

ルワンダ共和国  
インフラ省  
ルワンダ電力公社

# ルワンダ国 首都圏及び主要都市配電施設整備計画 準備調査（その2）

## 協力準備調査報告書

平成 23 年 1 月  
(2011 年)

独立行政法人 国際協力機構  
(JICA)



日本工営株式会社

**MRI** 株式会社三菱総合研究所

産業

CR(1)

11 - 005

ルワンダ共和国  
インフラ省  
ルワンダ電力公社

ルワンダ国  
首都圏及び主要都市配電施設整備計画  
準備調査（その2）

協力準備調査報告書

平成 23 年 1 月  
(2011 年)

独立行政法人 国際協力機構  
(JICA)



日本工営株式会社

**MRI** 株式会社三菱総合研究所

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、ルワンダ共和国の首都圏及び主要都市配電施設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、平成 22 年 5 月 8 日から平成 22 年 12 月 22 日まで日本工営株式会社の真仁田晃久氏を総括とし、日本工営株式会社及び株式会社三菱総合研究所から構成される調査団を組織しました。

調査団は、ルワンダ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調査を実施し、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 23 年 1 月

独立行政法人 国際協力機構  
産 業 開 発 部  
部 長 桑 島 京 子

## 要約

## 要約

### 1. 国の概要

ルワンダ国（以下、「ル」国）は、アフリカ中部に位置する内陸国で、2万6338 km<sup>2</sup>の面積を擁する国家である。その国土は草原となだらかな丘陵で構成されることから"千の丘の国"と呼ばれている。「ル」国は大きく分けて3つの地域、すなわち草原部となだらかな丘陵部、そして南北に渡り険しい火山が連なる山間部に分けられる。また、「ル」国西部を南北に走る平均標高約2,750メートルの山脈によりコンゴ川水系とナイル川水系を別っている。この稜線の西側斜面は、アフリカ大湖沼の1つであるキブ湖と面しているほか、キブ湖の南端から生じて南方へ走るルジジ川渓谷は、大地溝帯の一部を形成すると共にコンゴ民主共和国との国境となっている。一方、稜線の東側斜面は西側斜面と比較して傾斜が緩く、なだらかな起伏を持つ丘陵部の中腹が、タンザニア国境付近の平原、沼地、湖などからなる東部の地域まで徐々に海拔を下げながら連なっている。

「ル」国の気候は、赤道から南に2度の位置にあるにも拘わらず、その海拔の高さから温帯に属している。海拔4,800フィート(1,463 m)であるキブ湖付近の日平均気温は22.8℃である。2月-5月と9月-12月の年2回ある雨季の期間には、ほぼ連日の豪雨と晴れ間が交互に発生する。なお、年間降水量は平均800ミリメートルであるが、この降水は東部のサバナに比べて、西部と北西部の山間部でより激しいのが一般的である。

1990年代に「ル」国内で勃発した内戦以降はマイナス成長を記録し、1994年の大虐殺で更に壊滅的打撃を受けた。その後、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は内戦前の水準にまで回復し、2009年のGDPは51.0億US\$、一人当たりのGNIは510US\$となった。なお、GDPに占める第一次産業（農林水産業）、第二次産業（鉱工業、製造業、建設業）、第三次産業（商業、サービス業）の割合は、それぞれ、36.4%、14.2%、43.7%となっている。しかしながら、OECD/DAC分類では、「ル」国は後開発途上国(LDC)に区分され、国民の約60%が絶対的貧困ラインの下での生活を余儀なくされており、現ポール・カガメ大統領は、無停電化/海外からの投資によるICT産業等振興による雇用促進、経済の活性化を目指すとしている。

### 2. プロジェクトの背景・経緯および概要

「ル」国全体における電化率は約5%と著しく低く、キガリを含めた都市部においても25%（地方部に至っては3%程度）と推定されている。こうした電化率の低さは、人々の生活水準向上、社会サービスの向上および産業の発展を阻害している。

また、需要増加の著しいキガリを中心とした首都圏の電力供給は、電力と水道事業を

行う国営企業として設立されたエレクトロガズ社<sup>※1</sup>により進められてきたが、現在の  
変電および配電網設備は 70～80 年代或いはそれ以前に建設されたものが多く、さら  
に内戦や不十分な維持管理の影響から、設備劣化や老朽化が進んでおり、系統事故に  
よる設備故障の可能性が高く、故障した際にはスペアパーツの不足などにより復旧の  
遅れを招き、大規模な停電が発生することが危惧されており、安定的な電力供給が困  
難な状況にある。このように、キガリを中心とした首都圏および主要都市部の変電お  
よび配電網整備は、解決すべき課題として優先度が高い状況である。

国家長期目標を定めた「Rwanda Vision 2020」によれば、「ル」国は、2020 年時点  
で 35%の世帯電化率を目指しており、これに基づき策定された中期計画 2008-2012  
(Economic Development Poverty Reduction Strategy (EDPRS)) では、2008 年時点で  
97,000 件の需要家数を 2012 年時点で 350,000 件まで増加させるとともに、保健施設、  
行政施設、学校については、2012 年までにそれぞれ 100%、100%、50%の電化率を  
達成することを目標として定めている。この目標を具現化するためにインフラ省は、  
世界銀行の支援を得て「ル」国全土の総合的な電化計画「Electricity Access Rollout  
Program」を作成し、これに基づき自己資金およびドナー資金による電化促進を行う  
こととしており、本プロジェクトはこれに沿ったものである。

### 3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

協力準備調査団の派遣期間は以下の通りであった。

第 1 次現地調査：2010 年 5 月 8 日～6 月 28 日

第 2 次現地調査：2010 年 12 月 11 日～12 月 22 日

本プロジェクトは、以下の 4 コンポーネントより構成される。各コンポーネントの概  
要を以下に整理する。

#### (1) 変電所の改修(キガリ市内ジャバナ変電所およびギコンド変電所)

キガリ市内に位置するジャバナ及びギコンド変電所は、「ル」国の 110kV 送電  
系統の要所に位置しており、系統運用上重要な役割を担っている。両変電所のリ  
ハビリは「ル」国全体の電力供給システムの安定的運用および信頼度確保の実現  
のため有益である。本コンポーネントの実施に伴い、主に以下の裨益効果が期待  
され、その実施の妥当性は高いものと判断する。

本コンポーネントの協力対象事業スコープは以下の通りである。

##### 1) ジャバナ変電所

- 変圧器の増容量 (既設 6MVA×2 台⇒10MVA×2 台)

<sup>※1</sup> 1939 年に電力と水道事業を行う国営企業として設立され、2008 年 11 月に電力公社 (RECO) と水道・衛生公社  
(RWASCO) に分社された。

- 110kV 屋外開閉装置および 15kV 屋内開閉装置盤の更新（110kV ビレンボ向けフィーダの遮断器及び変流器は更新対象より除外）
- 変圧器用コンソール型制御盤の新規設置
- コンソール型制御盤外箱の設置および 110kV 送電線制御監視装置の移設
- ビレンボ変電所の 110kV ムシャ向けフィーダの断路器の新規設置

2) ギコンド変電所

- 110kV 屋外開閉装置の更新
- 110kV 二重母線（パイプブス）の設置

(2) 変電所の建て替え(東部県ムシャ変電所およびルインクワブ変電所)

東部地区のムシャ及びルインクワブ変電所は、系統電圧を 70kV から 110kV へ昇圧する計画であり、系統の強化、ロス低減及び信頼度向上の観点から有益である。両変電所が 110kV に昇圧されることで、ビレンボ変電所からルインクワブ変電所までの 70kV 系統が 110kV 系統に変わり、この 110kV 系統に接続される 4 変電所(ガソギ、ムシャ、カバロンド、ルインクワブ)の電力供給地域(キガリ市の敷地面積の約 3.6 倍)の既需要家と新規接続世帯に裨益する。

本コンポーネントの協力対象事業スコープは以下の通りである。

1) ムシャ変電所

- 変圧器の増容量（既設 2.5MVA×1 台⇒10MVA×1 台）
- 110kV 屋外開閉装置および 15kV 屋内開閉装置盤の新規設置
- コンソール型制御盤の新規設置
- 既設送電鉄塔（2 基）の建て替え

2) ルインクワブ変電所

- 変圧器の増容量（既設 2.5MVA×1 台⇒6MVA×1 台）
- 110kV 屋外開閉装置および 15kV 屋内開閉装置盤の新規設置
- コンソール型制御盤の新規設置

(3) 配電網の改修(南部県フイエ郡)

南部地区のフイエ郡配電網の改修により、既設 6.6kV 配電網を 30kV に昇圧することで、電力の安定供給、質の向上、およびロス低減が図られ有益である。

本コンポーネントの協力対象事業スコープは以下の通りである。

- 配電網の電圧階級の更新（既設 6.6kV→30kV）に伴う、変電所、開閉装置および配電用変圧器の改修

#### (4) 配電網の拡張(キガリ市)

キガリ市の電化地域の殆どは市中心部であり、市内であっても幹線道路から一歩外れると未電化の状態になっている。本コンポーネントは、キガリ市内の未電化地域への 15kV 中圧および 400V 低圧配電線の拡張により、効率良く電化アクセスを増加させることが可能となる。

本コンポーネントの協力対象事業スコープは以下の通りである。

- 配電網の拡張 (15kV 中圧線 24.0km、400V 低圧線 29.1km)
- 15/0.4kV 配電用変圧器 18 台の新規設置

なお、上記(4)配電網の拡張(キガリ市)については、本プロジェクトの予算の関係上、先方実施機関の要請範囲であった 8 地域の内、裨益および緊急性が高い 4 地域を実施対象として計画することに変更した。

## 4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトにおける実施設計には、コンサルタント契約、入札図書作成、入札業務および業者契約等が含まれ、業務実施期間は、E/N 締結後より 6 ヶ月程度と見込まれる。また、調達監理業務は、機器製作図作成、機器製作、輸送、据付工事、調整・試運転および検収・引渡しが含まれ、業務実施期間は、業者契約認証後より 18~24 ヶ月程度と見込まれる。

概略事業費の総額は 26.69 億円(日本側 25.96 億円、「ル」国側 72,760 千円)である。

## 5. プロジェクトの評価

本案件は、老朽化の著しい主要施設を改修・更新するとともに、成長著しいキガリ市内の配電網を拡張するものであり、大規模停電のリスクを回避し、安定した電力供給に大きく貢献するとともに、電化率の向上にも寄与する。このため、その効果は経済面のみならず、福祉、教育、医療分野と多岐にわたり、実施の妥当性は極めて高い。

本プロジェクトにおける各々のコンポーネントの実施により期待される裨益効果(直接効果および間接効果)を以下に整理する。

### (1) 定量的効果

- 1) 変圧器増量および配電網拡張に伴う新規需要家
  - : 一般需要家 45,263 世帯 (195,000 人)
  - : 学校 65 箇所
  - : 診療所 9 箇所

- 2) 老朽化設備の更新による既需要家への電力供給面での弊害（長期間にわたる停電等）の回避
  - ：一般需要家 70, 165 世帯（301, 000 人）
  - ：学校 95 箇所
  - ：医療施設 78 箇所（病院 11 箇所、診療所 67 箇所）
- 3) 配電ロス率の低減による CO2 排出量の削減：393[ton/年]

## (2) 定性的効果

### 1) 一般需要家への裨益効果

本プロジェクトの実施により、新規に電化される一般需要家においては、現在使用している灯油ランプに比べて格段に安全で明るい照明が導入され、これにより子供達の学習時間の確保とそれに伴う教育レベルの向上および織物等の家内作業が可能となることによる生計向上が期待される。さらに、利用ニーズが高いテレビやステレオ等の利用が可能となり、生活改善効果は絶大である。テレビを通じて入手できる情報は、量・質・同時性において優れ、世帯レベルでの生活の質と生活水準の向上に直接裨益することが期待される。

また、携帯電話の普及は「ル」国の地方部でも広がりを見せており、携帯電話は首都へのアクセスが困難な地域での生活の利便性を確保するために重要であり、特に、東部県におけるユーザーは携帯電話用充電器への安定した電源供給の裨益を受ける。既接続者は、安定した電力供給を受けることが可能となり、電圧変動によるコンピュータや携帯電話用充電器の損傷等の被害が解消される。

### 2) 医療施設への裨益効果

本プロジェクトの実施により、医療施設においては、高度な医療機器やコンピュータ等の導入が促進され、医療サービスレベルの底上げが期待される。特に夜間の患者や分娩等に対応するための安定した電力供給の確保は必須であり、また、ワクチン等の薬品保管用の冷蔵庫への安定した電力供給により、薬品等の劣化を防ぐことが可能となる。

なお、一般的な診療所はディーゼル発電機を有していないため、停電時は医療行為（夜間の出産等）が行えないケースが発生していることが報告されており、本プロジェクトの実施による医療施設への裨益は大きいものと考えられる。

### 3) 教育機関への裨益効果

現在、「ル」国における教育制度は Primary School（小学 1 年～6 年）と Secondary School（中学 1 年～高校 3 年）である。学校建屋の収容可能人数に対して、生徒数が大幅に超過しているため、二部制（午前 7:00～午後 12:00、午後 12:00～午後 6 時）

を採用している。

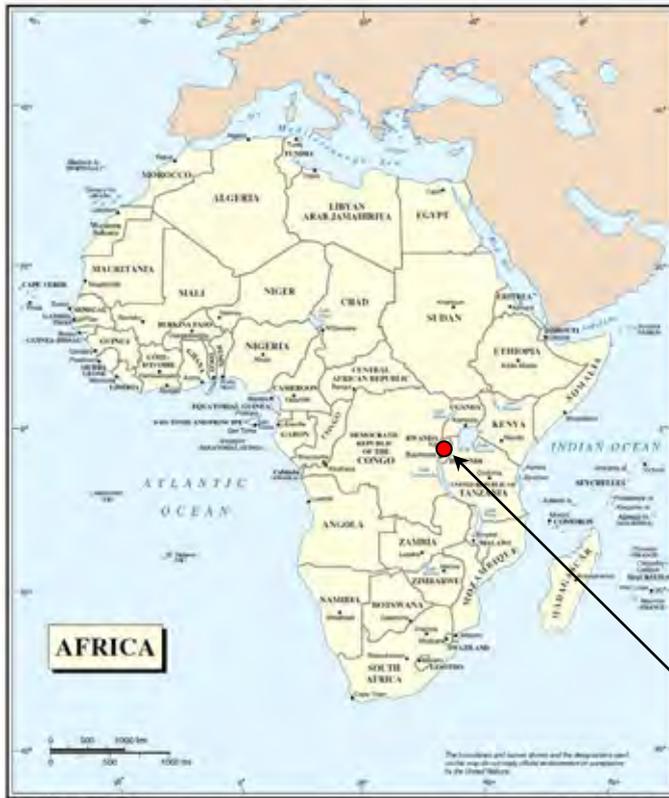
現地踏査にて学校関係者にヒアリングしたところ、先生は毎日午前6時に通勤して当日の授業の準備等を行う必要があるが、年間を通じてこの時間帯はまだ日の出前であり、真っ暗闇の中でローソクを立てて作業している状況にあるため、早期の電化を望む声が聞かれた。また、学校の電化により、コンピュータ、プロジェクター、コピー機および照明等の導入が促進されることにより、教育の充実を図ることが期待される。

#### 4) キガリ市一極集中化の分散

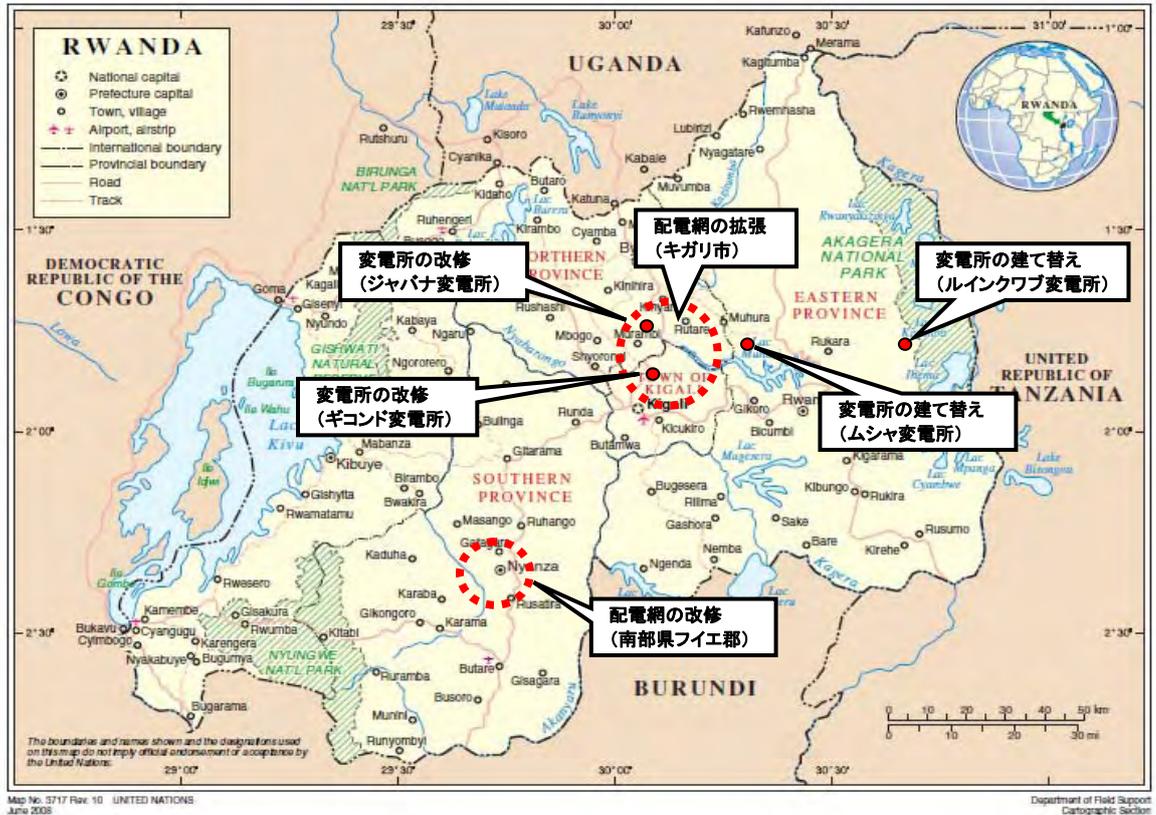
現在、キガリ市民の多くは、電気・水道等のライフラインが整備されている市街地に居住している。しかしながら、市街地は郊外と比較して全般的に物価が高いため、電気料金を支払う余裕がなく、電気にアクセスできない住民が多く存在する。

本プロジェクトにおけるキガリ市配電網拡張事業の計画サイトは、幹線道路から外れたキガリ市郊外に位置するが、本事業によりこれらの地域が電化され、現在、生活に困窮するキガリ市民を中心とした住民が転居することで、それら住民は電気へのアクセスが可能となり、前記1)～3)の裨益により生活環境が大幅に改善されることが期待される。

# 位置図



ルワンダ共和国



(出典:調査団作成)

## 写真



① ジャバナ変電所（キガリ市ガスボ地区）  
110kV 屋外開閉装置（遮断器、断路器、計器用変圧器・変流器等）は、製造後 25 年以上を経過しており老朽化が顕著である。また機種が古くスペアパーツの入手が実質不可能であることより補修が実施できない状況にある。



② ジャバナ変電所（キガリ市ガスボ地区）  
既設 110/15kV 変圧器（6MVA×2 台）は、老朽化に加えて、2013 年の需要予測に対して容量不足となるため、10 MVA×2 台を新規設置する。



③ ビレンボ変電所（キガリ市ガスボ地区）  
本プロジェクトによりジャバナ変電所以東の電圧階級が 110kV に昇圧されるため、同変電所の Gasogi 向けフィーダに新規 110kV DS（断路器）を設置する。



④ ギコンド変電所（キガリ市キチュキロ地区）  
110kV 屋外開閉装置（遮断器、断路器、計器用変圧器・変流器等）は、製造後 35 年以上を経過しており老朽化が顕著である。



⑤ ムシャ変電所（東部県ルワマガナ地区）  
既設 70kV 変電所を 110kV 変電所に建て替える。変電所の建て替えに伴い、敷地造成および送電鉄塔の移設が必要となる。1959 年に建設された。



⑥ ルインクワボ変電所（東部県カヨンザ地区）  
既設 70kV 変電所を 110kV 変電所に建て替える。敷地造成が必要となる。1959 年に建設された。



⑦ フイエ郡配電網（ブタレノード変電所）  
本変電所を含む既設3変電所（30/6.6kV）をRMU式開閉所に更新する。



⑧ フイエ郡配電網（アエロドローーム開閉所）  
本開閉所を含む既設18開閉所（30/6.6kV）をRMU式開閉所に更新する。ほぼ全ての既設開閉設備の前扉は外されており、計測器も正常に作動していない。



⑨ キガリ市配電網（カノンベ地区）  
ルワンダ電力公社より要請された配電網拡張範囲の内、裨益および緊急性の高い4地域を事業スコープに含める。（15kV中圧線約25km、400V低圧線約31km）



⑩ キガリ市配電網（ガサボ地区）  
本事業の対象地域にある未電化学校。プロジェクターの電源として、小型ディーゼル発電機（40kW）を利用している。

ルワンダ国  
首都圏及び主要都市配電施設整備計画準備調査(その2)

協力準備調査報告書

序文  
要約  
位置図／写真

目次

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・経緯および概要.....	1 - 4
1-2-1 「ル」国における電力セクターの開発実績と課題 .....	1 - 4
1-2-2 「ル」国における電力セクターの開発政策と本事業の位置付け .....	1 - 4
1-3 我が国の援助動向 .....	1 - 4
1-4 他ドナーの援助動向 .....	1 - 5

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 - 3
2-1-4 既存施設・機材 .....	2 - 3
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2 - 6
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2 - 6
2-2-2 自然条件 .....	2 - 6
2-2-3 環境社会配慮.....	2 - 7
2-3 その他(グローバルイシュー等).....	2 - 9

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
3-2 協力事業の概略設計.....	3 - 5
3-2-1 設計方針 .....	3 - 5
3-2-2 基本計画 .....	3 - 11
3-2-2-1 全体計画 .....	3 - 11
3-2-2-2 機材計画 .....	3 - 19
3-2-3 概略設計図.....	3 - 28
3-2-4 施工計画／調達計画 .....	3 - 31

3-2-4-1	施工方針／調達方針.....	3 - 31
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項.....	3 - 32
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分.....	3 - 32
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画.....	3 - 34
3-2-4-5	品質管理計画.....	3 - 35
3-2-4-6	資機材等調達計画.....	3 - 36
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画.....	3 - 39
3-2-4-8	実施工程.....	3 - 41
3-3	相手国側分担事業の概要.....	3 - 42
3-3-1	相手国側負担手続き.....	3 - 42
3-3-2	相手国負担事業.....	3 - 42
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3 - 44
3-5	プロジェクトの概算事業費.....	3 - 46
3-5-1	協力対象事業の概算事業費.....	3 - 46
3-5-2	運営・維持管理費.....	3 - 47
3-6	協力対象事業実施にあたっての留意事項.....	3 - 49

#### 第4章 プロジェクトの評価

4-1	プロジェクトの前提条件.....	4 - 1
4-1-1	事業実施のための前提条件.....	4 - 1
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件.....	4 - 1
4-2	プロジェクトの評価.....	4 - 2
4-2-1	妥当性.....	4 - 2
4-2-2	有効性.....	4 - 2

#### 付属資料

- 資料-1 調査団員・氏名
- 資料-2 調査工程
- 資料-3 関係者(面会者)リスト
- 資料-4 協議議事録(M/D)
- 資料-5 概略設計図
- 資料-6 参考資料

## 表リスト

表 1.1-1	「ル」国の既存発電設備および設備容量(2009年) .....	1 - 2
表 1.1-2	「ル」国の発電開発計画(2010-2013) .....	1 - 2
表 1.3-1	我が国の援助実績(電力分野) .....	1 - 5
表 1.4-1	他のドナー国・機関の援助との関連 .....	1 - 5
表 2.1-1	ルワンダ電力会社の年間支出内訳(百万ルワンダフラン) .....	2 - 3
表 3.1-1	本プロジェクトによる裨益効果 .....	3 - 3
表 3.2-1	キガリ市の月平均気温(単位:°C) .....	3 - 6
表 3.2-2	キガリ市の月平均湿度(単位:%) .....	3 - 6
表 3.2-3	キガリ市の月平均降水量(単位:mm) .....	3 - 6
表 3.2-4	本プロジェクトの対象変電所の標高 .....	3 - 7
表 3.2-5	ルワンダ電力会社規定の設計条件 .....	3 - 7
表 3.2-6	対象4変電所の需要予測(FICHTNER作成のマスタープラン) .....	3 - 11
表 3.2-7	対象4変電所の需要予測(調査団検討) .....	3 - 11
表 3.2-8	対象変電所の変圧器容量(現状および将来計画) .....	3 - 12
表 3.2-9	キガリ市配電網拡張事業-対象地域毎の優先順位付け .....	3 - 16
表 3.2-10	キガリ市配電網の対象4地域の配電線距離および配電用変圧器数 .....	3 - 16
表 3.2-11	地耐力の測定結果 .....	3 - 17
表 3.2-12(1)	主要機材一覧(ジャバナ変電所) .....	3 - 19
表 3.2-12(2)	主要機材一覧(ビレンボ変電所) .....	3 - 20
表 3.2-12(3)	主要機材一覧(ギコンド変電所) .....	3 - 20
表 3.2-12(4)	主要機材一覧(ムシャ変電所) .....	3 - 21
表 3.2-12(5)	主要機材一覧(ルインクワブ変電所) .....	3 - 22
表 3.2-12(6)	主要機材一覧(ファイエ郡配電網) .....	3 - 23
表 3.2-12(7)	主要機材一覧(キガリ市配電網) .....	3 - 23
表 3.2-13	機器の耐電圧値 .....	3 - 24
表 3.2-14	沿面距離 .....	3 - 24
表 3.2-15	接地方式 .....	3 - 24
表 3.2-16	短絡電流値 .....	3 - 24
表 3.2-17	主変圧器の仕様 .....	3 - 25
表 3.2-18	所内用変圧器の仕様 .....	3 - 25
表 3.2-19	遮断器の仕様 .....	3 - 25
表 3.2-20	その他の110kV屋外変電機器仕様 .....	3 - 25
表 3.2-21	15kV屋内開閉装置の仕様 .....	3 - 26
表 3.2-22	ケーブルの仕様 .....	3 - 26
表 3.2-23	リングメインユニットの仕様 .....	3 - 26
表 3.2-24	配電用変圧器の仕様 .....	3 - 27
表 3.2-25	低圧分電盤の仕様 .....	3 - 27
表 3.2-26	ACSRの仕様 .....	3 - 27
表 3.2-27	ABCケーブルの仕様 .....	3 - 27

表 3.2-28	配電用変圧器の仕様.....	3 - 28
表 3.2-29	避雷器の仕様.....	3 - 28
表 3.2-30	高圧開閉装置の仕様.....	3 - 28
表 3.2-31	低圧分電盤の仕様.....	3 - 28
表 3.2-32	概略設計図リスト(ジャバナ変電所).....	3 - 29
表 3.2-33	概略設計図リスト(ギコンド変電所).....	3 - 29
表 3.2-34	概略設計図リスト(ムシャ変電所).....	3 - 29
表 3.2-35	概略設計図リスト(ルインクワブ変電所).....	3 - 29
表 3.2-36	概略設計図リスト(フイエ郡配電網).....	3 - 30
表 3.2-37	概略設計図リスト(キガリ市配電網).....	3 - 30
表 3.2-38	施工区分.....	3 - 33
表 3.2-39	調達・据付区分.....	3 - 33
表 3.2-40	主要資機材調達先.....	3 - 36
表 3.2-41	荷揚げ港および輸送ルート比較表.....	3 - 38
表 3.2-42	初期操作指導および運用操作指導.....	3 - 40
表 3.2-43	運転・維持管理講習内容.....	3 - 40
表 3.2-44	事業実施工程.....	3 - 41
表 3.4-1	巡視と点検項目.....	3 - 45
表 3.5-1	概算事業総括表.....	3 - 46
表 3.5-2	「ル」国側負担経費.....	3 - 47
表 3.5-3	運転保守要員配置計画.....	3 - 48
表 3.5-4	運転維持管理費(年間).....	3 - 49

## 図リスト

図 2.1-1	インフラ省(MININFRA)組織図.....	2 - 2
図 2.1-2	ルワンダ電力公社(RECO)組織図.....	2 - 2
図 2.2-1	用地取得手続き.....	2 - 8
図 3.1-1	プロジェクト位置図.....	3 - 4

## 略 語

A/P:	Authorization to Pay	支払い授權書
ANSI:	American National Standard Institute	米国標準規格
B/A:	Banking Arrangement	銀行取極め
BTC:	Belgian Technical Cooperation	ベルギー技術援助
CB:	Circuit Breaker	しゃ断機
CO <sub>2</sub> :	Carbon Dioxide	炭酸ガス
DAC:	Development Assistance Committee	開発援助委員会
D/L:	Distribution Line	配電線
EDPRS:	Economic Development Poverty Reduction Strategy	経済開発貧困削減戦略
E/N:	Exchange Notes	交換公文
EIA:	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIR:	Environmental Impact Report	環境影響報告書
EEC:	European Economic Community	欧州経済共同体
EU:	European Union	欧州共同体
F/S	Feasibility Study	実施可能性調査
IEC:	The International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議
GDP:	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI:	Gross National Income	国民総所得
GIS:	Gas Insulated Switchgear	ガス絶縁型開閉装置
GOR:	Government of Rwanda	ルワンダ国政府
GWh:	Gigawatt hour= 10 <sup>9</sup> Wh	ギガワット時
ICT:	Information and Communications Technology	情報通信技術
IEEE:	The Institute of Electrical and Electronics Engineer	電気米国電子技術者協会
IT:	Information Technology	情報技術
JCS	Japanese Cable Makers' Association Standard	日本電線工業会規
JEC:	Japan Electrotechnical Committee	日本規格調査会標準規格
JEM:	Japan Electric Machine Industry Association	日本電気工業会
JICA:	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JIS:	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
kV:	kilovolt = 10 <sup>3</sup> V	キロボルト
kW:	kilowatt = 10 <sup>3</sup> W	キロワット
kWh:	kilowatt hour = 10 <sup>3</sup> Wh	キロワット時
LDC:	Least Developed Country	後発開発途上国
MININFRA:	Ministry of Infrastructure	インフラ省
MVA:	Megavolt Ampere = 10 <sup>6</sup> VA	メガボルトアンペア
MW:	Megawatt = 10 <sup>6</sup> W	メガワット
NEC:	National Electrical Code	米国電気工事規程
O&M:	Operation and Maintenance	維持管理
ODA:	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD:	Organization for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
OECF:	Overseas Economic Cooperation Fund	海外経済協力基金
OFID:	OPEC Fund for International Development	OPEC 国際開発基金
PCB:	Poly Chlorinated Biphenyl	ポリ塩化ビフェニル
PF:	Power Factor	力率
PPP:	Public Private Partnership	公民パートナーシップ
RDB:	Rwanda Development Board	ルワンダ開発庁
RECO:	Rwanda Electricity Corporation	ルワンダ電力公社
REMA:	Rwanda Environment Management Authority	ルワンダ環境管理局
RURA:	Rwanda Utilities Regulatory Agency	ルワンダ公共施設調整局
RWASCO:	Rwanda Water and Sanitation Corporation	ルワンダ水道・衛生公社
RWF:	Rwanda Franc	ルワンダフラン
SCADA:	Supervisory Control And Data Acquisition	遠隔監視・制御システム
SF <sub>6</sub> :	Sulfur Hexafluoride	六フッ化硫黄

S/S:	Substation	変電所
TICAD:	Tokyo International Conference on African	アフリカ開発会議
TPP:	Thermal Power Plant	火力発電所
UERP:	Urgent Electricity Rehabilitation Program	緊急電力修復プログラム
US\$:	United State Dollar	アメリカドル
WB:	The World Bank	世界銀行

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

## 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

2008年時点でのルワンダ国（以下、「ル」国）の全国電化率は5～6%（都市部25%、地方部3%程度）と推定される。「ル」国政府は、長期国家目標として2020年をターゲットとした「Rwanda Vision 2020」を2000年に発表した。Vision 2020の目的は、「ル」国を2020年までに中所得国に引き上げることであり、そのため一人当たりGDPをUS\$900に引き上げ、貧困率を30%に減少し、平均寿命を55歳まで引き上げることを達成することを掲げている。

「ル」国政府は、上記「Rwanda Vision 2020」に基づき、2008-2012年の期間と対象とした経済開発貧困削減戦略（Economic Development Poverty Reduction Strategy, EDPRS）を発表した。「ル」国民の生活水準の向上および貧困削減を、近年の高い経済成長率を継続することにより実現化するとしている。電力セクターでは、2008年の電化世帯数97,000件を2012年に350,000件まで引き上げ、医療機関、公共施設は100%、学校は50%以上の電化率を達成することを目標としており、さらに2012年以降は、Vision 2020に沿って、世帯電化率を2020年までに35%とし、さらに学校を100%電化するべく、電化を推し進めるとしている。

なお、EDPRSの目的達成のための主な政策は以下4項目である。

- ① 2012年までに35%の電化率を達成
- ② 電力供給施設の多様化
- ③ 電力供給コストの低減
- ④ エネルギーセクターの統治機構と管理能力の強化

#### 1-1-2 開発計画

##### (1) 発電設備の現状および将来計画

2009年における「ル」国内の発電設備及び可能輸入電力は、次表に示す通りである。

表 1.1-1 「ル」国の既存発電設備および設備容量(2009年)

Plant	Unit	Power per unit (MW)	Installed Capacity (MW)	Available Energy (GWh)	US\$ /kWh
<b>Domestic Hydro</b>					
Ntaruka	3	3.75	11.25	22.0	1
Mukungwa	2	6.25	12.50	48.0	1
Gihira	2	0.80	1.60	10.0	1
Gisenvi	2	0.60	1.20	8.4	1
<b>Imported Hydro</b>					
Ruzizi 1 (SNEL)			9.40	40.0	3.4
Ruzizi 2 (SINELAC)			13.00	80.0	3.3
<b>Thermal</b>					
Jabana			7.80	2.0	19
Gatsata			4.80	11.0	19
Jabana 20MW			20.00	140.0	12
<b>Total</b>	-	-	81.55	361.4	-

(出典: Rwanda Master Plan, Generation Part, December 2009)

表 1.1-1 に示す通り、2009 年時点での既存発電設備容量および可能発電電力量はそれぞれ 81.55 [MW]、361.4 [GWh]であるのに対して、2007 年におけるピーク電力及び電力量需要はそれぞれ 54.5 [MW]、248 [GWh]、また、2009 年における電力量需要は 307 [GWh]と、電力供給量が需要のそれを大きく上回っており、現時点での電力供給に支障は無いものと判断される。

国内新水力発電所としては、ルカララ水力 (9.5MW) が政府資金により建設中で 2010 年に完成予定 (2010 年 12 月時点での進捗率は約 95%)、また、政府およびインド資金によるニャバロンゴ水力 (27.5MW) は、既に工事用道路や現場事務所の建設作業が開始されており、2013 年の完成予定となっている。2013 年までの「ル」国における発電開発計画は下表の通りである。

表 1.1-2 「ル」国の発電開発計画(2010-2013)

