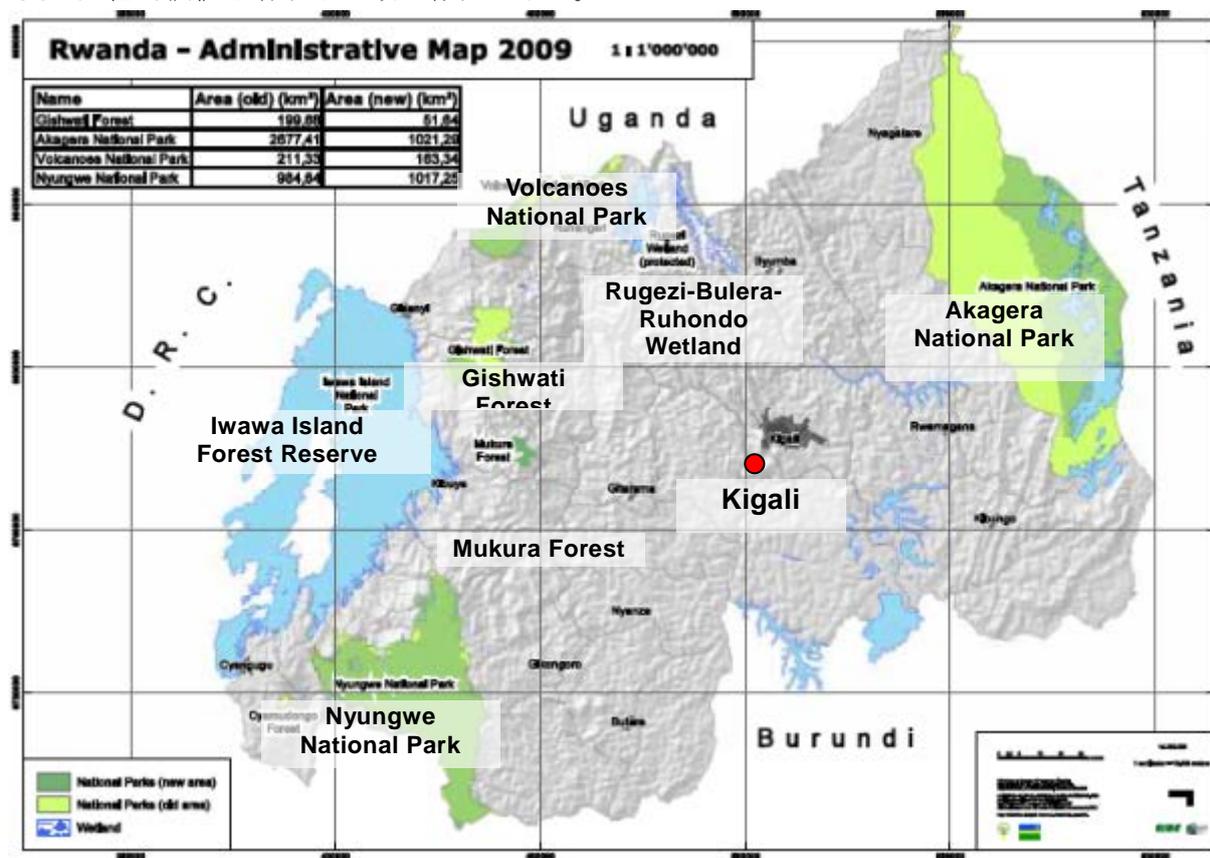
## 2-2-3-1-2 ベースとなる環境社会の状況

上記協力対象事業地の自然環境については、前述の 2-2-2 項自然条件、社会環境については前述の 1-1-3 項社会経済状況で記述している。

本協力対象事業地は、キガリ市内で、標高約 1500m の高地に位置し、いくつかの丘からなる丘陵地帯である。キガリ市内中心部は主に商業地区、住宅地区があり、周縁には住宅地、農地が広がっている。またンデラ変電所の周辺は経済特区としてルワンダ政府により開発が進められている。

キガリ市内およびその周辺には保護地区は無い。ルワンダ国には、国立公園 3 ヶ所（Akagera、Nyungwe、Volcanoes）、森林保全区 3 ヶ所（Gishwati、Iwawa Island、Mukura）、ラムサール条約登録湿地 1 ヶ所（Rugezi-Bulera-Ruhondo wetland complex）が存在するが、すべてキガリ市から離れた国境周辺に位置している（図 2-2-3-1-2.1 参照）。

また、対象地内およびその周辺に法令等で指定されていないが生態学的に重要な生息地、歴史・文化的価値を有する地域は存在しない。



[出所] Rwanda State of Environment and Outlook, 2009, REMA

図 2-2-3-1-2.1 ルワンダ国の保護地区分布図

### 2-2-3-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

#### (1) ルワンダ国における環境社会配慮関連法制度

ルワンダ国における環境社会配慮関連法制度は、表 2-2-3-1-3.1 のようにまとめられる。ルワンダ国憲法で環境の保全と持続可能な管理を保障され、自然資源の理性的な利用を推奨している。また環境法並びに社会経済成長に関する政策・戦略においても、持続可能な成長と貧困削減を目標とした、規制に基づく環境管理システムの導入が求められている。

特に、「環境影響評価の要件、手続きに関する省令」が、環境影響評価の手順を、「環境影響評価が必要な事業・活動のリストに関する省令」が環境影響評価対象となる事業を定めており、ルワンダ国における環境影響評価の基本法となっている。

表 2-2-3-1-3.1 環境社会配慮関連法制度（ガイドラインを含む）

分類	名称	施行年
憲法	ルワンダ国憲法	2003
	The Constitution of the Republic of Rwanda	
環境全般	環境保護に関する基本法	2005
	No.04/2005 Organic Law determining the modalities of protection, conservation and promotion of environment in Rwanda	

分類	名称	施行年
	土地利用と管理に関する基本法 No.08/2005 of 14/07/2005 Organic Law determining the use and management of land in Rwanda”	2005
環境影響評価	環境影響評価の要件、手続きに関する省令 Ministerial Order No. 003/2008 of 15/08/2008 Relating to The Requirements and Procedure for Environmental Impact Assessment	2008
	環境影響評価が必要な事業・活動のリストに関する省令 Ministerial Order No. 004/2008 of 15/08/2008 establishing the List of Works, Activities and Projects that have to Undertake an Environment Impact Assessment	2008
	EIA の手続きに関するガイドライン General Guidelines and Procedure for Environmental Impact Assessment 2006	2006
	水力発電の EIA に関するセクターガイドライン Sector Guidelines for EIA for Hydro-Power Development Projects	2008
用地取得・住民移転	土地利用と管理に関する基本法 No. 08/2005 Organic Law determining the Use and Management of Land in Rwanda	2005
	土地利用と管理法 Law No. 43/2013 of 16/06/2013 governing land in Rwanda determining the use and management of land in Rwanda	2013
	不動産査定法 Law No. 17/2010 of 12/05/2010 establishing and organizing the real property valuation profession in Rwanda	2010
	土地委員会に関する大統領令 Presidential Order No. 54/01 of 12/10/2006 determining the structure, the responsibilities, the functioning and the composition of Land Commissions	2006
	郡土地局に関する省令 Ministerial Order No. 001/2006 determining the structure of land registers, the responsibilities and the functioning of the District Land Bureau	2006
	キガリ市の地価に関する省令 Ministerial Order No. 008/2009 determining the reference land prices in the City of Kigali	2009
	用地取得法 Law No. 18/2007 Relating to Expropriation in the Public Interest	2007

[出所] JICA 調査団

## (2) ルワンダ国における環境影響評価制度の組織体制

ルワンダ国において環境影響評価の手続き（環境影響評価許認可（EIA Certificate of Authorization）を管轄するのは、ルワンダ開発委員会（Rwanda Development Board: RDB）の投資実施部であり、事業による影響のモニタリングの管轄はルワンダ環境管理庁（Rwanda Environment Management Agency: REMA）である。

エネルギー開発公社の事業において環境社会配慮を担当している部署は環境社会担当部（仮称。2015年8月時点で部署の正式名称は未定。）である。環境を担当する環境セーフガード専門家が3名、移転・用地取得といった社会面を担当する社会セーフガード専門家2名が配置されている。エネルギー開発公社では世界銀行のセーフガードポリシーをベンチマークとしている。

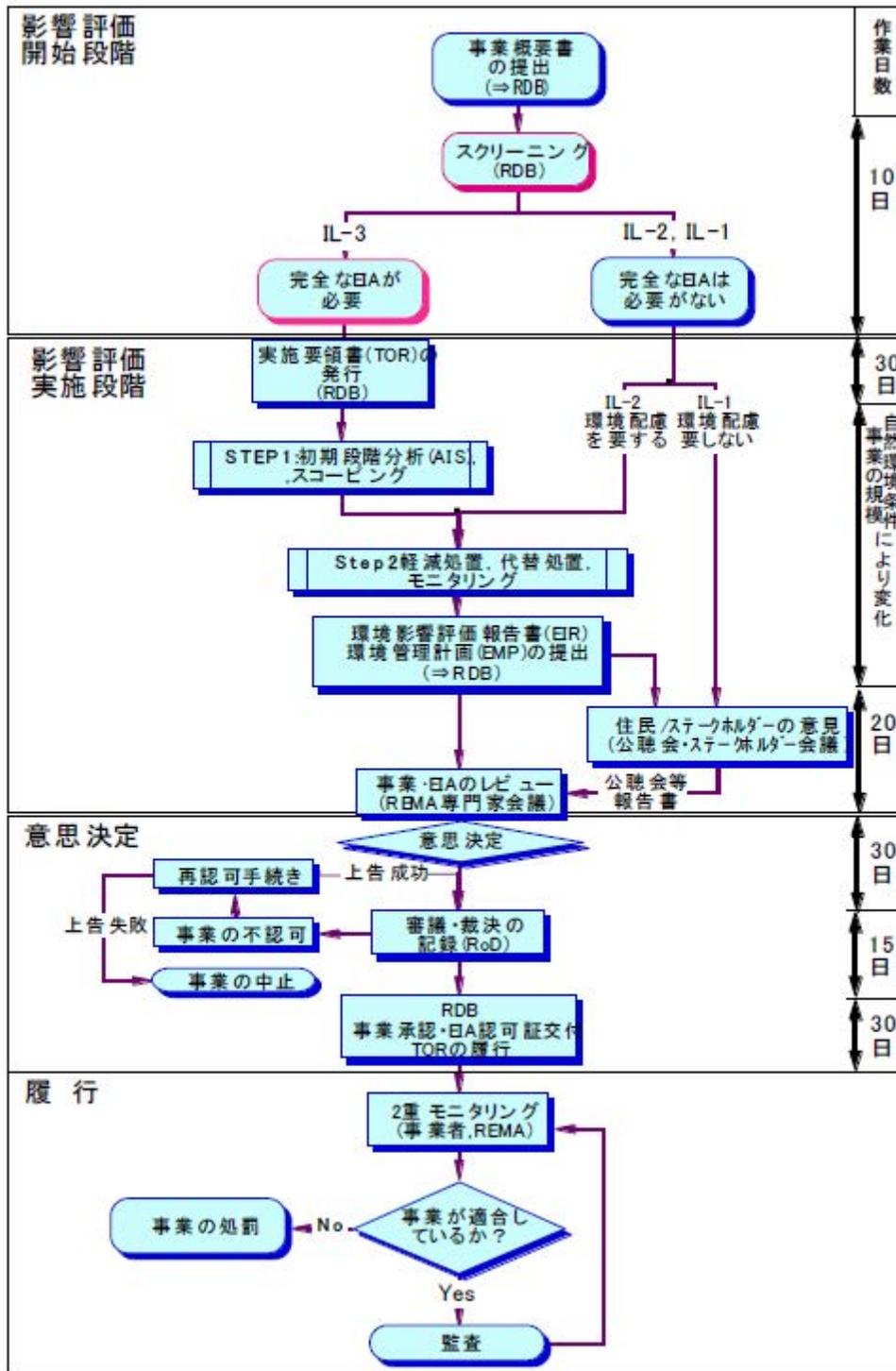
### (3) ルワンダ国における環境影響評価手順

#### 1) 環境承認手続き

ルワンダ国では、環境法の 67 条において、環境に影響を及ぼす事業、計画、政策は、実施許可取得前に環境影響評価の対象とすることを定めている。同法 69 条では REMA（2009 年以降は RDB）に EIA の監理を委託することを定めている。

また「EIA 手続きに関するガイドライン」(2006)が作成されており、EIA の手続き、EIA 調査の TOR 例、EIA 報告書に記載されるべき内容、ステークホルダーの参加等に関して記載されている。EIA の実施は自然資源省（Ministry of Natural Resources）に承認された EIA 専門家（個人および法人）によって実施されなければならない。

ルワンダ国における全体的な環境承認手続きは図 2-2-3-1-3.1 に示すとおりである。手続きは事業主が事業概要書（Project Brief）を RDB に提出することで開始される。



[出所] ルワンダ国持続的な地熱エネルギー開発推進のための電力開発計画策定支援プロジェクト、インテリムレポート

図 2-2-3-1-3.1 ルワンダ国における環境承認の手順

## 2) スクリーニングによるカテゴリ分類

提出された事業概要書を基にスクリーニングが実施され、以下のカテゴリ分類され手続きが進められる。EIAが必要とされる事業に関しては大まかに事業の種類が「環境影響評価が

必要な事業・活動のリストに関する省令」に挙げられているが、事業の大きさを数値的に示す基準（例えば、10km以上の道路拡幅はEIA対象等）はなく、それぞれの事業の概要から、事業の立地条件、影響の特性と範囲等から判断される。

- ◆ IL 1:さらなる環境調査が必要ない事業

さらなる調査の必要はなく事業実施許可判断の手続きに進む。

- ◆ IL 2:詳細なEIAは不要だが、さらなる調査が必要な事業

一定の負の影響が想定されるが、不可逆性の影響は想定されず、一般的な緩和策と環境管理を取り込むことが可能な事業。EIA実施プロセスは以下のIL3カテゴリ事業と同様。

- ◆ IL 3:詳細なEIAの実施が必要な事業

周辺に重大な負の影響を及ぼすことが想定され、一般的な緩和策では対応が不可能と思われる事業。よってEIA実施プロセスを経る必要がある。

スクリーニングの結果、EIAの実施が必要でないと判断された事業にはRDBから環境許認可が発行される。

### 3) 本計画の環境許認可 (EIA Certificate of Authorization) 取得手続き

ルワンダ国における全体的な環境承認手続きは、前出の図2-2-3-1-3.1のフローチャートのとおりである。2015年4月7日にエネルギー開発公社からRDBに事業概要が提出された。同年5月7日付でRCBよりエネルギー開発公社宛てのレターで、本事業はEIAが必要な事業と判断され、EIAのTORが通知された(添付資料11)。2015年7月28日にEIA報告書(添付資料12)がRDBに提出され、8月25日に環境許認可(添付資料13)が発行された。

#### 2-2-3-1-4 代替案(ゼロオプションを含む)の比較検討

表2-2-3-1-4.1に代替案比較検討を示す。本事業対象地が市街地のため、各代替案において、自然面への影響で大きな差異はない。社会面では特に用地取得、移転対象建造物数が比較検討の主要事項となる。

協力対象事業を実施しないゼロオプションでは、用地取得、住民移転といった社会面への影響が回避できるが、一方で、電力需要が急速に増加している首都キガリでの電力供給に対応する送配電設備が改修されず、今後の電力安定供給が見込まれない。これにより、不安定な電力供給が経済開発及び人々の生活水準の向上に大きな支障をきたすことが危惧される。

ンデラ変電所の土地は、2011年から開発が進められている経済特区内に2014年9月以前にREGによって確保されている。よって、他の代替案は、電力供給地である経済特区から離れる、用地取得・住民移転が発生する等の理由から推奨されない。

ムリンディ及びカブガの開閉所の用地も同様に、既存配電線の線形上または新設配電線最短の線形上に位置し、かつ現時点で家屋、建造物、樹木などが無い更地である。よって、他の代

替案を検討することは、既存または最短の配電線の線形より離れることにより事業費が高くなる、かつ、住民移転の必要性が発生することから推奨されない。

表 2-2-3-1-4.1 代替案の比較検討

110kV 送電線

項目	代替案 1	代替案 2
始点	ビレンボ-ガソギ間既存送電線から引き込み	ガソギ変電所
終点	ンデラ変電所	ンデラ変電所
距離	約 2.2km	約 6.5 km
自然環境面への影響	代替案 2 と比較してと自然面への影響に差異はない。	代替案 1 と比較してと自然面への影響に大きな差異はない。距離が長いため、鉄塔設置による景観への多少の影響が想定される。
社会面への影響	用地取得、移転数が代替案 2 に比べて少ない。	用地取得、移転による影響が代替案 1 に比べて大きくなる。
事業費	代替案 2 に比べて、距離が短いため、必要となる鉄塔の数も少ないため、低い。	代替案 1 に比べて、距離が長いため、必要となる鉄塔の数も増え、高くなる。
評価	周辺への影響、事業費の点から、代替案 1 が推奨される。	代替案 1 と比較して、社会面への影響が大きく、事業費も高くなるため、代替案 2 は推奨されない。

15kV 配電線

項目	代替案 1	代替案 2
始点	ガソギ変電所	ガソギ変電所
終点	カブガ 開閉所	カブガ 開閉所
線形	ガソギ 変電所から約 2.8km は既存道路沿い、その後ほぼ直線で開閉所に接続	全線において既存の道路沿い
距離	約 6.5 km	約 7.5 km
自然環境面への影響	代替案 2 と比較してと自然面への影響に差異はない。	代替案 1 と比較してと自然面への影響に大きな差異はない。
社会面への影響	用地取得、移転数が代替案 2 に比べて少ない。	距離が長くなること、密集地を通過することにより用地取得、移転による影響が代替案 1 に比べて大きくなる。
事業費	代替案 2 に比べて、距離が短いため、必要となる鉄塔の数も少ないため、低い。	代替案 1 に比べて、距離が長いため、必要となる鉄塔の数も増え、高くなる。
評価	周辺への影響、事業費の点から、代替案 1 が推奨される。	代替案 1 と比較して、社会面への影響が大きく、事業費も高くなるため、代替案 2 は推奨されない。

[出所] JICA 調査団

2-2-3-1-5 スコーピング

協力対象事業の主なコンポーネントは、ンデラ変電所の建設、及び同変電所から既存 110kV 送電線分岐点までの 2.2km の 110kV 送電線の設置（鉄塔を含む）、既設ガソギ変電所と新設カブガ 開閉所までの約 6.5km の配電線（鉄塔を含む）およびカブガとムリンディの 2 か所に新設される開閉所である。これらに対して、現地踏査、関係者へのヒアリングにより、表 2-2-3-1-5.1 のようにスコーピングを行った。

表 2-2-3-1-5.1 スコーピング

	No.	影響項目	工事前 工事中	供用時	想定される影響
社会環境	1	非自発的住民移転	B-	D	工事前・工事中:対象となる 110kV 送電線と 15kV 配電線の ROW 内で小規模な非自発的住民移転が発生する可能性がある。 供用時に影響は無い。
	2	貧困層	B-	D	工事前・工事時:移転対象者に貧困層が含まれる可能性がある。
	3	先住民・少数民族	D	D	本計画対象地域には、先住民・少数民族の居住地はないため、影響は無い。
	4	経済活動、生活・生計	B+/-	A+	工事前・工事時:上記非自発的住民移転、あるいは一時的移転の可能性により、生活・生計への影響が想定される。 一方、工事の多くは人力であるため、労働者としての地元雇用が期待される。また、労働者流入による近隣商業への裨益が期待される。 供用時:電力の安定供給により、民家、産業への社会経済効果が期待される。
	5	土地利用、地域資源利用	B-	D	主な協力対象事業は、ンデラ変電所および 2 か所での開閉所の設置、計 2.2km の送電線と約 7.5km の配電線であるが、用地の取得は建設物と鉄塔設置個所に限られるため、開発行為としては面的広がりがなく限定的なものである。よって、沿線土地利用、地域資源利用への大きな影響は見込まれない。 工事中に事業対象地周辺の農地へのアクセスの制限が想定される。
	6	水利用・水利権・入会権	D	D	本計画対象地域周辺には、河川・溜池等はないため、水利用・水利権・入会権への影響は無い。
	7	公共・生活施設・サービス	B-	A+	工事時:配電線の一部(既存道路沿道部)及び 2 か所の開閉所設置工事時には、資材の搬入等で周辺交通に支障が出る可能性がある。また、配電線及び送電線工事中に一時的に停電が起きる可能性がある。 供用時:電力供給の安定化により、公共施設・サービスが改善される。
	8	社会関係資本・社会組織	D	D	協力対象事業は、面的広がりがなく、事業地も限定的なものである。また、電力という公共サービスの改善であるため、社会関係資本・社会組織への影響は見込まれない。
	9	裨益等の不均衡	D	D	公共サービスとしての電力事情が改善されるため、裨益等の不均衡への影響は見込まれない。
	10	利害の対立	D	D	公共サービスとしての電力事情が改善されるため、利害の対立への影響は見込まれない。
	11	遺跡・文化財	D	D	本計画対象地域には、特に配慮すべき遺跡・文化財はない。
	12	景観	D	D	本計画対象地域周辺には、貴重な自然景観や文化的景観は無いため影響は見込まれない。
	13	ジェンダー	D	D	協力対象事業の目的は、安定的な電力の供給であるため、特にジェンダーへの負の影響は見込まれない。
	14	子どもの権利	D	D	協力対象事業の目的は、安定的な電力の供給であるため、特に子供の権利への負の影響は見込まれない。
	15	HIV/AIDS 等疫病	C	D	工事時:地域外から労働者が雇用され、管理・教育不足である場合、HIV/AIDS の罹患等が懸念される。
	16	労働環境	B-	D	工事時:作業員の労働環境を守る必要がある。
自然環境	17	保護区	D	D	本計画対象地域は、キガリ市の市街地であり、周辺に保護区は存在しない。
	18	生態系	D	D	本計画対象地域は、キガリ市の市街地であり、周辺に貴重な動植物は存在しないため、影響は見込まれない。
	19	水象	D	D	協力対象事業地に主要な河川などは存在しない。
	20	地形・地質	B-	D	工事前:ンデラ変電所で造成が必要であるが、局所的であり、地形に大きな影響は無い。

	No.	影響項目	工事前 工事中	供用時	想定される影響
公害	21	大気汚染	B-	D	工事前の造成作業、工事中の重機の使用で、一時的な大気汚染への影響が想定される。一般建設車両による排気ガスや、車両稼働に関しては、工事請負業者に義務付けられる安全管理対策を実行することにより、大気汚染への影響を大幅に低減できる。
	22	水質汚濁	D	D	水質汚濁の原因となるような作業は想定されていない。または影響を受けるような水源が事業対象地に存在しない。
	23	土壌汚染	B-	B-	工事前・工事中、供用時：変圧器には絶縁油を使用するため、漏洩すると土壌汚染に影響する可能性がある。
	24	廃棄物	B-	D	造成の予定はあるが、多量の建設残土の発生は無いため、廃棄物による影響は見込まれない。なお、相手国側の負担事項として、必要に応じて既存鉄塔の撤去があり、解体された鉄塔や電線が廃材となる可能性がある。
	25	騒音・振動	B-	C	工事中：造成、建設のための重機の使用による一時的な騒音・振動が想定される。 供用時：ンデラ変電所に設置する変圧器からは、稼働音の発生が想定されているが、隣地境界線より離れており、周辺は工場、道路、フリーゾーン用地で、住宅地、病院、学校といった騒音の影響を受ける施設は無い。
	26	地盤沈下	D	D	地盤沈下への影響は見込まれない。
	27	悪臭	B-	D	工事時に廃棄物が適切に処理されないことによる悪臭発生の可能性がある。 変電・送電施設から悪臭が生じることは見込まれない。
	28	底質	D	D	本計画対象地域周辺には、河川・湖沼はないため、底質への影響は無い。
	29	電磁波	D	C	供用時に近隣住民への電磁波の影響が想定される。
その他	30	事故	B-	D	工事時：変電所、開閉所および鉄塔設置時および送電線を張る際に、工事作業に係る一般的な事故、作業員や部品の落下事故等が発生する可能性がある。
	31	感電事故	D	B-	供用時：鉄塔での感電事故が想定される。
	32	火災の発生	D	B-	供用時：コンダクターの破損による火災発生の可能性がある。
	33	鳥類の電線、鉄塔への衝突	D	C	供用時：送電線、鉄塔に鳥類が衝突して感電死する可能性がある。
	34	保護樹木	B-	D	工事中：ROW内で伐採される樹木に保護指定種が含まれる可能性がある。
35	越境の影響、及び気候変動	D	D	本計画対象地域は、面的な広がりがないため、越境の影響及び気候変動への影響は想定されない。	

凡例：

A+/-：大きな影響が見込まれる。

B+/-：多少の影響が見込まれる。

C+/-：影響不明。今後の調査により判断される。

D：ほとんど影響は見込まれない。

[出所] JICA 調査団

## 2-2-3-1-6 環境社会配慮調査のTOR

スコアリング結果を踏まえ、環境社会配慮調査のTORを以下の表 2-2-3-1-6.1 のように検討した。

表 2-2-3-1-6.1 環境社会配慮調査の TOR

No.	影響項目	評価	調査項目	調査方法
1	非自発的住民移転	工事前 B- 工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>本協力対象事業による住民移転発生規模の確認</li> <li>住民移転影響緩和策の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ローカルコンサルタントへの再委託による移転規模調査、住民移転計画案の作成</li> <li>計画対象地の現地踏査</li> </ul>
2	貧困層	工事前 B- 工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>同上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同上</li> </ul>
4	経済活動、生活・生計	工事前 B- 工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>同上</li> <li>本協力対象事業サイトにおける土地利用と社会経済活動</li> <li>裨益効果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同上</li> <li>ローカルコンサルタントへの再委託による社会経済調査</li> <li>統計など既存資料調査</li> </ul>
5	土地利用、地域資源利用	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>ROW 内の農地</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ローカルコンサルタントへの再委託による社会経済調査</li> <li>計画対象地の現地踏査</li> </ul>
7	公共・生活施設・サービス	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>協力対象事業サイトにおける公共施設分布</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画対象地の現地踏査</li> <li>工事中の停電計画案の作成</li> </ul>
15	HIV/AIDS 等疫病	工事時 C	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事のための雇用対象者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（過去における類似工事の例）</li> </ul>
16	労働環境	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働安全対策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（労働関連法規、エネルギー開発公社による施工者向け環境社会安全ガイドラインなど）</li> </ul>
20	地形・地質	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>ンデラ変電所の造成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（設計、工法）</li> </ul>
21	大気汚染	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事中の重機の稼働</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（エネルギー開発公社による施工者向け環境社会安全ガイドライン等）</li> </ul>
23	土壌汚染	工事時 B- 供用時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>変圧器の設置方法、絶縁油管理方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（エネルギー開発公社による施工者向け環境社会安全ガイドライン、他変電所での事例等）</li> </ul>
24	廃棄物	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存鉄塔・電線の廃棄方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（エネルギー開発公社による施工者向け環境社会安全ガイドラインなど）</li> <li>廃棄物管理関連法規、ガイドライン</li> </ul>
25	騒音・振動	工事時 B- 供用時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>騒音環境基準</li> <li>ンデラ 変電所周辺状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査</li> <li>ンデラ変電所整備の工法、変圧器の設計</li> <li>供用時に騒音問題の有無の確認</li> </ul>
27	悪臭	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事現場の廃棄物の管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（エネルギー開発公社による施工者向け環境社会安全ガイドライン等）</li> <li>廃棄物管理関連法規、ガイドライン</li> </ul>
29	電磁波	供用時 C	<ul style="list-style-type: none"> <li>電線と住居・建造物の離隔</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（国際機関の報告書等）</li> </ul>
30	事故	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>協力対象事業サイト周辺状況</li> <li>工事時における事故発生緩和策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（REG の工事契約マニュアルなど）</li> <li>施工監理コンサルタントへのヒアリング</li> </ul>
31	感電事故	供用時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>感電事故防止策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（過去の事例等）</li> </ul>
32	火災	供用時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>火災予防策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査（過去の事例等）</li> <li>施工監理コンサルタントへのヒアリング</li> </ul>
33	鳥類の衝突	供用時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>渡り鳥の移動ルート</li> <li>過去の事例</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査</li> <li>専門家へのヒアリング</li> </ul>

No.	影響項目	評価	調査項目	調査方法
34	保護指定樹木	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> <li>伐採される樹木の種</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ローカルコンサルタントへの再委託による移転規模調査、住民移転計画案の作成における伐採対象樹木の調査</li> <li>計画対象地の現地踏査</li> </ul>

[出所] JICA 調査団

## 2-2-3-1-7 環境社会配慮調査結果

上記の調査 TOR に基づいた各影響項目の調査結果は以下の表とおりである。

表 2-2-3-1-7.1 環境影響調査結果

No.	影響項目	調査結果
1	非自発的住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>14,539.2m<sup>2</sup>の用地が取得される</li> <li>工事前に、4軒の家屋（住居及び増築部分）が移転対象となる。</li> <li>影響を受ける世帯は59世帯で、被影響者数は191人である。内、移転対象は3世帯（13人）である。ただし、この3世帯を含む全被影響世帯は、周辺に別の土地を所有、用地取得後も生計に影響のない面積を所有、または取得される用地で住居、生計を依存していない。よって、本事業により、被影響世帯に、住居及び耕作地等の移転による生計、生活に大きな変化または影響を生じない。</li> </ul>
2	貧困層	<ul style="list-style-type: none"> <li>本協力対象事業による移転・用地取得の被影響者に貧困層はいない。</li> </ul>
4	経済活動、生活・生計	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事前・工事時、上記非自発的住民移転、あるいは一時的移転の可能性により、生活・生計への影響が想定される。</li> <li>一方、工事の多くは人力であるため、労働者としての地元雇用が期待される。また、近隣商業への裨益が期待される。</li> <li>供用時：電力の安定供給により、民家、産業への社会経済効果が期待される。</li> </ul>
5	土地利用、地域資源利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事中、ROW内の農地が使用できない。工事に必要な水の利用による影響が見込まれる。</li> </ul>
7	公共・生活施設・サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事時、配電線の一部（既存道路沿道部）及び2か所の開閉所設置工事時には、資材の搬入等で周辺交通に支障が出る可能性がある。また、配電線及び送電線工事中に一時的に停電が起きる可能性がある。</li> <li>供用時は電力供給の安定化により、公共施設・サービスが改善される。</li> </ul>
15	HIV/AIDS等疫病	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事に従事する労働者は事業対象地域のコミュニティおよびキガリ市内で雇用するため外部からの流入者によるHIV/AIDS等の感染症は想定されない。</li> </ul>
16	労働環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切な対策が取られない場合、工事中の事故、劣悪な労働環境が想定される。</li> </ul>
20	地形・地質	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事前にンデラ変電所で造成が必要であるが、局所的であり、地形に大きな影響はない。</li> </ul>
21	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事前の造成作業、工事中の重機の使用で、一時的な大気汚染への影響が想定される。一般建設車両による排気ガスや、車両稼働に関しては、工事請負業者に義務付けられる安全管理対策を実行することにより、大気汚染への影響を大幅に低減できる。</li> </ul>
23	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事中及び供用時に変圧器には絶縁油を使用するため、漏洩すると土壌汚染に影響する可能性がある。</li> </ul>
24	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>造成の予定はあるが、多量の建設残土の発生は無いため、廃棄物による影響は見込まれない。なお、相手国側の負担事項として、必要に応じて既存鉄塔の撤去があり、解体された鉄塔や電線が廃材となる可能性がある。</li> </ul>
25	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事中、造成、建設のための重機の使用による一時的な騒音・振動が想定される。</li> <li>供用時にンデラ変電所に設置する変圧器からは、稼働音の発生が想定されているが、隣地境界線より離れており、周辺は工場、道路、フリーゾーン用地で、住宅地、病院、学校といった騒音の影響を受ける施設は無い。</li> </ul>
27	悪臭	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事中、工事現場の廃棄物、トイレの管理を怠ると悪臭が発生する。</li> </ul>
29	電磁波	<ul style="list-style-type: none"> <li>電線と住居・建造物の離隔が5mと十分にあり、また、WHOの報告によると電磁波の人体への影響の因果関係は確認されていないため、電磁波による事業地周辺の住民への影響は想定されない。</li> </ul>
30	事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事中の事故が想定される。</li> </ul>

No.	影響項目	調査結果
31	感電事故	• 適切な対策が取られない場合、供用時に人が鉄塔、電線に接触することによる感電事故が発生する可能性がある。
32	火災	• 適切な対策が取られない場合、供用時に電線の破損、落雷による火災発生の可能性はある。
33	鳥類の衝突	• 渡り鳥の移動ルートは存在しない。 • すでに周辺に多くの送変電線が存在しているが、鳥類の衝突に関する報告はない。
34	保護指定樹木	• 文化的・宗教的な理由から国により保護指定されている種の樹木 2 本が ROW に存在するため、工事前に伐採される。ただし、この種は対象地域、ルワンダ国内に広く分布している。

[出所] JICA 調査団

## 2-2-3-1-8 影響評価

調査結果に基づき、事業のよる環境影響を評価し、スコーピング時の評価と以下の表に比較した。

表 2-2-3-1-8.1 スコーピングと調査結果の比較

	No.	影響項目	スコーピング時		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
社会 環境	1	非自発的住民移転	B-	D	B-	D	用地取得は発生するが、移転は3世帯のみであり、現所有地内、または周辺の所有地内での移転が可能。
	2	貧困層	B-	D	D	D	貧困層がないため影響は無い。
	3	先住民・少数民族	D	D	N/A	N/A	
	4	経済活動、生活・生計	B+/-	A+	B+/-	A+	影響は工事前、工事中のみ、また影響の範囲も限定的である。
	5	土地利用、地域資源利用	B-	D	B-	D	影響は工事中のみであり、ROW内と限定される。
	6	水利用・水利権・入会権	D	D	N/A	N/A	
	7	公共・生活施設・サービス	B-	A+	B-	A+	影響は工事中のみ、かつ一時的、影響範囲も限定的で、一般的な対策で緩和が可能である。
	8	社会関係資本・社会組織	D	D	N/A	N/A	
	9	裨益等の不均衡	D	D	N/A	N/A	
	10	利害の対立	D	D	N/A	N/A	
	11	遺跡・文化財	D	D	N/A	N/A	
	12	景観	D	D	N/A	N/A	
	13	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	
	14	子どもの権利	D	D	N/A	N/A	
	15	HIV/AIDS等疫病	C	D	D	D	外部からの流入者は想定されないため、それによる影響は無い。
	16	労働環境	B-	D	B-	D	影響は工事中のみで、一般的な対策で緩和が可能である。

