

## 第5章 概略設計

### 5-1 プロジェクトコンポーネント

本事業のコンポーネントの概要を表5-1.1に示す。

表5-1.1 案件概要

主なコンポーネント		仕様・数量	内容
変電設備	<b>1. プロバ変電所</b> (1) 220 / 132 kV 変圧器 (2) 132 / 33 kV 変圧器 (3) 220 kV 開閉装置 (4) 132 kV 開閉装置 (5) 33 kV 開閉装置 (6) 制御棟	125 MVA×2 台 40 MVA×2 台 1 式 1 式 1 式 1 棟	新設
	<b>2. 新ムコノ変電所</b> (1) 220 / 132 / 33 kV 変圧器 (2) 220 kV ガス絶縁開閉装置 (3) 132 kV ガス絶縁開閉装置 (4) 制御棟 (5) 132 kV 送電線 (新ムコノ変電所ームコノ変電所)	125 MVA×3 台 1 式 1 式 1 棟 約 0.3 km×2 回線	新設
	<b>3. カワラ変電所</b> (1) 132 / 33 kV 変圧器 (2) 132 / 11 kV 変圧器 (3) 132 kV ガス絶縁開閉装置 (変圧器直結型) (4) 33 kV 開閉設備 (5) 11 kV 開閉設備 (6) 制御棟	40 MVA×3 台 20 MVA×1 台 1 式 1 式 1 式 1 棟	改修
	<b>4. ブジャガリ変電所</b> (1) 220 / 132 / 33 kV 変圧器 (2) 220 kV 開閉設備 (3) 132 kV 開閉設備	250 MVA×1 台 1 式 1 式	増設
	<b>5. ムトゥンドゥエ変電所</b> (1) 132 kV 開閉設備	1 式	増設
	<b>6. 移動変電所 (132/33 - 11 kV)</b>	20 MVA×2 台	調達
送電設備	<b>7. 220 kV 送電線</b> (1) プロバ分岐点ープロバ変電所 (2) 新ムコノ分岐点ー新ムコノ変電所 (77 番ー78 番鉄塔間 132 kV 送電線改造含む)	約 0.9 km×4 回線 約 4.2 km×4 回線	新設 新設
	<b>8. 132 kV 送電線</b> (1) プロバ分岐点ープロバ変電所 (2) 新ムコノ変電所ー新ムコノ分岐点 (南幹線) (3) ムコノ分岐点 (北幹線)ーカンパラ北変電所 (4) カンパラ北変電所ームトゥンドゥエ変電所 (5) カンパラ北変電所ールゴゴ変電所 (6) カワラ分岐点ーカワラ変電所	約 0.8 km×2 回線 約 0.4km×2 回線 約 25.4 km×1 回線 約 10.2 km×2 回線 約 5.3 km×2 回線 約 0.1 km×2 回線	新設 新設 張替 張替 張替 ケーブル化

[出所] JICA 調査団

## 5-2 自然条件

### (1) 計画地の位置、地質、地形等

#### 1) ブロバ変電所

ブロバ変電所の計画地はカンパラ中心部から 21 km、マサカーカンパラ道路から 1 km のパリパレセントローレンス大学附近に位置している。標高 1,134 m のビクトリア湖から遡ること 20 km、標高にして約 50 m 上がった地点にあり、計画地の標高は約 1,200 m となる。このサイトはワキノ地区に位置し、バナナ、コーヒーのプランテーションが広がる地域である。

#### 2) 新ムコノ変電所

新ムコノ変電所の計画地はカンパラ中心部から約 30 km、ジンジャーカンパラ道路のムバララ町ーナマタバ町間から 0.85 km に設置される予定。計画地の標高は約 1,100 m となる。このサイトはサトウキビとナダギ森林保護地区に位置している。

#### 3) カワラ変電所

カワラ変電所の計画地はカンパラ中心部にあり、北バイパス、ナムンゴーナ道路、マシロ道路とセンテマ道路間の住宅街に位置している。標高約 1,100 m のビクトリア湖から遡ること約 20 km、標高にして約 60 m 上がった地点にあり、計画地の標高は約 1,200 m となる。

#### 4) ブジャガリ変電所

ブジャガリ変電所の計画地はブジャガリダム周辺にあり、カンパラ中心部から約 70 km、ジンジャーカンパラ道路から 8 km でナイル川沿いに位置する。

#### 5) ムトゥンドウエ変電所

ムトゥンドウエ変電所はカンパラ首都圏内に位置する、4つの主要変電所の一つである。当該変電所はカンパラ市南部から、国際空港のあるエンテベ地区へ跨る広範囲への電力供給を担う唯一の変電所であり、重要度は極めて高い。

### (2) 敷地測量

本事業対象の変電所と送電線の敷地は、ブロバで約 142,400 m<sup>2</sup>、カワラで約 11,700 m<sup>2</sup>、ムコノ変電所で約 395,900 m<sup>2</sup>である。

### (3) 温度、降雨、湿度、気圧

カンパラ首都圏とその周辺は熱帯雨林気候に属している。1月から4月は暑く、これらの月の最高気温は 35℃を超えている。6月から8月は比較的涼しい時期となり、最低気温は約 17℃である。1年間に2度の雨季があり、3月から5月が長雨季、11月から12月が短雨季であるが、一般的には3月から5月が雨季と認識されている。4月の降雨量が最も多く、約 170 mm となっている。年間の最低気圧は 977 hPa、最高気圧は 1,016 hPa、平均気圧は 1,009 hPa である。

カンパラ首都圏とその周辺の温度、降雨、湿度、気圧の差が比較的に小さい為、本事業に関わる地域の温度、降雨、湿度、気圧の数値はカンパラ首都圏と同等と仮定した。表 5

ー 2. 1 に世界気象機関からのデータを示す。

表 5-2. 1 カンパラの気候データ

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	年平均
記録的な高さ °C (°F)	33 (91)	36 (97)	33 (91)	33 (91)	29 (84)	29 (84)	29 (84)	29 (84)	31 (88)	32 (90)	32 (90)	32 (90)	36 (97)
高い平均 °C (°F)	28.6 (83.5)	29.3 (84.7)	28.7 (83.7)	27.7 (81.9)	27.3 (81.1)	27.1 (80.8)	26.9 (80.4)	27.2 (81)	27.9 (82.2)	27.7 (81.9)	27.4 (81.3)	27.9 (82.2)	27.8 (82)
日平均 °C (°F)	23.2 (73.8)	23.7 (74.7)	23.4 (74.1)	22.9 (73.2)	22.6 (72.7)	22.4 (72.3)	22.0 (71.6)	22.2 (72)	22.6 (72.7)	22.6 (72.7)	22.5 (72.5)	22.7 (72.9)	22.73 (72.93)
低平均 °C (°F)	17.7 (63.9)	18.0 (64.4)	18.1 (64.6)	18.0 (64.4)	17.9 (64.2)	17.6 (63.7)	17.1 (62.8)	17.1 (62.8)	17.2 (63)	17.4 (63.3)	17.5 (63.5)	17.5 (63.5)	17.6 (63.7)
記録的な低さ °C (°F)	12 (54)	14 (57)	13 (55)	14 (57)	15 (59)	12 (54)	12 (54)	12 (54)	13 (55)	13 (55)	14 (57)	12 (54)	12 (54)
平均雨量 mm (inches)	68 (2.68)	63 (2.48)	132 (5.2)	169 (6.65)	118 (4.65)	69 (2.72)	63 (2.48)	96 (3.78)	108 (4.25)	138 (5.43)	149 (5.87)	92 (3.62)	1,265 (49.8)
平均雨の日 (≥ 1 mm)	5	5	10	12	11	6	5	7	9	9	8	7	94
平均相対湿度 (%)	66	68.5	73	78.5	80.5	78.5	77.5	77.5	75.5	73.5	73	71.5	74.5
平均毎月日照時間 (hr)	155	170	155	120	124	180	186	155	150	155	150	124	1,824
気圧 (hPa)	1010	977	1007	1011	1014	1014	1016	1012	1013	1010	1014	1013	1009

[備考]

- ① 「記録的な高さ °C (°F)」：気象庁の今までの観測期間における最高気温。
- ② 「高い平均 °C (°F)」：一日の最高気温の一月間平均。
- ③ 「日平均 °C (°F)」：一日の平均気温の一月間平均。
- ④ 「低平均 °C (°F)」：一日の最低気温の一月間平均。
- ⑤ 「記録的な低さ °C (°F)」：気象庁の今までの観測期間における最低気温

[出所] "World Meteorological Organization, Climate-Data.org for mean temperatures", "BBC Weather", "Weather Underground, Climatevo"からのデータに基づき調査団作成

#### (4) 風速

カンパラとエンテベの測候所が測定した最大風速を、表 5-2. 2 および表 5-2. 3 に示す。2005 年から 2014 年迄の最大風速はカンパラで 25 m/s、エンテベで 15 m/s であった。風速は 5 分平均風速で測定し、場所は風が自由に流れ、近くの物体に影響されない場所。測定機器は床から 2.0m の高さで設置されている。

表 5-2. 2 カンパラ市における月別最大風速 (単位: m/s)

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	15	10	11	8	10	9	9	10	10	10	10	10
2008	8	10	14	8	12	8	10	16	10	8	-	12
2009	12	14	12	11	12	10	8	8	8	8	15	6
2010	15	6	8	10	8	8	8	10	10	10	12	10
2011	10	10	10	-	-	-	-	8	10	10	10	12
2012	15	20	20	15	15	16	15	20	10	15	20	20
2013	20	25	10	19	20	20	20	20	5	15	14	10
2014	15	15	19	15	13	10	18	15	8	20	12	15

[出所] ウガンダ国立気象局 (UNMA)

表5-2.3 エンテベ市における月別最大風速（単位：m/s）

年\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2005	6	7	6	6	5	7.5	6	5.5	5	5	5.5	6
2006	7	6.5	5	7	5.5	6.5	7.5	6.5	7	8.5	6	5
2007	5.5	6	10	5.5	5	5.5	6	5	7	7	7	6
2008	12	10	13	12	13	15	14	10	13	13	14	14
2009	15	15	15	14	15	14	14	13	14	12	12	12
2010	7.5	5.5	-	6	6	7.5	7.5	7	7	6.5	6.5	6.5
2011	8	8	7	6.5	7	7.5	6.5	8.5	7	6.5	5	6
2012	7	-	7	7	6.5	8	6.5	8.5	7	6.5	8.5	7.5
2013	7	7.5	6.5	7.5	7.5	7	7.5	7	7.5	8.5	6	6.5
2014	6	-	8	-	7.5	7.5	7	7	9	7	6.5	6

[出所] ウガンダ国立気象局 (UNMA)

(5) 雷雨

カンパラ市とエンテベ市で測定された毎月の雷雨日数を、表5-2.4および表5-2.5に示す。年度により差があるものの、概ね8月から12月間の雷雨日数が多い。

アメリカ航空宇宙局 (National Aeronautics and Space Administration: NASA) と熱帯降雨観測衛星 (Tropical Rainfall Measuring Mission: TRMM) の観測データによると、ウガンダは1平方キロメートル当たりで年間70数の稲妻閃光が見られた。又、「世界気候の調査 (エルゼビア出版社)」のデータによると、カンパラからは年間242雷雨の日があった。

表5-2.4 カンパラ市における月別雷雨日数（単位：日数）

年\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間合計
2005	8	5	8	4	3	3	7	8	11	12	12	2	83
2006	6	11	7	11	12	4	12	8	2	4	16	8	101
2007	7	5	7	6	8	7	9	12	12	11	11	3	98
2008	5	5	9	17	6	2	4	4	11	11	15	9	98
2009	7	11	6	7	7	2	3	10	12	7	8	8	88
2010	7	13	11	8	7	7	3	10	7	19	14	10	116
2011	2	4	9	X	X	9	3	11	17	14	17	11	97
2012	2	7	7	3	5	3	13	5	9	11	8	8	81
2013	10	6	8	13	11	4	3	9	12	11	14	7	108
2014	12	2	6	17	18	10	3	11	11	11	17	4	122

[出所] ウガンダ国立気象局 (UNMA)

表5-2.5 エンテベ市における月別雷雨日数（単位：日数）

年\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間合計
2005	14	6	21	23	29	14	15	8	17	26	21	11	205
2006	10	12	23	25	23	19	12	-	18	19	25	17	203
2007	13	12	13	23	24	16	14	16	15	18	16	13	193
2008	18	13	24	24	23	12	15	20	16	28	17	16	226
2009	16	17	20	23	21	13	10	13	13	23	15	20	204
2010	14	15	-	17	17	13	8	14	15	13	19	16	161
2011	9	8	14	16	19	-	9	12	17	12	17	14	147
2012	1	6	7	14	10	14	1	6	9	8	14	14	104
2013	12	7	14	10	9	2	5	5	10	6	7	1	88
2014	4	12	18	10	11	19	19	21	21	14	-	3	152

[出所] ウガンダ国立気象局 (UNMA)

## (6) 地質調査

地質調査は米国材料試験協会の規格「American Society for Testing and Materials (ASTM) D420」に基づいて行った。本事業対象地における原位置調査と、ボーリング孔から採取した試料の室内試験を行った。標準貫入試験は ASTM1586 に基づき実施し、各地層の代表値を求めた。室内試験は ASTM4220 に基づき、攪乱試料を供試体として地盤の物理および力学的特性を求めた。

一般に、5 m 厚以上の地層の工学的性質は一定では無く、施設計画の前提条件である地耐力、沈下量等の工学的特性を適切に予測・捕捉するためには、ボーリング孔に沿って複数サンプルを採取し、一軸圧縮試験 (Unconfined Compressive Strength)、三軸圧縮試験 (Tri-axial Test)、圧密試験 (Consolidation Test) 等を行い、地質条件確認のための基礎資料とする必要がある。

室内試験であるこれらの一軸圧縮、三軸試験、圧密試験等から地耐力と沈下量が算出され、施設計画の前提条件が得られる。一軸圧縮試験及び三軸圧縮試験から導かれる地耐力は、標準貫入試験から想定されるものと比較し、実際の土質に即した許容支持力を与える。標準貫入試験結果は土質の工学的特性、地耐力と相関しているが、土質条件によりその相関性が低い場合があり、特に、粗礫、岩、軟弱粘土、シルト、及びそれらの混合土に関しては相関性が低いことが確認されている。周辺の既存の地質データも存在しないことから、土質の工学的特性を予測、捕捉するためには、土質の深さに応じて複数のサンプリングを行い、室内試験を通じて土質特性を評価することが施設計画を行う上で不可欠である。

上記から、本事業対象地において、5 m 毎にサンプリングし評価を行った。

### 1) プロバ変電所

プロバ変電所においては、対象地周辺に湿地が確認される、傾斜が大きい等の現状を踏まえると、地質条件が場所により大きく異なることも想定される。したがって、標準貫入試験及び室内試験用資料のサンプリングは、変電所計画用地内及び引込み送電線ルート上で実施した。変電所用地に関しては、敷地内で 14 m 程度の高低差があったため、用地内で標高が高い位置と低い位置の 2 箇所を実施した。

標準貫入試験及び室内試験の結果は、添付資料-9「地質調査結果」の巻頭の表 1-1 から表 1-11 に示す。

変電所用地内の地質調査の結果によると、表層から 1.0m 付近までは有機質土で、その後 5.5m 付近まで粘土質砂利が続き、さらに深い層はシルトである。

「平成 13 年国土交通省告示第 1113 号」に準拠して次式をもとに、室内試験の三軸圧縮試験結果等から算定した各層の許容支持力を表 5-2. 6 に示す。

$$\text{許容支持力} : q_a [\text{kPa}] = (1/3) \times (\alpha \cdot C \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

B : 基礎荷重面の短辺の長さ

(建屋基礎面積 : 18m x 42m、鉄塔基礎面積 : 6m x 6m)

$\alpha$ 、 $\beta$  : 形状係数 (内部摩擦角から決まる係数)

Df : 基礎の根入れ (計画深さ = 3.0m 程度)

C : 粘着力 (三軸試験結果から算出)

$N_c$ 、 $N_\gamma$ 、 $N_q$  : 支持力係数 (一般支持力係数表から算出)

φ : 内部摩擦角 (三軸試験結果から算出)

表5-2.6に示すように、算定した結果、変電所敷地内では基礎床板付近と想定されるGL-3.0m位置で125 kPa (BH02) 及び250 kPa (BH04) 程度が確保されている。

表5-2.6 プロバ変電所敷地内の地耐力 (室内試験結果より算定)

試験方法		平成13年国土交通省告示第1113号	
		許容支持力 qa (kPa)	
ボーリング孔		敷地内北側 (BH2)	敷地内南側 (BH4)
深さ (m)	GL-1.0~6.0m	125	250
	GL-6.0~11.0m	200	140
	GL-11.0~16.0m	180	970
	GL-16.0~21.0m	200	210
	GL-21.0~26.0m	340	290
	GL-26.0~30.0m	340	280

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書 (添付資料-9)

また、施設計画にあたっては、想定される沈下量の水準を評価しておく必要がある。圧密沈下量は、室内試験の圧縮試験及び圧密試験結果等を基礎データとし、次式から算定される。

即時圧密沈下  $\rho_{dc} = (1/E)i \cdot \Delta\sigma \cdot H_o$

E : ヤング係数 (三軸試験結果から算出)

i : 影響係数 (0.45 で仮定)

$\Delta\sigma$  : 平均応力 (200 kpa で仮定)

$H_o$  : 粘土の厚み (ボーリング調査から算出)

一次圧密沈下  $\rho_{pc} = H_o \cdot mv \cdot \Delta\sigma z$

mv : 弾性係数 (圧密試験結果から算出)

$\Delta\sigma z$  : 応力増加 (0.45 $\Delta\sigma$  で仮定)

$H_o$  : 粘土の厚み (ボーリング調査から算出)

二次圧密沈下 (25年・50年)  $\rho_{sc} = (H_o / (1+ep)) C\alpha \log(t/tp)$

C : 二次圧密沈下係数 ; ([1/(1+ep)] $C\alpha = 0.003$  で仮定)

t : 二次圧密に要する時間 (圧密試験結果から算出)

$tp$  : 一次圧密に要する時 (圧密試験結果から算出)

$H_o$  : 粘土の厚み (ボーリング調査から算出)

算定された即時圧密沈下、一次圧密沈下、二次圧密沈下 (25年・50年) を表5-2.7に示す。算定結果を踏まえ、圧密沈下の恐れがあることが確認されたため、ベタ基礎とする場合は、変電所敷地内の北側のポイントBH02で185mm程度、変電所敷地内の南側のポイントBH04で215mm程度の50年間沈下量を考慮する。確認された沈下量は、「建築基礎構造設計指針 (日本建築学会)」に示されている最大値の300 mmを下回っているため、問題ないと判断される。以上を踏まえ、変電所敷地内の変電所設備機器と建屋に関しては、一般的なベタ基礎を採用して施設計画を行う方針とする。

表5-2.7 プロバ変電所敷地内の圧密沈下量（室内試験結果より算定）

項目	敷地内北側 (BH2)	敷地内南側 (BH4)
一次圧密に要する時(年)	2.5	5.4
200 kPa からの一次圧密沈下量 (mm)	126.0	162.0
200 kPa からの即時圧密沈下量 (mm)	20.0	22.5
200 kPa からの二次圧密沈下量 (mm) 25年間	30.0	20.2
200 kPa からの二次圧密沈下量 (mm) 50年間	39.0	29.2
200 kPa からの合計圧密沈下量 (mm) 25年間	176.0	204.7
200 kPa からの合計圧密沈下量 (mm) 50年間	185.03	214

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

プロバ変電所敷地内の室内試験結果を下記の表5-2.8～表5-2.15に示す。

表5-2.8 プロバ変電所敷地内の含水量（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4959	
		含水量 (%)	
ボーリング孔		敷地内北側 (BH2)	敷地内南側 (BH4)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	34.5	19.2
	GL-10.5~11.0m	37.3	22.1
	GL-15.5~16.0m	35.9	24.4
	GL-20.5~21.0m	29.5	29.7
	GL-25.5~26.0m	28.3	27.1
	GL-28.5~29.0m	22.6	-
	GL-29.5~30.0m	-	-
	GL-30.5~31.0m	-	22.7

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2.9 プロバ変電所敷地内の液性限界（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4318	
		液性限界	
ボーリング孔		敷地内北側 (BH2)	敷地内南側 (BH4)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	65.6	53.9
	GL-10.5~11.0m	68.0	61.9
	GL-15.5~16.0m	61.3	66.0
	GL-20.5~21.0m	65.1	59.9
	GL-25.5~26.0m	62.6	54.8
	GL-28.5~29.0m	59.7	-
	GL-29.5~30.0m	-	-
	GL-30.5~31.0m	-	54.3

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2.10 プロバ変電所敷地内の塑性限界（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4318	
		塑性限界	
ボーリング孔		敷地内北側 (BH2)	敷地内南側 (BH4)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	44.6	20.1
	GL-10.5~11.0m	38.6	34.1
	GL-15.5~16.0m	42.6	32.0
	GL-20.5~21.0m	44.0	40.4
	GL-25.5~26.0m	41.7	33.9
	GL-28.5~29.0m	36.5	-
	GL-29.5~30.0m	-	-
	GL-30.5~31.0m	-	34.6

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 11 ブロバ変電所敷地内の比重（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D854	
		平均比重	
ボーリング孔		敷地内北側 (BH2)	敷地内南側 (BH4)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	2.732	2.795
	GL-10.5~11.0m	2.744	2.639
	GL-15.5~16.0m	2.713	2.694
	GL-20.5~21.0m	2.662	2.716
	GL-25.5~26.0m	2.691	2.682
	GL-28.5~29.0m	2.721	-
	GL-29.5~30.0m	-	-
	GL-30.5~31.0m	-	2.638

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 12 ブロバ変電所敷地内の湿潤密度（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D2937	
		湿潤密度(Mg/m <sup>3</sup> )	
ボーリング孔		敷地内北側 (BH2)	敷地内南側 (BH4)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	1.80	1.97
	GL-10.5~11.0m	1.70	2.01
	GL-15.5~16.0m	1.74	1.81
	GL-20.5~21.0m	1.82	1.79
	GL-25.5~26.0m	1.86	1.86
	GL-28.5~29.0m	1.71	-
	GL-29.5~30.0m	-	-
	GL-30.5~31.0m	-	1.93

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 13 ブロバ変電所敷地内の一軸圧縮試験（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D2166	
		粘着力 Cu (kPa)	
ボーリング孔		敷地内北側 (BH2)	敷地内南側 (BH4)
深さ (m)	GL-1.5~2.0m	-	70
	GL-3.0~4.0m	33	-
	GL-5.5~6.0m	23	-
	GL-7.5~8.0m	-	-
	GL-10.5~11.0m	20	38
	GL-11.5~12.0m	-	20
	GL-15.5~16.0m	30	-
	GL-18.5~19.0m	-	-
	GL-19.5~20.0m	-	25
	GL-23.5~24.0m	-	37
	GL-24.5~25.0m	41	-
	GL-25.5~26.0m	-	-
	GL-28.5~29.0m	46	-
	GL-29.5~30.0m	-	-
	GL-30.5~31.0m	-	19

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表 5-2. 14 プロバ変電所敷地内の三軸圧縮試験（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D2850 と D4767	
		粘着力 Cu (kPa)	
ボーリング孔		敷地内北側 (BH2)	敷地内南側 (BH4)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	60	133
	GL-10.5~11.0m	40	34
	GL-15.5~16.0m	36	84
	GL-20.5~21.0m	29	31
	GL-25.5~26.0m	100	86
	GL-28.5~29.0m	66	-
	GL-29.5~30.0m	-	-
	GL-30.5~31.0m	-	60

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表 5-2. 15 プロバ変電所敷地内の圧密試験（室内試験結果より算定）

Borehole No.:	Depth (m)	Pre-Consolidation pressure (kN/m <sup>2</sup> )	Overburden Pressure (kN/m <sup>2</sup> )	Compression Index, C <sub>c</sub>	Coefficient of Volume Compressibility M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /MN)			Coefficient of Consolidation C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /sec)			Permeability, k (m/s) ×10 <sup>9</sup>		
					Min	Max	Ave	Min	Max	Ave	Min	Max	Ave
					BH 02	5.5-6.0	320.0	96.9883	0.469	0.085	0.395	0.165	0.003
10.5-11.0	250.0	175.2315	0.108	0.036		0.200	0.123	0.012	0.018	0.015	0.410	3.172	1.895
15.5-16.0	265.1	265.1	0.032	0.012		0.066	0.039	0.001	0.006	0.003	0.016	0.225	0.099
20.5-21.0	366.4	366.3702	0.114	0.026		0.249	0.120	0.008	0.014	0.011	0.248	1.855	1.249
25.5-26.0	465.5	465.5	0.108	0.039		0.239	0.133	0.009	0.016	0.012	0.329	3.855	1.783
28.5-29.0	477.1	477.1	0.158	0.040	0.184	0.098	0.003	0.015	0.008	0.118	2.636	1.023	
BH 04	5.5-6.0	260.0	106.4684	0.059	0.025	0.064	0.040	0.002	0.006	0.003	0.048	0.162	0.106
	10.5-11.0	260.0	206.5851	0.077	0.041	0.128	0.079	0.001	0.004	0.002	0.040	0.486	0.178
	15.5-16.0	274.8	274.8	0.138	0.062	0.217	0.147	0.003	0.007	0.005	0.382	0.816	0.602
	20.5-21.0	359.2	359.2	0.237	0.085	0.334	0.211	0.003	0.010	0.005	0.546	0.864	0.724
	25.5-26.0	464.2	464.2	0.182	0.095	0.537	0.287	0.002	0.003	0.002	0.268	1.143	0.627
30.5-31.0	578.7	578.7	0.105	0.055	0.194	0.126	0.005	0.007	0.006	0.360	1.111	0.722	

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

送電ルートに関しては、高低差が大きいうえ、ルート上に湿地等も確認されたことから、220 kV 送電線側 (BH03) で 1 箇所、132 kV 送電線側 (BH01) で 1 箇所、地質調査を実施した。標準貫入試験及び室内試験の結果は、添付資料-9 「地質調査結果」の巻頭表 1-1 から表 1-1 1 に示す。

220 kV 送電線側 (BH03) の結果は、変電所用地内で行った試験位置と高低差があるが、ほぼ変電所計画用地内と同じ地層分布を呈していた。一方、132 kV 送電線側 (BH01) の結果は、表層 5.0 m までが粘土質砂、それ以降はシルトと粘土が 1 m 毎に変化する地層であることが確認された。

「平成 13 年国土交通省告示第 1113 号」に準拠して前述の式をもとに、室内試験の三軸圧縮試験結果等から算定した各層の許容支持力を表 5-2. 16 に示す。同表に示すように、算定した結果、送電ルート上では基礎床板付近と想定される GL-3.0 m 位置で 150 kPa (BH01) 及び 315 kPa (BH03) 程度が確保されている。

表5-2. 16 ブロバ変電所引込み送電ルート上の地耐力（室内試験結果より算定）

試験方法		平成13年国土交通省告示第1113号	
		許容支持力 $q_a$ (kPa)	
ボーリング孔		132 kV 側 (BH1)	220 kV 側 (BH3)
深さ (m)	GL-1.0~6.0m	150	315
	GL-6.0~11.0m	130	200
	GL-11.0~16.0m	140	500
	GL-16.0~21.0m	260	210
	GL-21.0~26.0m	-	-
	GL-26.0~30.0m	-	-

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

また、圧密沈下量は、室内試験の圧縮試験及び圧密試験結果等を基礎データとし、前述の式から算定される。算定された即時圧密沈下、一次圧密沈下、二次圧密沈下（25年・50年）を表5-2. 17に示す。132 kV 送電線側（BH01）及び220 kV 送電線側（BH03）の沈下量は200 mm~290 mm程度で変電所敷地内とほぼ同程度の水準であり、「建築基礎構造設計指針（日本建築学会）」に示されている最大値の300 mmを下回っているため、問題ないと判断される。しかしながら、同表に示すように、132 kV 送電線側の試験結果（BH01）及び220 kV 送電線側（BH03）によると、中間の粘土層の影響により200mm~290 mm程度の沈下量が想定されている。この箇所（送電ルート）については、132 kV 及び220 kV 線の送電鉄塔基礎は杭基礎として設計する。

表5-2. 17 ブロバ変電所引込み送電ルート上の圧密沈下量（室内試験結果より算定）

項目	132 kV 側 (BH1)	220 kV 側 (BH3)
一次圧密に要する時(年)	10	1.7
200 kPa からの一次圧密沈下量 (mm)	229.5	144.0
200 kPa からの即時圧密沈下量(mm)	30.0	21.0
200 kPa からの二次圧密沈下量 (mm) 25年間	18.0	35.0
200 kPa からの二次圧密沈下量 (mm) 50年間	31.4	44.0
200 kPa からの合計圧密沈下量 (mm) 25年間	277.4	200.0
200 kPa からの合計圧密沈下量 (mm) 50年間	291.0	209.0

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

ブロバ変電所引込み送電ルート上の室内試験結果を下記の表5-2. 18~表5-2. 25に示す。

表5-2. 18 ブロバ変電所引込み送電ルート上の含水量（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4959	
		含水量 (%)	
ボーリング孔		132 kV 側 (BH1)	220 kV 側 (BH3)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	23.0	25.8
	GL-10.5~11.0m	24.5	31.0
	GL-15.5~16.0m	26.5	30.9
	GL-20.5~21.0m	28.9	29.2
	GL-25.5~26.0m	-	26.5
	GL-28.5~29.0m	-	-
	GL-29.5~30.0m	-	25.9
	GL-30.5~31.0m	-	-

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 19 ブロバ変電所引込み送電ルート上の液性限界（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4318	
		液性限界	
ボーリング孔		132 kV 側 (BH1)	220 kV 側 (BH3)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	47.4	64.9
	GL-10.5~11.0m	44.7	41.2
	GL-15.5~16.0m	44.8	59.9
	GL-20.5~21.0m	49.9	56.5
	GL-25.5~26.0m	-	57.7
	GL-28.5~29.0m	-	-
	GL-29.5~30.0m	-	61.3
	GL-30.5~31.0m	-	-

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 20 ブロバ変電所引込み送電ルート上の塑性限界（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4318	
		塑性限界	
ボーリング孔		132 kV 側 (BH1)	220 kV 側 (BH3)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	24.4	39.8
	GL-10.5~11.0m	28.8	22.6
	GL-15.5~16.0m	28.0	33.7
	GL-20.5~21.0m	28.8	40.1
	GL-25.5~26.0m	-	36.6
	GL-28.5~29.0m	-	-
	GL-29.5~30.0m	-	36.3
	GL-30.5~31.0m	-	-

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 21 ブロバ変電所引込み送電ルート上の比重（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D854	
		平均比重	
ボーリング孔		132 kV 側 (BH1)	220 kV 側 (BH3)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	2.595	2.650
	GL-10.5~11.0m	2.636	2.649
	GL-15.5~16.0m	2.599	2.637
	GL-20.5~21.0m	2.749	2.684
	GL-25.5~26.0m	-	2.693
	GL-28.5~29.0m	-	-
	GL-29.5~30.0m	-	2.592
	GL-30.5~31.0m	-	-