プロジェクト名	発電所名	発電種類	発電設備容量 [MW]	完成予定年
Nyabarongo Hydropower Plant	Nyabarongo	Hydro	27.5	2013
Rukarara Hydropower Plant	Rukarara	Hydro	9.5	2011
Micro Hydropower Plant	Keya, Nkora and Cyimbili	Hydro	3.2	2011
7 Micro Hydropower Plant	Gashashi, Mukungwa II, Nyirabuhomboho, Rugezi, Nshili-I, Nyabahanga	Hydro	6.2	2011
Four Micro Hydro Power under UNIDO	Nyamyosti-I, Nyamotsi-II, Mutobo, Agatobwe	Hydro	0.6	2011
Kibue Power & Contour Global, Phase-I	Kibue Power, Contour Global	Thermal (Methan gas)	25.0	2011
計	-	-	72.0	-

(出典:Energy Sector Project and Programs, MININFRA, June 2010)

表 1.1-2 に示す通り、2013 年までに 72.0 [MW]の発電設備が新たに増強されることな

り、既存発電設備容量を加えた発電設備容量は約 153.55 [MW]となる。

## (2) 送変電設備

「ル」国の送電系統は、主に2本の基幹送電系統から構築されている。北部系統は、ムクングワ水力及びタルカ水力発電所から出発し、キガリ市のギコンド変電所に至る110kV一回線送電線である。南部系統は、南西部に位置するルシジ-1 およびルシジ-2水力発電所から出発し、南部地区のキゴマ変電所を経由して、ギコンド変電所に至る110kV一回線送電線である。110kV送電線の総延長は253kmである。70kV系統は、キガリ市内のビレンボ変電所から東部県ルインクワブ変電所まで、一回線送電線約96kmがある。110kV及び70kVの高圧から30kV又は15kVの中圧に降圧する変電所は、ギコンド変電所を含み全部で18変電所である。ギコンド変電所には、全国給電指令所が併設されており、2010年12月より全ての変電所の運転が遠方集中監視されている。また、地方都市の急増する電力需要に対応するために新たな変電所および送電線の新設が必要となっている。現在、ルカララ水力発電所の完成に伴う、30kV変電所および30kV送電線（ルカララ-キリンダ間、ルカララ-ギコンド間）の新設工事が進行中である。

## (3) 配電設備

「ル」国の配電網は、30kV、15kV及び6.6kV中圧配電線と、三相380V、単相220Vの低圧配電線から構成される。30kV配電線は、一部送電線の役割も担っており長距離に亘っている。2009年時点の30kV配電線の総延長は1,001kmにおよび、その内869kmは架空配電線で、132kmが地中ケーブルとなっている。中圧から低圧380/220Vに変圧して各需要家への配電する配電用変電所（変圧器）は、636箇所あり、低圧線の総延長は1,589km（589kmが架空、996kmが地中線）となっている。

インフラ省は、「Electricity Roll-Out Program」を策定し、「ル」国内の電化率の向上に向けた配電網の拡張・延伸事業に取り組んでいる。

### 1-1-3 社会経済状況

1990年代に「ル」国内で勃発した内戦以降はマイナス成長を記録し、1994年の大虐殺で更に壊滅的打撃を受けた。その後、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は内戦前の水準にまで回復し、2009年のGDPは51.0億US\$、一人当たりのGNIは510US\$となった。なお、GDPに占める第一次産業（農林水産業）、第二次産業（鉱工業、製造業、建設業）、第三次産業（商業、サービス業）の割合は、それぞれ、36.4%、14.2%、43.7%となっている。

しかしながら、OECD/DAC分類では、「ル」国は後開発途上国（LDC）に区分され、国民の約60%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。

「ル」国政府は経済成長を通じた貧困削減を目指しており、これまでに公共投資計画（1996年）、VISION2020（2000年、20年後の経済達成目標を設定）、第1次貧困削減

戦略（F-PRSP、2002年）、経済開発貧困削減戦略（2007年、EDPRS（第2次PRSP））等の経済政策を次々に策定・実施している。ちなみに、現ポール・カガメ大統領は、無停電化/海外からの投資によるICT産業等振興による雇用促進、経済の活性化を目指すとしている。

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯および概要

### 1-2-1 「ル」国における電力セクターの開発実績と課題

「ル」国全体における電化率は約5%と著しく低く、キガリを含めた都市部においても25%（地方部に至っては3%程度）と推定されている。こうした電化率の低さは、人々の生活水準向上、社会サービスの向上および産業の発展を阻害している。

また、需要増加の著しいキガリを中心とした首都圏の電力供給は、電力と水道事業を行う国営企業として設立されたエレクトロガズ社<sup>※1</sup>により進められてきたが、現在の変電および配電網設備は70～80年代或いはそれ以前に建設されたものが多く、さらに内戦や不十分な維持管理の影響から、設備劣化や老朽化が進んでおり、系統事故による設備故障の可能性が高く、故障した際にはスペアパーツの不足などにより復旧の遅れを招き、大規模な停電が発生することが危惧されており、安定的な電力供給が困難な状況にある。

このように、キガリを中心とした首都圏および主要都市部の変電および配電網整備は、解決すべき課題として優先度が高い状況である。

### 1-2-2 「ル」国における電力セクターの開発政策と本事業の位置付け

国家長期目標を定めた「Rwanda Vision 2020」によれば、「ル」国は、2020年時点で35%の世帯電化率を目指しており、これに基づき策定された中期計画2008-2012（Economic Development Poverty Reduction Strategy(EDPRS)）では、2008年時点で97,000件の需要家数を2012年時点で350,000件まで増加させるとともに、保健施設、行政施設、学校については、2012年までにそれぞれ100%、100%、50%の電化率を達成することを目標として定めている。

この目標を具現化するためにインフラ省は、世界銀行の支援を得て「ル」国全土の総合的な電化計画「Electricity Access Rollout Program」を作成し、これに基づき自己資金およびドナー資金による電化促進を行うこととしており、本事業はこれに沿ったものである。

## 1-3 我が国の援助動向

我が国は、対「ル」国協力の重点プログラムの一つとして「経済基盤整備・ビジネ

<sup>※1</sup> 1939年に電力と水道事業を行う国営企業として設立され、2008年11月にルワンダ電力公社（RECO）と水道・衛生公社（RWASCO）に分社された。

ス振興プログラム」を掲げており、本事業は変電所及び配電網の整備により当該プログラム内に位置付けられるものである。また、2008年のTICAD IVで策定された横浜行動計画においても、エネルギー・アクセスの改善として、電力へのアクセス改善および電力の効率的利用を促進するための送配電網の整備・管理への支援が掲げられている。

2007年度以降の我が国の「ル」国の電力分野における援助実績を下表に示す。

表 1.3-1 我が国の援助実績(電力分野)

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
技術協力プロジェクト	2007～2012年度	トゥンバ高等技術専門学校強化支援プロジェクト	トゥンバ高等技術専門学校(TCT)の能力強化により、「ル」国における科学技術分野の人材育成を強化する。
専門家派遣	2008年度	TICAD4 フォローアップ	2008年度派遣予定の「村落エネルギー供給アドバイザー」に係る要請確認とエネルギー・電力セクター概要調査を目的として、ジュニア専門員を派遣した。
	2008年度	地方電化プログラム形成支援	「ル」国の電力分野に対する支援プログラム形成のため、専門家を2回にわたり派遣した。
	2008年度	村落エネルギー供給アドバイザー(電化促進/配電計画)	上記の「TICAD4 フォローアップ」および「地方電化プログラム形成支援」を通じて、先方のニーズが配電網整備による電化促進にあることが確認されたため、配電計画及び設備の現状把握と具体的案件形成を目的とした専門家を派遣した。

(出典:外務省案件概要資料)

#### 1-4 他ドナーの援助動向

援助協調の進む「ル」国では、セクター・ワイド・アプローチを取っており、電化プログラムに対し、世界銀行をはじめ、アフリカ開発銀行、オランダ、ベルギー、OFID等多くの国際機関からの支援が実施或いは予定されている。本事業も当該電化プログラムに位置付けられており、他ドナーと協調し重複することなく効果的に実施されることが確認されている。

電力分野における他のドナー国・機関の援助との関連を下表に示す。

表 1.4-1 他のドナー国・機関の援助との関連(電力分野)

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
不明	世界銀行、オランダ政府、アジア開発銀行他	ロールアウトプログラム	不明	無償	2012年までに電化率を16%(新規需要化数:35万世帯)までに引き上げる。
不明	アフリカ開発銀行、アジア開発銀行他	域内送電網整備	不明	無償	「ル」国-コンゴブルンジ間の送電網の整備事業。2010年6月にF/Sが開始。
不明	ベルギー政府	再生可能エネルギープロジェクト(マイクロ小水力)	不明	無償	小水力発電設備の建設事業。タルカ(2MW)およびルカララII(2MW)。

(出典:外務省案件概要資料)

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

## 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

#### 2-1-1 組織・人員

本プロジェクトの主管官庁は「ル」国における電力行政を管轄するインフラ省であり、実施機関はルワンダ電力公社である。

本プロジェクトにおいて、インフラ省は、主に計画全体の管理および関係機関との調整にあたる。また、実施機関であるルワンダ電力公社においては、保有する国内の発電所、送電線および変電所の管轄部署である電力部 (Electricity Department) が、本プロジェクトの担当部署として、事業の円滑な進捗に向けた運営・管理を行うことになる。同部署における進捗段階毎の担当部門は以下の通りである。

- 調査・設計・建設段階： 調査・計画課 (Study and Planning Section)
- 運営維持管理段階： 電力運営課 (Power Operation Section)

2010年6月時点における、電力部に所属する技術者数は290名、また、全国の配電網を管轄する15のステーションオフィスが擁する技術者数は230名、総計520名が在籍している。

ルワンダ電力公社は長年に亘る、他ドナーによる複数のプロジェクトに伴う技術訓練の実績を有しているため、本プロジェクト完成後の運営・維持管理に必要とされる技術力は一定のレベルに達しているものと判断する。また、各変電所には、その規模に応じた運転員が常駐しており、現状の電力設備の運用維持管理体制に関しては特段の問題は無いものと判断される。

インフラ省およびルワンダ電力公社の組織図を次頁に示す。

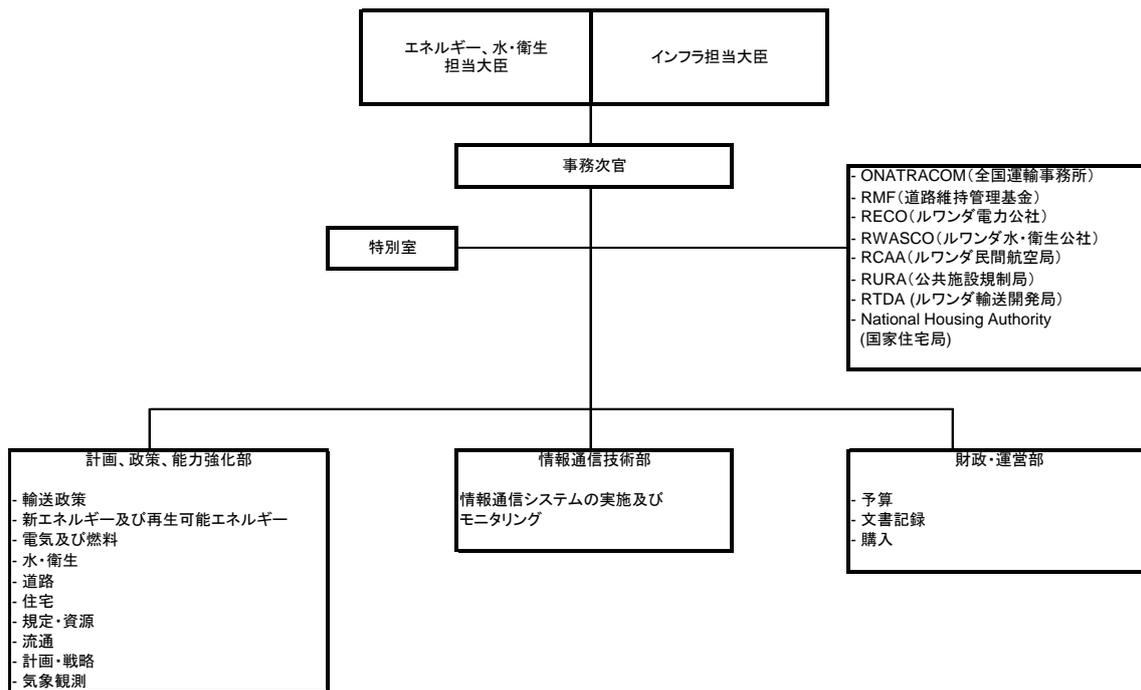


図 2.1-1 インフラ省(MININFRA)組織図

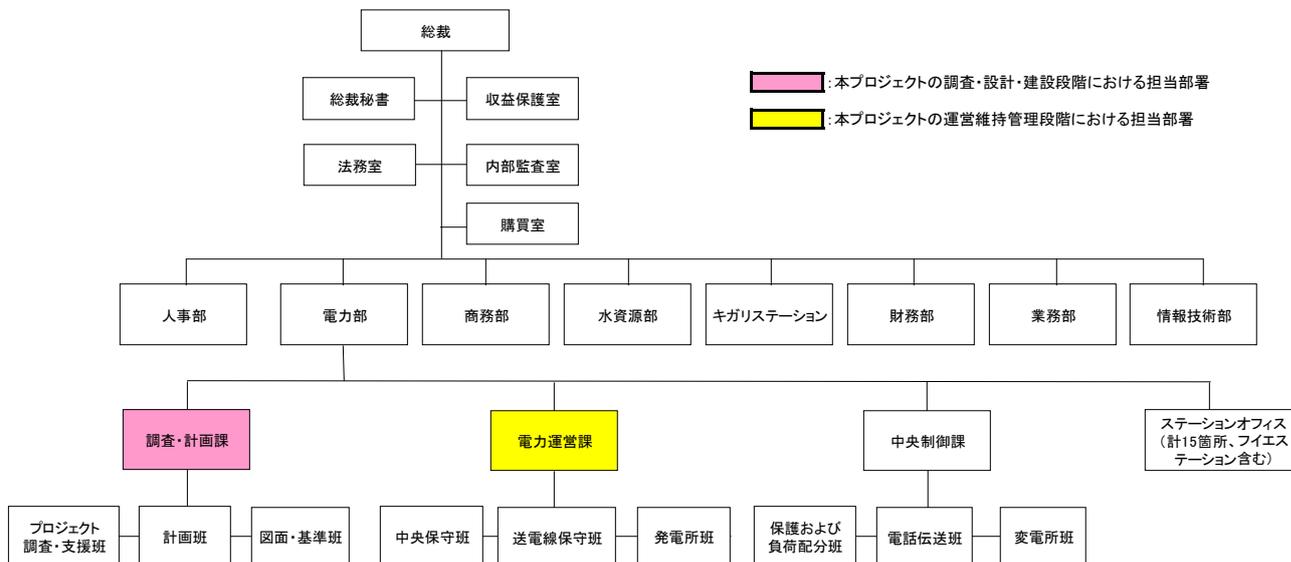


図 2.1-2 ルワンダ電力公社(RECO)組織図

### 2-1-2 財政・予算

2007～2009 年度におけるルワンダ電力公社および水道・衛生公社の年間支出入の内訳を下表に示す。

表 2.1-1 ルワンダ電力公社および水道・衛生公社の年間支出入内訳(百万ルワンダフラン)

予算年度	2007	2008	2009
総支出	36,994.3	45,117.7	45,996.2
販売コスト	18,267.2	20,380.3	19,333.7
販売経費	3,234.2	8,390.8	8,927.1
運営管理費	15,345.1	16,333.9	17,512.3
資金調達費	147.8	12.7	223.1

(出典: ELECTROGAZ Audited financial statements for the year ended 31 December 2008, RECO & RWASCO Annual Report 2009)

2008 年にエレクトロガズ社は、ルワンダ電力公社および水道・衛生公社に分社されたが、財政面ではそれぞれ単独の決算は行われていない。2009 年度の支出額は円換算（1RWF=0.158 円）で約 72.67 億円に相当する。本プロジェクト完成後の対象変電所および配電網設備の運営維持管理用もこの中に含まれる。

また、ルワンダ電力公社および水道・衛生公社の年間収入は、2007 年度から 2008 年度にかけて 1 割以上の増加率を記録し、2009 年度も安定した収入を得ている。2007 年以前の期間からもルワンダ電力公社および水道・衛生公社は着実にその所有する設備規模を拡張しており、年間収入もこれに従い増加の一途をたどっている。従って、今後も長期にわたりルワンダ電力公社の予算が十分に確保されるものと見られる。

### 2-1-3 技術水準

ルワンダ電力公社は、政府と国際援助機関の支援により、国内の老朽化した電力グリッドのリハビリ事業を手掛けてきた。特に、主要変電所および基幹の中圧配電線の改修事業を実施した複数の経験を有している。また、現在も多くの投資プロジェクトが進行中であるが、これまでの改修事業によって、中圧系統での事故が 20% 減少し、さらに電力損失も 2005 年の 25% から 2009 年には 20% まで減少することができ、結果は概ね良好であるといえる。今後もこの改善がさらに続くことが期待され、電力アクセスプログラムに含まれるリハビリプロジェクトの実施により、さらに加速されることが期待される。

このようにルワンダ電力公社は、過去の事業実施によって培われた経験を生かして、新たなプロジェクトに望めば、特に大きな支障なく、プロジェクトを完成に導くに足る技術水準を有しているものと判断する。

### 2-1-4 既存施設・機材

本事業対象の既設 4 変電所（ジャバナ、ギコンド、ムシャ、ルインクワブ）及びキガリ市及びフイエ郡の配電網設備の現状及び直面している課題を以下に整理する。

## (1) ジャバナ変電所

ジャバナ変電所は、キガリ市中心部より北へ車で 15 分程度の場所（ガソボ地区）に位置する。本変電所は 1985 年に建設された、110/15kV、二重母線式変電所である。

本変電所の既設 110/15kV 変圧器の単機容量は 6MVA（2 台）であり、現時点において特段の問題なく、正常に稼動している。

110kV 送電線はギコンド変電所、ムクングワ変電所、ビレンボ変電所及びジャバナ-2 ディーゼル発電所（総発電容量 20MW、世銀の資金にて建設）と接続され、配電用 15kV 中圧線は計 6 フィーダが存在する。本変電所敷地内にディーゼル発電所（ジャバナ-1、総発電容量 7.4MW）が設置されている。

変電所 1 次側（110kV）の一部の屋外開閉装置（しゃ断機、断路器、計器用変圧器・変流器等）は、製造年後 20 年以上を経過しており老朽化が顕著である。

また、機種が古くスペアパーツの入手が実質不可能な状況であるため、定期メンテナンスが実施できない状況にある。これにより、今後、本変電所の開閉設備に不具合が発生した場合、キガリ市内の電力供給に大きな支障を与えることが危惧される。

さらに、1986 年に設置された 15kV 屋内キュービクルも屋外開閉装置と同様に老朽化が激しく、更にスペアパーツが無くメンテナンスができない状況にある。

## (2) ギコンド変電所

ギコンド変電所は、キガリ市中心部より車で 10 分程度の場所（キチュキロ地区）に位置する。本変電所は 1974 年に建設され、1986～87 年に一部機器のリハビリ工事が実施された。

本変電所はキガリ市のみならず、国内でも重要な位置付けの変電所である。2010 年 10 月までに本変電所内に SCADA システムを設置し、国内の変電所の集中監視制御を行う計画が進行中である。

本変電所の既設の 110/15kV 変圧器の単機容量は 15MVA（2 台）であり、現時点において特段の問題もなく、正常に稼動している。

2005 年に中央制御装置及び C-GIS（Cubicle Type Gas-Insulated Switchgear、ス絶縁開閉装置）を自国資金にて新規導入した。（両設備ともドイツの SAG 社製）

110kV 送電線はジャバナ変電所及びキゴマ変電所と接続され、15kV 中圧線は計 12 フィーダが存在する。

本変電所 1 次側（110kV）側の屋外開閉装置は老朽化が顕著であり、また機種が古くスペアパーツの入手が実質不可能な状況にあり、メンテナンスを実施できない状況にある。これにより、今後、本変電所の開閉設備に不具合が発生した場合、キガリ市内の電力供給に大きな支障を与えることが危惧される。

## (3) ムシャ変電所

ムシャ変電所は、キガリ市内より東の方向に、車で 50 分程移動した場所（ルワマガナ地区）に位置する。本変電所は 1959 年に建設され、運用開始後より 50 年を経過

している。本変電所の既設変圧器として、70/15kV 2.5 [MVA] (1 台) が設置されている。

70kV 送電線は、ガソギ変電所及びカバロンド変電所と接続され、15kV 中圧線は計4 フィーダ (ルワマガナ、カレンゲ、レデミ、ムシャ) が存在している。

本変電所は 1959 年に建設されていることから各種設備の老朽化が著しく、また機種が古くスペアパーツの入手が実質不可能な状況にあり、メンテナンスを実施できない状況にある。これにより、今後、本変電所の開閉設備に不具合が発生した場合、東部地区の電力供給に大きな支障を与えることが危惧される。

#### (4) ルインクワブ変電所

ルインクワブ変電所は、ムシャ変電所より東の方向に、車で 40 分程移動した場所 (カヨンザ地区) に位置する。本変電所は、ムシャ変電所と同様に 1959 年に建設された。本変電所の既設変圧器として、70/15kV 2.5 [MVA] (1 台) が設置されている。

70kV 送電線は、カバロンド変電所と接続され、15kV 中圧線は計4 フィーダとなっている。主な電力供給先は、病院 (クリントン財団建設)、鉱山所及びアカゲラ国立公園である。

本変電所は 1959 年に建設されていることから各種設備の老朽化が著しく、また機種が古くスペアパーツの入手が実質不可能な状況にあり、メンテナンスを実施できない状況にある。これにより、今後、本変電所の開閉設備に不具合が発生した場合、東部地区の電力供給に大きな支障を与えることが危惧される。

#### (5) ファイエ 郡配電網

「ル」国の南部に位置するファイエ郡は、キガリに次ぐ第2の都市である。ルワンダ国立大学、国立博物館、国立病院がある。

ファイエ郡配電網は、30/6.6kV 変電所3箇所 (ゴマ、ブタレノード、ホスピタル1)、屋外開閉設備20箇所より構成され、郡中心部は6.6kV 中圧配電線による地下埋設配電方式が採用されている。

いずれの配電網設備も1980年初頭に建設されたものであり老朽化が顕著であり、特に、屋外開閉設備においては新規スペアパーツの入手が実質不可能な状況にあり、今後、不具合が発生した場合、ファイエ郡の電力供給に大きな支障を与えることが危惧される。

#### (6) キガリ市内配電網

キガリ市及びその近郊における電力需要は、「ル」国全体の約70%を占めている。キガリ市への電力供給は、主としてギコンド、ジャバナ、ガソギの3変電所より15kV (一部地域においては30kV) の中圧配電線にて行われている。

キガリ市内の配電網は、中心部においては基本的に地下埋設式であり、郊外は鉄塔、ポール等を使用した架空式となっている。

キガリ市内の地下埋設ケーブルは、埋設工法が適切でないために地表に露出した箇所も散見し、また埋設後 25 年以上が経過したものが殆どであり、断線や短絡事故などケーブルに起因する事故も頻繁に発生している。

さらに、近年のキガリ市内の人口の増加に伴い、電力需要の伸びも顕著となっており、市内配電線の拡張整備を求める声が高くなっている。

## 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

本プロジェクトの対象変電所および配電網の計画サイトは、舗装された幹線道路沿い或いはそれらに隣接する場所に位置しており、計画サイトへのアクセスを含めた道路、電話、電気等のサイト周辺の整備状況は概ね良好である。

本プロジェクトにおいては、東部県ムシャ変電所の送電鉄塔の新規建て替えおよび南部県フイエ郡配電網のリングメインユニット (RMU) の新規設置に伴う用地取得が発生するが、これらは「ル」国の法律に従って、ルワンダ電力公社がプロジェクト開始前までに完了する予定となっている。

### 2-2-2 自然条件

「ル」国は、アフリカ中部に位置する内陸国で、2 万 6338 km<sup>2</sup>の面積を擁する国家である。その国土は草原となだらかな丘陵で構成されることから"千の丘の国"と呼ばれている。

「ル」国は大きく分けて 3 つの地域、すなわち草原部となだらかな丘陵部、そして南北に渡り険しい火山が連なる山間部に分けられる。また、「ル」国西部を南北に走る平均標高約 2,750 メートルの山脈によりコンゴ川水系とナイル川水系を別っている。この稜線の西側斜面は、アフリカ大湖沼の 1 つであるキブ湖と面しているほか、キブ湖の南端から生じて南方へ走るルジジ川渓谷は、大地溝帯の一部を形成すると共にコンゴ民主共和国との国境となっている。一方、稜線の東側斜面は西側斜面と比較して傾斜が緩く、なだらかな起伏を持つ丘陵部の中腹が、タンザニア国境付近の平原、沼地、湖などからなる東部の地域まで徐々に海拔を下げながら連なっている。

「ル」国の気候は、赤道から南に 2 度の位置にあるにも拘わらず、その海拔の高さから温帯に属している。海拔 4,800 フィート (1,463 m) であるキブ湖付近の日平均気温は 22.8℃である。2 月-5 月と 9 月-12 月の年 2 回ある雨季の期間には、ほぼ連日の豪雨と晴れ間が交互に発生する。なお、年間降水量は平均 800 ミリメートルであるが、この降水は東部のサバナに比べて、西部と北西部の山間部でより激しいのが一般的である。

本プロジェクトの設計と実施に影響を与える自然条件として、気象条件および地盤

条件が挙げられる。

気象条件と、それに対応する本プロジェクトにおける設計条件への考慮事項については3-2-1節(2)項に述べるが、特殊な気象条件ではないため、本プロジェクトで使用される機材に特殊仕様は採用しない。

また、変電所の各種変電機器の基礎構造物およびコントロール建屋の設計にあたっての設計方針は3-3-1節(3)項に述べるが、基礎の設計においても、杭基礎のような特殊基礎は必要ないものと判断する。

### 2-2-3 環境社会配慮

#### (1) 環境影響評価(EIA)

本事業に係るプロジェクト概要書は、2010年2月、実施機関であるルワンダ電力公社および水道・衛生公社より環境影響評価を担当するルワンダ開発庁に提出された。ルワンダ開発庁によるスクリーニングの結果、キガリ市配電網の拡張事業に関してはEIA(Environmental Impact Assessment)が必要であること、また、それ以外の3つの要請事業に関してはEIAが不要であることが、正式文書(RDB/3/EC/039/05/10、2010年5月13日付)にて通知された。なお、ルワンダ開発庁は、本事業の対象変電所の建設工事段階および運営段階において、下記に示す内容を実施条件としている。

##### 建設工事段階:

- ① 事業計画サイトは「ル」国の建設法に準じた材料を使用したフェンスで取り囲む。
- ② 事業計画サイト付近で生活する住民への騒動を避けるため、夜間の建設工事は行わない。
- ③ 工事の実施により埃の発生を招く可能性のある場所については、作業開始前後に水を撒きこれを避ける。また、建設現場に土塊の山ができた場合には、埃による汚染を避けるため、ビニールシート等で覆う。
- ④ 労働者には個人防護具を提供し保険をかける。
- ⑤ 国家建設実施基準を遵守する。
- ⑥ 警告標識を事業計画サイト付近に設置し、車両運転手に対して、現場付近では速度を落とすよう警告する掲示板を設置する。

##### 運営維持管理段階:

- ⑦ 雨水は再利用のために貯水する。
- ⑧ 土壌と水塊への汚染を避けるため、変電所の運転保守員には、適切に管理されたトイレを提供する。
- ⑨ 固形廃棄物は適切な処理を施しタイプ別に生産地点で隔離することによって管理する。
- ⑩ 消火器は常時使用できるよう適切な場所に設置する。

- ⑪ 変電所の運転保守員と機材には保険をかける。
- ⑫ 警告標識は、変電所の必要箇所に設置する。
- ⑬ RECO および RWASCO (Rwanda Water and Sewerage Corporation) の経営陣は、変電所の運転保守員のために、健康、安全および環境に焦点を当てた方策について、内部の環境管理計画を設ける。
- ⑭ RECO および RWASCO の経営陣は、プロジェクトライフサイクル期間において、上述の条件等を含むプロジェクト計画書にて提案された緩和策に従うことを公約する。

現在、ルワンダ電力公社および水道・衛生公社は「ル」国の実施手順に従い、関係機関等と調整を行いながら、2011年1月末までにキガリ市配電網の拡張事業に係るEIAを取得できるよう対応中である。

## (2) 用地取得の手続き

東部県ムシャ変電所の建て替え、南部県フイエ郡配電網の改修及びキガリ市配電網の拡張において、用地取得が発生する。「ル」国における用地取得手続きは、Law N 18/2007 of 19/04/2007 Relating to Expropriation in the Republic Interest に定められている。

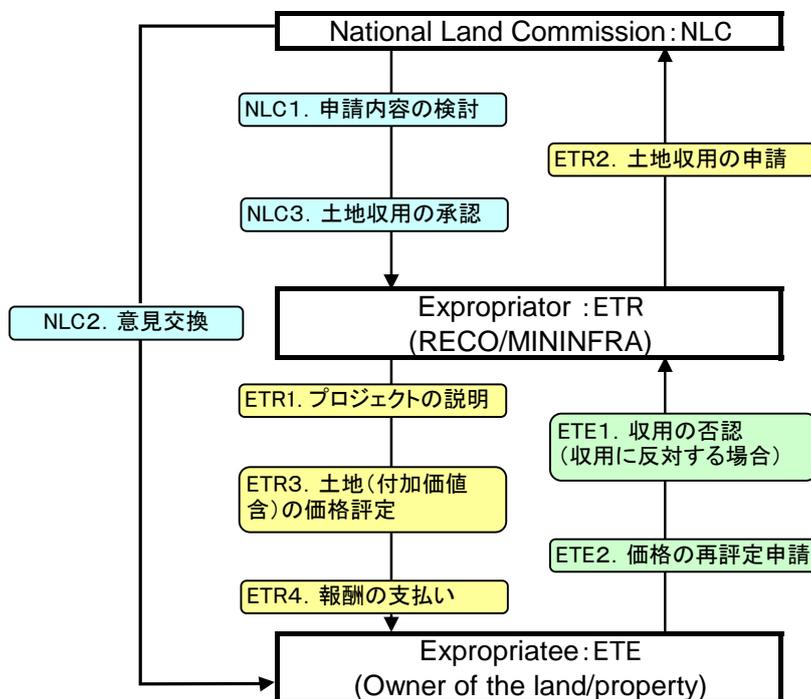


図 2.2-1 用地取得手続き

## (3) 調査団検討結果

本事業は、東部県ムシャ変電所の送電線の新規建て替え、南部県フイエ郡配電網のリングメインユニット（RMU）の新規設置、及びキガリ市配電網の拡張に伴う用地取得が発生するため、カテゴリーBに該当する。ただし、住民移転は発生しない。用地取得は、上記(2)に示した「ル」国の法律に従って、適正に行われる予定である。

### 2-3 その他(グローバルイシュー等)

電力需要増加の著しいキガリ市を中心とした首都圏の変電所および配電網は、主として1970～80年代に建設されたものであり、老朽化による設備の機能低下が顕著となっており、変電所における事故後復旧の遅れや高い送配電損失を招いている。

本事業の実施により、配電ロス率の低減によるCO<sub>2</sub>排出量の削減が見込まれる。

## 第 3 章 プロジェクトの内容

## 第3章：プロジェクトの内容

### 3-1 上位計画とプロジェクト目標

#### (1) 上位計画

「ル」国は、内戦で疲弊した社会経済を復興し、更なる発展に向けた取り組みを実施しており、地域社会のインフラ整備の内、特に、都市部・地方部の電力供給改善への取り組みを重要な課題として認識している。

国家長期目標を定めた Vision 2020 によれば、「ル」国は、2020 年時点で 35% の世帯電化率を目指しており、これに基づき策定された経済開発貧困削減戦略では、2008 年時点で 97,000 件の需要家数を 2012 年時点で 350,000 件まで増加させるとともに、保健施設、行政施設、学校については、2012 年までにそれぞれ 100%、100%、50% の電化率を達成することを目標として定めている。

この目標を具体化するためにインフラ省は、世銀の支援を得て「ル」国全土の総合的な電化計画「Electricity Access Rollout Program」を作成し、これに基づき自己資金およびドナー資金による電化促進を行う等、電力供給改善に向けた取り組みを実施しており、本案件はこれに沿ったものである。

#### (2) プロジェクトの目標

本プロジェクトは、系統運用上の要所に位置する変電所の改修・更新、並びに主要都市における配電網の拡張・改修を行うにより、首都キガリ市を中心とした成長著しい地域における電力供給の安定化と電化率の向上を図るものであり、これにより社会サービスの向上および産業の発展に貢献することを目的とする。

#### (3) プロジェクトの概要

本プロジェクトの概要および各コンポーネントの実施により期待される効果を以下に整理する。

##### 1) 変電所の改修（キガリ市内ジャバナ変電所およびギコンド変電所）

キガリ市内に位置するジャバナ及びギコンド変電所は、「ル」国の 110kV 送電系統の要所に位置しており、系統運用上重要な役割を担っている。

両変電所のリハビリは「ル」国全体の電力供給システムの安定的運用および

信頼度確保の実現のため有益である。本コンポーネントの実施に伴い、主に以下の裨益効果が期待され、その実施の妥当性は高いものと判断する。

- a) ジャバナ変電所の変圧器増量に伴う新規需要家数の増加  
：一般需要家（18,000 世帯＝約 77,000 人）、学校（24 箇所）、診療所（3 箇所）
- b) 老朽化設備の更新によるキガリ市内の既需要家への電力供給面での弊害（長期間にわたる停電等）の回避  
：一般需要家（59,010 世帯＝約 253,000 人）、学校（80 箇所）、病院（7 箇所）、診療所（29 箇所）

2) 変電所の建て替え（東部県ムシャ変電所およびルインクワブ変電所）

東部地区のムシャ及びルインクワブ変電所は、系統電圧を 70kV から 110kV へ昇圧する計画であり、系統の強化、ロス低減及び信頼度向上の観点から有益である。

両変電所が 110kV に昇圧されることで、ビレンボ変電所からルインクワブ変電所までの 70kV 系統が 110kV 系統に変わり、この 110kV 系統に接続される 4 変電所（ガソギ、ムシャ、カバロンド、ルインクワブ）の電力供給地域（キガリ市の敷地面積の約 3.6 倍）の既需要家と新規接続世帯に裨益する。本コンポーネントの実施に伴い、主に以下の裨益効果が期待され、その実施の妥当性は高いものと判断する。

- a) ムシャ及びルインクワブ変電所の変圧器増量に伴う新規需要家数の増加  
：一般需要家（24,750 世帯＝約 107,000 人）、学校（33 箇所）、診療所（4 箇所）
- b) 老朽化設備の更新による東部県の既需要家への電力供給面での弊害（長期間にわたる停電等）の回避  
：一般需要家（6,512 世帯＝約 28,000 人）、学校（9 箇所）、病院（2 箇所）、診療所（24 箇所）
- c) 配電ロス率の低減による CO2 排出量の削減：65 [ton/年]
- d) 電圧階級の整理（統一）による他変電所・配電設備間でのスペアパーツ等の共用および運用維持管理の標準化の実現

3) 配電網の改修（南部県フイエ郡）

南部地区のフイエ（ブタレ）郡配電網の改修により、既設 6.6kV 配電網を 30kV に昇圧することで、電力の安定供給、質の向上、およびロス低減が図られ有益である。本コンポーネントの実施に伴い、主に以下の裨益効果が期待され、その実施の妥当性は高いものと判断する。

a) 老朽化設備の更新によるフイエ郡の既需要家への電力供給面での弊害（長期間にわたる停電等）の回避（以下の既需要家には国立病院および国立大学等の重要設備が含まれる。）