	No.	影響項目	スコーピング時		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
自然環境	17	保護区	D	D	N/A	N/A	
	18	生態系	D	D	N/A	N/A	
	19	水象	D	D	N/A	N/A	
	20	地形・地質	B-	D	D	D	造成による影響は無い。
公害	21	大気汚染	B-	D	B-	D	影響は工事中のみで、影響範囲も限定的であり、一般的な対策で緩和が可能である。
	22	水質汚濁	D	D	N/A	N/A	
	23	土壌汚染	B-	B-	B-	B-	工事中、供用時に影響があるが、変電所内ときわめて限定的であり、一般的な対策で緩和が可能である。
	24	廃棄物	B-	D	B-	D	影響は工事中のみで、影響範囲も限定的であり、一般的な対策で緩和が可能である。
	25	騒音・振動	B-	C	B-	D	影響は工事中のみで、影響範囲も限定的であり、一般的な対策で緩和が可能である。
	26	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	
	27	悪臭	B-	D	B-	D	影響は工事中のみで、影響範囲も限定的であり、一般的な対策で緩和が可能である。
	28	底質	D	D	N/A	N/A	
	29	電磁波	D	C	D	D	電線からの十分な離隔とWHOの報告から影響は無い。
その他	30	事故	B-	D	B-	D	影響は工事中のみで、影響範囲も限定的であり、一般的な対策で緩和が可能である。
	31	感電事故	D	B-	D	B-	供用時の影響であるが、一般的な対策で防止が可能である。
	32	火災の発生	D	B-	D	B-	供用時の影響であるが、一般的な対策で防止が可能である。
	33	鳥類の電線、鉄塔への衝突	D	C	D	D	渡り鳥のルートではない、周辺地域で衝突の前例がないため、影響は無い。
	34	保護樹木	B-	D	B-	D	影響を受けるのは2本の樹木のみであり、影響は極めて限定的である。一般的な緩和が可能である。
	35	越境の影響、及び気候変動	D	D	N/A	N/A	

[出所] JICA 調査団

## 2-2-3-1-9 緩和策及び緩和策実施のための費用

調査結果に基づく影響評価で負の影響があると判断された環境項目への緩和策を、以下の表に示した。

表 2-2-3-1-9.1 環境緩和策

No.	影響項目	想定される影響	緩和策	実施・責任機関	費用(USD)
<b>【工事前】</b>					
1	非自発的住民移転	住民移転（一時的を含む）による資産・収入・生計の損失	<ul style="list-style-type: none"> <li>JICA 環境社会配慮ガイドライン、世界銀行の OP 4.12 を踏まえ、被影響者との合意のもとに、再取得価格に基づく補償と支援を示した簡易住民移転計画書を作成し、これを実施する。</li> </ul>	エネルギー開発公社 各セクター	251,878USD
<b>【工事中】</b>					
4	経済活動、生活・生計	住民移転（一時的を含む）による生活・生計への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>同上</li> <li>事業関連の雇用は、希望があった場合、被影響者を優先する。</li> </ul>	同上	N/A
5	土地利用、地域資源利用	用地取得に伴う農地利用の制限 工事に伴う水の利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>明確な工事計画の提示と遅延無く計画を実施する。</li> <li>工事計画を周辺住民、コミュニティに周知して調整を図る。</li> </ul>	施工業者	N/A
7	公共・生活施設・サービス	工事中の周辺交通への影響 工事中の停電	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事計画の周辺地域への周知と警察との協力により交通渋滞の緩和と交通安全の徹底</li> <li>停電計画の作成と周知</li> </ul>	エネルギー開発公社 施工業者	N/A
16	労働環境	変電施設・送電線工事の労働者の健康・安全	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー開発公社は施工者向け環境社会安全ガイドライン（案）に基づき、施工管理コンサルタント・請負業者から提出される衛生・安全・環境社会環境管理計画を入札時に確認する。これに基づき、施工管理コンサルタントと請負業者は安全・管理業務を遂行し、労働者・住民の事故リスクを回避・低減する。</li> <li>労働法に基づき、労働者に対して保護用備品を提供し着用を義務づけ、安全な労働環境を整える。</li> <li>工事現場（特に資材置き場）周辺のフェンス、夜間照明、警備員の配置をして盗難などの防犯をする。</li> </ul>	同上	工事費に含まれる
21	大気汚染	造成作業、工事中の重機の稼働による大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>資機材の搬入回数を最小限に抑える。</li> <li>車検を適切に受けている車両のみを使用する。</li> </ul>	施工業者	N/A
23	土壌汚染	変圧器の絶縁油漏れによる土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶縁油は変圧器と同様に、金属閉鎖箱に収められるが、さらに絶縁油漏れを防止するため、変圧器の下に防油堤を設置し、その中にバラスを敷き詰める</li> <li>植生による表土保護、雨水排水路の設置等による土壌流出対策</li> </ul>	施工業者	工事費に含まれる
24	廃棄物	相手国負担により撤去される既存鉄塔処理 工事中の廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー開発公社は、撤去された既存鉄塔をリサイクルし、できないものは廃品業者に引き渡し処理する。</li> <li>工事中、工事現場の廃棄物を定期的に廃棄場に運搬・廃棄する。</li> <li>または指定登録廃棄業者と契約する。</li> </ul>	施工業者	工事費に含まれる

No.	影響項目	想定される影響	緩和策	実施・責任機関	費用(USD)
25	騒音・振動	造成作業・工事 中の騒音	<ul style="list-style-type: none"> <li>騒音基準値を順守するために、工法、重機稼働時間等に配慮する。</li> </ul>	施工業者	N/A
27	悪臭	工事現場の廃棄物・トイレからの悪臭	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事現場の廃棄物を定期的に廃棄場に運搬する。または指定登録廃棄業者と契約する。</li> <li>仮設トイレを設置し、管理責任者を配置する。</li> </ul>	施工業者	工事費に含まれる
30	事故	送電線工事による労働者・住民の事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>「労働環境」項目と同様である</li> <li>電線の撤去や敷設は、空中で細いワイヤから太いものを段階的に通していくため、鉄塔間に落下防止ネットを張り、落下事故を防ぐ</li> </ul>	施工業者	工事費に含まれる
34	保護樹木	保護指定樹木 2本の伐採	<ul style="list-style-type: none"> <li>伐採はROW内に限定する。</li> <li>伐採される種の苗木を植樹する。</li> </ul>	エネルギー開発公社	3USD/苗木
<b>【供用時】</b>					
23	土壌汚染	変圧器の絶縁油漏れによる土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶縁油は変圧器と同様に、金属閉鎖箱に収められるが、さらに絶縁油漏れを防止するため、変圧器の下に防油堤を設置し、その中にバラスを敷き詰める</li> </ul>	エネルギー運用公社	工事費に含まれる
31	感電事故	人が鉄塔、電線に接触することによる感電事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的な電気の規格である IEC に基づき、各受電電圧に対応する碍子装置に電線を接続することとしている。</li> <li>鉄塔に昇塔防止金具、特別高圧を示すサインの設置、周辺住民への感電防止に関する周知を実施する。</li> <li>十分な容量のアースを設置する</li> <li>エネルギー運用公社による屋内配線の確認を行う。</li> </ul>	エネルギー運用公社 施工業者	工事費に含まれる
32	火災の発生	電線等の破損による火災	<ul style="list-style-type: none"> <li>十分な容量のアースを設置して落雷時の火災発生を防ぐ。</li> </ul>	エネルギー運用公社 施工業者	工事費に含まれる

【出所】 JICA 調査団

## 2-2-3-1-10 モニタリング計画

各影響項目に対するモニタリング計画は以下の表のとおりである。

表 2-2-3-1-10.1 モニタリング計画

No	環境項目	項目	手法	頻度	責任機関
<b>計画時</b>					
1	住民移転・用地取得	銀行口座への補償金払込み状況	被影響者への支払い件数の確認	移転・用地取得完了（予定では 2015 年 12 月）まで毎月	エネルギー開発公社
<b>工事時</b>					
1	土地利用、地域資源利用	作業工程と期間	作業工程の確認	工事中毎月	施工業者/ エネルギー開発公社
2	公共・生活施設・サービス	既存電線の移設工事に伴う停電	作業工程の確認 停電計画の確認	移転工事時 停電時	施工業者/ エネルギー開発公社
3	労働環境	作業者の保護具の着用 事故に関する報告	現場検査 報告内容の確認	工事期間中、日常的に確認	施工業者/ エネルギー開発公社

No	環境項目	項目	手法	頻度	責任機関
4	工事現場の治安	警備員の配備 フェンスの設置 夜間照明	現場検査	工事期間中、日常的に確認	施工業者
5	保護樹木	ROW の順守 保護種の植樹	ROW 外の伐採が無いことを確認 植樹の本数、成育状況を確認	1 回/月	施工業者/ エネルギー開発公社
6	大気汚染	工事用車両、重機の車検の確認	現場検査	工事期間中、日常的に確認	施工業者/セクターインフラ局
7	土壌汚染	PAHs, BTEX,	ンデラ変電所で採取した土壌サンプルの分析 (GC/MS 法)	工事前、工事中、工事終了後の 3 回	施工業者
8	廃棄物	廃棄物の管理状況	現場検査	工事期間中、日常的に確認	エネルギー開発公社/セクターインフラ局
9	騒音・振動	工事用車両、重機の車検の確認	現場検査	工事期間中、日常的に確認	施工業者/セクターインフラ局
10	悪臭	工事現場での廃棄物の管理状況	現場検査	工事期間中、日常的に確認	施工業者/セクターインフラ局
11	仮設トイレの管理	仮設トイレの管理状況	現場検査	工事期間中、日常的に確認	エネルギー開発公社/施工業者
	<b>供用時</b>				
1	感電事故	鉄塔の昇塔防止策	現場検査	施設引渡時、及び通常の維持管理時に確認	エネルギー運用公社/セクターインフラ局
2	土壌汚染	PAHs 及び BTEX	ンデラ変電所で採取した土壌サンプルの分析	1 回/年	エネルギー運用公社
3	火災	鉄塔、電線の破損による火災予防策の設置	現場検査	施設引渡時、及び通常の維持管理時に確認	エネルギー運用公社/セクターインフラ局

[出所] JICA 調査団

### 2-2-3-1-11 ステークホルダー協議

RDB による本事業の EIA の TOR においては、事業による影響が地理的にも、期間的にも限定的であり、また、影響の種類も工事作業による一般的な影響（騒音・振動、粉じん、大気汚染、交通規制、停電、等）が主であるため、特にステークホルダー協議の開催は求められていないが、住民移転に関する各セクターの協議のタイミングと合わせて、EIA に関する協議を行った。協議の開催の場所と日時に関しては、2-2-3-2-10 住民協議を参照。

協議では、事業概要、各コンポーネントと立地、事業計画案、事業による影響（正と負）、住民移転と用地取得、補償受給要件と補償プロセス、苦情処理について、事業主から説明された。

これらに対して、住民からの主な意見は以下のとおりである。事業に反対する意見は無く、むしろ事業の効果に期待する意見があった。これらの意見は、EIA の調査項目に加えられ、影

響が想定される項目に関しては、環境管理計画に反映された。なお、住民移転と用地取得に関する意見と事業主からの回答は、2-2-3-2-10 住民協議を参照。

- 工事に伴い発生する雇用機会がある場合、周辺住民が優先的に雇用されるか
- 本事業の送電線により、影響を受ける地域が裨益するか
- 電線からの電磁波による影響があるか
- 感電事故防止策がとられるか
- 電線のショート、落雷による火災事故防止策が取られるか
- 工事中の廃棄物処理が適切に行われ、悪臭などの影響がないか
- 工事中の事故防止及び防犯策がとられるか

## 2-2-3-2 用地取得・住民移転

### 2-2-3-2-1 用地取得・住民移転の必要性

ルワンダ国では送・配電線の ROW は事業ごとに決定され、また、ROW 内の用地取得に関する法規等はない。REG が決定した本事業の送配電線の ROW と用地取得・住民移転のクライテリアは以下の表のとおりである（添付資料 10 参照）。

表 2-2-3-2-1.1 REG による本事業の用地取得と住民移転のクライテリア

項目	クライテリア
ROW	110kV 送電線、2回線: 15m 幅（中心線から両脇7.5m づつ） 15kV 配電線、2回線: 10m 幅（中心線から両脇5m づつ） 15kV 配電線、1回線: 10m 幅（中心線から両脇5m づつ）
用地取得	鉄塔設置個所のみ用地取得が必要
移転が必要となる建造物（家屋、店舗等、人々によって居住、使用されている物）	ROW 内にあり、かつ送配電線の最下部の電線と建物の上部の離隔距離が 5m 未満の建造物は移転の対象となる。
移転が必要となる樹木	ROW のすべての樹木は移転の対象となる。
移転が必要となる上記以外の建造物、物体等	ROW 内にあり、最下部の電線との離隔距離が 5m 未満の建造物・物体に関しては安全と社会的影響を考慮して検討する。

[出所] JICA 調査団

事業のコンポーネントと必要用地は表 2-2-3-2-1.2 のとおりである。なお、下記のコンポーネントは全てキガリ市市中心部の西部に位置するガソボ郡に位置する。

表 2-2-3-2-1.2 事業コンポーネントと必要用地

コンポーネント	必要用地	備考
1. <b>ンデラ 変電所</b>	約 5,600m <sup>2</sup>	ルワンダ政府のフリーゾーン開発用地の一部を変電所用地として REG が取得済みである。（添付資料 14）
2. <b>送電線</b> (1) 110 kV 2 回線、既存配電線（ビレンボとガソギ変電所間）から新設のンデラ 変電所を結ぶ約 2.2 km	約 2,836m <sup>2</sup>	以下の建造物の用地取得が必要である。 接続部（50m x 50m） 鉄塔 A タイプ（256m <sup>2</sup> ）2 本 鉄塔 B タイプ（169m <sup>2</sup> ）4 本 鉄塔 C タイプ（144m <sup>2</sup> ）3 本

コンポーネント	必要用地	備考
3. 配電線 3.1 15 kV 2 回線、ンデラ変電所と既存線（ビレンボ - Free Zone Phase 1 変電所間）を結ぶ約 650m	約 256m <sup>2</sup>	以下の鉄塔用地取得が必要である。 鉄塔 D タイプ（64m <sup>2</sup> ）4 本
3.2 15 kV 1 回線、既存ガソギ 変電所と新設 カブガ 開閉所を結ぶ約 6.5km	約 1,212 m <sup>2</sup>	以下の用地取得が必要である。 鉄塔 D タイプ（64m <sup>2</sup> ）15 本 鉄塔 E タイプ（9m <sup>2</sup> ）28 本
3.3 既設 15kV 1 回線の移設。約 200m	約 128m <sup>2</sup>	鉄塔 D タイプ（64m <sup>2</sup> ）2 本
4. 既設ガソギ変電所 15kV 配電盤（増設）	既設変電所用地	既設変電所の設備の増設のため、必要なし。
5. 開閉所 カブガ と ムリンディの 2 か所。	カブガ 約 300m <sup>2</sup> ムリンディ 約 300m <sup>2</sup>	用地取得が必要である。 カブガ:予定地はすでに確認されている。予定地内に建造物はなく、更地である。 ムリンディ：予定地はすでに確認されている。予定地内に建造物はなく、更地である。
6. アクセス道路	約 400m <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記の用地はンデラ変電所敷地内のアクセス道路であり、用地の取得の必要はない。供用時も使用される。</li> <li>送・配電線の工事用のアクセス道路に関しては、既存の道路を利用し、資機材の運搬を周辺住民の雇用により行うため、不要である。</li> </ul>
7. 資機材置き場	約 5,000m <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主要な資材置き場はフリーゾーン開発用地内ンデラ変電所用地の近隣の土地を一時使用することが可能である。</li> <li>送・配電線の資機材置き場は沿線コミュニティの空き地、納屋等の賃貸料を支払い一時的に使用することが可能である。</li> </ul>

[出所] JICA 調査団

上記の内、用地取得・住民移転が必要となるコンポーネントは 2. 送電線、3. 配電線、及び 5. 開閉所であり、必要用地の合計は 5,032m<sup>2</sup>である。

## 2-2-3-2-2 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み

### (1) 用地取得・住民移転にかかる相手国制度の概要

ルワンダ国における用地取得・住民移転に係る法制度は表 2-2-3-1-3.1 に示したとおりである。以下が住民移転に関連した主な法規である。

用地取得法において、公益事業のための用地取得の手続きについて規定されている。

郡土地局の責務と機能及び土地登記体制に関する省令において、郡土地局の機能と責任が規定されている。

不動産査定法において、不動産の査定は同法によって承認された査定士（Certified Valuer）によって行われなければならないと規定されている。

### (2) 住民移転に係る JICA の方針

住民移転に係る JICA の方針は以下のように要約される。

- I. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。
- II. このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、実効性ある対策が講じられなければならない。
- III. 移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。
- IV. 補償は可能な限り再取得費用に基づかなければならない。
- V. 補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない。
- VI. 大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。住民移転計画には、世界銀行のセーフガードポリシーの OP4.12 Annex A に規定される内容が含まれることが望ましい。
- VII. 住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。
- VIII. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。
- IX. 影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。

また、JICA ガイドラインには、「JICA は、環境社会配慮等に関し、プロジェクトが世界銀行のセーフガードポリシーと大きな乖離がないことを確認する。」と記載していることから、上記の原則は、世界銀行 OP 4.12 によって補完される。世銀 OP 4.12 に基づき追加すべき主な原則は以下のとおりである。

- X. 被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む)を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい。
- XI. 補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものとする。
- XII. 移転住民の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる
- XIII. 移行期間の支援を提供する

XIV. 移転住民のうち社会的な弱者、得に貧困層 や土地なし住民、老人、女性、子ども、先住民族、少数民族については、特段の配慮を行う。

XV. 200 人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、移転計画(要約版)を作成する。

上記の主要原則に加え、各事業の住民移転計画、実施体制、モニタリング・評価メカニズム、スケジュール、詳細な資金計画も必要である。

### (3) JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

JICA ガイドラインと相手国法制度を表 2-2-3-2-2.1 のように比較した。

表 2-2-3-2-2.1 JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

主要事項	JICA ガイドライン/WB OP 4.12	相手国法制度	本事業での対応
用地取得・住民移転の回避	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。(JICA ガイドライン)	公共の利益のためには移転・用地取得はやむを得ないとみなされる。また、用地取得について反対することは認められない(「用地取得法」第3条)。	ゼロオプションを含む代替案の比較検討を実施し、影響の回避と最少化に努めた。 エネルギー開発公社がベンチマークとする世銀セーフガードポリシー、及び JICA ガイドラインに基づき移転・用地取得に関して被影響者と合意形成を行う。
用地取得・住民移転の最小化と補償	上記のような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性ある対策が講じられなければならない。(JICA ガイドライン)	影響の最小化に関する記載は無い。	エネルギー開発公社がベンチマークとする世銀セーフガードポリシー、及び JICA ガイドラインに基づき移転・用地取得に関して被影響者と合意形成を行う。
生計回復	非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては、相手国等により、十分な補償及び支援が適切な時期に与えられなければならない。補償は、可能な限り再取得価格に基づき、事前に行われなければならない。相手国等は、移転住民が以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるように努めなければならない。(JICA ガイドライン)	生計回復に関する記載はない。 用地取得法 22 条、不動産査定法 27 条で公正な市場価格を決める算定法を用いること、30 条では再取得価格を使用することを定めている。	補償は再取得価格に基づき、事前実施される。また、移転前の生活水準を回復または改善できるような支援を実施する。
再取得価格による補償	補償は、可能な限り再取得価格に基づかなければならない。(JICA ガイドライン)	用地取得法 22 条、不動産査定法 27 条で公正な市場価格を決める算定法を用いること、30 条では再取得価格を使用することを定めている。	不動産査定法に不動産価格以外の手数料、税に関する記載は無いが、補償金にそれを含むことも禁止されていないため、本事業では可能な限り手数料、税を勘案して算出する。

主要事項	JICA ガイドライン/WB OP 4.12	相手国法制度	本事業での対応
補償・支援の提供時期	補償及びその他の支援は移転の前に提供されなければならない。(JICA ガイドライン)	用地取得法 23 条で、補償金は移転の前に用地取得対象者に支払われていることある。	補償と支援は移転実施前に提供される。
住民移転計画書の作成	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。(JICA ガイドライン)	法令に住民移転計画書に関する記載は無いが、RDB では計画書作成を事業実施の要件としている。	本事業では大規模非自発的住民移転は発生しないため、簡易住民移転計画書が作成される。
住民協議	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。(JICA ガイドライン)	用地取得法 11 条、12 条、13 条に、情報の周知と協議について記載がある。	事業と住民移転計画に関する情報を事前に周知する。被影響者グループを対象とした協議は最低でも 2015 年 5 月に 2 回実施され、その後は各被影響者と協議を続ける。
住民協議の手法	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。(JICA ガイドライン)	特に記載は無いが、一般的にルワンダ語が使用されている。	協議はルワンダ語で行われ、関連文書もルワンダ語で作成される。
住民参加	非自発的住民移転及び生計手段の喪失に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。(JICA ガイドライン)	EIA ガイドラインにおいて住民参加の重要性、手法、タイミングを示している。	EIA および ARAP の作成プロセスにおいて、EIA ガイドライン及び JICA ガイドラインに基づき住民参加を促進する。
苦情処理	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。(JICA ガイドライン)	用地取得法 19 条と 26 条に異議申し建ての手順が示されている。	用地取得法と JICA ガイドラインを基に APAP の中で苦情処理手続きを明記する。
受給権者特定とカットオフデート	事業のなるべく早い段階で、被影響者を確認し、初期ベースライン調査(カットオフデートの設定を含む人口センサス調査、財産・用地調査、家計・生活調査)の結果を基に受給権者を特定し、受給権を持たない者のプロジェクト対象地への流入を防ぐ。(WB OP 4.12)	用地取得法 17 条で、財産・用地調査とそれ以降は受給権が無くなることについて規定している。	初期ベースライン調査は 2015 年 5 月 13 日から実施され、この日をカットオフデートとする。また、これ以降に対象地に流入してきた者、建てられた建造物等に関しては補償・支援の対象ではないことを周知した。
受給権者	補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものとする。(WB OP 4.12)	用地取得法 18 条に法的権利を有しているもの、また近隣住民などが土地の所有を認めているものが受給者となるとある。	エネルギー開発公社は世界銀行のセーフガードポリシーをベンチマークとしているため、用地取得・移転の補償や支援の受給者は同セーフガードポリシーに基づき、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものも含む。

主要事項	JICA ガイドライン/WB OP 4.12	相手国法制度	本事業での対応
補償の種類	土地に依存して生計を立てている移転住民に関しては土地ベースの移転戦略が優先される。(WB OP 4.12)	用地取得法 23 条に、補償は金銭または、補償金額に見合う代替地または替建造物と記載がある。	本事業では、被影響者の生計が土地に依存していないこと、金銭による補償を希望したことにより、補償は金銭ベースとする。
移転中の援助	移転中（移転から生計回復までの期間）の援助を提供する。(WB OP 4.12)	法令に記載はない。	被影響者が金銭補償を希望しているため、移転中に支援が必要となる被影響者はいない。補償金は物理的移転前に支払われる。
社会的弱者	移転住民の中でも社会的弱者、特に貧困ラインを下回っている人々、土地を持たない人々、高齢者、女性、子供、及び先住民族、少数民族等に配慮する。(WB OP 4.12)	法令に特に記載は無い。	本事業の被影響世帯に社会的弱者が世帯主の世帯は存在しない。
簡易移転計画書	移転住民が 200 人未満である場合は、簡易移転計画が作成される。(WB OP 4.12)	法令に特に記載は無い。	移転に必要な被影響者数は 200 人以下なので、簡易住民移転計画書を作成する。

[出所] JICA 調査団

#### (4) 本事業における用地取得・住民移転の方針

エネルギー開発公社では世界銀行のセーフガードポリシーをベンチマークとしており、また、2015年3月20日にJICA調査団、インフラ省、エネルギー開発公社、およびエネルギー運用公社によって合意されたM/Dにおいて、ルワンダ国側が本事業を実施するうえで、JICAガイドラインを順守することを了承している。よって、本事業の用地取得・住民移転の方針はJICAガイドライン、世界銀行のセーフガードポリシーを基本とする。ルワンダ国の法制度とJICAガイドライン、世界銀行のセーフガードポリシーにかい離が見られる点に関しては、ルワンダ国でJICAおよび世界銀行の支援で実施された事業の住民移転計画書を参考にして対応する。

具体的には特別に以下のポリシーを採用する。事業ポリシーは、国内法とJICAポリシーのギャップを埋めることを目的とする。ここでは、損失の内容・程度に応じたPAPsの受給権について、本事業のポリシーを説明する。国内法と住民移転にかかるJICAポリシーの間にかい離がある場合には、両者を満たすような現実的な方法を検討する。

- I. 代替案の検討を行い、移転を回避又は最小化する。
- II. 移転が避けられない場合は、PAPsの生計が改善または少なくとも回復できるように、十分な補償や支援を行う。
- III. 補償や支援は、以下のような影響を受ける全ての人に提供される。

生活水準への負の影響

家屋への権利、土地利用の権利、農地・放牧地・商業地・テナント・一年生または多年生作物・樹木・その他の不動産等への永久的及び一時的権利への負の影響

一時的または永久的な負の影響を受ける、所得創出機会、営業、職業、住民の営業場所等、社会的・文化的活動及び関係への影響

- IV. 所有権の有無や社会的地位に関係なく、影響を受ける人は全て補償や支援の対象とする。直近のセンサス及び資産調査の時に影響地域において居住、労働、営業または耕作していることが確認された者は、全て補償や支援の対象となる。
- V. 資産の一部を失う場合、残りの資産がその後の生計を維持していくのに十分でなければ、移転として扱う。
- VI. 一時的な影響についても、移転計画で考慮する。
- VII. 移転先のホスト・コミュニティへの影響が想定される場合には、移転計画作成や意思決定へのホスト・コミュニティの参加が確保されなければならない。
- VIII. ルワンダ国法制度及び住民移転にかかる JICA ポリシーに沿って、移転計画を作成する。
- IX. 移転計画は、現地語に翻訳され、PAPs やその他関心のある人々のために公開される。
- X. 補償は再取得方に基づき提供される。
- XI. 農地に依存している PAPs への補償は可能な限り土地ベースで行う。
- XII. 代替地は、移転前の土地と同立地同生産性とすべき。
- XIII. 移転支援は、目先の損害だけでなく、PAPs の生活水準回復のための移行期間に対しても提供される。この様な支援は、短期の雇用、特別手当、収入補償等の形態をとることができる。
- XIV. 移転計画は、移転の負の影響に対して最も脆弱な人々のニーズに配慮して作成されなければならない。また、彼らの社会経済状況を改善するための支援が提供されなければならない。脆弱な人々には、貧困層、土地の所有権を持たない人々、女性、子ども、老人、障害者等が含まれる。
- XV. PAPs は、移転計画の作成・実施に参加する。
- XVI. 事業や彼らの権利、検討されている負の影響への緩和策等について、PAPs 及び彼らのコミュニティの意見を聞き、可能な限り移転に関する意思決定に参加する。
- XVII. 補償や所得回復対策等を含む用地取得に必要な費用は全て、合意された実施期間内に入手可能な状態となる。移転活動に必要な費用は全て、ルワンダ政府が負担する。
- XVIII. 物理的移転は、移転のために必要な補償や支援の提供前に実施されない。移転地のインフラは、移転前に十分整備される。資産の取得、補償費の支払い、移転、及び生計回復活動の開始は、裁判所により収用が決定された場合を除き、全て工事前に完了する。生計回復支援は、継続すべき活動であるため、移転前に開始される必要はあるが、完了している必要はない。
- XIX. 実効的な移転計画作成・実施のための組織・管理体制が、移転プロセス開始前に構築される。これは、住民協議、用地取得・生計回復活動にかかるモニタリング等につい

て管理するために必要な人的資源を含む。

- XX. 移転管理体制の一部として、適切なモニタリング、評価、報告のメカニズムが構築される。本事業のための外部モニタリンググループが雇用され、移転のプロセスや最終成果を評価する。外部モニタリンググループとしては、資格を有する NGO や、研究機関、大学等が考えられる

#### カットオフデートの設定方針

本事業のカットオフデートは人口センサス調査が開始された 2015 年 5 月 13 日である。カットオフデートに関しては、影響を受けるコミュニティとその住民に対して同年 5 月 4 日と 11 日に協議を実施し、カットオフデートとそれ以降に建てられた建造物、またはプロジェクト対象地域に流入した者は補償・支援の対象外となることを周知した。

#### 再取得費用の算出の方針

本事業で影響を受ける土地、その他の私的財産に関しての補償金は再取得費用に基づいて算出される。再取得費用とは、影響を受ける資産を再取得するための価格を、減価償却及び取引に関する税または手数料を引かずに、移転前に計算された価格である。本事業では対象となる郡が管理している過去 1 年以内の実際の不動産取引価格を算定の根拠とした。

上記の方針に基づき、本事業では簡易版住民移転計画書（ARAP）が作成された（添付資料 15）。

### **2-2-3-2-3 用地取得・住民移転の規模・範囲**

#### **(1) 人口センサス**

人口センサスは 2015 年 5 月 13 日から実施され、この日をカットオフデートとした。REG からガソボ郡とその行政区内にある影響を受ける 4 つのセクターを通じて、セクター内行政区分となるセル及び村に、事業対象地内での他の開発行為を行わないよう通達が出され、また、近隣住民には 5 月 4 日と 11 日にカットオフデートとセンサス調査開始、カットオフデート後に流入した者、新たに建築・増築・改修は補償の対象ではないことを伝えた。

センサスの結果、本事業の影響を受ける世帯は 59 世帯、被影響者数は 191 人である。この内 3 世帯（13 人）のみが住居の移転が必要となるが、同じ敷地内または近隣の所有地に住居を立て直すことが可能である。他の 10 世帯は、用地取得後の土地が経済的に実用的な面積でなくなるため、取得対象の区画を全て収用する。ただし、全被影響世帯において、近隣に別の土地を所有している、または対象となる土地を所有しているが土地を基盤とした生計に依存していないため、住居や耕作地等を現在の生活圏から変更する必要はない。

表 2-2-3-2-3.1 事業による被影響世帯数と被影響者数

損失資産タイプ	被影響世帯数			被影響者数		
	合法	非合法	合計	合法	非合法	合計
<b>移転必要</b>						
1. 世帯（家屋と土地）	3	-	3	13	-	13
<b>移転不要</b>						
2. 土地所有者	46	-	46	148	-	148
3. 農作物、樹木所有者（土地は所有しない）	10	-	10	30	-	30
<b>合計</b>			59			191

[出所] JICA 調査団

現時点で、46 人の土地所有者の内、4 人は海外やキガリ市外に住んでおり、連絡が取れていない（「不在被影響者」）。また、別の 8 人の所有者に関しては、事業と補償に関する説明は受けているが、2015 年 8 月末時点で合意形成に達していない。これらの被影響者との合意形成に向けての今後の対応は、2-2-3-2-4 補償支援の具体策、(4) 不在被影響者及び合意に至っていない被影響者への対応を参照。

## (2) 財産・用地調査

影響資産は、主に土地、農作物、樹木である。影響を受ける建造物は住居となっている家屋が 3 軒とそれに付帯する増築部分 1 軒である。

以下の表に用地取得の対象となる土地の面積をセクター毎に示した。鉄塔、開閉所の建設に必要な用地取得後に残された土地の面積や形状が経済的に実用的と判断された場合、被影響者の合意のもとに残りの土地も取得対象としている。

表 2-2-3-2-3.2 セクター毎の用地取得対象となる土地

No.	セクター名	土地利用タイプ	取得対象総面積 (m <sup>2</sup> )
I	バンボゴ	農地	11,462.48
II	ラソロロ	農地	689
III	ンデラ	農地	1,416.72
IV	ニャルーガンガ	住宅地	971
<b>合計</b>			<b>14,539.2</b>

[出所] JICA 調査団

以下の表 2-2-3-2-3.3 に移転の対象となる建造物を示す。写真 2-2-3-2-3.1 は移転の対象家屋の 1 例である。

影響を受ける建造物は住居となっている家屋が 3 軒とそれに付帯する増築部分 1 軒である。ただし、家屋に影響を受ける 3 世帯は現在の所有地内、または近隣に別の所有地内で家屋を移設することが可能であるため、彼らの生活環境、生計に大きな生じない。

表 2-2-3-2-3.3 移転対象となる建造物

No	セクター名	建造物のタイプ	軒数	価格(RWF)
I	バンボゴ	1 階建、泥レンガ、家屋	1	3,980,088.69
		1 階建、泥レンガ、家屋	1	3,676,962.24
		1 階建、泥レンガ、家屋に建て増し部分	1	1,016,959.6
II	ンデラ	1 階建、泥レンガ、家屋	1	711,367.62
合計			4	9,385,378.15

[出所] JICA 調査団



図 2-2-3-2-3.1 移転対象家屋の一例

以下の表に影響を受ける農作物の耕地面積を示す。本事業では、工事後であれば、ROW 内での耕作は認められているため、被影響者への影響は一時的である。

表 2-2-3-2-3.4 影響を受ける農作物

農作物種	影響を受ける耕地面積(m <sup>2</sup> )
ネビアグラス (牧草の一種)	3119
豆“Amashaza”	881
キャッサバ	26
甘藷	951
メイズ	1971
豆	2243.8
ソルガム	390
落花生	700
“Imiravumba”	86
ヒユ	789
花	168
トマト	284.7
合計	11,609.5

[出所] JICA 調査団

影響を受け、補償の対象となる樹木は、主にユーカリ (12,317 本)、Imiyenzi と呼ばれるトウダイグサの 1 種 (2445 本) 他、全 26 種で 20,622 本である。

### (3) 家計・生活調査

以下に被影響世帯の家計・生活調査の結果を示す。

59 の被影響世帯において、16 の世帯で女性が世帯主であった。ただし、ルワンダ国では女性による土地の所有が認められており、社会進出も進んでいるため、世帯主であることは、単に資産の所有権が女性にあるという事で、社会的脆弱な世帯であることを意味しない。

**表 2-2-3-2-3.5 被影響世帯の家計・生活に係る情報**

世帯主の性別	男性：43人、女性：16人
世帯主の平均年齢	男性：47歳、女性：45歳
平均世帯構成	7人
平均的な家屋のタイプ	泥レンガにセメントの漆喰、トタン屋根
被影響者(191人)の内、障害者の数	6人
世帯主の職業	農業 32人 キオスク経営 12人 就労 8人 公務員 6人 学生 1人
被影響者による土地の所有	1被影響者による最大所有面積：26,983m <sup>2</sup> 1被影響者による最小所有面積：222m <sup>2</sup> 1被影響者あたり平均所有面積：13,602m <sup>2</sup>

[出所] JICA 調査団

なお、事業が実施されるガソボ郡及び直接的な影響を受けるバンボゴ、ンデラ、ラソロロセクターの概要は以下のとおりである。

**表 2-2-3-2-3.6 ガソボ郡社会経済概要**

項目	割合
貧困ラインより上の世帯の割合	86.8%
右の機器を所有している世帯の割合	携帯電話 75.5% ラジオ 57.5% テレビ 27.1%
最低でも1つの銀行口座を所有している世帯の割合	61.2%
就労率	78%

[出所] Fourth Population and Housing Census-2012, National Institute of Statistics of Rwanda

**表 2-2-3-2-3.7 セクターの人口と密度**

セクター	人口 (人)			人口密度 (km <sup>2</sup> )
	全体	男性	女性	
バンボゴ	35,891	17,926	17,965	592
ンデラ	41,785	20,954	20,831	830
ラソロロ	36,215	18,291	17,924	693

[出所] Fourth Population and Housing Census-2012, National Institute of Statistics of Rwanda

#### (4) 社会的弱者

被影響世帯調査の結果、被影響者の内、6人が障害者であった。本事業の被影響世帯において、世帯主が障害者または高齢者といった社会的弱者である世帯は存在しない。ルワンダ国では女性による土地の所有が認められている。本事業の被影響世帯で女性が世帯主のものも、未亡人や母子家庭等といった理由からではなく、単に女性が土地また資産所有者のため世帯主となっているので、社会的弱者とはされない。