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 22 ブロバ変電所引込み送電ルート上の湿潤密度（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D2937	
		湿潤密度(Mg/m <sup>3</sup> )	
ボーリング孔		132 kV 側 (BH1)	220 kV 側 (BH3)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	1.89	1.92
	GL-10.5~11.0m	2.00	1.83
	GL-15.5~16.0m	1.86	1.86
	GL-20.5~21.0m	1.94	1.88
	GL-25.5~26.0m	-	1.93
	GL-28.5~29.0m	-	-
	GL-29.5~30.0m	-	1.93
	GL-30.5~31.0m	-	-

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 23 ブロバ変電所引込み送電ルート上の一軸圧縮試験（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D2166	
		粘着力 Cu (kPa)	
ボーリング孔		132 kV 側 (BH1)	220 kV 側 (BH3)
深さ (m)	GL-1.5~2.0m	-	44
	GL-3.0~4.0m	-	-
	GL-5.5~6.0m	23.4	-
	GL-7.5~8.0m	-	35
	GL-10.5~11.0m	14	-
	GL-11.5~12.0m	-	-
	GL-15.5~16.0m	26	-
	GL-18.5~19.0m	-	31
	GL-19.5~20.0m	-	-
	GL-23.5~24.0m	-	-
	GL-24.5~25.0m	-	-
	GL-25.5~26.0m	-	44
	GL-28.5~29.0m	-	-
	GL-29.5~30.0m	-	24
GL-30.5~31.0m	-	-	

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 24 ブロバ変電所引込み送電ルート上の三軸圧縮試験（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D2850 と D4767	
		粘着力 Cu (kPa)	
ボーリング孔		132 kV 側 (BH1)	220 kV 側 (BH3)
深さ (m)	GL-5.5~6.0m	68	118
	GL-10.5~11.0m	28	73
	GL-15.5~16.0m	31	55
	GL-20.5~21.0m	74	51
	GL-25.5~26.0m	-	-
	GL-28.5~29.0m	-	-
	GL-29.5~30.0m	-	-
	GL-30.5~31.0m	-	-

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 25 ブロバ変電所引込み送電ルート上の圧密試験（室内試験結果より算定）

Borehole No.:	Depth (m)	Pre-Consolidation pressure (kN/m <sup>2</sup> )	Overburden Pressure (kN/m <sup>2</sup> )	Compression Index, C <sub>c</sub>	Coefficient of Volume Compressibility M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /MN)			Coefficient of Consolidation C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /sec)			Permeability, k (m/s) ×10 <sup>9</sup>		
					Min	Max	Ave	Min	Max	Ave	Min	Max	Ave
					BH01	5.5-6.0	200.0	101.9231	0.106	0.054	0.218	0.122	0.005
10.5-11.0	210.0	206.4796	0.123	0.048		0.428	0.211	0.004	0.01	0.006	0.309	1.888	1.190
15.5-16.0	282.11	282.1073	0.077	0.018		0.334	0.150	0.002	0.020	0.013	0.035	6.712	2.547
20.5-21.0	390.6	390.6	0.153	0.056		0.123	0.079	0.001	0.003	0.002	0.108	0.225	0.169
BH03	5.5-6.0	200.0	103.484	0.075	0.036	0.095	0.060	0.0012	0.0015	0.0014	0.050	0.137	0.083
	10.5-11.0	205.0	188.0236	0.077	0.028	0.186	0.098	0.009	0.022	0.017	0.238	4.018	1.915
	15.5-16.0	283.3	283.3	0.103	0.042	0.306	0.145	0.016	0.021	0.017	0.852	4.730	2.301
	20.5-21.0	377.7	377.7	0.159	0.056	0.356	0.173	0.012	0.020	0.016	0.638	5.764	2.740
	25.5-26.0	483.1	483.1	0.212	0.079	0.251	0.135	0.004	0.007	0.006	0.490	0.913	0.671
29.5-30.0	558.5	558.5	0.114	0.055	0.092	0.075	0.006	0.016	0.010	0.422	1.064	0.732	

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

## 2) カワラ変電所

カワラ変電所に関しては、既存の変電所敷地内において、既存の設備、建屋を撤去のうえ、ガス絶縁開閉装置を活用した大容量の変電所を計画している。同変電所の系統と

の連系を T 分岐からオープンパイ接続に変更する方針である。これに伴い、既存の 1 回線引込みを 2 回線引込みに増強する必要があるが、架空線 2 回線分の用地が確保できないため、亘長 50 m 程度の埋設線で計画する。変電所敷地とケーブルピットルート場所が隣接しているため、標準貫入試験及び室内試験用資料のサンプリングは、変電所計画用地内で 1 箇所調査を行った。標準貫入試験及び室内試験の結果は、添付資料-9「地質調査結果」の巻頭表 2-1 から表 2-8 に示す。

標準貫入試験の結果、表層から 2.0 m 付近は砂礫層、その後 11.0 m 付近まで砂質粘土層、15.0 m 付近までが粘土質砂層、28 m 付近までが砂質シルト層と続き、それ以降 30.5 m 付近までは軟岩となっている。

「平成 13 年国土交通省告示第 1113 号」に準拠して前述の式をもとに、室内試験の三軸圧縮試験結果等から算定した各層の許容支持力を表 5-2. 26 に示す。同表に示すように、算定した結果、基礎床板付近と想定される GL-3.0m 位置で 400 kPa (BH01) 程度が確保されている。

表 5-2. 26 カワラ変電所敷地内の地耐力 (室内試験結果より算定)

試験方法		平成 13 年国土交通省告示第 1113 号
		許容支持力 $q_a$ (kPa)
ボーリング孔		BH1(建屋・小鉄塔・ケーブルピット)
深さ (m)	GL-1.0~5.0m	400
	GL-5.0~10.0m	390
	GL-10.0~15.0m	230
	GL-15.0~20.0m	430
	GL-20.0~25.0m	530
	GL-25.0~30.0m	570

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書 (添付資料-9)

また、圧密沈下量は、室内試験の圧縮試験及び圧密試験結果等を基礎データとし、前述の式から算定される。算定された即時圧密沈下、一次圧密沈下、二次圧密沈下 (25 年・50 年) を表 5-2. 27 に示す。同表の結果を踏まえ、べた基礎とする場合、300 mm 程度の沈下量を考慮する。確認された沈下量としては、「建築基礎構造設計指針 (日本建築学会)」に示されている最大値の 300 mm と同等の数値になっており、構築の GF レベルを上げれば問題ないと判断される。以上の結果から、カワラ変電所敷地内と周辺に関しては、一般的なべた基礎を採用して施設計画を行う方針とする。

表 5-2. 27 カワラ変電所敷地内の圧密沈下量 (室内試験結果より算定)

項目	BH1
一次圧密に要する時(年)	13.5
200 kPa からの一次圧密沈下量 (mm)	247.5
200 kPa からの即時圧密沈下量(mm)	34
200 kPa からの二次圧密沈下量 (mm) 25 年間	9
200 kPa からの二次圧密沈下量 (mm) 50 年間	19
200 kPa からの合計圧密沈下量 (mm) 25 年間	290
200 kPa からの合計圧密沈下量 (mm) 50 年間	300

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書 (添付資料-9)

カワラ変電所敷地内の室内試験結果を下記の表 5-2. 28~表 5-2. 35 に示す。

表5-2. 28 カワラ変電所敷地内の含水量（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4959
		含水量 (%)
ボーリング孔		BH1(建屋・小鉄塔・ケーブルピット)
深さ (m)	GL-3.0 m	26.2
	GL-5.0 m	22.0
	GL-6.0 m	22.7
	GL-10.0 m	19.0
	GL-11.0 m	21.5
	GL-12.0 m	10.9
	GL-15.0 m	19.3
	GL-16.0 m	25.8
	GL-18.0 m	24.2
	GL-20.0 m	25.8
	GL-24.0 m	22.6
	GL-25.0 m	20.7
	GL-27.0 m	22.0
GL-30.0 m	17.6	

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 29 カワラ変電所敷地内の液性限界（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4318
		液性限界 (%)
ボーリング孔		BH1(建屋・小鉄塔・ケーブルピット)
深さ (m)	GL-5.0 m	53.9
	GL-10.0 m	57.7
	GL-11.0 m	57.5
	GL-15.0 m	53.2
	GL-20.0 m	57.1
	GL-30.0 m	42.1

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 30 カワラ変電所敷地内の塑性限界（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4318
		塑性限界(%)
ボーリング孔		BH1(建屋・小鉄塔・ケーブルピット)
深さ (m)	GL-5.0 m	26.4
	GL-10.0 m	31.6
	GL-11.0 m	29.6
	GL-15.0 m	31.3
	GL-20.0 m	35.9
	GL-30.0 m	24.1

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 31 カワラ変電所敷地内の比重（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D854
		平均比重
ボーリング孔		BH1(建屋・小鉄塔・ケーブルピット)
深さ (m)	GL-5.0 m	2.45
	GL-10.0 m	2.48
	GL-11.0 m	2.65
	GL-15.0 m	2.61
	GL-20.0 m	2.62
	GL-30.0 m	2.55

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 32 カワラ変電所敷地内の湿潤密度 (室内試験結果より算定)

試験方法		ASTM D2937
		湿潤密度 (kg/m <sup>3</sup> )
ボーリング孔		BH1(建屋・小鉄塔・ケーブルピット)
深さ (m)	GL-5.0 m	1903.0
	GL-10.0 m	1903.0
	GL-11.0 m	1969.6
	GL-15.0 m	1972.7
	GL-20.0 m	1856.9

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書 (添付資料-9)

表5-2. 33 カワラ変電所敷地内の一軸圧縮試験 (室内試験結果より算定)

試験方法		ASTM D2166
		粘着力 Cu (kPa)
ボーリング孔		BH1(建屋・小鉄塔・ケーブルピット)
深さ (m)	GL-5.0 m	24
	GL-10.0 m	10
	GL-11.0 m	54
	GL-15.0 m	42.7
	GL-20.0 m	33

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書 (添付資料-9)

表5-2. 34 カワラ変電所敷地内の三軸圧縮試験 (室内試験結果より算定)

試験方法		ASTM D2166
		粘着力 Cu (kPa)
ボーリング孔		BH1(建屋・小鉄塔・ケーブルピット)
深さ (m)	GL-5.0 m	53
	GL-10.0 m	76
	GL-15.0 m	14
	GL-20.0 m	8
	GL-25.0 m	22
	GL-30.0 m	25

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書 (添付資料-9)

表5-2. 35 カワラ変電所敷地内の圧密試験 (室内試験結果より算定)

Sample Source	Depth (m)	Pre-Consolidation pressure (kN/m <sup>2</sup> )	Overburden Pressure (kN/m <sup>2</sup> )	Compression Index, C <sub>c</sub>	Coefficient of Volume Compressibility mv (m <sup>2</sup> /MN)			Coefficient of Consolidation C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /sec)			Permeability, k (m/s) x10 <sup>9</sup>		
					Min	Max	Ave	Min	Max	Ave	Min	Max	Ave
BH 1	5	150	92.2	0.195	0.072	4.057	0.8934	0.0010	0.0036	0.0018	7E-11	1.5E-09	2.83E-09
	10	180	172.1	0.201	0.070	1.846	0.502	0.0011	0.0042	0.0028	7.6E-11	6.5E-09	1.67E-09
	15		276.6	0.036	0.020	0.16	0.074	0.0032	0.0154	0.0083	1.12E-09	2.25E-09	9.25E-10
	20		368.8	0.029	0.016	0.16	0.07	0.0026	0.0081	0.0049	4.2E-09	1.12E-09	4.88E-10
	30		553.2	0.037	0.030	0.098	0.053	0.0020	0.0055	0.0035	8.76E-11	1.97E-10	1.5E-10

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書 (添付資料-9)

### 3) 新ムコノ変電所

220 / 132 kV 新ムコノ変電所に関しては、中国輸出入銀行の支援により既に用地取得手続きが進められている 132 / 33 kV ムコノ変電所用地の空用地に計画している。同変電所は系統とダブルパイ接続を計画しているため、220 kV 送電線の引込みに関しては、架空線 4 回線を中国輸出入銀行支援のムコノ変電所の 132 kV 引込み送電線と平行に亘長 4

km 程度の架空線で計画する。プロバ変電所と異なり、送電ルート上に湿地等が確認されなかったため、概略設計にあつたては、変電所用地内で1箇所実施する方針とした。標準貫入試験及び室内試験の結果は、添付資料-9「地質調査結果」の巻頭表3-1から表3-8に示す。

標準貫入試験の結果、表層から9.0m付近まで砂質シルト層、その後18.0m付近までが礫混じり砂層、28.5m付近までがシルト質粘土層となっている。

「平成13年国土交通省告示第1113号」に準拠して前述の式をもとに、室内試験の三軸圧縮試験結果等から算定した各層の許容支持力を表5-2.36に示す。同表に示すように、算定した結果、基礎床板付近と想定されるGL-3.0m位置で105kPa(BH01)程度が確保されている。

表5-2.36 新ムコノ変電所敷地内の地耐力(BH01)

試験方法		平成13年国土交通省告示第1113号	
		許容支持力 $q_a$ (kPa)	
ボーリング孔		BH1	
		建屋	鉄塔
深さ (m)	GL-1.0~4.5m	105	115
	GL-4.5~6.0m	130	140
	GL-6.0~10.5m	260	275

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書(添付資料-9)

また、圧密沈下量は、室内試験の圧縮試験及び圧密試験結果等を基礎データとし、前述の式から算定される。算定された即時圧密沈下、一次圧密沈下、二次圧密沈下(25年・50年)を表5-2.37に示す。同表に示すように、プロバ及びカワラの沈下量より少なく、ベタ基礎とする場合で167mm程度の沈下量を考慮する。確認された沈下量としては、「建築基礎構造設計指針(日本建築学会)」に基づいて最大値の300mmと同等の数値になっており、構築物のGFレベルを上げれば問題ないと判断される。以上の結果から、新ムコノ変電所に関しては、一般的なべた基礎を採用して施設計画を行う方針とする。

表5-2.37 新ムコノ変電所敷地内の圧密沈下量(室内試験結果より算定)

項目	BH1
一次圧密に要する時(年)	13.5
200kPaからの一次圧密沈下量(mm)	126
200kPaからの即時圧密沈下量(mm)	20
200kPaからの二次圧密沈下量(mm) 25年間	12
200kPaからの二次圧密沈下量(mm) 50年間	21
200kPaからの合計圧密沈下量(mm) 25年間	158
200kPaからの合計圧密沈下量(mm) 50年間	167

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書(添付資料-9)

新ムコノ変電所敷地内の室内試験結果を下記の表5-2.38~表5-2.45に示す。

表5-2. 38 新ムコノ変電所敷地内の含水量（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4959
		含水量 (%)
ボーリング孔		BH1(建屋・鉄塔)
深さ (m)	GL-1.5 m	27.7
	GL-3.0 m	26.8
	GL-4.5 m	30.7
	GL-6.0 m	30.9
	GL-7.5 m	13.2
	GL-9.0 m	15.5
	GL-10.5 m	22.4
	GL-12.0 m	5.5
	GL-13.5 m	11.3
	GL-15.0 m	9.3
	GL-16.5 m	16.1
	GL-18.0 m	9.4
	GL-19.5 m	17.9
	GL-27.0 m	19.5
GL-28.5 m	22.2	

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 39 新ムコノ変電所敷地内の液性限界（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4318
		液性限界 (%)
ボーリング孔		BH1(建屋・鉄塔)
深さ (m)	GL-4.5 m	51.8
	GL-6.0 m	45.8
	GL-10.5 m	41.2
	GL-28.5 m	35.3

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 40 新ムコノ変電所敷地内の塑性限界（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D4318
		塑性限界 (%)
ボーリング孔		BH1(建屋・鉄塔)
深さ (m)	GL-4.5 m	30.3
	GL-6.0 m	28.3
	GL-10.5 m	30.5
	GL-28.5 m	25.7

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 41 新ムコノ変電所敷地内の比重（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D854
		平均比重
ボーリング孔		BH1(建屋・鉄塔)
深さ (m)	GL-4.5 m	2.573
	GL-6.0 m	2.571
	GL-10.5 m	2.704
	GL-28.5 m	2.722

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 42 新ムコノ変電所敷地内の湿潤密度（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D2937
		湿潤密度 (kg/m <sup>3</sup> )
ボーリング孔		BH1(建屋・鉄塔)
深さ (m)	GL-4.5 m	1900
	GL-6.0 m	1867
	GL-10.5 m	1698
	GL-28.5 m	1929

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 43 新ムコノ変電所敷地内の一軸圧縮試験（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D2166
		粘着力 Cu (kPa)
ボーリング孔		BH1(建屋・鉄塔)
深さ (m)	GL-4.5 m	19
	GL-6.0 m	7
	GL-10.5 m	40

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 44 新ムコノ変電所敷地内の三軸圧縮試験（室内試験結果より算定）

試験方法		ASTM D2166
		粘着力 Cu (kPa)
ボーリング孔		BH1(建屋・鉄塔)
深さ (m)	GL-4.5 m	43
	GL-6.0 m	54
	GL-10.5 m	71

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

表5-2. 45 新ムコノ変電所敷地内の圧密試験（室内試験結果より算定）

Borehole No.:	Depth (m)	Pre-Consolidation pressure (kN/m <sup>2</sup> )	Overburden Pressure (kN/m <sup>2</sup> )	Compression Index, C <sub>c</sub>	Coefficient of Volume Compressibility M <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /MN)			Coefficient of Consolidation C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /sec)			Permeability, k (m/s) x10 <sup>-9</sup>		
					Min	Max	Ave	Min	Max	Ave	Min	Max	Ave
BH 01	4.5	140.0	83.86	0.197	0.070	0.3219	0.1617	0.0001	0.0003	0.0001	0.007	0.041	0.020
	6.0	200.0	109.90	0.104	0.053	0.179	0.099	0.001	0.002	0.001	0.091	0.185	0.120
	10.5	220.00	174.94	0.137	0.062	0.297	0.162	0.001	0.002	0.002	0.105	0.396	0.241
	28.5	539.4	539.4	0.061	0.031	0.135	0.085	0.003	0.006	0.004	0.096	0.403	0.281

[出所] 再委託業者からの地質調査報告書（添付資料-9）

(7) 地形測量

本事業コンポーネントである 220 / 132 kV 新ムコノ変電所及びプロバ変電所新設、関連送電線据付、並びに、カワラ変電所への 132 kV 埋設線据付に関しては、用地取得、一部住民移転が発生するため、計画対象サイトへのアクセスルートも含め、簡易住民移転計画の作成が必要である。住民移転計画に関しては、送電ルート上及び変電所用地に対する所有者及び構造物位置確認図（Strip Map）に基づく調査が不可欠である。この基礎資料として測量図が必要となるため、上記コンポーネントの対象地周辺状況を踏まえ、以下の仕様で自然条件調査の一環として測量を実施した。

また、プロバ変電所に関しては、サイト状況踏査において傾斜が大きいことが確認され、造成工事に大規模な擁壁工事が必要となり、本計画の供用開始の目標年次である 2020 年に完工が間に合わないことも想定されたため、測量結果をもとに目標年次までに

完工できる造成工法を検討する方針とする。

なお、再委託を行った測量図については、添付資料－ 8 に示す。

1) カワラ変電所

カワラ変電所の引込みケーブルルート（亘長 50 m 程度）に関しては、区間も短いことに加え、周辺に家屋等が密集しており、それらに位置を確認するため 5 m 間隔で実施した。

2) ブロバ変電所

ブロバ変電所周辺には、高低差が大きく、一部、家屋等も確認され計画対象範囲とそれらの位置関係を確認にするため、計画対象範囲内で 5 m 間隔(220 kV 及び 132 kV それぞれ亘長 900 m 程度) で実施した。

3) 新ムコノ変電所

新ムコノ変電所については、ルート上に構造物がほとんど確認されなかったため亘長も他と比較し長いことから 30 m 間隔（亘長 5 km 程度）で実施した。

一般に採用されている送電線ルート調査・設計の手順を表 5－ 2. 4 6 に示す。本事業準備調査では、フィージビリティスタディという側面を踏まえ、同表の項目 1 から 3 までを行う。

表 5－ 2. 4 6 送電線路設計方針

番号	内容
1	ルートゾーン設定 ➤ 自然環境保関連法等の諸法規を踏まえ、必要な情報の収集を行う。(机上調査)
2	概略ルート選定 ➤ 土地利用・自然環境・生物等に関する情報収集及び重要地点の現地踏査の実施。 ➤ 地形・地質及び施工条件を考慮の上で鉄塔位置を決め、概略縦断図を作成して縦断検討を行う。
3	複数ルートの検討及び概略ルート絞込 ➤ 候補ルートに関して送電設備の概略設計を行う。
4	基本ルート選定 ➤ 平面図に他工作物、主要河川、道路、既設送電線などを記入する。 ➤ 航空測量により、平面・縦断図を作成する。さらに、最適縦断設計を行う。
5	詳細ルート選定 ➤ 基本ルート上の鉄塔予定地点に係る現地情報を踏査で得る。更に中心横断測量と下線縦断測量を行う。

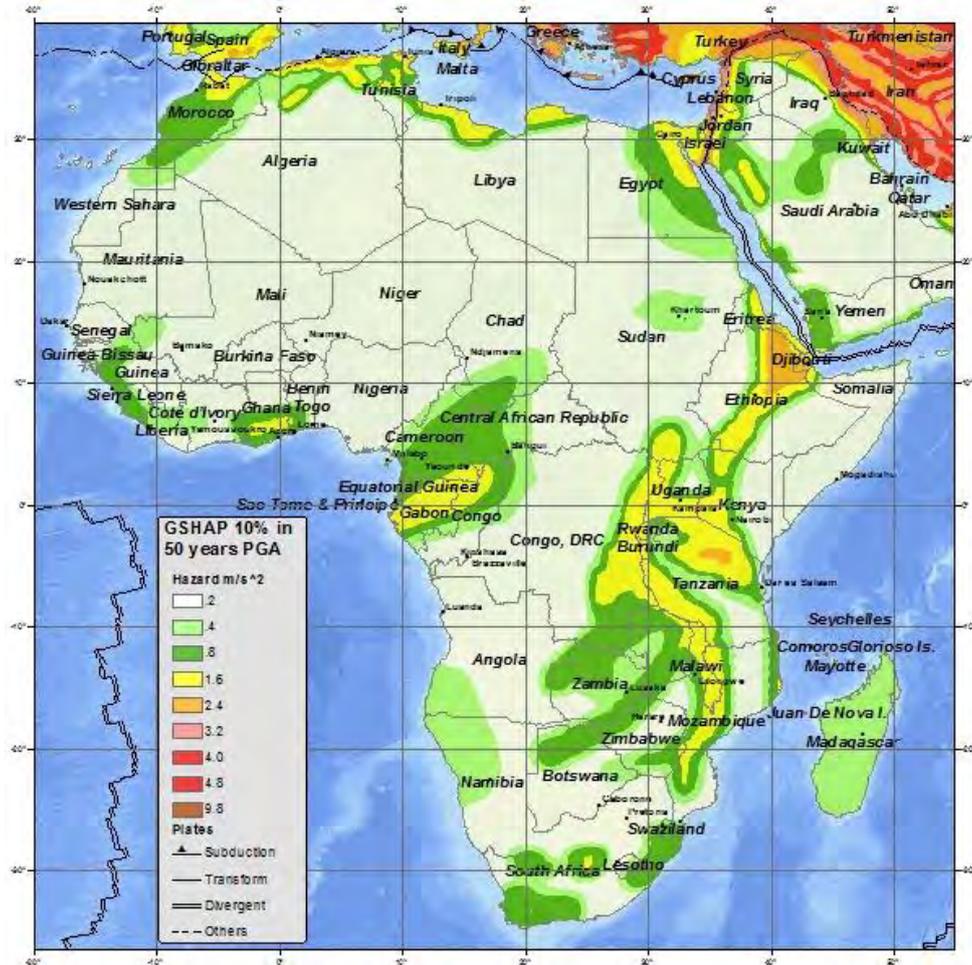
[出典] 平成 25 年度再生可能エネルギー導入拡大に向けた系統設備等調査事業（環境省）(URL : <http://www.env.go.jp/earth/report/h27-02/index.html>) の情報に基づき JICA 調査団作成

「概略ルートの選定」では、標高データにより地形起伏・傾斜度を平面図上で検討する必要がある。本準備調査にて実施した地形測量（5 m 間隔）結果より、220 kV 送電ルート上において、問題及び要検討となる断層、地すべり・崩壊地形、角度 10° を超える傾斜は確認されなかった。次に同測量結果から縦断図（横断図を含む）を作成し、電線横振れ時も含め、地表面や樹木などと所定の離隔距離を保ち、電鉄塔の位置・高さ・碍子つり形を決定して、概略ルートを選定した。新ムコノ変電所における 220 kV 送電線ルートの縦断図を添付資料－ 1 0 に示す。同図より、220 kV 送電線路上には起

伏及び傾斜が認められたが、最下相と大地間の絶縁距離（クリアランス）は確保されることが確認された。

(8) 地震

最近でも 1996 年に地震があったことが UETCL より報告されている。図 5-2. 1 にアフリカ大陸の地震危険度マップを示す。



[備考]

- ・GSHAP: Global Seismic Hazard Assessment Program
- ・PGA: Peak Ground Acceleration(最大地動加速度) ( $1g=9.81 \text{ m/s}^2=981\text{Gal}$ )
- ・日本の震度 7 は  $4 \text{ m/s}^2$  ( $0.41g$ )以上に想定する。

[出所] Home Page of U.S. Geological Survey

図 5-2. 1 アフリカ大陸地震危険度マップ

## 5-3 概略設計

### 5-3-1 変電計画

本プロジェクトで実施するカンパラ首都圏における変電所対象コンポーネントの概要を以下に示す。

#### (1) ブロバ変電所新設

カンパラ首都圏中心部より約 25 km 西部に位置するブロバ地区に電圧階級 220 / 132 / 33 kV を有するブロバ変電所を新設することにより、カンパラ首都圏への電力供給の安定化に資することを目的としている。更に、今後需要の拡大が予測される西部及び現在ムトゥンドウエ変電所より 33 kV 配電網にて供給されているマサカ地区、ムピギ地区、センテマ地区、さらにはカンパラ首都圏より 60 km 離れているミティアナ地区までの範囲一帯への配電の安定化を図る。表 5-3-1. 1 にブロバ変電所の主要データを示す。220 kV 引込回線は、現在世界銀行の借款事業により建設が進められているカワンダ変電所-マサカ変電所間 220 kV 送電線 (2 回線) をダブルパイ方式 (4 回線) で引き込む。さらに 132 kV 引込回線を既設のムトゥンドウエ変電所-カブラソケ変電所間の送電線 (1 回線) からパイ引き込みする。

表 5-3-1. 1 ブロバ変電所の主要データ

主仕様	数量
220 kV 引込回線	4 フィーダ
220/132 kV 変圧器(125 MVA)	2 台
132 kV 引込回線	2 フィーダ
132/33 kV 変圧器 (40 MVA)	2 台
33 kV 引出回線	7 フィーダ

[出所] JICA 調査団

33 kV 配電線整備は本事業の対象外とし、ウガンダ側にて実施するよう計画する。当該 33 kV 配電線整備は既設の配電網を最大限活用する事により、新たな工事を最小限に抑える形での新設及び改修を行うよう配慮する。そのため、当該変電所においては既設の 33 kV 配電線 (ミティアナ地区-ムトゥンドウエ変電所間) が存在するため、同配電線をパイ引込する工事を行い、一度当該変電所に引き込むことが工事实現の面からも妥当と評価される。同様に、マサカ地区-ムトゥンドウエ変電所間の 33 kV 配電線についても同様の方法で引き込むことが妥当であると考えられる。一方、センテマ地区への配電網は新設される計画である。さらに、将来ブロバ地区での建設が予定されているオイルパイプラインターミナルへの専用線が整備される計画である。当該変電所に引き込まれる予定の 33 kV フィーダ線と、新たに必要となる線路建設距離 (案) を表 5-3-1. 2 に示す。

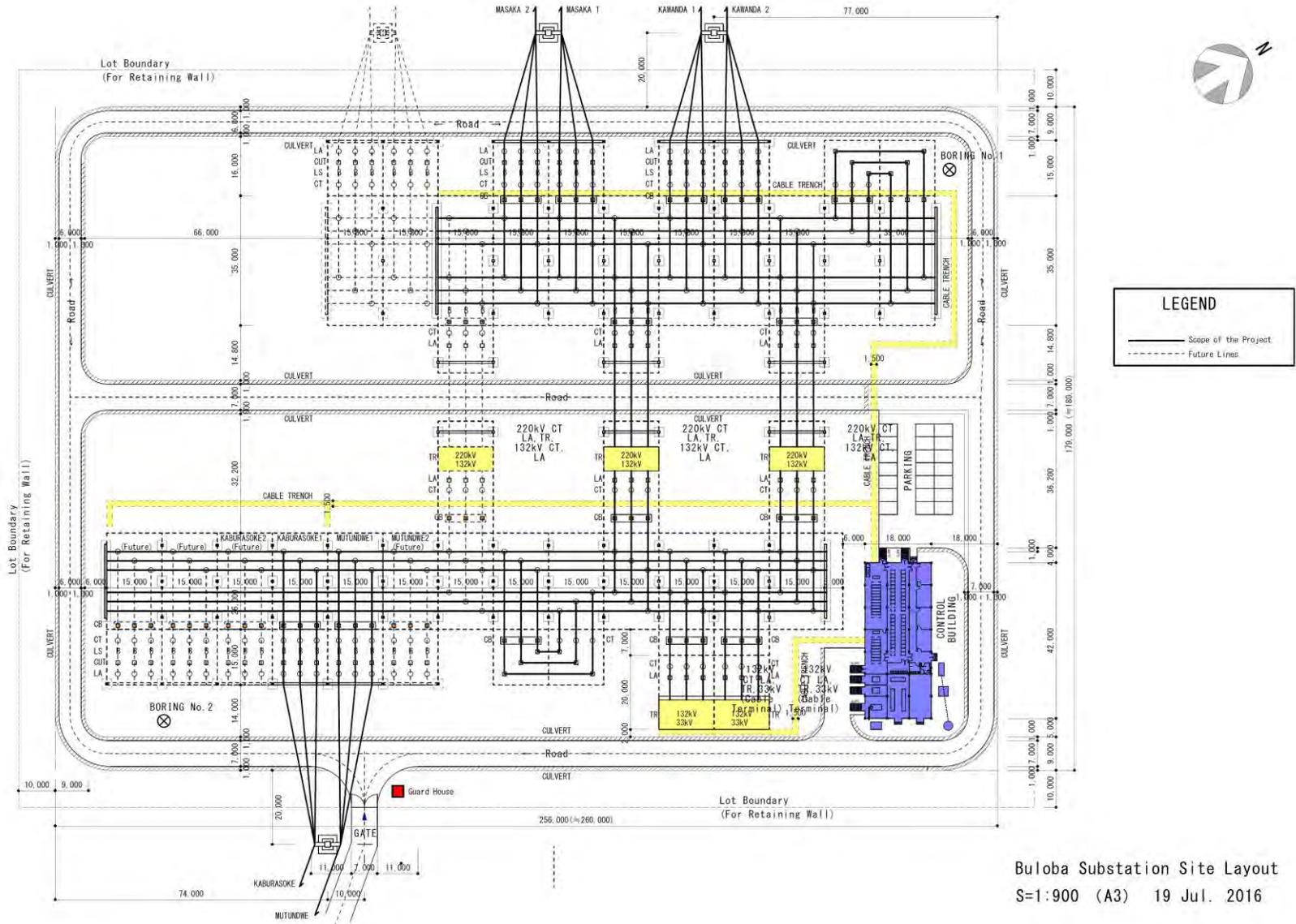
表 5-3-1. 2 33 kV 配電線フィーダと工事距離

番号	フィーダ名	工事距離 [km]
1	ミティアナ地区	4.8
2	センテマ地区	23
3	マサカ地区	6.3
4	オイルパイプライン専用線	3.0
5	ムトゥンドウエ変電所 1	7.0
6	ムトゥンドウエ変電所 2	7.0