：一般需要家（4,643世帯＝約20,000人）、学校（6箇所）、病院（2箇所）、診療所（14箇所）

b) 配電ロス率の低減によるCO2排出量の削減：328 [ton/年]

c) 電圧階級の整理（統一）による他変電所・配電設備間でのスペアパーツ等の共用および運用維持管理の標準化の実現

d) フイエ郡の変電・配電設備を一括更新する計画であるため、頻発している停電が全面的に解消される。（現状の停電頻度は週2回～毎日、1回の停電時間は30分～5時間程度）

#### 4) 配電網の拡張（キガリ市）

キガリ市の電化地域の殆どは市中心部であり、市内であっても幹線道路から一歩外れると未電化の状態になっている。

本コンポーネントは、キガリ市内の未電化地域への15kV中圧および400V低圧配電線の拡張により、効率良く電化アクセスを増加させることが可能となる。

本コンポーネントの実施に伴い、主に以下の裨益効果が期待され、その実施の妥当性は高いものと判断する。

a) キガリ市内の配電網の拡張に伴う新規需要家数の増加

：一般需要家（2,513世帯＝約11,000人）、学校（8箇所）、診療所（2箇所）

上記に記載した各コンポーネントの実施により期待される裨益効果を表3.1-1に整理する。また、本プロジェクトの対象地域図を図3.1-1に示す。

表 3.1-1 本プロジェクトによる裨益効果

計画名	新規需要家数			既需要家数			Co2 排出削減量 [ton/年]
	一般需要家 ※世帯 (人)	学校	診療所	一般需要家 ※世帯 (人)	学校	医療施設 (病院+診療所)	
1) 変電所の改修 (ジャバナおよびギコンド変電所)	18,000 (77,000)	24	3	59,010 (253,000)	80	36 (7+29)	-
2) 変電所の建て替え (ムシャおよびルインクワブ変電所)	24,750 (107,000)	33	4	6,512 (28,000)	9	26 (2+24)	65
3) 配電網の改修 (南部県フイエ郡)	-	-	-	4,643 (20,000)	6	16 (2+14)	328
4) 配電網の拡張 (キガリ市)	2,513 (11,000)	8	2	-	-	-	-
計	45,263 (195,000)	65	9	70,165 (301,000)	95	78 (11+67)	393

(出典：調査団作成)

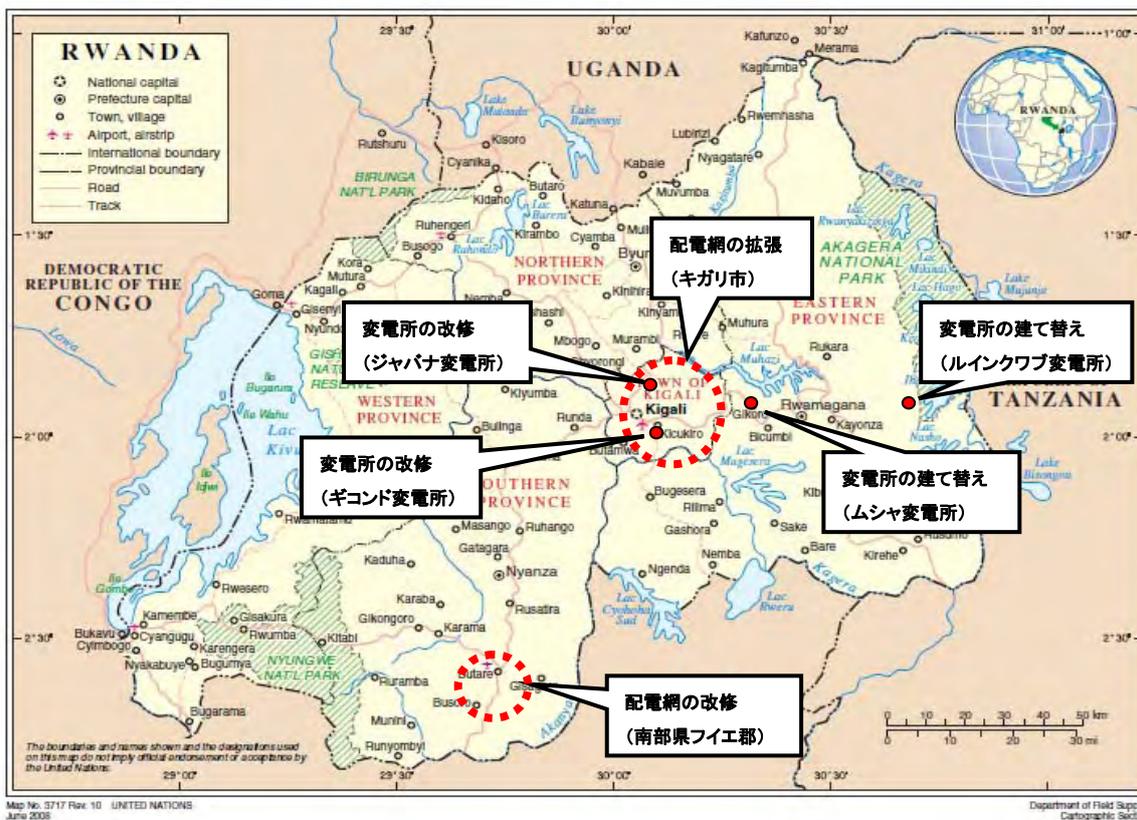


図 3.1-1 プロジェクト位置図

(出典：調査団作成)

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### (1) 基本方針

本プロジェクトの設計における基本方針は以下の通りである。

- ① 対象変電所の変圧器容量は、2009年のインフラ省作成のマスタープランの需要予測をベースに、2010年5月時点での各変電所におけるピーク需要の実績値を考慮の上、最適容量を選定した。
- ② 本プロジェクトに係る各種機器類は、日本国および第三国からの調達が主となるため、これら資機材の設計、製造、検査および試験に関しては、「ル」国の設計基準をベースに、日本の規格を含む国際規格を適用する。
- ③ 本プロジェクトに係る屋内機器類を保護するための建屋に関しては、「ル」国は地震がないため耐震構造は考慮しない。また、「ル」国の設計基準をベースとし国際規格に準じた設計とする。

#### (2) 自然環境条件に対する方針

本プロジェクトにおける対象地域は、キガリ市、東部県およびフイエ郡であり、各々の地域に設置されている気象観測所は以下の通りである。

キガリ市： キガリ・ステーション (Kigali Station)

東部県： キブンゴ・ステーション (Kibungo Station)

フイエ郡： ルボナ・ステーション (Rubona Station)

しかしながら、上記のキブンゴ・ステーションおよびルボナ・ステーションは、1994年の内戦時に破損等の被害を受けたことにより、それ以降は観測所としての機能を果たしていなかったが、インフラ省による観測所の復興事業を経て、2009年末より気象観測を再開している。したがって、前記観測所には、1994年から2009年までの期間における気象観測データは存在しないため、キガリ・ステーションにて観測した気象データ（気温、湿度、降水量）を以下に整理する。

##### 1) 気温

「ル」国は、熱帯性の気候区分に属しサバナ気候である。季節は雨季と乾季に分かれており、雨季は3月～5月と10月～11月の2回、乾季が6月～9月と12月～2月の2回となっている。キガリ市の過去10年間の月平均気温を下表に示す。同表に示す通り、キガリ市の月平均気温は、年間を通して19～23℃の間にあり、赤道に近いものの標高が高いため日中でもさほど高くない。

表 3.2-1 キガリ市の月平均気温(単位:°C)

年\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
2000	20.9	20.6	20.1	20.3	20.9	21.3	21.6	22.7	22.7	21.2	19.8	20.3
2001	19.5	20.6	19.8	20.6	20.2	20.5	20.5	21.1	20.8	20.1	19.8	20.4
2002	20.0	21.3	19.7	19.9	21.0	21.3	22.0	22.4	22.3	20.6	19.9	19.8
2003	21.3	22.0	21.0	20.7	20.5	21.2	21.5	22.0	20.7	20.9	20.2	20.8
2004	21.2	20.9	20.9	20.2	21.3	20.8	21.6	22.4	21.4	21.5	20.2	20.9
2005	21.4	22.8	20.6	21.1	20.5	21.1	21.7	22.2	22.1	20.9	20.3	21.9
2006	21.8	22.2	20.6	20.2	20.6	21.0	21.8	22.2	22.4	22.3	19.8	20.1
2007	21.3	20.9	21.1	21.0	20.8	20.4	21.0	21.3	21.3	20.4	20.2	20.8
2008	20.8	20.6	19.6	20.3	20.8	20.4	21.0	22.0	22.0	20.8	21.2	21.7
2009	20.9	20.1	20.8	20.2	20.6	21.4	21.4	22.5	22.4	21.1	20.6	20.7

(出典: Meteorology Department, MININFRA, June 2010)

2) 湿度

キガリ市の過去 10 年間の月平均湿度を下表に示す。同表によれば、6 月～9 月を除く 8 ヶ月間における月平均湿度は 70% を超える。

表 3.2-2 キガリ市の月平均湿度(単位:%)

年\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
2000	69.1	68.8	77.1	77.4	71.4	56.7	47.7	48.8	54.2	67.8	81.2	78.2
2001	80.9	74.8	80.9	79.2	79.6	65.6	63.1	62.5	70.9	78.4	81.5	78.6
2002	80.7	71.0	81.2	82.9	75.9	59.9	53.5	51.5	57.8	71.3	78.4	81.5
2003	70.5	65.1	74.3	79.4	78.5	63.7	55.7	59.2	73.4	74.1	77.8	71.4
2004	74.3	73.2	78.0	82.5	69.9	56.9	47.7	55.0	64.7	68.5	78.5	76.7
2005	72.6	63.1	79.1	76.8	78.8	67.0	50.8	57.5	64.5	73.1	77.5	66.5
2006	65.6	65.6	79.4	83.6	81.7	64.7	57.5	57.8	59.7	65.5	85.9	85.1
2007	80.3	80.2	76.5	79.0	81.7	75.6	65.1	65.6	71.7	78.8	82.8	72.5
2008	76.6	77.9	83.0	82.0	76.6	71.3	58.7	60.6	65.6	77.7	77.4	71.8
2009	78.1	83.3	80.9	85.3	83.2	68.4	56.1	59.1	64.3	77.5	83.2	81.9

(出典: Meteorology Department, MININFRA, June 2010)

3) 降水量

キガリ市の降水量は年間約 700～1,200mm 程度であり、比較的少ないレベルにあるといえる（東京は 1,400mm 程度）。月平均降水量は 3 月～4 月および 10 月～11 月が多く、平均 120mm 程度である。キガリ市の過去 10 年間の月平均降水量を下表に示す。

表 3.2-3 キガリ市の月平均降水量(単位:mm)

年\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
2000	22.1	58.2	100.7	84.1	51.3	0	0	5.4	32.6	129.2	144.2	76.3
2001	80.3	60.8	257.3	84.3	61.4	0.2	120.8	21.8	86.1	225.9	185	98.9
2002	155	65.7	98.9	156	145.6	0	0	0.2	34.6	99.7	116.5	131.7
2003	60.3	29.8	74.6	121.7	49.9	0	0	65.1	147.5	106.7	101.1	49.5
2004	67	71.8	114.3	201.4	23.1	4	0	15.1	74.6	70.7	75.8	82.8
2005	64.6	41.8	134.3	91.6	88	10.3	0	41.6	112.4	128.2	55.3	30
2006	22.7	90.6	112.2	218	117.8	5.3	14.5	25.1	35.4	57.4	210.2	141.4
2007	53.1	161	40.6	134.7	124.5	39.5	65	21.2	68	163.9	125.3	50.9
2008	76.7	73.5	154.8	115	63	58.9	7.4	13.3	34.5	64.8	55.5	39
2009	103.6	183.5	97.4	116.9	99.4	0	0.8	14	21.1	132.1	122.7	69.1

(出典: Meteorology Department, MININFRA, June 2010)

4) 標高

「ル」国の平均標高は 1,600m で、最高標高は北部のカリシンビ山の 4,507m、最

低標高は西部ルンジ平野の 950m である。下表に本プロジェクトの対象変電所の標高を示す。

**表 3.2-4 本プロジェクトの対象変電所の標高**

変電所	標高(m)
ジャバナ	1,391
ギコンド	1,447
ビレンボ	1,492
ムシャ	1,573
ルインクワブ	1,365

(出典:調査団作成)

#### 5) 結論

上記 1) ～4) の気象観測および標高データに対して、実施機関であるルワンダ電力公社が規定する設計条件を下表に示す。ルワンダ電力公社の設計条件は、気象観測データに比べ厳しい数値となっているが、本プロジェクトにて供与される各種設備の長期的な安全運転を実現するため、本プロジェクトに係る全ての設計は下表の設計基準に準じて行う。

**表 3.2-5 ルワンダ電力公社規定の設計条件**

項目	設計基準値	
周囲最高温度	° C	45
周囲最低温度	° C	-5
日平均最高温度	° C	25
日平均最低温度	° C	5
年平均温度	° C	20
最大日射量	W/m <sup>2</sup>	1,035
年間雷雨発生日数(IKL)	-	100
最大風速		
-地上高 0 - 30m	m/s	35
-地上高 30 - 50m	m/s	45
平均相対湿度	% rel.	70
年平均降雨量	mm/a	1,450
標高	m	2,000

(出典:Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project, RECO)

### (3) 社会経済条件に対する方針

1990 年代に「ル」国内で勃発した内戦以降はマイナス成長を記録し、1994 年の大虐殺で更に壊滅的打撃を受けた。その後、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 は内戦前の水準にまで回復し、2009 年の GDP は 51.0 億 US\$、一人当たりの GNI は 510US\$となった。なお、GDP に占める第一次産業（農林水産業）、第二次産業（鉱工業、製造業、建設業）、第三次産業（商業、サービス業）の割合は、それぞれ、38.3%、16.1%、45.6%となっている。しかしながら、OECD/DAC 分類では、「ル」国は後開発途上国（LDC）に区分され、国民の約 60%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。

「ル」国政府は経済成長を通じた貧困削減を目指しており、これまでに公共投資計画（1996年）、VISION2020（2000年、20年後の経済達成目標を設定）、第1次貧困削減戦略（F-PRSP、2002年）、経済開発貧困削減戦略（2007年、EDPRS（第2次PRSP））等の経済政策を次々に策定・実施している。ちなみに、現ポール・カガメ大統領は、無停電化/海外からの投資によるICT産業等振興による雇用促進、経済の活性化を目指すとしている。

#### **(4) 建設事情／調達事情に対する方針**

近年、キガリ市内では大型ビルが数多く建設されており、鉄筋、セメント、砂、砂利などの土木工事に必要な建設資材は現地調達が可能である。一方、電力ケーブルなどは、「ル」国内では製造しておらず、流通している資材は本プロジェクトで要求する仕様を満たさないため、日本国もしくは第三国からの調達として計画する。

#### **(5) 現地業者（建設会社、コンサルタント）の活用に係る方針**

「ル」国の現地業者においては、大学卒業レベルの技術者が少ないうえ、近隣諸国と比べて技術者の業務経験・実績が少ない状況にある。そのため、本プロジェクトの施工時は、日本人或いは第三人技術者の指導・管理が必須である。特に、変電所における停電作業等の危険が伴う現場作業も含まれるため、日本人技術者等を据付工事期間中に配置し、安全かつ確実に作業を実施する。

#### **(6) 運営・維持管理に対する方針**

本プロジェクトの実施機関は、インフラ省傘下のルワンダ電力公社である。

2010年6月時点で、ルワンダ電力公社が運営維持管理を実施している国内の発電所、送電線および変電所の管轄部署である電力部（Electricity Department）に所属する技術者数は290名、また、全国の配電網を管轄する15のステーションオフィスが擁する技術者数は230名、総計520名が在籍している。

ルワンダ電力公社は長年に亘る、他ドナーによる複数のプロジェクトに伴う技術訓練の実績を有しているため、本プロジェクト完成後の運営・維持管理に要する技術力は一定のレベルに達しているものと判断する。また、各変電所には、その規模に応じた運転員が常駐しており、現状の電力設備の運用維持管理体制に関しては特段の問題は無いものと判断される。

#### **(7) 施設、機材等のグレードの設定に係る方針**

本プロジェクトにおける変電所の新設・改修および配電網の拡張・改修に係る各種設備に、特殊な要求仕様は無いため、事業費縮減の観点より、高価な遮断器等の主要機器および調達数量が多い30kV埋設ケーブルや15kV架空電線などについては、日本からの調達に限定せず、第三国調達についても可能であるとして計画する。

## (8) 工法／調達方法、工期に係る対応方針

本プロジェクトにおける実施設計には、コンサルタント契約、入札図書作成、入札業務および業者契約等が含まれ、業務実施期間は、E/N 締結後より 6 ヶ月程度と見込まれる。また、調達監理業務は、機器製作図作成、機器製作、輸送、据付工事、調整・試運転および検収・引渡しが含まれ、業務実施期間は、業者契約認証後より 18～24 ヶ月程度と見込まれる。

本プロジェクトにおいては、内陸輸送距離が短く安価であり、且つルワンダ電力公社でも変電機器の輸送実績を有するダルエスサラーム港を荷揚げ港とし、同港から「ル」国内へ輸送する最短ルートで計画する。

## (9) 法規制との関係及び適用基準

### 1) 法規制

#### a) 電力関連法令

「ル」国の電力関連法令の基本となるものは、2001 年 6 月に Rwanda Utilities Regulatory Agency (RURA) によって制定された基本法 (Organic Law N° 39/2001 of 13/09/2001 establishing an agency for the regulation of certain public utilities) である。同法は、「ル」国における電力法令に係る調整委員会の組織体制および基本規約等を定めたもので、7 編 53 条から成る。

#### b) 環境関連法令

「ル」国の環境関連法令の基本となるものは、2005 年に 4 月に制定された基本法 (Organic Law N° 04/2005 of 08/04/2005 determining the modalities of protection, conservation and promotion of environment in Rwanda) である。同法は、「ル」国における環境の保護、保全及び促進の在り方を定めたもので、7 編 118 条から成る。

環境影響評価 (EIA) に関しては、第 3 編 4 章の 67 条から 70 条に規定されている。第 67 条では、「全てのプロジェクトは、実施の許可を得る前に、環境影響の評価を受けなければならない」と述べられており、これは、プロジェクトだけでなく、環境に影響を及ぼす可能性のあるプログラムや政策にも適用される。

#### c) 土地関連法令

土地に関する基本法 (Organic Law N° 08/2005 of 14/07/2005 determining the use and management of land in Rwanda) は、2005 年 7 月に制定された。同法は、7 章 89 条から成り、国家の役割、土地所有者の権利と義務、土地の区分及び土地管理機関等について規定している。

公益活動における土地収用について定めた法令は、2007 年 4 月に制定され

た Organic Law N° 18/2007 of 19/04/2007 relating to expropriation in the public interest である。同法は、5 章 31 条から成り、管轄機関、手順、土地収用者及び被収用者の権利、土地の査定、公正な補償等について定めている。

2) 適用基準

本プロジェクトに係る各種機器および設備類は、日本国および第三国からの調達が主となるため、これら資機材の設計、製造、検査および試験に関しては、以下の基準を適用する。

- － International Electromechanical Commission (IEC)
- － National Electrical Code (NEC)
- － 日本工業規格 (JIS)
- － 電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC)
- － 日本電機工業会 (JEM)
- － 日本ケーブル規格 (JCS)

### 3-2-2 基本計画(施設計画/機材計画)

#### 3-2-2-1 全体計画

##### (1) 変電設備

2009年12月にドイツ国のコンサルタントであるFICHTNER社が作成したマスタープランにおける、本プロジェクトの対象4変電所の需要予測(2005年~2025年)は下表の通りである。

表 3.2-6 対象4変電所の需要予測(FICHTNER作成のマスタープラン)

[Unit: MW]

変電所名	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年	年平均上昇率 [%]
ジャバナ	8.15	11.64	22.22	39.06	62.98	10.76
ギコンド	17.30	25.02	48.19	85.54	138.59	10.96
ムシャ	0.85	3.50	7.63	13.86	22.55	17.81
ルインクワブ	0.07	0.24	0.72	1.44	2.33	19.16

(出典:Study for Updating the Electricity Master Plan, FICHTNER, December 2009)

なお、第1次現地調査時にルワンダ電力公社に確認した2010年5月時点での各変電所におけるピーク需要の実績値を基点とし、上記の年平均上昇率を用いて作成した2025年までの需要予測を表3.2-7に示す。

ただし、表3.2-6におけるルインクワブ変電所の2005年から2025年までの年平均上昇率は19.16%と著しく高い数値を示しているが、その需要増の明確な背景・理由が不明瞭であるため、近隣に位置するムシャ変電所の年平均上昇率(17.81%)を採用した。

表 3.2-7 対象4変電所の需要予測(調査団検討)

[Unit: MW]

変電所名	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	年平均上昇率 [%]
ジャバナ	8.39	9.29	10.29	11.40	12.63	13.99	15.49	17.16	19.00	21.05	23.31	25.82	28.60	31.68	35.09	38.86	10.76
ギコンド	22.4	24.86	27.58	30.60	33.96	37.68	41.81	46.39	51.47	57.11	63.37	70.32	78.03	86.58	96.07	106.60	10.96
ムシャ	2.20	2.59	3.05	3.60	4.24	4.99	5.88	6.93	8.16	9.62	11.33	13.35	15.73	18.53	21.83	25.71	17.81
ルインクワブ	2.00	2.36	2.78	3.27	3.85	4.54	5.35	6.30	7.42	8.74	10.30	12.13	14.30	16.84	19.84	23.38	17.81

(出典:調査団作成)

キガリ市内のジャバナ変電所の既設変圧器容量は12[MVA] (6[MVA]×2台)であり、力率を0.9と仮定すると10.8[MW]となる。2010年5月時点でのジャバナ変電所のピーク需要の実績値は8.39[MW]であり、表2-7の需要予測推移に従うと、2013年に11.40[MW]と、既設の変圧器容量では不足する事態となり、変圧器容量の増量が必要となる。ジャバナ変電所は、20[MVA] (10[MVA]×2台)を設置する計画となっているが、こ

これは2017年までの電力需要に対応することが可能となり妥当であると判断される。

キガリ市内のギコンド変電所の2010年5月時点でのピーク需要は22.4 [MW]であり、これは既設設備容量の45 [MVA] (=40.5 [MW])の55.3%にしか達していない状況にあり、当面の間、変圧器の容量アップは必要ないものと判断する。

東部県のムシャ変電所の既設変圧器容量は2.5 [MVA]であり、力率を0.9と設定すると2.25 [MW]となる。2010年5月時点でのムシャ変電所のピーク需要の実績値は2.2 [MW]であり、上記の需要予測推移に従うと、2011年に2.59 [MW]となり既設の変圧器容量では不足する事態となり、変圧器容量の増量が必要である。

ムシャ変電所は、10 [MVA] (10 [MVA] × 1 台) を設置する計画となっているが、これは2018年までの電力需要に対応することが可能となり妥当であると判断される。

東部県のルインクワブ変電所の既設変圧器容量はムシャ変電所と同様に2.5 [MVA]であり、力率を0.9と設定すると2.25 [MW]となる。2010年5月時点でのルインクワブ変電所のピーク需要の実績値は2.0 [MW]であり、上記の需要予測推移に従うと、2011年に2.36 [MW]となり既設の変圧器容量では不足する事態となり、変圧器容量の増量が必要となる。

ルインクワブ変電所は、6 [MVA] (6 [MVA] × 1 台) を設置する計画となっているが、これは2016年までの電力需要に対応することが可能となり妥当であると判断される。

上記に記載した対象変電所の変圧器容量を表3.2-8に整理する。

**表 3.2-8 対象変電所の変圧器容量(現状および将来計画)**

変電所名	変圧器容量 (現状)		変圧器容量 (将来計画)	
	[MVA]		[MVA]	
ジャバナ	12.0	2012年までの需要に対応	20.0	2017年までの需要に対応
ムシャ	2.5	2010年までの需要に対応	10.0	2018年までの需要に対応
ルインクワブ	2.5	2010年までの需要に対応	6.0	2016年までの需要に対応

(出典:調査団作成)

次に、各変電所における施設計画を整理する。

#### ジャバナ変電所

ジャバナ変電所における施工範囲は以下の通りである。

- 変圧器の増容量
- 110kV 屋外開閉装置および15kV 屋内開閉装置盤の更新
- コンソール型制御盤外箱の設置および110kV 送電線制御監視装置の移設
- ビレンボ変電所の110kV ムシャ向けフィーダの断路器の新規設置

#### a) 既設基礎の再利用

更新対象の機器は現代の機器に比べて、サイズが大きく且つ重量も重い。また、既設基礎のコンクリートにはクラックや鉄筋錆びの漏出などの劣化が無いため、

変圧器を除き既設基礎を再利用して工期短縮を図る。

- b) 既設架台の更新  
全ての既設架台は基礎上面より 30cm 程度を残して切断し、新規の架台を重ね継手の手法で接続して更新する。
- c) 既設制御ケーブルの再利用  
既設制御ケーブルの状態は良好であるため、全て再利用するものとする。
- d) 15kV 開閉装置の更新と制御監視装置の新設  
15kV 開閉装置は全て更新する。既設のリレーラックを撤去して 110kV および 15kV のコンソール型制御監視装置を新設する。
- e) ビレンボ変電所の断路器の新設  
ガソギ向けフィーダーに 110kV 断路器を新設し、暫定的に設置されている 110kV/70kV 単巻変圧器の二次側 (70kV 側) への接続を一次側 (110kV 側) に切り替える。

#### ギコンド変電所

ギコンド変電所における施工範囲は以下の通りである。

- 110kV 屋外開閉装置の更新
  - 110kV 二重母線 (パイプブス) の設置
- a) パイプブスの設置  
既設の裸線ブスを撤去してパイプブスに変更する。
  - b) 110kV フィーダ機器の配置変更  
モントキガリ変電所とジャバナ変電所向けフィーダは、停電作業期間を減らすため、既設機器に隣接する空きベイに配置する。
  - c) 既設基礎の再利用  
更新対象の機器は現代の機器に比べて、サイズが大きく且つ重量も重い。また、既設基礎のコンクリートにはクラックや鉄筋錆びの漏出などの劣化が無いため、変圧器と遮断器を除き既設基礎を再利用して工期短縮を図る。
  - d) 既設架台の更新  
全ての既設架台は基礎上面より 30cm 程度を残して切断し、新規の架台を重ね継手の手法で接続して更新する。
  - e) 制御ケーブルの更新  
ダクト蓋の損傷による制御ケーブルの劣化が散見されたため、制御ケーブルは全て新規に更新する。

### ムシヤ変電所

ムシヤ変電所における施工範囲は以下の通りである。

- 変圧器の増容量（既設 2.5MVA×1 台⇒10MVA×1 台）
  - 110kV 屋外開閉装置および 15kV 屋内開閉装置盤の新規設置
  - コンソール型制御盤の新規設置
  - 既設送電鉄塔（2 基）の建て替え
- a) 電圧階級の変更  
現在運用している電圧階級 70kV を 110kV に昇圧する。これに伴い、全ての屋内及び屋外機器を新設する。
- b) 引込鉄塔の建て替え（2 基）  
変電所前後の既設引込鉄塔は懸垂型であるため、引留型鉄塔に建て替える。
- c) T 分岐から  $\pi$  分岐への変更  
既設変電所は送電線の線下に建設されたため、T 分岐型の接続となっているが、新設する変電所は  $\pi$  分岐型引込みの構造とする。
- d) 建屋の新設  
既設の建屋は狭くて老朽化しているため、建屋を新設する。

### ルインクワブ変電所

ルインクワブ変電所における施工範囲は以下の通りである。

- 変圧器の増容量（既設 2.5MVA×1 台⇒6MVA×1 台）
  - 110kV 屋外開閉装置および 15kV 屋内開閉装置盤の新規設置
  - コンソール型制御盤の新規設置
- a) 電圧階級の変更  
現在運用している電圧階級 70kV を 110kV に昇圧する。これに伴い、全ての屋内及び屋外機器を新設する。
- b) 建屋の新設  
既設の建屋は狭くて老朽化しているため、建屋を新設する。

## **(2) 配電設備**

### フイエ郡配電網

フイエ郡配電網における施工範囲は以下の通りである。

- 配電網の電圧階級の更新（既設 6.6kV→30kV）に伴う、変電所、開閉装置および配電用変圧器の改修
- a) 電圧階級の変更

混在する既存の中圧線の電圧階級を 30kV に統一する。これに伴い、既設 6.6kV 変電所、開閉装置および配電用変圧器を全て 30kV 設備に更新する。

b) 中圧配電線

中圧配電線は、ルワンダ電力公社側の要請に従い、全て地下埋設式とする。(フイエ郡は旧首都であり、景観確保を重視する必要があるため)

配電線の埋設深は同基準に従い 1m とする。なお、既設 400V 低圧配電線は再利用する。

c) リングメインユニット (RMU) の設置場所

停電作業を極力回避することを目的として、RMU は既設変電所・開閉所に隣接する敷地 (空き地) を利用し、新規に設置することとする。RMU の設置台数は 21 箇所であるが、その内、ブイエ 1 およびランゴの 2 箇所は、周辺に適切な敷地スペースが無い場合、既設敷地内の空スペースを利用する。

### キガリ市配電網

キガリ市配電網における施工範囲は以下の通りである。

- 配電網の拡張 (15kV 中圧線 24.0km、400V 低圧線 29.1km)
- 15/0.4kV 配電用変圧器 18 台の新規設置

キガリ市内配電網に関しては、第 1 次現地調査時において、ルワンダ電力公社よりキガリ市内の 8 地域の拡張の要請を受けた。(15kV 中圧線 90.4km、400V 低圧線 87.3km、配電用変圧器 49 台)

なお、前記要請地域に対して、表 3.2-9 に示す通り、概算資機材費と裨益者数 (新規需要家数) の比率、キガリ市センターからの距離、既存学校数および既存病院数の指標より優先順位付けを行い、裨益効果および緊急性が高いと判断される上位 4 地域を本コンポーネントの実施対象として計画する。

表 3.2-9 キガリ市配電網拡張事業-対象地域毎の優先順位付け

地域	配電ルート	中圧線 (MV Line) [km]	低圧線 (LV Line) [km]	新規需要家数 (A)	事業費 (B) [M.US\$]	順位付け指標								スコア (1~4計)	優先順位		
						新規需要家数(A)/ 事業費(B)		キガリ市センターから の距離		既存学校数		既存診療所数					
						50%		30%		10%		10%					
						比率	スコア(1)	距離[km]	スコア(2)	学校数	スコア(3)	HC数	スコア(4)				
i	Muhima/Rulindo/Gasabo	Masoro-Rusine	5.77	9.45	581	2,381	5.44	437.74	1	32.9	1	9	10	3	10	2.8	7
	Kacyiru/Gasabo	Rusine-Rutunga	22.02	15.75	1250												
	Kacyiru/Gasabo	Rutunga-Gikomero-Gicaca	19.21	15.75	550												
ii	Gikondo/Kicukiro	Kagarama-Gahanga & Krembure	6.94	6.30	389	743	1.56	477.44	1	12.6	10	4	3	1	3	4.1	4
	Gikondo/Kicukiro	Gahanga-Mulinja	4.55	7.35	354												
iii	Kanombe/Kicukiro	Masaka-Ruyaga	2.97	2.31	308	556	0.97	571.01	3	24.0	4	4	3	0	0	3.0	6
	Kanombe/Kicukiro	Masaka-Rusheshe	5.83	4.62	248												
iv	Kanombe/Kicukiro	Kanombe-Karama1	1.52	2.40	100	610	0.79	775.32	5	13.5	10	2	1	0	0	5.6	3
	Kanombe/Kicukiro	Kanombe-Karama2	4.36	4.73	510												
v	Kanombe/Gasabo	Rusororo-Mbandazi	3.00	3.78	480	480	0.42	1,143.68	10	24.1	4	1	0	0	0	6.2	1
vi	Kanombe/Rwamagana	Rugende-Muyumbu	4.59	6.30	680	680	0.67	1,008.73	9	26.8	3	1	0	1	3	5.7	2
vii	Kanombe/Gasabo	Gasogi S/S-Jurwe	1.62	2.10	150	250	0.49	511.87	2	17.7	7	3	2	1	3	3.6	5
	Kanombe/Gasabo	Musave center-Musave	2.07	2.10	100												
viii	Kacyiru/Gasabo	Nduba	9.93	9.03	400	400	1.17	340.81	0	33.2	0	2	1	2	6	0.7	8
計			94.38	91.67	6,100	6,100	11.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注) 斜線箇所が本プロジェクトでの対象地域

(出典: 調査団作成)

表 3.2-9 にて選定された本コンポーネントの対象 4 地域の配電線距離および配電用変圧器数を表 3.2-10 に整理する。

表 3.2-10 キガリ市配電網の対象 4 地域の配電線距離および配電用変圧器数

No.	地域		配電ルート	15kV 中圧線 [km]	400V 低圧線 [km]	配電用 変圧器 [台]
1	Kanombe	Gasabo	Rusororo-Mbandazi	3.00	3.78	2
2	Kanombe	Rwamagana	Rugende-Muyumbu	4.59	6.30	3
3	Kanombe	Kicukiro	Kanombe-Karama1-Karama2	5.88	7.04	4
4	Gikondo	Kicukiro	Kagarama-Gahanga & Krembure-Gahanga-Mulinja	11.49	13.65	9
計				24.96	30.77	18

(出典: 調査団作成)

なお、キガリ市配電網拡張計画の対象サイトは、概して幹線道路から外れた舗装されていない凹凸道沿いが多く、配電用変圧器およびコンクリート柱等の重量物の運搬作業時のトラブルが懸念される。特に雨期（毎年 3~5 月、10~11 月）においては、道路の状態が著しく悪化することから、輸送計画の策定には細心の注意が必要である。

### (3) 土木・建築施設

東部県のムシャ変電所およびルインクワブ変電所は、新規建て替え計画であり、各種変電機器の基礎構造物およびコントロール建屋の建設が含まれる。以下に土木・建築施設に係る基本計画を整理する。

## 1) 土質状況

## a) ムシャ変電所

地表面は、ラテライト化したシルト土である。地面が傾斜しているため場所によって若干の違いがあるが、この土は深さ5～7mまで続く。これより下層では、土は固結したシルト土へ変化していく。調査した深さ15mまでにはいわゆる“岩”は存在していない。また、途中軟弱地層など特殊な土も挟んではいない。既存の敷地の東側に高さ3m程の切土工事による崖があるが、その表面を観察しても露出による土の劣化は見受けられない。重量物を支える地盤としては良好な地盤である。

## b) ルインクワブ変電所

地表面は、ラテライト化したシルト土である。地面が傾斜しているため場所によって若干の違いがあるが、この土は深さ2～5mまで続く。これより下層では、土は固結したシルト土へ変化していく。調査した深さ15mまでにはいわゆる“岩”は存在していない。途中軟弱地層など特殊な土も挟んではいない。重量物を支える地盤としてはこれも良好な地盤である。

## 2) 変電機器基礎

## a) 形式

両敷地とも良好な地盤なので、機器の基礎は全て直接基礎とし（杭を使用しない）、独立基礎で鉄筋コンクリート造とする。

## b) 地盤の荷重支持力

本件調査にて両敷地の地耐力を測定した結果、下表に示す通り、両サイト共に優良な地盤を有していることを確認した。

表 3.2-11 地耐力の測定結果

変電所	地耐力 (t/m <sup>2</sup> )
ムシャ	49
ルインクワブ	32

(出典:調査団作成)

## c) 軟弱層に遭遇した場合の対策

両変電所とも敷地造成のために切土・盛土を実施しなければならない。このため、配置によっては盛土部分に重要な基礎を構築せざるを得ないことが考えられる。このような場合に、地中深くまでコンクリート基礎を下げるのは得策ではない。そこで、当地の独特の技術である煉瓦積みの技術を生かし、地中に玉石コンクリート基礎（シクロペアン基礎）をつくり、その上にコンクリート基礎を造る。