#### 2-2-3-2-4 補償・支援の具体策

##### (1) 損失補償

本事業の補償・支援の対象のためのカットオフデイトは2015年5月13日である。

セクターレベルで、セクター代表とエネルギー開発公社代表で構成される補償委員会が設置される。この委員会の役割は、被影響者とエネルギー開発公社の間で合意された再取得価格による補償金額が、移転前に支払われていることを管理監督することである。

事業による損失及びその補償は以下のとおりである。

#### 土地の損失

事業によって 14,539.2m<sup>2</sup>の土地が損失する。建設に必要な用地取得後に残された土地の面積や形状が経済的に実用的と判断された場合、または被影響者が希望した場合、被影響者の合意のもとに残りの土地または実際に必要となる用地よりも広い面積を取得対象としている。補償は、近年の市場価格を基に再取得価格で支払われる。土地による補償は、被影響者が希望しなかったため、行われぬ。

#### 家屋の損失

事業によって、4軒（家屋3軒、増築部分1軒）の建造物が損失する。影響を受ける3世帯は現所有地内、または近隣の所有地に移転が可能である。補償は、建築資材、労働費等を再取得価格で算出する。補償金の支払いから、移転後の住居の建設までに十分な期間があるため、移転中の支援等は発生しない。

#### 農作物の損失

事業によって、ROW内の11,609.5m<sup>2</sup>の耕作地が一時的に影響を受ける。農作物は過去3年間の平均価格を基に補償される。ただし、ルワンダ国では、工事後であれば、ROW内での耕作は認められているため、被影響者への影響は一時的である。

#### 樹木の損失

事業によって、ROW内の20,622本の樹木が伐採される。樹木の種類、樹齢等によって補償金額が査定される。

### **(2) 生活再建築**

上記のように、住居の移転は3世帯のみで、近隣で移転先がすでにあり、また、全被影響世帯において、本事業において生活環境・生業形態・生計が著しく変化することは想定されていない。しかしながら、工事中はROW内での耕作が不可能であるため、工事に伴い発生する短期雇用で単純労働、人工が必要な場合、希望する被影響者を優先的に雇用する。この際、雇用の機会が男女平等になるように努める。

### **(3) エンタイトルメント・マトリックス**

ルワンダ国の法規、JICAガイドライン、世界銀行セーフガードポリシーにより、本協力対象事業に対する補償・支援の方針、特に受給者要件、補償の算定方法に関わる方針は以下の表のとおりである。

表 2-2-3-2-4.1 エンタイトルメント・マトリックス

損失の種類	受給権	影響の種類	補償	責任機関
土地	土地権保有者	移転不要：取得対象地が所有地全体の20%以下で用地取得後の所有地が経済的に有用	取得対象となる土地に対して、再取得価格で金銭による補償。	エネルギー開発公社/財務省
		移転必要：取得対象地が所有地全体の20%以上、または20%以下であっても、経済的に有用でないと判断された場合	取得対象となる土地に対して、再取得価格で金銭による補償。	エネルギー開発公社/財務省
	土地貸借者	移転不要：使用している土地の一部が取得対象であるが、取得後の土地も現状の使用が継続可能	残りの貸借契約（文書または口頭による）期間の賃借料の10%を金銭により補償。	エネルギー開発公社/財務省
家屋、建造物	所有者	移転必要：建造物全体が影響を受ける、または一部が影響を受けるが残存した建造物が本来の目的で使用が不可能となる。	減価償却を差し引かない再取得価格で建造物全体を金銭で補償。  解体の際に出る再利用可能な資材は所有者に帰属し、また補償金からは差し引かれない。	エネルギー開発公社/財務省
農作物	土地所有者 農作物所有者	ROW内の農作物	収穫済みまたは成熟期の農作物に対して、過去三年の市場価格の平均を金銭で補償。  借用地での農作物所有者：収穫済みまたは成熟期の農作物に対して、過去三年の市場価格の平均、または残りの借用期間内の農作物の市場価格で高い方を金銭で補償。	エネルギー開発公社/財務省
樹木	土地所有者 樹木所有者	ROW内の伐採される樹木	樹木種、樹齢等を基に算出された金額に10%を上乗せした額を金銭で補償。	エネルギー開発公社/財務省
一時的な移転	対象物所有者 対象物貸借者	工事等による一時的な損失	影響を受ける資産（外壁、樹木等）に対する再取得価格による金銭での補償。	エネルギー開発公社/財務省

[出所] JICA 調査団

#### (4) 不在被影響者及び合意に至っていない被影響者への対応

4名の不在被影響者と合意形成を図るべく、エネルギー開発公社は今後も土地局での情報収集、近隣住民からの聞き込み等により所有者判明と連絡に努める。現時点で入手可能な所有者の連絡先は携帯電話番号のみであるため、通話とメッセージ（SMS）により毎週定期的に連絡を試み、その返答の有無、通話内容等、経緯の記録を残す。また、該当する土地に、エネルギー開発公社の連絡先を明記したサインボードを建て、周辺住民と、村、セルのリーダーに状況を周知する。

本事業の不在影響者のように、キガリ市とその周辺においては土地を資産として所有しているが、その土地で住居、生業を行っていないケースは稀ではないため、REGはこれまでも

所有者不明・不在の場合の手続きをルワンダ国の規定によって実施してきた。同国「用地取得法」25条では、土地局によって、補償金額が承認された場合、120日以内に補償金が支払われることになっている。補償金が受給者に提示されて30日以内に、補償金受給者が振込先口座を提示していない場合、郡の口座に補償金が払い込まれ、補償金受給者は後にこの口座より補償金を引き出すことになっている。用地取得対象となる土地の所有者が不在または不明の場合は、通常（エネルギー開発公社担当者によると AfDB による送電線案件を含む）この手続きが適用されている。

また、合意形成に至っていない8人の所有者に関しては、合意されていない理由として「財産分与の調停中で所有者が確定していない」（1人）、「所有者が事業用地予定地だけでなく、所有地全体の取得を希望している」（2人）、「所有者は事業について知らされているが実施機関からの連絡に返答、返信してこない」（5人）である。エネルギー開発公社用地取得担当者の経験によると、キガリ市周辺では、これまでも民間、公共の開発事業計画があったが、実施に至らなかったケースが多く、周辺土地所有者は、開発計画が具体化するまでは、土地に関する交渉に関心を示さないとのことである。エネルギー開発公社は引き続き被影響者と協議を重ねて、事業実施までに合意形成をする。

上記の不在または合意形成に至っていない被影響者により異議申し建てがあった場合、すでに合意形成されている被影響者同様、次の苦情処理メカニズムで対応する。

#### 2-2-3-2-5 苦情処理メカニズム

本事業の ARAP に対する苦情・異議申立ては「用地取得法」19条と26条および現地で実際に行われているコミュニティレベルでの争議解決の方法を基に、以下の手続きによって処理される。セクターレベルで補償委員会とは別に、苦情処理のために、セクターからの被影響者代表、エネルギー開発公社代表、セクター代表からなるグループにより、苦情が適切に処理されているかを監視する。

1. 異議のある被影響者は、村レベルで異議申立てを行い、協議する。
2. 上記で解決しない場合、セルレベルで異議申立てを行い、協議する。
3. 上記で解決しない場合、セクターレベルで異議申立てを行い、郡レベルの土地局も参加して、協議する。
4. 上記で解決しない場合、被影響者は裁判所に訴訟する。

上記の手続きに関しては、被影響者に対する協議、交渉、及び村レベルでの月1度開催される村民会合で説明されている。手続きに関しては、上記の村からセクターレベルまでの異議申し建てに関しては無料であるが、裁判所での手続きに関しては、弁護士料または査定士料が異議申し立て者の負担となる。手続きに使用される言語はルワンダ語である。

上記の全レベルの手続きにおいて、エネルギー開発公社が協議に参加する。これまでの REG による事業の異議申立ての事例では全て、上記2のセルレベルまでで解決している。

各レベルにおいて、苦情は30日以内に処理されることになっているが、万が一この期間を

過ぎても、苦情の処理は問題解決まで継続される。

また、苦情処理メカニズムは、被影響者全員との合意形成と補償金の支払いが完了するまで継続する。

#### **2-2-3-2-6 実施体制**

ARAP の実施に係る主な機関は以下のとおりである。

##### **(1) エネルギー開発公社環境社会担当部（仮称）**

エネルギー開発公社の事業において環境社会配慮を担当している。環境を担当する専門家が3名、移転・用地取得といった社会面を担当する専門家2名が配置されている。部署の正式名称は未定である。エネルギー開発公社では世界銀行のセーフガードポリシーをベンチマークとしている。ARAP の作成、実施は同部署社会面担当専門家が主体となっていく。

##### **(2) 補償委員会**

セクターレベルで設置され、セクターの代表、エネルギー開発公社の用地取得専門家により構成される。補償委員会は、適切な補償金額が、移転の前に支払われることを確認する。

##### **(3) エネルギー開発公社財務部**

ARAP に基づき作成され、上記の用地取得専門家によって確認された補償申請書（Compensation form）と納付命令書（Payment Order）を財務省に提出する。

##### **(4) 郡土地局**

郡のレベルで土地管理（登記及び不動産取引の監理、土地利用等）を管轄している。

##### **(5) 財務省**

エネルギー開発公社によって提出された被影響者への補償金支払いのための納付命令書（Payment Order）を National Bank of Rwanda に提出する。

#### **2-2-3-2-7 実施スケジュール**

ARAP の作成及び実施に係る責任組織と現時点でのスケジュールは表 2-2-3-2-7.1 のとおりである。ただし、この実施スケジュールは現時点で合意形成が取れている被影響者に適用されるものであり、不在または合意形成に至っていない被影響者に関しては、手続きの順序は同様であるが、各手続が実施される時期は各被影響者によって異なる。いずれにせよ、入札図書作成の段階（2016年4月頃）までに全被影響者との合意形成、補償金支払い完了を目標とする。

表 2-2-3-2-7.1 ARAP 実施スケジュール

手続き	責任機関	2015						
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
1. ARAP 作成	エネルギー開発公社	X	X	X	X			
2. 補償金支払い書の作成と署名	エネルギー開発公社 セル・セクター長、 郡土地局			X	X	X		
3. エネルギー開発公社内の承認と署名	エネルギー開発公社 社会担当専門家				X	X		
4. エネルギー開発公社内での財務手続き	電力開発社会担当専門家、同公社財務部				X	X		
5. 財務省への補償金支払い依頼書提出	エネルギー開発公社 財務部					X		
6. 財務省からルワンダ銀行への支払い要請	財務省					X	X	
7. 被影響者への補償金の支払い	ルワンダ銀行					X	X	X

[出所] JICA 調査団

### 2-2-3-2-8 費用と財源

用地取得・移転の補償額および実施に係る費用の合計、及びその内訳は以下のとおりである。補償金と実施に係る費用の予算はエネルギー運用公社によって確保される。

表 2-2-3-2-8.1 住民移転・用地取得にかかる費用

項目	金額(Rwf)
補償金額	165,834,553
ARAP 実施費用	16,515,751
合計	182,350,304

[出所] JICA 調査団

表 2-2-3-2-8.2 補償金額内訳

損失資産	補償金額 (Rwf)
土地	111,344,377.
農作物・樹木	45,104,798
建物	9,385,378
補償金額合計	165,834,553

[出所] JICA 調査団

表 2-2-3-2-8.3 ARAP 実施に係る費用内訳

	項目	責任機関	単位	数量	費用(Rwf)
1	実施準備				
(1)	エネルギー開発公社内部トレーニング	エネルギー開発公社	一式	1	300,000
(2)	各セクター長との協議	エネルギー開発公社/ セクター長	回数	6	60,000
(3)	セル長、セクター長を交えた被影響者への説明会	エネルギー開発公社/ セル長、セクター長	回数	5	50,000
2	実施				
(1)	被影響者への補償金受給開始通知	エネルギー開発公社/ セクター長	回数	3	30,000
(2)	苦情処理	エネルギー開発公社/ セクター長	一式	1	200,000

	項目	責任機関	単位	数量	費用(Rwf)
3	予備費	エネルギー開発公社/ セクター長			
(1)	コスト上昇に伴う予備費	エネルギー開発公社	一式	1	15,775,751
4	文書作成費等	エネルギー開発公社	一式	1	100,000
合計					16,515,751

[出所] JICA 調査団

### 2-2-3-2-9 実施機関によるモニタリング

住民移転・用地取得の進捗に関するモニタリングは毎月、エネルギー開発公社が中心となって、各セクター、セルの代表の協力のもと実施される。

不在被影響者に関しては、補償金がルワンダ国内手続きに基づいて支払われた後も、エネルギー開発公社によってモニタリングされる。

モニタリングフォーム案については 2-2-3-3-1 モニタリングフォーム案を参照。

### 2-2-3-2-10 住民協議

本事業が 4 つの異なるセクターにまたがることと、主に地理的にコンポーネントが 3 カ所に分かれることから、参加者の利便性を勘案して、セクターまたはセルごとに協議を実施した。また、協議に参加できなかった被影響者に対しては個別に訪問、電話等で説明を行った。

なお、ムリンディ開閉所の用地はニャラグンガセクターに位置するが、被影響者は 1 世帯のみであるため、被影響者とセクター及びセルの代表のみと協議を実施した。

協議及び個別説明では、事業概要、各コンポーネントと立地、事業計画案、事業による影響（正と負）、住民移転と用地取得の必要性とその範囲、補償受給要件、補償金算出方法と補償プロセス、実施スケジュール、苦情処理について、説明された。説明を受けた被影響者からは上記について合意を得られた。

また、被影響者は取得または移転対象資産の査定と記録に立ち会い、査定内容に合意した場合、査定評価書に署名、拇印する(署名、拇印済みの査定評価書は ARAP に別添として添付される。)。REG により承認された ARAP は英語及び現地語版が公開され、現地語版は郡、セクター、セルの各役所で閲覧可能となる。

各セクターでの住民協議実施の概要は以下の表のとおりである。

表 2-2-3-2-10.1 住民協議実施概要

	実施年月日	協議参加者・参加者数	協議目的
<b>バンボゴセクター</b>			
第一回住民協議	2015 年 5 月 4 日	セクター代表、セル代表 10 人	事業概要と用地取得の必要性に関する説明
第 2 回住民協議	2015 年 5 月 7 日	セクター代表、セル代表 3 人	事業立地の確認と、被影響者との協議調整の申し込み
第 3 回住民協議 (ムサヴェ セル)	2015 年 5 月 11 日	被影響者、セル代表 14 人	事業概要（立地含む）と用地取得の必要性、損失と補償の手続き等に関する説明。 質疑応答

	実施年月日	協議参加者・参加者数	協議目的
第3回住民協議 (キニャガセル)	2015年5月12日	被影響者、セル代表 6人	同上
<b>ラソロロセクター</b>			
第一回住民協議	2015年5月13日	セクター代表、セル代表 2人	事業概要と用地取得の必要性に関する説明
第2回住民協議	2015年5月18日	セル代表 1人	事業立地の確認と、被影響者との協議調整の申し込み
第3回住民協議	2015年5月22日	被影響者、セル代表 6人	事業概要（立地含む）と用地取得の必要性、損失と補償の手続き等に関する説明。 質疑応答
<b>ンデラセクター</b>			
第1回住民協議	2015年5月22日	セクター代表、セル代表 8人	事業概要と用地取得の必要性に関する説明、事業立地の確認と、被影響者との協議調整の申し込み
第2回住民協議	2015年5月26日	被影響者、セル代表 20人	事業概要（立地含む）と用地取得の必要性、損失と補償の手続き等に関する説明。 質疑応答

[出所] JICA 調査団

上記の住民協議での質疑応答で挙げられた主な事項とエネルギー開発公社からの回答は以下のとおりである

**表 2-2-3-2-10.2 質疑応答の主な項目**

質問事項	質問者	エネルギー開発公社からの回答
補償の対象となる資産は何か？補償はどのように行われるか？補償はいつ支払われるか？工事前に支払われるか？	被影響者 セクター及びセルの代表	補償は土地、建造物、樹木、農作物に対して行われ、住民移転計画に沿って、再取得価格で支払われる。 補償は移転開始前に支払われる。
電力の供給など、送電線事業の裨益が、事業が実施される地域に有るか？	セクター及びセル代表者 被影響者	事業の目的は、バンボゴ、ンデラ、ラソロロセクターへの電力供給であるため、裨益はある。
工事中、工事に関連した雇用機会はあるか？	被影響者 周辺住民	雇用の機会があり、また事業による被影響者には優先的にその機会が与えられる。
工事計画などを事前に通達してほしい。	セクター及びセル代表者	工事計画については、セクター及びセルの代表者に事前に通達される。また、変更がある場合も同様である。

[出所] JICA 調査団

## 2-2-3-3 その他

### 2-2-3-3-1 モニタリングフォーム案

環境管理計画に基づくモニタリング案、及び住民移転・用地取得のモニタリング案は以下のとおりである。

環境管理關連

Construction Phase

	Monitoring Item	Parameters to be monitored	Monitoring result and reports made during this period	Measures to be taken	Frequency
1	Land use & Utilization of local resources	Construction Duration			Before construction commencement and quarterly during construction phase
2	Existing social infrastructure and services	Existing line re-routed			During construction of Route 3
3	Occupation health hazards	Workers with protective gear Records of accidents			Monthly
4	Security in the project area	Hoarding fence, light and security guards			Throughout the construction phase
5	Protected flora species	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ ROW width dimensions</li> <li>◆ Number of Umuco trees offset in tree nursery</li> </ul>			Throughout the construction phase
6	Air pollution	Automobiles with inspection certificates			Throughout the construction phase
7	Soil degradation/pollution	Soil parameters; PAHs, BTEX,			Before construction, mid-term of construction and end of construction
8	Solid Waste	Solid waste on site			Throughout the construction phase
9	Noise/Vibration	Automobiles with inspection certificates			Throughout the construction phase
10	Odour	Solid waste on site			Throughout the construction phase
11	Poor sanitation	Clean mobile toilets on site			Throughout the construction phase

### Operation Phase

	Monitoring Item	Parameters to be monitored	Monitoring result/reports made during this period	Measures to be taken	Frequency
1	Human electrocution	Towers with proposed mitigation precautionary measures installed			At commissioning of the construction completion
2	Soil degradation/pollution	Soil parameters; PAHs and BTEX			Annually
3	Fire risk	Towers with proposed mitigation precautionary measures installed			At construction completion. Also inspection throughout operation as part of Operation and Maintenance.

### 住民移転・用地取得

Monitoring on land acquisition and resettlement will be conducted monthly by EDCL.

Activities	Expected Date Completion	Responsible Organization.
Approval of ARAP		EDCL
Processing Compensation Fund	31 Oct 2015	EDCL/ MINECOFIN

### Progress of Compensation Payment and Land Acquisition

Components	Planned Total	Unit	Monthly Progress			Progress in %		Expected Date Completion	Responsible Organization.
			Sept 2015	Oct 2015	Nov 2015	Till the last month	Up to the month		
<b>Compensation Payment</b>									
Ndera Substation area	20	HH						30 Nov 2015	EDCL/ MINECOFIN
15kV DL Gasogi-Kabuga	38	HH						30 Nov 2015	EDCL/ MINECOFIN
Murindi RMU	1	HH						30 Nov 2015	EDCL/ MINECOFIN
Total	59	HH						30 Nov 2015	EDCL/ MINECOFIN
<b>Land Acquisition</b>									
Ndera Substation area	11,462.48	m <sup>2</sup>						30 Nov 2015	EDCL/Sector Leader
15kV DL Gasogi-Kabuga	2105.72	m <sup>2</sup>						30 Nov 2015	EDCL/Sector Leader
Murindi RMU	971	m <sup>2</sup>						30 Nov 2015	EDCL/Sector Leader
Total	14,539.2	m <sup>2</sup>						30 Nov 2015	EDCL/Sector Leader

Note: The figures in this table include the PAPs without consensus and absent

Progress of Consensus with PAPs absent and without consensus

Type of PAPs	Number	Unit	Monthly Progress							Expected Date Completion	Responsible Organization.
			Sept 2015	Oct 2015	Nov 2015	Dec 2015	Jan 2016	Feb 2016	Mar 2016		
Absent	4	HH									EDCL
Without Consensus	8	HH									EDCL
Total	12	HH									EDCL

Remarks on Progress with PAPs absent and without consensus

No.	Name of PAP	Status/Progress in this month	Action Plan for the next month
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

2-2-3-3-2 環境社会配慮チェックリスト

JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年）に基づく、本事業の環境社会配慮チェックリストは以下のとおりである。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	環境社会配慮
1 許認可・説明	(1) EIA 及び環境許認可	(a)環境アセスメント評価報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。 (b)EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c)EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d)上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)N	(a)-(c) EIA 報告書は承認機関である RDB に提出され、2015 年 8 月 25 日付で承認された。付帯条件は工事に関する一般的な事項であり、すでに EIA 報告書で緩和策、モニタリングが計画されている。 (d)特に必要とされる許認可は無い。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a)プロジェクトの内容及び影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b)住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)Y (b)Y	(a)住民協議はセクター毎に 2 回以上実施された。住民協議に出席できなかった被影響者にも個別で対応している。また、不在被影響者に対しても連絡を取る努力をしている。 (b)住民協議で挙げられたコメントは主に用地取得の補償と、工事中の雇用に関することであり、これらは ARAP の中で対応される。
	(3) 代替案の検討	(a)プロジェクト計画の複数の代替案は(検討の際、環境・社会に係る項目も含めて)検討されているか。	(a)Y	(a)ゼロオプションを含めた代替案が検討された。具体的には送・配電線の異なるルート、開閉所及びベンデラ変電所の立地等の代替案を検討した。自然環境面では大きな差異はないが、社会面、経済面においては他の代替案が劣っているため、現状案が最適案といえる。
2 汚染対策	(1) 水質	(a)盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって周辺河川下流水域の水質が悪化するか。水質悪化が生じる場合、対策が用意されるか。	(a) N	(a)事業地周辺に河川、湖沼は存在しない。
3 自然環境	(1) 保護区	(a)サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a)事業対象地はキガリ市内であり、周辺に保護地区は存在しない。
	(2) 生態系	(a)サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等)を含むか。 (b)サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c)生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d)野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断等に対する対策はなされるか。 (e)事業実施に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種(従来その地域に生息していなかった種)、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れはあるか。これらに対する対策は用意されるか。 (f)未開発地域に建設する場合、新たな地域開発に伴い自然環境が大きく損なわれるか。	(a)N (b)N (c) N (d)N (e)N (f)N	(a)事業対象地は首都であるキガリ市内にあり、生態学的に重要な生息地等は存在しない。 (b)事業対象地に貴重種の生息地は含まない。 (c)生態系への重大な影響は想定されない。 (d)事業は家畜及び野生動物の移動経路の遮断、生息地の分断等を引き起こさない。 (e)事業によって、懸念されているような生態系の混乱は起きない。 (f)事業対象地は首都キガリ市内であり、すでに開発が進んでいる。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	環境社会配慮
	(3)地形・地質	<p>(a)送配電線ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はあるか。悪い場合は工法等で適切な処置が考慮されるか。</p> <p>(b)盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じるか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策が考慮されるか。</p> <p>(c)盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じるか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。</p>	(a)N (b)Y (c)Y	<p>(a) 計画地の地質は、2m 程度から堅固な土質が確認される。構造物の基礎については地表部分の土壌を撤去し、直接基礎とする。下記のように表土の保護、雨水排水路の設置等は実施される。</p> <p>(b)-(c) インデラ変電所用地の造成で用地北側を切土し、南側へ盛土を行うが、法面は緩やかな傾斜となり、土砂崩壊や地滑りが生じる可能性はない。造成は他所からの土砂の採取、または 廃棄は生じないため、これらの場所からの土壌流出は生じない。</p> <p>変電所敷地内の土壌流出の対策として、北側法面下と南側法面上に雨水排水路を設置する。</p>
4 社会環境	(1) 住民移転	<p>(a)プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。</p> <p>(b)移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。</p> <p>(c)住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。</p> <p>(d)補償金の支払いは移転前に行われるか。</p> <p>(e)補償方針は文書で策定されているか。</p> <p>(f)移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>(g)移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>(h)住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>(i)移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p> <p>(j)苦情処理の仕組みが構築されているか。</p>	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y (e) Y (f) Y (g) Y (h) Y (i) Y (j) Y	<p>(a)事業により、59 世帯 (191 人) が土地、建物、農作物、樹木の損失といった影響を受けるが、実際に住居の移転が必要となるのは 3 世帯 (13 人) であるため、小規模の移転が生じる。移転による影響を最小限とするため、事業用地は可能な限り住居が密集している地域を避け、また、鉄塔のベースも可能な限り必要用地面積が小さいものを選択した。</p> <p>(b)住民協議及び個別協議において、事業概要、取得対象の土地、補償算出方法・生活再建対策 (被影響者の工事中の優先雇用) について現地語で説明が行われ、これは移転実施期間中も継続される。</p> <p>(c)被影響者全数を対象にした社会経済調査、損失資産調査が実施された。移転計画書は再取得価格による補償と工事中の耕作中断を勘案した生計回復策 (工事中の短期雇用) を含む。</p> <p>(d)補償金は移転前に支払われる。これはルワンダ国法規でも定められている。</p> <p>(e) 簡易版住民移転計画書 (ARAP) が JICA ガイドライン、世銀のセーフガードポリシー、ルワンダ国関連法規に基づき作成される。</p> <p>(f)本事業において、社会的弱者が世帯主である被影響世帯は無い。女性世帯主の被影響世帯はあるが、これは単に女性が資産を所有しているために世帯主となっており、未亡人、母子家庭等ではない。工事中の雇用に関しては、その機会が男女平等になるようにする。</p> <p>(g)現時点で海外、遠隔地に住居しており連絡が取れない不在被影響者が 4 名と他に合意形成に至っていない被影響者が 8 名いるが、移転前までに連絡を取り、合意形成を図る努力をする。移転前までに合意形成に至らなかった場合、ルワンダ国用地取得法に基づいて、手続きを進める。ただし、移転実施後もこれらの被影響者が異議申立てを行えるよう、苦情処理メカニズムは継続される。</p> <p>その他の被影響者についてはすでに合意を得ている。</p>

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	環境社会配慮
				(i) 住民移転・用地取得モニタリングは月に一度行われる。モニタリング計画は ARAP に含まれる。 (j) 苦情処理システムは現地コミュニティレベルでの係争解決の手法と裁判による調停を組み合わせで構築されている。
	(2)生活・生計	(a)プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b)他の地域からの人口流入により病気の発生 (HIV 等の感染症を含む) の危険があるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。 (c)鉄塔等による電波障害は生じるか。著しい電波障害が予想される場合は、適切な対策が考慮されるか。 (d)送電線を建設することによる線下補償等が国内法に従い実施されるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a)小規模な住民移転が生じるため、ARAP が作成され、損失は再取得価格で補償される。 (b)事業対象地はキガリ市内であるため、他の地域からの人口流入は想定されない。 (c)本事業による電波障害は想定されない。 (d)線下補償等は国内法、および ARAP に従い実施される。
	(3)文化遺産	(a)プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a)そのような遺産、史跡等は事業対象地に存在しない。
	(4)景観	(a)特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策はとられるか。	(a) N	(a)事業対象地とその周辺はすでに開発されており、本事業により著しく景観が損なわれることはない。
	(5)少数民族、先住民族	(a)当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b)少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N/A (b) N/A	(a)-(b)事業によって影響を受ける先住民族は存在しない。
	(6)労働環境	(a)プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b)労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。 (c)安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育 (交通安全や公衆衛生を含む) の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d)プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) N (b) Y (c) Y (d) Y	(a)-(d)事業主である REG の責任において、ルワンダ国の労働環境に関する法律を遵守する。また、エネルギー開発公社は独自に「施工業者による境面及び社会面での確認事項」というガイドラインを持っており、工事中の安全、災害管理と労働者、周辺コミュニティの健康と福祉を担保することを施工業者に求めている。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	環境社会配慮
5 その他	(1) 工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）への緩和策があるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)Y (c)Y	(a) エネルギー開発公社のガイドライン「施工業者による境面及び社会面での確認事項」で工事中の汚染対策も扱っており、これに基づいて実施される。想定される影響は、騒音・振動、粉じん、排ガス、廃棄物、土壌汚染、悪臭などである。 (b) 事業はキガリ市内であり、影響を受けるような自然環境、生態系は存在しない。また、工事は地理的にも期間的にも限定的であり、周辺自然環境への影響も想定されない。 (c) 工事により現場周辺の交通に支障をきたす可能性がある。 エネルギー開発公社は施工業者に対して、地元警察署と協力して、現場周辺の交通機能と安全を確保する。また、工事中の停電に関してはその計画を事前に周辺コミュニティ、住民等に周知する。
	(2) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等は適切か。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とその継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a)-(d) 影響が考えられる環境項目に対して、エネルギー開発公社（工事前、工事中）、エネルギー運用公社（供用後）にモニタリングを実施する。モニタリング計画、実施体制はEIA報告書に含まれている。EIA報告書の審査結果により、環境許認可発行元であるRDBにより、モニタリング結果報告の頻度も示される。
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、道路に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a)N/A	(a) 特に追加すべき該当チェック事項は無い。
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)N/A	(a) 本事業による影響は地理的、期間的にも限定的であり、広範囲にわたる環境影響は想定されない。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### 3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

インフラ省は、「エネルギーセクター戦略計画（2013 - 2018）（Energy Sector Strategic Plan 2012/13 - 2017/18）」を策定しており、2018年までのルワンダ国全土を対象とした電源開発計画、流通設備開発計画を策定している。当該「エネルギーセクター戦略計画」が本計画の上位計画となる。

しかしながら、この上位計画に即した電力開発事業は難航しており、ルワンダ政府は、自立持続的な社会経済の発展を実現するため、特にその障害となっているキガリ市の電力流通設備について、無償資金協力事業「変電及び配電網整備計画フェーズ2」を我が国に要請した。

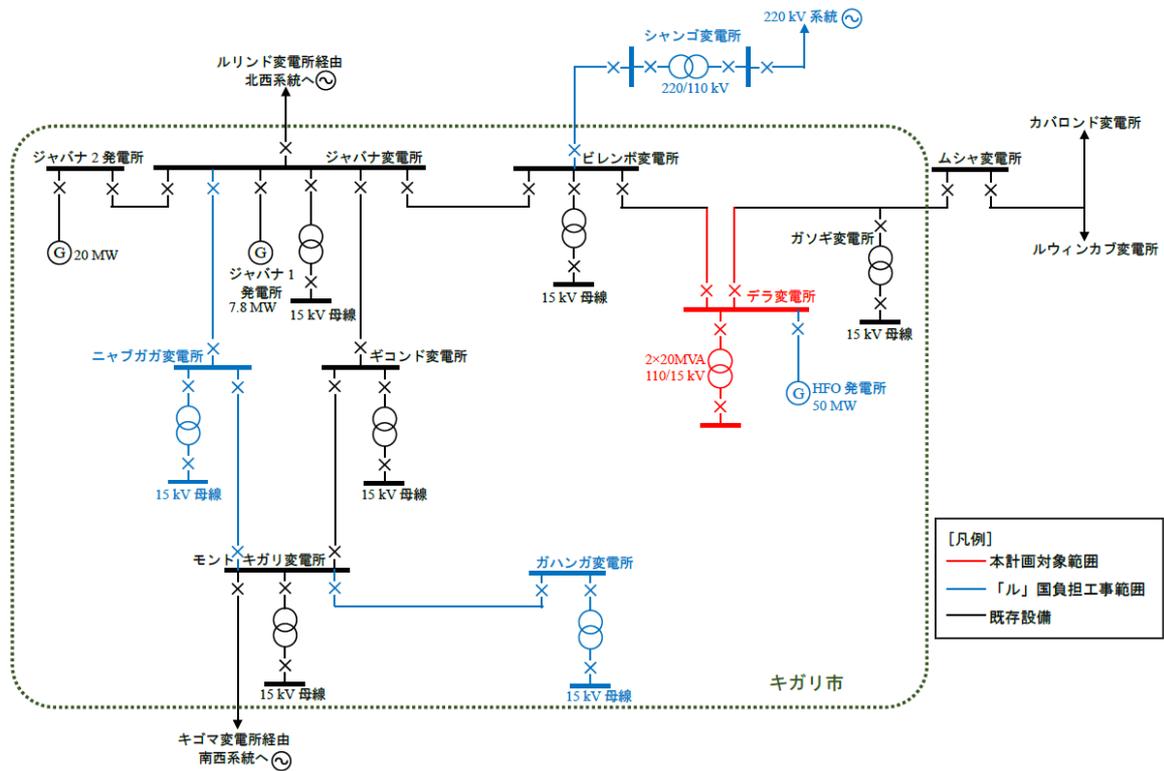
#### 3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は、電力流通設備の供給容量不足、設備老朽化等により経済活動に深刻な支障が生じているキガリ市の現状を改善するため、同地域の流通設備の増強を図るものである。プロジェクトの概要は表 3-1-2.1 に示す。また、110 kV 系統における本計画の位置付けを図 3-1-2.1 に示す。

表 3-1-2.1 プロジェクトの概要

区分	主なプロジェクトコンポーネント	数量・容量
調達／据付	<b>1. インデラ変電所</b> (1) 110/15 kV 変圧器 (2) 110 kV 開閉装置 (3) 15 kV 開閉装置 (4) SCADA 用通信設備	20 MVA×2 台 1 式 1 式 1 式
	<b>2. 送電線</b> <b>既設送電線（ビレンボーガソギ変電所間）－インデラ変電所間 110 kV 送電線（2 回線）</b> (1) 110 kV 架空線（ACSR、単導体式）	亘長 約 2.2 km
	<b>3. 配電線</b> <b>3-1（ルート 1）既設ガソギ変電所－カプガ開閉所間新設配電線間 15 kV 配電線（1 回線）</b> (1) 15 kV 架空線（ACSR、単導体式）  <b>3-2（ルート 2）インデラ変電所－既設配電線（ビレンボ－フリーゾーンフェーズ 1）間 15 kV 配電線（2 回線）</b> (1) 15 kV 架空線（ACSR、単導体式）  <b>3-3（ルート 3）インデラ変電所周辺の 15 kV 配電線移設（1 回線）</b> (1) 15 kV 架空線（ACSR、単導体式）	亘長 約 6.5 km  亘長 約 650 m  亘長 約 400 m
	<b>4. 既設ガソギ変電所の改修</b> (1) 15 kV 配電盤（カプガ開閉所用）	1 式

区分	主なプロジェクトコンポーネント	数量・容量
	<b>5. 開閉所 (RMU)</b>	
	<b>5-1 カブガ開閉所</b> (1) 開閉設備 (カブガ地区用)	
	<b>5-2 ムリンディ開閉所</b> (1) 開閉設備 (ムリンディ地区用) (2) 立ち上がり鉄塔 (耐張型鉄塔)	1 式 1 基
	調達	<b>6. 調達資機材に係る保守用道具</b> <b>7. 調達資機材に係る交換部品</b>
建築	<b>8. 調達資機材 (変圧器、鉄塔等) に係る基礎</b> <b>9. 制御室建屋 (ンデラ変電所、カブガ及びムリンディ開閉所)</b>	1 式 3 棟



[出所] JICA 調査団

図 3-1-2.1 110 kV 系統における本計画の位置付け

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### 3-2-1-1 基本方針

本計画はルワンダ国の電力系統における上位の電力流通設備に係る計画であると同時に、成長著しいキガリ市の開発計画であることにも考えを及ぼすとき、中長期的な視野から系統計画を行っておかなければ、下位の電力設備の運用、ひいては安定供給に支障をきたすことも懸念される。