7	スペアフィーダ	-
---	---------	---

〔出所〕ウメメ社

当該変電所周辺は、なだらかな丘陵地帯と湖沼地帯が混在する。そのため、変電所建設用地の確保は比較的容易であるため、220 kV、132 kV 共に、経済性も考慮して屋外式の気中絶縁方式が技術的に妥当と評価される。一方、33 kV 開閉装置については UETCL の標準であるガス絶縁開閉装置（GIS）を採用することが望ましい。なお、33 kV GIS については UETCL の管轄部分とウメメ社の管轄部分を 2 つの母線で区分けすることにより、それぞれの機関が独立して電力事業を実施できるよう考慮する。図 5-3-1. 1 にプロバ変電所レイアウト（案）を示す。上段が 220 kV 複母線、下段が 132 kV 複母線という配置としている。220 kV 開閉設備スペースには 5 ベイ分の将来の母線拡張用の空きスペースを設ける。このスペースは、工事期間中のプロバ変電所用機材の仮機材置き場として使用される。



[備考] 単位: mm

[出所] JICA 調査団

図5-3-1. 1 プロバ変電所レイアウト (案)

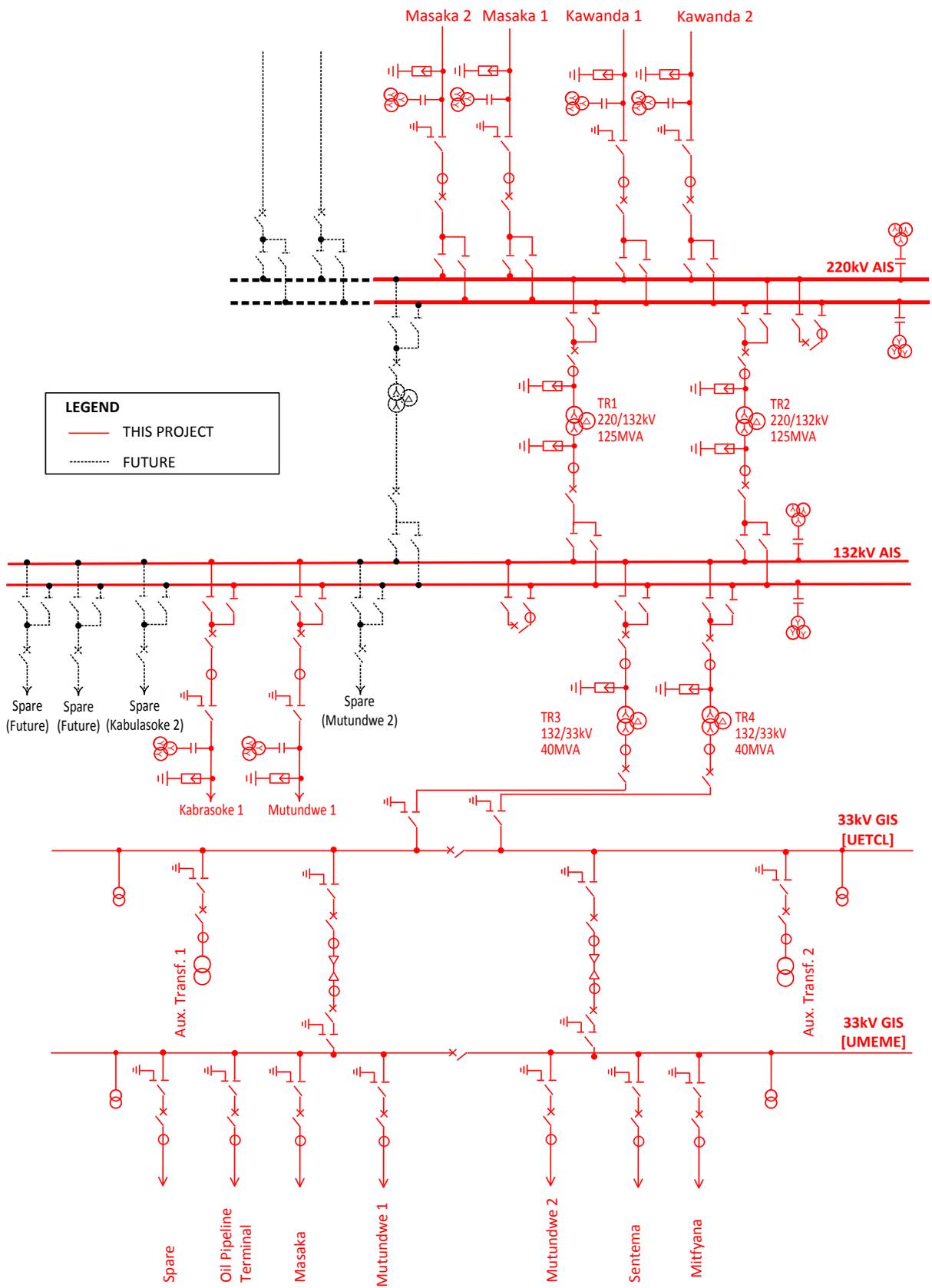


図5-3-1. 2 プロバ変電所単線結線図 (案)

グロバ変電所周辺は勾配が大きく、土地状況によって造成工事に想定以上の長期間を要し、本事業の供用開始の目標年次である 2020 年に影響を及ぼす可能性があるため、測量図をもとに検討を行い、以下の造成工事を採用する方針とした。

グロバ変電所用地に関しては測量結果図 5-3-1. 3 に示すように、北東側から南西側に向けて 15 m 程度の傾斜があることが確認され、20 万 m<sup>3</sup> 程度の切土／盛土（整地レベルを高低差 15 m の中間レベルと想定）が発生することが確認された。傾斜が大きいため、法面の土砂の流出防止策として、擁壁、もしくは、蛇籠等による法面保護工事が必要である。本事業の供用開始の目標年次である 2020 年を考慮し、測量結果を踏まえ工期短縮が図れる蛇籠による法面保護工事を採用し、事業実施工程表に反映する方針とする（擁壁の場合、配筋・型枠・コンクリート打設が必要となるため、工期が長期間となる）。

測量結果から確認された切土／盛土の規模、蛇籠による法面工事の規模から 4 か月間程度が想定されるため、事業実施工程表に反映した。なお、当該工事を実施したとしても、本計画の供用開始の目標年次である 2020 年完工に支障はないと判断される。

また、変電所用地造成に加えて当該変電所へのアクセス道路の造成を行う。アクセス道路は水平距離 200 m に対して 15 m の勾配が生じる。法面工事については変電所用地造成の場合と同様、既存のムトゥンドゥエ変電所の敷地造成などにて当国での実績を有する蛇籠を採用する。造成工事、擁壁工事ともに、変電所用地造成工事と同時期の実施が可能であり、工期は 2 か月程度と考えられる。そのため、変電所用地造成に係る 4 か月以内に完了することが可能であるため、全体の工期に影響はない。

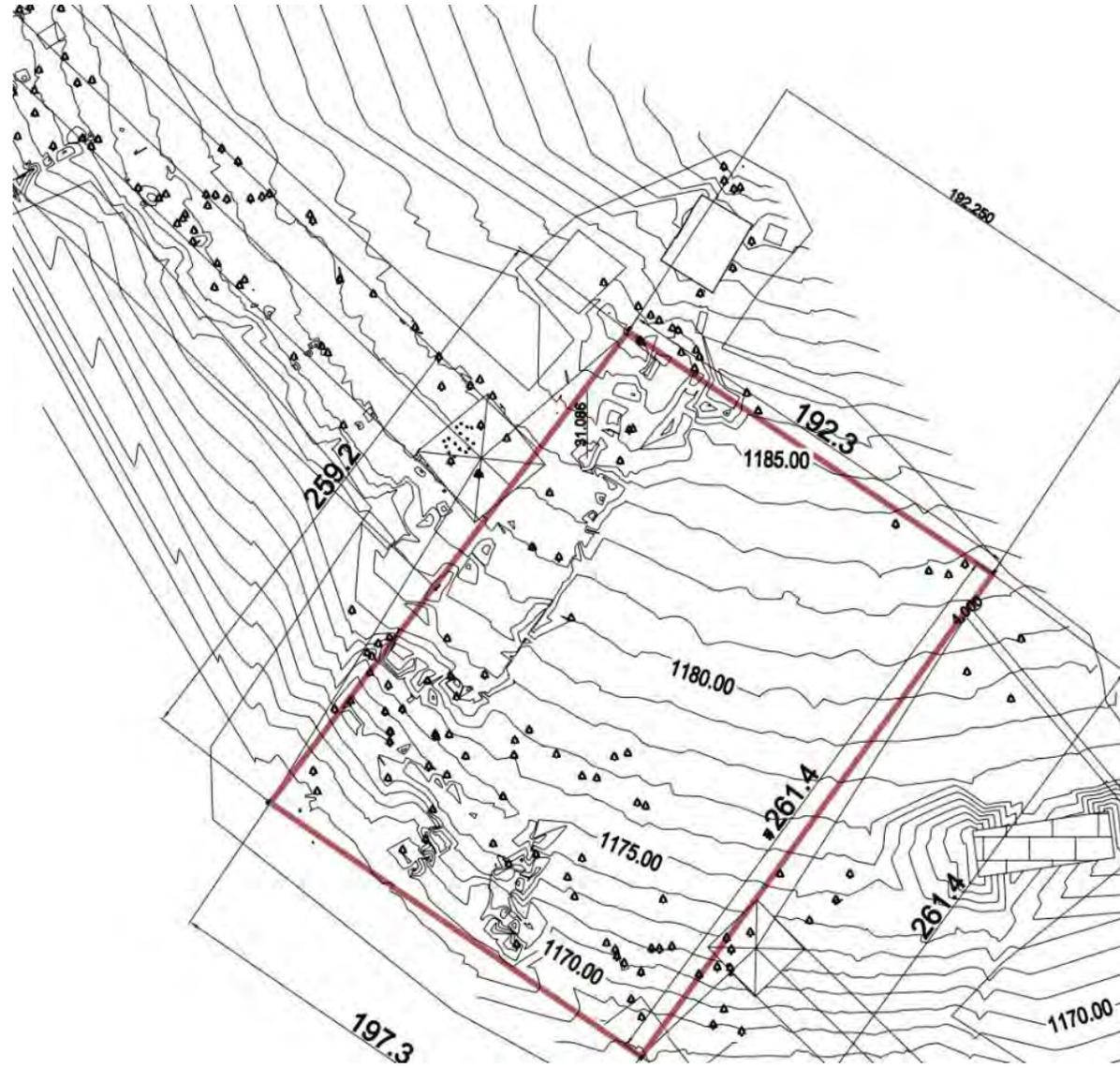


図 5-3-1. 3 プロバ変電所周辺の測量図

## (2) カワラ変電所改修

カンパラ首都圏内北西部に位置するカワラ変電所は変電容量 20 MVA の 132 / 11 kV 変圧器 1 台を有し、3 フィーダにて周辺地域への配電に給している。当該変電所の配電地域における需要拡大に対応する点だけでなく、同変電所に隣接する一次変電所であるカンパラ北変電所及びムトゥンドゥエ変電所の 132 / 33 kV 変圧器の過負荷を低減するため、当該変電所から 33 kV 配電線フィーダを新設し、負荷分担を図ることでカンパラ首都圏北地区及び西地区一帯における配電事業の安定化に資することが求められている。

当該変電所における主仕様を表 5-3-1. 3 に示す。ウメメ社からの聴取によると今後は 11 kV 配電網より 33 kV 配電網へ段階的に移行する計画である。さらに、2030 年における 11 kV 配電線の想定需要が 12 MW である点も加味した上で、132/11 kV 変圧器 1 台 (20 MVA) を据付する。

また、当該変電所における 33 kV 配電線の電力需要想定によると、2030 年には 75 MW に達する見込みとなっているため、変圧器容量 40 MVA を有する変圧器 2 台を調達することが最低限要求される。さらに、当該変電所へのアクセスルートは狭小であり、移動変電所の進入は困難である点を鑑み、1 台の変圧器 (40 MVA) をメンテナンス時などの仮設変圧器として据付し、合計の 132/33 kV 変圧器容量は 120 MVA とする計画とした。なお、対象敷地は長辺 60 m 奥行 40 m の先細り長方形形状をしており、面積約 2,400 m<sup>2</sup> と他のこの規模の変電所と比較すると狭小である。そのため、132 kV 開閉設備として、ガス絶縁開閉装置 (Gas Insulated Switchgear: GIS) を採用し、変圧器と当該 GIS 間は六フッ化硫黄ガスが封入された密閉容器で直結することにより更なる省スペース化を図る。

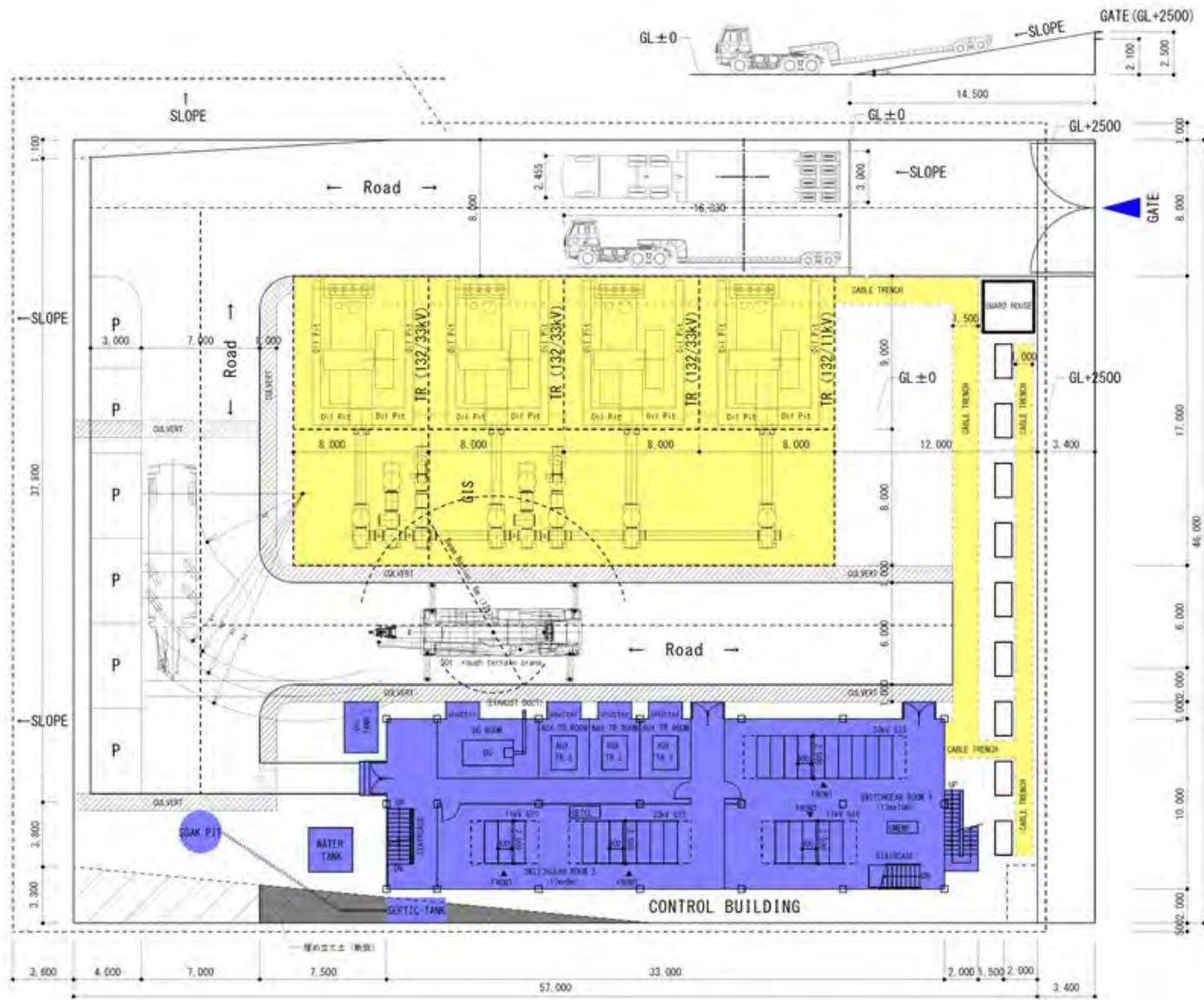
本事業後の 33 kV 引出回線は 6 回線と接続される計画である。2 回線はカンパラ北変電所 33 kV 母線と接続し、2 回線は、予備回線として同様にムトゥンドゥエ変電所の 33 kV 母線に引き込まれる計画である。残りの 2 回線はカンパラ首都圏より北西方向に約 20 km 離れた点に位置するカスビ地区およびカキリ地区への新設配電線となる。

表 5-3-1. 3 カワラ変電所の主要データ (案)

主仕様	数量
132 kV 引込回線	2 フィーダ
132 / 11 kV 変圧器(20 MVA)	1 台
132 / 33 kV 変圧器(40 MVA)	3 台
11 kV 引出回線	3 フィーダ
33 kV 引出回線	6 フィーダ

[出所] JICA 調査団

同変電所敷地は 3 方向を住民居住区に囲まれており、配電線を拡張するには敷地に隣接する道路の 1 方向のみである。そのため、変電所敷地内の当該道路沿いに 33 kV 配電線用ガントリーを建設し、新設される 33 kV 配電線との接続が円滑に行われるよう配慮する。11 kV 配電網については地中ケーブルにより接続されているため、新たにガントリーを建設する必要はないと考えられる。図 5-3-1. 4 に当該変電所レイアウト (案) を示す。



[単位 : mm]  
 [出所] JICA 調査団

図5-3-1. 4 カワラ変電所レイアウト (案)

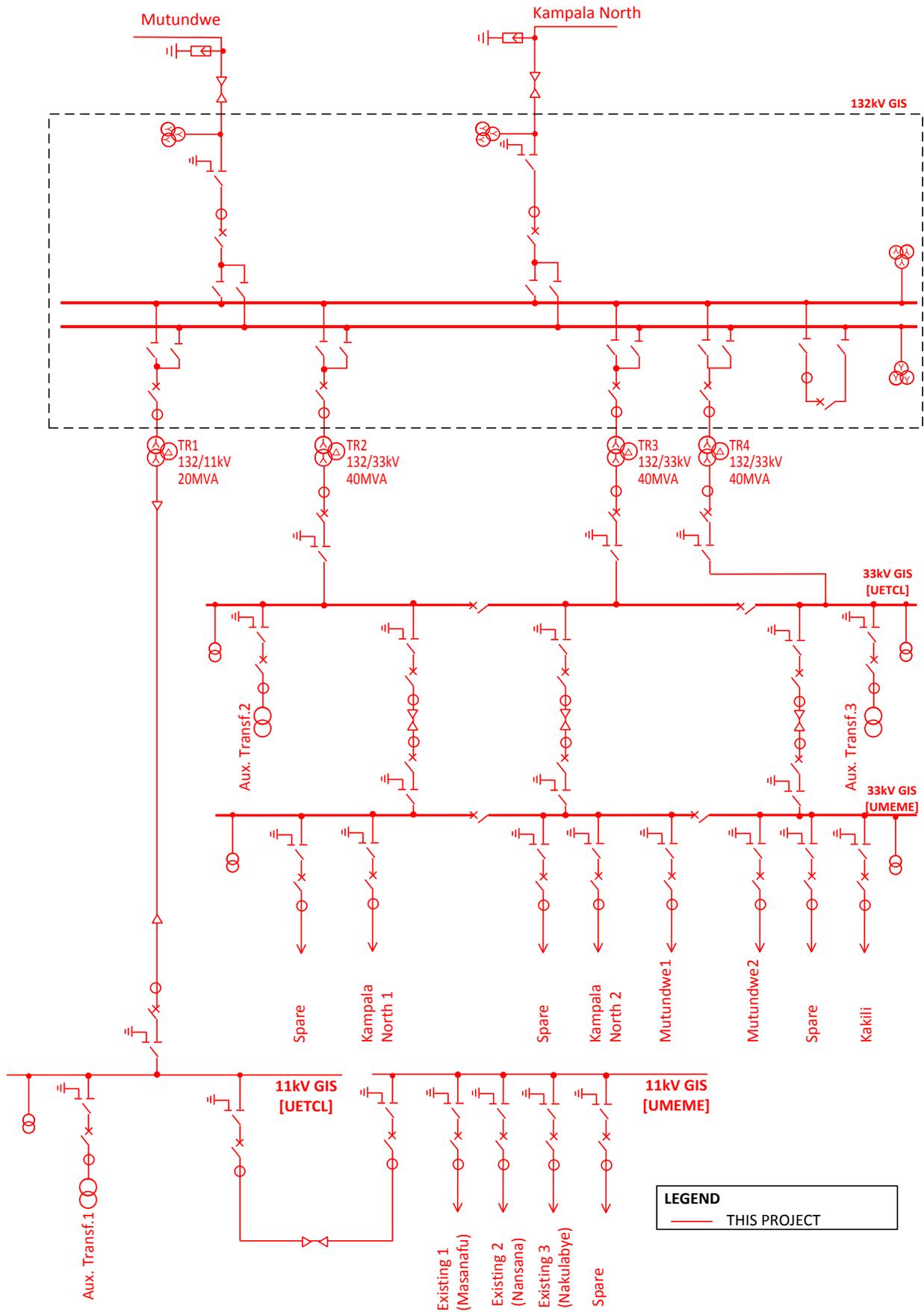


図5-3-1. 5 カワラ変電所単線結線図 (案)

### (3) 新ムコノ変電所建設

UETCL は他ドナーからの支援によりカンパラ首都圏東部地域への配電能力増強を目的としたガス絶縁開閉設備を有する電圧階級 132/33 kV の送電用変電所（ナマンベ南変電所、ルジラ変電所、そしてムコノ変電所）を建設する予定であり、2017 年までの完工を予定している。これらの送電用変電所の一つであるムコノ変電所の近隣に、電圧階級 220 / 132 kV の連系変電所としての機能を有する新ムコノ変電所を建設するものである。ブジャガリ変電所－カワンダ変電所間の 220 kV 送電線 2 回線をパイ引込することにより 4 回線で当該変電所に引込み、132 kV に降圧した後、近接するムコノ変電所及びナルバレ変電所－ルゴゴ変電所 132 kV 南幹線 1 回線を同じくパイ引込により 2 回線で接続するものである。UETCL の有する敷地広さが約 16 エーカー（約 64,000 m<sup>2</sup>）と限られている上、ムコノ変電所と共有する必要があるという立地条件の制約を考慮すると、当該変電所の敷地面積は制限される。

また、当該変電所の対象サイト周辺が、工業地域として開発が進められており、UETCL との協議結果、万一、汚染された空気環境下に置かれても十分な絶縁特性を維持するため、絶縁部が密閉容器の中に配置されたガス絶縁開閉装置を採用する方針である。中国輸出入銀行の支援のもと、UETCL が同地域周辺で進めているムコノ変電所、ナマンベ南変電所、ルジラ変電所ともガス絶縁開閉装置を採用した変電所となっている。

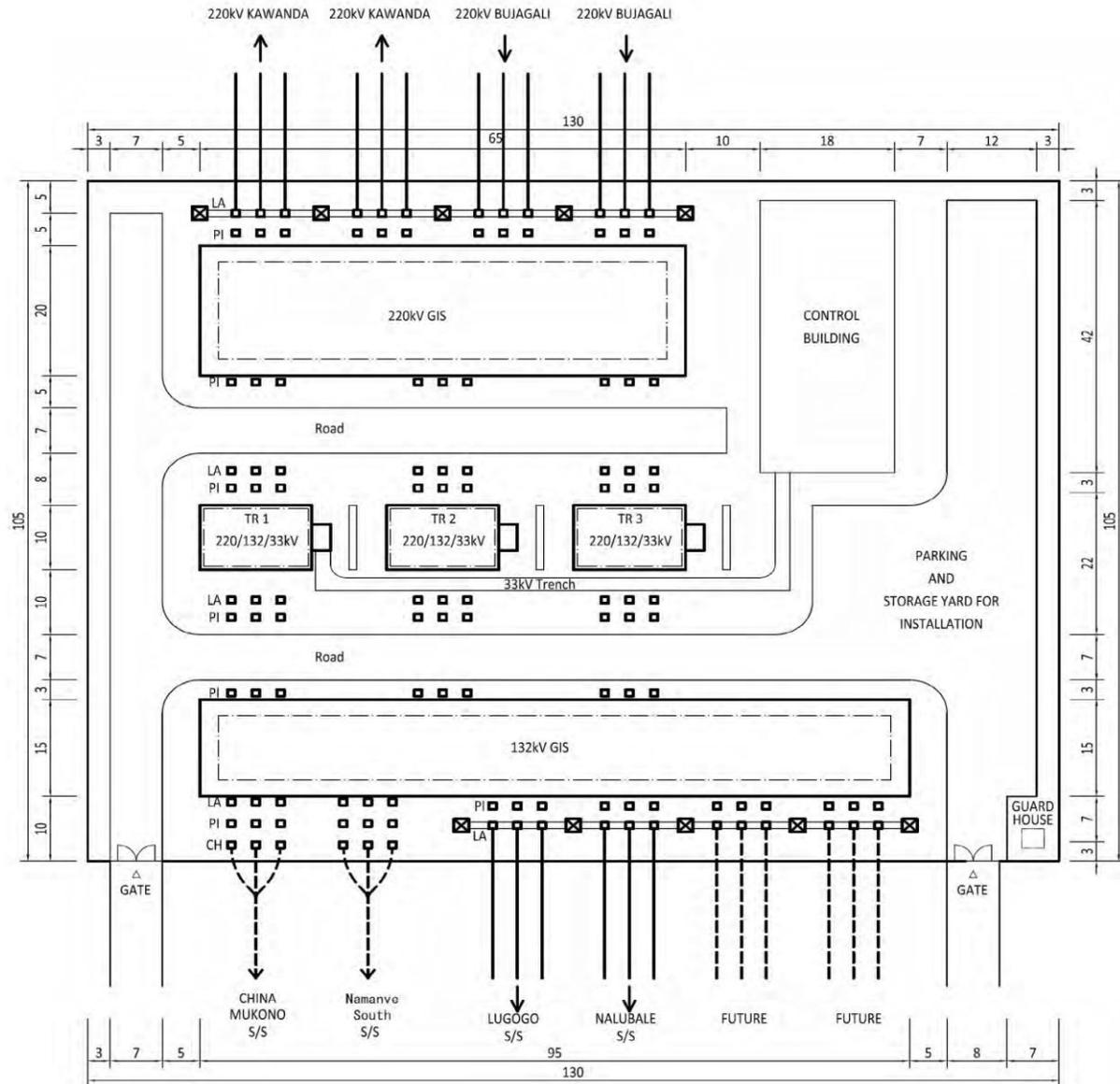
以上の点を鑑み、220 kV と 132 kV 双方の電圧階級の開閉設備とも、GIS を採用することにより、狭小な敷地による変電所の建設可能性、そして大気汚染に対する十分な耐性を有する方針とした。

表 5－3－1. 4 に当該変電所の主要データ、そして図 5－3－1. 6 にレイアウト（案）を示す。

表 5－3－1. 4 新ムコノ変電所の主要機材（案）

主仕様	数量
220 kV 引込回線	4 フィーダ
220 kV ガス絶縁開閉装置	7 フィーダ
220/132/33 kV 変圧器(125 MVA)	3 台
132 kV ガス絶縁開閉装置	9 フィーダ
132 kV 引出回線（予備回線を含む）	6 フィーダ

[出所] JICA 調査団



[単位 : m]  
 [出所] JICA 調査団

図 5-3-1. 6 新ムコノ変電所レイアウト (案)

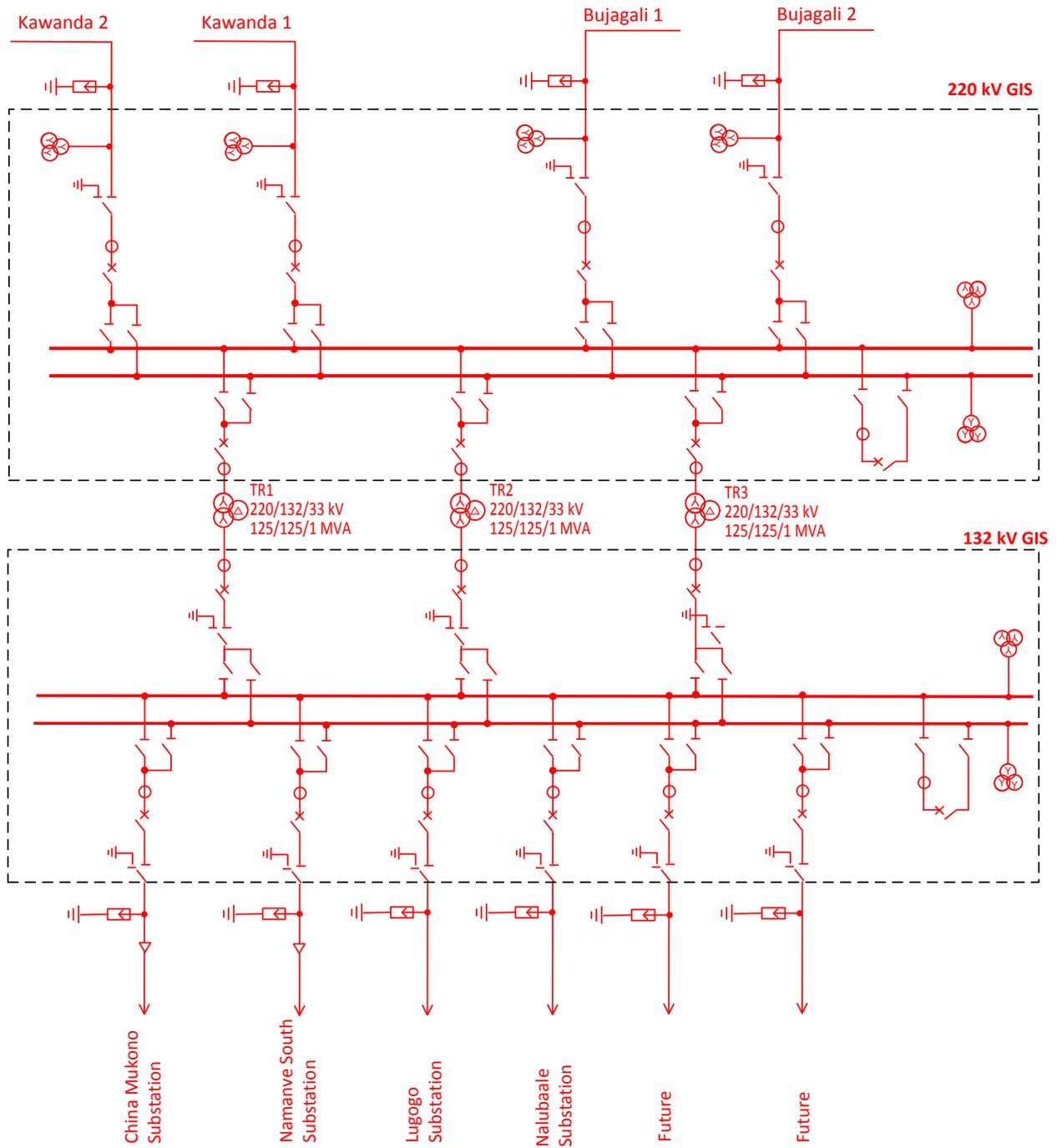


图 5-3-1.7 新ムコノ変電所単線結線図 (案)