## 3) コントロール建屋

コントロール建屋設計における基本条件は、以下の通りとする。

- a) 「ル」国には地震がないので、耐震建築は必要ない。
- b) コンクリート柱構造で壁は煉瓦とし、屋根は鉄骨屋根組みに瓦型鉄板を葺く。
- c) コンクリートの使用を極力少なくすることとし、基礎には練り石積み基礎を用いる。
- d) 扉は鋼製、アルミ製および木製、窓はアルミ製とする。全て現地で調達可能な資材を利用する。
- e) 室内は、天井は二重天井、壁はモルタルにペンキ、洗面所はタイル貼り仕上げとする。床は半磁器タイル貼りとする。

#### 4) 空調設備

「ル」国は赤道直下に位置するにも拘わらず、一般的に冷房設備は使用されていない。一部の既設変電所には冷房設備が設置されているところもあるが、大抵は機械室のドアを開け放った状態で過ごしている。これでは乾季に埃の侵入を許すことになり好ましくない。従って、乾季には原則としてドアを閉めておくこととし、スプリット型のクーラーをキュービクル／コントロール室に設置する。

#### 5) 給水設備

両変電所とも現状では水道設備はなく、タンクローリーによる給水サービスもない。コントロール建屋を新築するに際して、深井戸を掘る案もあるが高価となるため、雨水を利用する。コントロール建屋の屋根から得られる雨水を地下貯水槽に溜め、ここに圧力タンク付給水装置を設置して洗面所に給水する。

当地の乾季は4ヵ月間（連続）だけであり、一人1日あたり20リットルの生活用水（洗面所での水洗+若干の炊事）を必要とするとして7トン程度の貯水量があれば充分である。雨季中は月平均で最低120mmの降雨があるので、7トンの貯水量を確保することに問題はない。

#### 6) 衛生・排水設備

便所の現状は、床に孔があるだけの肥溜め式で極めて原始的なものである。給水設備がないので水洗ができないが、前記の給水設備を設けることで水洗式洗面所を計画することができる。但し、フラッシング式にすると大量の水を使うので、便器は東南アジアでよく見かけるしゃがみ式のものとし、水洗は手桶で行うものとする。汚水の処理は浄化槽によるものとし、容量は前項で設定した生活用水の7割をこれに集め、それを90日間貯留できる容量5.0m<sup>3</sup>とする。

#### 7) 門扉

両変電所とも入場門は鋼製角パイプ製、フェンスは金網フェンスを設置する。

#### 8) 構内道路と舗装

両変電所ともアクセス用の公道は舗装されていないが、構内では将来のメンテナンスを考慮して舗装道路を設ける。トランス用にアスファルト舗装道路を、点検用には舗装ブロックによる歩道を設ける。加えて屋外変電所内は全面的に砂

利敷きとする。コントロール建屋の前面には芝貼りを行う。

#### 9) 擁壁

両変電所では、切り土・盛土工事にともなって法面が発生する。この法面を保護する方法として、植生工か擁壁を設けるかの選択がある。前者は勾配を大きくする必要があり安定性にも欠けるので、擁壁を設ける。擁壁の種類は多種に亘るが、擁壁の規模、コスト、施工期間、資材調達、施工の難易度を考えて、現地で一般的な野石練り積み擁壁を採用する。

#### 10) 雨水排水側溝

コスト、施工期間、資材調達、施工の難易度を考え、野石練り積みで側溝を構築する。

### 3-2-2-2 機材計画

#### (1) 設計基準

本プロジェクトに係る設計基準は、3-2-1 節(9) 項に記載の通りである。

#### (2) 主要機材

本プロジェクトに係る主要資機材名、仕様および数量等を表 3.2-12(1)～(7)に示す。

表 3.2-12 (1) 主要機材一覧(ジャバナ変電所)

計画名		主要機材		数量	単位
		機材名	仕様		
変電所の改修	ジャバナ変電所	(1) 110/15kV 変圧器	10MVA、ONAN、50Hz、3相、Yyn+d、OLTC 27tap	2	台
		(2) 110kV 遮断器	1, 250A、31.5kA、50Hz、3相、 単相再閉路対応 電動スフリンク方式、 0-0.3s-CO-3m-CO	2	台
		(3) 110kV 遮断器	1, 250A、31.5kA、50Hz、3相、 三相一括作動電動スフリンク方式、 CO-15s-CO	1	台
		(4) 110kV 断路器	1, 250A、31.5kA、3相、 中心一点切、電動接地機構含む	2	台
		(5) 110kV 断路器	1, 250A、31.5kA、3相、 中心一点切、電動、接地機構含まず	5	台
		(6) 110kV 計器用変流器	100/1-1-1A、Class 0.5x1 + 5P20x2、 単相、30VA	6	台
		(7) 110kV 計器用変流器	200-100/1-1-1A、Class 0.5x1 + 5P20x2、 単相、30VA	6	台
		(8) 110kV 計器用変圧器	110/√3:0.11/√3:0.11/√3kV、 Class0.5×3P、30VA、 単相	9	台

		(9)102kV 避雷器	20kA、Metal-Oxide、単相	12	式
		(10)ケーブル集合盤 (Feeder Adaptation Unit)	屋外キュービクル、含む端子台、補助継電器他	1	式
		(11)110kV コンソール型制御監視盤	コンソール型制御盤（内部機器は既設を移設再利用）	1	式
		(12)110/15kV 変圧器用コンソール型制御監視盤	TR1, TR2 用コンソール型制御盤、デジタル保護リレー、Human-machine interface	1	式
		(13)15kV コンソール型制御監視盤	コンソール型制御盤、デジタル保護リレー、Human-machine interface	1	式
		(14)15kV 屋内盤 (GIS)	15kV キューブクル型二重母線式、CPU 付	1	式
		(16)ケーブル配線材、接地材、雑材		1	式
(17)仮設工事中ケーブル配線材		1	式		

(出典:調査団作成)

表 3.2-12 (2) 主要機材一覧(ビレンボ変電所)

計画名		主要機材		数量	単位
		機材名	仕様		
変電所の改修	ビレンボ変電所	(1)110kV 断路器	1, 250A、31.5kA、3相、中心一点切、電動	1	台
		(2)鉄鋼	パイプ支持柱間、断路器設置用ビーム、約 11mスパン x 1	1	式
		(4)ケーブル配線材、接地材、雑材		1	式

(出典:調査団作成)

表 3.2-12 (3) 主要機材一覧(ギコンド変電所)

計画名		主要機材		数量	単位
		機材名	仕様		
変電所の改修	ギコンド変電所	(1)110kV 遮断器	1, 250A、31.5kA、50Hz、3相、単相再閉路対応、電動スフ°リンク°方式、0-0.3s-CO-3m-CO	2	台
		(2)110kV 遮断器	1, 250A、31.5kA、50Hz、3相、三相一括作動、電動スフ°リンク°方式、CO-15s-CO	2	台
		(3)110kV 断路器	1, 250A、31.5kA、3相、中心一点切、電動、接地機構含む	2	台
		(4)110kV 断路器	1, 250A、31.5kA、3相、中心一点切、電動、接地機構含まず	12	台
		(5)110kV 計器用変流器	200-100/1-1-1A、Class0.5 x 1+5P20 x 2、単相、30VA	6	台

	(6) 110kV 計器用変圧器	110/√3:0.11/√3:0.11/ √3kV、Class0.5×3P、30VA、 単相	6	台
	(7) 102kV 避雷器	20kA、金属酸化物、単相	6	台
	(8) 110kV 支持碍子	-	21	台
	(9) 110kV パイプ母線	直径 120mm、厚 10mm 31.5kA、3 相分、(支持柱込 み)	1	式
	(10) 鉄鋼	パイプ支持柱間、断路器設 置用ビーム、約 13m スパン x 10	1	式
	(11) 門型支持柱	H 鋼柱 (H=12m)、山型鋼トラ スビーム	2	組
	(12) ケーブル配線材、接地材、雑材		1	式
	(13) 仮設工事中用ケーブル配線材		1	式

(出典:調査団作成)

表 3.2-12 (4) 主要機材一覧(ムシャ変電所)

計画名	主要機材		数量	単位	
	機材名	仕様			
変電所の建替え	ムシャ変電所	(1) 110/15kV 変圧器	10MVA、ONAN、50Hz、3 相、 Yyn+d、OLTC 17tap	1	台
		(2) 110kV 遮断器	1, 250A、31.5kA、50Hz、3 相、単相再閉路対応、電 動スプリング方式、 0-0.3s-CO-3m-CO	2	台
		(3) 110kV 遮断器	1, 250A、31.5kA、50Hz、3 相、三相一括作動、電動 スプリング方式、CO-15s-CO	1	台
		(4) 110kV 断路器	1, 250A、31.5kA、3 相、 中心一点切、電動、接地 機構含む	2	台
		(5) 110kV 断路器	1, 250A、31.5kA、3 相、中 心一点切、電動、接地機構 含まず	3	台
		(6) 110kV 計器用変流器	100/1-1-1A、0.5 級×1 + 5P20×2、単相、30A	3	台
		(7) 110kV 計器用変流器	200-100/1-1-1A、0.5 級 ×1+5P20×2、単相、30A	6	台
		(8) 110kV 計器用変圧器	110/√3:0.11/√3:0.11/ √3kV、0.5 級×3P、30VA、 単相	9	台
		(9) 102kV 避雷器	20kA、金属酸化物、単相	9	台
		(10) ケーブル集合盤 (Feeder Adaptation Unit)	屋外キュービクル、含む 端子台、補助継電器他	1	式
		(11) 110kV コンソール 型制御監視盤	MTR、Gasogi フィーダ、 Kabarondo フィーダ用、 コンソール型制御盤、デ ジタル保護リレー、 Human-machine interface を含む	1	式
		(12) 15kV コンソール型 制御監視盤	コンソール型制御盤、デ ジタル保護リレー、	1	式

			Human-machine interface		
	(13) 15kV 屋内盤		15kV キュービクル型単母線式、CPU付	1	式
	(15) 交流制御電源配電盤			1	面
	(16) 直流配電盤			1	面
	(17) 110V 蓄電池		ハーフ型鉛蓄電池、150Ah/10Hr	1	組
	(18) 充電装置		DC110V、40A	1	台
	(19) 15/0.4kV 所内用変圧器		50kVA、ONAN、50Hz、3相、	1	台
	(20) 鉄鋼		H20m、送電線引き留め用	1	式
	(21) 110kV 送電線鉄塔		1cct、引留型	2	式
	(22) ケーブル配線材、接地材、雑材			1	式
	(23) 仮設工事用ケーブル配線材			1	式

(出典：調査団作成)

表 3.2-12 (5) 主要機材一覧(ルインクワブ変電所)

計画名	主要機材		数量	単位	
	機材名	仕様			
変電所の建替え	ルインクワブ変電所	(1) 110/15kV 変圧器	6MVA、ONAN、50Hz、3相、Yyn+d、OLTC 17tap	1	台
		(2) 110kV 遮断器	1, 250A、31.5kA、50Hz、3相、単相再閉路対応、電動スフリンク方式、0-0.3s-C0-3m-C0	1	台
		(3) 110kV 断路器	1, 250A、31.5kA、3相、中心一点切、電動、接地機構含	1	台
		(4) 110kV 計器用変流器	100/1-1-1A、0.5級×1+5P20×2、単相、30VA	3	台
		(5) 110kV 計器用変圧器	110/√3:0.11/√3:0.11/√3kV、0.5級×3P、30VA、単相	3	台
		(6) 102kV 避雷器	20kA、金属酸化物、単相	6	台
		(7) ケーブル集合盤 (Feeder Adaptation Unit)	屋外キュービクル、含む端子台、補助継電器他	1	式
		(8) 110kV コンソール型制御監視盤	MTR、Kabarondo フィーダ用、コンソール型制御盤、デジタル保護リレー、Human-machine interface を含む	1	式
		(9) 15kV コンソール型制御監視盤	コンソール型制御盤、デジタル保護リレー、Human-machine interface を含む	1	式
		(10) 15kV 屋内盤	15kV キュービクル型単母線式、CPU付	1	式
		(12) 交流制御電源配	-	1	面

		電盤			
		(13) 直流配電盤	-	1	面
		(14) 110V 蓄電池	ハルフ型鉛蓄電池、 150Ah/10Hr	1	組
		(15) 充電装置	DC110V、40A	1	台
		(16) 15/0.4kV 所内用 変圧器	50kVA、ONAN、50Hz、3相、	1	台
		(17) 鉄鋼	H20m、送電線引き留め用	1	式
		(18) ケーブル配線材、接地材、雑材		1	式
		(19) 仮設工事中用ケーブル配線材		1	式

(出典:調査団作成)

表 3.2-12 (6) 主要機材一覧(フイエ郡配電網)

計画名	主要機材		数量	単位
	機材名	仕様		
配電網の改修 (南部県フイエ郡)	(1) 36kV RMU タイプ-1	LBS×4, LBS (ヒューズ:16A) ×1	2	台
	(2) 36kV RMU タイプ-2	LBS×3, LBS (ヒューズ:16A) ×1	1	台
	(3) 36kV RMU タイプ-3	LBS ×3, LBS (ヒューズ:6A) ×1	1	台
	(4) 36kV RMU タイプ-4	LBS×2, LBS (ヒューズ:25A) ×1	1	台
	(5) 36kV RMU タイプ-5	LBS×2, LBS (ヒューズ:16A) ×1	4	台
	(6) 36kV RMU タイプ-6	LBS×2, LBS (ヒューズ:10A) ×1	2	台
	(7) 36kV RMU タイプ-7	LBS×2, LBS (ヒューズ:6A) ×1	1	台
	(8) 36kV RMU タイプ-8	Incoming フィーダ×1, LBS (ヒューズ:25A) ×1	1	台
	(9) 36kV RMU タイプ-9	Incoming フィーダ×1, LBS (ヒューズ:10A) ×1	2	台
	(10) 36kV RMU タイプ-10	Incoming フィーダ×1, LBS (ヒューズ:6A) ×1	3	台
	(11) 36kV RMU タイプ-11	VCB×2, LBS (ヒューズ:16A) ×1	2	台
	(12) 36kV RMU タイプ-12	VCB×3	1	台
	(13) 30/0.4kV 屋外変圧器	25~630kVA、ONAN、50Hz、3相 4線	20	台
	(14) 屋内低圧分電盤 (計20台)		1	式
	(15) ケーブル配線材、接地材、雑材		1	式
	(16) 仮設工事中用ケーブル配線材		1	式

(出典:調査団作成)

表 3.2-12 (7) 主要機材一覧(キガリ市配電網)

計画名	主要機材		数量	単位
	機材名	仕様		
配電網の拡張(キガリ市内)	(1) 15kV 電線	ACSR70mm	74,877	m
	(2) 架空地線	Steel 35mm	24,959	m
	(3) コンクリート柱 (中圧用) -12m	9kN 以上	324	本
	(4) 15/0.4kV 柱上変圧器	50~400kVA、ONAN、50Hz、3相 4線	18	台
	(5) コンクリート柱 (低圧用) -9m	8kN 以上	620	本
	(6) 低圧 ABC ケーブル	50mm <sup>2</sup> ×3C + Neutral 50mm <sup>2</sup> 以上	24,045	m
	(7) 低圧 ABC ケーブル	35mm <sup>2</sup> ×3C + Neutral 50mm <sup>2</sup> 以上	6,720	m
	(8) 屋外低圧分電盤		1	式
	(9) 雑材料 (低圧ケーブル、配管等)		1	式

(出典:調査団作成)

### (3) 基本設計

#### 1) 変電設備

変電設備の基本設計はルワンダ電力公社で定めた以下の基準に従って実施する。  
以下にルワンダ電力公社の標準設計値、および主機器の基本設計指針を示す。

#### a) 標準設計値

**表 3.2-13 機器の耐電圧値**

定格電圧	海拔 1000m における値		
	Un (kVms)	15	110
最高電圧	Um (kVms)	20	138
商用周波耐電圧 50Hz, 1 min.	Upf (kVms)	43	208
- 対地		51	260
- 相間	Uli (kVpeak)	107	505
雷インパルス耐電圧 1.2/50 $\mu$ s		123	627
- 対地			
- 相間			

(出典: Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project , RECO)

**表 3.2-14 沿面距離**

項目	沿面距離 (mm/kV r. m. s)
110kV 屋外機器	31
15kV 機器	25

(出典: Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project , RECO)

**表 3.2-15 接地方式**

電圧階級	接地方式
110kV	中性点直接接地
15kV	中性点直接接地
400-230V	3相4線中性点直接接地

(出典: Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project , RECO)

**表 3.2-16 短絡電流値**

電圧階級	短絡電流 (kAeff, 3s)
110kV	31.5
15kV	25
400-230V	7.5

(出典: Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project , RECO)

#### b) 変圧器

ジャバナ変電所、ムシャ変電所、Rwinkuwav 変電所には主変圧器を新設する。  
また、ムシャ変電所、Rwinkuwav 変電所には所内用変圧器を新設する。変圧器は「IEC 60076」、および「JIS C4304」に準拠する。その他の仕様を以下に述べる。

表 3.2-17 主変圧器の仕様

	ジャバナ変電所	ムンヤ変電所	Rwinkuwav 変電所
定格出力 (MVA)	10 (ONAN)	10 (ONAN)	6 (ONAN)
台数 (台)	2	1	1
1次電圧 / 2次電圧	110/15kV	110/15kV	110/15kV
ベクトル表示	Ynyn+d	Ynyn+d	Ynyn+d
負荷時タップ切替装置 (OLTC)	On-load, 27tap	On-load, 17tap	On-load, 17tap
	±13 x 1.23	±8 x 1.25	±8 x 1.25
インピーダンス	11%	11%	11%

(出典: Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project , RECO)

表 3.2-18 所内用変圧器の仕様

項目	ムンヤ変電所	Rwinkuwav 変電所
定格出力 (kVA)	50 (ONAN)	50 (ONAN)
型式	油入	油入
1次電圧 / 2次電圧	15kV/400-230V	15kV/400-230V
ベクトル表示	Dyn11	Dyn11
無負荷時タップ切替装置	No-load, ±5%, 5tap	No-load, ±5%, 5tap
インピーダンス	6%	6%

(出典: Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project , RECO)

## c) 110kV 遮断器およびその他の 110kV 屋外変電機器

遮断器は、110kV 送電線フィーダに使用する遮断器は、単相再開路対応型とし、その他の遮断器は3相一括動作型とする。遮断器は「IEC 62271」、および「JEC 2300」に準拠し、その他の仕様を以下に述べる。

表 3.2-19 遮断器の仕様

項目	仕様
型式	3相 SF6 ガス遮断器
定格電流	1250A
定格動作責務	
- 単相再開路対応型	0 - 0.3s - CO - 3 min - CO
- 3相一括動作型	CO - 15s - CO

(出典: Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project , RECO)

表 3.2-20 その他の 110kV 屋外変電機器仕様

110kV 屋外変電機器	仕様	
断路器	線路用	その他
	3相屋外型、接地機構付き、水平開路式	3相屋外型、接地機構なし、水平開路式
	1250A	1250A
計器用変成器	計測用	保護リレー用
	誤差階級 0.5	誤差階級 1P
	油充填、密閉構造型、110kV / 110V/√3 / 110V/3	
計器用変流器	計測用	保護リレー用
	誤差階級 0.5	誤差階級 5P20
	油充填、密閉構造型、1250A	

避雷器	屋外，防爆型、酸化亜鉛使用ギャップレス避雷器
	定格電圧：102kV、定格放電電流：20kA

(出典:Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project , RECO)

d) 15kV 屋内開閉装置

15kV 屋内開閉装置はジャバナ変電所、ムシャ変電所、ルインクワブ変電所に設置する。重要度の高いジャバナ変電所の装置は要請通り GIS 型 2 重母線方式とし、他の変電所に関しては一般型単母線方式とする。15kV 屋内開閉装置は「IEC 62271」に準拠し、その他の仕様を以下に述べる。

**表 3.2-21 15kV 屋内開閉装置の仕様**

項目	ジャバナ	ムシャ	ルインクワブ
型式	メタルクラッド型 GIS、SF6 型	メタルクラッド型	メタルクラッド型
屋内/屋外	屋内		
遮断器	VCB		
保護リレー等	CPU Box 付		

(出典:Technical Specifications of Urgent Electricity Rehabilitation Project , RECO)

2) 配電設備

フイエ郡配電網設備

a) 電線・ケーブル

**表 3.2-22 ケーブルの仕様**

項目	仕様
定格電圧 (kV)	18/30(36)
絶縁体	XLPE(chemical)
公称断面積 (mm <sup>2</sup> )	95
構造	3 心より合わせ, 地中埋設用ケーブル

(出典:電線技術資料、電力・被覆線)

b) リングメインユニット (RMU)

30kV 配電網を連結するための RMU を新設する。

**表 3.2-23 リングメインユニットの仕様**

項目	VCB	LBS	FUSE
定格電圧 (kV)	36	36	36
定格電流 (A)	630	630	200*
ブスバー (A)	630	630	630
設置場所	屋内	屋内	屋内

\*FUSE による

(出典:ABB および SCHNIDER の製品カタログ)

c) 配電用変圧器

屋外設置の変圧器 (19 台) 屋内設置 (1 台) を新設する。変圧器は「IEC 60076」、および「JIS C 4304」に準拠する。その他の仕様を次表に述べる。

表 3.2-24 配電用変圧器の仕様

項目	仕様
定格出力 (kVA)	25, 75, 100, 160, 200, 250, 400, 500, 630
型式	屋外/屋内、油入自冷却式
1次電圧/2次電圧	30kV/400-230V
結線	$\Delta$ -Y、3相3線/3相4線

(出典:AEPE Programme, Actualization Study of Electricity Master Plan)

## d) 低圧分電盤

リングメインユニットハウス内に屋内型を新設する。

表 3.2-25 低圧分電盤の仕様

項目	仕様
構造	屋内自立型
材質	SPHC 鋼板
入出力回路数	入力/出力：1/4～16
収納機器	配線用遮断器

(出典:AEPE Programme, Actualization Study of Electricity Master Plan)

## キガリ市配電網設備

## a) 電線・ケーブル

中圧配電網 (MV) に ACSR を使用し、低圧配電網 (LV) に ABC ケーブルを使用する。

表 3.2-26 ACSR の仕様

項目	仕様
定格電圧 (kV)	15
構造	鋼心アルミより線
公称断面積 (mm <sup>2</sup> )	70

(出典:AEPE Programme, Actualization Study of Electricity Master Plan)

表 3.2-27 ABC ケーブルの仕様

項目	仕様
定格電圧 (kV)	0.6/1
絶縁体	Black XLPE
公称断面積 (mm <sup>2</sup> )	50, 35
心線表示	相:1,2,3、中性線:4 街灯:EP1, EP2

(出典:AEPE Programme, Actualization Study of Electricity Master Plan)

## b) 配電用変圧器

柱上変圧器を新設する。変圧器は「IEC 60076」、および「JIS C 4304」に準拠する。その他の仕様を次表に述べる。

**表 3.2-28 配電用変圧器の仕様**

項目	仕様
定格出力 (kVA)	50, 100, 160, 200, 250, 400
型式	屋外、油入自冷却式
1次電圧 / 2次電圧	15kV / 400-230V
結線	Δ-Y、3相3線 / 3相4線

(出典: AEPE Programme, Actualization Study of Electricity Master Plan)

c) 避雷器

分岐点及び配電用変圧器引き出し点に設置する。

**表 3.2-29 避雷器の仕様**

項目	仕様
公称電圧 (kV)	22
公称放電流 (kA)	2.5

(出典: AEPE Programme, Actualization Study of Electricity Master Plan)

d) 高圧開閉装置

分岐点及び配電用変圧器引き出し点に設置する。

**表 3.2-30 高圧開閉装置の仕様**

項目	仕様
構造	屋外型
遮断器定格 (kV)	15kV,
FUSE (A)	10, 16, 25, 31.5A
遮断容量 (kA)	25

(出典: AEPE Programme, Actualization Study of Electricity Master Plan)

e) 低圧分電盤

地上に屋外型を新設する。

**表 3.2-31 低圧分電盤の仕様**

項目	仕様
構造	屋外自立型
材質	SPHC 鋼板
入出力回路数	入力/出力: 1 / 1 ~ 4
収納機器	配線用遮断器

(出典: AEPE Programme, Actualization Study of Electricity Master Plan)

**3-2-3 概略設計図**

本プロジェクトの概略設計図を以下に示す。

**(1) ジャバナ変電所**

ジャバナ変電所改修に係る概略設計図は下表に示す通りである。

表 3.2-32 概略設計図リスト(ジャバナ変電所)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. SS-01	単線結線図
2	DWG No. SS-02	屋外機器配置図
3	DWG No. SS-03	屋内機器配置図
4	DWG No. SS-04	単線結線図 (ビレンボ変電所)

**(2) ギコンド変電所**

ギコンド変電所改修に係る概略設計図は下表に示す通りである。

表 3.2-33 概略設計図リスト(ギコンド変電所)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. SS-05	単線結線図
2	DWG No. SS-06	屋外機器平面配置図
3	DWG No. SS-07	屋外機器配置縦断図

**(3) ムシャ変電所**

ムシャ変電所建て替えに係る概略設計図は下表に示す通りである。

表 3.2-34 概略設計図リスト(ムシャ変電所)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. SS-08	単線結線図
2	DWG No. SS-09	屋外機器配置図

**(4) ルインクワブ変電所**

ルインクワブ変電所改修に係る概略設計図は下表に示す通りである。

表 3.2-35 概略設計図リスト(ルインクワブ変電所)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. SS-10	単線結線図
2	DWG No. SS-11	屋外機器配置図

### (5) ファイエ郡配電網

ファイエ郡配電網改修に係る概略設計図は下表に示す通りである。

**表 3.2-36 概略設計図リスト(ファイエ郡配電網)**

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. HDS-01	ルート図
2	DWG No. HDS-02	単線結線図
3	DWG No. HDS-03	RMU 建屋計画図 (TYPE A, B-1, B-2, B-3, B-4)

### (6) キガリ配電網

キガリ市配電網拡張に係る概略設計図は下表に示す通りである。

**表 3.2-37 概略設計図リスト(キガリ市配電網)**

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. KDS-01	ルート図
2	DWG No. KDS-02	中圧配電柱 装柱図 (1/2, 2/2)
3	DWG No. KDS-03	低圧配電柱 装柱図

### 3-2-4 施工計画／調達計画

#### 3-2-4-1 施工計画／調達方針

本プロジェクトは、我が国の無償資金協力制度の枠組みに基づいて実施される。我が国政府により計画実施の承認がなされ、両国政府間による交換公文（E/N）が締結された後に、JICA との間で贈与契約（G/A）の署名、銀行取り極め（B/A）および支払い授權書（A/P）の発行が行われる。その後、コンサルタント契約を締結し、JICA の下、コンサルタントによる入札図書の作成および入札業務が遂行される。その後、入札によって決定した日本国法人の請負業者により、機材の調達・据付が実施される。

#### (1) 主管官庁および実施機関

本プロジェクトにおける「ル」国側の主管官庁および実施機関は以下の通りである。

- 主管官庁：インフラ省（MININFRA）
- 実施機関：ルワンダ電力公社（RECO）

#### (2) コンサルタント

コンサルタントは協力準備調査の結果および「ル」国側との協議を踏まえて、入札図書を完成させる。また、入札公告、質問・回答、入札の立会い、入札結果の評価、契約交渉の補助および請負業者契約の立会い業務を行う。

業者契約後の着手前関係者協議、設計図の承認作業、出荷前製品検査、現地据付工事監理、工事期間中の業務報告書の作成、中間出来高証明書の発行、竣工検査と手続きを行う。据付工事完了後には竣工証明書の発行、竣工引渡し手続業務、最終業務報告書および1年後に実施される瑕疵検査業務が含まれる。実施期間中は、日本国政府関係機関に対し本プロジェクトの進捗状況などの報告を適時行う。

#### (3) 請負業者

我が国の無償資金協力事業の枠組みに従い、入札で調達機関によって選定された日本国法人の請負業者により、本プロジェクトの資機材調達および据付工事を実施する。本プロジェクトでは、土木、建築、変電設備、配電網設備工事等が輻輳して実施される。また、各工事は作業上および工程上において密接に関連している。これら全ての工事は、品質の確保、性能保証、瑕疵責任および工程管理の観点から日本の請負業者が一貫して実施するものとする。

請負業者は、コンサルタント作成の仕様書に準拠し、設計、製作、工場試験、輸送梱包、現地までの輸送、工事を行い、現地試験により、各施設・設備の据付状態および据付後の性能を検証した上で引渡しを行う。また、一連の据付および現地試験の期間中に「ル」国側へ、初期運転指導および運用指導等の技術移転を実施する。

### 3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

#### (1) 建設事情と地域特性

「ル」国の建設事情については、3-2-1 節(4)項に記載の通りである。  
また、基礎工事と雨季（3～5 月、10～12 月）が重なる時期にはビニールシートを被せるなどして地盤が軟弱とならないよう降雨対策が必要であるが、気候等の自然条件に対する特段の配慮は必要ないものと判断する。

#### (2) 施工上の留意事項

本プロジェクトの工事実施中は、対象変電所の敷地内に部外者が立ち入らないように、十分に安全面に配慮する必要がある。特に、土木工事着手時より工事関係車両の出入などは頻繁に行われるため、近隣住民や通行車両へ配慮し安全に留意することが重要である。さらに、建築資材の盗難を防ぐために安全管理会社から警護員を備上する必要がある。

フィエ郡配電網改修においては、既設の地下埋設ケーブルで存在するため、掘削時に誤って既設配電線を切断し、作業員の負傷、感電事故及び停電事故を起こす恐れがある。これらの事前対策として、工事着手前には布設ルートおよびその他埋設物の有無を探索する必要がある。

キガリ市配電網拡張においては、対象地域の道路の殆んどが未舗装、且つ幅員が狭い所や凹凸の激しい箇所があるため、配電資機材の搬送時に転倒し、機材の破損のため工程に重大な影響を及ぼす恐れがある。よって、配電資機材を搬送する際は、事前に道路の幅員、路肩、凹凸を調査する必要がある。また、傾斜地が多く、降雨後の道路がぬかるんだ状況では、スリップ、埋没および転倒等の恐れがあるため、留意する必要がある。

#### (3) 調達上の留意事項

本プロジェクトに係る主要資機材は、日本製および第三国製（DAC 諸国）を前提条件として計画する。その他の資機材も仕様書にて規定する調達国と一致していることを確認する。現場据付工程に従って、工事が円滑に実施されるためには、資機材を工事計画に合わせて調達・発送することが不可欠であり、本プロジェクトの請負業者は、調達、製造、輸送、搬入納期が適時に行われるよう一貫した調達管理が要求される。

### 3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

#### (1) 施工区分

本プロジェクトにおける日本側および「ル」国側の施工区分を次表に示す。

表 3.2-38 施工区分

No.	項目	日本側	「ル」国側
1	用地取得 (フイエ郡 RMU 設置サイト[4 箇所]およびムシャ変電所の新規送電鉄塔基礎[2 箇所])		○
2	変電所までのアクセス道路の整地 (キガリ市ビレンボ変電所、東部県ムシャおよびルインクワブ変電所)		○
3	変電所構内の道路および駐車場の建設 (東部県ムシャおよびルインクワブ変電所)	○	
4	変電所構外の道路の建設 (東部県ムシャおよびルインクワブ変電所)		○
5	変電所のゲートおよびフェンスの設置 (東部県ムシャおよびルインクワブ変電所)	○	
6	工事資機材の一時保管場所の提供 (本プロジェクト対象の全サイト、ゲートおよびフェンス付き)		○
7	本プロジェクトに係る停電作業の全体調整およびルワングダ電力公社側の現場側責任者の選任・配置		○
8	変電所内の建屋の建設 (東部県ムシャおよびルインクワブ変電所)	○	
9	変電設備の基礎構造物の設置および機器据付	○	
10	配電網設備の基礎構造物の設置および機器据付	○	
11	変電および配電設備の試験、引渡し	○	
12	400V 低圧配電線から需要家への引込み線の布設および接続 (キガリ配電網拡張工事の完了後)		○
13	工事用水道水の提供	○	
14	工事用電気の供給	○	
15	PCB 含有機器の適切な保管施設の提供		○
16	変電所構内のトイレおよび排水設備の設置 (東部県ムシャおよびルインクワブ変電所)	○	
17	変電所構内の水槽への水供給 (東部県ムシャおよびルインクワブ変電所)		○
18	既設変電設備の撤去 (東部県ムシャおよびルインクワブ変電所の建て替え工事の完了後)		○
19	SCADA システムの移設・改修		○

(出典:調査団作成)

**(2) 調達・据付区分**

本プロジェクトにおける調達・据付区分を表 3.2-39 に示す。

表 3.2-39 調達・据付区分

No.	項目	日本側	「ル」国側
1.	<b>変電設備</b>		
(1)	主変圧器	○	

(2)	屋外開閉装置	○	
(3)	屋内機器	○	
(4)	雑材料（鉄構・ケーブルなど）	○	
(5)	土木建築資機材	○	
2.	<b>配電設備</b>		
(1)	30kV 配電用機器（RMU）	○	
(2)	配電用変圧器	○	
(3)	屋外開閉装置（避雷器、ヒューズなど）	○	
(4)	コンクリートポール	○	
(5)	鋼製ポール	○	
(6)	配電用電線・ケーブル	○	
(7)	雑材料（がいし、装柱材料等）	○	
(8)	土木建築資機材	○	

（出典：調査団作成）

#### 3-2-4-4 施工監理計画／調達管理計画

本無償資金協力事業では、協力準備調査の結果をもとに、日本政府による計画の妥当性の確認をもって、両国政府間で交換公文（E/N）が取り交わされ、プロジェクトが開始される。施工監理を遂行するにあたっては、特に以下の事項に留意して体制を確立する。

- 業務計画の実施に至る背景を理解する。
- 協力準備調査報告の内容を把握する。
- 無償資金協力の仕組みを理解する。
- 二国間で締結された交換公文の内容を把握する。
- 現地の施工条件を十分考慮する。
- 将来も含め本プロジェクトに関係するステークホルダーを把握する。

##### (1) 施工監理計画

コンサルタントは、本プロジェクトが契約工事期間内に完了し、且つ、安全に実施されるように工事請負業者に対して、工程管理、安全管理および品質管理に係わる指導を行う。なお、工事の進捗状況に合わせ、以下の技術者を適時派遣する。

- 調達監理者： 総括および全体調整、請負業者の指導
- 常駐監理者（機材）： 機電に係わる工程管理、品質管理および調達監理
- 常駐監理者（土木建築）： 土木建築に係わる工程管理、品質管理および調達監理
- 試運転・検査要員： 施設・機材の完成検査

##### 1) 工程管理

- 請負業者による工事および「ル」国側の分担作業の進捗を確認し、工事が円滑

に進むように、双方の調整を図る。

- 機器の製造、海上・陸上輸送の工程についても常時モニタリングを実施し、全体工程を把握する。
- 工程調整会議を適宜開催し、計画全体の工程管理および工程調整を行う。工程調整会議は、現場工事期間中は毎週、また、現場試験中は毎日開催するものとする。

## 2) 安全管理

- 毎日作業開始前に安全ミーティングを行い、また、定期的に安全パトロールを行う。
- 同じ場所で複数の作業が実施される場合は、お互いの作業内容および工程を認識させ、災害防止を図る。
- 開口部や充電部の周りは、ロープ等で区画し、危険防止を図る。

## (2) 調達監理計画

コンサルタントは以下の点についても留意する。

- ダルエスサラーム港より内陸輸送する際、「ル」国側にて工期に遅れないように免税措置手続きが、迅速かつ円滑に実施されるように管理を行う。
- 現地調達資材についても免税措置が円滑に実施されるように管理を行う。