本計画は緊急を要する無償資金協力事業であることと合わせて、この点留意し、供用開始後、設備寿命を全うする前に設備交換が必要となるような状況を回避すべく、プロジェクト評価の目標年次、設備計画の目標年次をそれぞれ慎重に設定する。

また、社会経済活動が活発に行われる地域での開発計画であることにも鑑み、計画段階で確実に環境社会配慮を行う方針とする。

#### 3-2-1-2 自然条件に対する方針

##### (1) 温度・湿度条件に対して

本計画地のキガリ市では、2月から5月と9月から12月が雨季である。赤道直下にありながら標高が約1,600 mと高く1年を通して平均最高気温は28℃、平均最低気温は16℃と一定で温暖である。本計画で採用される変電設備、送配電設備は、上記の気温・湿度及び標高を考慮するとともに、外気温度及び直射日光による一時的な温度上昇並びに高湿度に対して、機器が正常に動作し、運転・保守に支障のないように留意する。また、密閉された盤内に対しては、気温差による結露を防止するため各パネルにはスペースヒーターを採用する。

##### (2) 降雨・落雷に対して

本計画地のキガリ市では、月間降水量は775~1,220 mm程度であるが、場所によってはスコールがあり、変電設備の基礎に対しては約0.2 m高くする等の浸水対策を考慮する。また、本計画地では雨期に雷が発生することが多く、送電線鉄塔の架空地線の遮蔽角度はREG基準である30度を採用し、遮蔽率を95%程度に抑える。鉄塔建設及び架線引き工事中に落雷事故の恐れもあるため、遠方で雷鳴が聞こえた際には一時作業を中断する等の安全配慮を行う必要がある。

本計画における新設ンデラ変電所及び送配電線鉄塔の計画地は、標高約1,249 m~1,651 mであり、安定した電力供給を確保するため、110 kV送電線に使用する碍子の表面漏洩距離並びに懸垂・耐張碍子の数及び品質には十分留意する必要がある。

##### (3) 地震条件に対して

2-2-2項で示したように、ルワンダ国は地震による災害が予測されることから、地震力（標準層せん断力係数）0.10を採用し、構造設計を行う。

### 3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

本計画の送配電線工事では、110kV 分岐点で既設送電鉄塔の改修及びビンデラ変電所周辺の既存 15 kV 配電線にて、移設作業に伴う停電作業を要するため、同配電設備の需要家への影響を最小限に抑える工程計画を立て、停電時間の短縮に努めるよう配慮する必要がある。工事中は、極力、周辺住民並びに交通の障害とならないように配慮すると共に、既設構造物並びに埋設物に障害を与えないように配慮する。送電線路設計に対しても、道路境界線沿いにある周辺住宅や商店等との安全隔離距離が保てるように配慮する。また、同ルートの間は、ルワンダ国側により道路局、土地所有者及び周辺住民へ対し、事前に計画内容の説明を十分行うこととする。さらに、本計画の変電所、送配電線の建設に伴う基礎工事、ケーブル布設時の掘削作業時には、電話・水道・下水等の既設インフラ設備の埋設物に障害を与えないように十分注意し、架空線工事では、ルワンダ国で適用されている法規・規定に則ったうえで、既設の配電線路・電話線路・道路等との安全隔離距離を確実に確保し、既存のインフラ設備との干渉を避ける設計・施工を行う必要がある。

### 3-2-1-4 施工事情に対する方針

本計画地は、ルワンダ国の首都であり、各種公共施設、商業施設や住宅等の建設工事が行われており、電気工事会社を含むこれらの建設工事を扱う業者は複数社あり、一般的な建設工事における施工事情は良い。本計画の超高压変電設備・送電設備の工事を実施できる業者も複数社あり首都圏の工事業者より調達する方針とする。

ルワンダ国では鉄鋼を生産していないため、鉄骨造は高価であり、一般のビル建設に鉄骨を使っている例は皆無である。またキガリ市内に生コン工場が 1 社あり、鉄筋コンクリート造が普及している。したがって、今回の対象施設である制御棟建屋、変圧器基礎、機材基礎架台、配線ピット、鉄塔基礎は鉄筋コンクリート造で設計を行うこととする。

### 3-2-1-5 現地業者、現地資機材の活用に対する方針

ルワンダ国の現地工事業者への聞き取り調査及び実施・協力機関の工事発注資料によると、ルワンダ国での工事労務者、工事車輛、建設工事機材等の調達は比較的容易である。また、本計画にて行う変電所建設・土木・建築工事・送電線建設工事のための技能工及び普通作業員は現地業者への発注が可能と判断されることから、本計画では現地業者を活用した施工計画とする。

なお、ルワンダ国では変電所の土木・建築工事及び送電鉄塔基礎工事に使用する骨材、セメント（輸入品）、鉄筋等は現地調達が可能であることから、本計画では可能な限り現地調達資機材を採用するが、本計画で調達する規模の変電設備及び送電用資機材は現地では製造されておらず、既設設備の導入実績、ルワンダ国協力機関の運転維持管理能力等を考慮し、我が国または第三国から調達することとする。

### 3-2-1-6 実施機関の維持・管理能力に対する方針

本計画実施後に運営・維持管理を担当するエネルギー運用公社は、全国の基幹変電所及び送

配電網の運転維持管理を安定的に行っており、系統運用については一定の技術水準を有している。本計画で建設するンデラ変電所及び各開閉所の設備は既設設備の仕様及び構成を基本としていることから、操作方法、系統保護機能等、運転維持管理上、必要となる技術は、これまでルワンダ国で適用されてきた機材の技術水準を大幅に超えるものではない。

しかしながら、EUCL の技術者及び運転・保守用員の更なる運転技術向上を鑑み、本計画の工事期間中に日本側技術者により、当該設備の運用・保守点検に関する OJT を実施すると共に、必要な交換部品、試験器具、保守用工具及び運転・維持管理マニュアルを供与し、供用開始後の運転・維持管理体制についても提案することとする。

### 3-2-1-7 施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

上述の諸条件を考慮し、本計画で調達する資機材、及びその据付け範囲、並びに技術水準については以下の方針に基づき策定する。

#### (1) 施設・機材等の範囲に対する方針

本計画では、2028 年を目標年次とした電力需要想定のもと、キガリ市の社会公共施設、新設工場等に対して、安定した電力供給を行うための電力設備の整備を実施するが、日本側では必要最小限の設備の調達・据付を実施し、同時期にルワンダ国側で調達・据付可能な機材については、ルワンダ国側の負担とし、ルワンダ国自身による継続した電力設備の運営・維持管理を助長するよう配慮する。また、経済的な設計とするために、資機材の仕様は可能な限り国際規格に準拠した標準品を採用し、必要最小限の設備構成・仕様を選定することとする。

#### (2) グレードの設定に対する方針

本計画で建設・調達される変電・送電設備の設計に当たっては、既設の設備構成やエネルギー運用公社の技術基準・工事マニュアルに則り、供与後の運用・維持管理を実施するエネルギー運用公社の技術レベルを逸脱しないように留意する。

### 3-2-1-8 工法/調達方法、工期に係わる方針

本計画は、我が国の無償資金協力のスキームに基づいて実施されるので、期限内に据付けを完了する必要がある。また、所定の工期内で完工させ、変電所の建設により期待される効果を発現させるためには、日本側工事とルワンダ国側負担工事工程の協調が取れ、かつ内陸輸送ルート・輸送方法、期間、諸手続き等に配慮した工程計画を策定する必要がある。

本計画では、変電所の建設と 110 kV 送電線、15kV 配電線、及び開閉所建設を同時に実施することから、適切な班編成により、効率的な工事を実施するよう工程計画を立てるとともに、現地業者や技術者の精通した工法を採用し、安全かつ迅速に作業が進むよう工事の管理体制を整える必要がある。

## 3-2-2 基本計画

### 3-2-2-1 計画の前提条件

#### (1) 本準備調査における電力需要想定の目的

本計画の主要コンポーネントは、キガリ市の電力流通強化を目的とするンデラ変電所（電圧階級 110/15 kV、設備容量 20 MVA×2 台）の建設、並びに、同変電所への 110 kV 送電線（ビレンボ行 1 回線、ガソギ行 1 回線の合計 2 回線）の整備である。

本準備調査における電力需要想定は、潮流解析、他の開発計画との協調性評価等、電力流通設備計画の観点から本計画の妥当性、有効性の検証に係る基礎データとして、キガリ市の電力需要想定を行い、計画の前提条件を明確にすることを目的とする。

#### (2) 本計画の目標年次

準備調査を通じて、その緊急性、裨益性等、本計画の無償資金協力事業としての妥当性・有効性が確認された。一方で、本計画はルワンダ国電力系統における上位の電力流通設備に係る計画であると同時に、成長著しいキガリ市の計画であることにも考えを及ぼすとき、中長期的な視野から系統計画を行っておかなければ、下位の電力設備の運用、ひいては安定供給に支障をきたすことも懸念される。

供用開始後、設備寿命を全うする前に設備交換が必要となるような状況を回避すべく、設備計画の目標年次については、昨今の首都圏、都市部における上位系統の電力流通強化計画等、本計画と類似する無償資金協力事業との整合性も考慮し、設備計画の目標年次を供用開始後 10 年後とする。一方、本計画は緊急を要する無償資金協力事業であるため、裨益効果の評価等、プロジェクト評価の目標年次は供用開始後 3 年後とする。

プロジェクト評価の目標年次： 供用開始後 3 年後

設備計画の目標年次： 供用開始後 10 年後

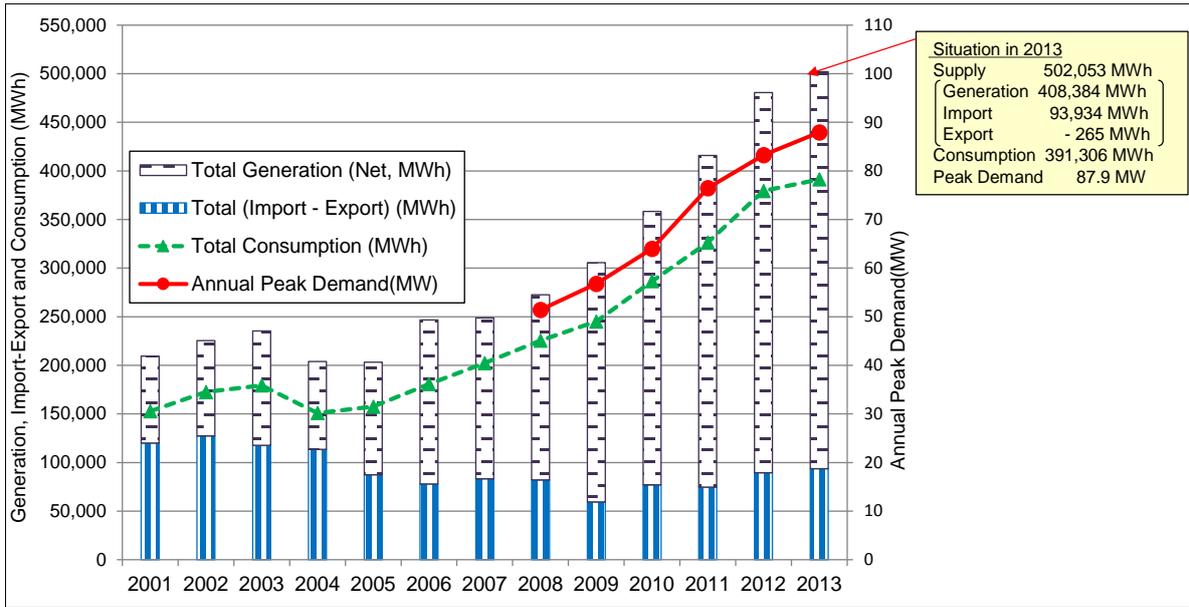
### 3-2-2-2 潮流解析

#### (1) 電力需給状況と需要想定

ルワンダ国の需要は、2013~2014 年度に当機構で実施の「ルワンダ国持続的な地熱エネルギー開発推進のための電力開発計画策定支援プロジェクト」（以下「地熱・電力 MP 支援 PJ」と表現）で想定しルワンダ国側の合意を得ている。以下に全国の電力需給状況と「地熱・電力 MP 支援 PJ」での需要想定の詳細を記載したのちにキガリ市を主体とする中央地区の需要想定について説明する。

##### 1) 需給状況

ルワンダにおける電力需要は 2008 年以降、前年比約 10 % で大幅に上昇し、2013 年における国内供給電力量は、502,053 MWh となっている。また、販売電力量は 391,306 MWh であり、その差が電力損失で 22 % となっている。



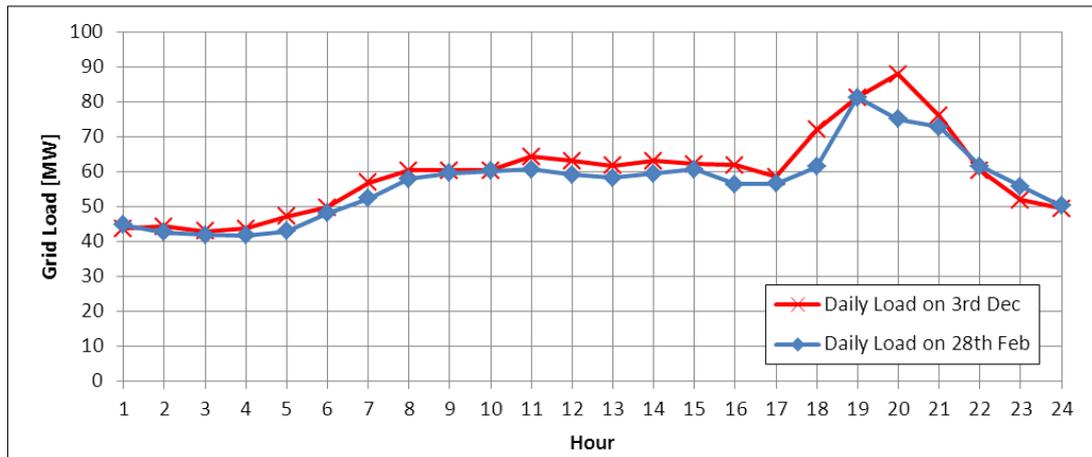
[出所] 「地熱・電力 MP 支援 PJ」 ドラフトファイナルレポート 2

図 3-2-2-2.1 年別の電力需給の推移

近年の国内供給電力量の燃料別の構成を見ると、ルシジ 1 及び 2 などからの輸入を含む水力発電が約 53 %、ディーゼル発電が約 45%、メタン、太陽光などが約 2 %を占めており、高価な燃料を必要とするディーゼル発電が大きな割合を示している。

各年の最大需要電力に関しては、供給電力量と同様に 2008 年以降大きく上昇し、2013 年においては、87.9 MW を記録している。

2013 年の最大需要電力を記録した 12 月 3 日、及び、月間の電力供給量が最も少なかった 2 月において最大需要電力を記録した 2 月 28 日の日負荷曲線を、図 3-2-2-2.2 に示す。どちらの日も一般家庭の照明用電力が多く使われる夜 19 時~20 頃にピーク需要となる特徴を示している。



[出所] 「地熱・電力 MP 支援 PJ」 ドラフトファイナルレポート 2

図 3-2-2-2.2 日負荷曲線

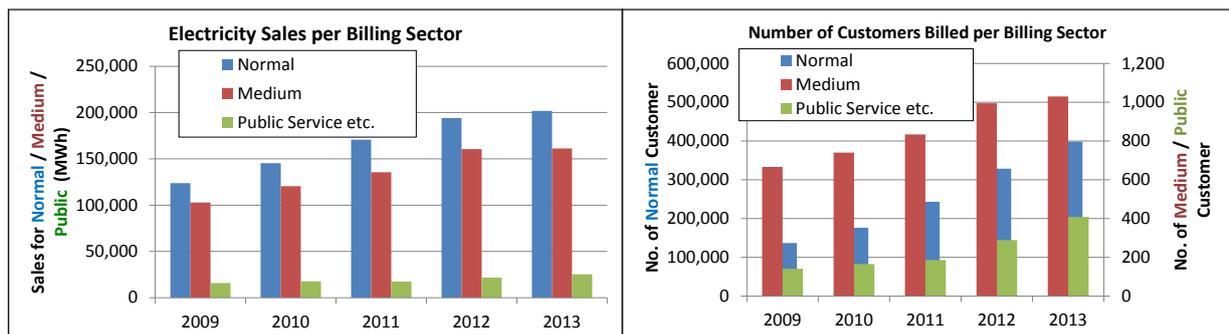
## 2) 販売電力状況

ルワンダ国の電力販売は現在以下の3つの料金体系に分類されている。

- 一般家庭を対象とした、一般需要家 (Normal Customer)
- 産業用・商業用施設を対象とした、中規模需要家 (Medium Customer)
- 役所、公設の病院・学校などの公共施設、大使館などを含む、公共需要家 (Public Service (&Diplomat) Customer)

2013年における販売電力量の料金種別毎の割合をみると、一般需要家が全体の52%、中規模需要家が41%、公共需要家が7%を占めている。

2009～2013年における料金種別毎の販売電力量及び需要家数の推移を図3-2-2-2.3に示す。販売電力量においては、いずれの料金種別においても、年率約13%で増えている。需要家数においては、中規模需要家で12%の増加となっているものの、一般需要家と公共需要家において約30%の大幅な増加となっている。これはルワンダ国が推進する地方電化が着々と進んでおり、近年の需要家の大幅増加につながっていると説明されている。



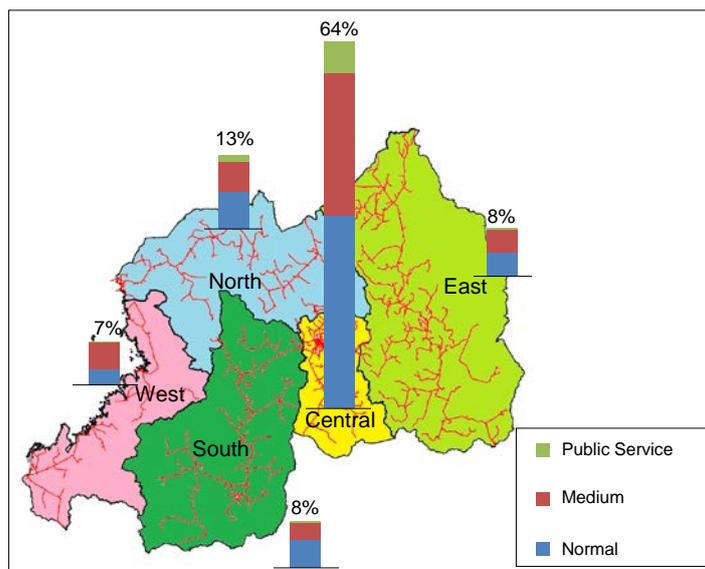
[出所] 「地熱・電力MP支援PJ」ドラフトファイナルレポート2

図 3-2-2-2.3 料金種別毎の販売電力量、需要家数の推移

## 3) 地域別の電力消費

地域毎の電力消費の傾向(2013年)について、図3-2-2-2.4に示す。地域はEWSA(REGの前身のエネルギー水衛生公社)が地方電化計画策定の際に用いた区分の東・西・南・北及び中央に分類した。

同図に示す通り、中央地域(キガリ市及びブゲセラ地区)における消費量が最も大きく国全体の64%を占めており、他地域ではそれぞれ10%程度の消費となっている。また、セメント工場やビール工場がある西地域では、他と比較して中規模需要家による消費割合が大きくなっている。



[出所] 「地熱・電力 MP 支援 PJ」 ドラフトファイナルレポート 2

図 3-2-2-2.4 地域別、契約種別毎の販売電力量比率

#### 4) 全国の需要想定

需要想定は料金種別で 2 種類のアプローチで実施している。

一般家庭などの一般需要家は、ボトムアップ手法（将来の需要家数と原単位の積）を用い、EWSA 時代から計画・実施中の地方電化計画を考慮に入れている。

産業施設・商業施設などの中規模需要家及び、公共施設などの公共需要家は、マクロ手法を用いている。この手法は、至近の経済・社会指標と電力需要の相関関係から電力需要モデル（近似式）を構築の上、将来の経済・社会成長シナリオをモデルに入力し、将来の電力需要を想定するものである。

全国の需要想定における各ケース（特高、高、中、低）の条件は表 3-2-2-2.1 のとおりである。

表 3-2-2-2.1 需要想定各ケースにおける前提条件

ケース	高	中	低	(参考) 特高
一般需要家	高	中	低	高
2017/18 年の電化率	48%	42%	35%	48%
中規模需要家	高	中	低	特高
GDP 成長率	8.5 %	7.5%	6.5%	11.5%
特定大型需要家の系統接続率	70 %	50%	20%	100%
公共需要家	ベース	ベース	ベース	特高
GDP 成長率	7.5 %	7.5 %	7.5 %	11.5 %

[出所] 「地熱・電力 MP 支援 PJ」 ドラフトファイナルレポート 2

ここで、電化率はルワンダ国の 2014 年発行エネルギーセクター戦略計画 (ESSP) の 2017/18 年度目標の 48 % を高ケースに目標未達の場合で 42 % と 35% を中と低ケースに設定している。

GDP 成長率は IMF による 5 年間のルワンダ国成長予測である年率 7.5 % を中ケースとし、長期予想のため乖離幅を考慮し電力使用量の多い中規模需要家には高ケースとして+1.0 %、低ケースは-1.0 % としている。参考データとして記載している特高ケースでは、EDPRS2 における政府の GDP 成長目標である年率 11.5 % を採用している。また、マクロ予測では掴めない至近年で増加実現の可能性が高い大型需要家については表 3-2-2-2.2 及び表 3-2-2-2.3 の開発シナリオによる需要追加補正を実施している。

表 3-2-2-2.2 大型需要家情報

Load name	Year	Demand MW	2014	2015	2016	2017	2018	Load necessary to be added on Demand Model as Large Scale Consumers (Yes=1 or No=0)
Cimerwa	2014	15	15	0	0	0	0	1
Bugesera Steel Industrial Park	2014	10	10	0	0	0	0	1
Bugesera Industrial Park	2015	5	0	5	0	0	0	1
Bugesera Industrial Park	2016	5	0	0	5	0	0	1
Bugesera Industrial Park	2017	5	0	0	0	5	0	1
Rwamagana Ind Park (Steelrwa)	2015	8	0	8	0	0	0	1
Rwamagana Ind Park (AKS Steel)	2015	8	0	8	0	0	0	1
Rwamagana Ind Park	2016	5	0	0	2	0	0	1
Rwamagana Ind Park	2017	5	0	0	0	2	0	1
Rwamagana Ind Park	2018	5	0	0	0	0	2	1
Airport	2016	3	0	0	3	0	0	1
Airport	2017	3	0	0	0	3	0	1
Rutongo Mine	2015	8	0	8	0	0	0	1
Bugarama Ind Park	2016	5	0	0	5	0	0	1
Huye Ind Park	2016	2	0	0	2	0	0	1
Rusizi Industrial Park	2015	2	0	2	0	0	0	1
Nyabihu Ind Park	2016	2	0	0	2	0	0	1
Gahanga Sport Stadium	2016	2	0	0	2	0	0	1
SEZ Free zone Kigali	2015	2	0	2	0	0	0	1
SEZ Free zone Kigali	2016	2	0	0	2	0	0	1
SEZ Free zone Kigali	2017	2	0	0	0	2	0	1
SEZ Free zone Kigali	2018	2	0	0	0	0	2	1
ICC (Convention centre)	2014	6.5	6.5	0	0	0	0	1
Irrigation load Mpanga Sector	2015	2	0	1	1	0	0	0
Irrigation load Mahama Sector	2016	4.8	0	0	4.8	0	0	0
Irrigation load Rusumo Falls	2017	3.4	0	0	0	3.4	0	0
Irrigation load Mugesera Sector	2015	1	0	1	0	0	0	0
Irrigation load Matimba Sector	2014	0.3	0.3	0	0	0	0	0
Irrigation load Kabare Sector		0.486	0	0	0	0	0	0
Irrigation load Kamabuye Sector		6	0	0	0	0	0	0
Irrigation load Kibilizi Sector		0.325	0	0	0	0	0	0
Irrigation load Masaka Sector		0.469	0	0	0	0	0	0
Irrigation load Nasho Sector		0.84	0	0	0	0	0	0
Irrigation load Ndego Sector		0.726	0	0	0	0	0	0
Irrigation load Ngeruka Sector		1.2	0	0	0	0	0	0
Irrigation load Nyamugari Sector		3.45	0	0	0	0	0	0
Loads for Mines1		11.8	0	0	0	0	0	0
Loads for Mines2		11.8	0	0	0	0	0	0
Loads for Mines3		11.8	0	0	0	0	0	0
Loads for Mines4		11.8	0	0	0	0	0	0
Nyabihu Tea Factory	2016	1	0	0	1	0	0	0
Rubaya Tea Factory	2016	1	0	0	1	0	0	0
SORWATHE Tea Factory	2016	1	0	0	1	0	0	0
Mulindi Tea Factory	2016	1	0	0	1	0	0	0
Mata Tea Factory	2016	2	0	0	2	0	0	0
Nshili Kivu Tea Factory	2016	1	0	0	1	0	0	0
Pfunda Tea Factory	2016	3	0	0	3	0	0	0
Gisovu Tea Factory	2016	3	0	0	3	0	0	0
Gisakura Tea Factory	2016	3	0	0	3	0	0	0
Kitabi Tea Factory	2016	3	0	0	3	0	0	0
Shagasha Tea Factory	2016	3	0	0	3	0	0	0
Karongi Tea Factory	2016	2	0	0	2	0	0	0
Mushubi Tea Factory	2016	2	0	0	2	0	0	0
Gatare Tea Factory	2017	2	0	0	0	2	0	0
Rutsiro Tea Factory	2017	3.8	0	0	0	3.8	0	0
Muganza-Kivu Tea Factory	2017	3.8	0	0	0	3.8	0	0
Karumbi New tea site	2017	3.8	0	0	0	3.8	0	0
Sovu new Tea site	2018	3.8	0	0	0	0	3.8	0
Rugabano new tea site	2018	3.8	0	0	0	0	3.8	0
Munini new tea site	2017	3.8	0	0	0	3.8	0	0
Kibehe new tea site	2018	3.8	0	0	0	0	3.8	0

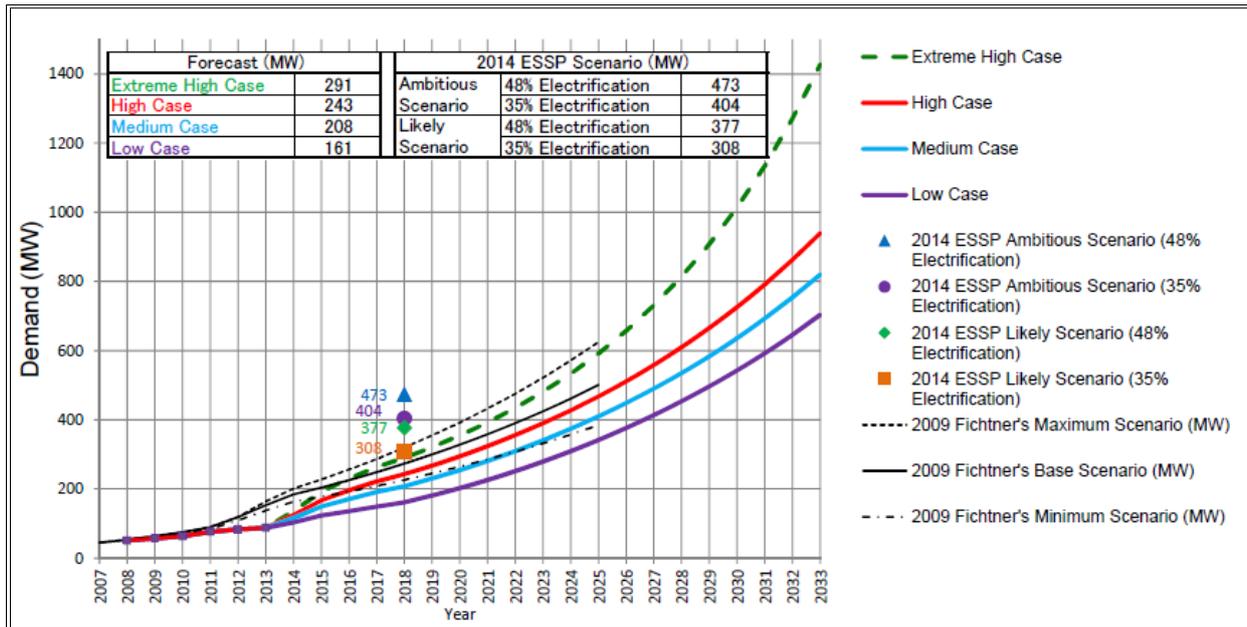
[出所] 「地熱・電力 MP 支援 PJ」ドラフトファイナルレポート 2

表 3-2-2-2.3 大型需要家開発シナリオ

Bulk Load Scenario (Country-Level)		2014	2015	2016	2017	2018
Case Scenario						
Extreme High Case	100% to be installed as scheduled	31.5	33	23	12	4
High Case	70% to be installed, comparing with the original schedule	22.1	23.1	16.1	8.4	2.8
Medium Case		15.8	16.5	11.5	6.0	2.0
Low Case		6.3	6.6	4.6	2.4	0.8

[出所] 「地熱・電力 MP 支援 PJ」ドラフトファイナルレポート 2

前述の前提条件をもとに実施した全国の需要想定結果と既存の想定結果の比較を図 3-2-2-2.5 に示す。



[出所] JICA 調査団 「地熱・電力 MP 支援 PJ」ドラフトファイナルレポート 2 を一部修正

図 3-2-2-2.5 需要想定と既存想定との比較

### 5) 地域別電力需要想定

「地熱・電力 MP 支援 PJ」では全国の需要想定の高ケース負荷を東・西・南・北及び中央の 5 地域に分配している。

一般需要家は、ソフレコ (Sofreco) 社の Combined Design Report of Electricity Access Rollout Program を参照して、地域毎の需要家数想定に、原単位シナリオを乗じて算出。中規模需要家は、2013 年の販売電力量のうち 57%がキガリ市内で、43%がそれ以外で販売されているが 20 年後には地方開発によりキガリ市から地方へ 10%シフトし、キガリ市で 47%、それ以外で 53%が販売されると想定し、地方の販売電力量の各地域 (東、西、南、北、中央) への分配については 2013 年の構成比をベースに算出。公共需要家についても中規模需要家と同様の方法で、2013 年の販売電力量のうち 83%がキガリ市内で、17%がそれ以外で販売されているが 20 年後には地方開発によりキガリ市から地方へ 10%シフトし、キガリ市で 73%、それ以外で 27%販売されると想定すると同時に、地域への分配についても 2013 年の構成比をベースに算出している。

## 6) キガリ市を含む中央地域の需要想定

「地熱・電力 MP 支援 PJ」では東・西・南・北及び中央地区の地域区分別の需要想定を高ケースについて設備拡充計画の基礎データとして実施している。本計画で関係の深いキガリ市を主体とする中央地域の需要については、「地熱・電力 MP 支援 PJ」の需要想定（キガリ市とブゲセラ地区）需要から抽出し高、中及び低ケースについて想定した。中央地域の需要想定を表 3-2-2-2.4 に、全国との中央地域の需要想定結果比較を図 3-2-2-2.5 に示す。

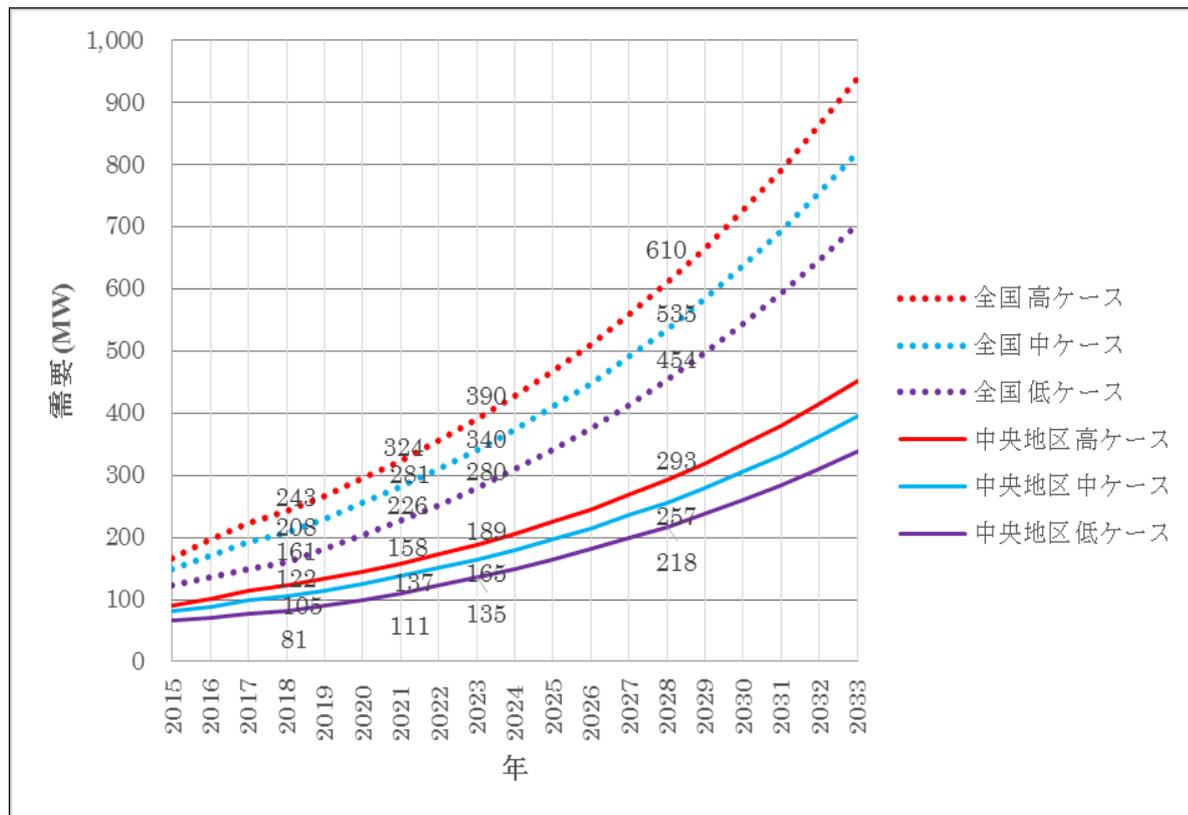
表 3-2-2-2.4 中央地域の需要想定

(単位：MW)

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
高ケース	90	102	115	122	133	145	158	173	189	206
中ケース	81	89	99	105	114	125	137	150	165	180
低ケース	67	70	77	81	90	100	111	122	135	149
年	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
高ケース	225	246	268	293	319	348	380	415	452	
中ケース	197	215	235	257	280	305	333	362	394	
低ケース	164	181	190	218	238	261	285	311	338	

[出所] JICA 調査団

表 3-2-2-2.4 における薄黄色着色部は、現状の配電用変圧器群での供給限界年を、薄赤色着色部は現状 REG で計画の変圧器群増強後の供給限界年を示す。(次項(2)の説明参照)



[出所] JICA 調査団（「地熱・電力 MP 支援 PJ」ドラフトファイナルレポート 2 を利用して作成）

図 3-2-2-2.6 全国と中央地域における需要想定比較

## (2) 中央地域の配電用変圧器容量

### 1) 現状の変圧器容量

配電線網に配電するためには十分な容量の変圧器が設備されている必要があるが、キガリ市を主体とする中央地域に配電する現状の変圧器容量は表 3-2-2-2.5 のとおり合計 105 MVA である。力率を 95% と想定すると約 100MW 相当の容量が有ることになり、前述の需要想定値と比較すると高ケースの需要の伸びの場合は 2015 年に、低ケースの場合でも 2019 年に変圧器容量の限界を迎えることになり、計画的な増強が速やかに不可欠であることが判る。これはあくまで配電線の負荷が変電所容量に見合った容量で分担された場合であり、個別の増強の必要性については系統解析結果の項で述べる。