(4) ブジャガリ変電所改修

ブジャガリ変電所はブジャガリ水力発電所敷地内の設備であり発電電力が昇圧されて132 kV 開閉設備に接続されているほか、更に220 kV に昇圧されてカウンダ変電所・トロロ変電所・そしてイシンバ変電所への接続が計画されている連系変電設備である。現在、220/132/33 kV 変圧器（250 MVA）が2台据え付けられている。但し220 kV 開閉設備については2016年中を目途に運用開始されるべく、現在も工事が進められており132 kV 開閉設備のみが運用されている。

2030年には2台の220/132/33 kV 変圧器（合計設備容量500 MVA）では首都圏の電力需要およびイシンバ水力発電所にて発電され132 kV 送電線にて当該変電所に給電される183 MW の電力および首都圏の電力需要が過負荷になるため、本計画にてさらに1台の250 MVA 変圧器を増設する計画である。

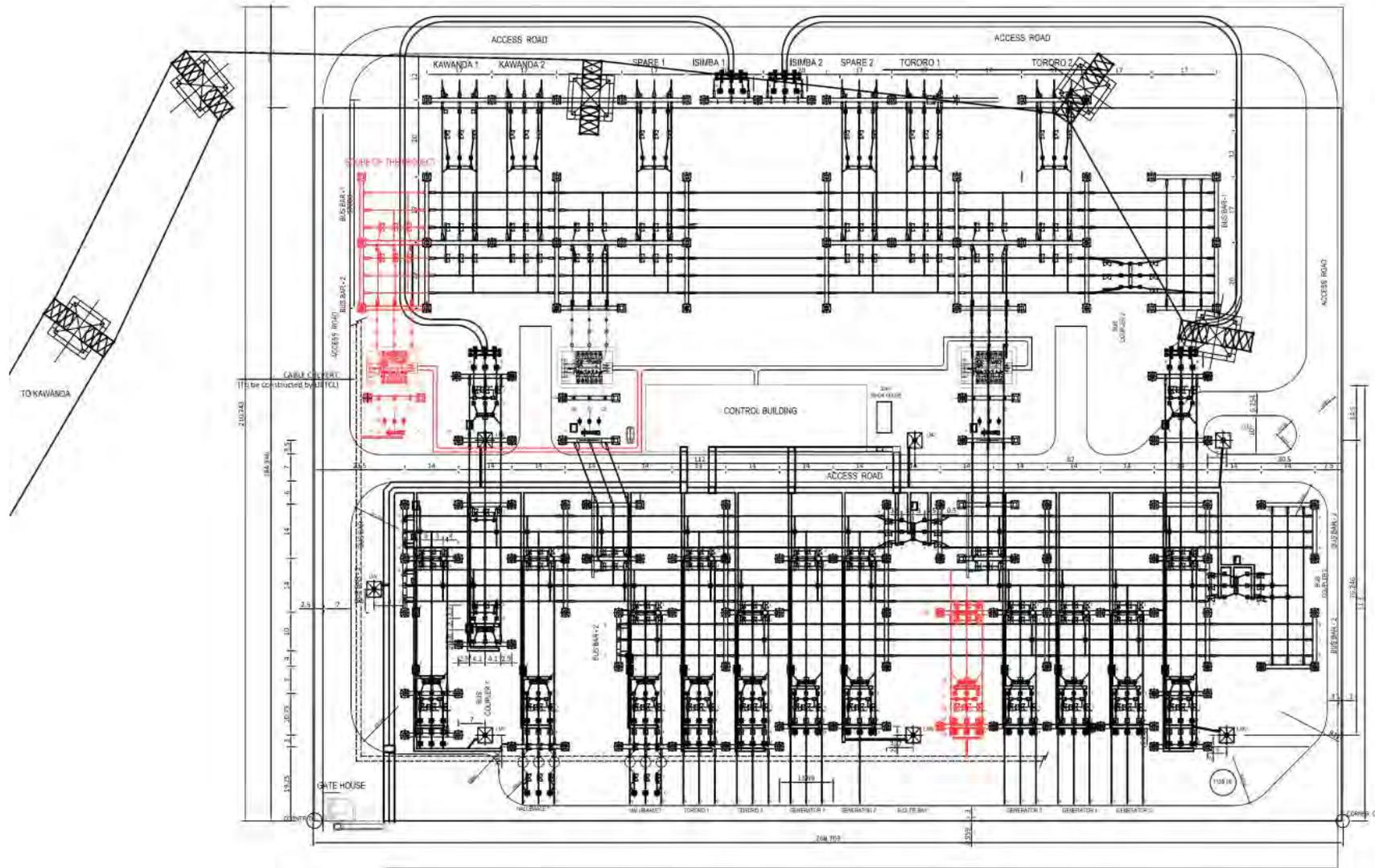
さらに、UETCLは既設220/132/33 kV 変圧器の3次巻線（変電容量50 MVA）から接続することにより当該変電所周辺への配電能力の増強を計画しており同ブジャガリ変電所敷地外にはウメメ社による配電用変電所が建設される計画となっている。この点を考慮した結果、既設変圧器と同様の仕様を有する変圧器を調達するとともに、既設の33 kV 開閉設備と接続するための33 kV ガス絶縁開閉装置一式を調達することをUETCL側と確認した。表5-3-1.5に当該変電所への調達主要資材データを示す。

表5-3-1.5 ブジャガリ変電所への調達資材

主仕様	数量
220/132/33 kV 変圧器 (250 MVA)	1台
33 kV ガス絶縁開閉装置 (GIS)	6フィーダ

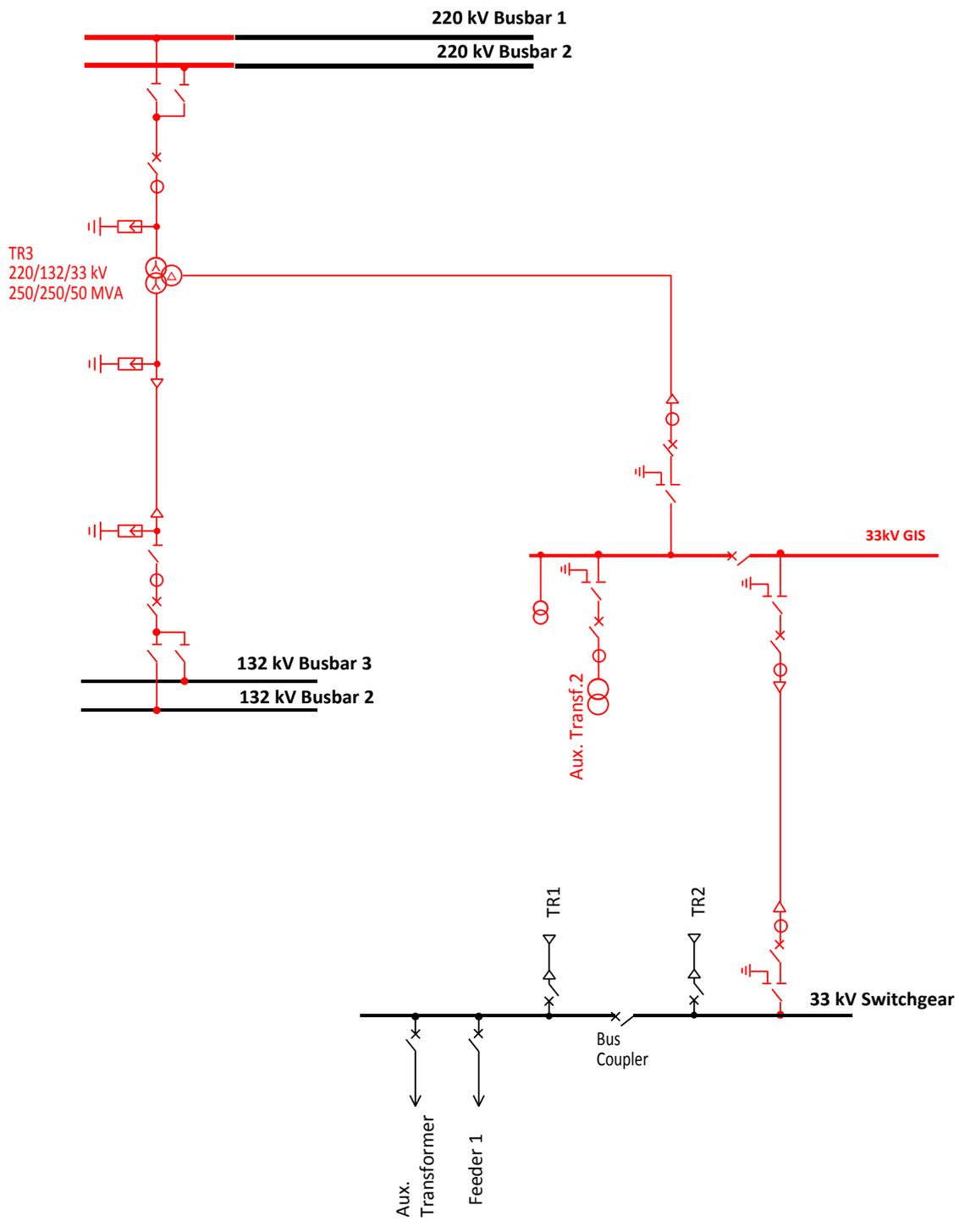
[出所] JICA 調査団

図5-3-1.8にブジャガリ変電所におけるレイアウト案を示す。当該変電所の敷地は将来の変圧器増設スペースが計画されていないため、220 kV を1ベイ分拡張する。また、132 kV スイッチヤード側には、利用可能である空スペースにケーブルヘッドを設け、地中ケーブルにて変圧器と接続する形の設計とする。



[単位 : m]  
 [出所] JICA 調査団

図 5-3-1. 8 ブジャガリ変電所レイアウト (案)

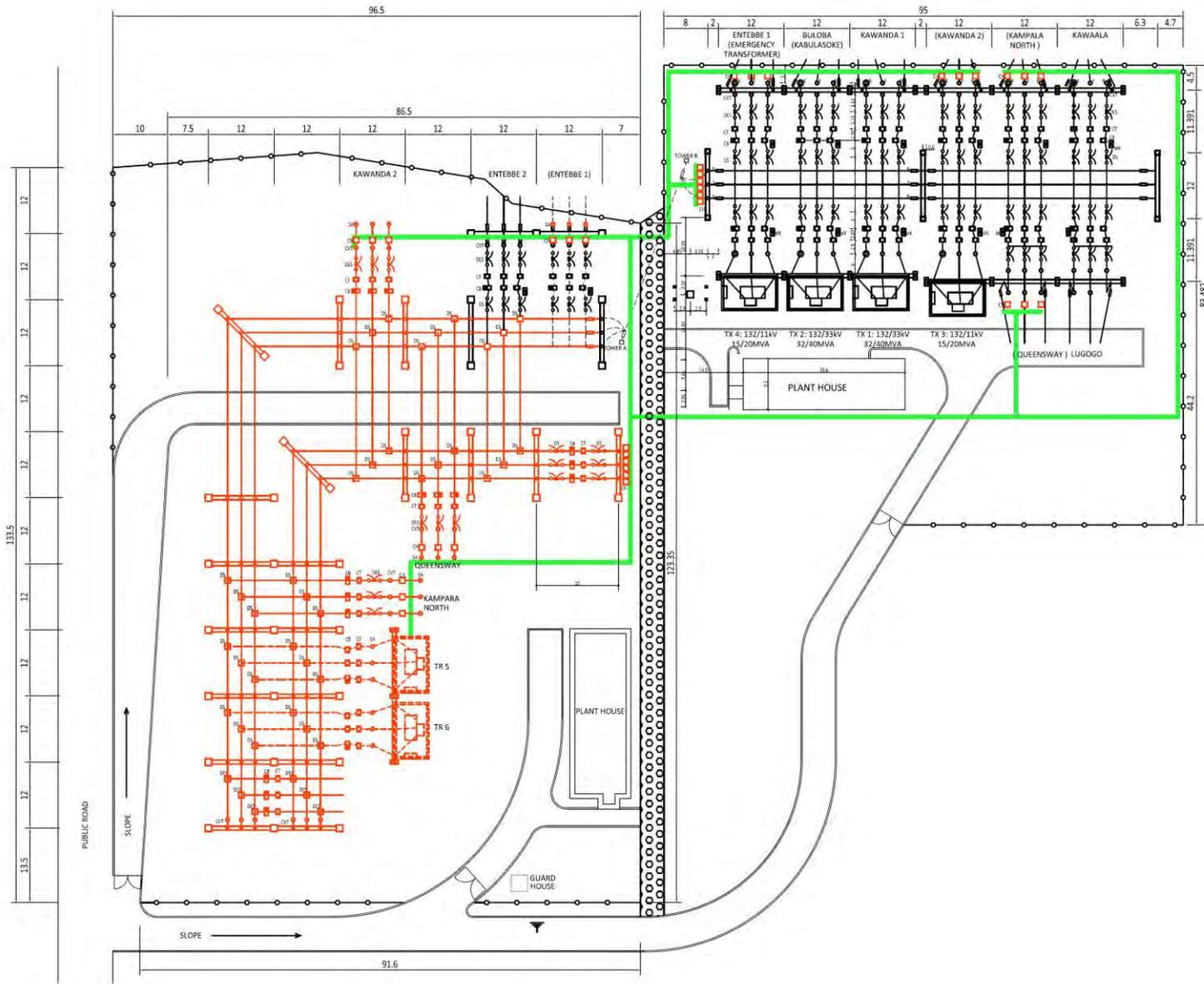


LEGEND	
<span style="color: red;">—</span>	THIS PROJECT
—	EXISTING

図 5-3-1. 9 ブジャガリ変電所単線結線図 (案)

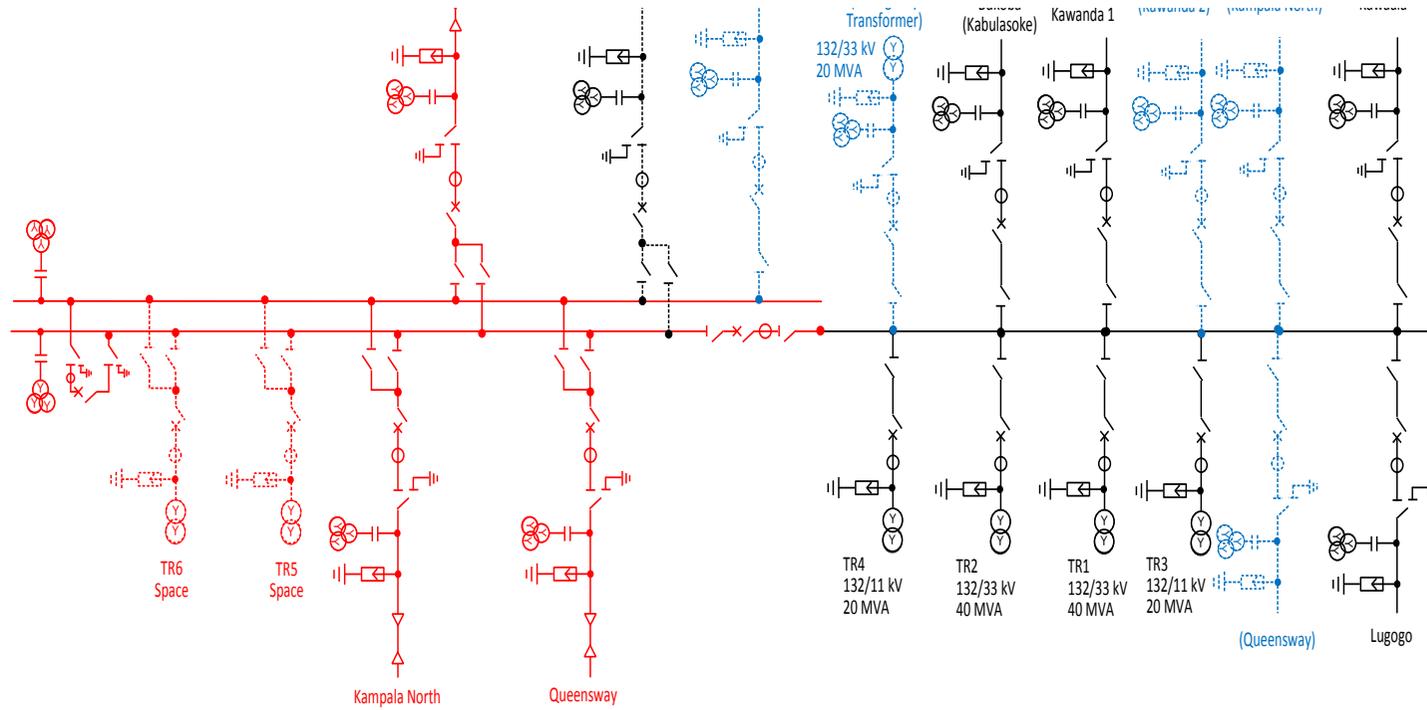
(5) ムトゥンドゥエ変電所更新

当該変電所より電力供給するエンテベ地区への電力供給安定度を増強するため、既設変電所に隣接する UETCL の所有地に、既設 132 kV 母線を拡張した複母線を建設する。同変電所へ接続される 132 kV 送電線は既設単母線および新設二重母線に分配されることにより、母線および線路事故が発生した際にも健全な母線より送電を継続することが可能となる。さらに、本事業にて 2 台の変圧器（132/33 kV 変圧器および 132/11 kV 変圧器）を新設二重母線へ移設することにより、配電事業の更なる信頼度の向上が実現される。図 5-3-1. 10 にレイアウト（案）を示す。



[単位 : m]  
 [出所] JICA 調査団

図5-3-1. 10 ムトウンドウエ変電所レイアウト (案)



**LEGEND**

- THIS PROJECT
- Existing
- - - - To be presented as ( ) in 2018, but to be relocated / reconnected as labeled under the Project

図5-3-1. 11 ムトゥンドウエ変電所単線結線図 (案)

(6) 移動変電所の調達

1) 移動変電所の主仕様

UETCL は主として以下に示す 3 つの使用目的のために移動変電所を必要としている。

- (i) 既設変電所の変圧器が焼損した際の代替変圧器としての使用
- (ii) 計画の遅れ、変電所更新計画の遅れなどに起因する代替変電所としての使用
- (iii) 変電所工事期間の仮設変電所としての使用

このなかで、(i) の目的として使用する場合、既設変電所への移動性を考慮しつつ、運用面でも十分な変電容量を確保する必要がある。そこで、移動面の拘束が最も厳しいカンパラ首都圏内の道路条件に基づいて移動に必要な条件を求める。

カンパラ首都圏内にて現在運用されている UETCL の管理する変電所とそれに至るアクセスルートに基づいて検討すると、表 5-3-1.6 示す移動性を最低限満たせば、各変電所へ移動することができると思われる。

表 5-3-1.6 移動変電所の移動性への要求仕様

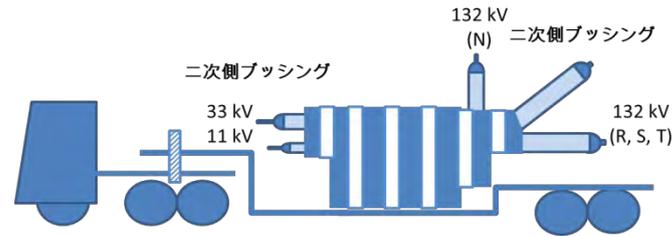
項目	要求仕様
最大勾配	12%
旋回半径	15 m の幹線道路より、90° の角度をなして交わる幅員 7.5 m の側道に切り返し無しで進入可能であること。

[出所] JICA 調査団

高い変電容量を確保しつつ優れた移動性を達成するためには、駆体の大きい一次側開閉設備、主変圧器、そして二次側開閉設備と別トレーラー（ユニット）に搭載し、1 ユニット当たりの寸法および重量を平準化することで、各ユニットの軽量・コンパクト化を図る必要がある。この設計方針に基づく結果、表 5-3-1.6 に示した移動性を満足する電力用変圧器に要求される主仕様を以下に示す。

- 変電容量 20 MVA
- 一次側定格電圧 132 kV
- 二次側定格電圧 33 kV - 11 kV （選択式）
- 負荷時タップ切替装置 (OLTC) 既設変圧器と同様に、一次側電圧に +5%~-12.5% (17 タップ) の負荷時タップ切替装置 (OLTC) を具備する。
- 冷却方式 導油風冷式
- ベクトルグループ Y-Y-Δ 結線とし、Δ 結線により補機用電源に接続される。

配電事業を請け負うウメメ社は 33 kV, 11 kV の配電網を有している。移動変電所の汎用性を高めるため、選択可能式の 33 kV - 11 kV とした。図 5-3-1.12 に移動変圧器車のイメージ図を示す。



[出所] JICA 調査団

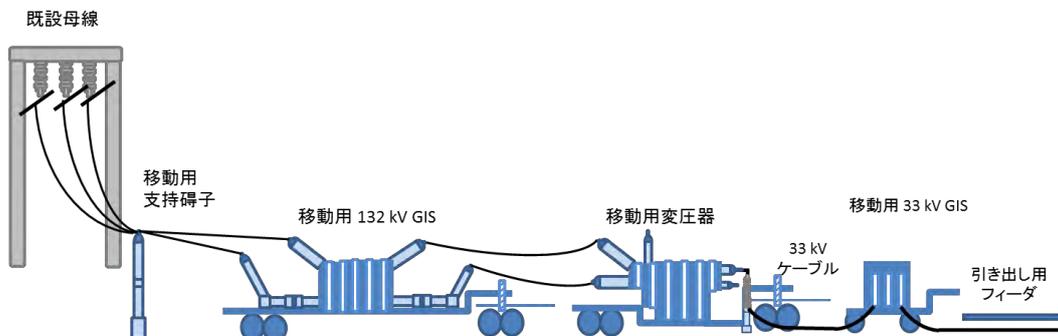
図 5-3-1. 12 移動変圧器車のイメージ

変圧器以外の機材の主仕様を以下に示す。

- 一次および二次側開閉機器 運搬および現地での各機器の組み立て、配置スペースの確保や作業量を軽減するため、ガス絶縁遮断器を採用する。また、二次側には 33 kV 用ガス絶縁遮断器キュービクルタイプを採用し、二次側電圧が 33 kV, 11 kV の各電圧にて対応可能とする。
- 132 kV 架空線(既設設備—一次側開閉機器および一次側開閉機器—変圧器一次側間) 硬アルミより線 (サイズ: 55 mm<sup>2</sup>) とする。
- 33 kV ケーブル(変圧器二次側—二次側開閉機器間) CV ケーブル (サイズ: 200 mm<sup>2</sup>) とする。

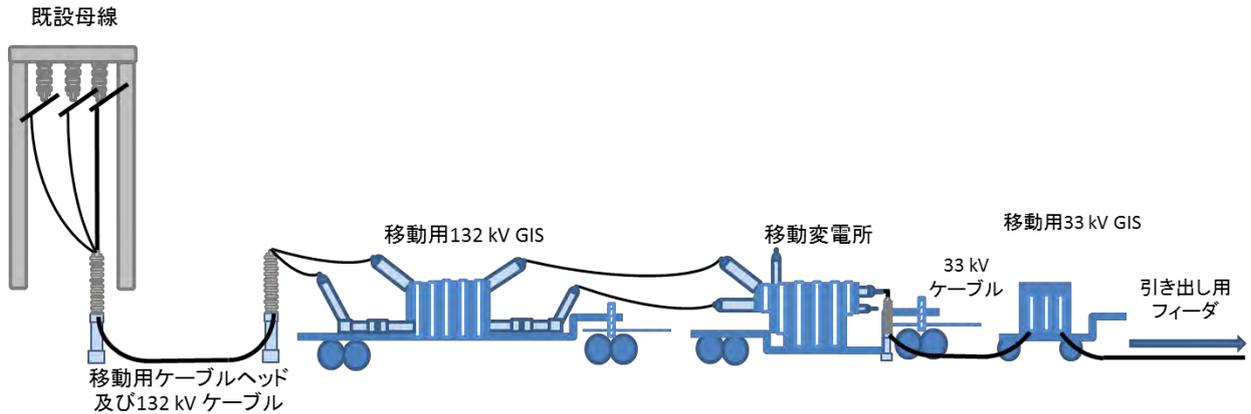
## 2) 移動変電所の接続の概要

空気絶縁方式の採用されているルゴゴ変電所、ムトゥンドウエ変電所、カンパラ北変電所については、既設 132 kV 母線と接続して使用する形とする。スペアベイのある場合は、架空線を支持するための移動式支持碍子を必要に応じて設置した上で、母線と架空線および一次開閉器～電力変圧器間を接続する。既設変電所にて移動変電所を母線付近に配置するスペースが確保できない場合、既設母線からケーブルヘッドにてケーブル化した上で一次開閉器へ接続する。なお、電力変圧器～二次開閉設備間は移動変電所に具備されている電力ケーブルを使用する。図 5-3-1. 13 に、架空線にて既設変電所と接続する場合のイメージ図を示す。また、図 5-3-1. 14 にケーブルを介する接続のイメージを示す。



[出所] JICA 調査団

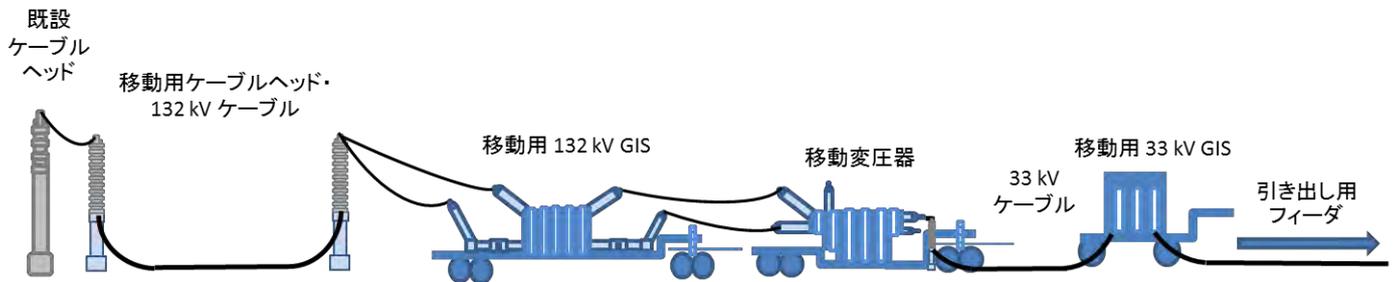
図 5-3-1. 13 AIS を採用している既設変電所との接続のイメージ (架空線接続)



[出所] JICA 調査団

図5-3-1. 14 AISを採用している既設変電所との接続のイメージ（ケーブル接続）

一方、ガス絶縁開閉設備が採用されるクイーンズウェイ変電所（2017年運用開始予定）、カワラ変電所（本計画によりGIS化に改修）においては、図5-3-1. 13に示す接続は不可能であるため、変電所構外の架空送電線よりケーブルに接続されている既設ケーブルヘッドを連系点とし、移動変電所と接続する方法が考えられる。この場合、二次側は移動式二次側開閉装置車を介して、既存変電所内開閉装置、または、直接近隣の配電線へ接続される2つの方式が考えられる。図5-3-1. 15にガス絶縁開閉設備を採用している既設変電所における移動変電所の接続イメージを示す。



[出所] JICA 調査団

図5-3-1. 15 GISを採用している既設変電所との接続のイメージ

5-3-2 送電計画

UETCL のニーズおよび第一次現地調査の結果などを踏まえ、送電設備の改良計画について検討を行った結果、本案件では、表 5-3-2. 1 のとおりの設備設計を行う必要がある。

ムコノ変電所 - ムトゥンドゥエ変電所区間の電線張替については、UETCL の要望および潮流解析の結果などから、本事業の対象とした。カンパラ北変電所 - ムトゥンドゥエ変電所分岐点 - カワラ変電所区間の送電線増設については、UETCL の要望により、本事業の対象とした。