### 3-2-4-5 品質管理計画

#### (1) 納入資機材の品質管理

本プロジェクトで調達される設備、機器の品質管理を以下のとおり実施する。

##### 1) 設計図面・仕様書の審査

コンサルタントは、業者契約後に提出される承認用の図面、機器仕様書、計算書等について、適用規格および契約仕様書の要求事項に基づき審査する。なお、本作業は日本国内で行い、コンサルタントの承認後に機器製作が開始される。

##### 2) 工場検査

機器製作後、現地への出荷前に工場検査を実施する。工場検査の目的は、機器が契約仕様書、適用規格および承認図面に従って製作されていることを確認する検査であり、目視検査および性能・機能検査を行う。なお、主要機器については、コンサルタントが前記試験に立ち会う。

##### 3) 現地工事管理および完成試験

コンサルタントは、「ル」国側の協力を得て契約仕様書および承認図面に基づいた調達機材の据付工事が適正に行われるように管理を行う。また、据付終了後に仕様書の要求性能を満たしていることを確認するために、完成試験を行う。

## (2) 土木工事の品質管理

機材据付に必要な土木工事についての品質管理を以下のとおり実施する。

### 1) 施工図面の審査

構造物の基本設計は、コンサルタントが行うが、請負業者は、基本設計および実際に使用する各種機器のサイズおよび重量に基づき施工図面を作成し、コンサルタントの承認を得る。なお、本審査は、日本国内で実施する。

### 2) 使用材料検査

工事に使用する材料（セメント、鉄筋等）については、請負業者により調達される前および現場搬入時に、コンサルタントが検査を行う。

### 3) 現地工事管理

「ル」国側の協力を得て、掘削、盛り土、コンクリート（コンクリートの品質、鉄筋配筋）、基礎工事等については、立会い検査を含む現場管理を行う。

## 3-2-4-6 資機材等調達計画

### (1) 資機材調達

本プロジェクトにおける主要資機材の調達先を表 3.2-40 に示す。品質の面でも日本製と同等と判断できることや、事業費縮減の観点から、主要資機材は第三国調達を認めることとする。ただし、本プロジェクトは「ル」国で初めての電力セクターでの無償資金協力であり、日本製の品質の高さをアピールする上でも日本製機材の導入は不可欠であるため、変電所の最重要機器である主変圧器は日本製品を導入することで計画する。

なお、第三国調達を認める資機材については、品質確保の観点より、調達先は DAC 諸国、EEC 諸国、或いは OECD 加盟国に限定することを基本方針とするが、品質に隔たりのないケーブル、鉄鋼および装柱材料等については、本事業費の削減および原材料の価格高騰による事業費へのインパクトを回避することを考慮し、原産国の縛りを設けないものとする。

表 3.2-40 主要資機材調達先

No.	資機材名	現地調達	日 本	第三国	
				DAC	その他
1.	<b>変電設備</b>				
(1)	主変圧器		○		
(2)	屋外開閉装置		○	○	
(3)	屋内機器		○	○	
(4)	雑材料（鉄構・ケーブルなど）		○		○

2.	配電設備				
(1)	30kV 配電用機器 (RMU)			○	
(2)	配電用変圧器		○	○	
(3)	屋外開閉装置 (避雷器、ヒューズなど)		○		
(4)	コンクリートポール	○			
(5)	配電用電線・ケーブル類		○		○
(6)	雑材料 (磚子、装柱材料等)		○		○

注：DAC（開発援助委員会）諸国（米国，フランス，ドイツ，英国，日本，イタリア，スペイン，オランダ，スウェーデン，カナダ，ノルウェー，デンマーク，スイス，オーストラリア，ニュージーランド，ポルトガル，オーストリア，フィンランド，ベルギー，アイルランド，韓国（2010年より参加）

（出典：調査団作成）

## (2) 現地調達

「ル」国内での現地調達品としては、コンクリート柱および建設用資機材がある。

### 1) コンクリート柱

配電用資材の中で唯一コンクリート柱を「ル」国内でNPD-COTRACO社が製造しており、国内調達が可能である。なお、NPD-COTRACO社では1日50本程度が製造可能であり、本プロジェクトへの対応は十分可能であるものと判断できる。

### 2) 建設資機材

#### ① セメント

ウガンダ等の近隣諸国から輸入されるケースが多いが、「ル」国でも製造しており、国内調達が可能である。

#### ② 砂・骨材

砂・骨材等は「ル」国内で採取されたものが流通しており、国内調達が可能である。

#### ③ 鉄筋

鉄筋はケニア、ウガンダ等の周辺国からの輸入品が流通しており、国内調達が可能である。

#### ④ レンガ

「ル」国内での製造品が流通しており、国内調達が可能である。

#### ⑤ 建具

建屋等で使用する窓、ドア等は南アフリカ等からの輸入品が流通しており、国内調達が可能である。

#### ⑥ 電材

主に南アフリカ製の照明器具・エアコン等が流通しており、国内調達が可能である。

## (3) 輸送計画

### 1) 荷揚げ港および内陸輸送ルート

「ル」国は内陸国であるため港を持たないため、資機材を輸送する場合は、ケ

ニア国モンバサ港もしくはタンザニア国ダルエスサラーム港を経由して輸送されることが一般的である。両者の比較を下表に示す。

表 3.2-41 荷揚げ港および輸送ルート比較表

項目	モンバサ港 (ケニア国)	ダルエスサラーム港 (タンザニア国)
キガリ市までの輸送距離	約 1,680 km	約 1,550 km
輸送経路	モンバサ⇒ナイロビ⇒マラバ⇒カンパラ⇒カトゥナ⇒キガリ	ダルエスサラーム⇒ドドマ⇒シンギダ⇒イサカ⇒ルスモ⇒キガリ
キガリ市までの陸上輸送所要日数	10日～20程度	8日～15日程度
通過国境の数	2箇所 (マラバ、ガトゥナ)	1箇所 (ルスモ)
港湾滞留時間	10日程度	15日程度
コンテナ取扱量	約 48 万 TEU (2006 年)	約 30 万 TEU (2006 年)

(出典: 調査団作成(輸送業者のヒアリング, KPA, TAP ホームページ等より)

### ① 輸送制限

本プロジェクトにおける内陸輸送において制約を受けるのが重量と高さである。本プロジェクトでの最大重量物は主変圧器で、輸送時の重量はおよそ 20 トン、高さ 3m 強と予想されるが、ルワンダ電力公社では同等の変圧器および開閉装置をダルエスサラーム港からのルートにて輸送した実績を有しており、重量・高さの面でも内陸輸送に支障はない。また、輸送業者にヒアリングしたところ、モンバサ港ルートについても輸送上制限はない。

また、内陸輸送ルート上には、国境施設の他、ウェイブリッジ (Weigh Bridge) やポリス・チェック・ポイント (Police Check Point) がある。ウェイブリッジは、過積載による道路損傷を防止するために、トラックの荷重を測り、取り締まる施設である。通常、道路の荷重制限 (制限値: 40ft コンテナ車で 27ton) のために用いられるが、本案件のように無償案件の場合は、荷重制限は免除される。

### ② 税関

荷揚げ港から「ル」国までの国境施設では、国境を跨いで 2 つの国の税関でそれぞれ貨物の出入国手続き・審査が行われている。本輸送ルート上にある近隣諸国では、通過貨物には関税がかからず、終着国において税関貨物検査が行われ、税金を支払う仕組みとなっている。また、「ル」国の場合、一般的には税関貨物検査は国境ではなくキガリ市内マゲルワの施設で受けることになっている。しかし、輸送業者にヒアリングしたところ、最近実施した韓国の通信案件では、国境で税関貨物検査を実施し、そのまま最終仕向け地へ輸送しており、通関書類が完備していれば、必ずしもマゲルワで税関貨物検査を受ける必要はないとのことである。したがって、本プロジェクトでも国境で税関貨物検査を行い、直接各サイトへ輸送するものとする。なお、業者は、通関手続き時に必要となる「ル」国財務省発行の免税証明書を適切なタイミングで入手でき

るよう、予め先方実施機関側に必要手続きの詳細を確認し、それに従った申請手続きを行うこととする。

③ 本プロジェクトにおける荷揚げ港および輸送ルート

「ル」国内への一般貨物の輸送においては、ケニア国モンバサ港経由とタンザニア国ダルエスサラーム港経由の2つのルートが存在する。

モンバサ港経由は、過去に実施されたプロジェクト全体の約65%を占めており、同じ日本の無償資金協力事業である「地方給水計画」においても本ルートにて輸送が実施された。

しかしながら、本プロジェクトにおいては、内陸輸送距離が短く安価であり、且つルワンダ電力公社でも変電機器の輸送実績を有するダルエスサラーム港を荷揚げ港とし、同港から「ル」国内へ輸送する最短ルートで計画する。

2) 輸送最終仕向け地

本プロジェクトにおいては、搬入機材・資材が多いため、ルワンダ電力公社側でストレージヤードを準備し、そこに機材・資材を搬入するものとする。

キガリ市内に位置するジャバナ変電所、ギコンド変電所については既存変電所内もしくはその周辺にストレージヤードを設置することを計画しており、また、主要幹線道路沿いにあるため、輸送上の制約はない。また、キガリ市内配電網およびフイエ郡配電網についても、主要幹線道路沿いにストレージヤードの設置を計画しているため、輸送上の制約はない。しかし、東部県のムシャ変電所、レインクワブ変電所については、主要幹線道路からストレージヤードまでは未舗装道路で区間が長く、雨季の直後は道路の陥没等が想定されるため、支障がある箇所については、ルワンダ電力公社側で未舗装道路の補修を輸送開始前までに行う。

### 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

各種の初期操作指導と運用指導は、本プロジェクトによって供与される変電・配電網設備が、ルワンダ電力公社により適切且つ持続的に運用維持管理されるための自立支援として行われる。最終的な目標は、本指導の実施により、ルワンダ電力公社が独自で運用維持管理ができ、さらに問題解決方針の立案や図面・マニュアル等のの保管および管理が適切に実施できるようにすることである。

#### (1) 指導者および受講対象者

初期操作指導および運用指導計画に係わる指導者および受講対象者を、次表に示す。

表 3.2-42 初期操作指導および運用操作指導

指導者	変電所および配電網	受講対象者	
		担当分野	人数
請負業者からの 派遣技術者	ジャバナ変電所	- 運転保守管理者	1名
		- 運転者（電気技術者、通信技術者）	3名
		- 保守員	1名
	ギコンド変電所	- 運転保守管理者	1名
		- 運転者（電気技術者、通信技術者）	3名
		- 保守員	1名
	ムシャ変電所	- 運転保守管理者	1名
		- 運転者（電気技術者、通信技術者）	2名
		- 保守員	1名
	ルインクワブ変電所	- 運転保守管理者	1名
		- 運転者（電気技術者、通信技術者）	2名
		- 保守員	1名
	フイエ郡配電網	- 運転保守管理者	1名
		- 運転者（電気技術者、通信技術者）	2名
- 保守員		1名	
キガリ市配電網	- 運転保守管理者	1名	
	- 保守員	2名	
		計	25名

(出典:調査団作成)

(2) トレーニング内容

各講習内容は指導者からの座学ならびに現場実習により実施され、運転・維持管理マニュアルを基に実施される。運転・維持管理講習内容について表 3.2-43 に示す。

表 3.2-43 運転・維持管理講習内容

項目	内容
1. 点検手法	- 日常点検方法（外観チェック） - 定期点検（絶縁テスト、フューズ交換等）
2. 危機回避操作方法および禁止操作の知識習得	- 危険活線部位の説明、危険時の緊急停止操作方法、各機器に対する修理方法等の知識の習得
3. 交換方法	- 故障品または消耗品の交換方法についての講習
4. システムのリセット方法	- システムのリセット方法について OJT により現場でマニュアルを参照しながら確認
5. 各機器の機能と図面資料類の知識習得	- 完成図および O&M マニュアル等に基づいた、各機器の名称や機能等の知識の習得

(出典:調査団作成)

3-2-4-8 実施工程

本プロジェクトは、コンサルタント契約締結から完工まで計 24 ヶ月を要する。実施工程表を下表に示す。

表 3.2-44 事業実施工程

項目		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
入札関連業務	コンサルタント契約	▼																								
	機材仕様書レビュー・入札図書作成		■	■	■																					
	入札図書承認				▼																					
	入札公示					▼																				
	入札							■																		
	入札評価																									
	業者契約 (外務省承認)								▼																	
調達管理 工事・作業工程	<b>機材調達</b>																									
	- 設計図面作成・承認																									
	- 設計製作																									
	- 船積み前検査、海上・陸上輸送																									
	<b>施設建設</b>																									
	<b>1. Jabana変電所</b>																									
	(1) 準備・片付																									
	(2) 監視制御盤改修工事																									
	(3) Mukungwaフィーダー屋外機器改修工事																									
	(4) Gikondoフィーダー屋外機器改修工事																									
	(5) No.1変圧器ベイ屋外機器改修工事																									
	(6) No.2変圧器ベイ屋外機器改修工事																									
	(7) 15kV屋内盤																									
	(8) 試運転・調整/初期操作指導																									
	<b>2. Gikondo変電所</b>																									
	(1) 準備・片付																									
	(2) A母線改修工事																									
	(3) B母線改修工事																									
	(4) Jabanaフィーダー屋外機器改修工事																									
	(5) Mont Kigaliフィーダー屋外機器改修工事																									
	(6) 試運転・調整/初期操作指導																									
	<b>3. Birembo 変電所</b>																									
	(1) 屋外機器据付工事																									
	(2) 試運転・調整/初期操作指導																									
	<b>4. Musha変電所</b>																									
	(1) 準備・片付																									
	(2) 土木工事(盛土、整地、フェンス、基礎工事)																									
	(3) 制御所建屋工事																									
	(4) 機器据付工事																									
	(5) 屋内機器据付工事																									
	(6) 鉄塔据付工事(基礎工事含む)																									
	(7) 試運転・調整/初期操作指導																									
	<b>5. Rwinkwevu変電所</b>																									
	(1) 準備・片付																									
	(2) 土木工事(盛土、整地、フェンス、基礎工事)																									
	(3) 制御所建屋工事																									
	(4) 機器据付工事																									
	(5) 屋内機器据付工事																									
	(6) 試運転・調整/初期操作指導																									
	<b>6. フエイ市内配電網</b>																									
	(1) ルート調査																									
	(2) 準備・片付																									
	(3) 土木建築工事																									
	(4) 地中配電線工事																									
	(5) RMU・変圧器据付工事																									
	(6) 試運転・調整/初期操作指導																									
	<b>7. キガリ市内配電網</b>																									
(1) ルート調査																										
(2) 準備・片付																										
(3) 建柱工事																										
(4) 機器据付・架空配電線工事																										
(5) 試運転・調整/初期操作指導																										

(出典：調査団作成)

### 3-3 相手国側分担事業の概要

#### 3-3-1 相手国側負担手続き

##### (1) 免税措置

日本の無償資金協力の下で、本プロジェクトのために購入された資機材の迅速な免税措置、および通関認証契約に基づく資機材および役務の提供に関して、プロジェクトに従事する日本人または日本法人に対し、「ル」国内で課せられる関税、付加価値税を含む国内税その他の課税の免除

##### (2) 便宜供与

認証契約に基づく資機材および役務の提供に関して、プロジェクトに従事する日本人または日本法人に対し、「ル」国への入国ならびに滞在に必要な便宜の供与

##### (3) 銀行取り決め、支払い授權書の発行

契約に関連する支払いについての銀行取り決め (B/A) の手続き、および支払い授權書 (A/P) の発行とこれに伴う手数料の支払い

#### 3-3-2 相手国分担事業

本プロジェクトにおける「ル」国側の分担事業は以下の通りである。なお、協力準備調査報告書（案）の説明時に先方政府と協議し、実施可能であるとの回答を得るよう努める。

##### (1) プロジェクト実施前

- 用地取得（フイエ郡 RMU 設置サイト [アエロドローム、ソルワル、テレコムおよびシヤルワの 4 箇所] およびムシャ変電所の新規送電鉄塔基礎 [2 箇所]）
- 対象変電所までのアクセス道路の整地（キガリ市ビレンボ変電所、東部県ムシャおよびルインクワブ変電所）
- 工事資機材の一時保管場所の提供（本プロジェクトの全対象サイト、ゲートおよびフェンス付き）
- PCB 含有機器の適切な保管施設の提供

##### (2) プロジェクト実施中

- 変電所構外の道路の建設（東部県ムシャおよびルインクワブ変電所）
- 本プロジェクトに係る停電作業の全体調整および現場側責任者の選任・配置

### (3) プロジェクト実施後

- 400V 低圧配電線から需要家への引込み線の布設および接続（キガリ配電網拡張工事の完了後）
- 変電所構内の水槽への水供給（東部県ムシャおよびルインクワブ変電所の建て替え工事の完了後）
- 既設変電設備の撤去（東部県ムシャおよびルインクワブ変電所の建て替え工事の完了後）
- SCADA システムの移設・改修
- 無償資金協力により供与された機材を適切かつ効率的に運営・維持管理するために必要な予算およびスタッフの確保

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

#### 3-4-1 プロジェクトの運営・維持管理計画

##### (1) 運営・維持管理要員

本プロジェクトの完工後、納入設備およびシステムの運営・維持管理の段階に入ると、本プロジェクトの対象変電所はルワンダ電力公社の電力部（Electricity Department）管轄下の電力運営課（Power Operation Section）により運用される。また、フイエ郡配電網はルワンダ電力公社の拠点営業所のフイエステーションに、キガリ市配電網はキガリステーションにより運営・維持管理が実施される。

なお、2010年6月時点における、本プロジェクトの対象変電所および配電設備に係る運転保守員は以下の通りである。本プロジェクト実施後も同様の体制で運営・維持管理が実施される予定である。

- ジャバナ変電所： 6人
- ギコンド変電所： 21人
- ムシャ変電所： 4人
- ルインクワブ変電所： 4人
- フイエ郡配電網： 7人
- キガリ市配電網： 13人

なお、現在、上記の運転保守員によって実施されている主な作業内容は以下の通りである。

##### a) 系統操作

ギコンド変電所に設置されている中央給電指令所（Load Dispatching Center：LDC）からの指示に従い、変電設備の運転・操作を実施する。

##### b) データ記録

1時間毎に所定フォームのログ・シートに電圧、電流、力率および周波数等のデータを機側の計器から目視確認し、帳票に手書きで記録する。

##### c) 事故への対応

対象変電所内に事故が起こった場合、その復旧のための緊急操作を行う。ただし、即応困難な事故が発生した場合、変電所の常駐スタッフが携帯電話にてギコンド変電所に連絡し、そこからの指示に従い対応している。

##### d) 保守・点検作業

設備に要求される日常的な保守・点検作業を行う。

なお、ルワンダ電力公社による既設の変電・配電設備に係る運営・維持管理の現況としては、事故等のトラブル発生時において、特段の問題無く適切な処理がなされて

いることを確認した。

しかしながら、本プロジェクトによる電力設備の近代化に限らず、「ル」国は需要増加に伴い、国際連携送電線による近隣諸国との電力融通計画を具体化させるなど、電力システムの強化・拡張を目指しており、電力システム管理者の運営・維持管理や電力システムに関する知識水準の向上が必要となっている。こうした背景から、日本の技術協力プロジェクトによるルワンダ電力公社に対する適切な教育、訓練の実施が強く望まれている。

## (2) 保守・点検作業

上記で述べた設備の日常的な保守・点検作業項目について以下に述べる。

保守・点検作業は、毎日行われる巡視と、3ヶ月～6年程度の周期をもって行われる点検とで構成される。表3.4-1に巡視と点検項目を列挙する。

表 3.4-1 巡視と点検項目

設備名	保守・点検対象機器	巡視（毎日）	点検 （※特に記載の無いものは3ヶ月周期程度）
変電設備	主変圧器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・異音、振動の有無</li> <li>・温度上昇の状態</li> <li>・絶縁油量チェック</li> <li>・油漏れチェック</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・吸湿剤の点検取替え</li> <li>・窒素圧力のチェック</li> <li>・絶縁油劣化試験（1年周期）</li> </ul>
	リレー・制御監視盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計器、表示灯等の状態</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・清掃</li> <li>・リレー試験（5～6年周期）</li> </ul>
	キュービクル式屋内盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・異音、振動の有無</li> <li>・計器、表示灯等の状態</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遮断器動作試験</li> <li>・清掃</li> <li>・リレー試験（5～6年周期）</li> </ul>
	蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>・端末部とセルケースの変形・歪み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電圧測定</li> <li>・均一充電</li> </ul>
配電設備	リングメインユニット（RMU）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計器、表示灯等の状態</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・清掃</li> <li>・リレー試験（5～6年周期）</li> </ul>
	配電用変圧器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・油漏れチェック</li> </ul>	-

（出典：調査団作成）

### 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

本プロジェクトを日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる事業費総額は、約 25.96 億円（日本側 25.96 億円、「ル」国側 72,760 千円）となる。日本と「ル」国との負担区分に基づく双方の経費内訳を以下に示す。

#### (1) 日本側負担経費

本プロジェクトに係る無償資金協力が実施された場合、日本国側の負担経費は表 3.5-1 の通りとなる。

積算時点	平成 22 年 6 月
為替変換レート	1US\$=¥92.12、1EUR=¥126.30、1RWF=¥0.158
施工期間	第 2 章 表 2-44 「実施工程表」に示した通りである。
その他	本プロジェクトは、日本国政府の無償資金協力制度に従い実施されるものとする。

表 3.5-1 概略事業総括表

(単位：百万円)

項目		費用
総事業費 (I + II)		2,596
I	機材調達費 (1 + 2)	2,444
	1. 調達原価 ((1)+(2)+(3)+(4))	2,372
	(1) 機材費	1,563
	(2) 輸送梱包費	154
	(3) 据付工事費等	568
	(4) 調達管理費	87
	2. 一般管理費等	71
II	設計監理費 (1 + 2)	152
	1. 実施設計費	25
	2. 調達監理費	127

(出典：調査団作成)

**(2) 相手国側負担経費**

本プロジェクトに係る無償資金協力が実施された場合、「ル」国の負担経費は下表に示す通りとなる。

**表 3.5-2 「ル」国側負担経費**

1) 用地取得 (フイエ郡 RMU 設置サイト[4 箇所] およびムシャ変電所の新規送電鉄 塔基礎[2 箇所])	RWF	1,380,000 (=230m <sup>2</sup> x 6,000RWF/m <sup>2</sup> )	(¥218,000)
2) 変電所までのアクセス道路の整地 (キガリ市ビレンボ変電所、東部県 ムシャおよびルインクワブ変電所)	RWF	14,400,000 (=2,400m <sup>2</sup> x 6,000RWF/m <sup>2</sup> )	(¥2,275,000)
3) 変電所構外の道路の建設(東部県ム シャおよびルインクワブ変電所)		14,400,000 (=2,400m <sup>2</sup> x 6,000RWF/m <sup>2</sup> )	(¥2,275,000)
4) 工事資機材の一時保管場所の提供 (本プロジェクトの全対象サイト、 ゲートおよびフェンス付き)	RWF	0 ※RECO 所有の既存保管施設を 利用	(¥0)
5) 400V 低圧配電線から需要家への引 込み線の布設および接続 ※キガ リ配電網拡張工事の完了後	RWF	140,728,000 (=2,513x56,000RWF/connection)	(¥22,235,000)
6) PCB 含有機器の適切な保管施設の提 供	RWF	0 ※RECO 所有の既存保管施設を 利用	(¥0)
7) 既設変電設備の撤去 ※ムシャおよびルインクワブ変電 所	RWF	12,650,000 (=2 S/S x 6,325,000RWF)	(¥2,000,000)
8) SCADA システムの移設・改修	RWF	54,608,000 (=4 S/S x 13,652,000RWF)	(¥8,628,000)
計	RWF	238,166,000	(¥37,630,000)

為替変換レート: 1RWF=¥0.158 (2010年6月)

(出典: 調査団作成)

上記費用の他に、銀行取極め (B/A) 手続き費用、支払い授權書 (A/P) 発給費用、「ル」国への輸入許可取得およびそのための費用の負担がある。計画の円滑な実施のため、事前にこれらの予算を確保しておく必要がある。

**3-5-2 運営・維持管理費****(1) 運転保守要員配置計画**

本件に係る、2010年6月時点の変電所および配電設備の運転・保守要員数は第4章4.1節に記載の通りであり、本プロジェクト実施後も同様の体制で運営・維持管理が実施される予定である。本プロジェクトの対象変電所および配電網設備の運転保守に係る要員配置計画を表3.5-3に示す。

表 3.5-3 運転保守要員配置計画

変電所および配電網	運転保守要員	
	担当分野	人数
ジャバナ変電所	- 運転保守管理者	1名
	- 運転者(電気技術者、通信技術者)	3名
	- 保守員	2名
ギコンド変電所	- 運転保守管理者	2名
	- 運転者(電気技術者、通信技術者)	12名
	- 保守員	7名
ムシャ変電所	- 運転保守管理者	1名
	- 運転者(電気技術者、通信技術者)	2名
	- 保守員	1名
ルインクワブ変電所	- 運転保守管理者	1名
	- 運転者(電気技術者、通信技術者)	2名
	- 保守員	1名
フイエ郡配電網	- 運転保守管理者	1名
	- 運転者(電気技術者、通信技術者)	3名
	- 保守員	3名
キガリ市配電網	- 運転保守管理者	1名
	- 保守員	12名
	計	55名

(出典：調査団作成)

## (2) 運転維持管理費

### 1) 人件費

上表 3.5-3 に示す運転保守要員計画に伴う、ルワンダ電力公社スタッフの年間人件費を計上する。月額給料単価は、ルワンダ電力公社より提供された運転保守管理者 536,744[RWF]、運転者および保守員 294,690[RWF]を採用し算定する。

### 2) 機器維持費（修繕費）

本プロジェクトにて導入する変電および配電網設備は、殆んどが静止機器であるため、特段の保守や頻繁な部品交換等を必要としない。表 3.4-1 の保守・点検作業に基づいて、交換・消耗部品に係る調達費および修繕費が必要となる。

修繕費の算出に際しては、「水力発電の経済性評価（水力発電経済性評価研究会、1995年発行）」を参考に、下記算定式を用いて算定する。

$$\begin{aligned}
 \text{年平均修繕費} &= \text{建設費（設備投資額）} \times \text{資本回収係数（0.1）} \times \text{修繕費率（0.39\%）} \\
 &= 15.6 \text{ 億円} \times 0.1 \times 0.0039 \\
 &= 60.8 \text{ 万円（} \approx 3,848,000 \text{ [RWF]）}
 \end{aligned}$$

### 3) その他管理費

その他経費の算出に際しては、上記 2) に記載の資料を参考に、下記算定式を用いて算定する。

$$\begin{aligned}
 \text{年平均諸経費} &= \text{建設費（設備投資額）} \times \text{資本回収係数（0.1）} \times \text{諸経費率（0.37\%）} \\
 &= 15.6 \text{ 億円} \times 0.1 \times 0.0037
 \end{aligned}$$

=57.7 万円 (≒3,652,000 [RWF])

上記の運転維持管理費を表 3.5-4 に整理する。

**表 3.5-4 運転維持管理費(年間)**

費目		RWF (円)
1) 人件費	①運転保守管理者-計 7 名	45,086,000 ( 7,123,000)
	②運転員(電気、通信技術者-計 17 名)	77,798,000 (12,292,000)
	③保守員-計 26 名	91,943,000 (14,527,000)
2) 機器維持費	-	3,848,000 ( 608,000)
3) その他経費	-	3,652,000 ( 577,000)
合計	-	222,327,000 (35,128,000)

為替変換レート：1RWF=¥0.158 (2010年6月)

(出典：調査団作成)

### 3-6 協力対象事業実施にあたっての留意事項

本事業の実施にあたっての留意事項として、特に以下の事項が挙げられる。

- 1) フイエ郡配電網改修事業に係る RMU 設置サイトおよびムシャ変電所の新規送電鉄塔基礎用の用地取得を、先方実施機関が「ル」国の法律に従った手続きを踏まえ、事業実施前までに終える。
- 2) 2011年1月末までに、先方実施機関が「ル」国の実施手順に従い、キガリ市配電網拡張計画に係る EIA の承認をルワンダ開発庁より取得する。(他の要請コンポーネントに関しては、2010年5月に EIA 承認を取得済み)
- 3) 変電所の改修および建て替え事業に伴う停電作業は、全体工期の遅延に直接影響を与えることが危惧されるため、停電作業にかかる包括的な調整を担う先方実施機関側の現場責任者の選任および工事期間中における常時の配置を行う。

## 第 4 章 プロジェクトの評価

## 第4章: プロジェクトの評価

### 4-1 プロジェクトの前提条件

#### 4-1-1 事業実施のための前提条件

本事業の実施にあたっては、下記の先方実施機関の負担事項等が適切なタイミングで確実に実施されることが必要である。

- 1) ルワンダ開発庁（RDB）発行の EIA の承認取得（事業開始前までに取得）
- 2) フイエ郡配電網改修事業に係る RMU 設置サイトおよびムシャ変電所の新規送電鉄塔基礎用の用地取得
- 3) フイエ郡配電網改修事業に係るケーブル埋設工事に伴う建設認可等の取得（コントラクターの要望に併せて、ルワンダ電力公社側で取得手続きを実施）
- 4) キガリ市ビレンボ変電所、東部県ムシャおよびルインクワブ変電所までのアクセス道路の整地
- 5) 工事資機材の一時保管場所の提供
- 6) 本プロジェクトに係る停電作業の全体調整およびルワンダ電力公社側の現場側責任者の選任・配置
- 7) PCB 含有機器の適切な保管施設の提供

#### 4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための前提条件

- 1) 現状の実施機関の組織体制からの特段の変化の無い運営の継続
- 2) 東部県ムシャおよびルインクワブ変電所の変電所構外の道路の建設
- 3) キガリ市配電網拡張完了後の 400V 低圧配電線から需要家への引込み線の布設および接続
- 4) 東部県ムシャおよびルインクワブ変電所の構内の建て替え工事完了後の水槽への水供給
- 5) 東部県ムシャおよびルインクワブ変電所の建て替え完了後の既設変電設備の撤去
- 6) SCADA システムの改修および撤去

なお、ルワンダ電力公社による既設の変電・配電設備に係る運営・維持管理の現況としては、事故等のトラブル発生時において、特段の問題無く適切な処理がなされていることが確認されているが、本プロジェクトによる電力設備の近代化に限らず、「ル」国は需要増加に伴い、国際連携送電線による近隣諸国との電力融通計画を具体化させ

るなど、電力システムの強化・拡張を目指しており、電力システム管理者の運営・維持管理や電力システムに関する知識水準の向上が必要である。こうした背景より、日本の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ルワンダ電力公社能力向上プロジェクト」を本プロジェクトと連携して実施することにより、ルワンダ電力公社における維持管理を中心とした技術能力を向上させ、ルワンダ電力公社の自助努力による電力システムの持続可能な運営維持管理の実現を目指す。

## 4-2 プロジェクトの評価

### 4-2-1 妥当性

本案件は、老朽化の著しい主要施設を改修・更新するとともに、成長著しいキガリ市内の配電網を拡張するものであり、大規模停電のリスクを回避し、安定した電力供給に大きく貢献するとともに、電化率の向上にも寄与する。このため、その効果は経済面のみならず、福祉、教育、医療分野と多岐にわたり、実施の妥当性は極めて高い。

### 4-2-2 有効性

本プロジェクトにおける各々のコンポーネントの実施により期待される裨益効果（定量的効果および定性的効果）を以下に整理する。

#### (1) 定量的効果

- 1) 変圧器増量および配電網拡張に伴う新規需要家  
： 一般需要家 45,263 世帯（195,000 人）  
： 学校 65 箇所  
： 診療所 9 箇所
- 2) 老朽化設備の更新による既需要家への電力供給面での弊害（長期間にわたる停電等）の回避  
： 一般需要家 70,165 世帯（301,000 人）  
： 学校 95 箇所  
： 医療施設 78 箇所（病院 11 箇所、診療所 67 箇所）
- 3) 配電ロス率の低減による CO2 排出量の削減：393[ton/年]

#### (2) 定性的効果

- 1) 一般需要家への裨益効果

本プロジェクトの実施により、新規に電化される一般需要家においては、現在使用している灯油ランプに比べて格段に安全で明るい照明が導入され、これにより子供達の学習時間の確保とそれに伴う教育レベルの向上および織物等の家内作

業が可能となることによる生計向上が期待される。さらに、利用ニーズが高いテレビやステレオ等の利用が可能となり、生活改善効果は絶大である。テレビを通じて入手できる情報は、量・質・同時性において優れ、世帯レベルでの生活の質と生活水準の向上に直接裨益することが期待される。また、携帯電話の普及は「ル」国の地方部でも広がりを見せており、携帯電話は首都へのアクセスが困難な地域での生活の利便性を確保するために重要であり、特に、東部県におけるユーザーは携帯電話用充電器への安定した電源供給の裨益を受ける。既接続者は、安定した電力供給を受けることが可能となり、電圧変動によるコンピュータや携帯電話用充電器の損傷等の被害が解消される。

#### 2) 医療施設への裨益効果

本事業の実施により、医療施設においては、高度な医療機器やコンピュータ等の導入が促進され、医療サービスレベルの底上げが期待される。特に夜間の患者や分娩等に対応するための安定した電力供給の確保は必須であり、また、ワクチン等の薬品保管用の冷蔵庫への安定した電力供給により、薬品等の劣化を防ぐことが可能となる。なお、一般的な診療所はディーゼル発電機を有していないため、停電時は医療行為（夜間の出産等）が行えないケースが発生していることが報告されており、本事業の実施による医療施設への裨益は大きいものと考えられる。

#### 3) 教育機関への裨益効果

現在、「ル」国における教育制度はPrimary School（小学1年～6年）とSecondary School（中学1年～高校3年）である。学校建屋の収容可能人数に対して、生徒数が大幅に超過しているため、二部制（午前7:00～午後12:00、午後12:00～午後6時）を採用している。現地踏査にて学校関係者にヒアリングしたところ、先生は毎日午前6時に通勤して当日の授業の準備等を行う必要があるが、年間を通じてこの時間帯はまだ日の出前であり、真っ暗闇の中でローソクを立てて作業している状況にあるため、早期の電化を望む声が聞かれた。

また、学校の電化により、コンピュータ、プロジェクター、コピー機および照明等の導入が促進されることにより、教育の充実を図ることが期待される。

#### 4) キガリ市一極集中化の分散

現在、キガリ市民の多くは、電気・水道等のライフラインが整備されている市街地に居住している。しかしながら、市街地は郊外と比較して全般的に物価が高いため、電気料金を支払う余裕がなく、電気にアクセスできない住民が多く存在する。本プロジェクトにおけるキガリ市配電網拡張事業の計画サイトは、幹線道路から外れたキガリ市郊外に位置するが、本事業によりこれらの地域が電化され、現在、生活に困窮するキガリ市民を中心とした住民が転居することで、それら住民は電気へのアクセスが可能となり、前記1)～3)の裨益により生活環境が大幅に改善されることが期待される。

# 付属資料

資料-1 調査団員・氏名

資料-2 調査行程

資料-3 関係者(面会者)リスト

資料-4 討議議事録(M/D)

資料-5 概略設計図

資料-6 参考資料

資料-1

調査団員・氏名

調査団員・氏名

Member of the Study Team

**ルワンダ国首都圏及び主要都市配電施設整備計画準備調査(その2)**

**Preparatory Survey on the Project for Upgrading, Rehabilitation and Expansion of Substations and  
Distribution Network in the Republic of Rwanda**

1. 林 俊行(Mr. Toshiyuki HAYASHI) (第 1,2 次現地調査)  
総括 (Team Leader)  
独立行政法人国際協力機構 国際協力専門員  
(Senior Representative, JICA Senior Advisor)
2. 黛 正伸 (Mr. Masanobu MAYUSUMI) (第 1,2 次現地調査)  
計画管理 (Planning Management)  
独立行政法人国際協力機構 産業開発部 資源・エネルギーグループ 電力課  
(Electric Power Division, Natural Resources and Energy Group, Industrial Development  
Department, JICA)
3. 真仁田 晃久(Mr. Akihisa MANITA) (第 1,2 次現地調査)  
業務主任/電力供給計画(Team Leader / Power Supply Planning)  
日本工営株式会社  
(NIPPON KOEI Co., Ltd.)
4. 清水 明(Mr. Akira SHIMIZU) (第 1,2 次現地調査)  
変電設備計画/施設計画(Substation Equipment / Facility Planning)  
日本工営株式会社  
(NIPPON KOEI Co., Ltd.)
5. 福井 英雄(Mr. Hideo FUKUI) (第 1 次現地調査)  
配電設備計画 (Distribution Facility Planning)  
日本工営株式会社  
(NIPPON KOEI Co., Ltd.)
6. 大隅 信也 (Mr. Shinya OSUMI) (第 1 次現地調査)  
土木・基礎構造/自然条件調査 (Civil and Foundation Structure / Nature Condition Study  
(Topographic and Geological Survey))  
日本工営株式会社  
(NIPPON KOEI Co., Ltd.)
7. 阪上 正浩(Mr. Masahiro SAKAGAMI) (第 1 次現地調査)  
通信設備計画 (Communication System Planning)  
日本工営株式会社  
(NIPPON KOEI Co., Ltd.)
8. 重富 徳夫(Mr. Norio SHIGETOMI) (第 1,2 次現地調査)  
環境社会配慮 (Environmental and Social Considerations)  
株式会社三菱総合研究所  
(MITSUBISHI RESEARCH INSTITUTE, INC.)
9. 松田 英治 (Mr. Eiji MATSUDA) (第 1 次現地調査)  
調達・施工計画/積算 (Procurement Planner / Cost Estimator)  
日本工営株式会社

(NIPPON KOEI Co., Ltd.)