表 3-2-2-2.5 既存変電所の配電用変圧器容量

変電所	変圧器容量 (MVA)	台数	変圧器 総合容量 (MVA)	変圧比 (kV)
ギコンド	15	3	45	110/15
ジャバナ	10	2	20	110/15
ビレンボ	20	1	20	110/15
ガソギ	10	1	10	110/15
マウント・キガリ	10	1	10	110/30 (10MVA) and 30/15(5MVA)
変圧器容量 合計			<b>105</b>	<b>MVA</b>

[出所] JICA 調査団

### 2) 配電用変圧器の増強計画

REG では、2014 年に世界銀行の支援で実施された「Review of Grid Strengthening Projects For 2014 -2018」の報告書をベースに増強を計画している。本計画のンデラ変電所建設も同報告書に記載されているが、その他にもキガリ・リングを構成する、ジャバナ変電所(既設)~マウント・キガリ変電所(既設増強)~ガハンガ変電所(新設)の送変電設備増強が EU 支援で計画されている。同報告書に記載内容をベースにした現状の増強計画による変圧器容量を纏めると表 3-2-2-2.6 のとおりとなる。

表 3-2-2-2.6 配電用変電所の増強計画実施後の変圧器容量

変電所	変圧器容量 (MVA)	台数	変圧器 総合容量 (MVA)	変圧比 (kV)	支援先
ギコンド	15	3	45	110/15	
ジャバナ	10	2	20	110/15	
ピレンボ	20	1	20	110/15	
ガソギ	15	1	15	110/15	
マウント・キガリ	20	2	40	110/30 (20MVA) and 110/15(20MVA)	EU
ンデラ	20	2	40	110/15	JICA
ニャブゴゴ	20	2	40	110/15	(EU)
ガハンガ	20	1	20	110/15	EU
ムヒマ	20	2	40	110/15	
変圧器容量 合計			<b>280</b>	<b>MVA</b>	

[出所] JICA 調査団 (Review of Grid Strengthening Projects For 2014 -2018 をベースに作成)

表 3-2-2-2.6 中で着色部は増強計画により増強が予定されているものである。支援予定が決定しているものにはドナー名称を記載しているが、ニャブゴゴ変電所の(EU)は、EU 支援の具体的計画に含まれているかどうか不明のものである。変圧器容量部が着色されているが、最右欄が空白な設備は支援先が未決定であることを示している。

支援先が未定の配電用変圧器も含めて全て増強されても、変圧器容量は合計 280 MVA であり、同様に力率 95 % で想定すると 266 MW の容量を確保することになる。この数値は需要想定における高ケースで 2026 年、低ケースでも 2030 年に限界に達することになり、継続的な開発計画が必須となる。

### (3) 系統解析

上述(2)における、配電用変圧器容量の観点からの開発必要性検討も、広義の系統解析と言えるが、系統解析ソフトウェア利用による機器仕様の妥当性判断を実施した。具体的には、系統解析ソフトウェア(ETAP)に現地調査で収集したデータを入力しての潮流解析と事故潮流計算を実施した。

本計画ではンデラ変電所を主体とするコンポーネントとなるため、系統解析の対象は中央地域を主体としたモデル構築(図 3-2-2-2.6 を参照)とし、キガリ外部の既存発電所からの潮流や国際輸入、ルスモ水力発電所等からの 220 kV 送電線を介した潮流は、流入場所を考慮して縮約電源として模擬した。

需要負荷は、配電電圧である 15 kV もしくは 30 kV の母線に接続し、配電用変圧器への負担や損失、母線電圧の維持の観点から検証した。

解析断面は、供与開始時点の 2018 年、プロジェクト評価の目標年次(供与開始後 3 年)の 2021 年及び設備計画の目標年次(供与開始後 10 年)の 2028 年の他に、機器増強判断のために 2023 年と 2026 年も実施した。

## 1) 各変電所への想定負荷配分

前述の地区別の高ケース需要想定値を系統解析モデル内に必要な変電所に配分したものを表 3-2-2-2.7 に示す。(中および低ケース需要想定結果の変電所への負荷配分結果は添付資料-9 を参照)

各変電所負荷は、ルワンダ負荷に季節性が無いことから、現地調査時に入手した最新の 2015 年 1 月の各変電所負荷実績をベースに、先に述べた需要想定と大型需要家情報を考慮して配分した。配分に当たってはギコンド変電所からンデラ変電所などへの配電線負荷移転も合わせて考慮している。

表 3-2-2-2.7 需要想定負荷（高ケース）の変電所配分

高ケース	2015 (15年実績)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
ギコンド変電所	25.06	37.0	41.4	25.0	27.2	29.6	32.3	35.3	38.5	42.1	46.0	50.2	54.8	59.8	65.2	71.2	77.6	84.7	92.3
ジャバナ変電所	14.45	21.4	23.6	24.4	26.5	28.9	31.5	34.4	37.6	41.1	44.8	49.0	53.5	58.3	63.7	69.5	75.8	82.6	90.1
ビレンボ変電所	6.18	9.9	11.2	11.7	12.7	13.9	15.1	16.5	18.0	19.7	21.5	23.5	25.6	28.0	30.5	33.3	36.3	39.6	43.2
ゴソギ変電所	3.89	7.0	7.8	8.2	8.9	9.7	10.6	11.6	12.6	13.8	15.1	16.5	18.0	19.6	21.4	23.3	25.5	27.8	30.3
マウント・キガリ変電所(15kV)	4.22			6.9	7.5	8.2	8.9	9.7	10.6	11.6	12.7	13.8	15.1	16.5	18.0	19.6	21.4	23.4	25.5
マウント・キガリ変電所(30kV)	3.06			8.9	9.7	10.5	11.5	12.6	13.7	15.0	16.4	17.9	19.5	21.3	23.2	25.3	27.6	30.1	32.9
マウント・キガリ変電所(合計)	7.28	26.3	30.5	15.8	17.2	18.7	20.4	22.3	24.4	26.6	29.0	31.7	34.6	37.8	41.2	45.0	49.1	53.5	58.4
ンデラ変電所				9.5	10.3	11.3	12.3	13.4	14.6	16.0	17.5	19.1	20.8	22.7	24.8	27.0	29.5	32.2	35.1
ゴハンゴ変電所				3.8	4.1	4.5	4.9	5.4	5.9	6.4	7.0	7.6	8.3	9.1	9.9	10.8	11.8	12.9	14.0
ニャブゴゴ変電所				8.2	8.9	9.7	10.6	11.6	12.6	13.8	15.1	16.5	18.0	19.6	21.4	23.3	25.5	27.8	30.3
ルリマ変電所				15.8	17.2	18.7	20.4	22.3	24.4	26.6	29.0	31.7	34.6	37.8	41.2	45.0	49.1	53.5	58.4
中央地区負荷合計	57	102	115	122	133	145	158	173	189	206	225	246	268	293	319	348	380	415	452
ムシャ変電所	2.6	18.0	20.5	18.2	19.5	21.2	23.2	25.2	27.4	29.7	32.2	35.0	37.9	41.0	44.5	48.1	52.1	56.5	61.2
+ ガマ変電所負荷				4.1	4.4	4.8	5.2	5.7	6.2	6.7	7.3	7.9	8.5	9.2	10.0	10.8	11.7	12.7	13.8
コバロド変電所	4.924	7.8	9.1	9.5	10.2	11.1	12.1	13.2	14.3	15.5	16.8	18.2	19.8	21.4	23.2	25.1	27.2	29.5	31.9
ルウインクワ変電所	0.427	1.8	2.5	2.8	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.6	5.0	5.4	5.8	6.3	6.8	7.4	8.0	8.7	9.4
+ キレハ変電所負荷				2.8	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.6	5.0	5.4	5.8	6.3	6.8	7.4	8.0	8.7	9.4
東地区負荷合計		28	32	37	40	44	48	52	56	61	66	72	78	84	91	99	107	116	126

[出所] JICA 調査団

他ドナーで実施計画中の EU 支援のキガリ・リング送電線と変電所建設、及びアフリカ開発銀行によるルリンド郡変電所改修を含む地方電化プログラム支援（ルリンド変電所～ガラマ変電所～ムシャ変電所までの 110kV 送電線建設を含む）が 2018 年に運用開始するものとしている。

## 2) 系統解析実施の条件

系統解析（潮流計算と事故電流計算）は下記の条件で実施した。

- 図 3-2-2-2.6 に記載の範囲でモデル構築を実施し、構築範囲外から供給される発電設備容量は十分に存在もしくは適宜開発されるものとする。
- 他ドナーで支援実施するキガリ・リング送電線と変電所建設(EU)、及びルリンド郡変電所改修とルリンド変電所～ガラマ変電所～ムシャ変電所までの 110kV 送電線建設(AfDB)は、本計画が運用開始となる 2018 年には完了している。
- 構築範囲外からの電力供給の大部分は、現在建設が進行中の 220 kV 超高圧システムを利用して供給されるものとしシャンゴ変電所からの供給とする。したがって、既存の 110 kV 送電線系統からの電力供給は 2015 年実績程度で推移させる。

- 潮流解析では、解析年の需要想定値（ピーク電力）で実施する。
- 系統電圧運用範囲は±5 %を正常範囲とする。
- 負荷の力率は、2015年の運用実績を考慮し95%で想定した。
- 事故電流計算に必要なモデル構築範囲外の電源容量は、近い将来の国際系統連携を考慮すると正確な値が得られないため、安全のために①220 kV 系統はシャンゴ変電所の遮断器の定格遮断電流値をシャンゴ変電所 220 kV 母線の3相短絡電源容量に、②110kV 系統は縮約電源を接続する変電所の手前の変電所（例；ジャバナ変電所の場合はルリンド変電所）を無限大母線として送電線のインピーダンス分を考慮した値に余裕をみて縮約電源の3相短絡電源容量とした。

### 3) 潮流解析結果

潮流解析の結果、本計画が運用開始される2018年から供与開始後10年間に渡り、ンデラ変電所機器及び供与送電線での運用には、今回供与予定の機材で支障が無い（容量の不足や電圧運用に支障が無い）ことが確認された。

但し、キガリ市を中心として需要が増大するために、過負荷防止や電圧維持のために、中央地区から東地区にかけての既設送電線や既設変電所の増強が必要であることが判明したので以下にその概要を纏めた。

**表 3-2-2-2.8 中央地区と東地区の系統運用維持に必要な増強内容**

必要年	増強機器概要	理由
2018年以前	ムシャ変電所 20 MVA 110/15 kV 変圧器(増設1台目)	ルワマガナ工業団地を主とする負荷への供給対応（運用変圧器の過負荷回避対応）
2018年以前	220/110 kV シャンゴ変電所、110 kV シャンゴ～ビレンボ間 2 回線送電線	電力輸入やルスモ水力等の発電所からの電力をキガリ市に供給するため
2018年	ンデラ・ディーゼル発電所(KSEZ) 最低 10MW（50MW 計画）運用開始	シャンゴ変電所の 90 MVA 220/110 kV 変圧器過負荷回避のため
2019年	カバロンド変電所 10 MVA 110/30 kV 変圧器(増設1台目)	増加する配電線負荷対応（運用変圧器の過負荷回避）
2019年	ンデラ・ディーゼル発電所(KSEZ) 50MW の運用開始	シャンゴ変電所の 90 MVA 220/110 kV 変圧器過負荷回避のため
2020年	<b>新ガンギ変電所</b> <b>15 MVA 110/15 kV 変圧器</b>	増加する配電線負荷対応で、将来変圧器増設可能となる <b>新変電所建設</b> （本計画時に REG から提示の機器構成が推奨）
2020年	ジャバナ変電所 20 MVA 110/15 kV 変圧器（増設1台目）	増加する配電線負荷対応（運用変圧器の過負荷回避）
2021年	ムシャ変電所 5 Mvar 15 kV キャパシタ設置	東部系統の電圧低下補償のため
2021年	カバロンド変電所 3 Mvar 30 kV キャパシタ設置	東部系統の電圧低下補償のため
2021年	シャンゴ変電所 90 MVA 220/110 kV 変圧器（増設1台目）	増加するキガリ負荷への 220 kV 系統からの供給能力増加のため（運用変圧器の過負荷回避）
2023年	110 kV ビレンボ～ガンギ送電線の架線交換 ACSR157/25→ACSR240/40、110	東部系統の電圧低下補償のため（ムシャ変電所、カバロンド変電所へのキャパシタ増設では過補償

必要年	増強機器概要	理由
	kV ガソギ～ムシャ送電線の架線交換 ACSR157/25(単導体)→ACSR240/40(複導体)	となるので、送電線架線交換で対応する。ガソギ～ムシャ間が長距離のため複導体で効果増させる。) さらに将来の負荷増加への対応も可能
2024年	ビレンボ変電所 20 MVA 110/15 kV 変圧器 (増設)	増加する配電線負荷対応 (運用変圧器の過負荷回避)
2024年	ムシャ変電所 20 MVA 110/15 kV 変圧器 (増設 2 台目)	増加する配電線負荷対応 (運用変圧器の過負荷回避)
2025年	ギコンド変電所 30 MVA 110/15 kV 変圧器 (増設)	増加する配電線負荷対応 (運用変圧器の過負荷回避) 変圧器増加に伴う 15 kV 側の短絡容量増加で機器変更もしくは母線分割運用等の対策が必要
2025年	新ガソギ変電所 15 MVA 110/15 kV 変圧器 (増設)	増加する配電線負荷対応 (運用変圧器の過負荷回避)
2025年	シャンゴ変電所 90 MVA 220/110 kV 変圧器 (増設 2 台目)	増加するキガリ負荷への 220 kV 系統からの供給能力増加のため (運用変圧器の過負荷回避)
2026年	ジャバナ変電所 20 MVA 110/15 kV 変圧器 (増設 2 台目)	増加する配電線負荷対応 (運用変圧器の過負荷回避)
2026年	110 kV ビレンボ～ジャバナ送電線の架線変更 ACSR157/25(単導体)→ACSR240/40(複導体)	増加するキガリ西部負荷への 220 kV 系統からの供給能力増加のため (送電線の過負荷回避)
2026年	ムシャ変電所 5 Mvar 15 kV キャパシタ(増設 1 台目)	東部系統の電圧低下補償のため
2026年	カバロンド変電所 3 Mvar 30 kV キャパシタ(増設 1 台目)	東部系統の電圧低下補償のため
2028年	110 kV ムシャ～カバロンド送電線の架線変更 ACSR157/25(単導体)→ACSR240/40(複導体)	負荷増加に伴う東部系統電圧低下対策
2028年	ルウィンクワブ変電所 1 Mvar 15 kV キャパシタ設置	東部系統の電圧低下補償のため
2028年	カバロンド変電所 10 MVA 110/30 kV 変圧器(増設 2 台目)	増加する配電線負荷対応 (運用変圧器の過負荷回避)
2028年	マウント・キガリ変電所 20 MVA 110/30 kV 変圧器 (増設)	増加する配電線負荷対応 (運用変圧器の過負荷回避)

[出所] JICA 調査団

図 3-2-2-2.7 に供与開始 3 年後 2021 年の潮流解析結果を、図 3-2-2-2.8 に同 10 年後 2028 年の解析結果を系統図上に表現している。これらの解析は当該年迄の表 3-2-2-2.8 に示す増強を反映した状態で実施している。

表 3-2-2-2.8 に示すように、現在想定されている需要増に対応するには現状の系統は非常に脆弱であり、計画的な変電所と送電線の増強が不可欠である。第一次現地調査時に REG から提示された新ガソギ変電所建設についても 2020 年には必要であることが確認された。尚、この増強必要年は需要想定の高ケースで示しており、中ケースの場合は約 2 年、低ケースの場合は約 4 年の遅れで間に合うこととなる。

本計画を実施しない場合は、増加する電力需要への供給対応が遅れると同時に、長距離重負荷配電線での運用が強いられ、電圧品質の維持が難しくなる。現在キガリ市への電力供給の半分を担っているギコンド変電所についても、EU 支援のキガリ・リング送電線と変電所の完成が無ければ 2019 年に、EU 支援が実現しても、2023 年に増強を実施する必要がある。(本計画実施の場合、2025 年のギコンド変電所増強で良い。)

また、ンデラ変電所は、キガリ特別経済区画 (KSEZ) に建設予定の 50 MW ンデラ・ディーゼル発電所の系統への接続変電所となるため、本計画無しでは 50 MW 電力の供給が不可能となる。

したがって本計画はルワンダ国のキガリ地区への電力の安定供給に非常に重要なものであると位置付けられる。

#### 4) 事故電流計算結果

事故電流については、潮流計算で使用した系統モデルを用いて 2)項で記載の条件のもとで三相短絡電流を求めた。2018 年以降は表 3-2-2-2.8 で記載した増強を実施したケースで事故電流を計算した。ンデラ変電所と代表の変電所母線の三相短絡電流値を表 3-2-2-2.9 に示す。図 3-2-2-2.9 に各変電所の 2028 年における 110kV 母線三相短絡電流値を系統図上に示している。詳細計算結果は添付資料-9 に掲載している。

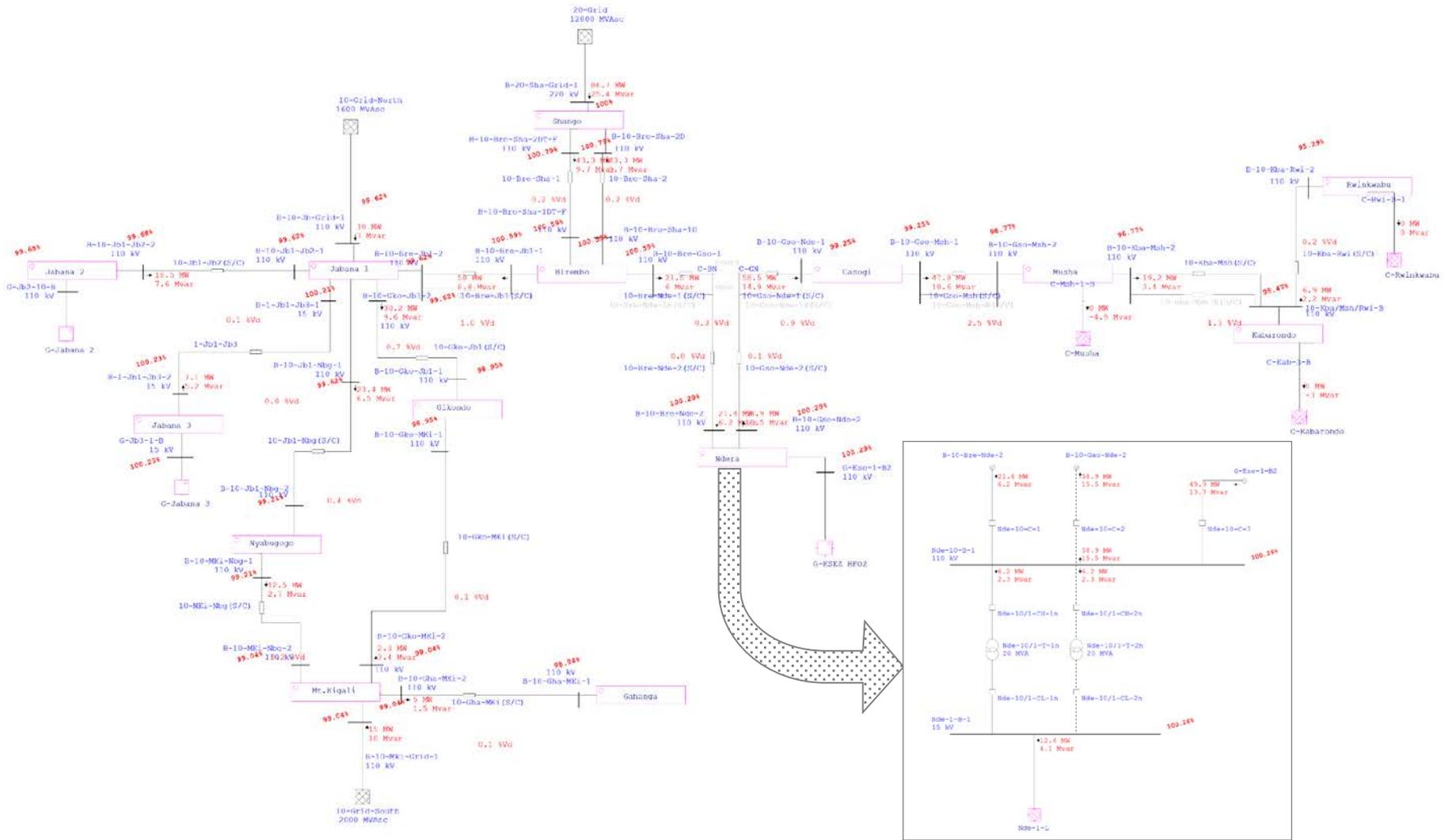
表 3-2-2-2.9 代表変電所の三相短絡電流値

(単位: kA)

		2018 年	2021 年	2028 年	遮断器の 定格遮断電流
ンデラ変電所	110kV 母線	10.4	12.1	14.2	31.5 (計画)
	15kV 母線	15.0	15.5	16.4	25 (計画)
ギコンド変電所 (参考)	110kV 母線	15.4	16.0	17.0	31.5
	15kV 母線	20.1	20.6	32.1	25
ビレンボ変電所 (参考)	110kV 母線	14.3	17.8	23.0	40
	15kV 母線	8.1	8.4	16.6	25

[出所] JICA 調査団

ギコンド変電所は、変圧器の増強後は 15 kV 側の短絡電流が増大し遮断容量を満足できなくなることが予想されるため、増強時に対応策を十分に検討する必要がある。(15 kV スイッチギアのアップグレード交換、または母線の切り分け運用等)



3-2-2-2.7 2021年の潮流解析結果（供与開始後3年）

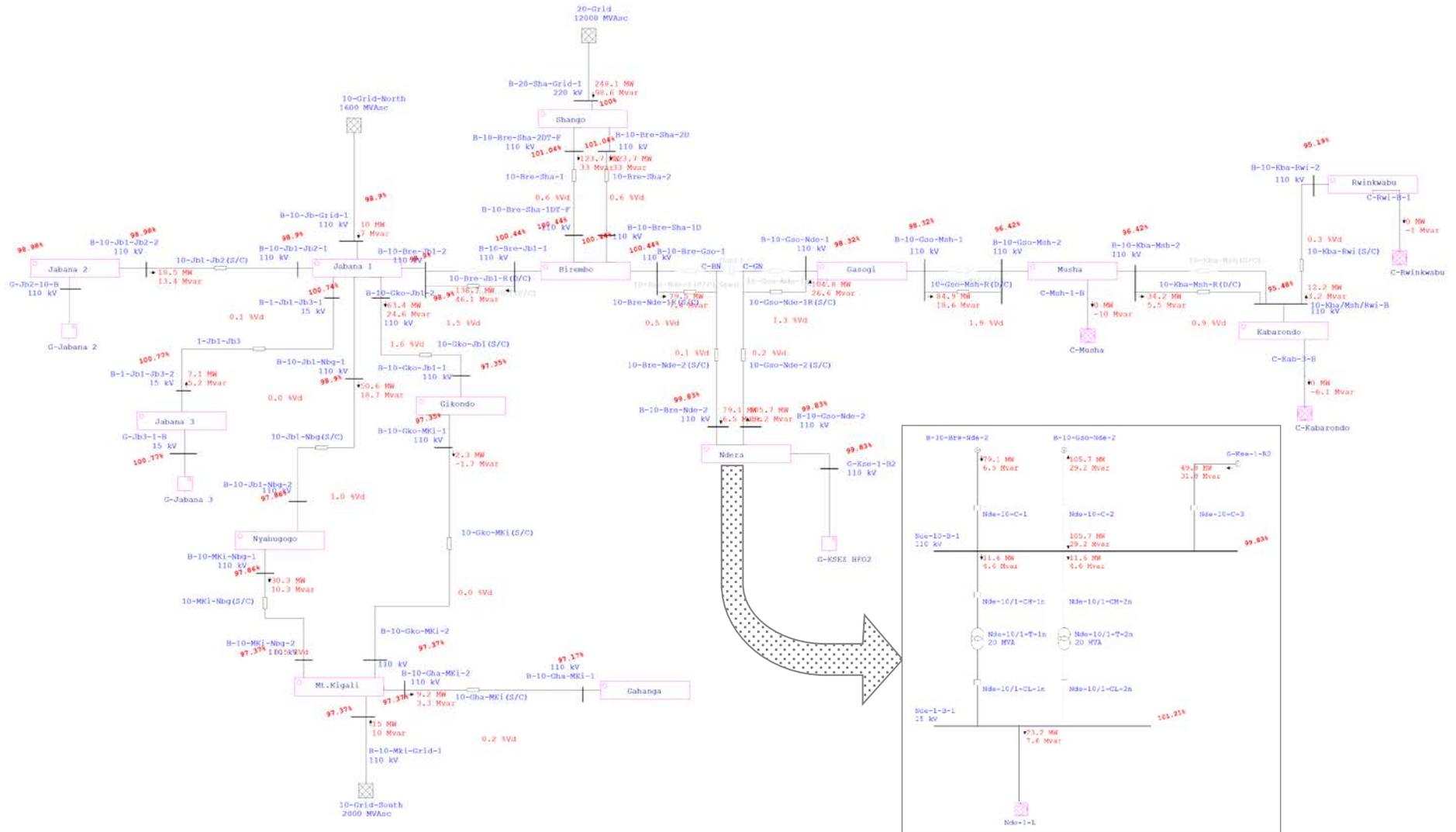


図 3-2-2-2.8 2028年の潮流解析結果（供与開始後10年）

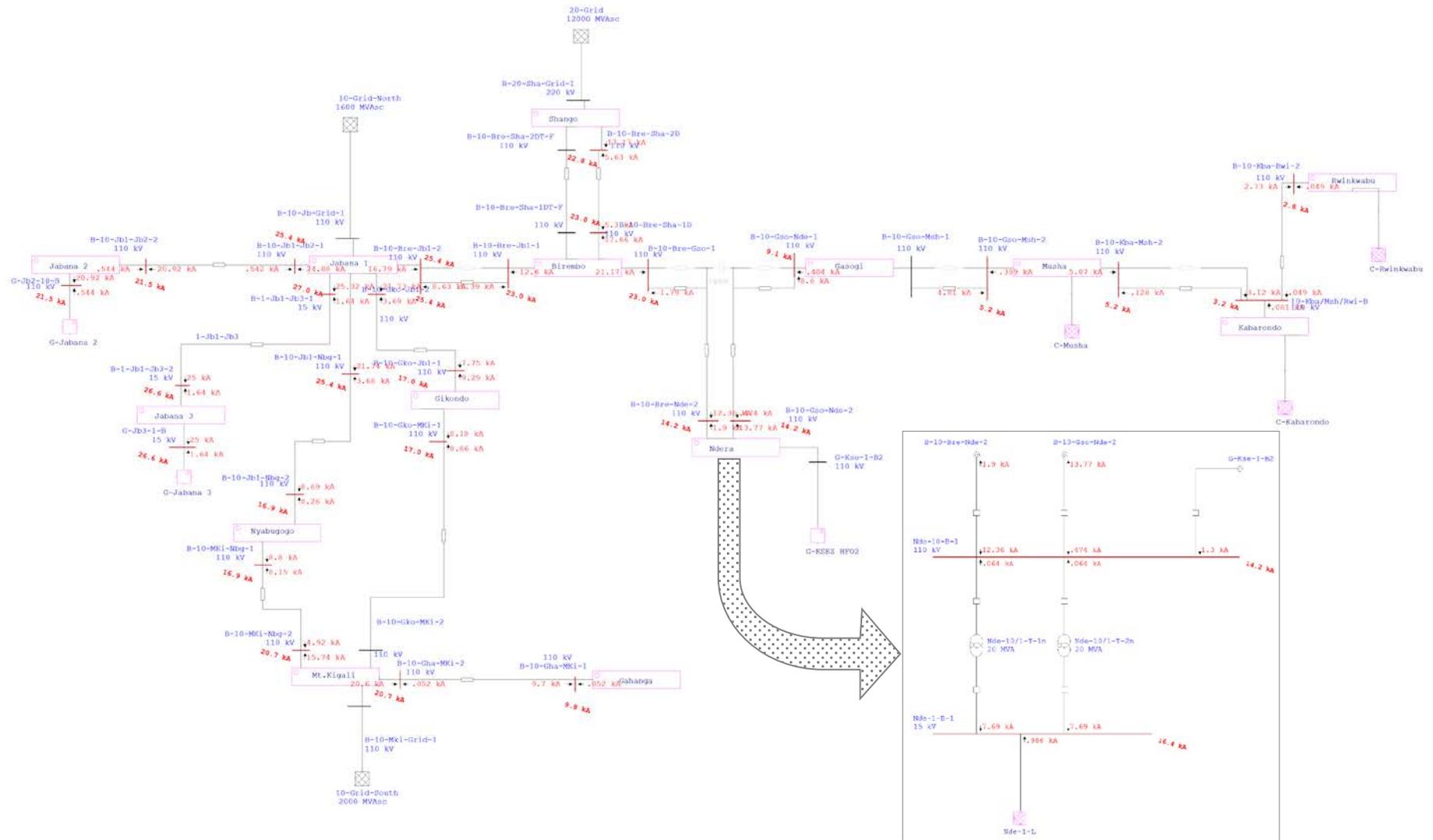


图 3-2-2-2.9 2028 年の三相短絡電流計算結果（供与開始後 10 年）

### 3-2-2-3 全体計画

#### (1) 設計条件

本プロジェクトの設計条件は下記とする。

##### 1) 気象条件

変電設備、建屋、基礎の設計に適用する気象条件を表 3-2-2-3.1 に、送配電設備及び鉄塔基礎の設計に適用する自然条件を表 3-2-2-4.10 に示す。

表 3-2-2-3.1 設計気象条件

標高		2,000 m 以下
外気温度	最高	40 °C
	最低	5 °C
	平均	20 °C
基準風速		34 m/s
年間降水量		1,450 mm
地震力 (標準層せん断力係数)		0.10G
支持地盤面の地耐力		150 kN/m <sup>2</sup>

##### 2) 系統電圧

送電線 110 kV 系 : 110 kV ± 10% (99.0 - 110 - 121.0 kV)

配電線 30kV 系 : 30 kV ± 10% (27.0 - 30 - 33 kV)

配電線 15kV 系 : 15 kV ± 10% (13.5 - 15 - 16.5 kV)

<注記>

ルワンダ国内の配電網の配電電圧は 15kV と 30kV の 2 種類が主に採用されており、本計画のキガリ地区の配電電圧は 15kV 系統とされているが、エネルギー運用公社の配電線運用方針により、15kV 及び 30kV 配電設備を 30kV 仕様に統一することとなっており、本計画においてもこれに準ずることとした。従い、30kV 仕様の配電設備に実際は 15kV の配電電圧を印加することになる。

上記より、変電所内の設備である降圧変圧器 (110/15kV) 以降の機器となる配電盤、ケーブル、配電線路、開閉装置などは 30kV 仕様を採用する。

##### 3) 周波数

50 Hz ± 0.5 Hz (49.5 - 50 - 50.5 Hz)

##### 4) 短絡電流値

110 kV : 31.5 kA

15 kV : 25 kA

(簡易計算による)

##### 5) 接地系

110 kV 系 : 直接接地系

15kV 系 : 直接接地系

## 6) 碍子汚損レベル

「Light」レベル (IEC-60815)

### (2) 適用規格及び使用単位

110kV 及び 15(30)kV における変電及び送配電設備については、基本的には IEC 規格、JEC 規格、またはこれらの規格に相当する規格に従って設計され、使用単位は国際単位規格 (SI) を採用する。

### 3-2-2-4 基本計画の概要

前述の設計方針(3-2-1 参照)を踏まえた本プロジェクトの基本計画の概要は、前述の表 3-1-2.1 に示す。

#### (1) シンデラ変電所 (新設)

##### 1) 基本事項

- 既設 110 kV 送電線 (1 回線) (ビレンボームシャ線) を途中で分岐し、2 回線の 110 kV 送電線がシンデラ変電所に接続される。1 回線はビレンボ変電所ともう 1 回線はムシャ変電所 (途中でガソギ変電所へ T 分岐) と接続される。
- 110 kV 開閉装置は屋外型・単母線方式とし、引込用 (2 組) 及び変圧器用 (2 組) が据え付けられるが、将来の 50 MW ディーゼル発電所用として、引込用 (1 組) のスペースを確保する。
- 並列運転が可能な 20 MVA 変圧器×2 台が設置される。本変圧器の 110 kV 側は架線接続、15 kV 側はケーブル接続とする。また、2 台の変圧器間には延焼防止を目的として、防火壁を設ける。
- 15 kV 配電盤は複母線方式とし、ガス絶縁開閉装置が採用される。15 kV 配電盤は制御棟内 15 kV 配電盤室内に設置される。尚、キガリ市以外の全国の配電電圧が 30 kV のため、機器の互換性を考慮し、36 kV の定格電圧を持つ機器を調達する。
- 変電所内でマイクロ SCADA システムを構築し、監視・制御を行う。主な構成は下記のとおり。
  - ① 遠隔端末装置 (RTU ; Remote Terminal Unit) : 変電所内の開閉装置、制御装置、保護装置、電源装置等の情報を BCU やハブスイッチを介して、RTU 盤へ取り込む。
  - ② マイクロ SCADA システム : RTU 盤の情報を使用して、変電所監視制御サービスによる所内監視・制御システムを構築する。
  - ③ 監視・制御用ワークステーション : ディスプレイ、キーボード、マウス、他で構成され、計測機能 (全回線の電圧、電力、無効電力等の計測及び表示)、監視機能 (全回路の状態表示、故障表示等の表示)、操作機能 (110/15kV 全回路の操作、BCU においても操作が可能なようなインターロックを構成する) を有すること。ワークステーションの設備は無停電電源装置より電源供給される。
  - ④ ローカルエリアネットワーク : 変電所内において各回路の BCU 及びハブス

イッチ等で LAN を構成し、光ケーブル、LAN 用ケーブル等で通信を行う。

- ンデラ変電所が接続される予定の 110 kV 送電線は、その両端の変電所（ビレンボ変電所及びムシャ変電所）において AREVA（Alstom）社製 P545 という型式の保護継電器で保護されているため、ンデラ変電所においてはこの保護継電器と協調を取ることを。
- 光ファイバーネットワークを通じて、中央給電指令所（National Electricity Control Center ; NECC）との信号を送受信し、中央給電指令所からの監視・操作を可能とする。中央給電指令所や他変電所に設置されている通信システム（RTU : ABB 社製 RTU560 システム、BCU : ABB 社製 REF542+/RET542+、REF670/RET670 等、通信設備 : ECI 社製 BG-20 を採用）に合致する設備を選定すること。
- 変電所全体の接地システムを構築する。尚、110 kV 屋外開閉装置及び 20 MVA 変圧器の避雷設備については架空地線に対応する。
- 建設予定地の標高が約 1,500 m であることから、110 kV 系統の開閉設備の定格電圧は 145 kV 以上として計画する。