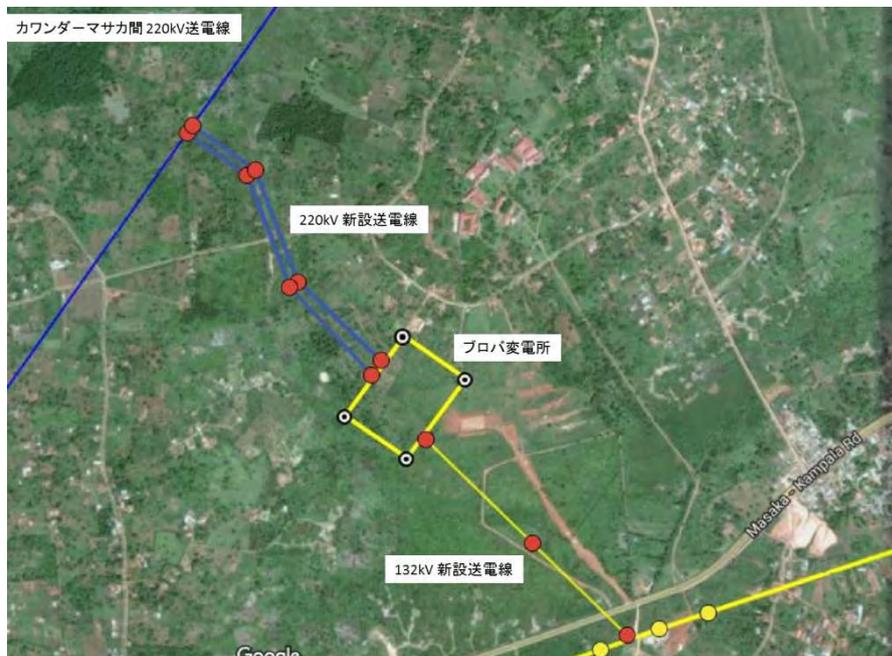
表 5-3-2. 1 送電設備計画の概要

区分	主要要請コンポーネント	仕様・数量	内容
調送電機 据材付の	<b>220 kV 送電線</b>		
	(1) カワンダ - マサカ変電所間分岐点 - ブロバ変電所	0.9 km × 4 回線	新設
	(2) 新ムコノ分岐点 - 新ムコノ変電所	4.2 km × 4 回線	新設
	<b>132 kV 送電線</b>		
	(1) ブロバ分岐点 - ブロバ変電所	0.8 km × 2 回線	新設
	(2) 新ムコノ変電所 - 新ムコノ分岐点 (南幹線)	0.4 km × 2 回線	新設
	(3) ムコノ分岐点 (北幹線) - カンパラ北変電所	25.4 km × 1 回線	増容量線化
(4) カンパラ北変電所 - ムトゥンドゥエ変電所	10.2 km × 2 回線	増容量線化	
(5) カンパラ北変電所 - ルゴゴ変電所	5.3 km × 2 回線	増容量線化	
(6) カワラ分岐点 - カワラ変電所	0.1 km × 2 回線	ケーブル化	

[出所] JICA 調査団

(1) カワンダ - マサカ変電所間分岐点 - ブロバ変電所区間 220kV 送電線新設

本送電線は、220 kV 新設が計画されているカワンダ - マサカ間の送電線を分岐し、ブロバ変電所に引込む 2 回線 2 ルートの架空送電線である。全長 (互長) は 1.8 km (0.9 km × 2 ルート) である。本送電線のルートを図 5-3-2. 1 に示す。



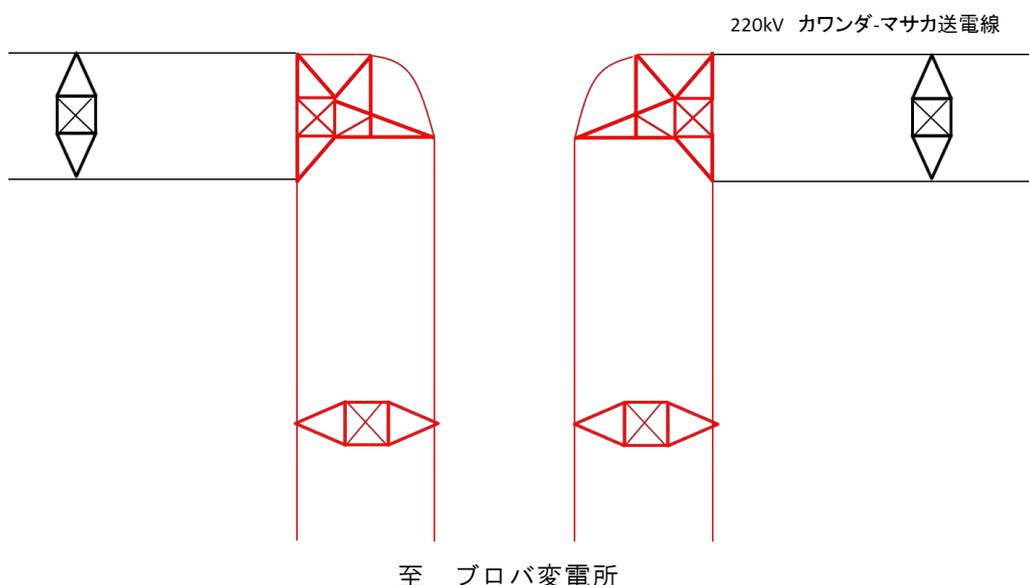
[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 1 ブロバ変電所向け 220 kV、132 kV 送電線ルート図

送電線のルート選定にあたっては、技術面、環境配慮面から検討を行い決定した。なお、ルートの中心間隔は、電氣的離隔、基礎の必要土量を考慮し、35mに設定した。

分岐鉄塔の位置については、分岐鉄塔付近のカワンダ変電所 - マサカ変電所間送電線の鉄塔位置が未定であったことから、同送電線の建設コンサルタントと分岐鉄塔の位置に関して協議を行い、その結果、同送電線に挿入される分岐鉄塔の位置はまず JICA 調査団が決定し、その後、同建設コンサルタントがその位置を自身の設計に反映させることを確認した。

カワンダ変電所 - マサカ変電所間 220 kV 送電線からプロバ変電所への分岐方法を図 5-3-2. 2 に示す。カワンダ変電所 - マサカ変電所間 220 kV 送電線を 2 回線停止できない場合は、バイパス用の仮鉄塔を建て、同送電線による供給を行いながら分岐鉄塔の建設を行う。なお、分岐鉄塔の挿入に伴い、カワンダ変電所 - マサカ変電所間送電線の設計条件が変わることから、同線の鉄塔強度検討を行う必要がある。



[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 2 プロバ変電所の引込み付近の分岐方法

概略設計については、カワンダ変電所 - マサカ変電所間の送電線の設計条件を入手し、その条件と同条件で設計することを基本とした。工事中における資機材の運搬は、コリド一の用地を仮設道として整備し工事を行う。

#### 1) 気候条件の設定

カワンダ変電所 - マサカ変電所間の送電線と接続するため、気候条件は、カワンダ変電所 - マサカ変電所間の送電線のを参考とし、表 5-3-2. 2 のとおり設定する。最大風速は UETCL のこれまでの入札図書を基に設定した。

表 5-3-2. 2 気候条件

項目	値
気温	最大 45℃
	最少 5℃
	平均 35℃
降雨量	1,100mm/年
年間雷雨日数 (IKL)	180
最大風速(地上高 10m 高さで 3 秒間)	39 m/s
相対湿度	90%
標高	1,500m
汚損区分	Medium Category II

[出所] JICA 調査団

2) 電力線・架空地線の選定

送電線の電力線・地線については、現在計画中であるカワランダ変電所 - マサカ変電所間の電力線と同等の AAAC 240 mm<sup>2</sup> (2 導体) および AC 55 mm<sup>2</sup> を選定する。OPGW については、AC 55 mm<sup>2</sup> と同等サイズの OPGW を選定する。表 5-3-2. 3 および表 5-3-2. 4 に電力線・地線の緒元を示す。

表 5-3-2. 3 220kV ブロバ変電所行送電線の緒元

名称	AAAC 240 mm <sup>2</sup> (Double)
撚り線構成	61/2.25
導体面積	240 mm <sup>2</sup>
外径	20.25 mm
重量	669 kg/km
抗張力	67,740 N
弾性係数	53,950 N/mm <sup>2</sup>
線膨張係数	23 × 10 <sup>-6</sup> /°C
直流抵抗 (20°C)	0.1383 ohm/km

[出所] JICA 調査団

表 5-3-2. 4 架空地線の緒元

名称	AC 55 mm <sup>2</sup>	OPGW 55 mm <sup>2</sup>
撚り線構成	7 × 3.2 mm	AC 6 × 3.23 mm
導体面積	56.29 mm <sup>2</sup>	62.71 mm <sup>2</sup>
外径	9.6 mm	9.6 mm
重量	356.5 kg/km	354.6 kg/km
抗張力	64,300 N	54,400 N
弾性係数	149,100 N/mm <sup>2</sup>	149,100 N/mm <sup>2</sup>
線膨張係数	12.9 × 10 <sup>-6</sup> /°C	12.9 × 10 <sup>-6</sup> /°C
直流抵抗 (20°C)	1.34 ohm/km	1.54 ohm/km

[出所] JICA 調査団

3) クリアランス条件の設定

クリアランス条件は、カワランダ変電所 - マサカ変電所間の送電線および過去の送電線工事を参考にし、表 5-3-2. 5 のとおり設定する。

表 5-3-2. 5 離隔距離 (220 kV)

導体、支持物、腕金等	1.4 m
地面	7.0 m
道路	8.0 m
樹木	3.9 m

[出所] JICA 調査団

4) 架線条件の設定

a) 電力線の最大使用張力

電力線の最大使用張力は、次の 2 つの要因により決定される。

- 最大張力が最悪条件時に抗張力 UTS (Ultimate Strength Tensile) の 40%を超えないこと。
- 常時張力 EDS (Tension at 28°C with no wind) が UTS の 20%以下であること。

b) 架空地線の最大使用張力

架空地線の最大使用張力は、標準径間 (350m) で EDS の条件において、電力線の 80%を超過しないような弛度となるように設定する。

表 5-3-2. 6 に電力線および架空地線の最大使用張力と EDS を示す。

表 5-3-2. 6 最大使用張力と EDS

名称	抗張力	最大使用張力	EDS
AAAC 240 mm <sup>2</sup>	67,740 N	24,500 N (MWT/UTS=36%)	13,430 N (EDS/UTS=20%)
AC 55 mm <sup>2</sup>	64,880 N	14,210 N (MWT/UTS=22%)	10,490 N (EDS/UTS=16%)
OPGW 55 mm <sup>2</sup>	54,000 N	14,210 N (MWT/UTS=26%)	10,880 N (EDS/UTS=20%)

[出所] JICA 調査団

c) 電力線の弛度

径間長による弛度の概略計算結果を表 5-3-2. 7 に示す。

表 5-3-2. 7 電力線の弛度 (75 °C)

径間長	弛度
250 m	5.8 m
300 m	7.7 m
350 m	10.1 m
400 m	12.7 m
450 m	15.7 m

[出所] JICA 調査団

5) 碍子装置、支持物、基礎の設定

a) 碍子装置

碍子装置は、IEC 60120 および 60305 またはそれと同等の規格を満足するボールソケット型の碍子を採用する。碍子装置の安全率は 3.0 以上とする。表 5-3-2. 8 に碍子の例を示す。なお、最少表面漏れ距離は、汚損区分より 4,900 mm である。

表 5-3-2. 8 碍子の例

型式	高さ	直径	保証強度	個数
U120B	146mm	255mm	120kN	17
U160BS	146mm	280mm	160kN	16

[出所] JICA 調査団

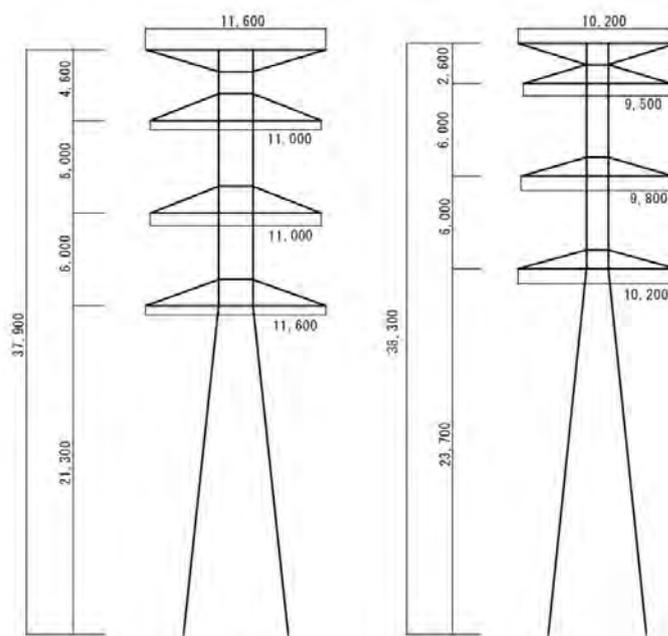
b) 支持物

基本的な鉄塔型は表 5-3-2. 9 に示すとおり、A~D の 4 型とする。鉄塔は 220 kV で標準的に使用されているアングル鋼材を用いた鉄塔とする。鉄塔の例を図 5-3-2. 3 に示す。

表 5-3-2. 9 基本的な鉄塔型

型	碍子装置	水平角度
A	懸垂	0° ~ 3°
B	耐張	0° ~ 30°
C	耐張	0° ~ 60°
D	耐張	引留

[出所] JICA 調査団



[単位: mm]

[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 3 鉄塔の例 (左: 耐張型 右: 懸垂型)

c) 基礎

プロバ変電所の対象地周辺には、キオガ湖へ流れる地下水流があるとみられ、周辺は大きな湿地帯となっている。送電線の鉄塔基礎の検討にあたって、軟弱地盤及び高い地下水位の影響が懸念されることから、「4-2 自然条件」に示したように、220

kV 引込み送電線ルート上 1 箇所 (BH03)、132 kV 引込み送電ルート上 1 箇所 (BH01) でそれぞれ地質調査を実施した。また、変電所用地において、用地内で 14 m 程度の高低差が確認され地質条件が異なると想定されるため、敷地内で標高が高い側である北側と、標高が低い側である南側で地質調査を実施している。北側の測定位置 (BH02) が変電所への 220 kV 送電線引込み部であり、南側の測定位置 (BH04) が変電所への 132 kV 送電線引込み部である。従って、測定位置 BH02 及び BH03 が 220 kV 送電ルート上の地質データであり、測定位置 BH01 及び BH04 が 132 kV 送電ルート上の地質データである。220 kV 引込みルート、132 kV 引込みルートとも、引込み区間の亘長が 1 km 程度と短いため、ルート上の地質データは測定点における調査結果を適用する方針とする。

添付資料-9 の表 1-1 から 1-4 に各地点の標準貫入試験の結果概要を示す。粘土質土壌であれば、N 値 20 以上が支持層と判断され、この支持層が地下 10 m より浅い位置に確認される場合、一般的な逆 T 字基礎が採用可能である。添付資料-9 に示した表 1-2 の BH02 の結果及び表 1-3 の BH03 の結果より、220 kV 送電ルート上の支持層を表 5-3-2. 1 に示す。同表に示すように、8 m から 10 m 深さにて支持層が確認された。

表 5-3-2. 10 地質調査結果 (プロバ変電所)

位置*	支持層
BH02	地下 10m (粘性土, N 値 $\geq 20$ )
BH03	地下 8m (粘性土, N 値 $\geq 20$ )

[備考] BH02、BH03 の位置については地質調査結果を参照。

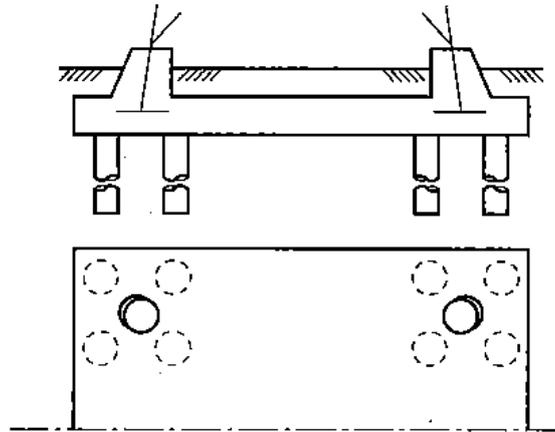
[出所] 添付資料-9

一方、懸念されていた地下水位は、BH02 では確認されなかったが、BH03 では深さ 0.9 m で確認された。また粒度試験と液性限界・塑性限界試験から地質分類を行ったところ、BH02 及び BH03 の支持層の土質は高含水シルト質であることが確認された。これら地下水位の上昇、支持層の土質の観点から沈下量が大きい懸念がある。また地盤の液状化について、BH02・BH03 において支持層は粘土質及びシルト質が主 (35% 以上) であり、塑性指数が高い (15% 以上) ことから、液状化の可能性は低いとみられる。室内試験結果から算定した結果によると、「4-2 自然条件」に示したように、比較的大きな沈下量が想定される。このためウガンダの既設 132 kV 鉄塔の設計データ等から塔脚にかかる荷重 (73 t※安全係数 2) と、基礎荷重 (逆 T 字型, 高さ 7 m, 床板 7.1 m 角, 20 t※基礎体積分の土重量を基礎重量から差し引いた値) を用い、圧密試験で得られた圧縮指数  $C_c$  による沈下量を求めたところ、BH03 で 21 mm、BH02 で 11 mm の沈下量となった。よって BH03 は大きな沈下量と高い地下水位であることから、不同沈下の懸念がある。BH02 については、沈下量は比較的小さく、地下水位の上昇も確認されないが、後述に示すように、BH02 から 250m 離れた BH04 では沈下量が大きく、地下水位の上昇も確認されている。BH02 は BH04 より標高が 12m 程高いため、支持層の下層に BH04 のような大きな沈下層が存在する可能性がある。よって

BH02 においても不同沈下が懸念される。

添付資料－9 に示す地形測量調査結果について、220kV ブロバ送電ルート上において、問題及び要検討となる断層、地すべり・崩壊地形、角度  $10^\circ$  を超える傾斜は確認されなかった。

以上より、BH02・BH03 において、逆 T 字基礎の場合、大きな沈下量から不同沈下が懸念されるためマット基礎を採用する方針とする。また支持層が 8 m～10 m と深いため、マット型杭基礎を採用する。図 5－3－2. 4 にマット型杭基礎の例を示す。なお、土壌の化学分析により、腐食性地盤（硫化物 1～3%・塩化物 0.1～0.4%）であることが確認されたため、杭基礎について、鋼管杭だと腐食の影響があるため PC 杭とする等、検討が必要である。

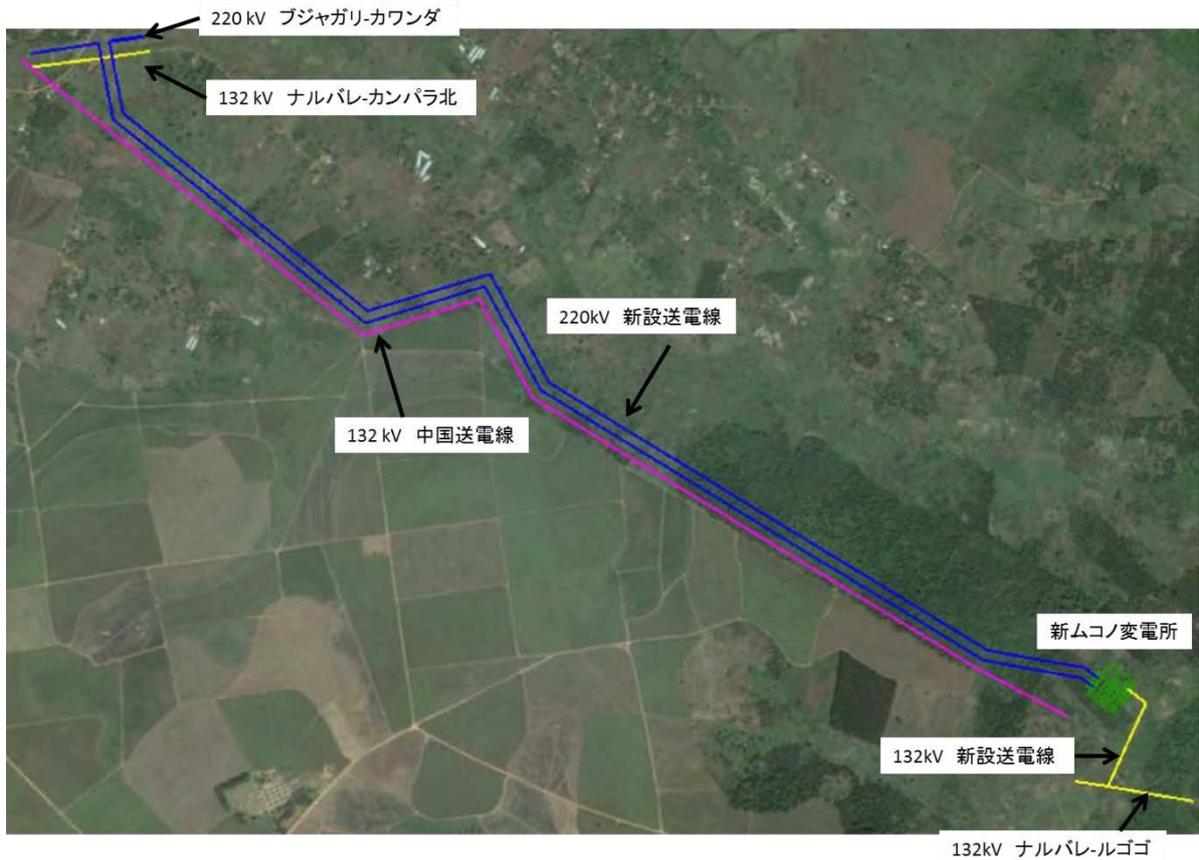


[出所] 電気協同研究会第 58 巻第 3 号

図 5－3－2. 4 マット型杭基礎

(2) 新ムコノ分岐点－新ムコノ変電所区間 220kV 送電線新設

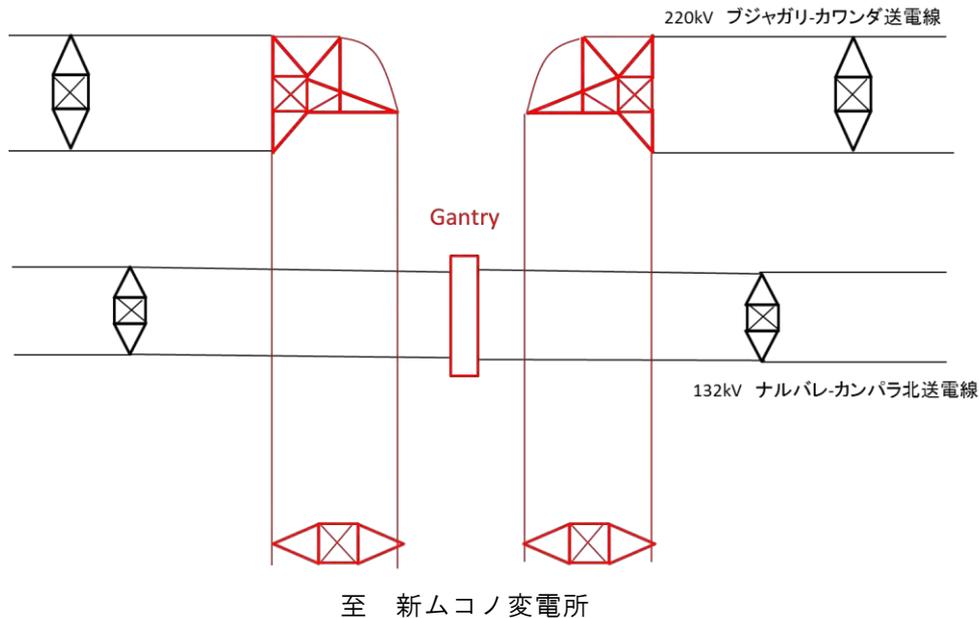
本送電線は、220 kV ブジャガリ変電所 - カワランダ変電所間の送電線を分岐し、新ムコノ変電所に引込む 2 ルート（各 2 回線）の架空送電線である。全長（亘長）は 8.4 km（4.2 km × 2 ルート）である。本送電線のルートを図 5－3－2. 5 に示す。



[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 5 新ムコノ変電所向け 220 kV、132 kV 送電線ルート図

隣接するナルバレ変電所-カンパラ北変電所間 132 kV 送電線を上越しする必要があるため、同送電線 No.77 と No.78 の間にガントリーを設置し、分岐させる。分岐方法を、図 5-3-2. 6 に示す。220 kV ブジャガリ変電所 - カワンダ変電所間の送電線を 2 回線停止できない場合は、バイパス用の仮鉄塔を建て、同送電線による供給を行いながら分岐鉄塔の建設を行う。なお、分岐鉄塔の挿入に伴い、ブジャガリ変電所 - カワンダ変電所間送電線の設計条件が変わることから、同線の鉄塔強度検討を行う必要がある。



[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 6 新ムコノ変電所引込み付近の分岐方法

送電線のルート選定にあたっては、技術面、環境配慮面から検討を行い決定した。なお、ルート間の中心間隔は電氣的離隔、基礎の必要土量を考慮し、角度点を除き 25m に設定した。

工事中における資機材の運搬は、コリドーの用地を仮設道として整備する。

1) 気候条件の設定

気候条件は、(1)と同様、表 5-3-2. 2 のとおり設定する。

2) 電力線・架空地線の選定

送電線の電力線・地線については、ブジャガリ変電所 - カワンダ変電所間の電力線と同等の AAAC 240 mm<sup>2</sup> (2 導体) および AC 55 mm<sup>2</sup> を選定する。OPGW については、AC 55 mm<sup>2</sup> と同等サイズの OPGW を選定する。電力線・地線の緒元は(1)と同様であり、表 5-3-2. 3 および表 5-3-2. 4 に示すとおりである。

3) クリアランス条件の設定

クリアランス条件は(1)と同様、表 5-3-2. 5 のとおり設定する。

4) 架線条件の設定

架線条件の設定は(1)と同様とし、電力線および架空地線の最大使用張力と EDS は表 5-3-2. 6 のとおりとする。

5) 碍子装置、支持物、基礎の設定

a) 碍子装置

碍子装置は、(1)と同様の碍子装置を採用する。

b) 支持物

支持物は(1)と同様とし、鉄塔の例は図5-3-2. 3のとおりとする。

c) 基礎

新ムコノ変電所周辺に関しては、「4-2 自然条件」に示したように、ブロバ変電所と異なり、周辺に大きな湿地帯等は確認されなかったため、代表点として変電所用地において、1箇所について地質調査を実施した。

添付資料-9の表3-1に各地点の標準貫入試験の結果概要を示す。砂質土壌であれば、N値30以上が支持層と判断され、この支持層が地下10mより浅い位置に確認される場合、一般的な逆T字基礎が採用可能である。添付資料-9に示した表3-1の結果から支持層を表5-3-2. 11に示す。同表に示すように、支持層の位置が地下19.5mとなっている。

表5-3-2. 11 地質調査結果

位置	支持層
ムコノ変電所	地下10m(砂質土, N値≥30)

[出所] 添付資料-9

地下水位については、28.5mまで確認されなかったことから、地下水位上昇の可能性は低い。よって地下水位上昇による基礎引揚支持力の低下や砂質地盤の液状化について、可能性は低いとみられる。地層について、粒度試験・液性限界/塑性限界試験により地質分類を行い、深さ7.5mまでは柔らかい低含水シルト層、深さ13.5mまでは締まった砂礫層、深さ18mまではゆるい砂礫層、深さ28.5mまでは密なシルト質砂層となっている。深さ18mまでの緩い砂礫層は砂質地盤であることから圧縮されないとして、沈下の可能性は低い(De. Beer法による砂質地盤沈下量概算値<sup>1</sup>: 約5mm)。また含水比試験により深さ10m以降の地盤の含水比は30%以下(5%~23%)であるため沈下の問題は少ないとみられる。

添付資料-9に示す地形測量調査結果より、220kVムコノ送電ルート上において、問題及び要検討となる断層、地すべり・崩壊地形、角度10°を超える傾斜、大きな湿地帯、氾濫原、軟弱地盤は確認されなかった。

以上より、施工面・経済性から逆T字基礎を採用する。

(3) ブロバ変電所 - ムトゥンドウエ変電所 - カブラソケ変電所間分岐点区間 132 kV 送電線新設

本送電線は、本案件で新設する220kVブロバ変電所から既設ムトゥンドウエ変電所 - カブラソケ変電所間の送電線に接続する132kVの架空送電線である。全長(亘長)は0.8km

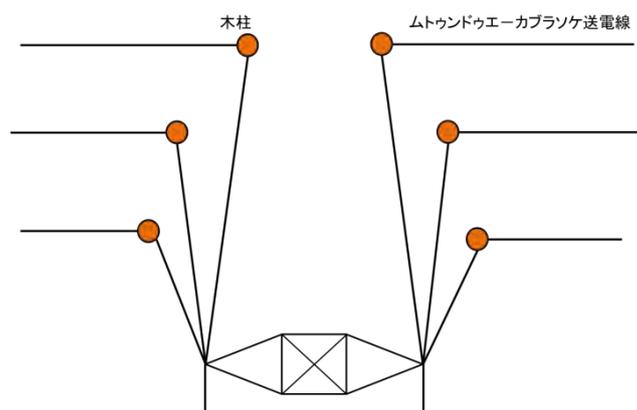
<sup>1</sup> 沈下量=即時沈下量+圧密沈下量 ※深さ8mにて逆T字基礎(床板幅7.1m)、載荷重93t(132kV鉄塔 Tororo - Owen fallsを参考)、沈下層厚さ20mで計算(圧縮指数Ccを使用)

である。本送電線のルートを(1)と同様に図5-3-2. 1に示す。

送電線のルート選定にあたっては、技術面、環境配慮面から検討を行い、最短距離で送電線に接続でき、かつ、送電線が直線となるルートを選定した。

既設ムトゥンドゥエ-カブラソケ変電所間の送電線が将来 UETCL により 2 回線送電線に建替えられ、ブロボ変電所からムトゥンドゥエ向けに 2 回線、カブラソケ向けに 2 回線供給する計画となっていることから、本送電線は 132 kV 4 回線送電線とする。

既設ムトゥンドゥエ-カブラソケ変電所間の送電線への分岐については、UETCL が同送電線を 2 回線鉄塔に建替えるまでの臨時的措置として、図5-3-2. 7のように、木柱を挿入し鉄塔へ分岐させる。



[出所] JICA 調査団

#### 図5-3-2. 7 ムトゥンドゥエ変電所 - カブラソケ変電所間送電線への分岐方法

概略設計については、カワンダ変電所 - マサカ変電所間の送電線的设计条件を入手し、その条件と同条件で設計することを基本とした。

工事中における資材の運搬は、コリドーの用地を仮設道として整備し工事を行う。

##### 1) 気候条件の設定

気候条件は、(1)と同様、カワンダ変電所 - マサカ変電所間の送電線のものを参考とし、表5-3-2. 2のとおりとする。

##### 2) 電力線・架空地線の選定

送電線の電力線については、系統解析の結果、2030年断面で102MVAの容量が必要であることが判明した。よって、接続先の送電線であるムトゥンドゥエ変電所 - カブラソケ変電所間の電力線と同等のAAAC 200 mm<sup>2</sup>では容量が足りないことから、AAAC 240 mm<sup>2</sup> (2 導体)を選定する。また、架空地線については、カワンダ変電所 - マサカ変電所間の架空地線と同等のAC 55 mm<sup>2</sup>を選定する。OPGWについては、AC 55 mm<sup>2</sup>と同等サイズのOPGWを選定する。表5-3-2. 1 2および表5-3-2. 1 3に電力線・地線の緒元を示す。

表 5-3-2. 12 電力線の緒元

名称	AAAC 240 mm <sup>2</sup> (Double)
撚り線構成	61/2.25
導体面積	240 mm <sup>2</sup>
外径	20.25 mm
重量	669 kg/km
抗張力	67,740 N
弾性係数	53,950 N/mm <sup>2</sup>
線膨張係数	23×10 <sup>-6</sup> /°C
直流抵抗 (20°C)	0.1383 ohm/km