10. 福森 雅裕 (Mr. Masahiro FUKUMORI)  
業務調整 (Coordinator)  
日本工営株式会社  
(NIPPON KOEI Co., Ltd.)

**資料-2**

**調查行程**



## 調査工程(第2次現地調査)

日順	月	日	曜日	官団員		コンサルタント団員		
				林	兼	真仁田	清水	重富
1	12	11	土	(移動)羽田→ドバイ→ナイロピー→キガリ	(移動)ガーナー→キガリ	(移動)成田→ドバイ→ナイロピー→キガリ		
2	12	12	日		協議準備			
3	12	13	月	関係機関表敬 (JICAルワンダ事務所、インフラ省、RECO) Gikondo変電所におけるSCADAシステムに関する協議 Draft Final Reportの説明・協議				
4	12	14	火	Draft Final Reportの説明・協議				
5	12	15	水	Draft Final Reportの説明・協議				
6	12	16	木	M/D調印 JICAルワンダ事務所への報告				
7	12	17	金	(移動)キガリ→ナイロピー→ドバイ→羽田		現地調査 (キガリ配電網)		
8	12	18	土			調査団内協議、概要資料作成		
9	12	19	日			概要資料作成		
10	12	20	月			現地調査の結果に関するRECOとの打合せ 大使館表敬および調査結果報告 現地調査 (各サイトにおける工事資機材保管場所の確認)		
11	12	21	火			(移動)キガリ→ナイロピー→ドバイ→羽田		
12	12	22	水					

資料-3

関係者(面会者)リスト

関係者(面会者)リスト  
Person in Charge of Recipient Country

ルワンダ国「首都圏及び主要都市配電整備計画準備調査(その2)」

The Preparatory Study on the Project for Upgrading and  
 Expansion of Substations and Distribution Network  
 in the Republic of Rwanda (Outline Design Study)

(1) インフラ省 (Ministry of Infrastructure)

Ms. Coletha U. RUHAMYA	Minister of State in charge of Energy and Water
Mr. Yussuf UWAMAHORO	Energy Sector Coordinator
Ms. Eva PAUL	External Links and Donor Coordination
Mr. Nelson LUJARA	Expert in Electricity
Mr. John NTAGANDA	Head of Meteorology Department
Mr. Syidio GAKWISI	In charge of Meteorological Data Management

(2) RECO (Rwanda Electricity Corporation)

Mr. Yves MUYANGE	Acting Managing Director
Mr. Charles KANYAMIHIGO	Director of Electrical Department
Mr. Fred UKWISHAKA	Acting Coordinator of EARP (Electricity Access Roll-out Program)
Mr. Theotime RUTAYISIRE	Director of Human Resources
Mr. Patrice MANIRAKIZA	Director of Planning Section
Mr. GASHEMA Innocent	Head of Training and career Center Section
Mr. Dieudonne NGIZWENAYA	Head of Transmission Line Maintenance
Mr. Claver Gakwavu	Engineer of Electrical Department
Mr. Rugema FAUSTIN	Head of Electricity Network Section ion Kigali Station
Mr. Habyalimana SIMON	Head of Sub-section of Central Maintenance
Mr. Hodaari BIGAJU	Head of Operation and Maintenance of Gikondo Substation
Mr. TUYISENGE Vedaste	Manager of Huye Station
Mr. Leoniolas NZIRORERA	Engineer of Kigali Station
Mr. Vincent Mpaka	Head of Power Operations
Mr. Donath Harerimana	Engineer in charge of Power Plant
Mr. Pascal Mutesa	Manager of National Control Center (NCC)
Mr. William Bihoyiki	Head of Project Implementation Unit
Mr. Methode Rutagungura	Head of Kigali Station

(3) World Bank (WB)

Mr. Erik Fern Strom	Energy Specialist
---------------------	-------------------

(4) African Development Bank (AfDB)

Mr. RUTABOBA Ephrem	Consultant
---------------------	------------

(5) Embassy of Netherlands

Mr. Fred Smiet	First Secretary Regional Affaires
----------------	-----------------------------------

(6) 在ルワンダ日本国大使館

畑中 邦夫	特命全権大使
近藤 茂	参事官
細川 文香	三等書記官 政務・経済協力班

(7) JICA ルワンダ事務所

村上 博

鯉沼 真里

菊池 慎吾

Mr. Samuel SANGWA

所長

副所長

企画調査員

Program Coordinator

**資料-4**

**討議議事録(M/D)**

**Minutes of Discussions**  
**on Preparatory Survey on the Project for**  
**Upgrading, Rehabilitation and Expansion of Substations and Distribution Networks**  
**in the Republic of Rwanda (Basic Design Study)**

Based on the result of Preparatory Study conducted from 25<sup>th</sup> October to 16<sup>th</sup> November 2009, the Government of Japan decided to conduct the second Preparatory Study (Basic Design Study) on the Project for Upgrading and Expansion of Substations and Distribution Networks (hereinafter referred to as “the Project”), and entrusted the study to Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”).

JICA sent to the Republic of Rwanda (hereinafter referred to as “Rwanda”) the Preparatory Study (Basic Design Study) Team (hereinafter referred to as “the Team”), which was headed by Mr. Toshiyuki Hayashi, Senior Advisor, JICA, and the Team is scheduled to stay in the country from 9<sup>th</sup> May to 27<sup>th</sup> June, 2010.

The Team held discussions with the concerned officials of the Government of Rwanda and RECO (hereinafter referred to as “the Rwandan side”). In the course of the discussions, both the Rwandan side and the Team (hereinafter referred to as “both parties”) have confirmed the main items described in the Attachment.

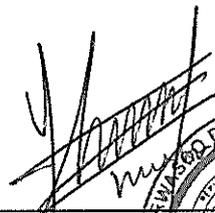
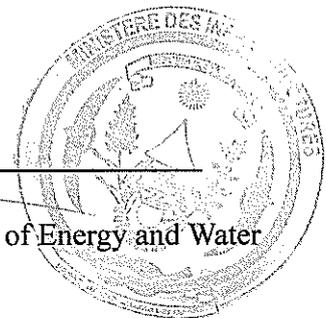
Kigali, Rwanda, May 28, 2010



\_\_\_\_\_  
Toshiyuki HAYASHI  
Team Leader  
Preparatory Survey Team  
Japan International Cooperation Agency



\_\_\_\_\_  
Coletha U. RUHAMYA  
Minister of State in charge of Energy and Water  
Ministry of Infrastructure  
Republic of Rwanda



\_\_\_\_\_  
Yves MUYANGE  
Acting Managing Director  
Rwanda Electricity Corporation  
Republic of Rwanda



## ATTACHMENT

### 1. Objective of the Project

The objective of the Project is to upgrade, rehabilitate and expand substations and distribution networks in Rwanda.

### 2. Project Site

The Project sites are located in the City of Kigali, in the City of Huye and in Eastern Province as shown in Annex-1.

### 3. Responsible and Implementing Organizations

- (1) The responsible ministry is the Ministry of Infrastructure (MININFRA).
- (2) The implementing Organization of the Government of Rwanda is Rwanda Electricity Corporation (RECO).
- (3) The organization charts of MININFRA and RECO are shown in Annex-2 and Annex-3 respectively.

### 4. Components Requested by the Rwandan Side

The Team has reconfirmed the components requested by the Rwandan side as described below and will progress the basic design study based on the components.

JICA will assess the appropriateness of the requested components and will report it to the Government of Japan.

#### (1) Rehabilitation of Substations: Jabana and Gikondo

The detailed scope of the component for Jabana and Gikondo S/S is shown in Annex-4 and Annex-5 respectively.

#### (2) Upgrading of Substations: Musha and Rwinkwavu

The detailed scope of the component for Musha and Rwinkwavu S/S is shown in Annex-6 and Annex-7 respectively.

#### (3) Upgrading of Distribution Networks in Huye from 6.6kV to 30kV

The detailed scope of the component for distribution networks in Huye is shown in Annex-8.

#### (4) Expansion of Distribution Networks in Kigali

The proposed areas for expansion of distribution networks in Kigali are shown in Annex-9. Both parties confirmed that the detailed site investigation relevant to the expansion of distribution networks in Kigali will be carried out from May 24, 2010 by the Team based on the list prepared by RECO and shown in Annex-9.

In addition to the above, both parties agreed the following components are related to the Project.

*Cu*

*(LI)*

*[Signature]*

#### (5) Buildings for Substations

Both parties confirmed the buildings of substations relevant to the Project as below:

- 1) The new buildings at Musha and Rwinkwavu substations in eastern province will be constructed through the Project,
- 2) The necessity of the expansion of the existing building at Jabana substation in Kigali will be reviewed in consideration of the arrangement of equipment supplied by the Project,
- 3) The necessity of the construction of new buildings at three substations in Huye (Hospital-1, Ngoma and Butare Nord) will be reviewed in consideration of the operation and maintenance work, the overall project cost, and other aspects; and.
- 4) The existing building at Gikondo substation in Kigali will be utilized.

The Team requested Rwandan side to secure the land for new buildings adjacent to the existing buildings in case the new buildings will be constructed.

#### (6) A Disconnecting Switch (DS) for 110kV at Birembo Substation

The Rwandan side requested to supply and install a new 110kV Disconnecting Switch (DS) on the new 110kV feeder at Birembo substation. The said 110kV DS is required for power supply to Musha substation, which will be upgraded from the existing 70kV to 110kV through the Project.

#### (7) A Future Feeder at Rwinkwavu Substation

Both parties agreed that enough land space and equipment space in control room required for the new 110kV future feeder will be considered in the basic design of this substation.

### 5. Japan's Grant Aid Scheme

- (1) The Rwandan side has understood the Japan's Grant Aid Scheme explained by the Team as described in Annex-10.
- (2) The Rwandan side will take the necessary measures, as described in Annex-11, for smooth implementation of the Project as prerequisites for the Japan's Grant Aid to be implemented.

### 6. Schedule of the Survey

- (1) The Team will continue the Survey in Rwanda until June 27, 2010.
- (2) JICA will prepare the draft report in English and dispatch a mission to Rwanda in order to explain its contents around October 2010.
- (3) In case that the contents of the report are accepted in principal by the Government of Rwanda, JICA will complete the final report and send it to the Government of Rwanda by December 2010.

### 7. Environmental and Social Considerations

- (1) The Team has confirmed that the Rwandan side received the result of screening for the Project from the Rwanda Development Board (RDB) by the official letter No. RDB/3/EC/039/05/10 dated May 13, 2010.

According to the result of the screening, RDB has instructed that the full EIA is required for the component of expansion of distribution networks in Kigali while the full EIA is not required for the other components.

Accordingly, both parties confirmed that the Rwandan side complete all necessary procedures in line with the Rwandan's law in order to obtain the permission for implementation of the Project including the implementation of the Environmental Impact Assessment Study and the submission of the Environmental Impact Assessment Report (EIR) for the component of expansion of distribution networks in Kigali.

The Rwandan side agreed to get the permission for implementation of the Project issued by the RDB by the end of March 2011.

- (2) The Team requested the Rwandan side to comply with the JICA Guidelines for Environmental and Social Consideration (hereinafter referred to as "JICA Guidelines") as well as Rwandan laws and regulations.

### **8. Other Relevant Issues**

- (1) Coordination among relevant donors and agencies

The Team requested the Rwandan side to ensure coordination among relevant donors and agencies for smooth implementation of the Project.

- (2) Counterpart Personnel

The Team requested the Rwandan side that necessary number of counterpart personnel shall be assigned to the Team and necessary arrangements with related organizations shall be made during the Survey in Rwanda.

- (3) Questionnaires

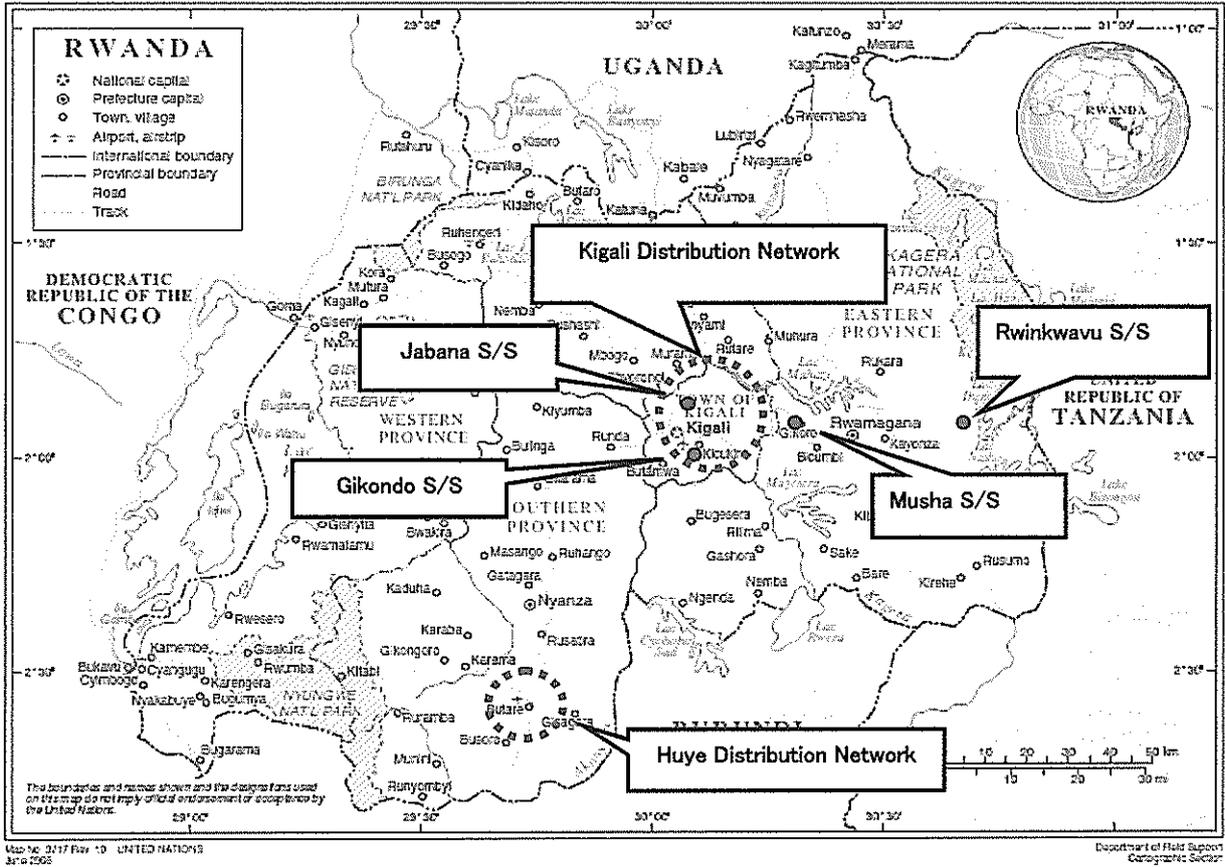
The Team requested the Rwandan side that the answers to the questionnaires which the Team had already submitted to the Rwandan side shall be given to the Team by May 31, 2010.

(End)

Cc

(LF)

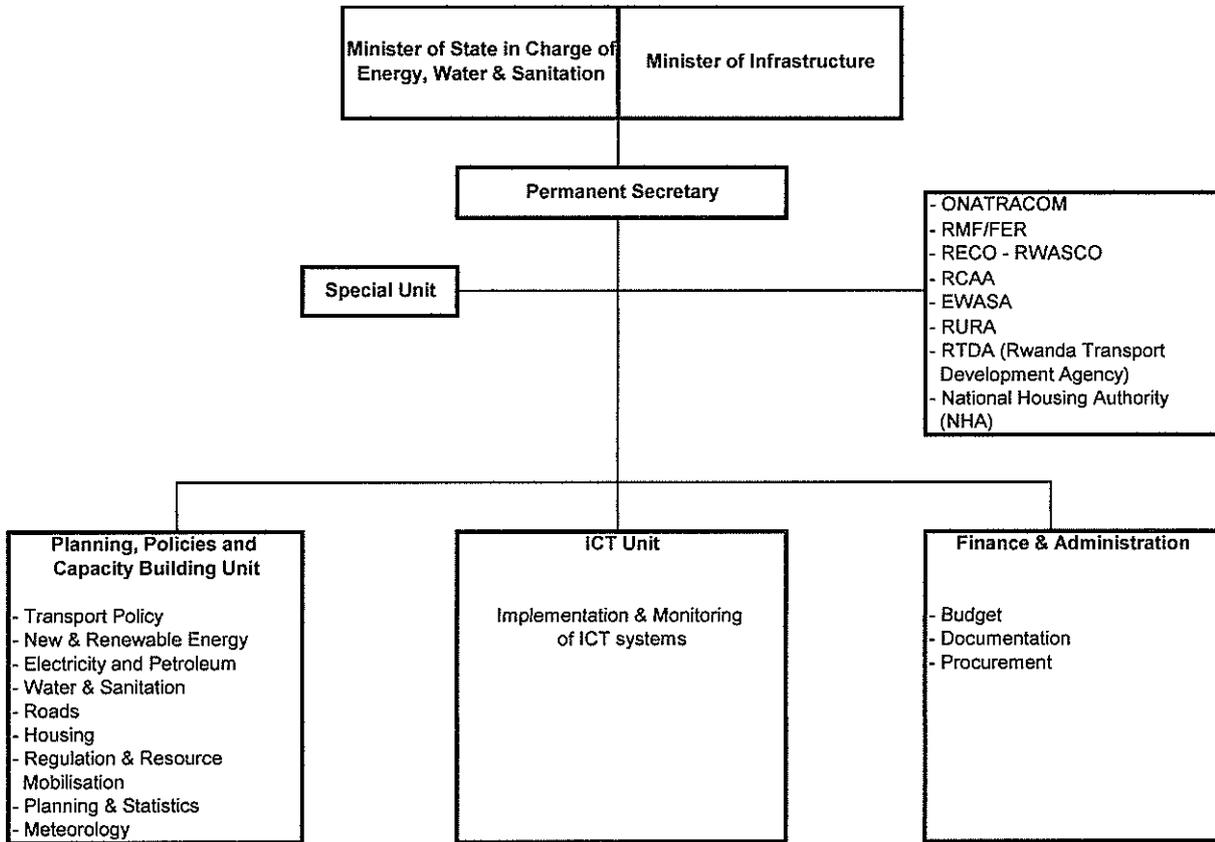
h



Project Sites

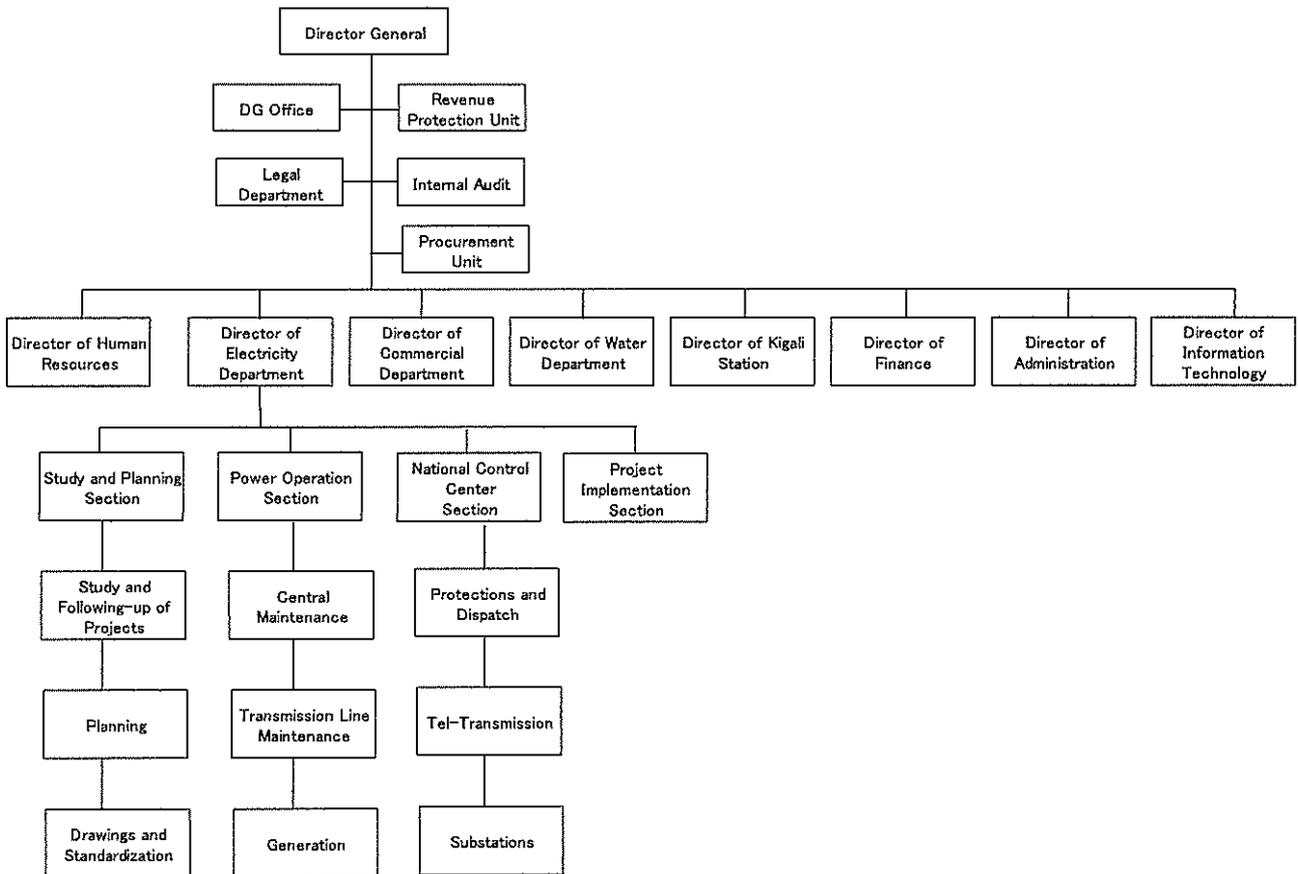
Cu





Organization Chart of MININFRA

u



Organization Chart of RECO

*u*

*(FF)*

*dx*

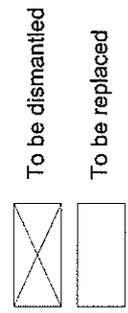
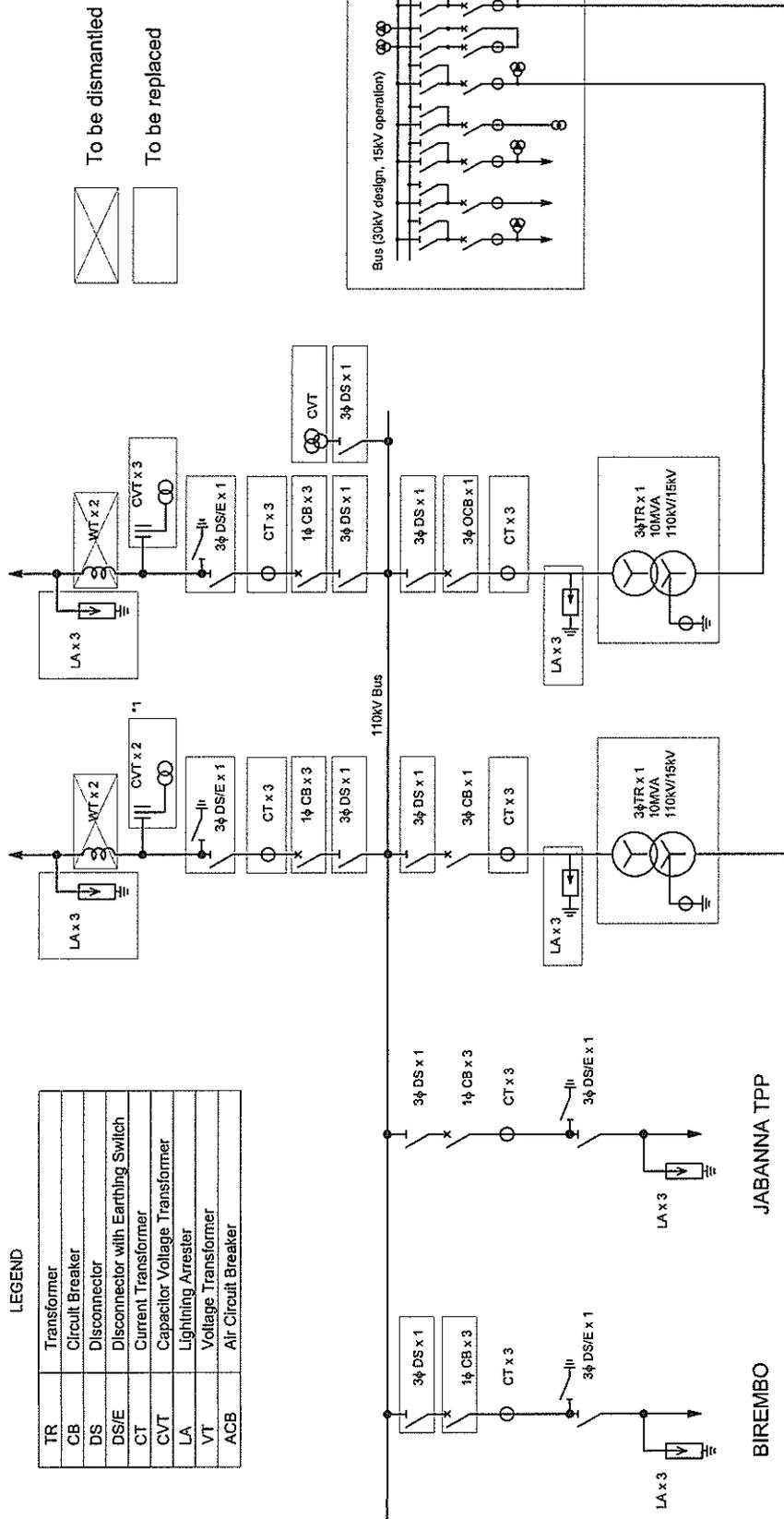
Single Line Diagram of Jabana SS

\*1: Existing CVT for MUKUNGWA is only 2 nos. but requested 3 nos. for synchronizing.

MUKUNGWA

GIKONDO

MUKUNGWA



LEGEND

TR	Transformer
CB	Circuit Breaker
DS	Disconnector
DS/E	Disconnector with Earthing Switch
CT	Current Transformer
CVT	Capacitor Voltage Transformer
LA	Lightning Arrester
VT	Voltage Transformer
ACB	Air Circuit Breaker

JABANNA TPP

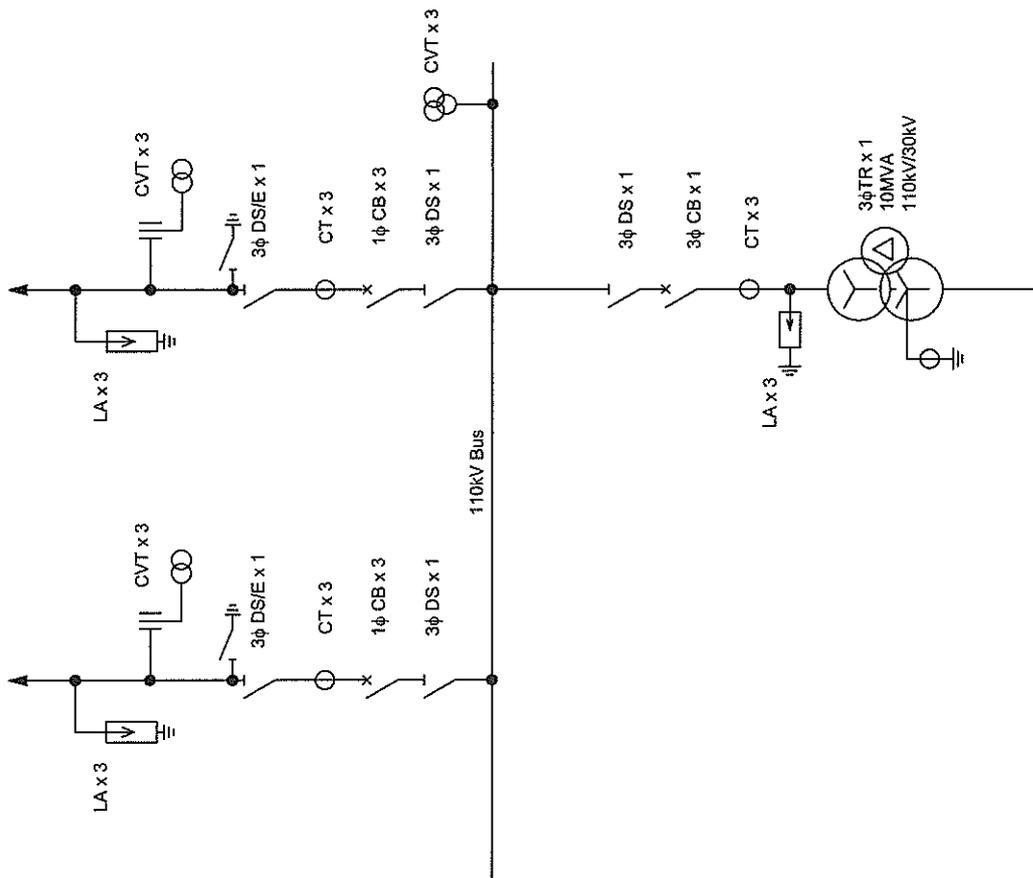
BIREMBO

Handwritten signature



Rwinkwaw

Birembo



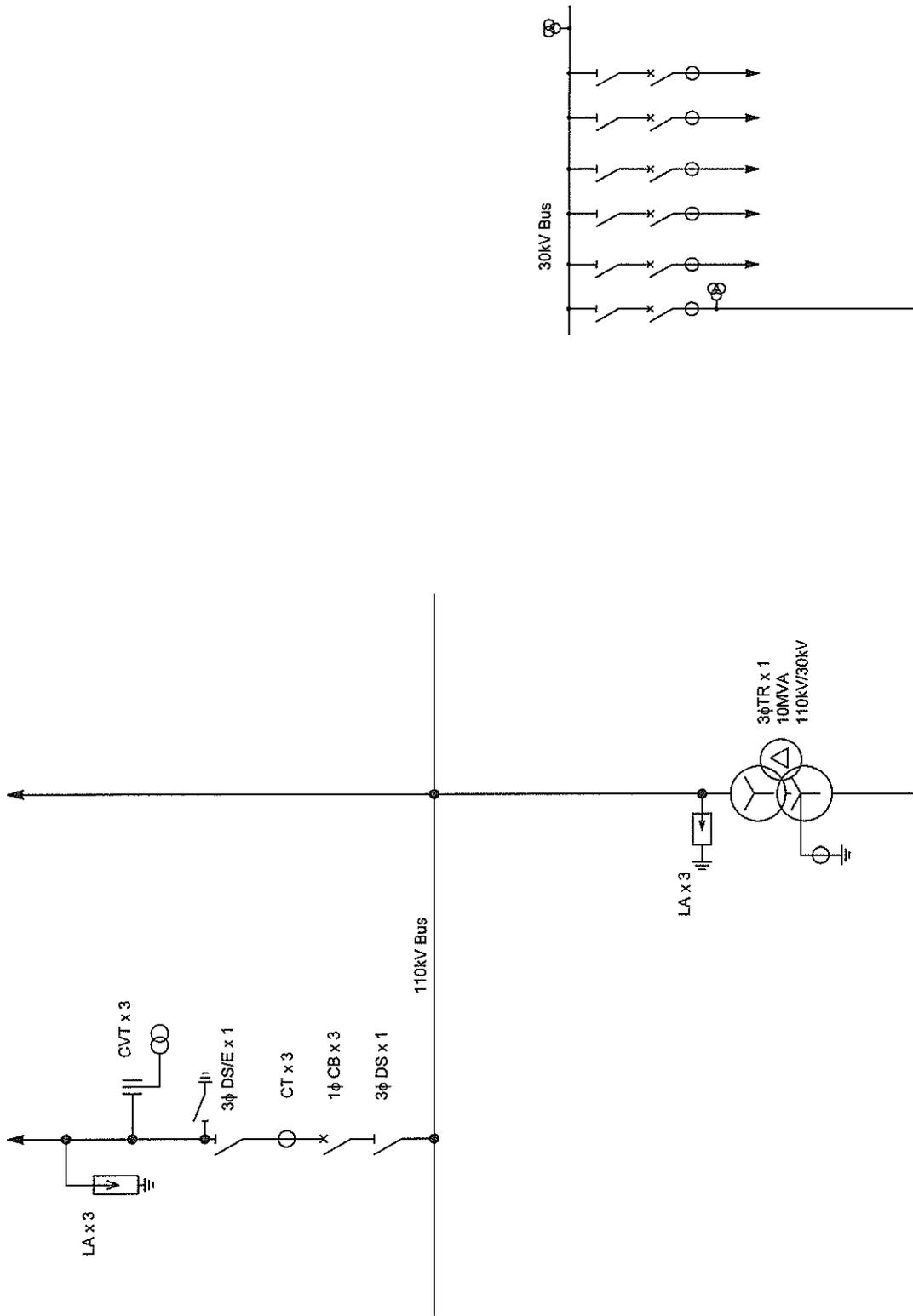
Single Line Diagram of Musha SS

6

HP

FUTURE

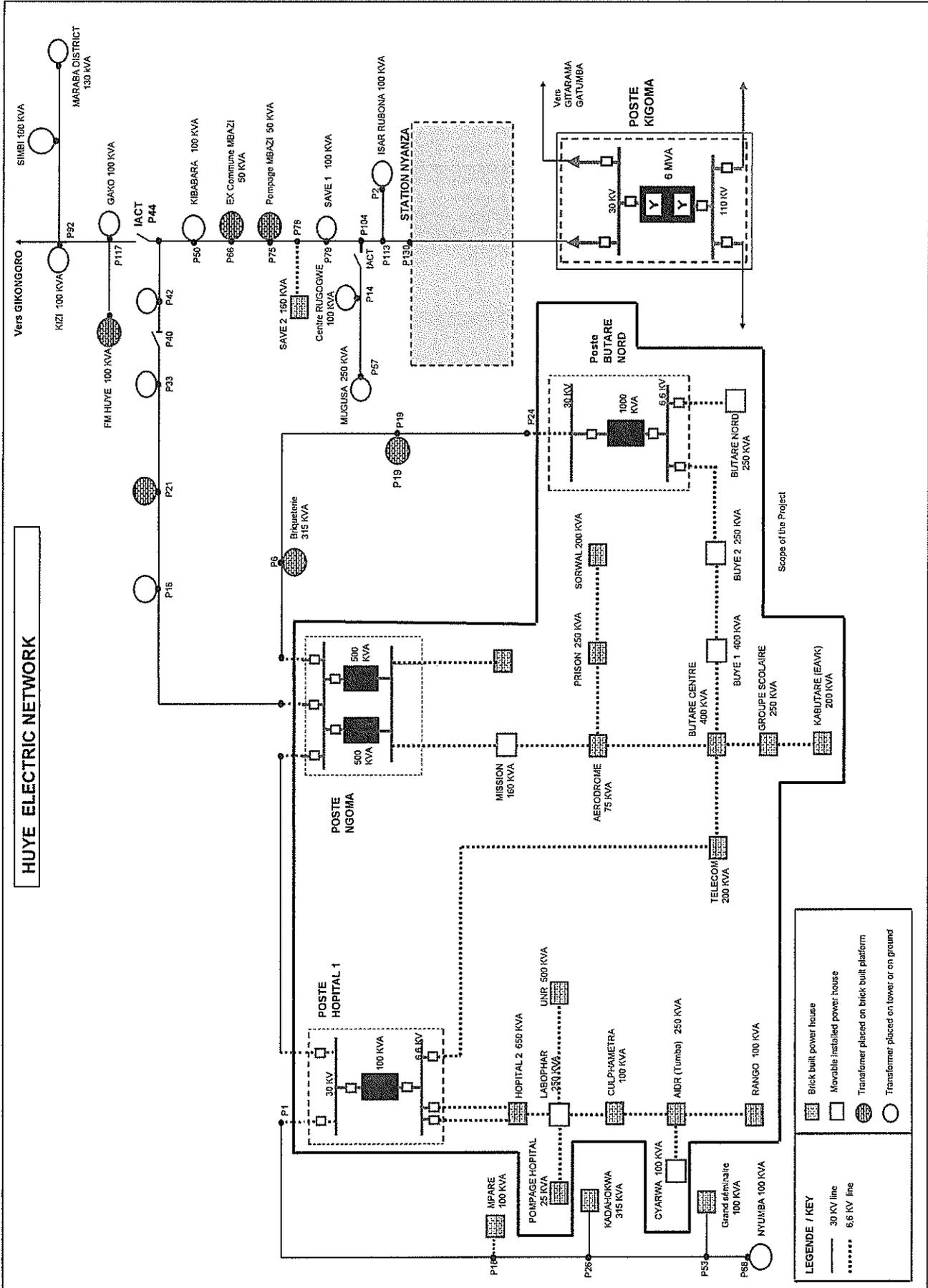
MUSHA



Single Line Diagram of Rwinkwavu SS

Cr

(IP)



6

HP

Handwritten signature

## Proposed Areas for Expansion of Distribution Network in Kigali

Antenna	District	Line Route	MV Line in Km	LV line in Km	Transformers	New Customers
Muhima	Rulindo/Gasabo	Masoro- Rusine	6	10	4	581
Kacyiru	Gasabo	Rusine-Rutunga-	16	15	7	1,250
Kacyiru	Gasabo	Rutunga-Gikomero-Gicaca	16	14	7	550
Gikondo	Kicukiro	Kagarama -Gahanga & Karembure	8	7	6	389
Gikondo	Kicukiro	Gahanga - Mulinja	6	6	3	354
Kanombe	Kicukiro	Masaka-Ruyaga	3	2	2	308
Kanombe	Kicukiro	Masaka-Rusheshe	7	4	3	248
Kanombe	Kicukiro	Kanombe-Karama1	2	2	1	100
Kanombe	Kicukiro	Kanombe-Karama2	4	5	3	510
Kanombe	Gasabo	Rusororo- Mbandazi	3	4	2	480
Kanombe	Rwamagana	Rugende-Muyumbu	5	18	3	680
Kanombe	Gasabo	Ndera-Jurwe	5	3	1	150
Kanombe	Gasabo	Bumbongo-Musave	1	3	1	100
Kacyiru	Gasabo	Nduba	11	9	5	400
Total			92	101	48	6,100

C

## JAPAN'S GRANT AID

The Government of Japan (hereinafter referred to as “the GOJ”) is implementing the organizational reforms to improve the quality of ODA operations, and as a part of this realignment, a new JICA law was entered into effect on October 1, 2008. Based on the law and the decision of the Government of Japan (hereinafter referred to as “the GOJ”), JICA has become the executing agency of the Grant Aid for General Projects, for Fisheries and for Cultural Cooperation, etc.