詳細は下記に示すンデラ変電所関連図面を参照。

- SS-01 ; ンデラ変電所 単線結線図
- SS-04-1 ; ンデラ変電所 制御・保護構成図
- SS-06-1 ; ンデラ変電所 110 kV 開閉装置 配置図（平面図）
- SS-06-2 ; ンデラ変電所 110 kV 開閉装置 配置図（側面図）
- SS-07 ; ンデラ変電所 15 kV 開閉装置&制御・保護盤 配置図（制御棟 1 階）
- SS-11 ; ンデラ変電所 ケーブルトレイ配置図（制御棟地下ケーブル室）

## 2) 変電設備の計画内容

ンデラ変電所に日本側から調達される機器を表 3-2-2-4.1 に示す。

**表 3-2-2-4.1 ンデラ変電所 日本側調達機器一覧表**

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
1.	110/15kV 変圧器		2 台
	- 適用規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格	
	- 型式	屋外型、負荷時タップ切換装置付、無圧密封式	
	- 連続定格出力	20 MVA	
	- 定格周波数	50 Hz	
	- 相数	3 相	
	- 定格一次電圧	110 kV	
	- 定格二次電圧	15 kV	
	- タップ切換装置		
	• タイプ	On-Load Tap Changer ; LTC、真空バルブ方式	
	• タップ電圧	110 kV +/- 16%	
	• タップ数	27 タップ	
	• ステップ電圧	1.23%	
	• タップ位置外部出力	現場表示、遠隔表示および変圧器並列運転用	
	- 冷却方式	油入自冷式 (ONAN)	
	- 結線表示 (ベクトルグループ)	YNyn0(d)	
	- %インピーダンス	9~10%程度	
	- 定格雷インパルス耐電圧	110 kV : 650 kV	

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 定格商用周波耐電圧 (1 分間)</li> <li>- ブッシング型変流器</li> <li>- 中性点接地方式</li> <li>- 接続方法</li> <li>- 付属品</li> <li>- 特記事項 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 避雷器</li> <li>・ 並列運転</li> <li>・ 防火壁</li> <li>・ 絶縁油漏油溜め</li> </ul> </li> </ul>	15 kV : 95 kV 110 kV : 275 kV 15 kV : 38 kV 110 & 15 kV 中性点 : 38 kV 110 kV 線路 (3 相分) 及び中性点 (1 相分) : 200/1 A、確度階級 5P20 15 kV 線路 (3 相分) 及び中性点 (1 相分) : 1,200/1 A、確度階級 5P20 110 kV : 直接接地方式 15 kV : 直接接地方式 110 kV : 架線接続 15 kV : ケーブル接続 絶縁油、2 次ケーブルダクト、カウンター付き 15 kV 避雷器、警報接点付きブッホルツリレー、 LTC 油流リレー、警報接点付き油面計、警報接 点付き油温計、他  変圧器の低圧側に避雷器を設置 (高圧側は 110 kV 開閉装置側に設置) 2 台の変圧器の並列運転 2 台の変圧器間に防火壁を設置 変圧器絶縁油用漏油溜め (全油量の 120%) を 変圧器下部或いは周りに設置	
2. (1)	110 kV 開閉装置 構成・数量 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 適用規格</li> <li>- 母線</li> <li>- 数量</li> </ul>	(屋外式)  IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 アルミパイプ方式 (3 相)、単母線方式 送電線回線用開閉装置 : 2 組 構成機器 (1 組分); <ul style="list-style-type: none"> <li>- 断路器 (母線側)</li> <li>- 遮断器</li> <li>- 変流器 (3 相分)</li> <li>- 断路器 (線路側、接地装置付き)</li> <li>- 計器用変圧器 (3 相分)</li> <li>- 避雷器 (3 相分)</li> </ul> 変圧器回線用開閉装置 : 2 組 構成機器 (1 組分); <ul style="list-style-type: none"> <li>- 断路器 (母線側)</li> <li>- 遮断器</li> <li>- 変流器 (3 相分)</li> <li>- 避雷器 (3 相分)</li> </ul> 主母線用計器用変圧器 : 1 組 (3 相分)	1 式
(2)	共通仕様 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定格電圧</li> <li>- 定格電流</li> <li>- 定格遮断電流</li> <li>- 定格短時間耐電流 (短時間)</li> <li>- 定格雷インパルス耐電圧</li> <li>- 定格商用周波耐電圧 (1 分間)</li> <li>- 碍子漏れ距離</li> <li>- 付属品</li> </ul>	145 kV 母線 : 1,250 A 送電線回線 : 1,250 A 変圧器回線 : 1,250 A 31.5 kA 31.5 kA (2 sec.) 650 kV 275 kV 16mm/kV 結露防止用ヒータ、夜間保守用照明、機材設置	

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
		用の架台、取り付けに必要な金具等	
(3)	<p>機器</p> <p>1) 遮断器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 定格電流</li> <li>- 定格遮断時間</li> <li>- 動作責務</li> <li>- 制御電源</li> <li>- 付属品</li> <li>- 特記仕様</li> </ul> <p>2) 断路器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 定格電流</li> <li>- 制御電源</li> <li>- 付属品</li> <li>- 特記仕様</li> </ul> <p>3) 計器用変流器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 送電線回線</li> <li>- 変圧器回線</li> </ul> <p>4) 計器用変圧器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 定格</li> </ul> <p>5) 避雷器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 送電線用</li> <li>- 変圧器用</li> <li>- 付属品</li> </ul> <p>6) 110kV 母線設備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 110 kV 母線</li> <li>- 110 kV 母線用架構</li> <li>- 110 kV 母線用支持碍子</li> <li>- 110 kV 回線用分岐導体</li> <li>- 支持碍子</li> <li>- 110 kV 送電線 2 回線用引留鉄鋼</li> <li>- 架空地線用鉄塔</li> <li>- 架空地線</li> <li>- 特記仕様</li> </ul>	<p>屋外／碍子型、3 相、ガス遮断器 3,150 A 3 サイクル未満 O-0.3 sec.-CO-3 min.-CO DC 110 V 現場操作箱、動作カウンター、スプリングチャ ージハンドル等 ・送電線回線用遮断器（2 台）は单相再開路が 可能なこと。</p> <p>水平 2 点切もしくは水平 1 点切、屋外型、3 相 1,250 A DC 110 V 手動用開閉ハンドル ・110 kV 送電線回線の線路側（2 台）は接地装 置付きとする。 ・電動操作機構、遠方操作用の現場操作盤の設 置</p> <p>屋外／碍子型、单相 200-400/1/1/1 A, 0.5/5P20/5P20 120-240/1/1/1 A, 0.5/5P20/5P20</p> <p>屋外／碍子型、单相 110/√3 kV / 110/√3 V / 110/3 V, 1T/3G, 200 VA/ 200 VA</p> <p>屋外型、酸化亜鉛式、单相、碍管型 120 kV、10 kA 120 kV、10 kA サージカウンター（各相）</p> <p>アルミパイプ 鋼材、溶融亜鉛メッキ仕上げ 磁器製 AAC 250 mm<sup>2</sup> 分岐導体等用支持碍子 鋼材、溶融亜鉛メッキ仕上げ 鋼材、溶融亜鉛メッキ仕上げ GSW55 mm<sup>2</sup> ・照明器具を設置すること。</p>	
3.	<p>(1) 15 kV 開閉装置</p> <p>構成・数量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 適用規格</li> <li>- 型式</li> <li>- 母線方式</li> <li>- 制御・保護</li> <li>- 数量</li> </ul>	<p>IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 屋内型、金属閉鎖型ガス絶縁配電盤 複母線方式 ベイコントロールユニット方式（BCU） 20 MVA 変圧器盤 : 2 面 15 kV 配電線盤 : 7 面（内予備 4 面含む） 母線連絡盤 : 1 面 所内変圧器盤 : 1 面</p>	1 式

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
(2)	共通仕様 - 定格電圧 - 定格周波数 - 母線定格電流 - 遮断器 - 型式 - 定格遮断電流 - 再閉路機能 - 動作責務 - 定格短時間耐電流（時間） - 定格雷インパルス耐電圧 - 定格商用周波耐電圧（1分間） - 制御電源 - 監視・制御・保護装置 - 塗装 - ケーブル取込み - 付属品	計器用変圧器盤 : 1面  36 kV 50 Hz 2,500 A  VCB もしくは GCB、断路装置／接地装置付き 25 kA 以上 3相再閉路 O-0.3 sec.-CO-3 min.-CO 25 kA (2 sec.) 170 kV 70 kV DC 110 V 及び AC 230 V 過電流保護、地絡過電流保護等、BCU 式 5Y7/1 または RAL 7044 盤底部 結露防止ヒータ、警報接点付 MCCB、キー付扉 ハンドル、スプリングチャージハンドル、テスト プラグ等、取り付けに必要な金具	
(3)	機器 1) 20MVA 変圧器盤 - 定格電流 - 変流器 - 計器用変圧器 - 電圧検出装置 2) 15 kV 配電盤 - 定格電流 - 計器用変流器 - 計器用変圧器 - 電圧検出装置 3) 母線連絡盤 - 定格電流 - 変流器 - 特記仕様 4) 所内変圧器盤 - 定格電流 - 変流器 - 電圧検出装置 5) 計器用変圧器 - 計器用変圧器	1,250 A 36 kV, 1,000-2,000/1/1/1 A, 0.5/5P20/5P20 15/√3 kV/110/√3 V, 1.0 級 ランプ表示式  1,250 A 36 kV, 0.5/5P20/5P20、電流比は図面参照 15/√3 kV/110/√3 V ランプ表示式  2,500 A 36 kV, 1,000-2,000/1/1/1 A, 0.5/5P20/5P20 断路器／接地装置を遮断器の母線側に設置  630 A 36 kV, 100-200/1/1/1 A, 0.5/5P20/5P20 ランプ表示式  各母線用 2 組（6 相分） 15/√3 kV/110/√3 V, 1.0 級	
4.	制御・保護装置 ① 共通仕様 - 適用規格 - 構成 110 kV 送電線回線用 20 MVA 変圧器回線用 15 kV 配電用用 ② 110 kV 送電線回線用 - 数量 - 保護継電器  - 付属品 ③ 20 MVA 変圧器回線用	(110/15kV 用) 1 式  IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格  BCU 及び別置保護継電器方式 BCU 及び別置保護継電器方式 BCU 方式  2 回線分 主保護 : 電流差動継電方式 後備保護 : 距離継電方式 警報表示器、MCCB 等	1 式

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 数量</li> <li>- 負荷時タップ切換器制御</li> <li>- 保護継電器</li>   <li>- 付属品</li> <li>④ 15 kV 制御用</li> <li>- 数量</li>   <li>- 付属品</li> </ul>	<p>2 回線分</p> <p>20 MVA 変圧器電圧制御（並列運転制御含む） 変圧器保護 主保護 : 比率差動継電方式 後備保護 : 過電流継電方式 警報表示器、MCCB 等</p> <p>20 MVA 変圧器回路 : 2 回路 15 kV 配電線回路 : 7 回路 母線連絡回路 : 1 回路 所内変圧器回路 : 1 回路 警報表示器、MCCB 等</p>	
5.	<p>SCADA 及び通信設備</p> <p>(1) マイクロ SCADA システム</p> <p>① 共通仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 規格</li> <li>- 特記仕様</li> </ul> <p>② 遠隔端末装置 (RTU)</p> <p>③ マイクロ SCADA システム</p> <p>④ 監視・制御用ワークステーション</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 制御電源</li> <li>- 計測機能</li> <li>- 監視機能</li> <li>- 操作機能</li> <li>- 付属品</li> </ul> <p>⑤ ローカルエリアネットワーク</p> <p>(2) 通信装置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 適用規格</li> <li>- 通信用多重化装置</li>   <li>- 電話システム</li> </ul>	<p>IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 盤内制御ケーブル用端子台については、その数量の 10% 以上の予備を設ける。</li> <li>- その消耗品がローカルで購入可能であるプリンターの機種を選定する。</li> </ul> <p>変電所内の開閉装置、制御装置、保護装置、電源装置等の情報を BCU やハブスイッチを介して、RTU 盤に取り込む。</p> <p>RTU 盤の情報を使用して、変電所監視制御サーバによる所内監視・制御システムを構築する</p> <p>オペレーターワークステーション : 2 組</p> <p>AC 230 V (無停電電源による)</p> <p>電圧、電流、電力、無効電力等の計測・表示 状態表示、故障警報表示等</p> <p>110/15 kV 開閉装置の操作 プリンター 2 台、机 1 組および椅子 2 脚、 光ケーブル、LAN 用ケーブル、他</p> <p>光ファイバーネットワークを通じて、中央給電指令所 (NECC) との信号を送受信し、NECC からの監視・操作を可能とするための通信装置。</p> <p>IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 光ファイバーケーブル用接続箱含む。また、ルーターを付加してインターネット環境を整備する。</p> <p>制御電源 : DC 48 V IP PBX (電話機 4 台付き) 制御電源 : DC 48 V 及び AC 230 V (無停電電源装置)</p>	1 式
6.	<p>所内電源設備</p> <p>(1) 15/0.4 kV 所内変圧器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 適用規格</li> <li>- 型式</li> <li>- 連続定格出力</li> <li>- 定格周波数</li> <li>- 相数</li> <li>- 定格一次電圧</li> <li>- 定格二次電圧</li> </ul>	<p>1 台</p> <p>IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 屋外型、無圧密封式</p> <p>250 kVA 50 Hz 3 相 15 kV 400-230 V</p>	1 式

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- タップ切換装置 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ タップ電圧</li> <li>・ タップ数</li> <li>・ ステップ電圧</li> </ul> </li> <li>- 冷却方式</li> <li>- 結線表示</li> <li>- 定格雷インパルス耐電圧</li> <li>- 定格商用周波耐電圧 (1 分間)</li> <li>- 接続方法</li>   <li>- 塗装色</li> <li>- 付属品</li> </ul>	無負荷時タップ切換式 (NLTC) 15 kV +/- 2.5%, +/- 5% 5 タップ 2.5% 油入自冷式 (ONAN) Dyn11 15 kV : 95 kV 15 kV : 38 kV 15 kV 側 : ケーブル接続 400 V 側 : ケーブル接続 N7 1 次側・2 次側ともケーブルダクト、油面計、油温計、他	
(2)	DC 110 V 電源装置 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 共通仕様 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 適用規格</li> <li>- 定格電圧</li> <li>- 定格</li> </ul> </li> <li>② 充電器盤 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li>   <li>- 入力電圧</li> <li>- 出力電圧</li> </ul> </li> <li>③ 蓄電池 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 容量</li> </ul> </li> <li>④ DC 110 V 分電盤 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 電源分割</li> <li>- 付属品</li> </ul> </li> </ul>	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 DC 110 V 100%連続  屋内、金属閉鎖型、サイリスタ整流方式、負荷電圧補償装置付 100%容量の 2 台構成 AC 400 V (3 相) または AC 230 V (単相) DC 110 V ±3 V  制御弁式据置鉛蓄電池 300 Ah  屋内型、金属閉鎖型、MCCB (警報接点付き) 予備回路 20%含む 盤内照明、電流計、電圧計、地絡保護継電器、故障表示灯、警報接点付 MCCB、負荷電圧補償装置	
(3)	DC 48 V 電源装置 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 共通仕様 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 適用規格</li> <li>- 定格電圧</li> <li>- 定格</li> </ul> </li> <li>② 充電器 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li>   <li>- 入力電圧</li> <li>- 出力電圧</li> </ul> </li> <li>③ 蓄電池 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 容量</li> </ul> </li> <li>④ DC 48 V 分電盤 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 電源分割</li> <li>- 付属品</li> </ul> </li> </ul>	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 DC 48 V 100%連続  屋内、金属閉鎖型、サイリスタ整流方式、負荷電圧補償装置付 AC 400 V (三相) または AC 230 V (単相) DC 48 V ±3 V  制御弁式据置鉛蓄電池 100 Ah  屋内型、金属閉鎖型、MCCB (警報接点付き) 予備回路 20% (MCCB 実装) 含む 盤内照明、電流計、電圧計、地絡保護継電器、故障表示灯、負荷電圧補償装置	
(4)	交流電源設備 (AC 分電盤) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 定格電圧</li> </ul>	屋内型、金属閉鎖型	

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
(5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 入力電圧</li> <li>・ 出力電圧</li> <li>- 定格短時間耐電流</li> <li>- 電源分割</li> <li>- 付属品</li> </ul> <p>無停電電源装置</p> <p>① 無停電電源盤</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 適用規格</li> <li>- 型式</li> <li>- 定格電圧 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 入力電圧</li> <li>・ 出力電圧</li> </ul> </li> <li>- 定格</li> <li>- 付属品</li> </ul> <p>② 蓄電池</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 定格</li> </ul> <p>③ 無停電電源用交流分電盤</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 型式</li> <li>- 定格電圧</li> <li>- 電源分割</li> <li>- 付属品</li> </ul>	<p>AC 400 V±5% (3相4線式)</p> <p>AC 3相 400 V および単相 230 V (3相4線式)</p> <p>25 kA (1 sec.)</p> <p>予備回路 20% (MCCB 実装) 含む</p> <p>盤内照明、積算電力量計、地絡保護継電器、故障表示灯、電圧計、電流計</p> <p>IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格</p> <p>屋内、金属閉鎖型、常時インバータ給電方式</p> <p>AC 230 V±10%</p> <p>AC 230 V±5%</p> <p>100%連続、1時間以上の出力を保証</p> <p>盤内照明、電流計、電圧計、過電流過電圧保護装置、故障表示灯</p> <p>DC 110 V</p> <p>屋内型、金属閉鎖型、MCCB (警報接点付き)</p> <p>AC 230 V</p> <p>予備回路 20%含む</p> <p>盤内照明</p>	
7.	15 kV 配電用ケーブル資材		1 式
(1)	<p>15kV 配電用ケーブル</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 規格</li> <li>- 型式</li> <li>- 導体</li> <li>- 端末処理材</li> <li>- 15 kV 配電盤—配電鉄塔間</li> </ul>	<p>IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格</p> <p>架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル</p> <p>圧縮銅撚り線</p> <p>屋外耐塩/屋内型、熱収縮型又はプレハブ型</p> <p>3 回線分</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ フリーゾーン 1 開閉所向け (新設鉄塔まで)</li> <li>・ ビレンボ変電所向け (新設鉄塔まで)</li> <li>・ ゴコモロ地区向け (既設鉄塔まで)</li> </ul> <p>定格：18/30 kV</p> <p>サイズ：1 条 x 単芯 240 mm<sup>2</sup> 以上/相</p>	
(2)	<p>15 kV 避雷器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 適用規格</li> <li>- 型式</li> <li>- 定格</li> <li>- 付属品</li> </ul>	<p>IEC、JEC、JIS、JEM もしくは同等規格</p> <p>屋外型、酸化亜鉛式、単相</p> <p>15 kV, 10 kA</p> <p>取り付け用腕金等の資材を含む</p>	

### 3) 変電所建屋及び付帯設備建設計画

既存ディーゼル発電所敷地に隣接する新たな敷地にンデラ変電所を建設する。計画敷地は、面積約 5,600 m<sup>2</sup>、標高 1,540 m～1,550 m の斜面を平坦に地盤整正し、公道から計画地まで取り付け道路を建設する。計画地内に変電所建屋 1 棟 (地下 1 階、地上 1 階) の他、所内変圧器基礎 1 基、母線用架構基礎 4 基、避雷器基礎 12 基、変流器基礎 12 基、計器用変圧器基礎 9 基、断路器基礎 6 基、遮断器基礎 4 基、110/15kV 変圧器基礎 2 基、避雷鉄塔基礎 2 基、架構基礎 4 基、雨水排水溝、ケーブルピット、防火壁、尿尿排水槽、浄化槽、屋外照明設備等を建設する。主要施設の概要は以下のとおりである。

## 主要施設

変電所建屋： 地下1階、地上1階、鉄筋コンクリートラーメン構造、建築面積 360.00 m<sup>2</sup>、  
延床面積 602.19 m<sup>2</sup>

変電所建屋の主要機能及び建築計画は以下のとおりである。

**表 3-2-2-4.2 主要機能及び建築計画**

階	部屋名	面積	設備/仕様
BF	電気配線及び受水槽室		照明コンセント、受水槽、配線ラック、排水溝
	ピット		
	小計	242.19 m <sup>2</sup>	
GF	開閉器室		照明コンセント、配線ピット
	制御室		照明コンセント、空調設備、配線ピット
	バッテリー室		照明コンセント、配線ピット、流し台
	蓄電室		照明コンセント、空調設備、掃除用シンク
	テレコム室		照明コンセント、空調設備
	事務室		照明コンセント
	会議室		照明コンセント
	給仕室		照明コンセント、換気設備、流し台
	トイレ及びシャワー室		照明コンセント、換気設備、トイレ洋便器、洗面器、シャワー
	用務員室		照明コンセント、空調設備
	通路		照明コンセント
	倉庫		照明コンセント
	小計	360.00 m <sup>2</sup>	
合計	602.19 m <sup>2</sup>		

変電所建屋の主な外部仕上げは以下のとおりである。

**表 3-2-2-4.3 外部仕上げ表**

施設名	部位	仕様
変電所建屋	屋根(1)	アスファルト防水、スタイロフォーム t=50、押えコンクリート
	屋根(2)	アスファルト防水、スタイロフォーム t=50、押えコンクリート
	外壁	エマルジョン塗装
	窓	アルミサッシ既製品
	扉	鋼製建具
	堅樋	塩化ビニル管
	ルーフトレイン	鋳鉄製

変電所建屋の主な内部仕上げは以下のとおりである。

**表 3-2-2-4.4 内部仕上げ表**

階	部屋名	床	壁	天井
BF	電気配線及び受水槽室	防滑塗装	コンクリート打ち放し	コンクリート打ち放し
	ピット	コンクリート金縷		
GF	開閉器室	300角タイル	エマルジョン塗装	エマルジョン塗装
	制御室			
	バッテリー室			

蓄電室			
テレコム室	300 角タイル	エマルジョン塗装	軽量鉄骨天井地下石膏ボード
事務室			
会議室			
給仕室			
トイレ及びシャワー室			
用務員室			
通路			
倉庫	300 角タイル	エマルジョン塗装	コンクリート打ち放し

#### 4) ルワンダ国側の工事

ンデラ変電所に係るルワンダ国側の主な工事内容は以下の通りである。

- ① フェンス及びゲートの建設
- ② 構内雨水排水溝からの雨水処理
- ③ 市水の引き込み
- ④ 守衛小屋の建設（必要に応じて）

#### (2) ガソギ変電所（増設）

##### 1) 基本事項

- ・ カブガ開閉所向け配電線用として、既設 15 kV 配電盤にフィーダー盤 1 面を増設する。増設する配電盤は既設 15kV 配電盤（ABB 社製 ZX1.5）を考慮して選定する。
- ・ 増設する配電盤にバイコントロールユニットを設置し、制御及び保護を行う。
- ・ 増設したバイコントロールユニットから既設遠隔端末装置（RTU）に接続し、既設通信装置経由、光ファイバーネットワークを通じて、給電指令所との信号を送受信し、給電指令所からの操作を可能とする。（添付図面 SS-04-2 参照）
- ・ AC 230 V、DC 110 V 及び DC 48 V 等、所内電源は既設を使用する。
- ・ 既設配電盤への増設に当たっては、できるだけ短い停電時間になるよう計画する。

詳細は下記に示すガソギ変電所関連図面を参照。

- SS-05 ; ガソギ変電所 単線結線図
- SS-04-3 ; ガソギ変電所及びカブガ開閉所 通信関連図

##### 2) 変電設備の計画内容

既設ガソギ変電所に日本側から調達される主な機器を表 3-2-2-4.5 に示す。

表 3-2-2-4.5 ガソギ変電所 日本側調達機器一覧表

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
1.	15 kV 配電盤（増設）	（既設配電盤と同様の仕様）	1 面
	- 型式	単母線方式	
	- 数量	15 kV 配電線盤 : 1 面	
	- 定格電圧	40.5 kV	
	- 定格母線電流	1,250 A	
	- 周波数	50 Hz	

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 定格短時間耐電流（時間）</li> <li>- 定格しゃ断電流</li> <li>- 定格雷インパルス耐電圧</li> <li>- 定格商用周波耐電圧（1分間）</li> <li>- 遮断器</li> <li>- 定格電流</li> <li>- 変流器</li> <li>- 計器用変圧器</li> <li>- 制御・保護</li> <li>- ケーブル取込み</li> <li>- その他</li> </ul>	25 kA（2 sec.） 25 kA 170 kV 70 kV VCB 又は GCB、断路装置／接地装置付き 40.5 kV、800 A、25 kA 800 A 200-400/1/1/1 A、確度階級 0.5/5P20/5P20 15,000/√3 /110/√3 V BCU 式（ABB 社製 REF670 もしくは相当品） 保護機能（過電流、地絡保護）を含む。 盤底部 増設に必要な諸材料一式（SF <sub>6</sub> ガス、ベース、他） RTU 用インターフェースを具備すること。	
2.	制御・通信設備 (1) 制御盤（配電フィーダー盤） <ul style="list-style-type: none"> <li>- 規格</li> <li>- 型式</li> <li>-</li> <li>- 設置場所</li> <li>- 制御・監視機能</li> <li>- 保護機能</li> <li>- 制御電源</li> </ul> (2) RTU カード <ul style="list-style-type: none"> <li>- RTU カード</li> <li>- 付属品</li> </ul>	1 面 IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 屋内型、金属閉鎖型、必要最小限の大きさとする。 （但し、操作に必要な高さは確保すること） 既設制御室（既設盤近くに設置） 既設（ABB 社製 REF670）もしくは同等品 過電流保護及び地絡過電流保護等、既設に準拠 既設 DC 110 V 1 式 既設送受信カード（ABB 社製 RTU560 システム 用送受信カード“23OK 24”）もしくは同等品 光ファイバーケーブル（送受信用 1 対）	1 式
3.	15 kV 配電用ケーブル資材 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 仕様</li> <li>- 回線数</li> </ul>	ンデラ変電所と同じ（表 3-2-2-4.1 参照） 1 回線：カブガ開閉所向け	1 式

### 3) ルワンダ国側の工事

既設ガソギ変電所改修に係わるルワンダ側の主な工事内容は以下のとおりである。

- ① 増設 15kV 配電盤用スペース（配電盤室拡張）の確保と既設ケーブルトレンチの拡張、及び新制御盤用ケーブルトレンチの拡張

### (3) 開閉所（新設）

#### 1) カブガ開閉所基本事項

- ・ ガソギ変電所から 1 回線の 15 kV 配電線が本開閉所に接続される。
- ・ ガソギ変電所からの配電線に加えて、3 回線の配電線用配電盤を設置する。（うち 1 面は予備用）
- ・ 15/0.4 kV、630 kVA 変圧器 1 台が設置され、本開閉所所内用電源及び近郊への 400 V 配電用として使用される。
- ・ 15 kV 配電盤は単母線方式とし、ガス絶縁開閉装置が採用される。15 kV 配電盤は開閉所建屋内 15 kV 配電盤室内に設置される。尚、キガリ市以外の全国の配電電圧

が 30 kV のため、機器の互換性を考慮し、36 kV の定格電圧を持つ機器を調達する。

- ・ 開閉所内の配電盤情報や電源設備の信号等の情報は RTU 盤に集約され、光ファイバーネットワークを通じて、中央給電指令所との信号を送受信し、中央給電指令所からの監視・操作を可能とする。中央給電指令所や他変電所に採用されている既設システム（RTU：ABB 社製 RTU560 システム、BCU：ABB 社製 REF542+/RET542+、REF670/RET670 等、通信設備：ECI 社製 BG-20 を採用）に合致した設備を選定すること。
- ・ 開閉所全体の接地システムを構築する。

詳細は下記に示すカブガ開閉所関連図面を参照。

- SS-02 ; カブガ開閉所 単線結線図
- SS-04-2 ; 開閉所 制御・保護構成図
- SS-09 ; カブガ開閉所 配置図

## 2) ムリンディ開閉所基本事項

- ・ ガソギ変電所とキガリ国際空港開閉所間を結ぶ既設 15kV 配電線路を新設する耐張鉄塔により分断し、分断した 15kV 配電線路 2 回線をムリンディ開閉所へ埋設ケーブルで接続する。
- ・ 上記の配電線に加えて、4 回線の配電線用配電盤を設置する。(うち 1 面は予備用)
- ・ 15/0.4 kV、630 kVA 変圧器 1 台が設置され、本開閉所所内用電源及び近郊への 400-230 V 配電用として使用される。
- ・ 15 kV 配電盤は単母線方式とし、ガス絶縁開閉装置が採用される。15 kV 配電盤は開閉所建屋内 15 kV 配電盤室内に設置される。カブガ開閉所と同様、36 kV の定格電圧を持つ機器を調達する。
- ・ 開閉所内の配電盤情報や電源設備の信号等の情報は RTU 盤に集約され、光ファイバーネットワークを通じて、中央給電指令所との信号を送受信し、中央給電指令所からの監視・操作を可能とする。中央給電指令所や他変電所に採用されている既設システム（RTU：ABB 社製 RTU560 システム、BCU：ABB 社製 REF542+/RET542+、REF670/RET670 等、通信設備：ECI 社製 BG-20 を採用）に合致した設備を選定すること。
- ・ 開閉所全体の接地システムを構築する。

詳細は下記に示すムリンディ開閉所関連図面を参照。

- SS-03 ; ムリンディ開閉所 単線結線図
- SS-04-2 ; 開閉所 制御・保護構成図
- SS-08 ; ムリンディ開閉所 配置図

## 3) 開閉所設備の計画内容

カブガ開閉所及びムリンディ開閉所に日本側から調達される機器を表 3-2-2-4.6 に示す。

表 3-2-2-4.6 カブガ開閉所及びムリンディ開閉所日本側調達機器一覧表

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量／開閉所
1.	開閉設備	(15 kV リングメインユニット)	1 式
(1)	構成・数量		
	- 規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格	
	- 型式	屋内型、金属閉鎖型ガス絶縁配電盤 (RMU 型)	
	- 母線方式	単母線方式	
	- 制御・保護方式	バイコントロールユニット (BCU) 方式	
	- 数量	15 kV 配電盤	
		- カブガ開閉所 : 4 面	
		- ムリンディ開閉所 : 5 面	
		15/0.4 kV 変圧器盤 : 1 面	
		計器用変圧器盤 : 1 面	
(2)	共通仕様		
	- 定格電圧	36 kV	
	- 定格周波数	50 Hz	
	- 母線定格電流	1,250 A	
	- 遮断器		
	- 型式	VCB 又は GCB、断路装置／接地装置付き	
	- 定格遮断電流	25 kA	
	- 再開路機能	3 相再開路	
	- 動作責務	O-0.3 sec.-CO-3 min.-CO	
	- 定格短時間耐電流 (時間)	25 kA (2 sec.)	
	- 定格雷インパルス耐電圧	170 kV	
	- 定格商用周波耐電圧 (1 分間)	70 kV	
	- 制御電圧	DC 110 V	
(3)	機器		
1)	15 kV 配電盤		
	- 定格電流	630 A	
	- 計器用変流器	400-800/1/1/1 A, 0.5/5P20/5P20	
	- 計器用変圧器	15/√3 kV/110/√3 V	
	- 電圧検出装置	ランプ表示	
2)	15/0.4 kV 変圧器盤		
	- 定格電流	630 A	
	- 計器用変流器	100-200/1/1/1 A, 0.5/5P20/5P20	
	- 電圧検出装置	ランプ表示	
3)	計器用変圧器盤		
	- 計器用変圧器	母線用、15/√3 kV/110/√3 V, 1.0 級	
2.	SCADA 用通信設備		1 式
(1)	遠隔端末装置 (RTU 盤)		
	- 規格	IEC 61850 もしくは同等規格	
	- 制御電圧	制御電圧 ; DC 110 V	
(2)	通信装置		
	① 通信用多重化装置		
	- 規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格	
	- 制御電圧	DC 48 V	
	② 電話システム		
	- 規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格	
	- 構成機器	IP PBX (電話機 1 台付き)	
	- 制御電圧	DC 48 V	
(3)	その他の資材	光ケーブル及び端末	
3.	所内電源設備		1 式
(1)	15/0.4 kV 変圧器 (所内電源用及び近郊)	(1 台)	

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量／ 開閉所
	への配電用) - 規格 - 型式  - 連続定格出力 - 定格周波数 - 定格一次電圧 - 定格二次電圧 - 無負荷時タップ切換装置 (NLTC) - タップ電圧 - タップ数 - ステップ電圧 - 冷却方式 - 結線表示 (ベクトルグループ) - 定格雷インパルス耐電圧 - 定格商用周波耐電圧 (1 分間) - 接続方法  - 付属品 (2) DC 110 V 電源装置 ① 共通仕様 - 規格 - 定格電圧 - 定格 ② 充電器 - 型式  - 入力電圧 - 出力電圧 - 電源分割 ③ 蓄電池 - 型式 - 容量 - 付属品  (3) DC 48 V 電源装置 ① 共通仕様 - 規格 - 定格電圧 - 定格 ② 充電器 - 型式  - 入力電圧 - 出力電圧 - 電源分割  ③ 蓄電池 - タイプ - 容量 ④ 付属品  (4) 交流電源設備	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 屋内型、無負荷時タップ切換装置付、無圧密封式  630 kVA 50 Hz 15,000 V 400-230 V (3 相 4 線式)  15,000 V +/- 2.5%, +/-5.0% 5 タップ 2.5% 油入自冷方式 (ONAN) Dyn11 15 kV : 95 kV 以上 15 kV : 38 kV 以上 15 kV 側 : ケーブル接続 400 V 側 : ケーブル接続 油面計、油温計、他  IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 DC 110 V 100%連続、充電器 2 台  屋内、金属閉鎖型、サイリスタ整流方式、負荷電圧補償装置付 AC 400 V (3 相) または AC 230 V (単相) DC 110 V ±3 V 予備回路 20% 含む  制御弁式据置鉛蓄電池 110 Ah 盤内照明、電流計、電圧計、地絡保護継電器、故障表示灯、負荷電圧補償装置  IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 DC 48 V 100%連続  屋内、金属閉鎖型、サイリスタ整流方式、負荷電圧補償装置 (シリコンドロップパー等) 付 AC 400 V (3 相) または AC 230 V (単相) DC 48 V ±3 V MCCB (警報接点付き)、予備回路 20% 含む  制御弁式据置鉛蓄電池 40 Ah 盤内照明、電流計、電圧計、地絡保護継電器、故障表示灯	

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量／ 開閉所
	① 共通資料 - 規格 - 型式 - 定格電圧 ・ 入力 ・ 出力 - 定格短時間耐電流 - 付属品 ② 所内用交流分電盤 - 電源分割 ③ AC 400 V 配電用分電盤 - 電源分割	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格 屋内型、金属閉鎖型  AC 400 V±5%、3 相 4 線式 AC 3 相 400 V および単相 230 V 25 kA (1 sec) 盤内照明、積算電力量計、地絡保護継電器、故障表示灯、警報接点付 MCCB、電圧計、電流計 所内機器用分電盤：1 面 予備回路 20% 含む 近郊需要家向け 400 V 配電盤：1 面 MCCB 225AF/225AT x 10 回路	
4.	15 kV 配電用ケーブル関係資材		1 式
(1)	15kV 配電用ケーブル - 仕様 - 数量	ンデラ変電所と同じ（表 3-2-2-4.1 参照）  カブガ開閉所：下記 3 回線分 ・ガソギ向け（接続点：新設鉄塔） ・カブガセンター（接続点：既設電柱） ・リベラ学校向け（接続点：既設電柱） ムリンディ開閉所：下記 2 回線 ・ガソギ向け（接続点：改修鉄塔） ・キガリ国際空港（接続点：改修鉄塔） ンデラ変電所と同じ（表 3-2-2-4.1 参照）	
(2)	15kV 避雷器		