[出所] JICA 調査団

表 5-3-2. 13 架空地線の緒元

名称	AC 55 mm <sup>2</sup>	OPGW 55 mm <sup>2</sup>
撚り線構成	7×3.2 mm	AC 6×3.23 mm
導体面積	56.29 mm <sup>2</sup>	62.71 mm <sup>2</sup>
外径	9.6 mm	9.6 mm
重量	356.5 kg/km	354.6 kg/km
最少引張荷重	64,300 N	54,400 N
弾性係数	149,100 N/mm <sup>2</sup>	149,100 N/mm <sup>2</sup>
線膨張係数	12.9×10 <sup>-6</sup> /°C	12.9×10 <sup>-6</sup> /°C
直流抵抗 (20°C)	1.34 ohm/km	1.54 ohm/km

[出所] JICA 調査団

3) クリアランス条件の設定

クリアランス条件は、カワンダ変電所ーマサカ変電所間の送電線および過去の送電線工事を参考にし、表 5-3-2. 14 の通り、設定する。

表 5-3-2. 14 離隔距離 (132 kV)

導体、支持物、腕金等	1.0 m
地面	6.5 m
道路	7.5 m
樹木	2.7 m

[出所] JICA 調査団

4) 架線条件の設定

a) 電力線の最大使用張力

電力線の最大使用張力は、次の 2 つの要因により決定される。

- 最大張力が最悪条件時に抗張力 (Ultimate Strength Tensile: UTS) の 40% を超えないこと。
- 常時張力 (Every Day Stress: EDS) (Tension at 28°C with no wind) が UTS の 20% 以下であること。

b) 架空地線の最大使用張力

架空地線の最大使用張力は、標準径間（350m）で EDS の条件において、電力線の80%を超過しないような弛度となるように設定する。

表 5-3-2. 15 に電力線および架空地線の最大使用張力と EDS を示す。

表 5-3-2. 15 最大使用張力と EDS

名称	抗張力	最大使用張力	EDS
AAAC 240 mm <sup>2</sup>	67,740 N	24,500 N (MWT/UTS=36%)	13,430 N (EDS/UTS=20%)
AC 55 mm <sup>2</sup>	64,880 N	14,210 N (MWT/UTS=22%)	10,490 N (EDS/UTS=16%)
OPGW 55 mm <sup>2</sup>	54,000 N	14,210 N (MWT/UTS=26%)	10,880 N (EDS/UTS=20%)

[出所] JICA 調査団

c) 電力線の弛度

径間長による弛度の概略計算結果を表 5-3-2. 16 に示す。

表 5-3-2. 16 電力線の弛度（75 °C）

径間長	弛度
250 m	5.8 m
300 m	7.7 m
350 m	10.1 m
400 m	12.7 m
450 m	15.7 m

[出所] JICA 調査団

5) 碍子装置、支持物、基礎の設定

a) 碍子装置

碍子装置は、IEC 60120 および 60305 またはそれと同等の規格を満足するボールソケット型の碍子を採用する。表 5-3-2. 17 に碍子の例を示す。碍子装置の安全率は 2.5 以上とする。なお、最少表面漏れ距離は、汚損区分より 2,900 mm である。最高電圧は 145 kV である。

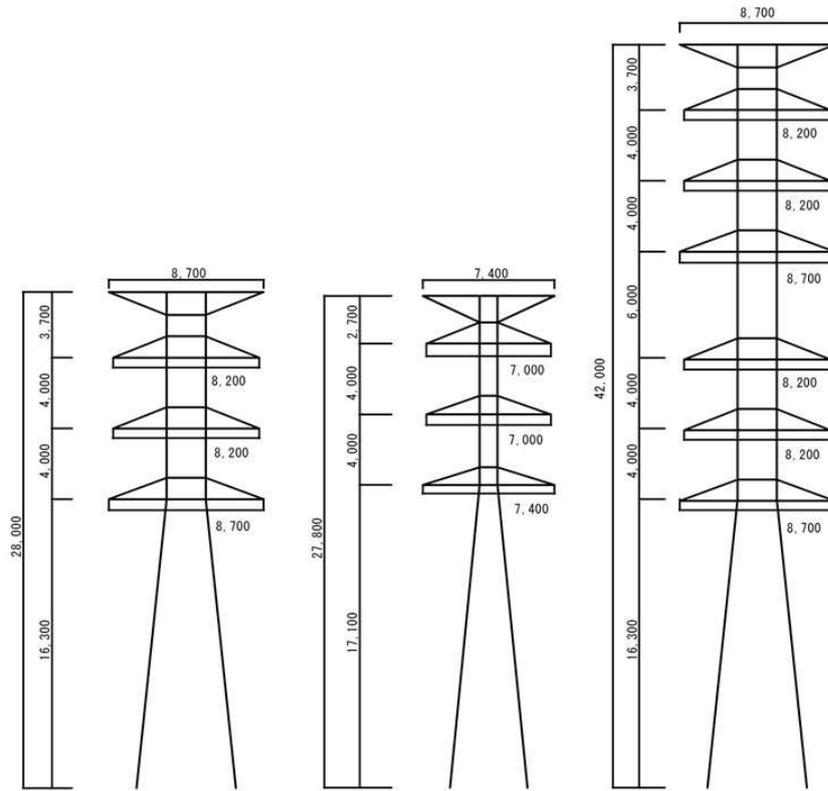
表 5-3-2. 17 碍子の例

型式	高さ	直径	保証強度	個数
U120B	146mm	255mm	120kN	12

[出所] JICA 調査団

b) 支持物

基本的な鉄塔型は（1）と同様に、表 5-3-2. 9 に示すとおり、A~D の 4 型とする。鉄塔はアングル鋼材を用いた鉄塔とする。鉄塔の例を図 5-3-2. 8 に示す。



[単位：mm]

[出所] JICA 調査団

図5-3-2. 8 鉄塔の例 (左：耐張型 中：懸垂型 右：4回線)

c) 基礎

本送電ルート上に大きな湿地帯があるため、送電線の鉄塔基礎の検討にあたって、軟弱地盤及び高い地下水位の影響が懸念されることから、132 kV 送電ルート上のBH01及びBH04にて地質調査を行った。

添付資料-9の表1-1から1-4に各地点の標準貫入試験の結果概要を示す。粘土質土壌であれば、N値20以上が支持層と判断され、この支持層が地下10mより浅い位置に確認される場合、一般的な逆T字基礎が採用可能である。添付資料-9に示した表1-1のBH01の結果及び表1-4のBH04の結果からまとめた、132 kV 送電ルート上の支持層を表5-3-2. 18に示す。同表に示すように、測定位置BH01では支持層の位置が地下9m、測定位置BH04では支持層の位置が地下14mで確認された。

表5-3-2. 18 地質調査結果 (プロバ変電所 132 kV 送電ルート)

位置	支持層
BH01	地下9m (粘性土, N値 $\geq$ 20)
BH04	地下14m (粘性土, N値 $\geq$ 20)

[出所] 添付資料-9

懸念されていた地下水位が、BH01において深さ0.4mで、BH04において深さ3.8m

で確認された。また粒度試験と液性限界・塑性限界試験から地質分類を行ったところ、BH01の支持層は粘土質、BH04の支持層は高含水シルト質であることが確認された。これら地下水位の上昇、支持層の土質の観点から沈下量が大きい懸念がある。また地盤の液状化については、BH01~BH04において支持層は粘土質及びシルト質が主(35%以上)であり、塑性指数が高い(15%以上)ことから、液状化の可能性は低いとみられる。「4-2 自然条件」に示したように、比較的大きな沈下量が想定される。このため前述の圧密試験で得られた圧縮指数Ccからの沈下量計算により、BH01で24mm、BH04で21mmの沈下量となり、大きな沈下量と高い地下水位であるため、不同沈下の懸念がある。

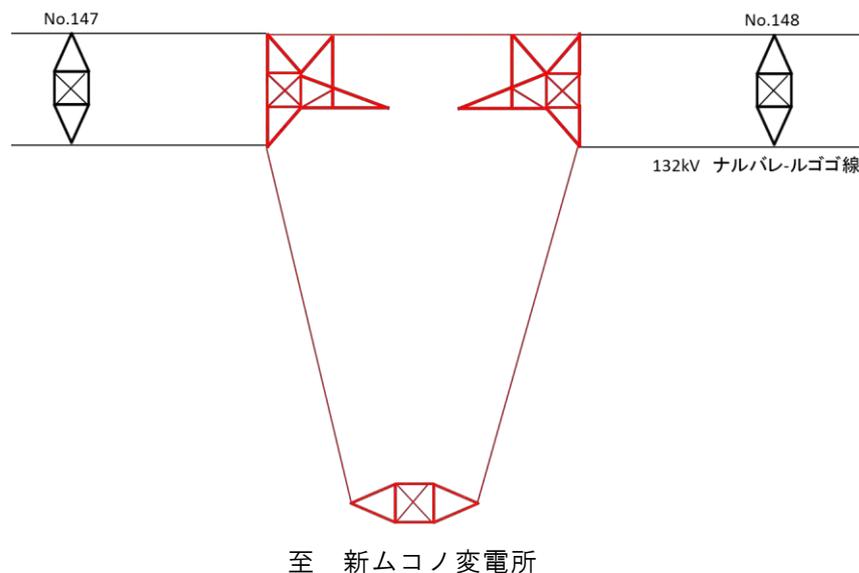
添付資料-9に示す地形測量調査結果について、132kVプロバ送電ルート上において、問題及び要検討となる断層、地すべり・崩壊地形、角度 $10^{\circ}$ を超える傾斜は確認されなかった。

以上より、逆T字基礎を採用する場合、不同沈下が懸念されるため、マット基礎を採用する方針とした。また支持層が9m~14mと深いためマット型杭基礎を採用する方針とした。なお、土壌の化学分析により、腐食性地盤(硫化物1~4%・塩化物0.3~0.9%)であることが確認されたため、杭基礎について、鋼管杭だと腐食の影響があるためPC杭とする等、検討が必要である。

#### (4) 新ムコノ変電所-新ムコノ分岐点(南幹線)

本送電線は、132kVナルバレ変電所-ルゴゴ変電所間の送電線を分岐し、新ムコノ変電所に引込む2回線2ルートの架空送電線である。全長(亘長)は0.5kmである。本送電線のルートを(2)と同様に図5-3-2.5に示す。

ナルバレ変電所-ルゴゴ変電所間220kV送電線からプロバ変電所への分岐方法を、図5-3-2.9に示す。将来、2回線2ルート引き込みとなることから、分岐鉄塔は2基挿入しておく。132kVナルバレ変電所-ルゴゴ変電所間の送電線を2回線停止できない場合は、バイパス用の仮鉄塔を建て、同送電線による供給を行いながら分岐鉄塔の建設を行う。なお、分岐鉄塔の挿入に伴い、ナルバレ変電所-ルゴゴ変電所間送電線の設計条件が変わることから、同送電線の鉄塔強度検討を行う必要がある。



[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 9 分岐方法

送電線のルート選定にあたっては、技術面、環境配慮面から検討を行い、決定した。工事中における資機材の運搬は、コリドーの用地を仮設道として整備し工事を行う。

1) 気候条件の設定

気候条件は(1)と同様、表 5-3-2. 2 のとおり設定する。

2) 電力線・架空地線の選定

送電線の電力線・地線については、ブジャガリ変電所 - カワンダ変電所間の電力線と同等の ACSR Starling および亜鉛めっき鋼より線 (Galvanized Steel Wire: GSW 55 mm<sup>2</sup>) を選定する。電力線・地線の緒元は、表 5-3-2. 19 および表 5-3-2. 20 に示す。

表 5-3-2. 19 電力線の緒元

名称	ACSR Starling
撚り線構成	26/7
導体面積	421.08 mm <sup>2</sup>
外径	26.7 mm
重量	1,467 kg/km
抗張力	124,000 N
弾性係数	77,100 N/mm <sup>2</sup>
線膨張係数	19.36 × 10 <sup>-6</sup> /°C
直流抵抗 (20°C)	0.08 ohm/km

[出所] JICA 調査団

表 5-3-2. 20 架空地線の緒元

名称	GSW 55 mm <sup>2</sup>
撚り線構成	7×3.2 mm
導体面積	56.29 mm <sup>2</sup>
外径	9.6 mm
重量	446 kg/km
抗張力	63,700 N
弾性係数	205,900 N/mm <sup>2</sup>
線膨張係数	11.5×10 <sup>-6</sup> /°C
直流抵抗 (20°C)	2.15 ohm/km

[出所] JICA 調査団

- 3) クリアランス条件の設定  
 クリアランス条件は、(3)と同様、表 5-3-2. 5 のとおり設定する。
- 4) 架線条件の設定  
 架線条件の設定は(3)と同様とし、電力線および架空地線の最大使用張力と EDS は表 5-3-2. 21 のとおりとする。

表 5-3-2. 21 最大使用張力と EDS

名称	抗張力	最大使用張力	EDS
ACSR Starling	124,000 N	34,300 N (MWT/UTS=28%)	23,800 N (EDS/UTS=19%)
GSW 55 mm <sup>2</sup>	63,700 N	15,680 N (MWT/UTS=25%)	11,860 N (EDS/UTS=19%)

[出所] JICA 調査団

- 5) 碍子装置、支持物、基礎の設定
- a) 碍子装置  
 碍子装置は(3)と同様の碍子装置を採用する。
- b) 支持物  
 支持物は(3)の2回線鉄塔と同様とし、鉄塔の例は図 5-3-2. 8 のとおりとする。
- c) 基礎  
 同送電ルートは前述の(2)-5)-c)の地質調査ポイント BH01 付近 (300 m 以内) に位置しているため、前述の BH01 の地質調査結果から、杭基礎を採用する方針とする。

表 5-3-2. 22 地質調査結果 (新ムコノ変電所 132 kV 送電ルート)

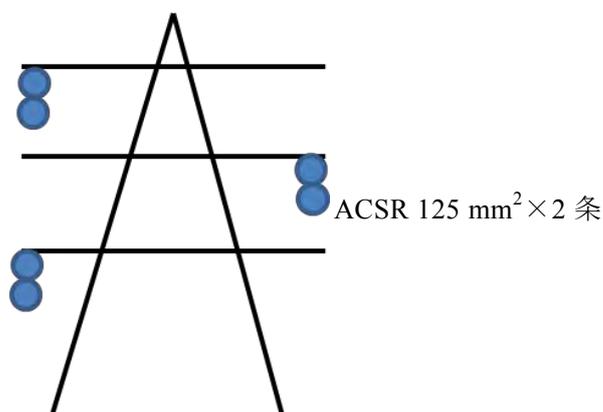
位置	支持層
新ムコノ変電所	地下 19.5m (砂質土, N 値 ≥ 30)

[出所] 添付資料-9

(5) ムコノ変電所カンパラ北変電所 区間送電線張替

本送電線について、サイト状況調査により現状の送電鉄塔および基礎の状況を確認したところ、第3章で述べたように、鉄塔部材、鉄塔基礎などの支持物は、経年による劣化は進んでおらず健全な状態であることを確認した。したがって、支持物に関しても増強した電線資材と同程度の設備寿命が確保されることが推定される。

電力線は、建設当時は ACSR 175 mm<sup>2</sup> (Lynx)、2 回線であったが、1998 年ごろ、ナマンベ変電所の横にある発電所 (50 MW) の建設に伴い、ナルバレ変電所～カンパラ北変電所の送電線を増強する必要が生じた。そのため、本区間において、2 回線のうち 1 回線は ACSR 125 mm<sup>2</sup>×2 条三角配列 (図 5-3-2. 10) にすることで増強し、残りの 1 回線は空けておき、後に増設することを計画していた。しかし、空けておいた残りの 1 回線を増設する計画が頓挫し、現在 (図 5-3-2. 10) のような架線状態に至っている。



[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 10 送電線の電線配列

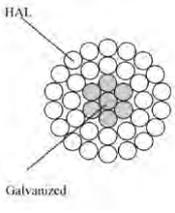
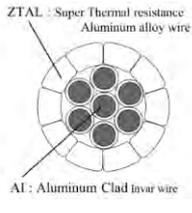
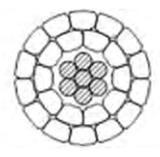
UETCL は、電線張替に伴って鉄塔設計や鉄塔改造に多額の費用が発生することに懸念を示していたが、建設当時の電力線が ACSR 175 mm<sup>2</sup> (Lynx) であったことから、この電線仕様に近い高熱容量低弛度電線を採用することができれば、鉄塔強度検討・鉄塔改造を最小限にして増容量化が可能となる。

ムコノ変電所 - ナマンベ変電所 - カンパラ北変電所間について、2030 年断面の潮流計算を行った結果、1,010 A 流せる電力線が必要であることが判明した。

ACSR 175 mm<sup>2</sup> (Lynx) 相当の高熱容量低弛度電線の調査を行ったところ、インバ電線若しくは GAP 電線 1 条で所要の電流容量と、電流容量増加による既設送電線の地上高さの低下を最小限にできることがわかった。よって、現状の架線条件に近い条件で、ACSR 125 mm<sup>2</sup>×2 条から高熱容量低弛度電線 1 条に張替える。

GAP 電線の抵抗は、インバ電線とそれほど差異はなく、電力損失としては 4%の低減にとどまる。参考として、インバ電線とギャップ電線の緒元を表 5-3-2. 23 に示す。

表5-3-2. 23 インバ電線およびギャップ電線の緒元 (参考)

名称	単位	ACSR Lynx	インバ電線	ギャップ電線
撚り線構造	Nos/mm	30/2.79 - AL 7/2.79 - ST	10/4.63 TW*1 - ZTAL*2 7/3.95 - Invar	14/TW*1 - ZTAL*2 10/TW*1 - ZTAL*2 7/2.4 - Est*3
外径	mm	19.53	19.4	19.0
抗張力	kN	79.8	107.5	86.2
断面積	アルミ(AL)	mm <sup>2</sup>	183.4	207.9
	芯線 (ST, Invar, Est)		42.8	31.67
	合計		226.2	239.6
重量	kg/km	842	1075	844.8
直流抵抗 (20°C)	Ohm/km	0.1576	0.1555	0.1421
弾性係数	導体	Gpa	89.1	80.8
	芯線		-	155 (遷移点*4以上)
線膨張係数	導体	1/°C	18.0 × 10 <sup>-6</sup>	19.1 × 10 <sup>-6</sup>
	芯線		-	3.6 × 10 <sup>-6</sup> (遷移点*4以上)
連続許容温度	Deg. C	75	210	210
弛度 (300m時)	m	7.58 at 75°C	7.68 at 210°C	6.7 at 195.5°C
電流	A	497 at 75°C	1010 at 210°C	1010 at 195.5°C
断面図	-			

Notes:  
 \*1: TW (台形型電線)  
 \*2: ZTAL (超耐熱アルミ合金撚り線)  
 \*3: Est (超高強度鋼線)  
 \*4: 電線に加わる電線張力が電線全体から抗張力部に移行する温度

○弛度計算条件 (1) 常時張力: 抗張荷重の25%以下 + 周囲温度: 26°C (無風) (2) 最大使用張力: 抗張荷重の37%以下 + 周囲温度: 8°C + 風圧: 510Pa	○電流計算条件 + 周囲温度: 35°C + 風速: 0.6m/s + 風向: 0 degrees + 日射量: 0.1W/cm <sup>2</sup> + 放射率: 0.6 + 標高: 1200m + 周波数: 50Hz
--	---

[出所] JICA 調査団

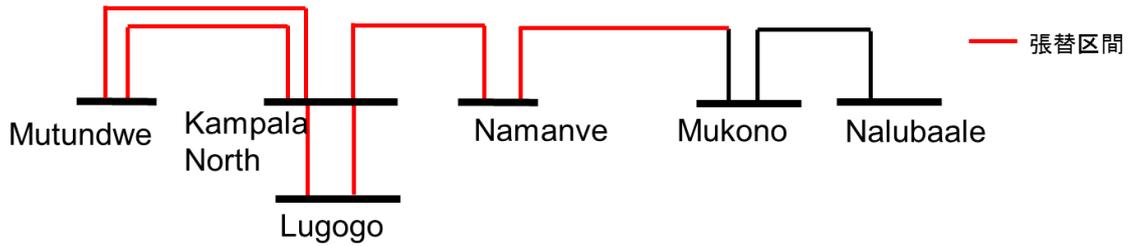
本案件を施工する際のナルバレ変電所からカンパラ北変電所間の系統図を図5-3-2. 11に示す。現状は、本区間にはナマンベ変電所しか分岐していないが、近い将来ムコノ変電所が新設され、多端子の系統となる。

増設工事(張替)にあたり、ムコノ変電所～ナマンベ変電所区間、ナマンベ変電所～カンパラ北区間の2つの区間に分割して工事を実施する。

工事中は、変電所間の送電線は停止するが、本系統は両端電源であるため、系統切替により変電所の長期間の停止は発生しない。

張替工事は、3 km から 4 km 毎にセクションを区切り、それぞれに電線を巻き取るエンジン場、電線を送り込むドラム場の架線基地を設置し、一般的に採用されており施工も単純な張力延線工法にて工事を実施する。

工事中の資機材の運搬は、コリドーを用いて行う。



[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 11 ムコノ変電所-ムトゥンドウエ変電所間 系統図

(6) カンパラ北変電所 - ムトゥンドウエ変電所間送電線張替

本送電線についても、第3章で述べたように、鉄塔部材、鉄塔基礎などの支持物は、経年による劣化は進んでおらず健全な状態であることを確認しており、支持物についても増設した電線資材と同程度の設備寿命が確保されることが推定される。

電力線は建設当時のままの ACSR 175 mm<sup>2</sup> (Lynx)、2 回線である。

潮流解析の結果、電力線は 140 MVA の容量が必要となることが必要であることが判明した。よって、同容量を満足し、鉄塔強度検討・鉄塔改造を最小限にできる(5)と同様の増容量電線を本送電線区間の電力線として採用する。

張替工事は、張力延線工法にて実施する。

工事中の資機材の運搬は、コリドーを用いて運搬を行う。

(7) カンパラ北変電所-ルゴゴ変電所

本送電線について、サイト状況調査により現状の送電鉄塔および基礎の状況を確認したところ、第3章で述べたように、鉄塔部材、鉄塔基礎などの支持物は、経年による劣化は進んでおらず健全な状態であることを確認した。したがって、支持物についても増設した電線資材と同程度の設備寿命が確保されることが推定される。

電力線は、ACSR 175 mm<sup>2</sup> (Lynx)、2 回線である。潮流解析の結果、電力線は 100 MVA の容量が必要となることが判明した。よって、同容量を満足し、鉄塔強度検討・鉄塔改造を最小限にできる(5)と同様の増容量電線を本送電線区間の電力線として採用する。

張替工事は、張力延線工法にて実施する。

工事中の資機材の運搬は、コリドーを用いて運搬を行う。

(8) カンパラ北変電所 - ムトゥンドウエ変電所分岐点 - カワラ変電所 区間 132 kV 送電線新設

現在、カンパラ北変電所 - ムトゥンドウエ変電所分岐点 - カワラ変電所は、木柱を使用した T 分岐の 1 回線の架空送電線である。カワラ変電所の信頼度向上を図るため、カワラ変電所への引込方法を、現状の T 分岐引込からオープン引込に変更する必要がある。現状の引込ルート状況を図 5-3-2. 12 に示す。



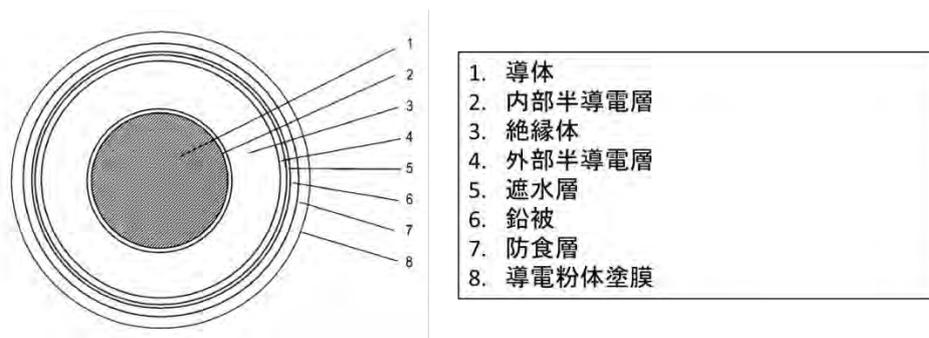
[出所] JICA 調査団

図5-3-2. 12 カワラ変電所 引込ルート状況

環境影響上への配慮から、2回線の地中送電線でカワラ変電所に引込みを行う計画とする。

1) ケーブル選定

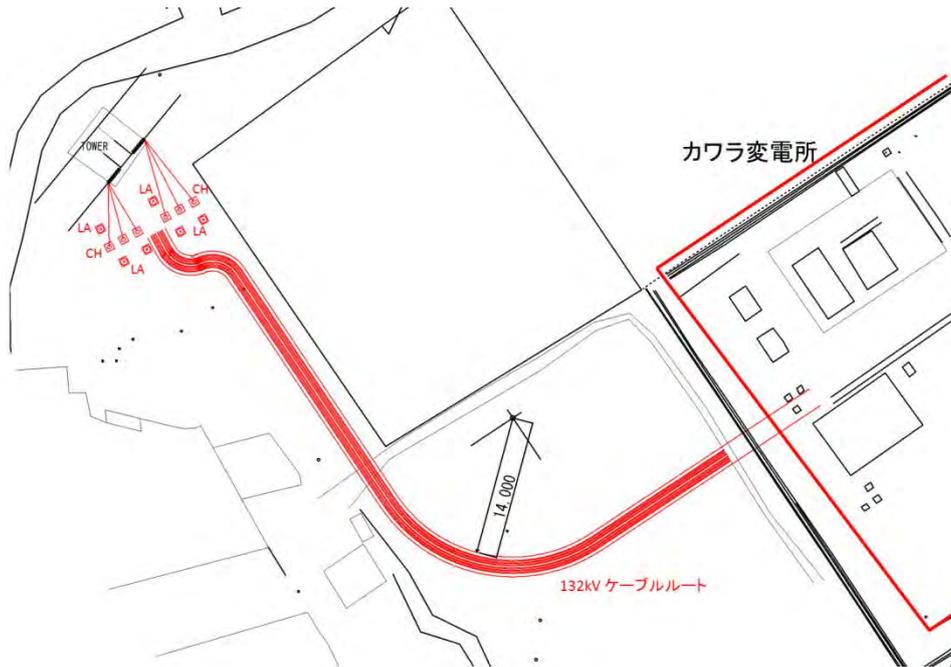
2030年断面の潮流計算結果より、本送電線は612Aを確保する必要があることから、ケーブルサイズは同容量を満足する630mm<sup>2</sup>となる見込みである。図5-3-2. 13にケーブルの断面図の例を示す。



[出所] JICA 調査団

図5-3-2. 13 ケーブル断面図の例 (カワラ変電所引込用)

ケーブルへの分岐方法は、現在の分岐鉄塔 No.470 のすぐ横にケーブル引込用の架台を設置し、電力線から直接、架台の上の気中終端箱 (Cable Head: CH) へ引込み、地中ケーブルを経てカワラ変電所へ引込を行う。カワラ変電所内において、ガス中終端箱にて、縮小型ガス絶縁開閉装置へ接続を行う。なお、雷による地中ケーブルの損傷を防ぐため、気中終端箱の横に避雷装置 (LA) を設置する。図5-3-2. 14に132 kV ケーブルルートを示す。



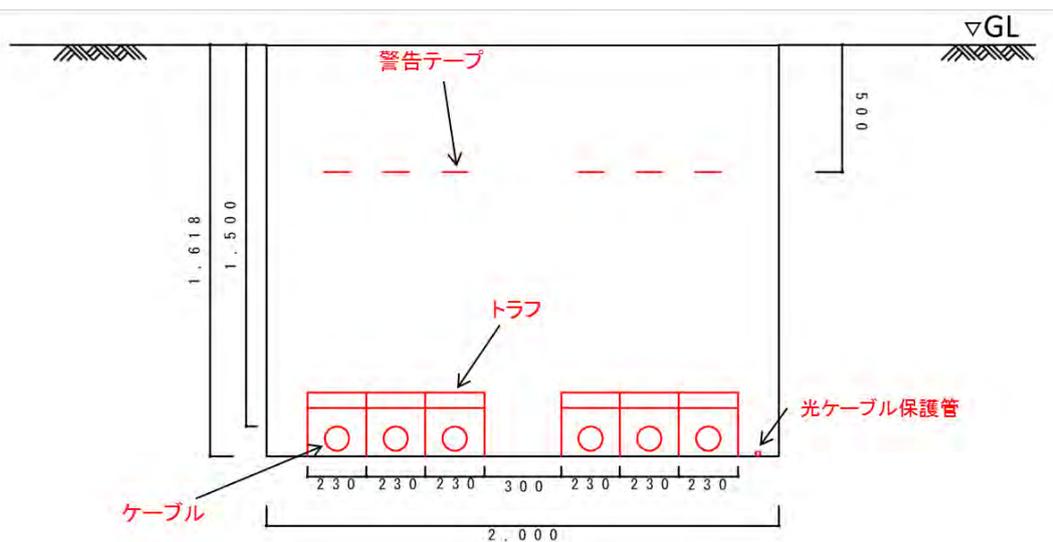
[単位 : mm]

[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 14 132 kV ケーブルルート (カワラ変電所引込用)

2) 布設方式

布設方式としては、直接埋設式、管路式等が考えられるが、直接埋設式は管路式と比較し、熱拡散が良いため許容電流が大きく、建設工事費が安い。よって、直接埋設式を採用する。トラフは、コンクリート製とし、トラフ内部に砂を詰めて埋設する。雨による土壌の浸食を考慮し、ケーブルの埋設深さは、1.5 m とする。図 5-3-2. 15 に埋設方法を示す。



[単位 : mm]

[出所] JICA 調査団

図 5-3-2. 15 132 kV ケーブル埋設方法

なお、本工事の施工においては、全停電が可能であることから、ケーブル布設の際には木柱を撤去し、既存のルートの利用地を作業場として確保する。

(9) 調査団からの提言

本事業の実施にあたり、送電設計の検討に付随して明らかとなった留意すべき事項等を以下に提言としてまとめた。

1) 架空地線のサイズについて

既設 220kV 送電線の架空地線のサイズは 55 mm<sup>2</sup> 程度であり、故障発生時（地絡時）の瞬時電流に対し十分な容量を確保できないと考える。今回新設する送電線は既設送電線からの分岐で、距離も本線に比べて短く、より太いサイズの地線を選定しても線路全体へ効果は限定的であることから、既設送電線の仕様に合わせて選定したが、将来、架空地線を張替える機会があれば、故障発生時の瞬時電流を十分許容できる 150 mm<sup>2</sup> 程度のサイズの架空地線を選定することを推奨する。

2) クリアランスの標準について

クリアランスについては、既設の送電線の技術仕様書を確認すると、送電線を建設したコンサルタントによって異なっており、統一されていない。よって、UETCL が独自のクリアランスの標準を作成し、今後の送電線建設工事の設計に適用することを推奨する。