The Grant Aid is non-reimbursable fund to a recipient country to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

### **1. Grant Aid Procedures**

The Japanese Grant Aid is conducted as follows-

- Preparatory Survey (hereinafter referred to as “the Survey”)
  - The Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
  - Appraisal by The GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Determination of Implementation
  - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country
- Grant Agreement (hereinafter referred to as “the G/A”)
  - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
  - Implementation of the Project on the basis of the G/A

The flow chart of Japan’s Grant Aid Procedures is show in Annex-10-1.

### **2. Preparatory Survey**

#### **(1) Contents of the Survey**

The aim of the Survey is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by JICA and the GOJ. The contents of the Survey are as follows:

*u*

*(FF)*

*PA*

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the implementation of the Project.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of a basic design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request by the recipient country are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Basic Design of the Project is confirmed considering the guidelines of the Japan's Grant Aid scheme.

JICA requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

## (2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA uses (a) registered consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

## (3) Result of the Survey

The Report on the Survey is reviewed by JICA, and after the appropriateness of the Project is confirmed, JICA recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project.

## 3. Japan's Grant Aid Scheme

### (1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes(hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the recipient country to make a plea for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Government of the recipient country to define the necessary articles to implement the Project, such as payment conditions, responsibilities of the Government of the recipient country, and procurement conditions.

*cu*

(FF)

*Handwritten mark*

(2) Selection of Consultants

The consultant firm(s) used for the Survey will be recommended by JICA to the recipient country to also work on the Project's implementation after the E/N and the G/A, in order to maintain technical consistency.

(3) Eligible source country

Under the Japanese Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. When JICA and the Government of the recipient country or its designated authority deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm are limited to "Japanese nationals".

(4) Necessity of "Verification"

The Government of the recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by JICA. This "Verification" is deemed necessary to secure accountability to Japanese taxpayers.

(5) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as Annex.

(6) "Proper Use"

The Government of the recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

(7) "Export and Re-export"

The products purchased under the Grant Aid should not be exported or re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). JICA will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.

6

ff

ff

- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions to the Bank.

(10) Social and Environmental Considerations

A recipient country must ensure the social and environmental considerations for the Project and must follow the environmental regulation of the recipient country and JICA socio-environmental guideline.

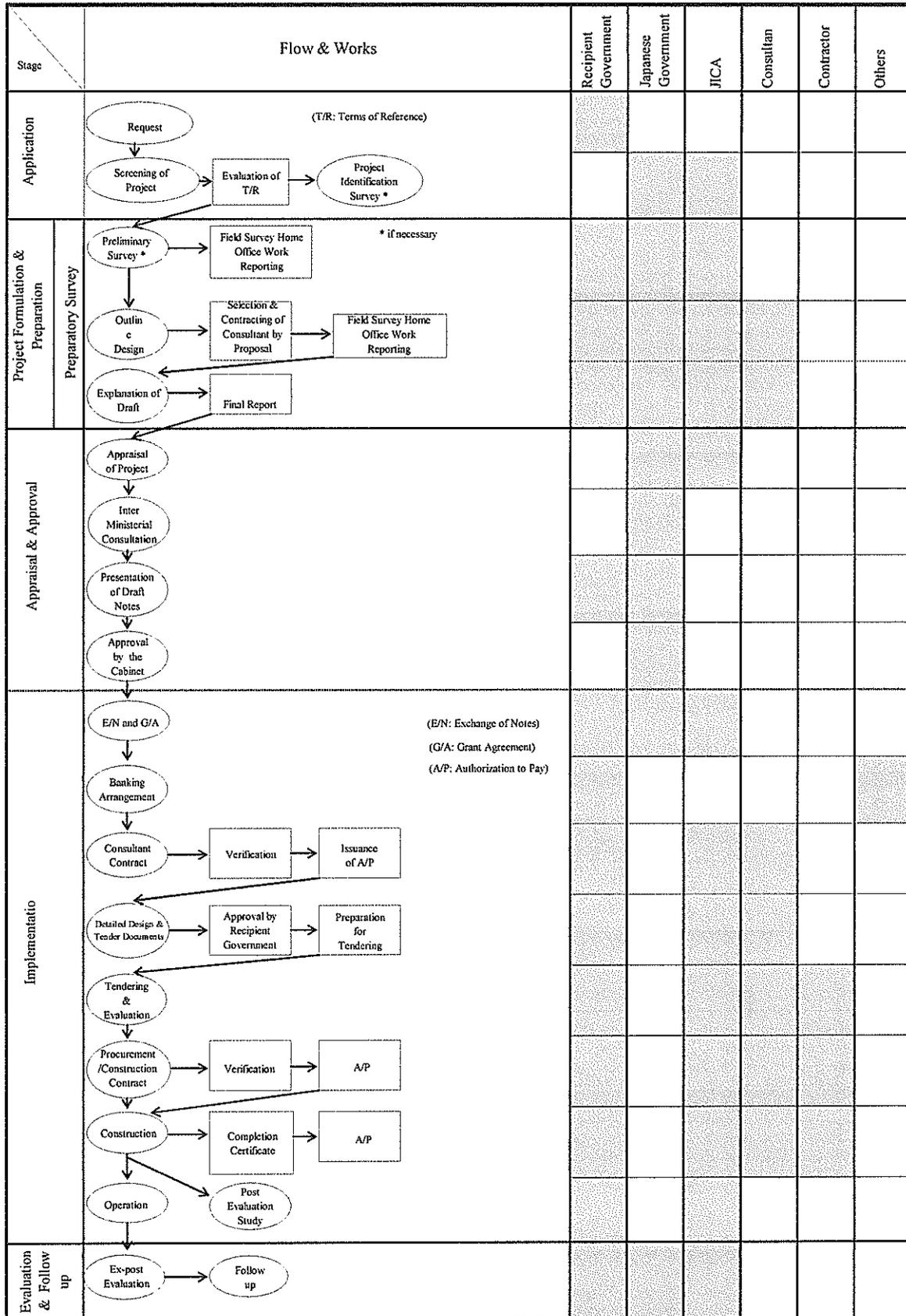
(End)

cu

(FF)

JK

Flow Chart of Japan's Grant Aid Procedures



Ue

LF

Handwritten mark

## Major Undertakings to be taken by Each Government

No	Items	To be covered by the Grant	To be covered by Recipient
1	To secure land	-	•
2	To ensure access to the site and expropriate when needed	-	•
3	To construct gates and fences in and around the site	•	-
4	To construct the parking lot	•	-
5	To construct roads		
	1) Within the site	•	-
	2) Outside the site	-	•
6	To construct the building	•	-
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities		
	1)Electricity		
	a.The service wires which connect low voltage line (400/230V) with customers	-	•
	b.The main circuit breaker and transformer *This is applicable only for expansion of distribution line	•	-
	2)Water Supply		
	a.The city water distribution main to the site	N/A	N/A
	b.The supply system within the site ( receiving and/or elevated tanks )	•	-
	3)Drainage		
	a.The city drainage main ( for storm, sewer and others ) to the site	N/A	N/A
	b.The drainage system ( for toilet sewer, ordinary waste, storm drainage and others ) within the site	•	-
	4)Gas Supply		
	a.The city gas main to the site	N/A	N/A
	b.The gas supply system within the site	N/A	N/A
	5)Telephone System		
	a.The telephone trunk line to the main distribution frame / panel (MDF) of the building	N/A	N/A
	b.The MDF and the extension after the frame / panel	N/A	N/A
	6)Furniture and Equipment		
	a.Basic furniture	•	-
	b.Project equipment	•	-
8	To bear the following commissions to a bank of Japan for the banking services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P	-	•
	2) Payment commission	-	•
9	To ensure prompt unloading and customs clearance at the port of disembarkation in recipient country		
	1) Marine(Air) transportation of the products from Japan to the recipient country	•	-
	2)Tax and customs clearance of the products at the port of disembarkation	-	•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	-

Lm

10	To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work	-	•
11	To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contract, referred to the Agreement of Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of the Republic of Rwanda signed on January 14, 2005	-	•
12	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid	-	•
13	To bear all the expenses, other than those to be borne by the Grant Aid, necessary for construction of the facilities as well as for the transportation and installation of the equipment	-	•

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, N/A: Not Applicable)

u

(R)

R

**Minutes of Discussions**  
**on**  
**Preparatory Survey**  
**on**  
**The Project for**  
**Upgrading, Rehabilitation and Expansion of Substations and Distribution Network**  
**in the Republic of Rwanda**

**(Explanation on Draft Final Report)**

In May to June 2010, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preparatory Survey Team on the Project for Upgrading and Expansion of Substations and Distribution Network (hereinafter referred to as "the Project") to the Republic of Rwanda (hereinafter referred to as "Rwanda"), and through discussions, field survey and the result of technical examination in Japan, JICA prepared a Draft Final Report of the study.

In order to explain and to consult with the concerned officials of the Government of Rwanda and RECO (hereinafter referred to as "the Rwandan side") on the contents of the Draft Final Report, JICA sent to Rwanda the Preparatory Survey Team for Draft Final Report Explanation (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Mr. Toshiyuki HAYASHI, Senior Advisor of JICA, from December 12 to 21, 2010.

As a result of the discussions, the both sides confirmed the main items described in the attached sheets.

Kigali, Rwanda, December 16, 2010

  
\_\_\_\_\_  
Toshiyuki HAYASHI  
Team Leader  
Preparatory Survey Team  
Japan International Cooperation Agency

  
\_\_\_\_\_  
Marie Claire MUKASINE  
Permanent Secretary  
Ministry of Infrastructure  
Republic of Rwanda

  
\_\_\_\_\_  
Yves MUYANGE  
Acting Managing Director  
Rwanda Electricity Corporation  
Republic of Rwanda



## ATTACHMENT

### 1. Contents of the Draft Final Report

The Rwandan side agreed and accepted in principal the contents of the Draft Final Report explained by the Team.

### 2. Project Title

Upon the request of JICA, the Rwandan side agreed to change the project title as below.

- New Title: The Project for Improvement of Substations and Distribution Network

### 3. Responsible and Implementing Organizations

(1) The responsible ministry is the Ministry of Infrastructure (MININFRA).

(2) The implementing Organization of the Government of Rwanda is Rwanda Electricity Corporation (RECO).

(3) The organization charts of MININFRA and RECO are shown in Annex-1 and Annex-2 respectively.

### 4. Japan's Grant Aid Scheme

The Rwandan side reconfirmed the Japan's Grant Aid Scheme and the necessary measures to be taken by the Rwandan side explained by the Team as described in Annex-3 and Annex-4 respectively.

### 5. SCADA System

#### (1) Consideration of SCADA System

While the objective of Japan's Grant Aid Scheme is "to avoid large-scale power outage across the country, which are caused by the deteriorated equipment in substations and distribution network in Kigali, Eastern Province and Huye City," it has been confirmed that the SCADA system has been introduced by RECO into their power system and the SCADA system has to be considered in JICA Grant Aid Scheme.

Both sides confirmed that all equipment JICA will provide at the target substations, namely Jabana Substation, Gikondo Substation, Musha Substation, Rwinkwavu Substation and Birembo Substation, has to be compatible with the SCADA System.

In order to facilitate smooth implementation of JICA Grant Aid Scheme, both sides agreed JICA Grant Aid Scheme will cover the works up to Bay Control Unit (BCU\*) of respective target substations.

The detailed coverage is described in the Diagram of Demarcation between JICA and RECO attached in Annex-5.

It has also been confirmed that the communication protocol between Interface Module (IM\*) in

\* As BCU, IM and FAU are used commonly in RECO, the same words are used in this document. However, as these technical terms are not necessarily used commonly throughout the world, BCU, IM and FAU may be substituted with other terms with equivalent functions.

Feeder Adaptation Unit (FAU\*) and BCU will be in accordance with IEC 60870-5-103/IEC 61850.

At the same time, RECO agreed that they will provide the data and information necessary for preparing specifications to make the equipment compatible with the SCADA System.

(2) Completion of SCADA System related with the target substations

Both sides agreed that RECO will complete the necessary relocation and modification of the SCADA System after the demarcation point of BCU at the target substations. In order to ensure the relocation and modification work to be completed, RECO informed JICA that they would enter into "Repair and Modification Agreement" with PSI, which has been working with RECO for design and construction of the SCADA System.

## 6. Other Relevant Issues

(1) The Rwandan side explained the latest progress of EIA study for the component of expansion of distribution network in Kigali.

The Rwandan side agreed to obtain EIA permission for the above component from the Rwanda Development Board (RDB) by the end of January 2011.

(2) The Rwandan side agreed to ensure the adequate storage facilities for equipment containing PCB after dismantling them from the existing substations under the Project and the distribution network in Huye by the end of January 2011.

(3) The Rwandan side requested that the construction schedule of Huye and Kigali distribution networks shall be shifted ahead of the current schedule in the Implementation Schedule attached in the Draft Final Report. The Team explained that the said request will be considered carefully at the Detailed Design Stage of the Project.

(4) The Rwandan side promised to ensure the temporary storage yard with gate and fence for all project sites in Kigali, Eastern province and Huye.

(5) The Rwandan side accepted the contents of the Environmental Checklist and the Monitoring Form attached as Annex-6 and Annex-7 respectively.

(6) The Rwandan side explained that there are authorizations and regulations required for the construction works of the Project including the permission for occupancy of roads for the component of upgrading of distribution network in Huye. Upon the request of the Contractor at the construction stage, the Rwandan side shall obtain the required permissions.

(7) The both sides agreed the basic policy and procedure of the shutdown works at the substations under the Project in accordance with the Memorandum signed by the both sides on June 25, 2010.

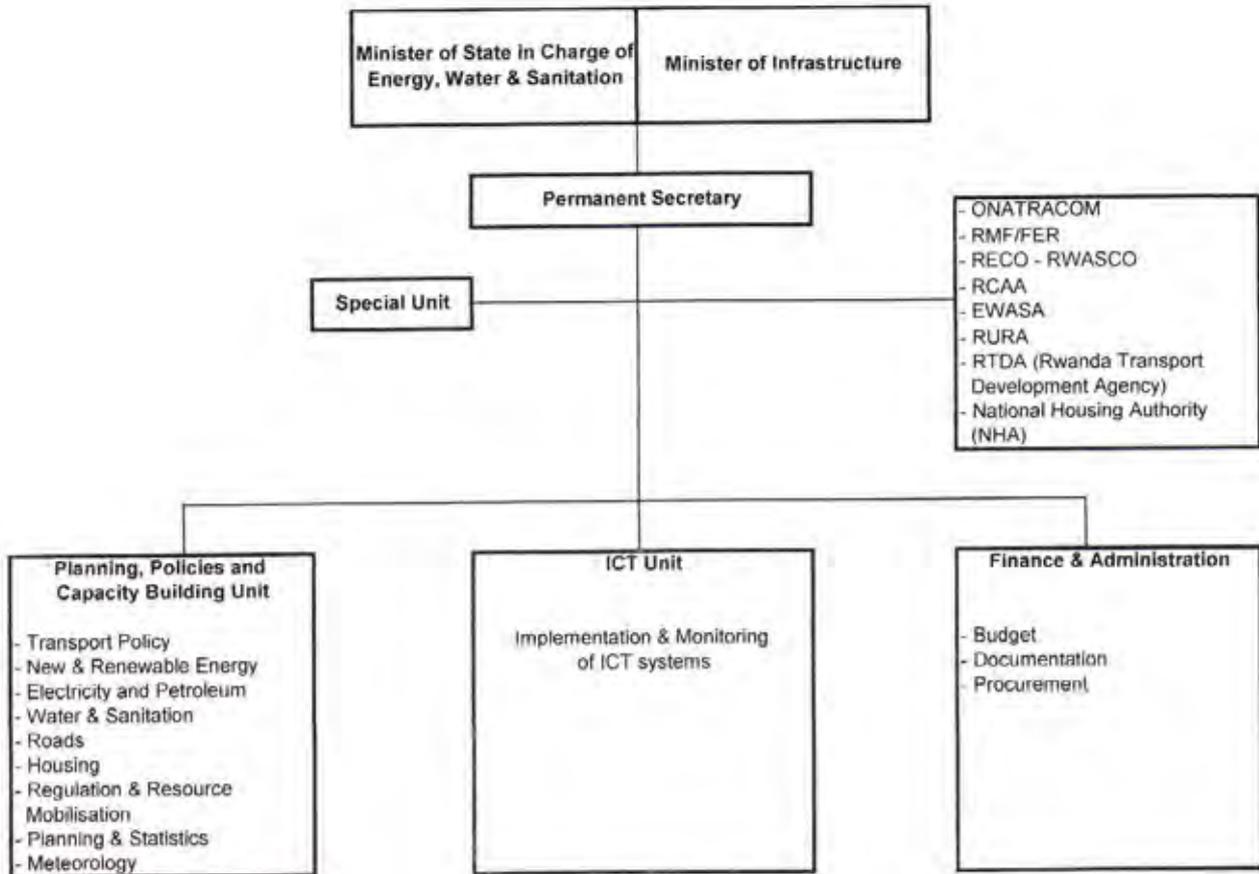
(8) The Rwandan side agreed to allocate the budget to be borne by them as shown in Annex-8.

- (9) The both sides agreed that all the information related to the Project including the outline design drawings, technical specifications, and estimated project cost of the Project as described in Annex-8 shall not be released to any outside parties before conclusion of all the contracts related to the Project.

**[List of Annex]**

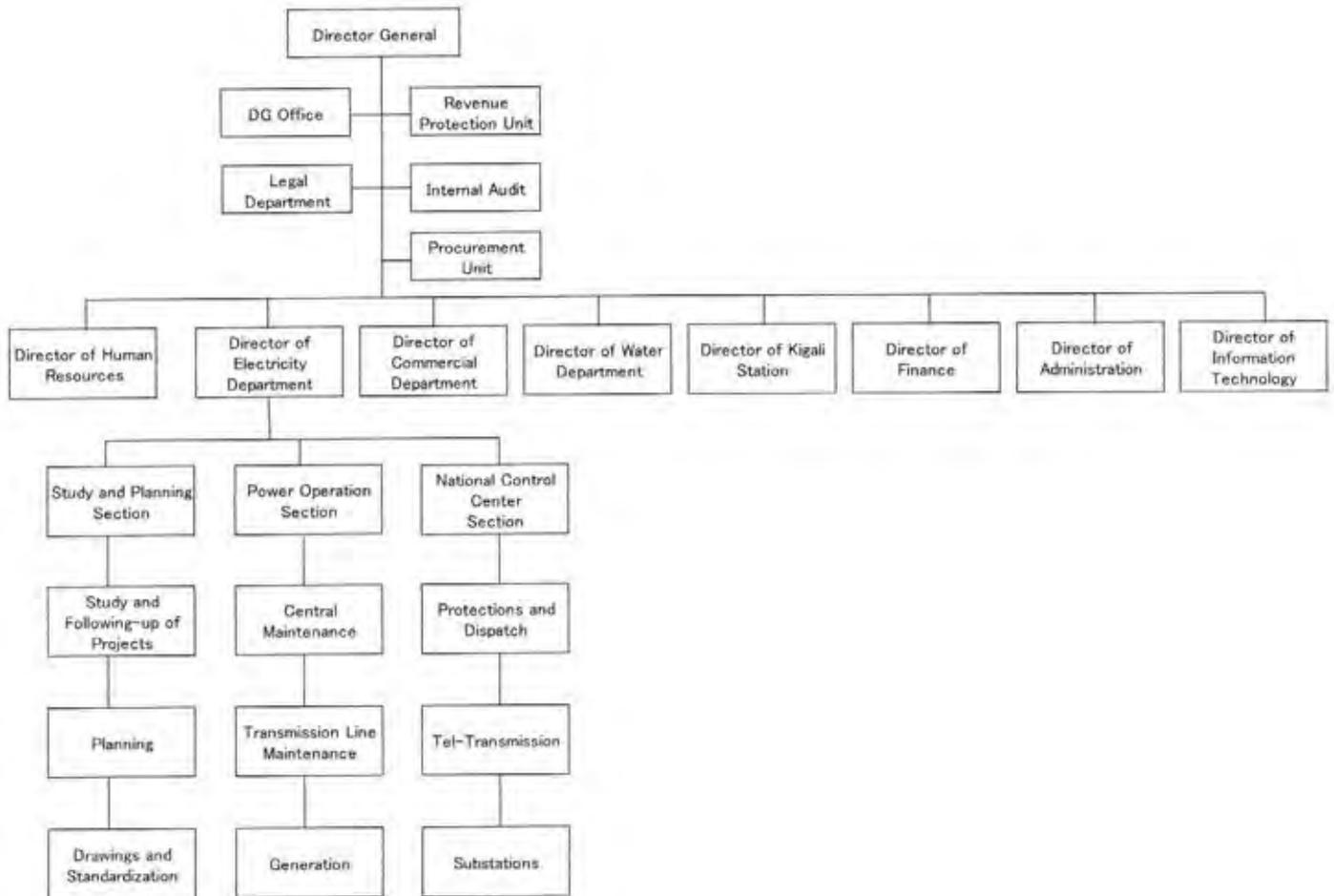
- Annex-1: Organization Chart of MININFRA
- Annex-2: Organization Chart of RECO
- Annex-3: Japan's Grant Aid
- Annex-4: Major Undertakings to be taken by Each Government
- Annex-5: Diagram of Demarcation between JICA and RECO
- Annex-6: Environmental Checklist
- Annex-7: Monitoring Form
- Annex-8: Estimated Project Cost (Confidential)

18 7 15



Organization Chart of MININFRA

*[Handwritten signatures and marks]*



Organization Chart of RECO

*[Handwritten signatures and initials]*

## JAPAN'S GRANT AID

The Government of Japan (hereinafter referred to as "the GOJ") is implementing the organizational reforms to improve the quality of ODA operations, and as a part of this realignment, a new JICA law was entered into effect on October 1, 2008. Based on the law and the decision of the Government of Japan (hereinafter referred to as "the GOJ"), JICA has become the executing agency of the Grant Aid for General Projects, for Fisheries and for Cultural Cooperation, etc.

The Grant Aid is non-reimbursable fund to a recipient country to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

### 1. Grant Aid Procedures

The Japanese Grant Aid is conducted as follows-

- Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey")
  - The Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
  - Appraisal by The GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Determination of Implementation
  - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country
- Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
  - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
  - Implementation of the Project on the basis of the G/A

The flow chart of Japan's Grant Aid Procedures is show in Annex-3 (5/5).

### 2. Preparatory Survey

#### (1) Contents of the Survey

The aim of the Survey is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by JICA and the GOJ. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the implementation of the Project.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of a basic design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request by the recipient country are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Basic Design of the Project is confirmed considering the guidelines of the Japan's Grant Aid scheme.

JICA requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

## (2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA uses (a) registered consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

## (3) Result of the Survey

The Report on the Survey is reviewed by JICA, and after the appropriateness of the Project is confirmed, JICA recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project.

## 3. Japan's Grant Aid Scheme

### (1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes (hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the recipient country to make a plea for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Government of the recipient country to define the necessary articles to implement the Project, such as payment conditions, responsibilities of the Government of the recipient country, and procurement conditions.

(2) Selection of Consultants

The consultant firm(s) used for the Survey will be recommended by JICA to the recipient country to also work on the Project's implementation after the E/N and the G/A, in order to maintain technical consistency.

(3) Eligible source country

Under the Japanese Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. When JICA and the Government of the recipient country or its designated authority deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country. However, the prime contractor, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm are limited to "Japanese nationals".

(4) Necessity of "Verification"

The Government of the recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by JICA. This "Verification" is deemed necessary to secure accountability to Japanese taxpayers.

(5) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as Annex-4.

(6) "Proper Use"

The Government of the recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

(7) "Export and Re-export"

The products purchased under the Grant Aid should not be exported or re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). JICA will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.

Handwritten signature and a circular stamp are located at the bottom right of the page.

- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

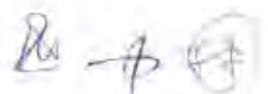
(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions to the Bank.

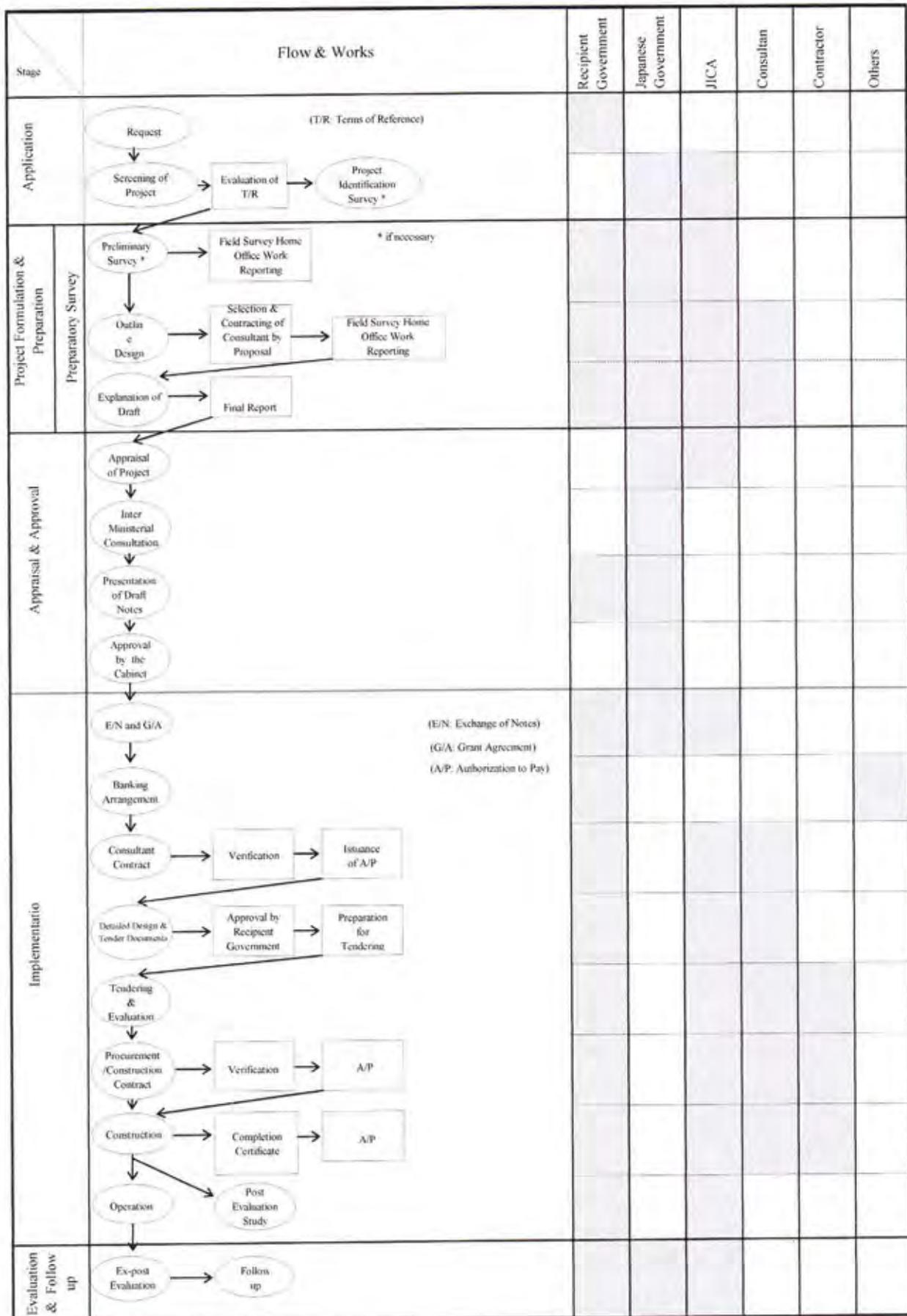
(10) Social and Environmental Considerations

A recipient country must ensure the social and environmental considerations for the Project and must follow the environmental regulation of the recipient country and JICA socio-environmental guideline.

(End)

Handwritten signature and initials at the bottom right of the page.