#### 4) 開閉所建屋及び付帯設備建設計画

カブカ及びムリンディ開閉所は現在空地となっている場所に建設する予定であり、各開閉所建屋各 1 棟（地上 1 階）、合計 2 棟を建設する。

カブガ開閉所は、平地の広い空地の一面に建設する予定であり、本案件で日本側が調達する全設備は開閉所建屋内に設置する。地形調査での図面によると、4 か所のベンチマークにより敷地が計画され、敷地面積は約 15mx 約 20m=約 300m<sup>2</sup>である。敷地のほぼ中央に制御棟建屋 8mx10m=80m<sup>2</sup>を建設する。カブガ開閉所のフェンス、ゲート、屋外照明、外構等は先方負担工事となる。カブガ開閉所の地形図は添付資料-15（地質測量結果）に、建屋配置図を添付図面 A-1 に示した。

ムリンディ開閉所は、高低差のある三角形の空地の 1 画に開閉所建屋を建設する。本案件で日本側が調達する全設備は開閉所建屋に設置する。地形調査での図面によると、8 か所のベンチマークにより示された計画敷地には若干の高低差があるが、建屋建設位置はほぼ平坦な場所である。敷地のコーナーに制御棟建屋 8mx10m=80m<sup>2</sup>を建設する。ムリンディ開閉所のフェンス、ゲート、屋外照明、外構等は先方負担工事となる。ムリンディ開閉所の地形図は添付資料-15（地質測量結果）に、建屋配置図は添付図面 A-12 に示した。

カブカ及びムリンディの敷地に主要施設の概要は以下のとおりである。

## 主要施設

開閉所建屋： 地上 1 階、鉄筋コンクリートラーメン構造、建築面積 80.00 m<sup>2</sup>/棟、延床面積 80.00 m<sup>2</sup>/棟

開閉所建屋の主要機能及び建築計画は以下のとおりである。

表 3-2-2-4.7 主要機能及び建築計画

階	部屋名	面積	設備/仕様
GF	開閉器室		照明コンセント、換気設備、配線ピット
	バッテリー室		照明コンセント、換気設備、配線ピット
	変圧器室		照明コンセント、換気設備
	小計	80.00 m <sup>2</sup>	1 棟当たり
	合計	80.00 m <sup>2</sup>	1 棟当たり

開閉所建屋の主な外部仕上げは以下のとおりである。

表 3-2-2-4.8 外部仕上げ表

施設名	部位	仕様
開閉所建屋	屋根 (1)	アスファルト防水、スタイロフォーム t=50、押えコンクリート
	外壁	エマルジョン塗装
	窓	アルミサッシ既製品
	扉	鋼製建具
	縦樋	塩化ビニル管
	ルーフドレイン	铸铁製

開閉所建屋の主な内部仕上げは以下のとおりである。

表 3-2-2-4.9 内部仕上げ表

階	部屋名	床	壁	天井
GF	開閉器室	300 角タイル	エマルジョン塗装	エマルジョン塗装
	バッテリー室			
	変圧器室	防滑塗装	エマルジョン塗装	エマルジョン塗装

## 5) ルワンダ国側の工事

各開閉所に係わるルワンダ国側の主な工事内容は以下のとおりである。

- ① 敷地の整地、必要に応じ (カブカ及びムリンディ)
- ② フェンス及びゲートの建設 (カブカ及びムリンディ)
- ③ 敷地内碎石敷き均し、屋外照明設備など、必要に応じ (カブカ及びムリンディ)
- ④ SCADA 接続用回線 (ムリンディ)

## (4) 110 kV 送電線 (改修・新設)

### 1) 計画内容

110kV 送電線の計画内容は、ビレンボ変電所とガソギ変電所間を結ぶ既設 110kV 送電線路

に分岐点を設け、その分岐点からンデラ変電所間（約 2.2km）を 110kV2 回線で結ぶための資機材調達及び建設である。分岐点となる既設鉄塔 212 号（懸垂型）を耐張型鉄塔へ改修した後、上流（ビレンボ変電所）と下流（ガソギ変電所）に分割し、水平配列方式の送電線を縦型配列 2 回線化のための母線設備を建設し、ンデラ変電所へむけ 2 回線送電とする。2 回線のうち 1 回線はビレンボ変電所からの受電とし、もう 1 回線はガソギ変電所への送電を目的とする。架空地線には既設同様に光ファイバ複合地線を採用し、変電所間の通信回線化により遠隔操作を可能にする。

本計画の 110kV 送電線路の下流に当たるガソギ変電所は 110kV の連携ループ化がされていないことから、分岐点工事の際にガソギ変電所以降の地域では停電が発生するため、停電時間を最大限短くするための措置が必修となる。また、分岐点工事は、先方実施機関による旧 212 号懸垂鉄塔の撤去作業が含まれる。

## 2) 設計条件

表 3-2-2-4.10 自然条件

項目	設計値
標高	2000 m 以下
導体温度	(摂氏)
- 最低温度	5 度
- 通常温度 (EDS)	25 度
- 最高温度	80 度
- 弛度算出用温度	50 度
風速	30m/s
風荷重	
- 導体	56.3kg/m <sup>2</sup>
- 鉄塔	163.1kg/m <sup>2</sup>
地耐力	400kN/m <sup>2</sup> (測量結果による)

表 3-2-2-4.11 電気条件

項目	設計値
標準径間	350m(250m)
風圧径間	350m (250m)
荷重径間	450m(350m)
回線数	2 (1 及び 2)
ROW	幅 15m (10m)
架空線最低地上高	一般： 7m 水路： 10m 道路横断： 8m
遮蔽角	30 度
最低沿面距離	16mm/kV
等価塩分付着量	0.063mg/cm <sup>2</sup>
適応規格 (鉄塔)	JEC-127 (既設改修鉄塔を除く)

備考： 表内の ( ) は 15kV 配電線での条件を示す。

## 3) 設備計画

### ① 鉄塔

鉄塔は、経済性、施工性（斜面での建設となりクレーン等の重機の利用が困難）の観点

から、ラチス型の鉄塔を採用する。

鉄塔の接地抵抗値は、10 オーム以下とする。

鉄塔の型式、数量は、後述する表 3-2-2-4.14 に示すとおり。

② 架空線

使用される導体は、エネルギー運用公社が標準としている鋼芯アルミより線（ACSR）240/40mm<sup>2</sup>（DIN 規格）、単導体とする。設計数量と調達数量の詳細を表に示す

**表 3-2-2-4.12 架空線数量表（ACSR 240/40mm<sup>2</sup>）**

項目	数量
① 110 kV 送電線 - 既設 211 号と 213 号間（既設改修） - 分岐点部（母線含む） - 新設 1 号鉄塔からンデラ変電所間	234m 38m 2,076m
② 弛度（3.5%）①x0.035 - 既設 211 号と 213 号間（既設改修） - 分岐点部（母線含む） - 新設 1 号鉄塔からンデラ変電所間	8m 1m 73m
③ 設計数量（①+②）x 回線数 等 [小計] - 既設 211 号と 213 号間（既設改修） 1 回線、3 相分 ((①+②) x 1 x 3) - 分岐点部（母線含む） 1 回線、3 相分 ((①+②) x 1 x 3) - 分岐点からンデラ変電所間 2 回線、3 相分 ((①+②) x 2 x 3)	13,855m 727m 236m 12,892m
④ ジャンパー線（補給数量に含む）	0m
⑤ 工事補給数量（5%）③x0.05 [小計] - 既設 211 号と 213 号間（既設改修） - 分岐点部（母線含む） - 新設 1 号鉄塔からンデラ変電所間	693m 36m 12m 645m
⑥ 数量合計 ③+⑤	14,548m
⑦ 調達数量	14.5km

③ 碍子

使用される碍子は、IEC60383-1 もしくは同等品とする。

④ 架空地線

架空地線は、エネルギー運用公社が標準としている光ファイバ複合地線（OPGW：97/48、SM24 コア）を採用する。設計数量の詳細を表に示す。

**表 3-2-2-4.13 架空地線数量表**

項目	数量
① 110 kV 送電線 - 既設 211 号と 213 号間（既設改修） - 新設 1 号鉄塔からンデラ変電所間	234m 2,076m
② 弛度(3.5%) ①x0.035 - 既設 211 号と 213 号間（既設改修） - 新設 1 号鉄塔からンデラ変電所間	8m 73m
③ 設計数量（①+②）x 2 回線 [小計]	4,540m

- 既設 211 号と 213 号間 (既設改修)	242m
- 新設 1 号鉄塔からンデラ変電所間	4,298m
④ ジャンパー線 (補給数量を含む)	0m
⑤ 工事補給数量 (5%) ③x0.05 [小計]	227m
- 既設 211 号と 213 号間 (既設改修)	12m
- 新設 1 号鉄塔からンデラ変電所間	215m
⑥ 数量合計 ③+⑤	4,767m
⑦ 調達数量	4.8km

#### 4) 110kV 送電線設備の計画内容

110kV 送電線に日本から調達される主な資機材を表 3-2-2-4.14 に示す。

表 3-2-2-4.14 110kV 送電設備 日本側調達機器一覧表

No.	機器/仕様項目	詳細仕様	数量
1.	鉄塔		
(1)	共通項目		
	- 型式	ラティス式	
	- 材質	圧延鋼材、溶融亜鉛メッキ仕上げ	
	- 安全率	本体：1.0、腕金：1.2	
	- 基礎構造	逆 T 字基礎型コンクリート製	
(2)	耐張鉄塔 (改修用)	(タイプ番号：110-E1)	1 基
	- 形状	烏帽子鉄塔、1 回線横配列式、耐張式、線路角 0~2 度	
	- 寸法 (概略)	架線高さ：約 18m	
(3)	懸垂鉄塔	(タイプ番号：110-A2)	3 基
	- 形状	四角鉄塔、2 回線縦配列式、懸垂式、線路角 0~3 度	
	- 寸法 (概略)	最下線高さ：約 17m 重量：約 4 ton (基礎材含む)	
(4)	耐張鉄塔 (軽角度)	(タイプ番号：110-B2)	2 基
	- 形状	四角鉄塔、2 回線縦配列式、耐張式、線路角 0~15 度	
	- 寸法 (概略)	最下線高さ：約 15m 重量：約 5.1 ton (基礎材含む)	
(5)	耐張鉄塔 (強角度)	(タイプ番号：110-C2)	1 基
	- 形状	四角鉄塔、2 回線縦配列式、耐張式、線路角 15~30 度	
	- 寸法 (概略)	最下線高さ：約 15m 重量：約 5.4 ton (基礎材含む)	
(6)	耐張鉄塔 (引留)	(タイプ番号：110-D2)	1 基
	- 形状	四角鉄塔、2 回線縦配列式、耐張式、線路角 0~30 度及び引留め	
	- 寸法 (概略)	最下線高さ：約 15m 重量：約 7.4 ton (基礎材含む)	
(7)	ガントリー (分岐点)		4 基
	- 形状	門型鉄塔、横配列、架空母線用	
	- 寸法 (概略)	高さ：約 12m	
2.	架渉線		
(1)	電線		14.5km
	- 型式	単導体/相	
	- 適用規格	鋼芯アルミより線 (ASCR)	
	- サイズ	DIN 240/40mm <sup>2</sup>	
(2)	架空地線		4.8km
	- 型式	1 本/1 回線	
	- 適用規格	光ファイバ複合架空地線 (OPGW)、97/48 または同等品	
	- 地線	DIN	
	- 光コア数	亜鉛メッキより線 (GSW) 24 ファイバ、SM	

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
3.	碍子（碍子連） - 碍子 - 形式 - 適用規格 - 材質・色 - 表面漏れ距離 - 1連当りの枚数 - 構成	懸垂碍子型、ボールソケット型 IEC 磁器、茶色 280mm/枚 9枚連/相 1連式懸垂型/耐張型もしくは2連懸垂型/耐張型とし、アークホーン、クランプなどで構成する。	1式
4.	光通信用接続箱 - ファイバー数 - 形式	24コア 屋外式	1式

## 5) ルワンダ国側の工事

110kV 送電線に係わるルワンダ国側の主な工事内容は以下のとおりである。

### ① 既設 212 号鉄塔の撤去作業

改修する鉄塔の組み付け時、同時に既設 212 号鉄塔の撤去作業を完了する必要がある。鉄塔の撤去を確認後に架線作業、受電確認を行うこととする。

## (5) 15 kV 配電線（新設・移設）

### 1) 計画内容

本計画では、4 サイトが対象となり、内 2 サイトは新設の①ルート 1 及び②ルート 2 であり、他の 2 サイトは、③110kV 送電鉄塔用用地の確保から既設配電線ルートを変更するための工事及び④ムリンディ開閉所との連絡用として、既設 15kV 配電線路を分割するための耐張鉄塔建設となる。詳細は下記のとおり。

- ① 15kV 配電線ルート 1 の計画内容は、既設ガソギ変電所から新設カブガ開閉所間を結ぶ約 6.5km の 1 回線用配電線路の資機材調達及び建設である。15kV 配電線ルート 1 は、田畑、丘、谷間などを通ることから、鉄塔式および鉄柱式の両方の架線支持物を採用する。鉄塔式は架線高さを高くして、丘及び谷間などを長径間とするためとし、鉄柱式は田畑及び道路に沿った建設用地の最小限化とするために採用する。本ルートの架空地線は、ガソギ変電所とカブガ開閉所間の通信用回線を考慮し、光ファイバ複合地線 (OPGW) を採用する。
- ② 15kV 配電線ルート 2 の計画内容は、ンデラ変電所から既設 15kV 配電線路（ビレンボ変電所とフリーゾーン 1 開閉所間）約 650m の 2 回線用 15kV 配電線路及び埋設 15kV ケーブルの資機材調達及び建設である。新設する鉄塔は縦型 2 回線であり、既設 15kV 配電線が三角配列式の 2 回線であることから、既設と新設鉄塔間の接続には 15kV ケーブルを利用する。経済特区内の道路の横断及び標高差が大きい場所であることから、架空線を高くするため、鉄塔を利用する。本ルートの架空地線は、既設配電線と同様に亜鉛メッキ鋼より線 (GSW) を 1 回線採用する。

- ③ 15kV 配電線ルート3の計画内容は、110kV 送電線鉄塔計画地に既設 15kV 配電線路（ルブンゴ開閉所からギシャカ地区向け）が位置するため、同既設 15kV 配電線の鉄塔 1 基を撤去し、鉄塔 2 基を新設する。既設鉄塔 1 基の撤去はエネルギー電力公社により実施される。架線高さなどは、既設鉄塔に合わせて設計する。架空地線は、既設に合わせ、亜鉛メッキ鋼より線（GSW）を採用する。
- ④ ムリンディ地区に新設する開閉所への接続用として、ガソギ変電所とキガリ国際空港開閉所間を結ぶ既設 15kV 配電線路を分断するための耐張鉄塔 1 基をムリンディ開閉所近くに建設する。近くにある既設懸垂鉄塔はそのまま利用し、新設する耐張鉄塔は既設 15kV 配電線下に建設するものとし、分断した 15kV 配電線路は同開閉所へ埋設ケーブルで接続する。導体及び架空地線は、既設配電線を利用する。

## 2) 設計条件

前述する表 3-2-2-4.10 及び表 3-2-2-4.11 に示す。

## 3) 設備計画

### ① 鉄塔/鉄柱

鉄塔は、経済性、施工性（斜面での建設となりクレーン等の重機の利用が困難）の観点から、山岳部はラチス型の鉄塔とし、田畑及び道路に沿った場所へは鉄柱（鋼管柱）を採用する。鉄柱には支線を設けず、自立式、分割式とする。

鉄塔の接地抵抗値は、10 オーム以下とする。また、鉄塔・鉄柱の型式及び数量は後述する表 3-2-2-4.18 に示す。

### ② 架空線

使用される導体は、エネルギー運用公社が標準としている鋼芯アルミより線（ACSR）120/20mm<sup>2</sup>、単導体とする。設計数量と調達数量の詳細を表 3-2-2-4.15 に示す。

表 3-2-2-4.15 架空線数量表（ACSR 120/20mm<sup>2</sup>）

項目	数量
① 15 kV 配電線	
- ルート-1	6,033m
- ルート-2	583m
- ルート-3	444m
② 弛度 (3.5%) ①x0.035	
- ルート-1	212m
- ルート-2	21m
- ルート-3	16m
③ 設計数量(①+②) x 回線数 x 相数 [小計]	23,739m
- ルート-1 (1 回線、3 相)	18,735m
- ルート-2 (2 回線、3 相)	3,624m
- ルート-3 (1 回線、3 相)	1,380m
④ ジャンパー線：補給数量に含む	0m
⑤ 工事補給数量 (5 %) ③x0.05 [小計]	1,786m
- ルート-1	936m
- ルート-2	181m
- ルート-3	69m

⑥ 調達数量 ③+⑤ (端数切捨て)	[小計]	24.8km
- ルート-1		19.6km
- ルート-2		3.8km
- ルート-3		1.4km

③ 碍子

使用される碍子は、IEC60383-1 もしくは同等品とする。

④ 架空地線

架空地線は、エネルギー運用公社が標準としている光ファイバ複合地線 (OPGW) もしくは鋼芯アルミより線 (GSW) を採用する。設計数量の詳細を表に示す。

表 3-2-2-4.16 架空地線 (OPGW) 数量表

項目		数量
① 15 kV 配電線路		
- ルート-1		6,033m
② 弛度 (3.5%) ①x0.035		
- ルート-1		212m
③ 設計数量 (①+②) x 1 回線	[小計]	
- ルート-1		6,245m
④ ジャンパー線：補給数量に含む		0m
⑤ 工事補給数量 (5%) ③x0.05	[小計]	
- ルート-1		312m
⑥ 数量合計 ③+⑤	[小計]	
- ルート-1		6,557m
⑦ 調達数量		6.5km

表 3-2-2-4.17 架空地線 (GSW) 数量表

Items		Q'ty
① 15 kV 配電線路		
- ルート-2		583m
- ルート-3		444m
② 弛度 (3.5%) ①x0.035		
- ルート-2		21m
- ルート-3		16m
③ 設計数量 (①+②) x 1 回線	[小計]	
- ルート-2		604m
- ルート-3		460m
④ ジャンパー線：補給数量に含む		0m
⑤ 工事補給数量 (5%) ③x0.05	[小計]	
- ルート-2		30m
- ルート-3		23m
⑥ 数量合計 ③+⑤	[小計]	
- ルート-2		640m
- ルート-3		490m

4) 15kV 配電設備の計画内容

15kV 配電線に日本から調達される主な資機材を表 3-2-2-4.18 に示す。

表 3-2-2-4.18 15kV 配電設備 日本側調達機器一覧表

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
1. (1)	鉄塔 共通項目 - 型式 - 材質 - 安全率 - 基礎構造	(R1:ルート1、R2:ルート2、R3:ルート3)  四角鉄塔、ラティス式 圧延鋼材、溶融亜鉛メッキ仕上げ 本体：1.0、腕金：1.2 逆T字基礎型コンクリート製	
(2)	懸垂鉄塔 - 形状 - 寸法（概略）	タイプ番号：15-TA1 1回線、三角配列式、懸垂式、線路角 0~3度 最下線高さ：約 13m 重量：約 1.7 ton（基礎材含む）	5 基
(3)	耐張鉄塔（軽角度） - 形状 - 寸法（概略）	タイプ番号：15-TB1 1回線、三角配列式、耐張式、線路角 0~30度 最下線高さ：約 13m 重量：約 2.2 ton（基礎材含む）	4 基
(4)	耐張鉄塔（引留） - 形状 - 寸法（概略）	タイプ番号：15-TD1 1回線、三角配列式、耐張式、線路角 0~50度及び引留め用 最下線高さ：約 13m 重量：約 2.6 ton（基礎材含む）	12 基
(5)	耐張鉄塔（軽角度） - 形状 - 寸法（概略）	タイプ番号：15-TB2 2回線、縦配列式、耐張式、線路角 0~30度 最下線高さ：約 18m 重量：約 4.8 ton（基礎材含む）	2 基
(6)	耐張鉄塔（軽角度） - 形状 - 寸法（概略）	タイプ番号：15-TD2 2回線、縦配列式、耐張式、線路角 0~60度及び引留め用 最下線高さ：約 13m 重量：約 5.3 ton（基礎材含む）	2 基
2.	鉄柱 - 形状 - 型式 - 材質 - 安全率 - 寸法（概略）	（引き通し用） 丸型、自立式 3分割式、1回線、三角列式、架空地線付 炭素鋼鋼管(STK400)、溶融亜鉛メッキ仕上げ 1.5、高さ約 16.7m	28 組
3. (1)	架渉線 電線 - 型式 - 適用規格 - サイズ	単導体/相 鋼芯アルミより線（ASCR） DIN 120/20mm <sup>2</sup>	24.8km
(2)	架空地線-1 - 型式 - 適用規格 - 光コア数	光ファイバ複合架空地線（OPGW）、ACS-46-3.9もしくは同等品 DIN 24ファイバ、SM	6.5km
(3)	架空地線-2 - 型式 - 適用規格 - 地線サイズ	亜鉛メッキより線（GSW） DIN 50mm <sup>2</sup>	1.13km
(4)	碍子（碍子連）		

No.	機器／仕様項目	詳細仕様	数量
1)	碍子 - 形式 - 適用規格 - 材質・色 - 最低沿面距離 - 数量	懸垂碍子型、ポールソケット式 IEC 磁器製、茶色 280mm/枚 4枚/連	1式
2)	ピン碍子 - 形式 - 適用規格 - 材質・色 - 定格電圧	ピン型もしくはポスト型 IEC 磁器製、茶色 30kV	75個
(5) -1	電力ケーブル 地中ケーブル - 絶縁体 - 適用規格 - 導体 - 心数 - 導体サイズ - 金属鎧装	(ルート2、鉄塔間接続用) 30kV、架橋ポリエチレン (XLPE) IEC 銅 単芯 240mm <sup>2</sup> テープ式	450m
-2	端末 - 形式	熱伸縮式、屋外式・屋内式	12組
(6)	光通信用接続箱 - ファイバー数 - 形式	24コア 屋外式	1式

## 5) ルワンダ国側の工事

15kV 配電線に係わるルワンダ国側の主な工事内容は以下のとおりである。

- ① ルート3での既設鉄塔の撤去作業及び既設鉄塔に接続されている電力ケーブルの移設作業
- ② 新設するムリンディ開閉所近くの既設鉄塔の撤去作業 (必要に応じ)
- ③ 新設するムリンディ開閉所近くの既設鉄塔に接続されている 15kV 分岐線の移設作業 (必要に応じ)

### 3-2-3 概略設計図

本計画の概略設計図は、添付資料6に示す。

### 3-2-4 施工計画/調達計画

#### 3-2-4-1 施工方針/調達方針

本計画は、我が国の無償資金協力の枠組みに基づいて実施されるため、我が国政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文 (E/N) 及び JICA (国際協力機構) とルワンダ国との贈与契約 (G/A) が取り交わされた後に実施に移される。以下に本計画を実施に移す場合の基本事項及び特に配慮を要する点を示す。

## (1) 事業実施主体

ルワンダ国側の本計画実施の監督責任機関は、インフラ省であり、実施機関はエネルギー開発公社である。また、当該設備の供用開始後の運用維持管理は、本計画の協力機関であるエネルギー運用公社が担当する。本計画を円滑に進めるために、インフラ省、エネルギー開発公社及びエネルギー運用公社は、本計画を担当する責任者を選任し、日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡及び協議を行う必要がある。

選任されたエネルギー運用公社の本計画責任者は、本計画に関係するインフラ省、エネルギー開発公社及びエネルギー運用公社職員、並びに計画対象地域の住民に対して、本計画の内容を十分に説明・理解させ、本計画の実施に対し協力するように啓蒙する必要がある。

## (2) コンサルタント

本計画の機材調達・据付工事を実施するため、日本のコンサルタントがエネルギー開発公社と設計監理業務契約を締結し、本計画に係わる実施設計と施工監理業務を実施する。また、コンサルタントは入札図書を作成すると共に、事業実施主体であるエネルギー開発公社に対し、入札実施業務を代行する。

## (3) 請負業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従って、一般公開入札によりルワンダ国側から選定された日本国法人の請負業者が、本計画の建設並びに資機材調達及び据付工事を実施する。

請負業者は本計画の完成後も、引き続き交換部品の供給、故障時の対応等のアフターサービスが必要と考えられるため、当該資機材及び設備の引渡し後の連絡調整についても十分に配慮する必要がある。

## (4) 技術者派遣の必要性

本計画は、既設のガソギ変電所における配電盤の増設工事、また、新設するンデラ変電所、カブガ開閉所及びムリンディ開閉所内において、土木・建築工事、変電設備据付工事を行う変電所建設工事、そして、約 2.2 km の 110 kV 送電線建設工事及び約 6.5 km の 15 kV 配電線からなる複合工事であり、お互いに調整のとれた施工が必要である。また、それら各種工事の大部分が並行して実施されるため、工程・品質及び安全管理のため、我が国の無償資金協力のスキームを理解し、工事全体を一貫して管理・指導出来る現場主任を日本から派遣することが不可欠である。

### 3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

#### (1) ルワンダ国の建設事情と技術移転

前述（3-2-1-4 参照）したように、キガリ市では、総合建設業者や電気工事会社が複数社あり、ルワンダ国内での労働者、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達並びに、本計画の施設建設工事及び送配電線路建設工事の土木工事は、現地業者への発注が可能である。但し、本計画の納期を確実に守ること、並びに 110 kV 送電線及び 15 kV 配電線の工事情形を考慮す

ると、工程管理、品質管理及び安全管理のためには、日本人技術者の現地派遣は必須である。

## (2) 現地資機材の活用について

ルワンダ国では、基礎工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は品質・納期に対する管理が必要であるものの、現地調達が可能であり現地調達品の採用例が多い。このため、施工計画の策定に当たっては、現地産業の育成を考慮し、可能な限り現地で調達可能な資材を採用することとする。一方、本計画で必要な変電設備・送電用機材はルワンダ国で製作しておらず、輸入に頼っているため、これらの機器については日本または第三国から調達する。

## (3) 安全対策について

ルワンダ国では治安上の問題は比較的少なく、本計画対象地域は都市部に位置していることから、アクセスが良く、モニタリング等が容易に行える地域に位置している。ただし、日没以降での工事は避け、資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には十分留意する必要がある。

## (4) 免税措置について

本計画で調達する資機材に関するルワンダ国側の免税手続き（付加価値税を含む）は、請負業者からエネルギー運用公社を経由しインフラ省に対し免税手続きの依頼がなされた後、インフラ省が財務省に免税許可証の発行を依頼し、財務省が税関宛に免税許可証を発行する。（同時に、コピーがインフラ省と請負業者へ発行される。）そして、請負業者は、調達資機材がウガンダ/タンザニア国の港またはルワンダ国の空港に到着した際に、所定の船積書類に上記免税許可証のコピーを添付し、税関に提出することにより、免税措置がなされるが、免税措置の遅れが本計画の進捗に影響を及ぼさない様に留意が必要である。

### 3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

我が国とルワンダ国側の施工負担区分の内、既設ガソギ変電所、新設ンデラ変電所、新設カブガ開閉所、新設ムリンディ開閉所、110 kV 送電線及び 15kV 配電線については、日本側で機材調達、据付工事・試験・調整及び必要な土木工事を実施する。ルワンダ国側は、プロジェクトサイトの用地の確保と整地、110kV 送電線の鉄塔の撤去作業等を担当する。なお、詳細な我が国とルワンダ国側の施工負担区分は、表 3-2-4-3.1 に示すとおりである。

表 3-2-4-3.1 負担事項区分

No.	負担事項	負担区分		備考
		日本国	ルワンダ国	
1*	(1) プロジェクトサイト用地の確保		○	プロジェクトサイト：新設変電所・開閉所、110kV送電線及び15kV配電線ルート ンデラ変電所は日本側負担
	(2) プロジェクトサイト内の整地及び障害物の撤去		○	
2*	新設変電所・開閉所付帯設備工事			
	(1) 建屋（TR基礎、開閉設備基礎含む）	○		
	(2) 門扉及びフェンス		○	
	(3) 駐車場	○		開閉所には駐車場なし

No.	負担事項	負担区分		備考
		日本国	ルワンダ国	
	(4) プロジェクトサイト内の道路	○		開閉所には構内道路なし
	(5) プロジェクトサイトへのアクセス道路		○	開閉所にはアクセス道路なし
3*	新設変電所・開閉所工事用（サイト外）			
	(1) 電気工事			
	a) 配電線（幹線）		○	
	b) 引込工事	○		
	c) 主配電盤・変圧器	○		
	(2) 水道工事			
	a) 水道本管（サイト付近）		○	
	b) サイト内給水設備	○		
	(3) 排水			
	a) 排水本管（サイト付近）		○	
	b) 排水設備設備	○		
	(4) ガス工事			
	a) サイト内へのガス供給		○	不要
	b) サイト内のガス供給	○		不要
	(5) 電話工事			
	a) 建屋内の主分電盤（MDF）までの接続		○	
	b) 主分電盤（MDF）からの電話工事	○		
	(6) 家具			
	a) 一般家具		○	
	b) プロジェクト用備品	○		マイクロSCADA用機及び椅子
4*	資機材の輸送、通関手続き及び諸税の取扱い			
	(1) 荷揚げ港までの海上輸送（空輸）	○		
	(2) 荷揚港での免税措置及び通関手続き		○	
	(3) 荷揚港からプロジェクトサイトまでの内陸輸送	○		
5*	現地調達資機材に係る付加価値税の免除		○	
6*	ルワンダ国内への入国許可に必要な措置		○	
7*	施設及び調達機材の適切な運用・維持管理		○	
8*	無償資金協力に含まれない費用の負担		○	
9*	銀行取極（B/A）に基づく以下の手数料の支払い：			
	(1) A/P授権手数料		○	
	(2) 支払手数料		○	
10*	プロジェクト実施に必要な環境社会配慮の予算確保及び実施		○	
11	以下に示す許可取得のための必要な措置： - 据付工事に必要な許可 - 制限地区への進入許可		○	
12	仮設資機材置場用地		○	仮設資機材用地：約5,000m2
13	工事用事務所の確保	○		
14	110kV送電線路及び15kV配電線路の樹木の伐採、工事作業用地の確保及び交通整理		○	
15	既設架空線/地中ケーブルまたはパイプの移設及び許可取得（電力、電話、水道、下水等）		○	必要に応じ
16	地中ケーブル敷設における道路横断工事の許可取得		○	必要に応じ
17	残土及び工事雑水の廃棄場所の提供		○	

No.	負 担 事 項	負 担 区 分		備 考
		日本国	ルワンダ国	
18	資機材の製造・調達	○		
19	工事中の資機材の管理	○		
20	資機材の据付工事、調整・試験	○		
21	既設110 kV送電鉄塔（鉄塔番号212号）及び基礎の撤去工事		○	
22	既設15kV配電線移設に伴う、鉄塔及び基礎の撤去工事		○	同鉄塔に設けられた需要家向けケーブル及び設備の移設
23	既設ガソギ変電所内の増設配電盤用建屋の改修工事		○	配電盤室とケーブルトレンチの拡張 新制御盤用ケーブルトレンチの拡張
24	既設ガソギ変電所の通信設備の対応措置（改造等）		○	機材調達は日本側
25	新設ムリンディ開閉所のSCADA用通信ネットワークの整備		○	RTU盤への通信線接続を含む
26	中央給電指令所におけるSCADAシステムの改修		○	ンデラ変電所、カブガ及びムリンディ開閉所との通信用
27	カブガ及びムリンディ開閉所からの需要家向け低圧ケーブルの調達・据付工事		○	低圧配電盤は日本側調達・工事
28	調達機材の初期操作指導及び維持管理に係る運用指導	○		
29	プロジェクトサイトにおけるプロジェクト関係者の安全確保		○	
30	工事期間中の一時的な停電作業		○	
31	工事に必要な停電措置（需要家等への対応、安全対策及び補償）		○	

[注記] ○印が担当を表す。番号の \* 印は、M/D 記載項目を示す。

### 3-2-4-4 施工監理計画/調達監理計画

我が国の無償資金協力制度に基づき、コンサルタントは基本設計の趣旨を踏まえ、実施設計業務・施工監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。本計画は、変電所建設工事及び送電線工事と複合的な工事で既設変電設備との連携もあり、現地にてエネルギー運用公社との調整のもと監理を進めていく必要があること等から、コンサルタントは施工監理段階において現地に最低限1人の技術者を常駐させ、総合的な工程管理、品質管理、出来形管理及び安全管理を実施する。また、機器の据付、試運転・調整、引渡し試験等の工事進捗に併せて、他の専門技術者を派遣し、請負業者が実施するそれらの施工監理を行う。更に必要に応じて、国内で製作される資機材の工場立会検査及び出荷前検査に国内の専門家が参画し、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

#### (1) 施工監理の基本方針

コンサルタントは、本工事が所定の工期内に完成するよう工事の進捗を監理し、契約書に示された品質、出来形及び資機材の納期を確保すると共に、現場での工事が安全に実施されるように、請負業者を監理・指導することを基本方針とする。以下に主要な施工監理上の留意点を示す。

#### (2) 工程管理

請負業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程及びその実際

の進捗状況との比較を毎月または各週に行い、工程遅延が予測される場合は、請負業者に対し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の調達 completed する様に指導を行う。計画工程と進捗状況の比較は主として以下の項目による。

- ① 資機材搬入実績確認（変電・送電資機材及び土木・建築工事資機材）
- ② 仮設工事及び建設機械準備状況の確認
- ③ 技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数の確認

### (3) 安全管理

請負業者の責任者と協議・協力し、建設期間中の現場での労働災害及び、第三者に対する事故を未然に防止するための安全管理を行う。現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

- ① 安全管理規定の制定と管理者の選任
- ② 建設機械類の定期点検の実施による災害の防止
- ③ 工事用車輛、運搬機械等の運行ルート策定と安全走行の徹底
- ④ 労働者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

### (4) 計画実施に関する全体的な関係

施工監理時を含め、本計画の実施担当者の相互関係は、図 3-2-4-4.1 のとおりである。

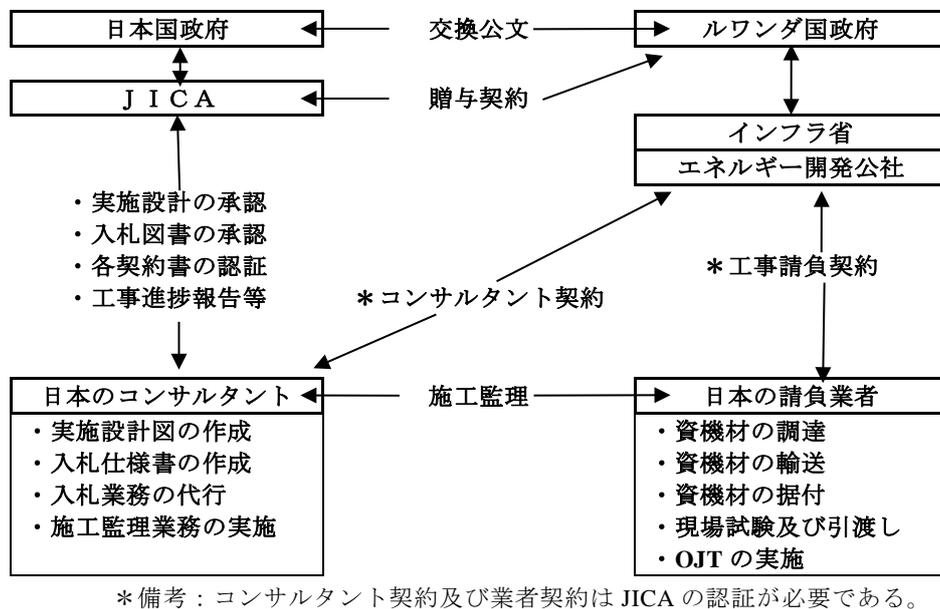


図 3-2-4-4.1 事業実施関係図

### (5) 施工監督者

請負業者は、既設変電所の改修工事、新設変電所工事及び 110 kV 送電線及び 15 kV 配電線

工事用資機材を調達すると共に、当該工事に係わる土木・建築工事を実施する。また同工事実施のために、請負業者はルワンダ国現地業者を下請け契約により雇用することになる。従って、請負契約に定められた工事工程、品質、出来形の確保及び安全対策について、請負業者は下請け業者にもその内容を徹底させる必要があるため、請負業者は海外での類似業務の経験を持つ技術者を現地に派遣し、現地業者の指導・助言を行うものとする。