5-3-3 施設計画

(1) 変電設備の設計条件

変電施設の設計条件を以下表 5-3-3. 1 及び表 5-3-3. 2 に示す。  
地質調査で求めた地耐力及び圧密沈下量を考慮し以下の使用とする。

表 5-3-3. 1 施設設計の基本条件（カワラ変電所）

項目		設計条件
標高		1195 m
気温	最高	36 °C
	最低	12 °C
	平均	23 °C
最高風速		30 m/s
年間降水量		1,265 mm/年
地震荷重		水平 0.15 G
地耐力		120 kN/m <sup>2</sup> (既存 GL-3.5m)

[出所] JICA 調査団

表 5-3-3. 2 施設設計の基本条件（プロバ変電所）

項目		設計条件
標高		1185 m
気温	最高	36 °C
	最低	12 °C
	平均	23 °C
最高風速		30 m/s
年間降水量		1,265mm/year
地震荷重		水平 0.15 G
地耐力		150 kN/m <sup>2</sup> (既存 GL-2.0m)

[出所] JICA 調査団

(2) 変電設備の要件

設計 GL (グラウンドレベル) は洪水及び圧密沈下の対策として既存 GL から 1.0 m 上げる必要がある。プロジェクトサイトの周りに擁壁を構築する必要がある。

1) 制御棟の概要

制御棟の概要を以下表 5-3-3. 3 及び表 5-3-3. 4 に示す。

ケーブルピットの高さを確保するために、設計 GL を既存 GL レベルから 1.0 m 上げる。

表 5-3-3. 3 制御棟建屋の概要 (プロバ変電所)

項目	内容	詳細
構造	鉄筋コンクリートラーメン構造	
階高	2 階 BFL-GFL=2.65 m GFL-RFL=4.0 m	地階: ケーブルピット, 貯水槽 4 トン, 給水ポンプ, 排水ポンプ 1 階: 事務室, 開閉器室, 制御室, 発電機室, 所内変圧器室, バッテリー室, トイレ, シャワー室, 給湯室, 廊下等
延床面積	約 1,120 m <sup>2</sup> (≒1116 m <sup>2</sup> )	-
建築面積	約 756 m <sup>2</sup>	-
外装	壁仕上げ	ウレタン塗装仕上げ
	屋根仕上げ	コンクリートプレート t=80 mm ワイヤーメッシュ @200 mm ウレタンジョイント @2,000 mm 断熱材 t=50 mm アスファルト防水 3 層防水
内装	壁仕上げ	金鍍仕上げの上塗装
	床仕上げ	フリーアクセス式床 h=300 mm 磁器タイル 300 x 300 mm
	天井	ジブサムボード仕上げ t=12 mm

[出所] JICA 調査団

表 5-3-3. 4 制御棟建屋の概要 (カワラ変電所)

項目	内容	詳細
構造	鉄筋コンクリートラーメン構造	
階高	3 階 BFL-GFL=2.65 m GFL-1FL=4.0 m 1FL-RFL=4.0 m	地階: ケーブルピット, 貯水槽 4 トン, 給水ポンプ, 排水ポンプ 1 階: 事務室, 開閉器室, 発電機室, 所内変圧器室, バッテリー室, 廊下, 階段 2 階: 制御室, 廊下, 階段, トイレ, シャワー室, 給湯室 緊急バルコニー: 緊急脱出口
延床面積	約 1000 m <sup>2</sup> (≒990m <sup>2</sup> )	-
建築面積	約 330 m <sup>2</sup>	-
外装	壁仕上げ	ウレタン塗装仕上げ
	屋根仕上げ	コンクリートプレート t=80 mm ワイヤーメッシュ @200 mm ウレタンジョイント @2,000 mm 断熱材 t=50 mm アスファルト防水 3 層防水
内装	壁仕上げ	金鍍仕上げの上塗装
	床仕上げ	フリーアクセス式床 h=300 mm 磁器タイル 300 x 300 mm
	天井	ジブサムボード仕上げ t=12 mm

[出所] JICA 調査団

2) 変圧器の基礎

変圧器の基礎概要を以下表 5-3-3. 5 および表 5-3-3. 6 に示す。

設計 GL (グラウンドレベル) は洪水及び圧密沈下の対策として既存 GL から 1.0 m 上げる必要がある。

表 5-3-3. 5 220/132kVx2 か所と 132/33kVx2 か所 変圧器の基礎概要 (プロバ変電所)

項目	内容	詳細
構造	鉄筋コンクリート	-
階高	1 階	屋外: 容量 125 MVA 主変圧器 2 基、40 MVA 主変圧器 2 基 [備考] 設計 GL (グラウンドレベル) は洪水及び圧密沈下の対策として既存 GL から 1.0 m 上げる必要がある。 防火壁: コンクリート壁 H=7.5 m, L=9.0 m, t=250 mm、1 基 オイルピット: 変圧器基礎周囲 D=1.5 m 砂利層, 基礎西側のオイルセパレータにオーバーフローパイプは接続すること ケーブルカルバート 500 mm x 900 mm
延床面積	約 132 m <sup>2</sup>	-

[出所] JICA 調査団

表 5-3-3. 6 132/33kVx 3 か所と 132/11kVx1 か所 変圧器の基礎概要 (カワラ変電所)

項目	内容	詳細
構造	鉄筋コンクリート	-
階高	1 階	屋外: 容量 40 MVA 主変圧器 3 基、容量 20 MVA 主変圧器 1 基 [備考] 設計 GL (グラウンドレベル) は洪水及び圧密沈下の対策として既存 GL から 1.0 m 上げる必要がある。 防火壁: コンクリート壁 H=7.5 m, L=9.0 m, t=250 mm、3 基 オイルピット: 変圧器基礎周囲 D=1.5 m 砂利層, 基礎西側のオイルセパレータにオーバーフローパイプは接続すること ケーブルカルバート 500 mm x 900 mm
延床面積	約 72 m <sup>2</sup>	-

[出所] JICA 調査団

3) ガス絶縁開閉装置 (GIS) の基礎

ガス絶縁開閉装置の基礎概要は下記表 5-3-3. 7 に示す。

設計 GL (グラウンドレベル) は洪水及び圧密沈下の対策として既存 GL から 1.0 m 上げる必要がある。

表 5-3-3. 7 開閉装置の基礎概要 (カワラ変電所)

項目	内容	詳細
構造	鉄筋コンクリート	-
階高	1階	地階: 132 kV ケーブル用ピット 屋外: GIS 防火壁: 不要 [備考] 設計 GL (グラウンドレベル) は洪水及び 圧密沈下の対策として既存 GL から 1.0 m 上げる必要がある。
延床面積	約 50 m <sup>2</sup>	-

[出所] JICA 調査団

4) ケーブルカルバート

ケーブルカルバートの概要は下記表 5-3-3. 8 に示す。

表 5-3-3. 8 ケーブルカルバート基礎の概要 (カワラ変電所)

項目	内容
ケーブルカルバート 容量 40 MVA 及び 20 MVA 主変圧器から制御棟建屋まで	強化コンクリートボックスカルバート ケーブルラック付、約 26 m <sup>2</sup> (W=1.7 m, H=2.0 m)

備考: W=ケーブルカルバートの幅  
H=ケーブルカルバートの高さ

[出所] JICA 調査団

5) 送電線の鉄塔基礎

132 kV 送電線の鉄塔基礎概要は下記表 5-3-3. 9 及び表 5-3-3. 10 に示す。

表 5-3-3. 9 送電線の鉄塔基礎概要 (カワラ変電所)

項目	内容	詳細
構造	鉄筋コンクリート基礎	2 回線, 132kV ケーブル, 1 基

[出所] JICA 調査団

表 5-3-3. 10 送電線の鉄塔基礎概要 (プロバ変電所)

項目	内容	詳細
構造	鉄筋コンクリート基礎	2 回線, 220kV 鉄塔 H= 40 m, 4 基
		2 回線, 132kV 鉄塔 H= 40 m, 3 基

備考: H=鉄塔高さ

[出所] JICA 調査団

5-3-4 本邦技術の優位性と本事業への活用の可能性

本事業はウガンダ国カンパラ首都圏を対象としており、変電設備、送電設備用機材には以下が要求される。

(i) 変電設備

- カワラ変電所においては、既設変圧器容量は 20 MVA であるが、本事業において、同じ敷地に 140 MVA の変圧器容量を有する変電設備を設計する必要がある。そのため、必要となる面積を最小限に限定できる変圧器直結型の GIS の採用が必要となる。
- 新ムコノ変電所においては、森林保護区内の限られた敷地内に建設される必要があり、また空気汚染による絶縁劣化に対する耐久性を考慮する必要となるため、開閉設備の

極小化の可能なガス絶縁開閉装置が 220 kV および 132 kV 双方の電圧階級に必要となる。

- ▶ カンパラ首都圏内における UETCL の管理する変電所において変圧器の更新や、事故発生時に、移動変電所が必要となる。当該区域内の道路条件などを考慮の上で、確実な移動性を有し、かつ所定の設備容量を有する移動変電所が不可欠となる。

## (ii) 送電設備

- ▶ 増大する電力需要に対応するための送電線容量が確保される必要がある一方で、カンパラ首都圏はウガンダ国随一の人口密集地域であるため、送電線路の新規取得が困難である。このため、既設送電線と同等の寸法を有しながらも、送電容量の増強が達成されている、高熱容量低弛度電線の活用により、既設鉄塔を最大限活用することにより送電容量を増強することが可能である。

以上の機材選定の留意点を踏まえ、設計の実現に重要な役割を果たす機材の調達に必要な入札事前資格審査要件案、および要求仕様を示す。

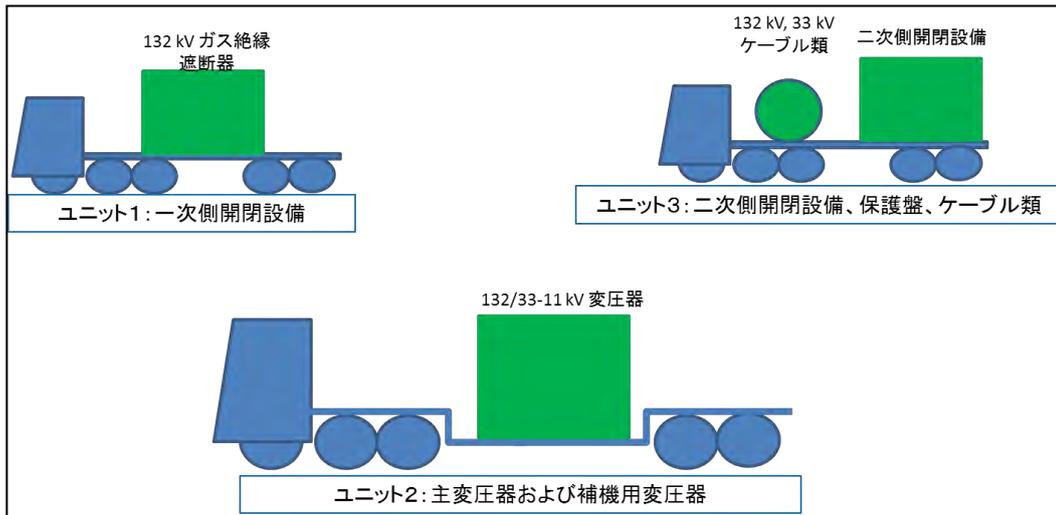
## (1) 移動変電所

### 1) 機材選定に係る基本方針

本事業はカンパラ首都圏の電力流通設備の増強・改修であるため、対象地域の特性に即した機材選定が必要である。

我が国では、一般道路移動に関する規制が厳しく、車両の総重量を 22 トン以下に維持することが義務付けられている。このような背景もあり、本邦の移動変電所は小型で高容量の移動式変電設備の技術を開発してきた。

本事業により調達される移動変電所の活用はカンパラ市内（都市部）を含むウガンダ国全土であり、車幅などの面で、移動に関する道路条件が制限される上に、ウガンダ道路公社（UNRA）の規定に基づき、車両重量制限が課せられるため、移動変電所に搭載される変電設備の重量、寸法は厳しく制限される。そのため、移動変電所の変電設備、開閉設備などに分離型を採用することで、移動性を確保しつつ、高い変圧器容量を確保することが可能となる。図 5-3-4. 1 に移動変電所の構成案を、表 5-3-4. 1 に要求仕様案を示す。本事業では、対象地域の道路状況を踏まえ、この方式を採用する方針とする。



[出所] JICA 調査団

図 5-3-4. 1 移動変電所システム構成案

2) 入札事前資格審査要件 (案)

本事業で要求される移動変電所の一次側電圧を考慮し、132 kV を超える電圧階級の移動変電所の納入実績を有することが、入札参加に不可欠である。そのため、入札事前資格として次を要件とする。

- 少なくとも 5 件以上の電圧階級 66 kV 以上 (内、1 件は電圧階級 132 kV 以上) の移動変圧器の納入経験を有すること。
- 少なくとも 15 年以上の変圧器製造実績を有すること。(132 kV またはそれ以上)
- 少なくとも 5 件以上の移動変電所納入実績証明を提出すること。
- ISO または同等の証明を受けている実験施設により証明された、雷インパルス試験を含む型式試験報告書を提出すること。

3) 入札仕様 (案)

前項の機材選定に関わる基本方針に基づき、特に留意すべき仕様を以下に示す。

- 首都圏における可搬性を確保しつつ高容量を実現するため、開閉設備と変電設備が別々のトレーラーに具備された形式の移動式変電設備
- 最大勾配 12%、15m 幅の幹線道路から 7.5m 幅の道路への進入の実現
- 騒音水準の規定 (70 dB 以下に制限できること)

表 5-3-4. 1 移動変電所の仕様概要 (案)

番号	項目	仕様
<b>&lt; 共通仕様 &gt;</b>		
(1)	適用規格	IEC または同等規格
(2)	移動変電所構成	首都圏の道路事情を踏まえ、開閉器・変圧器・二次開閉器／補機等から構成される分割型とすること。
(3)	運搬条件	引渡しの際は、必要とされるサイトで適時使用できるよう待機できる状態であること。(全装可搬式であること。)
(4)	接続方式	一次開閉器・変圧器の間の接続は、ケーブルまたは架空線接続とする。
(5)	SCADA 用信号	SCADA ターミナルユニットを具備すること。
(6)	ローカルモニタリングシステム	移動用変電所の運転監視(電圧・電流・周波数・有効電力・電力量など)および制御を行うための設備を具備すること。
(7)	標高	1,000 m ~ 1,500 m の環境で使用できること。
(8)	付属機材	移動式支持碍子および避雷器、開閉器・変圧器間接続用電力ケーブルなど
(9)	耐地震荷重	0.3G (共振正弦 3 波)
(10)	移動時耐荷重	3G (マラム)
(11)	その他	振動記録計を具備すること。
<b>&lt; 変圧器 &gt;</b>		
(1)	変電容量	20 MVA
(2)	定格電圧	一次側：132 kV 二次側：33 - 11 kV(選択可能)
(3)	タップポジション	一次側
(4)	タップ範囲	132 kV +5%/-12.5%
(5)	タップ数	17 タップ
(6)	接地方式	一次側：中性点直接接地 二次側：直接接地
(7)	補機変圧器	
	- 一次側電圧	33 - 11 kV (選択可能)
	- 二次側電圧	0.4 kV
	- 変圧容量	100 kVA
(8)	冷却方式	導油風冷 (ODAF)
(9)	インピーダンス	メーカー標準とする。
(10)	絶縁油タンク	三相短絡事故発生時の異常内部圧力上昇に耐えること。
(11)	その他	輸送中は 3G に耐えること。
<b>&lt; 開閉設備 &gt;</b>		
(1)	電圧	132 kV (一次側)、33 - 11 kV (二次側)
(2)	遮断方式	ガス絶縁開閉方式(GIS)
(3)	絶縁方式	SF <sub>6</sub>
(4)	二次側フィーダー数	2
(5)	ガス圧	0.15 MPa 以下 (移動時及び稼働時)
(6)	ガス漏えい率	0.1% / 年 以下
(7)	その他	二次側開閉設備については 1 トレーラー、または、変圧器に具備させること。
<b>&lt; 車両 &gt;</b>		
(1)	最大勾配	12% (舗装路)
(2)	旋回半径	幅員 15m の幹線道路から幅員 7.5 m に直角に進入可能であること。
(3)	車両重量	56 トン以下
(4)	最大軸重	業者指定、但し 8 トン以下

[出所] JICA 調査団

## (2) ガス絶縁開閉装置 (GIS)

### 1) 機材選定に係る基本方針

本事業対象地域のカンパラ首都圏は、今後も需要の増大に伴う継続した流通設備開発が必要であるが、人口密集地帯である首都圏であるため、用地取得がその大きな障害となる。

ガス絶縁開閉装置は、充電部に密閉構造を形成し、六フッ化硫黄を絶縁ガスとして封入することにより、離隔距離を大幅に低減することが可能な開閉設備であり、用地取得を軽減することが可能である。

さらに、変圧器と接続部も六フッ化硫黄ガスが封入された密閉容器を介した接続とすることで、更なる省スペース化が図れる。特に、カワラ変電所は既存の限られた敷地に大幅に設備容量が増強された設備を据え付けることになるため、この構造の採用が有効である。

一方、GIS は、充電部が密閉構造であるため、環境耐性の面でも空気絶縁方式と比較して設備の安定度が高いという特性を有しているため、高い電力供給信頼性の要求される電圧階級 220 kV の新ムコノ変電所において採用される必要がある。そのため、ガス絶縁開閉装置 (GIS) に対する製品型式検査、出荷前の工場検査実施に際し、IEC 規格を超える厳格な社内基準が設けられており、ガス漏えい率などの数値にて高品質が確保されている機材が必要になる。さらに、ガス漏えい率の低下はメンテナンスの頻度を減らすことにつながる可能性が高い。GIS の場合はメンテナンスに必要となる労力・経費が気中開閉器と比べて大掛かりになるため、結果的に運転維持管理費用の削減が期待できる。

以上を踏まえ、入札事前資格審査要件 (案)、入札仕様 (案) を下記のとおりとする。

### 2) 入札事前資格審査要件 (案)

- 表 5-3-4. 2 及び表 5-3-4. 3 に示す仕様を満たす GIS の製造実績を 15 年以上有すること。
- 電力会社からの 5 件以上の調達証明を提出すること。
- ISO または同等の証明を受けている実験施設により証明された、雷インパルス試験を含む型式試験報告書を提出すること。

### 3) 入札仕様 (案)

主な使用は以下のとおり。

- 変圧器と直結構造が可能であること。(カワラ変電所に適用)

表 5-3-4. 2 および表 5-3-4. 3 にガス絶縁開閉装置の要求仕様を示す。

表 5-3-4. 2 132 kV ガス絶縁開閉装置の仕様概要 (案)

番号	項目	仕様
(1)	適用規格	IEC, JEC または同等規格
(2)	モデル	屋外用
(3)	母線方式	複母線方式
(4)	ガス漏洩率	0.1%以下 / 年
(5)	定格電圧	145 kV

番号	項目	仕様
(6)	定格電流	詳細設計により通知
(7)	定格遮断電流	31.5 kA
(8)	定格短時間耐電流	31.5 kA (3 sec.)
(9)	定格雷インパルス耐電圧	650 kV
(10)	定格商用周波耐電圧 (1 分間)	275 kV
(11)	再閉路機能	三相一括操作
(12)	動作シーケンス	O-0.3 sec.-CO-3 min.-CO
(13)	計器用変流器	6 CTs/phase
(14)	計器用変圧器	3 CVTs/phase
(15)	輸送時耐荷重	3G
(16)	耐地震荷重	0.3G (共振正弦 3 波)
(17)	その他	ローカル盤に仮設足場等を設けることなくアクセスできること。

[出所] JICA 調査団

表 5-3-4. 3 220 kV ガス絶縁開閉装置の仕様概要 (案)

番号	項目	仕様
(1)	適用規格	IEC, JEC または同等規格
(2)	モデル	屋外用
(3)	母線方式	複母線方式
(4)	ガス漏洩率	0.1%以下 / 年
(5)	定格電圧	245 kV
(6)	定格電流	詳細設計により通知
(7)	定格遮断電流	40.0 kA
(8)	定格短時間耐電流	40.0 kA (3 sec.)
(9)	定格雷インパルス耐電圧	詳細設計により通知
(10)	定格商用周波耐電圧 (1 分間)	詳細設計により通知
(11)	再閉路機能	三相一括操作
(12)	動作シーケンス	O-0.3 sec.-CO-3 min.-CO
(13)	計器用変流器	6 CTs/phase
(14)	計器用変圧器	3 CVTs/phase
(15)	輸送時耐荷重	3G
(16)	耐地震荷重	0.3G (共振正弦 3 波)
(17)	その他	- ローカル盤に仮設足場等を設けることなくアクセスできること。

[出所] JICA 調査団

### (3) 変圧器

#### 1) 機材選定に係る基本方針

狭小な敷地を有するカワラ変電所への変圧器増設のため、ガス絶縁開閉装置と直結される変圧器を採用する。また、ウガンダにおける地震及びモンバサ港からの 1,000 km を超える陸路輸送時の振動に十分に耐え得る機材を選定する。

#### 2) 入札事前資格審査要件 (案)

- 一次側電圧が 132 kV 以上の変圧器の納入実績を 5 件以上有すること。
- 少なくとも 15 年以上の製造実績を有すること。
- 電力会社からの 5 件以上の調達証明を提出すること。

- ISO または同等の証明を受けている実験施設により証明された、雷インパルス試験を含む型式試験報告書を提出すること。

3) 入札仕様（案）

主な使用は以下のとおり。

- 騒音水準の規定（70 dB 以下に制限できること）

表 5-3-4. 4 変圧器の仕様概要（案）

番号	項目	仕様
(1)	適用規格	IEC, JEC または同等規格
(2)	変電容量	サイトにより異なる。
(3)	定格電圧	サイトにより異なる。
(4)	タップポジション	一次側
(5)	タップ範囲	+5%/-12.5%
(6)	タップ数	17 タップ
(7)	接地方式	一次側：中性点直接接地 二次側：直接接地
(8)	補機変圧器	
	- 一次側電圧	33 kV
	- 二次側電圧	0.4 kV
	- 変圧容量	100 kVA
(9)	冷却方式	ONAN / ONAF
(10)	インピーダンス	メーカー標準とする。
(11)	移動時耐荷重	3G
(12)	耐地震荷重	0.3G（共振正弦 3 波）
(13)	標高	1,000 m 以上 1,500 m 以下

(4) 高熱容量低弛度電線

1) 機材選定に係る基本方針

通常、電線容量増大を図るためには鉄塔建替えを行うが、本計画対象地域のカンパラ首都圏は、人口密集地帯である首都圏であるため、用地取得がその大きな障害となる。準備調査の結果、本事業で増容量化を想定している区間の送電線は住宅密集地を通過しており、新たな用地取得を伴う鉄塔建替が困難であることが確認された。高熱容量低弛度電線は、既存送電線の地上高さの低下を最小化して、高電流容量を確保できるため、既存の鉄塔改造等を最小限にしつつ大幅な送電路の増容量化が図れる長所がある。本事業では、対象地域における社会影響を極限化しつつ、送電容量の増強を実現することを目的とし、高熱容量低弛度電線を活用する方針とする。

2) 入札事前資格審査要件（案）

表 5-3-4. 5 (10)、(11) 参照。

3) 入札仕様（案）

特に留意すべき仕様を以下に示す。

- 既設鉄塔への荷重を増やすことなく張り替え可能であること。

表 5-3-4. 5 高熱容量低弛度電線の仕様概要 (案)

番号	項目	仕様
(1) (2) (3)	適用規格 形式 定義	IEC, JEC または同等規格 ギャップ電線もしくはインバ電線 ギャップ電線： 芯線部に超高強度亜鉛メッキ鋼、導体部に超耐熱アルミ合金撚り線 (AT3*IEC62004) を採用し、高温時でも低弛度特性が得られる。 インバ電線： 芯線部にアルミ被覆インバ芯、導体部に超々耐熱アルミ合金撚り線 (AT4*IEC62004) を採用し、高温時でも低弛度特性が得られる。
(4)	材質	ギャップ電線： 超耐熱アルミ合金撚り線 (導体部) 超高強度亜鉛メッキ鋼 (芯線部) 耐熱潤滑油 インバ電線： 超々耐熱アルミ合金撚り線 (導体部) ※AT4 アルミ被覆インバ芯 (芯線部)
(5) (6)	公称径 抗張力(UTS)	Lynx 相当 以下条件①から条件②に変化したとき最大使用張力が Lynx UTS (79.8 kN)の 30%以下となる UTS 条件①：常時(EDS) 常時張力: Lynx UTS の 20%以下 電線温度: 26 °C 風圧: 0 Pa 条件②：最悪時 最大使用張力: Lynx UTS (79.8 kN)の 30%以下 周囲温度: 8 °C 風圧: 510 Pa
(7)	連続許容電流	1010 A 以上 <電流容量計算条件> ① 周囲温度: 35 °C ② 風速: 0.6 m/s ③ 風向: 0 度 ④ 日射量: 0.1 W/m <sup>2</sup> ⑤ 放射率: 0.6 ⑥ 標高: 1,200 m ⑦ 周波数: 50 Hz
(8)	弛度条件 (径間長 300m)	1) 以下条件①から条件②に変化したとき最大使用張力が Lynx UTS (79.8 kN)の 30%以下 2) 以下条件①から条件③に変化したときの Lynx 最大弛度 + 0.8 m (8.4 m※径間長 300 m)以下 条件①：常時(EDS) 常時張力: Lynx UTS の 20%以下 電線温度: 26 °C 風圧: 0 Pa 条件②：最悪時 最大使用張力: Lynx UTS (79.8 kN)の 30%以下 電線温度: 8 °C 風圧: 510 Pa 条件③：最大弛度 電線温度: HTLS (1,010 A 通電時の電線温度) Lynx (電線温度 75 °C) 風圧: 0 Pa

番号	項目	仕様
(9)	電線張替後の鉄塔健全性	以下による既設鉄塔の強度不足を確認し、鉄塔補強工事を行い、電線張替後において、送電線の支持物として健全性が確保できていること。 ① 電線張替による架線条件の変更 ② 既設鉄塔の鋼材腐食 ③ 鉄塔基礎の不同変位量及び鉄塔部材の変位量 ④ 鉄塔鋼材の強度劣化
(10)	製造実績年数	15年以上
(11)	特殊工具／技術者による指導	ギャップ電線のみ必要

[出所] JICA 調査団

なお、既存の鉄塔に不具合がある場合は、UETCL が改修する。



## 第6章 環境社会配慮

### 6-1 環境影響評価

#### 6-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本事業は主に以下のコンポーネントで構成される。

- 変電所および送電線の新設：プロバ、新ムコノ
- 既存変電所の改修：カワラ
- 既存変電所の増設：ムトゥンドウエ、ブジャガリ
- 既存送電線の張替

以降に各コンポーネントの計画概要を示す。

#### (1) プロバ変電所および付帯送電線の新設

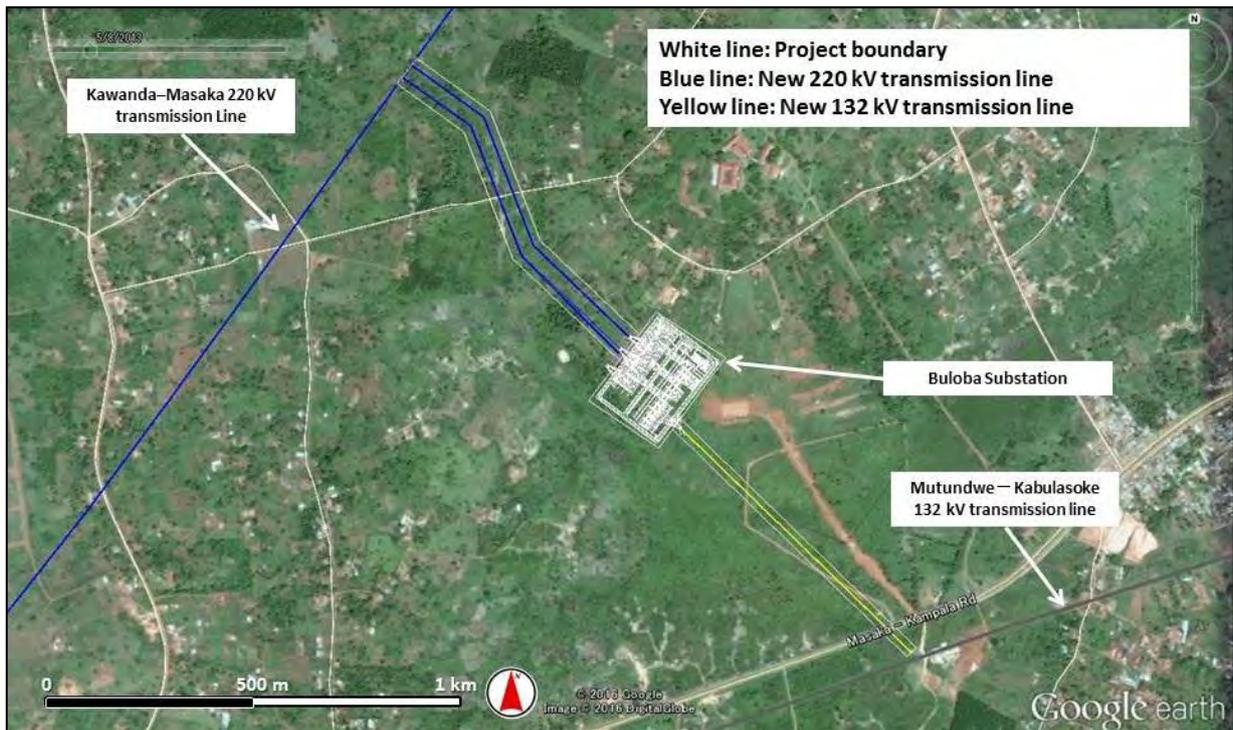
プロバ変電所および付帯送電線は、カンパラ中心地から西に約 25 km 離れたムピギ県の丘陵地帯に新設される。送電線は、220 kV 送電線（約 0.9 km × 4 回線）と 132 kV 送電線（約 0.8 km × 2 回線）で構成される。220 kV 送電線は、2 回線送電線が 2 線並行して建設され、現在世界銀行の借款事業により建設が進められているカワンダ変電所ーマサカ変電所間 220 kV 送電線に接続する。132 kV 送電線は、既設のムトゥンドウエ変電所ーカブラソケ変電所間の送電線に接続する。また 132 kV 送電線の用地内には、約 750 m（8 m 幅）のアクセス道路が建設され、変電所と既存道路（カンパラーミティヤナ道路（Kampala-Mityana Road））を接続する。

表 6-1-1. 1 にプロバの主要コンポーネントおよび仕様を示す。図 6-1-1. 1 にプロバ変電所および付帯送電線のレイアウトを示す。

表 6-1-1. 1 プロバの主要コンポーネントおよび仕様

コンポーネント	仕様
変電所	面積：約 200 m x 260 m
220/132 kV 変圧器	125 MVA×2 台
132/33 kV 変圧器	40 MVA×2 台
220 kV 開閉装置	1 式
132 kV 開閉装置	1 式
33 kV 開閉装置	1 式
制御棟	1 棟
送電線	
220 kV 送電線	約 0.9 km×4 回線
132 kV 送電線	約 0.8 km×2 回線
アクセス道路	約 8 m x 750 m