Flow Chart of Japan's Grant Aid Procedures



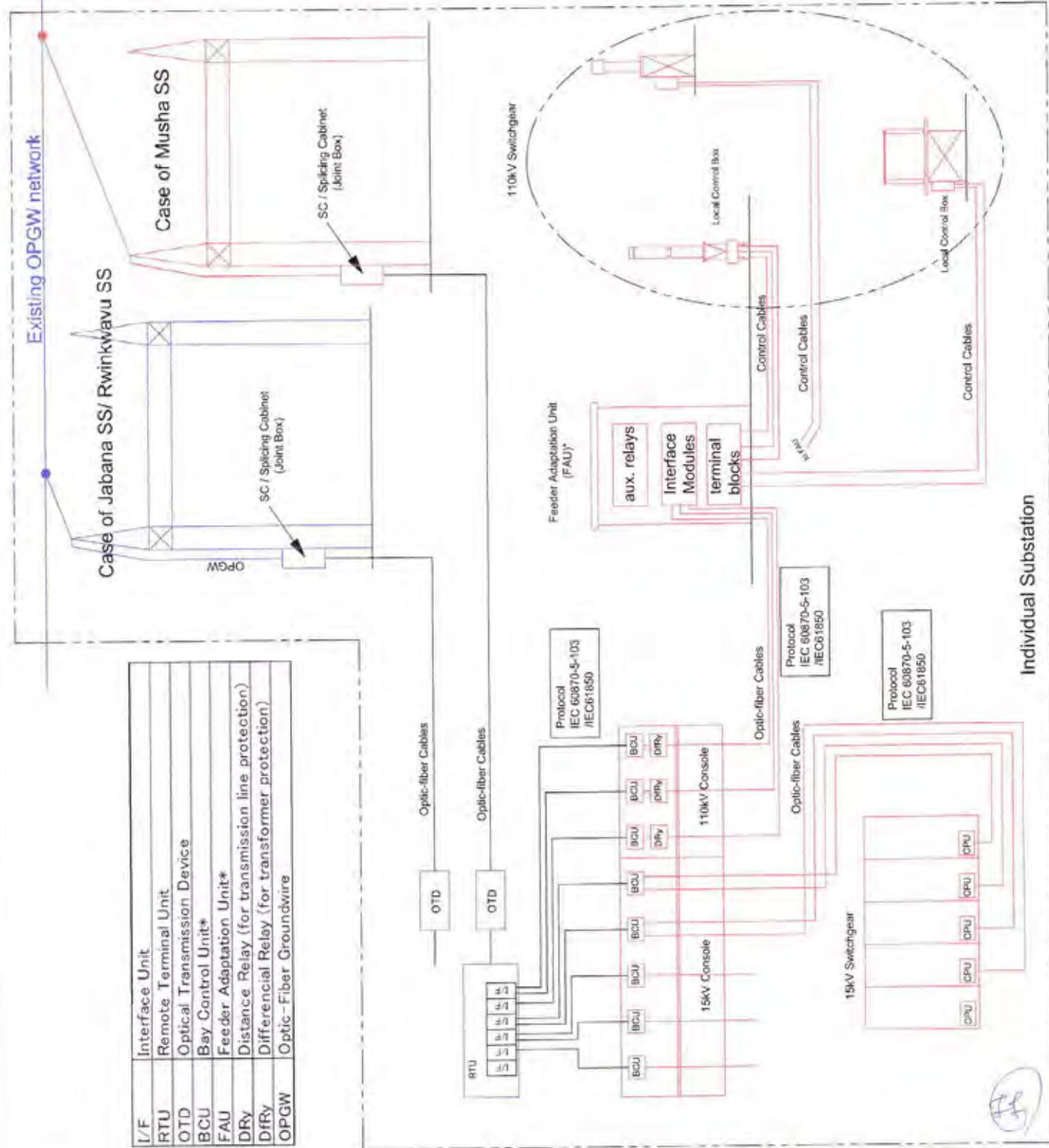
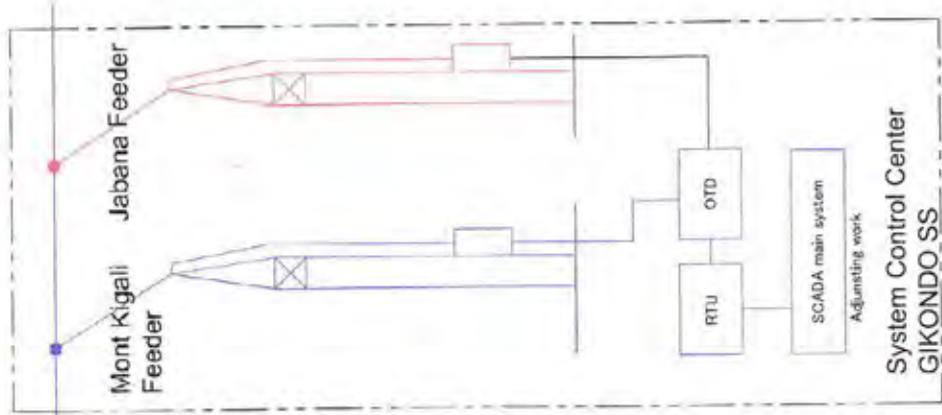
## Major Undertakings to be taken by Each Government

No	Items	To be covered by the Grant	To be covered by Recipient side
1	To secure land for RMU in Huye (4 sites) and new transmission tower (2 sites)	-	•
2	To ensure access to and expropriate the sites of Birembo, Musha and Rwinkwavu substations	-	•
3	To construct gates and fences in and around the sites of Musha and Rwinkwavu substations	•	-
4	To construct the parking lot in the sites of Musha and Rwinkwavu substations	•	-
5	To construct roads		
	1) Within the sites of Musha and Rwinkwavu substations	•	-
	2) Outside the sites of Musha and Rwinkwavu substations	-	•
6	To construct the control buildings in Musha and Rwinkwavu substations	•	-
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities		
	1)Electricity		
	a. To provide the electricity during the construction	•	-
	b. To prepare service wires which connect low voltage line (400/230V) with customers after completion of expansion of 15kV distribution network in Kigali	-	•
	2)Water Supply		
	a. To provide the city water during the construction	•	-
	b. To provide water into the water tank in Musha and Rwinkwavu substations * Water tank will be provided by the Grant.	-	•
	3)Drainage		
	a.The city drainage main ( for storm, sewer and others ) to the site	N/A	N/A
	b. To install the toilet and drainage system in Musha and Rwinkwavu substations	•	-
	4)Gas Supply		
	a.The city gas main to the site	N/A	N/A
	b.The gas supply system within the site	N/A	N/A
	5)Telephone System		
	a.The telephone trunk line to the main distribution frame / panel (MDF) of the building	N/A	N/A
	b.The MDF and the extension after the frame / panel	N/A	N/A
	6)Furniture and Equipment		
	a.Basic furniture	•	-
	b.Project equipment	•	-
8	To provide temporary storage yard with gate and fence for all project sites	-	•
9	Following issues related to power shutdown works 1) Nomination and allocation of responsible person for power shutdown works related to the Project from RECO 2) Overall coordination of the said works by the above responsible person	-	•
10	To construct the foundation structure and install the equipment related to substations	•	-
11	To construct the foundation structure and install the equipment related to distribution network	•	-

12	To conduct the testing and commissioning of substation and distribution equipment	•	-
13	To arrange the adequate storage facilities for equipment containing PCB	-	•
14	To dismantle the existing substations after completion of new substations in Musha and Rwinkwavu substations	-	•
15	Relocation and modification of the SCADA system	-	•
16	To bear the following commissions to a bank of Japan for the banking services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P	-	•
	2) Payment commission	-	•
17	To ensure prompt unloading and customs clearance at the port of disembarkation in recipient country		
	1) Marine(Air) transportation of the products from Japan to the recipient country	•	-
	2) Tax and customs clearance of the products at the port of disembarkation	-	•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	-
18	To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work	-	•
19	To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contract. This will be included into the Grant Agreement (G/A)	-	•
20	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid	-	•
21	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant Aid such as procurement and installation cost of equipment and materials including consulting services, necessary for the implementation of the Project	-	•

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, N/A: Not Applicable)

*Handwritten signature and date: 7/15/17*



I/F	Interface Unit
RTU	Remote Terminal Unit
OTD	Optical Transmission Device
BCU	Bay Control Unit*
FAU	Feeder Adaptation Unit*
DRy	Distance Relay (for transmission line protection)
DfRy	Differential Relay (for transformer protection)
OPGW	Optic-Fiber Groundwire

by JICA \_\_\_\_\_  
 by RECO \_\_\_\_\_  
 Existing \_\_\_\_\_

Annex-5  
 Diagram of Demarcation between  
 JICA and RECO

Individual Substation

(Handwritten initials)

(Handwritten signature)

**Environmental Checklist: 14. Power Transmission and Distribution Lines (1)**

**Annex-6**

Category	Environmental Item	Main Check Items	Confirmation of Environmental Considerations
1 Permits and Explanation	(1) EIA and Environmental Permits	<p>① Have EIA reports been officially completed?</p> <p>② Have EIA reports been approved by authorities of the host country's government?</p> <p>③ Have EIA reports been unconditionally approved? If conditions are imposed on the approval of EIA reports, are the conditions satisfied?</p> <p>④ In addition to the above approvals, have other required environmental permits been obtained from the appropriate regulatory authorities of the host country's government?</p>	<p>① This case is composed of the following four items. EIA is only necessary for expansion of the distribution network of the Kigali city, but EIR is scheduled to be drafted in the future.</p> <p>a. Rehabilitation of Substations (Jabana substation and Gikondo substation)</p> <p>b. Upgrading of Substations (Musha substation and Rwinkwavu substation)</p> <p>c. Upgrading of Distribution Network (Haye city)</p> <p>d. Expansion of Distribution Network (Kigali city)</p> <p>② For three items other than d., it has been confirmed by the document from RDB (RDB/3/EC/039/05/10) that EIA is not necessary. To be finally approved upon the completion of EIA.</p> <p>③ In order for above-mentioned three items a., b., and c. to be approved, there are collateral conditions, but these conditions are expected to be fulfilled.</p> <p>④ Not applicable.</p>
	(2) Explanation to the Public	<p>① Are contents of the project and the potential impacts adequately explained to the public based on appropriate procedures, including information disclosure? Is understanding obtained from the public?</p> <p>② Are proper responses made to comments from the public and regulatory authorities?</p>	<p>① It is planned based on the EIA guideline after the submission of EIR.</p> <p>② Responses are properly made according to the EIA Procedure Flowchart described in the EIA guideline.</p>
2 Mitigation Measures	(1) Water Quality	<p>① Is there a possibility that soil runoff from the bare lands resulting from earthmoving activities, such as cutting and filling will cause water quality degradation in downstream water areas? If water quality degradation is anticipated, are adequate measures considered?</p>	<p>① During the site grading upon the Upgrading of Substation (Musha substation and Rwinkwavu substation), soil runoff might be expected from cut and fill areas. Therefore, adequate measures such as development and monitoring of a site drainage plan, the use of silt fencing, reduced slope angles, and re-vegetation are taken to minimize the impacts.</p>
	(1) Protected Areas	<p>① Is the project site located in protected areas designated by the country's laws or international treaties and conventions? Is there a possibility that the project will affect the protected areas?</p>	<p>① Not applicable.</p>

1) Regarding the term "Country's Standard"

Environmental Checklist: 14. Power Transmission and Distribution Lines (2)

Annex-6

Category	Environmental Item	Main Check Items	Confirmation of Environmental Considerations
3 Natural Environment	(2) Ecosystem	<ol style="list-style-type: none"> <li>① Does the project site encompass primeval forests, tropical rain forests, ecologically valuable habitats (e.g., coral reefs, mangroves, or tidal flats)?</li> <li>② Does the project site encompass the protected habitats of endangered species designated by the country's laws or international treaties and conventions?</li> <li>③ If significant ecological impacts are anticipated, are adequate protection measures taken to reduce the impacts on the ecosystem?</li> <li>④ Are adequate measures taken to prevent disruption of migration routes and habitat fragmentation of wildlife, and livestock?</li> <li>⑤ Is there a possibility that improved access by the project will cause impacts, such as destruction of forest, poaching, desertification, reduction in wetland areas, and disturbance of ecosystem due to introduction of exotic (non-native invasive) species and pests? Are adequate measures for preventing such impacts considered?</li> <li>⑥ In cases where the project site is located in undeveloped areas, is there a possibility that the new development will result in extensive loss of natural environments?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① Not applicable.</li> <li>② Not applicable.</li> <li>③ Not applicable.</li> <li>④ Not applicable.</li> <li>⑤ For Upgrading of Rwinkwavu substation and Expansion of Distribution Network of Kigali city, partial deforestation is necessary. However, the areas to be deforested is minimized, so as the impacts from it.</li> <li>⑥ Not applicable.</li> </ol>
3 Natural Environment	(3) Topography and Geology	<ol style="list-style-type: none"> <li>① Is there a soft ground on the route of power transmission lines that may cause slope failures or landslides? Are adequate measures considered to prevent slope failures or landslides, where needed?</li> <li>② Is there a possibility that civil works, such as cutting and filling will cause slope failures or landslides? Are adequate measures considered to prevent slope failures or landslides?</li> <li>③ Is there a possibility that soil runoff will result from cut and fill areas, waste soil disposal sites, and borrow sites? Are adequate measures taken to prevent soil runoff?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① Upgrading of Distribution Network (Haye city) and Expansion of Distribution Network (Kigali city) are scheduled, but there is no place where such conditions apply.</li> <li>② Upgrading of Substation (Musha substation and Rwinkwavu substation) is scheduled, but there is no place where such conditions apply.</li> <li>③ During the site grading upon the Upgrading of Substation (Musha substation and Rwinkwavu substation), soil runoff might be expected from cut and fill areas. Therefore, adequate measures such as development and monitoring of a site drainage plan, the use of silt fencing, reduced slope angles, and re-vegetation are taken to minimize the impacts.</li> </ol>
4 Social	(1) Resettlement	<ol style="list-style-type: none"> <li>① Is involuntary resettlement caused by project implementation? If involuntary resettlement is caused, are efforts made to minimize the impacts caused by the resettlement?</li> <li>② Is adequate explanation on relocation and compensation given to affected persons prior to resettlement?</li> <li>③ Is the resettlement plan, including proper compensation, restoration of livelihoods and living standards developed based on socioeconomic studies on resettlement?</li> <li>④ Does the resettlement plan pay particular attention to vulnerable groups or persons, including women, children, the elderly, people below the poverty line, ethnic minorities, and indigenous peoples?</li> <li>⑤ Are agreements with the affected persons obtained prior to resettlement?</li> <li>⑥ Is the organizational framework established to properly implement resettlement? Are the capacity and budget secured to implement the plan?</li> <li>⑦ Is a plan developed to monitor the impacts of resettlement?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① Not applicable.</li> <li>② Not applicable.</li> <li>③ Not applicable.</li> <li>④ Not applicable.</li> <li>⑤ Not applicable.</li> <li>⑥ Not applicable.</li> <li>⑦ Not applicable.</li> </ol>

1) Regarding the term "Country's Standard"

7

Environmental Checklist: 14. Power Transmission and Distribution Lines (3)

Annex-6

Category	Environmental Item	Main Check Items	Confirmation of Environmental Considerations
Environment	(2) Living and Livelihood	<p>① Is there a possibility that the project will adversely affect the living conditions of inhabitants? Are adequate measures considered to reduce the impacts, if necessary?</p> <p>② Is there a possibility that diseases, including communicable diseases, such as HIV will be introduced due to immigration of workers associated with the project? Are adequate considerations given to public health, if necessary?</p> <p>③ Is there a possibility that installation of structures, such as power line towers will cause a radio interference? If significant radio interference is anticipated, are adequate measures considered?</p>	<p>① RDB's approval conditions include prohibition of nighttime construction, dust-suppression, and warning to the drivers of general vehicles during the construction phase of a, b., c. Therefore, adverse affects of noise, dust and traffic is expected to be very small. Moreover, acquisition of privately-owned land is necessary for the Upgrading of Distribution Network (Huye city) and Expansion of Distribution Network (Kigali city), but no adverse affects is anticipated since the acquisition is done in accordance with applicable law.</p> <p>② Maximum of 50 workers are expected during the construction phase associated with the project. However, the number of workers are very limited (small) during other phase of the project, therefore, possibility of diseases to be introduced is quite low.</p> <p>③ Not applicable.</p>
(3) Heritage		<p>① Is there a possibility that the project will damage the local archeological, historical, cultural, and religious heritage sites? Are adequate measures considered to protect these sites in accordance with the country's laws?</p>	<p>① Not applicable.</p>
(4) Landscape		<p>① Is there a possibility that the project will adversely affect the local landscape? Are necessary measures taken?</p>	<p>① Not applicable.</p>
4 Social Environment	(5) Ethnic Minorities and Indigenous Peoples	<p>① Where ethnic minorities and indigenous peoples are living in the rights-of-way, are considerations given to reduce impacts on the culture and lifestyle of ethnic minorities and indigenous peoples?</p> <p>② Does the project comply with the country's laws for rights of ethnic minorities and indigenous peoples?</p>	<p>① Not applicable.</p> <p>② Not applicable.</p>
5 Others	(1) Impacts during Construction	<p>① Are adequate measures considered to reduce impacts during construction (e.g., noise, vibrations, turbid water, dust, exhaust gases, and wastes)?</p> <p>② If construction activities adversely affect the natural environment (ecosystem), are adequate measures considered to reduce impacts?</p> <p>③ If construction activities adversely affect the social environment, are adequate measures considered to reduce impacts?</p> <p>④ If necessary, is health and safety education (e.g., traffic safety, public health) provided for project personnel, including workers?</p>	<p>① Mitigation measures are planned in the project briefs, and mitigation measures are prepared by RECO &amp; RWASCO. Those mitigation measures should be implemented in accordance with the document from RDB (RDB/3/EC/039/05/10).</p> <p>② For Upgrading of Rwinkwavu substation and Expansion of Distribution Network of Kigali city, partial deforestation is necessary. However, the areas to be deforested is minimized, so as to avoid the impacts from it.</p> <p>③ No adverse affect to social environment is admitted.</p> <p>④ It is planned in the project briefs. The RDB document of (RDB/3/EC/039/05/10) states that securing safety is the prerequisite for the implementation.</p>

1) Regarding the term "Country's Standard"

7

*[Handwritten initials/signature]*

Environmental Checklist: 14. Power Transmission and Distribution Lines (4)

Annex-6

Category	Environmental Item	Main Check Items	Confirmation of Environmental Considerations
		① Does the proponent develop and implement monitoring program for the environmental items that are considered to have potential impacts? ② Are the items, methods and frequencies included in the monitoring program judged to be appropriate? ③ Does the proponent establish an adequate monitoring framework (organization, personnel, equipment, and adequate budget to sustain the monitoring framework)? ④ Are any regulatory requirements pertaining to the monitoring report system identified, such as the format and frequency of reports from the proponent to the regulatory authorities?	① Monitoring of soil runoff is planned in the project briefs. ② To be confirmed as soon as the detailed plan of the project is set. ③ To be confirmed as soon as the detailed plan of the project is set. ④ It is not prescribed by the law.
6 Note	Note on Using Environmental Checklist	① If necessary, the impacts to transboundary or global issues should be confirmed, (e.g., the project includes factors that may cause problems, such as transboundary waste treatment, acid rain, destruction of the ozone layer, or global warming).	① Extra attention is required for disposal of transformer/circuit breaker/current transformer/CVT containing PCBs upon the upgrade. Storage in the stockyard of RECO & RWASCO is currently planned.

1) Regarding the term "Country's Standards" mentioned in the above table, in the event that environmental standards in the country where the project is located diverge significantly from international standards, appropriate environmental considerations are made, if necessary.

2) Environmental checklist provides general environmental items to be checked. It may be necessary to add or delete an item taking into account the characteristics of the project and the particular circumstances of the country and locality in which it is located.

## MONITORING FORM

-If environmental reviews indicate the need of monitoring by JBIC, JBIC undertakes monitoring for necessary items that are decided by environmental reviews. JBIC undertakes monitoring based on regular reports including measured data submitted by the project proponent. When necessary, the project proponent should refer to the following monitoring form for submitting reports.

-When monitoring plans including monitoring items, frequencies and methods are decided, project phase or project life cycle (such as construction phase and operation phase or development, operation and mine closure) should be considered.

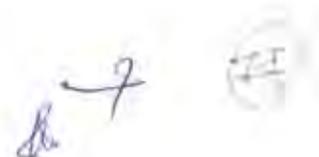
### 1. Responses/Actions to Comments and Guidance from Government Authorities and the Public

Monitoring Item	Monitoring Results during Report Period
Compliance with the prerequisite for the implementation by the RDB document (RDB/3/EC/039/05/10)	

### 2. Mitigation Measures

#### - Waste

Monitoring Item	Monitoring Results during Report Period
Disposal of transformer/circuit breaker/current transformer/CVT containing PCBs upon the upgrade.	



### Project Cost Estimation (Confidential)

The Project cost is estimated hereunder. However, it is noted that the estimated cost is subject to further examination for Approval of Grant Aid.

#### 1. Cost to be borne by Japanese side: Approximately JPY2,594 Million

The break down of the estimated project cost to be borne by Japanese side is as follows.

Items	Amount (Million JPY)
1. Procurement and Installation Cost of Equipment and Materials	2,442
2. Consulting Service	152
Total (1+2)	2,594

#### 2. Cost to be borne by Rwandan side: Approximately 460.5 Million RWF (equiv. JPY72.8 Million)

The break down of the estimated project cost to be borne by Rwandan side is as follows.

##### (1) One time expense for the Project

Items	Amount (RWF)	Equivalent (JPY)
1. Secure land for RMU in Huye (4 sites) and new transmission tower (2 sites)	1,380,000	218,000
2. Ensure access to and expropriate the sites of Birembo, Musha and Rwinkwavu substations	14,400,000	2,275,000
3. Construct the roads outside the sites of Musha and Rwinkwavu substations)	14,400,000	2,275,000
4. Prepare the service wires which connect the low voltage line (400/230V) to the customers	140,728,000	22,235,000
5. Dismantle the existing substations after completion of new substations in Musha and Rwinkwavu substations	12,650,000	2,000,000
6. Relocation and modification of the SCADA system	54,608,000	8,628,000
Total (1+2+3+4+5+6)	238,166,000	37,630,000

In addition to the above table, the expenditures for Bank Arrangement (B/A) and Authorization to Pay (A/P) for obtaining import permit from the government and others

## (2) Operation and Maintenance Cost (annual cost)

The budget for annual operation cost for substations and distribution network related to the Project will be arranged for procurement of spare parts, operation staff management, periodical inspection of the equipment by RECO and general expenses so as to ensure the sustainable operation of the equipment procured by the Project. The breakdown of operation and maintenance cost is as below.

Items	Amount (RWF)	Equivalent (JPY)
1. Personnel Expenses	214,827,000	33,943,000
2. Maintenance Fee	3,848,000	608,000
3. Other Expenses (Management Cost and others)	3,652,000	577,000
Total (1+2+3)	222,327,000	35,128,000

## 3. Cost Estimate Conditions

- (1) Time of cost estimation: June 2010
- (2) Current exchange rates: 1RWF=JP¥0.158
- (3) Others: The above cost estimation was made according to the procurement rules and guideline of Japanese's Grant Aid

R + (3)

## 資料-5

### 概略設計図

#### 概略設計図リスト(ジャバナ変電所)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. SS-01	単線結線図
2	DWG No. SS-02	屋外機器配置図
3	DWG No. SS-03	屋内機器配置図
4	DWG No. SS-04	単線結線図 (ビレンボ変電所)

#### 概略設計図リスト(ギCOND変電所)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. SS-05	単線結線図
2	DWG No. SS-06	屋外機器平面配置図
3	DWG No. SS-07	屋外機器配置縦断図

#### 概略設計図リスト(ムシャ変電所)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. SS-08	単線結線図
2	DWG No. SS-09	屋外機器配置図

#### 概略設計図リスト(ルインクワブ変電所)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. SS-10	単線結線図
2	DWG No. SS-11	屋外機器配置図

#### 概略設計図リスト(フイエ郡配電網)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. HDS-01	ルート図
2	DWG No. HDS-02	単線結線図
3	DWG No. HDS-03	RMU 建屋計画図 (TYPE A, B-1, B-2, B-3, B-4)

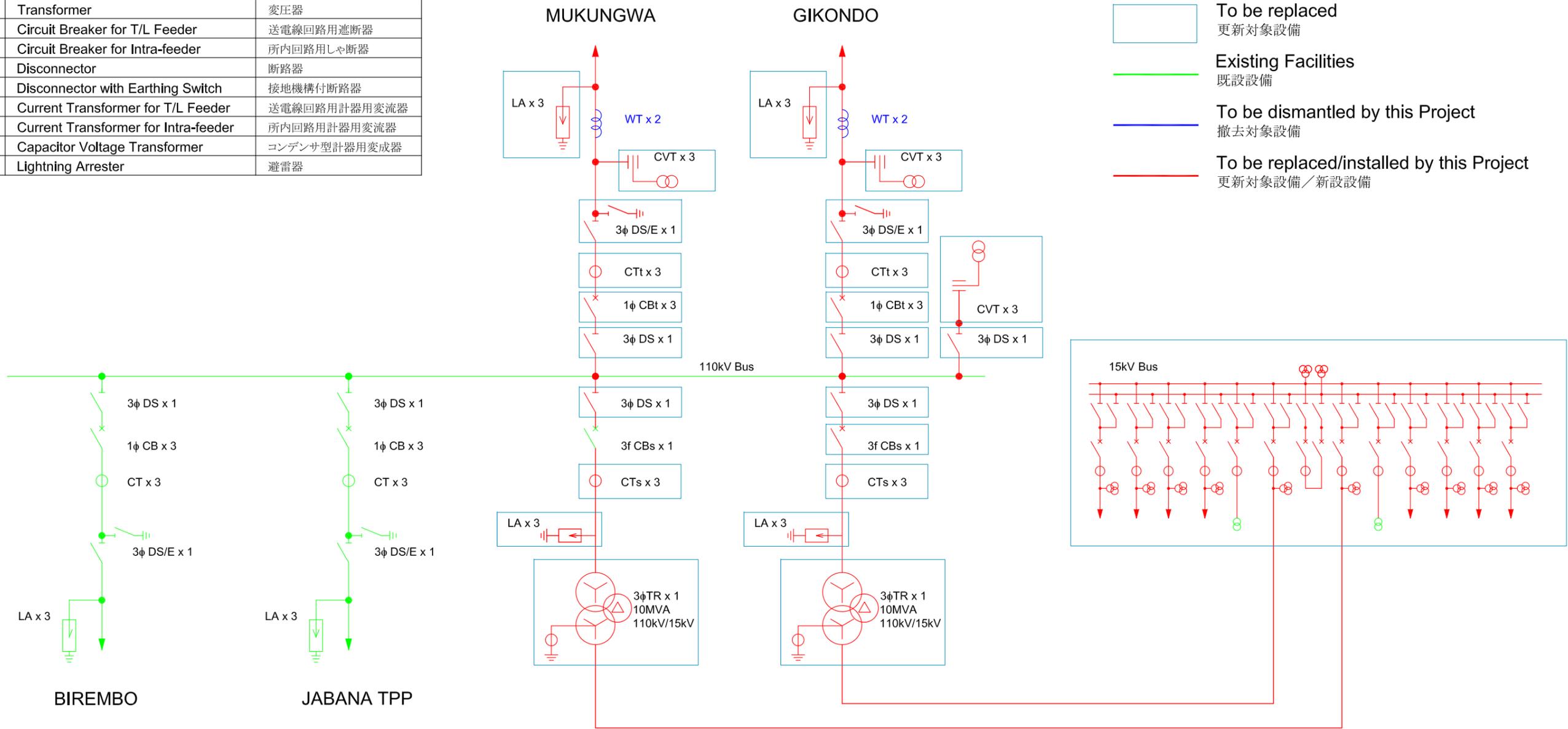
#### 表 3.2-37 概略設計図リスト(キガリ市配電網)

No.	図面番号	図面名称
1	DWG No. KDS-01	ルート図
2	DWG No. KDS-02	中圧配電柱 装柱図 (1/2, 2/2)
3	DWG No. KDS-03	低圧配電柱 装柱図

LEGEND

TR	Transformer	変圧器
CBt	Circuit Breaker for T/L Feeder	送電線回路用遮断器
CBs	Circuit Breaker for Intra-feeder	所内回路用しゃ断器
DS	Disconnecter	断路器
DS/E	Disconnecter with Earthing Switch	接地機構付断路器
CTt	Current Transformer for T/L Feeder	送電線回路用計器用変流器
CTs	Current Transformer for Intra-feeder	所内回路用計器用変流器
CVT	Capacitor Voltage Transformer	コンデンサ型計器用変成器
LA	Lightning Arrester	避雷器

- To be replaced  
更新対象設備
- Existing Facilities  
既設設備
- To be dismantled by this Project  
撤去対象設備
- To be replaced/installed by this Project  
更新対象設備/新設設備

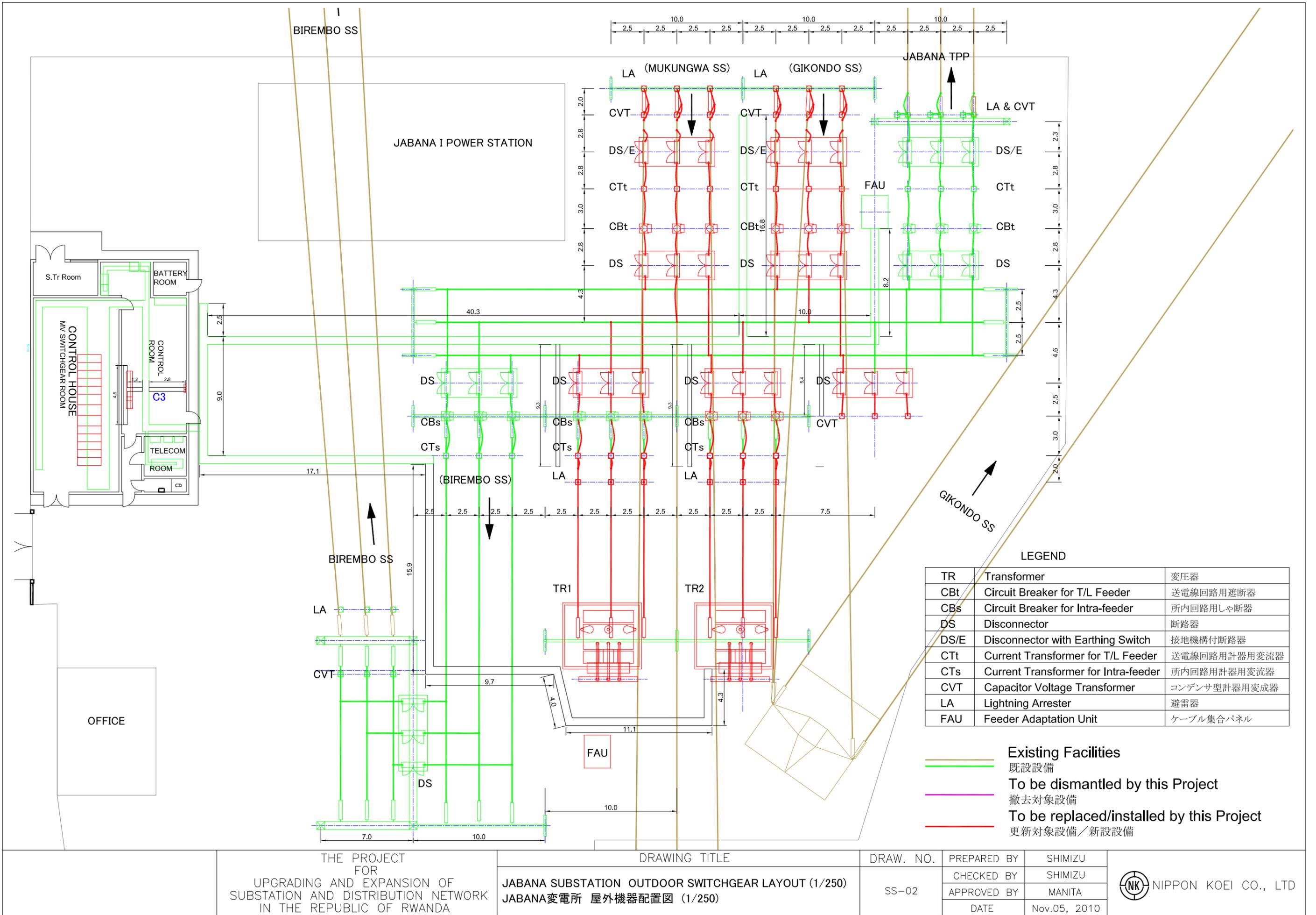


THE PROJECT  
FOR  
UPGRADING AND EXPANSION OF  
SUBSTATION AND DISTRIBUTION NETWORK  
IN THE REPUBLIC OF RWANDA

DRAWING TITLE  
**JABANA SUBSTATION SINGLE LINE DIAGRAM**  
JABANA変電所 単線結線図

DRAW. NO.	PREPARED BY	SHIMIZU
	CHECKED BY	SHIMIZU
	APPROVED BY	MANITA
	DATE	Nov.05, 2010

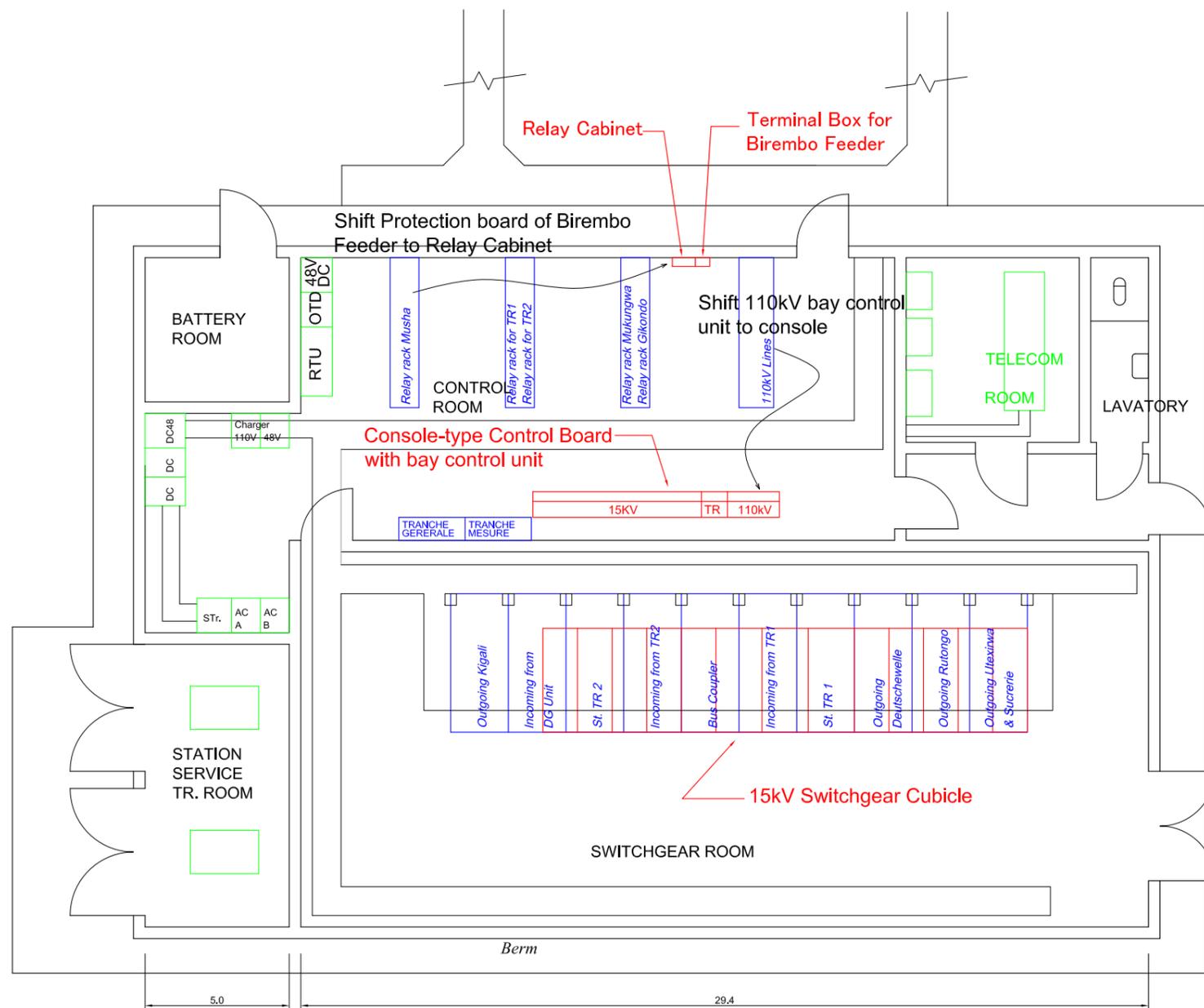




LEGEND

TR	Transformer	変圧器
CBt	Circuit Breaker for T/L Feeder	送電線回路用遮断器
CBs	Circuit Breaker for Intra-feeder	所内回路用しゃ断器
DS	Disconnector	断路器
DS/E	Disconnector with Earthing Switch	接地機構付断路器
CTt	Current Transformer for T/L Feeder	送電線回路用計器用変流器
CTs	Current Transformer for Intra-feeder	所内回路用計器用変流器
CVT	Capacitor Voltage Transformer	コンデンサ型計器用変成器
LA	Lightning Arrester	避雷器
FAU	Feeder Adaptation Unit	ケーブル集合パネル

- Existing Facilities
- 既設設備
- To be dismantled by this Project
- 撤去対象設備
- To be replaced/installed by this Project
- 更新対象設備／新設設備



LEGEND

110kV	Console-type Supervisory & Control Panel for Transformer	変圧器用コンソール型監視制御盤
110kV	Console-type Supervisory & Control Panel for 110kV Feeders	110kV送電線用コンソール型監視制御盤
15kV	Console-type Supervisory & Control Panel for 15kV Feeders	15kV開閉装置用コンソール型監視制御盤

- Existing Facilities  
既設設備
- To be dismantled by this Project  
撤去対象設備
- To be replaced/installed by this Project  
更新対象設備/新設設備

THE PROJECT FOR UPGRADING AND EXPANSION OF SUBSTATION AND DISTRIBUTION NETWORK IN THE REPUBLIC OF RWANDA

DRAWING TITLE  
**JABANA SUBSTATION INDOOR EQUIPMENT LAYOUT (1/200)**  
**JABANA変電所屋内機器配置図 (1/200)**

DRAW. NO.	PREPARED BY	SHIMIZU
	CHECKED BY	SHIMIZU
	APPROVED BY	MANITA
	DATE	Nov.05, 2010