本計画の請負業者側の派遣技師については、変電設備及び送配電線工事の規模・内容から、第一次国内作業時にて検討する。

### 3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、本計画で調達される資機材の品質並びにそれらの施工／据付出来形が、契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された品質・出来形に、請負業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき監理・照査を実施する。品質／出来形の確保が危ぶまれる時は、請負業者に訂正・変更・修正を求める。

- ① 資機材の製作図及び仕様書の照査
- ② 資機材の工場検査立会い、または工場検査結果の照査
- ③ 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ④ 資機材の施工図、据付要領書の照査
- ⑤ 資機材の試運転・調整・試験・検査要領書の照査
- ⑥ 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・試験・検査の立会い
- ⑦ 機材据付施工図・製作図と現場出来形の照査
- ⑧ 建築施工図・製作図と現場出来高の照査

### 3-2-4-6 資機材等調達計画

本計画で調達・据付が行われる変電設備用資機材は、ルワンダ国では製造されていない。このためルワンダ国では変圧器、配電盤等全ての変電設備用資機材は、フランス、イタリア、ドイツ等ヨーロッパ諸国並びに日本等の先進国から調達されている。近年では、中国やインド製品がエネルギー運用公社の変電設備に導入され始めているが、日本・欧米製品への信頼は高い。高圧変電機器に関して、事故・修理等の対応や交換部品調達等の必要なアフターサービス体制を整えている製造会社は少ない。従って、本計画の変電設備用資機材の調達先の選定に当たっては、これ等の現地事情を考慮し、ルワンダ国技術者による当該設備の運転・維持管理の容易性、交換部品調達や故障時対応等のアフターサービス体制の有無等に配慮して決定する必要がある。なお、本計画完成後に設備・機材の運転維持管理を担当するエネルギー運用公社は、過去の日本の無償資金プロジェクトで調達した日本製の変圧器並びに配電用機材等が、現在も各サイトにおいて健全に稼働していること、また主要変電機器の性能の高さ並びに日本メーカーのアフターサービス体制に信頼が置けるとしている。このため、本計画の変電設備資機材は出来る限り日本製とすることを望んでいる。機器据付及び運搬用建設機械については、30トン級

のクレーンやトレーラーのリースが現地で可能であり、本計画の実施上特に支障はない。

上記から、本計画で使用する資機材の調達先は下記のとおりとする。

#### (1) 現地調達資機材

工事用資機材：セメント、砂、コンクリート用骨材、コンクリートブロック、煉瓦、鉄筋、木材、ガソリン、ディーゼル油、工事用車両、クレーン、トレーラー、その他仮設用資機材

#### (2) 日本国調達資機材

##### 1) 変電設備用資機材

110/15 kV 変圧器、所内電源設備等

##### 2) 送配電線用資機材

110 kV 送電線及び 15kV 配電線用資機材（鋼材、ポール、碍子等）

#### (3) 第三国調達資機材（DAC 諸国、ASEAN 諸国）

110 kV 開閉装置、15 kV 開閉装置、制御・保護装置、マイクロ SCADA システム、電線、15 kV ケーブル等

### 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本計画の調達機材の初期操作指導並びに運転維持管理方法に関する指導については、工事完了前に製造業者の指導員が運転維持管理マニュアルにしたがって OJT にて行うことを基本とする。エネルギー運用公社は、本指導計画を円滑に進めるために、コンサルタント及び請負業者と密接な連絡・協議を行い、OJT に参加する専任技術者を任命する必要がある。選任されたエネルギー運用公社の技術者は、計画に参加できなかった他の職員に対して、技術を水平展開し、エネルギー運用公社の維持管理能力の向上に協力する必要がある。また、変電設備の運用や送電線資機材据付時及び据付後の調整・試験等には、所定の技術レベルを有するメーカーの専門技術者を必要とすることから、現地業者の活用は困難であり、我が国から技術者を派遣し、品質管理、技術指導及び工程管理を行わせる必要がある。

### 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

エネルギー運用公社は、全国の送電網の運転維持管理を安定的に行っており、系統運用については一定の技術水準を有している。本協力対象事業においては、既存設備と同様のもので、操作方法、系統保護機能等、運転維持管理上必要となる技術は、これまでルワンダ国で適用されてきた機材の技術水準で十分である。したがって、これらの設備の運転維持管理に係る技術移転については、各機材の特性、特徴、仕様を踏まえ、メーカーの技術者により、初期操作指導、運用指導を通じて図る方針とし、系統運用、系統保護等に主眼をおいたコンサルタントによる電力技術の移転に係るソフトコンポーネントは本協力対象事業に含めない方針とする。

### 3-2-4-9 実施工程

我が国の無償資金協力制度に基づき、図 3-2-4-9.1 に示すと通りの事業実施工程とした。

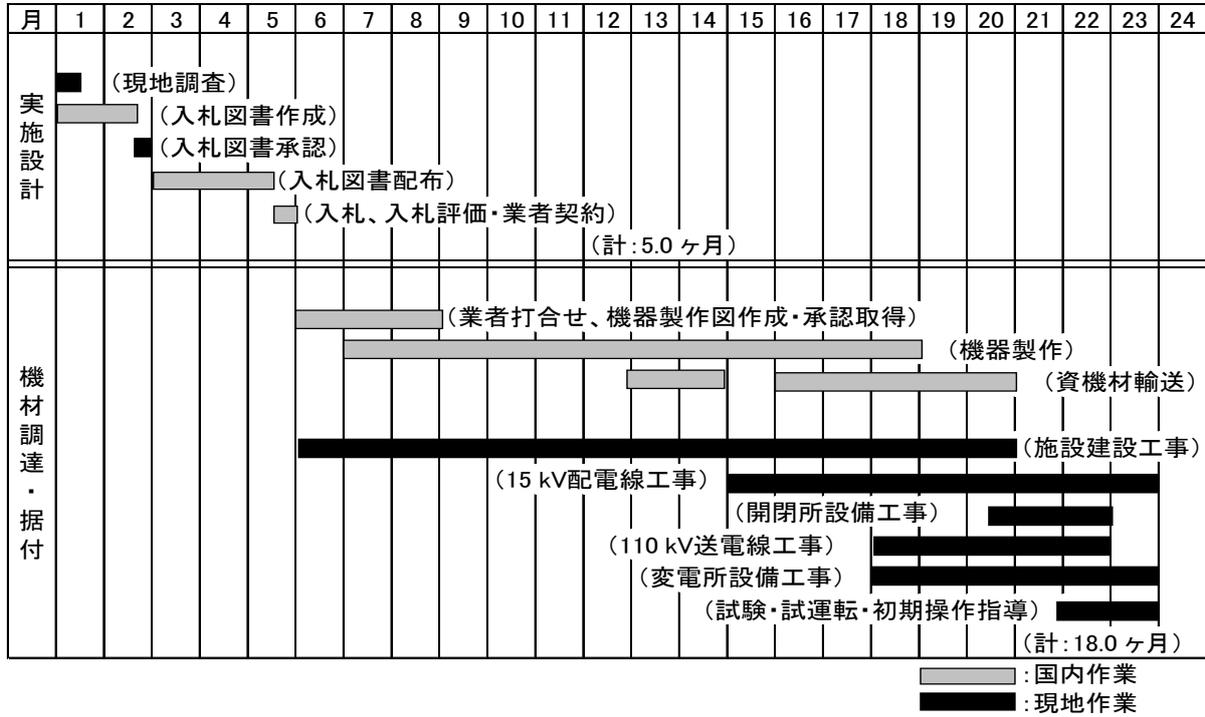


図 3-2-4-9.1 事業実施工程表

### 3-3 相手国側負担事業の概要

本プロジェクトを実施するに当たり、3-2-4-3 項に示す他、ルワンダ国側が実施・負担する事項は以下のとおりである。

- (1) 中央給電指令所 (NECC) の SCADA システムの改修 :  
 本計画ではンデラ変電所、カブガ開閉所及びムリンディ開閉所を新設する。新設する各変電所・開閉所には既設の遠隔監視システムと通信可能なシステムが設置される。NECC ではこれら新設変電所・開閉所を遠隔操作するための改修 (改造) 工事をルワンダ国側が実施する。
- (2) 変電所の保護リレーの設定 :  
 本計画で新設する変電所の保護リレーの整定に合わせ連系する既設変電所の保護装置と協調を取る必要がある。連系変電所の保護リレーの整定変更と必要な確認試験及び記録をルワンダ側が実施する。

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理

#### 3-4-1 基本方針

本計画地域内の需要家への電力供給信頼度を向上させ、安定した電力供給運営を行うためには、送変電設備の適切な運転・保守（O&M）及びそれらの周辺環境の保全が不可欠である。このため、各設備の事故発生率を低減させ、信頼性、安全性及び効率性の向上を目指した適切な予防保全と維持管理の実施が望まれる。図 3-4-1.1 に送変電設備の維持管理に関する基本的な考え方を示す。これにより、本計画で調達・据付けられる機材及び建設される施設の維持管理は、予防保全を中心に実施する必要がある。

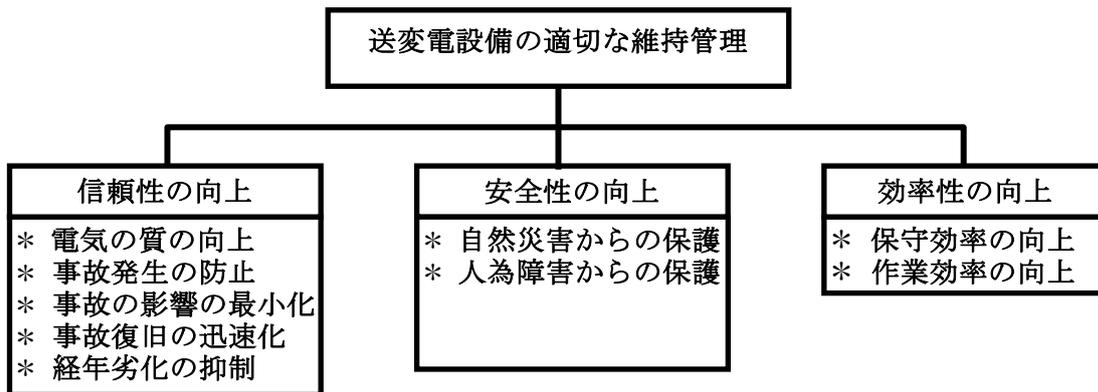


図 3-4-1.1 送変電設備の維持管理の基本的な考え方

本計画においては、据付工事及び試験調整期間中に日本の請負業者により派遣される技術者によって、当該変電設備及び送配電設備の運転・維持管理に関する OJT を実施する計画である。併せて日本側から必要な交換部品、試験器具及び運営・維持管理マニュアルを供与し、供用開始後の運営・維持管理体制について提案することにより、十分その効果を発揮することが可能となる。

#### 3-4-2 日常点検と定期点検項目

##### 3-4-2-1 変電設備の日常点検と定期点検項目

本計画で調達・据付けられる変電設備の標準的な定期点検項目は、表 3-4-2-1.1 に示すとおりである。同表に示すとおり、変電設備の点検は、①機器の異常発熱、異常音等を人間の五感により毎日点検する“巡視点検”、②各機器のボルト等の締付け状態、絶縁物の表面汚損状態等、日常の巡視点検では出来ない荷電部の点検を行う“普通点検”、及び③各機器間のインターロック機構等の機能点検及び計器類の精度維持を実施する“精密点検”の三種類に分類される。通常、普通点検は 1～2 年に 1 度、精密点検は 4 年に 1 度程度実施される。また、配電盤等に内蔵されているヒューズ、計器、リレー等の性能劣化、絶縁性能の劣化、接点の摩耗並びに特性が変化する部品は、普通点検及び精密点検時に、部品の特性と使用頻度を確認した上で、適宜交換することが望ましい。

表 3-4-2-1.1 標準的な変電設備機材の定期点検項目

点検項目	点検内容（方法）	巡視 点検	普通 点検	精密 点検
設備外観	開閉表示器、開閉表示灯の表示状況	○	○	
	異常音、異常臭の発生の有無	○	○	
	端子部の加熱変色の有無	○	○	
	ブッシング、碍管の亀裂、破損の有無及び汚損の状況	○	○	
	設置ケース、架台等の発錆状況	○	○	
	温度異常の有無（温度計）	○	○	
	ブッシング端子の締付け状況(機械的チェック)	○	○	
操作装置 及び 制御盤	各種計器の表示状況	○	○	○
	動作回数計の指示		○	○
	操作函、盤内の湿潤、発錆の有無及び汚損の状況		○	○
	給油、清掃状況		○	○
	配線の端子締付け状況	○	○	○
	開閉表示の状態確認		○	○
	漏気、漏油の有無		○	○
	操作前後の圧力確認（SF6 ガス圧等）		○	○
	動作計の動作確認		○	○
	スプリングの発錆、変形、損傷の有無（手入れ）	○	○	○
	各締付け部ピン類の異常の有無		○	○
	補助開閉器、継電器の点検（手入れ）		○	○
直流制御電源の点検	○			
測定・試験	絶縁抵抗の測定		○	○
	接触抵抗の測定			○
	ヒータ断線の有無		○	○
	継電器動作試験		○	○

### 3-4-2-2 送電線の日常点検と定期点検項目

110 kV 送電線及び 15 kV 配電線の維持管理は、日常の巡回点検により事故・損傷・破損箇所を発見し、直ちに修復作業を実施することが需要家への最も重要なサービスである。また、送配電線路の樹木等への接触による地絡事故等が予想される時は、予め樹木の伐採等の予防措置を取る必要がある。以下に主な日常巡回時の点検項目を示す。

- 1) 電線の損傷・切断の有無
- 2) 碍子の破損の有無
- 3) 電線と樹木等の接触の有無
- 4) 鉄塔の損傷の有無
- 5) 鉄塔の傾斜の有無

### 3-4-3 交換部品購入計画

#### 3-4-3-1 交換部品の対象設備

日常の運用において消耗・劣化し、定期的に交換が必要となる部品とし、1 年間に必要となる

数とする。本計画で調達する交換部品は以下の設備を対象とする。

- ① 変圧器
- ② 110 kV 開閉装置
- ③ 15 kV 開閉装置
- ④ 制御・保護装置
- ⑤ 所内電源装置
- ⑥ 通信装置

### 3-4-3-2 交換部品の調達計画

本計画では、最低限必要な1年分の交換部品及び消耗品を日本側にて調達する計画であり、その項目は表3-4-3-2.1のとおりであるが、ルワンダ国は、本計画完了後の1年後までに、必要な交換部品・消耗品の購入費用を予算化する必要がある。

また、本計画では、表3-4-3-2.1に示すような新規に設置される変電・送電設備を適切に運営維持管理するために必要な試験器具及び保守用道工具を調達する。

表 3-4-3-2.1 本計画で調達する交換部品・消耗品・試験器具・保守用道工具

#### 交換部品一覧表

番号	交換部品名	単位	数量		
			ンデラ	カブガ	ムリンディ
1.	変圧器				
1.1	20 MVA 変圧器				
(1)	ガスケット (1 台分)	式	1	—	—
(2)	ブッフホルツリレー	組	1	—	—
(3)	油温計 (主タンク及びコンサベータ用)	個	各 1	—	—
(4)	油面計 (主タンク及びコンサベータ用)	個	各 1	—	—
1.2	15/0.4 kV 変圧器				
(1)	油温計	個	1	1	1
2.	110 kV 開閉装置				
2.1	110 kV ガス遮断器				
(1)	遮断器用投入コイル	組	1	—	—
(2)	遮断器用引き外しコイル	組	1	—	—
2.2	110 kV 断路器				
(1)	断路器用固定接触子及び可動接触子	相分	3	—	—
(2)	接地装置用固定接触子及び可動接触子	相分	3	—	—
3.	15 kV ガス絶縁開閉装置				
(1)	遮断器用投入コイル	組	1	1	1
(2)	遮断器用引き外しコイル	組	1	1	1
(3)	真空バルブ (各種) (3 相分取替えに必要なもの)	組	各 1	各 1	各 1
(4)	一次断路器装置用接触子 (3 相分) (必要な場合のみ)	組	各 1	各 1	各 1
(5)	ヒューズ (各種)	組	100%	100%	100%
(6)	メーター (各種)	組	各 1	各 1	各 1
(7)	補助リレー (各種)	組	各 1	各 1	各 1
(8)	15 kV ケーブル接続に必要な付属品 (3 相分)	組	1	1	1

番号	交換部品名	単位	数量		
			ンデラ	カブガ	ムリンディ
4.	制御・保護装置				
(1)	保護継電器 (各種)	個	各 1	各 1	各 1
(2)	ベイクンコントロールユニット (各種)	個	各 1	各 1	各 1
(3)	ヒューズ (各種)	個	100%	100%	100%
(4)	メーター (各種)	個	各 1	各 1	各 1
(5)	補助リレー (各種)	個	各 1	各 1	各 1
(6)	制御スイッチ/選択スイッチ等 (使用している場合、各種)	個	各 1	各 1	各 1
5.	所内電源装置				
5.1	直流電源装置				
5.1-1	直流分電盤				
(1)	MCCB (各種)	個	各 1	各 1	各 1
(2)	表示ランプ (使用している場合、各種)	個	100%	100%	100%
(3)	ヒューズ (各種)	個	100%	100%	100%
(4)	メーター (各種)	個	各 1	各 1	各 1
(5)	盤内照明	式	1	1	1
5.1-2	蓄電池及び整流器				
(1)	表示ランプ (使用している場合、各種)	個	100%	100%	100%
(2)	ヒューズ (各種)	個	100%	100%	100%
(3)	メーター (各種)	個	各 1	各 1	各 1
(4)	盤内照明	式	1	1	1
5.2	交流電源装置				
(1)	MCCB (各種)	個	各 1	各 1	各 1
(2)	表示ランプ (使用している場合、各種)	個	100%	100%	100%
(3)	ヒューズ (各種)	個	100%	100%	100%
(4)	メーター (各種)	個	各 1	各 1	各 1
5.3	無停電電源装置				
(1)	MCCB (各種)	個	各 1	—	—
(2)	表示ランプ (使用している場合、各種)	個	100%	—	—
(3)	ヒューズ (各種)	個	100%	—	—
(4)	メーター (各種)	個	各 1	—	—
(5)	盤内照明	式	1	—	—
6.	通信装置				
(1)	RTU カード (各種)	個	各 1	各 1	各 1

### 消耗品一覧表

番号	消耗品名	単位	数量		
			ンデラ	カブガ	ムリンディ
1.	変圧器				
1.1	20 MVA 変圧器				
(1)	シリカゲル	%	200	—	—
1.2	15/0.4 kV 変圧器				
(1)	シリカゲル	%	200	200	200

### 試験器具・保守用道具一覧表

No.	品名	単位	数量
(1)	変圧器絶縁油真空脱気装置 (タンク等含む)	式	1

### 3-5 プロジェクトの概略事業費

#### 3-5-1 協力対象事業の概略事業費

##### (1) 日本側負担経費

施工・調達業者契約認証まで非公表。

##### (2) 相手国側負担経費

\*\*\*.\*万米ドル（約\*\*\*百万円）

ルワンダ国側の負担事項内容、および金額は以下に示すとおりである。

- |                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| ① 住民移転費用：                       | *.* 万米ドル（約*.*百万円） |
| ② 変電所及び開閉所用地取得及び整地に係る費用：        | *.* 万米ドル（約*.*百万円） |
| ③ ムリンディ開閉所に係る通信設備費用：            | *.* 万米ドル（約*.*百万円） |
| ④ ンデラ変電所周辺の既設 15 kV 配電線鉄塔に係る費用： | *.* 万米ドル（約*.*百万円） |
| ⑤ 資機材仮置き場に係る費用：                 | *.* 万米ドル（約*.*百万円） |
| ⑥ NECC の SCADA システム改修に係る費用：     | *.* 万米ドル（約*.*百万円） |
| ⑦ 予備費（上記①～⑥項の小計の 10%）：          | *.* 万米ドル（約*.*百万円） |

##### (3) 積算条件

① 積算時点：平成 27 年 4 月

② 為替交換レート：

1 米ドル=120.15 円（2015 年 1 月から 2015 年 3 月までの TTS 平均値）

1 ユーロ=135.49 円（2015 年 1 月から 2015 年 3 月までの TTS 平均値）

③ 施工・調達期間： 詳細設計並びに機材調達・据付の期間は実施工程に示したとおりである。

④ その他： 本プロジェクトは、日本国政府の無償資金協力のスキームに従い実施される。

### 3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトの対象地域における既設の変電所および送配電線は、REG が維持管理している。本プロジェクトで新設される変電所および送電線は、供与開始後、REG が運転・維持管理を担うことになる。本プロジェクトで新設される各開閉所は無人運転であるがンデラ変電所については、新たな雇用が必要となる。変電所以外の新設する送電線については同地域事務所が現状の要員で対応する事になる。

なお、本プロジェクトで新設される変電所を健全に運用するためには表 3-4-3-2.1 に示す交換部品を常備する必要があり、同地域事務所は必要に応じて予算化（約\*\*百万ドル/年：機材費の\*\*%程度）しておく必要がある。REG の 2011 年の修繕費は約 0.7 百万ドルであり、その約\*\*%であるため、本プロジェクトで更新・新設される変電所の維持管理費は予算内で確保できると考えられる。

## 第4章 プロジェクトの評価

### 4-1 事業実施のための前提条件

協力対象事業実施に係る用地取得及び環境許可の取得等が事業実施のための前提条件であり、概略を以下に示す。ルワンダ国側は必要な手続きを進めており、過去に同様の送配・変電設備に係る我が国の無償資金協力の経験もあることから、特段の懸案はない。

- 1) 110/15 kV デラ変電所用地については、すでに REG (EDCL) は経済特区 (KSEZ) フェーズ 2 内の一部の用地約 46,000m<sup>2</sup>を購入済みであり、この用地の一部を同変電所用地として建設する。
- 2) 15kV 配電網改善を目的とした屋内型リングメインユニット (RMU) を設置するカブガ開閉所及びムリンディ開閉所の 2 か所は、現在更地であり、十分な用地である。本用地の取得が必要である。
- 3) ルワンダ国側は、本計画の事業実施工程を踏まえ、予算計上、譲渡契約、補償措置等を計画的に進めていく必要がある。
- 4) ルワンダ国側は、本計画の 110 kV 送電線ルート及び 15kV 配電線ルートの確保、横断する道路を管轄する機関から許可を取得する必要がある。
- 5) ルワンダ国側は、同国の環境社会配慮に係るガイドラインに則り、本計画のプロジェクト概要書を事業主がルワンダ開発委員会 (Rwanda Development Board: RDB) に提出し、本計画の進捗に影響を及ぼさないよう、事前にルワンダ環境管理庁 (Rwanda Environmental Management Agency: REMA) より許可を取得する必要がある。

### 4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入 (負担) 事項

#### (1) 工事着工前

- ① 工事着工前に用地の造成、樹木の伐採、整地を実施すること。造成、樹木の伐採、整地の必要な用地は以下のとおりである。
  - a) ンデラ変電所
  - b) 既設 110 kV 送電線、鉄塔番号 212 近くの用地 (約 50 m x 50 m: 2500m<sup>2</sup>)
  - c) 110 kV 送電線、2 回線、約 2.2 km
  - d) 15 kV 配電線 (ルート-1)、1 回線、亘長: 約 6.5 km
  - e) 15 kV 配電線 (ルート-2)、2 回線、亘長: 約 650 m
  - f) 15 kV 配電線 (ルート-3)、1 回線、亘長: 約 400 m
  - g) カブガ (Kabuga) 開閉所用地 (約 20 m x 15 m=300m<sup>2</sup> 制御棟用地)
  - h) ムリンディ (Murindi) 開閉所用地 (約 20 m x 15 m=300m<sup>2</sup> 制御棟用地)
  - i) 送配電線用アクセスロード
- ② 110 kV 送電線および 15 kV 配電線が道路を横断する箇所における許可を工事の着工前に監督官庁から取得すること。

- ③ 調査中に作成された住民移転計画書に基づき、必要に応じて、事業用地の利用者、占有者の移転を行う。

## (2) 工事期間中

- ① 本協力対象事業実施に必要な停電や通信線の停止は、日本側の提案した内容をベースにルワンダ国側で計画し、適宜実施されること。これらの停止に関係する手続きや顧客からの苦情、補償に関してはルワンダ国側で対処すること。
- ② 中央給電指令所の SCADA システムと光ファイバーネットワーク監視システムへの本協力対象事業の 3 箇所（ンデラ変電所、カブガ開閉所及びムルンディ開閉所）取り込み改造の実施。この改造にはカブガ開閉所からの光ファイバーケーブル追加接続のための、ガソギ変電所の通信設備（マルチプレクサ盤）対応処置を含むものとする。
- ③ ムルンディ開閉所へ接続する通信用の光ファイバーケーブル（配線網内の最寄りの光ネットワークからムルンディ開閉所迄）の調達と工事。
- ④ 本協力対象事業で供給する保護リレーの整定は既存の保護装置と協調を取る必要があるため、本協力対象事業に関する既存の保護リレーの整定値の日本側への提示。また、ンデラ変電所が新設されたことによる送電線接続先の変電所の保護リレーの整定変更と必要な確認試験とその記録実施。試験記録は日本側への提示願う。
- ⑤ ガソギ変電所での日本側による 15 kV スイッチギヤ 1 面増設のための、スイッチギヤ室延長とケーブルピット延長。
- ⑥ プロジェクトサイトの近くに約 5,000m<sup>2</sup>の資材置き場を確保すること。
- ⑦ 環境評価の段階で作成された環境管理計画及び緩和策の実施、並びに事業による環境面と社会面への影響モニタリングを、順応的管理アプローチをもって行う。
- ⑧ 110kV 送電線の分岐点におけるフェンスを建設すること。
- ⑨ 機器の配置図プロジェクトサイトにフェンスおよびゲートを建設すること。
- ⑩ プロジェクトを実施するために既設鉄塔を撤去すること。

## (3) 工事完了後、供与開始後

- ① 供用時に起きる事業による環境面と社会面への影響モニタリングを、順応的管理アプローチをもって行う。

### 4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続させるために前提となる外部条件は、以下の通りである。

#### (1) 上位目標に対して

- ・ キガリ市内の配電整備計画に関する政策が変更されない。
- ・ 政治・経済が安定している。

#### (2) プロジェクト目標に対して

- ・ 運営維持管理が持続的に行われる。
- ・ 料金徴収・財政支援が継続される。
- ・ 施設のセキュリティが確保される。

#### (3) 期待される成果に対して

- ・ 発電設備が十分に稼働する。
- ・ 運営・維持管理計画が実施される。
- ・ 接続費用・電気料金を住民（政府）が負担できる。

### 4-4 プロジェクトの評価

#### 4-4-1 妥当性

以下に示す通り、本計画はルワンダ国の開発計画やエネルギー政策の実現に資するとともに、一般国民に裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高いと判断される。

#### (1) 緊急性

電力開発は、主に以下の観点から行われる。

- ① 電力需要に対する供給容量の確保
- ② 供給予備力の確保等を通じた供給信頼度（停電時間の低減等）の改善
- ③ 電力システム構成の改善等を通じた電力品質の改善

上記のうち、①「電力需要に対する供給容量の確保」は安定供給の根本的な事象であり、最も緊急性が高い。

キガリ市の経済特区に指定されたンデラ地区は大型プロジェクトが進行中でフェーズ1は既に操業を開始している工場も多く、本年末の完工に向けて急ピッチで工事は進んでいる。概ねフェーズ1のインフラ整備は完了しているものの、電力はビレンボ変電所経由で15kV配電網を利用しての電力供給を行っている。経済特区のフェーズ2は既に道路などインフラ整備が始まっている。

ンデラ地区の経済特区による開発から、ガソギ、カブガ、ムリンディなどの町も住宅などの開発が進んでおり、電力供給不足が危惧される。

開発中の経済特区への電力供給はビレンボ変電所から約6km離れ、15kVの配電網を利用していることから、経済特区のフェーズ1地区の完工、各工場の整備・運転が開始した場合、電力不足による停電計画が想定され、また配電距離が長いことから電力品質の問題を引き起

こすことが想定される。

ビレンボ変電所からの 110kV 送電線から分岐した電力をンデラ地区の経済特区中心部に位置するンデラ変電所と接続し、主に経済特区への電力供給を行う。ンデラ変電所から経済特区フェーズ 1 地区までは約 2km であり、ンデラ変電所はフェーズ 2 開発地区に建設する。また、現在ンデラ変電所横にはレンタルの発電所（約 10MW）が運転されており、将来同レンタル発電所に代わって、50MW の HFO 発電所の建設計画がある。同 HFO 発電所はンデラ変電所へ連携され、110kV 送電網へ電力供給される重要な基幹変電所となる。

ンデラ変電所の運転開始は 2017 年 12 月ごろを予定しているが、すでにビレンボ変電所の負荷は増加傾向にあることから、早期運転の必要がある。

また、15kV 配電網の強化をすべく開閉所 2 か所の運転により、ビレンボ変電所の負荷低減をサポートすることになることから、緊急性が高い案件である。

## (2) 裨益性

電力は国家の自立維持的な社会経済発展に対し必要不可欠なエネルギーであり、特に、政府機関、国の経済を担う企業の本社等が配置される首都圏における、確実かつ効率的な電力流通網の確率に資する開発事業は、経済インフラ開発の中でも重要課題の一つである。

本計画は、近年の急激な経済成長に伴い、供給容量不足に起因する電力系統における供給支障が深刻な問題となっている、ルワンダ国のキガリ市における電力流通強化計画である。不足している電力流通設備の供給容量の増強は、供給支障による機会便益の損失に対する根本的な解決策であり、その裨益性は極めて高い。

本計画の設備容量は、プロジェクト評価の目標年次（2018 年）において、欧州連合（EU）の支援によるプロジェクトなどを含め、全体設備容量に対して次式のように 14% 貢献する形である。

$$(\text{本計画設備 } 40\text{MVA}) \div (\text{本計画設備 } 40\text{MVA} + \text{増強計画設備 } 240\text{MVA}) = \text{約 } 14\%$$

このように、プロジェクト評価の目標年次（2018 年）において、本計画により整備される流通設備は、キガリ市の社会経済活動を支える電力供給において 14% 程度貢献する見込みである。本計画は、これらキガリ市の経済活動の 17% 程度に貢献する形となり、支援額原単価に対する裨益効果は極めて高い。

## (3) 運転維持管理能力

ルワンダエネルギーグループは、本協力対象事業のような大規模な設備投資には苦慮しているものの、全国の送配電線の運転維持管理を安定的に行っており、系統運用については一定の技術水準を有している。

本協力対象事業において、ルワンダ国では 110/15 kV ンデラ変電所等の電力設備は既に導入実績があることに加え、操作方法、系統保護機能等、運転維持管理上必要となる技術は、これまでルワンダ国で適応されてきた機材の技術水準を大幅に超えるものではない。

したがって、これらの設備の運転維持管理に係る技術移転については、各機材の特性、特

徴、仕様を踏まえ、メーカー技術者により、初期操作指導、運用指導を通じて、納入メーカー毎に異なる操作方法等の部分について確実に技術移転を行えば、納入機材に対するルワンダ国の運転維持管理能力の観点からは問題はない。

#### (4) 上位計画に資するプロジェクト

本計画の上位計画として「エネルギーセクター戦略計画（2013-2018）」があり、同上位計画において、本計画のンデラ変電所（設備容量 40MVA）は、キガリ市全体の流通設備容量に対する容量比率において、プロジェクト評価に目標年次（2021 年）時点で 14%程度（＝本計画設備 40 MVA÷キガリ市の合計設備容量 240 MVA）寄与する見通しであり、上位計画の達成に対し必要不可欠であると判断される。

#### (5) 我が国の援助方針との整合性

本プロジェクトは、主要な機材の調達国が日本であること、E/N 期限内にプロジェクトが終了すること、といった無償資金協力スキームの枠内で無理のない事業内容と工程計画を策定しており、特段の困難なく実施可能である。

### 4-4-2 有効性

本計画の実施により期待される効果を以下に示す。

#### (1) 定量的効果

指標名	基準値 (2015 年実績値)	目標値 (2021 年) 【事業完成 3 年後】	
		本計画無	本計画有
1. 110 kV 系統の変圧器設備容量 <sup>*1</sup>	105 MVA	195 MVA	235 MVA
2. ギコンド変電所(既設)の変圧器負荷率 <sup>*2</sup>	59 %	63~90 %	53~76 %
3. 電力損失 <sup>*3</sup>	0.72 % (467 kW)	2.06 % (3,937 kW)	1.72 % (3,225 kW)

\*1 中央地区（キガリ市が主体）変電所の 110/15(30) kV 変圧器の合計設備容量を示している。他ドナー支援を含む。

\*2 ギコンド変電所(既設)の配電線負荷を一部本事業変電所に切替えるため指標に選択。

\*3 中央地区（キガリ市が主体）

## (2) 定性的効果（プロジェクト全体）

現状と問題点	本計画での対策 (協力対象事業)	計画の効果・改善程度
ルワンダ国では経済特区の策定に伴い、ンデラ地区での電力需要が急増する一方で、現在電力供給を行っている配変電施設の容量不足や老朽化が著しく、供給不安定や送配電ロスの大いなる要因となっている。	既存 110kV 送電線を分断し、110kV2 回線の送電線（約 2.2km）及び 110/15kV ンデラ変電所（40MVA）の建設を行う。	110kV 送電線及び 110/15kV 変電所を建設することで、電力供給における離接するビレンボ変電所及びギコンド変電所への依存度が軽減される。また、供給不安定や送配電ロスのリスクが緩和される。
ルワンダ国の経済特区の策定に伴い、カブガ地区及び周辺での宅地開発が急ピッチで進められていることから、ンデラ地区周辺の配電網の電力安定供給が危惧される。	110/15kV ガソギ変電所からカブガ地区（約 6.5km）へ 15kV 配電線を建設し、15kV 配電網用カブガ開閉所を建設し、	カブガ地区及びカブガ南部開発地区の電力安定供給を行う。新設カブガ開閉所は無人とし、ギコンドの給電指令所（NECC）で遠隔操作される。
ルワンダ国の経済特区の策定に伴い、経済特区周辺での宅地開発が進められていることから、ンデラ地区周辺の配電網の電力安定供給が危惧される。	ムリンディ開閉所を建設し、立ち上がり鉄塔 1 基を建設する。	ムリンディ地区及び国際空港周辺の電力安定供給を行う。新設ムリンディ開閉所は無人とし、ギコンド変電所の給電指令所（NECC）で遠隔操作される。