[出所] JICA 調査団



[出所] JICA 調査団

図 6-1-1. 1 ブロバ変電所および付帯送電線のレイアウト

(2) 新ムコノ変電所および付帯送電線の新設

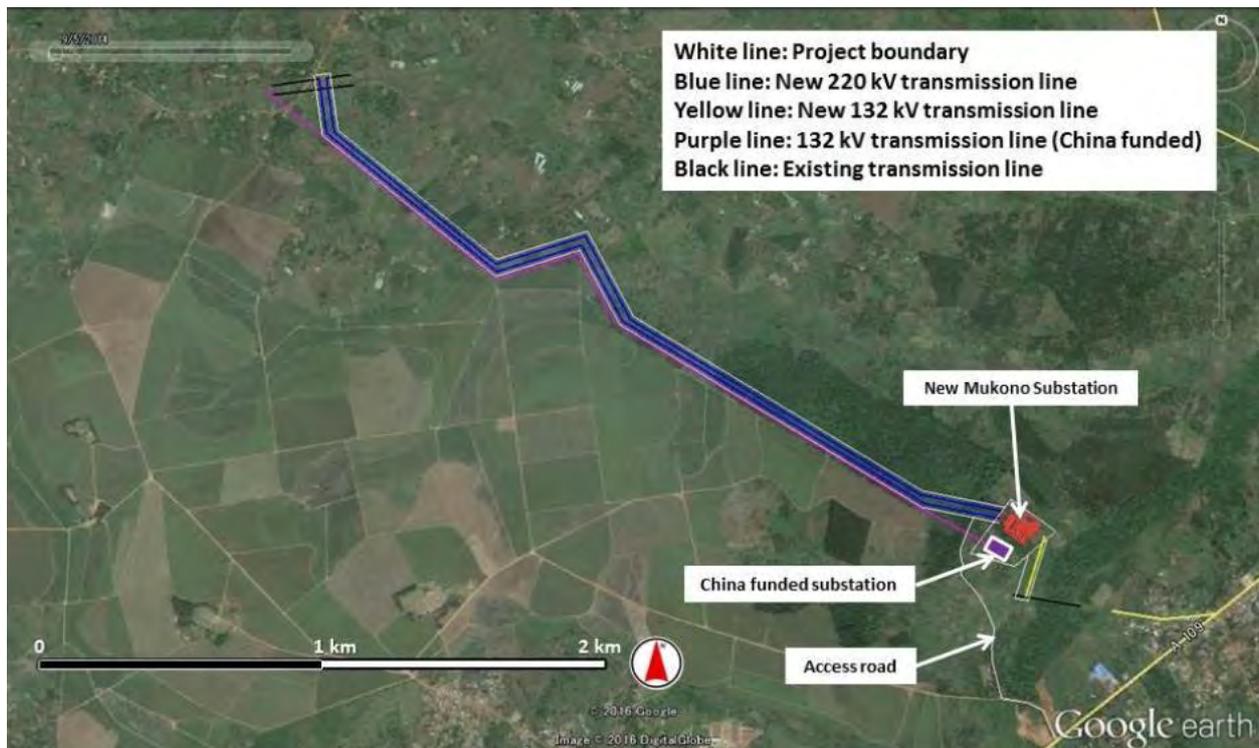
新ムコノ変電所および付帯送電線は、カンパラ中心地から東に約 25 km 離れたムコノ県の丘陵地帯に新設される。変電所は、中国の支援で建設が予定されている変電所に隣接して建設される。送電線は、220 kV (約 4.2 km × 4 回線) と 132 kV (約 0.4 km × 2 回線) の送電線が建設される。220 kV 送電線は、2 回線送電線が 2 線並行しながら中国支援の 132 kV 送電線の横に建設され、既設のブジャガリ変電所-カワンダ変電所間の 220 kV 送電線に接続する。132 kV 送電線 (2 回線) は、既設のキイラ・ナルバレールゴゴ送電線に接続する。また変電所と既存道路 (A109) を結ぶ、約 1,200 m (8 m 幅) のアクセス道路が、既存の道路を拡幅する形で建設される。

表 6-1-1. 2 にムコノの主要コンポーネントおよび仕様を示す。図 6-1-1. 2 にムコノ変電所および付帯送電線のレイアウトを示す。

表 6-1-1. 2 ムコノの主要コンポーネントおよび仕様

コンポーネント	仕様
<b>変電所</b> 220/132/33 kV/変圧器 220 kV ガス絶縁開閉装置 132 kV ガス絶縁開閉装置 制御棟	面積：約 130 m x 105 m 125 MVA×3 台 1 式 1 式 1 棟
<b>送電線</b> 220 kV 送電線 132 kV 送電線	約 4.2 km×4 回線 約 0.4 km×2 回線
<b>アクセス道路</b>	約 8 m x 1,200 m

[出所] JICA 調査団



[出所] JICA 調査団

図 6-1-1. 2 ムコノ変電所および付帯送電線のレイアウト

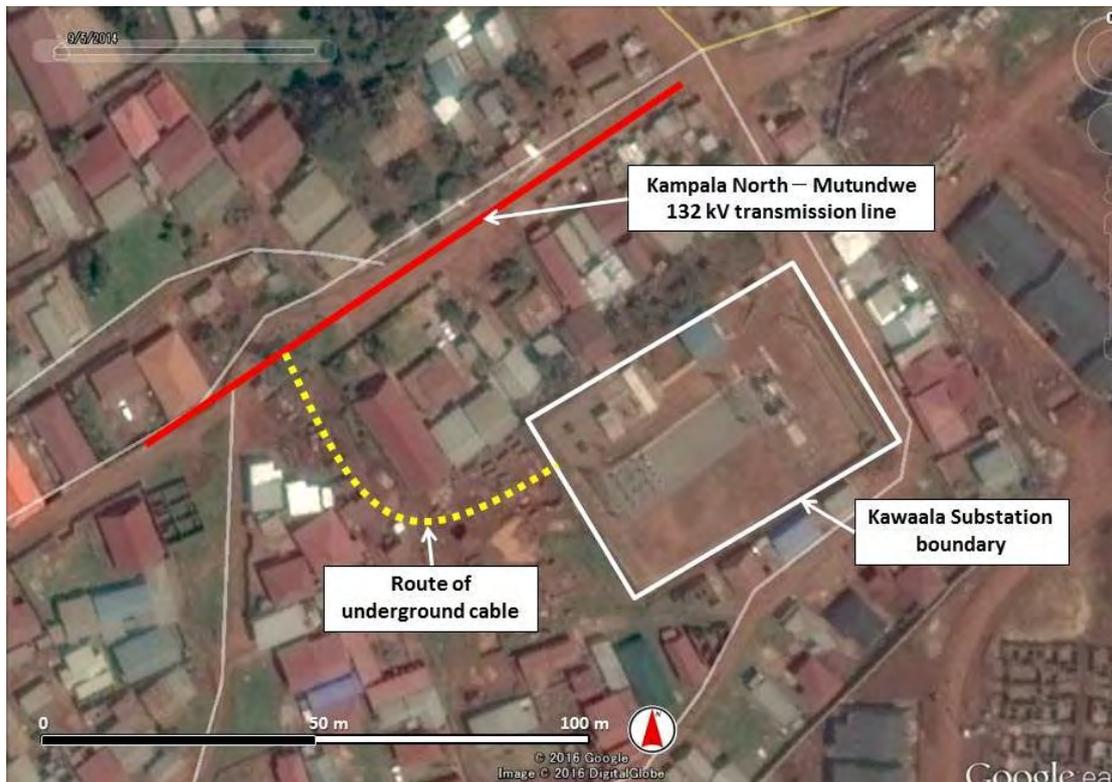
### (3) カワラ変電所の改修

カワラ変電所は、カンパラ首都圏に位置する既設の変電所である。改修の際は、既存施設を解体・除去し、新しい変圧器、開閉装置、制御棟を整備する。またカンパラ北ームトゥンドゥエ 132 kV 送電線に接続する既存送電線も除去し、代わりに地下ケーブル式の 132 kV 送電線（約 100 m）を埋設する。表 6-1-1. 3 にカワラの主要コンポーネントおよび仕様を示す。図 6-1-1. 3 にカワラ変電所の既存レイアウトおよび地下ケーブルの埋設ルートを示す。

表 6-1-1. 3 カワラの主要コンポーネントおよび仕様

コンポーネント	仕様
<b>変電所</b>	
132/33 kV 変圧器	40 MVA×3 台
132/11 kV 変圧器	20 MVA×1 台
132 kV ガス絶縁開閉装置	1 式
33 kV 開閉装置	1 式
11 kV 開閉装置	1 式
制御棟	1 棟
<b>送電線 (地下ケーブル)</b>	
132 kV 送電線	約 0.1 km×2 回線

[出所] JICA 調査団



[出所] JICA 調査団

図 6-1-1. 3 カワラ変電所の既存レイアウトおよび地下ケーブルの埋設ルート

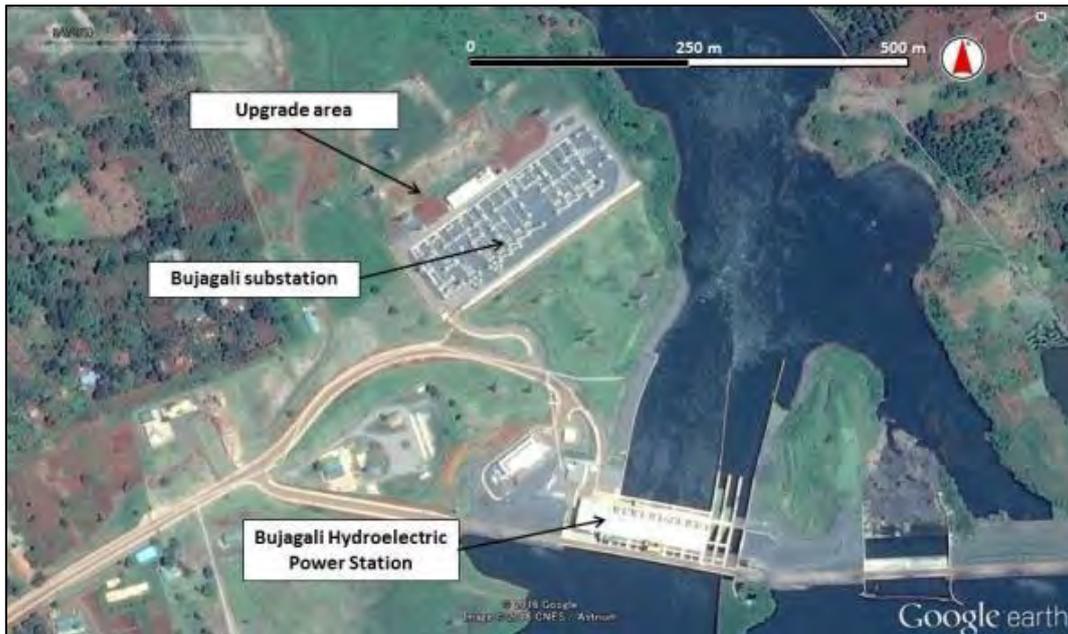
(4) ブジャガリ変電所の増設

ブジャガリ変電所は、ブジャガリ水力発電所内にある既設の変電所である。本事業では、変圧器および開閉装置を新たに整備する。表 6-1-1. 4 にブジャガリの主要コンポーネントおよび仕様を示す。図 6-1-1. 4 にブジャガリ変電所の既存レイアウトおよび増設予定地を示す。

表 6-1-1. 4 ブジャガリの主要コンポーネントおよび仕様

コンポーネント	仕様
変電所	
220/132/33 kV 変圧器	250 MVA×1 台
220 kV 開閉装置	1 式
132 kV 開閉装置	1 式

[出所] JICA 調査団



[出所] JICA 調査団

図 6-1-1. 4 ブジャガリ変電所の既存レイアウトおよび増設予定地

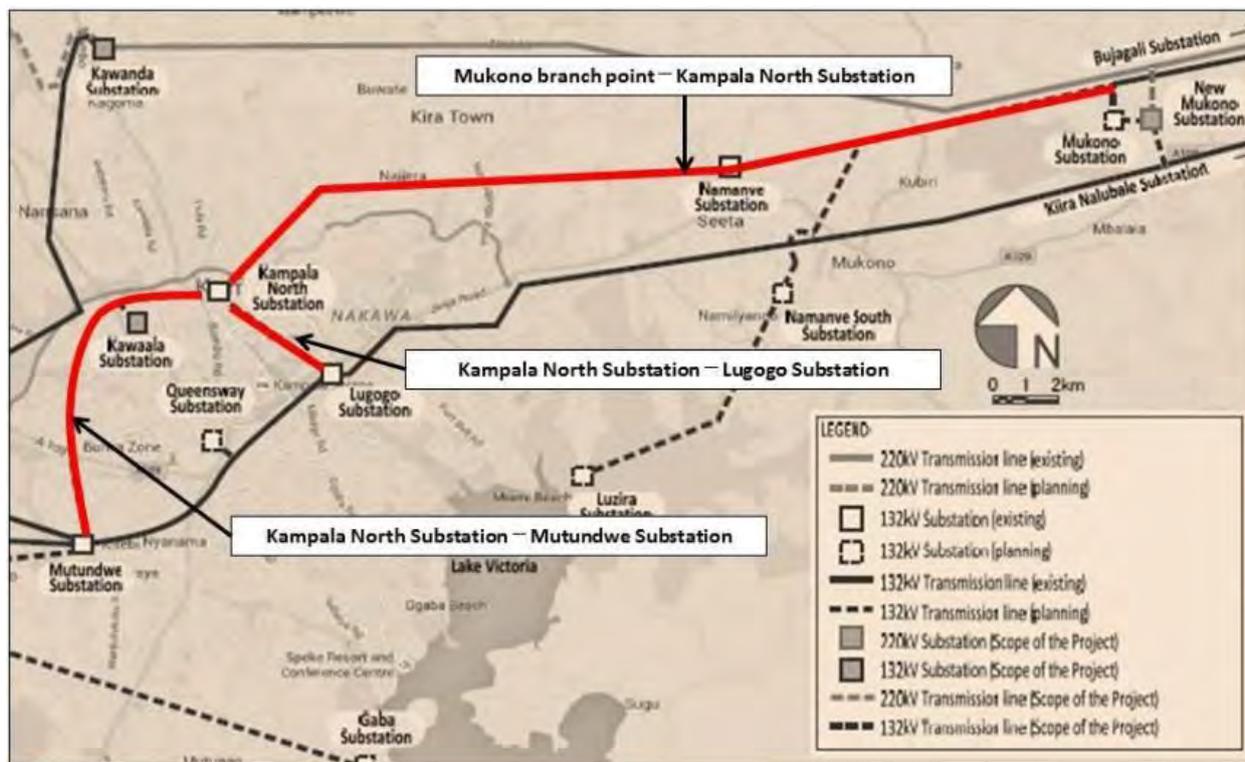
(5) ムトゥンドウエ変電所の増設

ムトゥンドウエ変電所は、カンパラ首都圏に位置する既設の変電所である。変電所に 132 kV 開閉装置を新たに整備する。

(6) 既設送電線の張替

約 41 km に渡り、既設送電線の張替を行う。張替対象の送電線および張替距離を以下に示す。図 6-1-1. 5 に張替工事の対象送電線を示す。

- ムコノ分岐点（北幹線）－カンパラ北変電所：約 25.4 km×1 回線
- カンパラ北変電所－ムトゥンドウエ変電所：約 10.2 km×2 回線
- カンパラ北変電所－ルゴゴ変電所：約 5.3 km ×2 回線



[出所] JICA 調査団

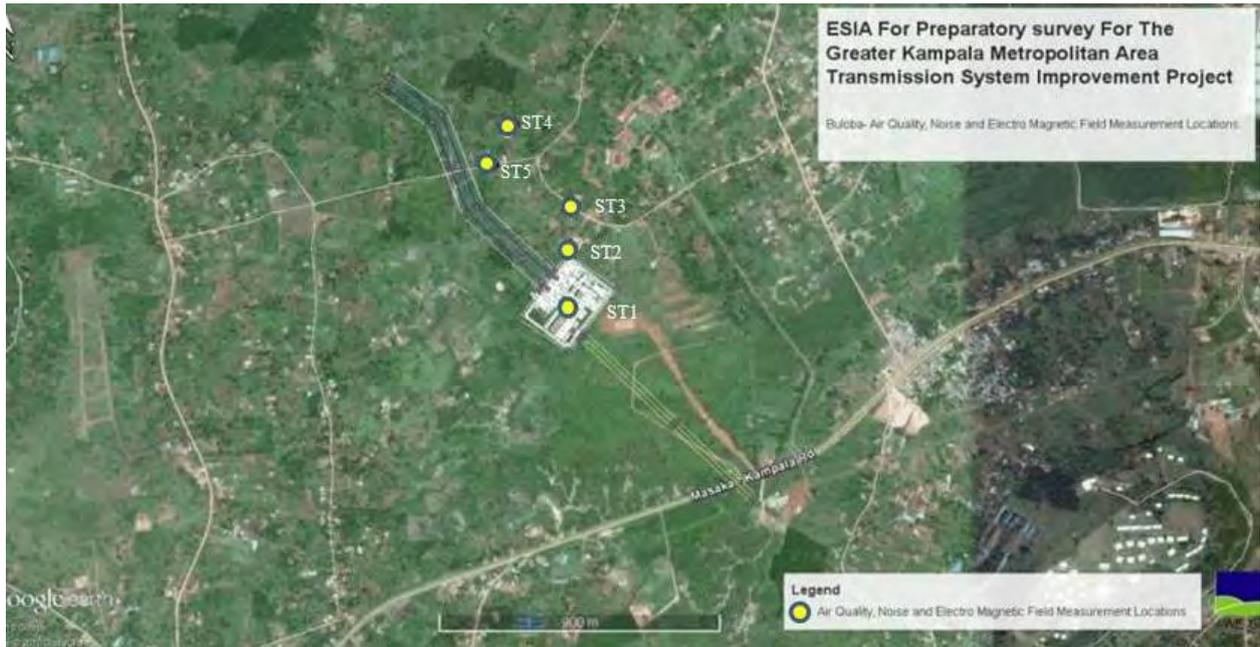
図 6-1-1. 5 張替工事の対象送電線

## 6-1-2 ベースとなる環境社会の状況

### (1) 大気質

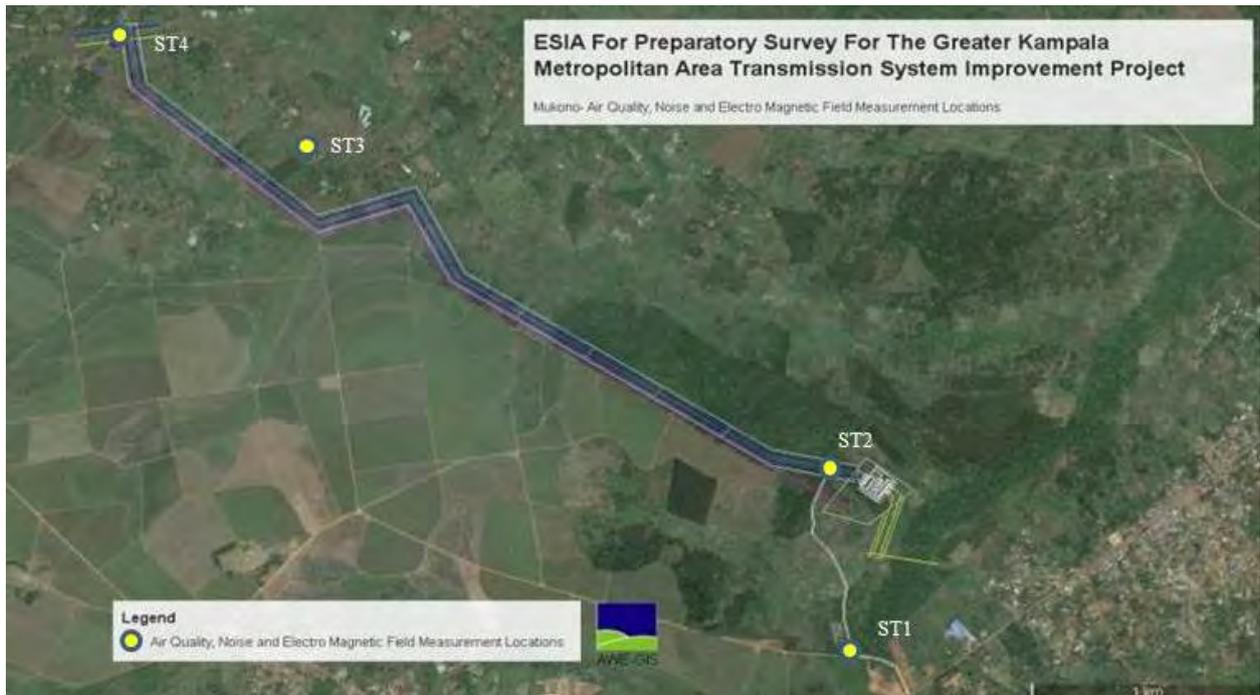
2016年4月にプロバ、新ムコノ、カワラ、ブジャガリおよびムトゥンドウエのサイトを対象に大気質調査を実施した。測定項目は総浮遊粒子状物質（TSP）、PM10 および PM2.5 を対象とし、ポータブル測定器（Casella 社 Microdust Pro）で、各地点 10 分間測定した。測定地点は、変電所内、変電所境界、汚染に脆弱な施設などを考慮して設定した。図 6-1-2. 1～5 に各サイトの測定地点を示す。表 6-1-2. 1 に各サイトの測定結果を示す。

測定の結果、全ての測定地点で、TSP は  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  以下と低い値であった。また PM10 および PM2.5 に関しては、大半の地点で検出されなかった。



[出所] 本事業の EIA 報告書

図 6-1-2. 1 ブロバの大気質測定地点



[出所] 本事業の EIA 報告書

図 6-1-2. 2 ムコノの大気質測定地点



[出所] 本事業の EIA 報告書

図 6-1-2. 3 カワラの大気質測定地点



[出所] 本事業の EIA 報告書

図 6-1-2. 4 ブジャガリの大気質測定地点



[出所] 本事業の EIA 報告書

図 6-1-2. 5 ムトウンドウエの大気質測定地点

表 6-1-2. 1 大気質測定結果

	地点	位置 (UTM 36M)	TSP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	備考
プロバ	1	432122E, 28384N	1	ND	ND	変電所予定地
	2	432122E, 28581N	1	ND	ND	修道院
	3	432130E, 28709N	1	ND	ND	保育園
	4	431938E, 28977N	1	ND	ND	住居
	5	431873E, 28847N	1	ND	ND	住居・キオスク
ムコノ	1	480605E, 41823N	1	ND	ND	NFA の施設
	2	480527E, 42663N	1	ND	ND	変電所境界
	3	478224E, 44127N	1	ND	ND	住居
	4	477419E, 44615N	1	ND	ND	住居
カワラ	1	448764E, 37072N	3	ND	ND	変電所境界
	2	448725E, 37077N	1	ND	ND	空地
	3	448785E, 37136N	8	1	ND	医療クリニック
ブジャガリ	1	514953E, 55448N	1	ND	ND	工事事務所
	2	515039E, 55312N	1	ND	ND	変電所境界
	3	515078E, 55445N	2	ND	ND	変電所制御棟
ムトウンド ウエ	1	448185E, 32427N	1	ND	ND	住居
	2	448208E, 32518N	5	1	1	住居
	3	448041E, 32484N	1	ND	ND	住居
	4	448060E, 32413N	1	ND	ND	住居
Draft Uganda national standard			300	-	-	24-hour average
WHO Guideline value				50	25	24-hour average

ND: Not detected

[出所] 本事業の EIA 報告書

## (2) 騒音

2016年4月にプロバ、ムコノ、カワラ、ブジャガリおよびムトウンドウエのサイトを対象に騒音調査を実施した。騒音は、ポータブル騒音計 (Casella CEL-621C2) を使い、各地点で10分間の測定を行った (測定地点は、大気測定地点と同じ)。表6-1-2. 2にウガンダ国の環境法 (騒音の標準化及び抑制 2003年) (The National Environment (Noise Standards and Control) Regulations, 2003) で規定している騒音基準を示す。表6-1-2. 3に各サイトの騒音測定結果を示す。測定の結果、等価騒音レベル (Leq) は、概ね45~55 dB 範囲にあり、「Mixed residential」の騒音基準内 (55 dB) にあった。「Residential + industry」の騒音基準 (60 dB) を超過する地点はなかった。

表 6-1-2. 2 ウガンダ国の騒音基準

Column 1	Column 2	
Facility	Noise Limits B (A) (Leq)	
-	DAY	NIGHT
A. Any building used as hospital, convalescence home, home for the aged, sanatorium and institutes of higher learning, conference rooms, public library, environmental or recreational sites.	45	35
B. Residential buildings	50	35
C. Mixed residential (with some commercial and entertainment)	55	45
D. Residential + industry or small scale production + commerce	60	50
E. Industrial	70	60

[出所] The National Environment (Noise Standards and Control) Regulations, 2003.

表 6-1-2. 3 騒音測定結果

	地点	位置 (UTM 36M)	騒音レベル dB(A)				主な音源
			L <sub>Max</sub>	L <sub>eq</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	
ブロバ	1	432122E, 28384N	62.5	46.2	40.5	42.5	道路交通、鳥の鳴声など
	2	432122E, 28581N	71.5	50.8	38.0	41.5	道路交通、鳥の鳴声など
	3	432130E, 28709N	78.8	58.4	41.0	52.5	保育園など
	4	431938E, 28977N	64.6	43.9	37.5	40.0	人の会話、鳥の鳴声など
	5	431873E, 28847N	78.3	56.4	40.0	45.5	人の会話、鳥の鳴声など
ムコノ	1	480605E, 41823N	60.6	49.1	45.5	48.5	道路交通、鳥の鳴声など
	2	480527E, 42663N	67.0	45.2	34.5	38.5	バイクなど
	3	478224E, 44127N	72.3	47.2	34.5	38.0	鳥の鳴声、人の会話など
	4	477419E, 44615N	76.2	45.6	36.5	40.0	バイクなど
カワラ	1	448764E, 37072N	68.2	47.8	41.0	44.0	鳥の鳴声、人の会話など
	2	448725E, 37077N	63.4	47.3	39.0	43.0	鳥の鳴声、人の会話など
	3	448785E, 37136N	77.2	56.6	48.5	51.5	車両交通など
ブジャガリ	1	514953E, 55448N	70.8	49.8	40.5	44.5	鳥の鳴声、人の会話など
	2	515039E, 55312N	60.6	45.7	41.5	44.5	鳥の鳴声、人の会話など
	3	515078E, 55445N	68.1	49.7	45.0	46.0	車両交通など
ムトゥンド ウエ	1	448185E, 32427N	66.7	44.3	40.0	42.0	車両交通など
	2	448208E, 32518N	70.1	48.6	40.5	43.5	人の会話など
	3	448041E, 32484N	66.2	50.8	47.5	48.5	人の会話など
	4	448060E, 32413N	67.4	49.5	47.5	48.5	車両交通、人の会話など

[出所] 本事業の EIA 報告書

(3) 水質

2016 年 4 月にブロバおよびムコノを対象に、周辺水域の水質を測定した。測定項目は、水温、pH、電気伝導率 (EC)、溶存酸素 (DO)、全窒素 (T-N)、全リン (T-P)、懸濁物質 (SS)、COD、油分などである。水温、pH、電気伝導率 (EC)、溶存酸素 (DO) は、多目的水質計 (HANNA HI 9828) で現場測定し、その他項目は、ウガンダ国政府所有の National

Water and Sewerage Corporation (NWSC) の研究所で分析した。測定地点は、工事などにより影響を受ける可能性がある、周辺の小川、池、井戸水などを対象とした。図 6-1-2. 6 および図 6-1-2. 7 にそれぞれブロバおよびムコノの水質測定地点を示す。表 6-1-2. 4 および表 6-1-2. 5 にそれぞれブロバおよびムコノの水質測定結果および参考までに日本国の環境基準を併せて示した。

ブロバに関しては、St.2 と St.3 は、停滞水域（池）であるためか全体的に DO 値が低く、COD 値が比較的高い（13~18 mg/l）。St.1 は、井戸水ではあるものの、COD 値、SS 値、油分が比較的高く、飲料水としては適していないと考えられる。

ムコノに関しては、St.2 と St.3 で油分が高いのと COD が全体的に高いのが特徴的である。測定地点周辺には顕著の汚濁源がないため、上流からの生活排水や農地からの流入が要因と考えられる。



[出所] 本事業の EIA 報告書

図 6-1-2. 6 ブロバの水質測定地点



[出所] 本事業の EIA 報告書

図 6-1-2. 7 ムコノの水質測定地点

表 6-1-2. 4 ブロバの水質測定結果

項目	単位	St. 1 (井戸水)	St. 2 (池)	St. 3 (池)	日本国環境基準 (湖沼)
水温	°C	25	24	27	-
pH	-	6.3	5.94	7.3	6.5-8.5 (B 類型)
EC	μS/cm	81	24	112	-
DO	mg/l	1.3	1.71	1.85	> 5.0 mg/l (B 類型)
T-N	mg/l	0.9	1.3	1.2	< 1 mg/l (V 類型)
T-P	mg/l	0.1	0.2	0.2	< 0.1 mg/l (V 類型)
SS	mg/l	60	13	10	< 15 mg/l (B 類型)
COD	mg/l	14	13	18	< 5 mg/l (B 類型)
油分	mg/l	0.8	0.3	5.3	-

[出所] 本事業の EIA 報告書

表 6-1-2. 5 ムコノの水質測定結果

項目	単位	St. 1 (小川)	St. 2 (小川)	St. 3 (小川)	日本国環境基準 (河川)
水温	°C	22.50	22.58	22.86	-
pH	-	7.23	7.33	7.7	6.5-8.5 (C 類型)
EC	μS/cm	126	126	144	-
DO	mg/l	4.74	4.96	4.90	> 5 mg/l (C 類型)
T-N	mg/l	-	-	-	-
T-P	mg/l	2.2	0.8	0.4	-
SS	mg/l	15	17	27	< 50 mg/l (C 類型)
COD	mg/l	39	27	23	-
油分	mg/l	2	15	17	-

[出所] 本事業の EIA 報告書

#### (4) 保護区

ムコノの変電所および付帯送電線の一部が、ナダギ森林保護区 (Nandagi Forest Reserve) 内に建設される。ナダギ森林保護区は、水源林の保護を主目的に、1948年に477haの面積が森林保護区に指定 (LN No. 41 of 1948) され、その後1962年に面積を479haに拡大するため再指定 (LN No. 78 of 1962) されている。図6-1-2. 8にナダギ森林保護区の境界を示す。



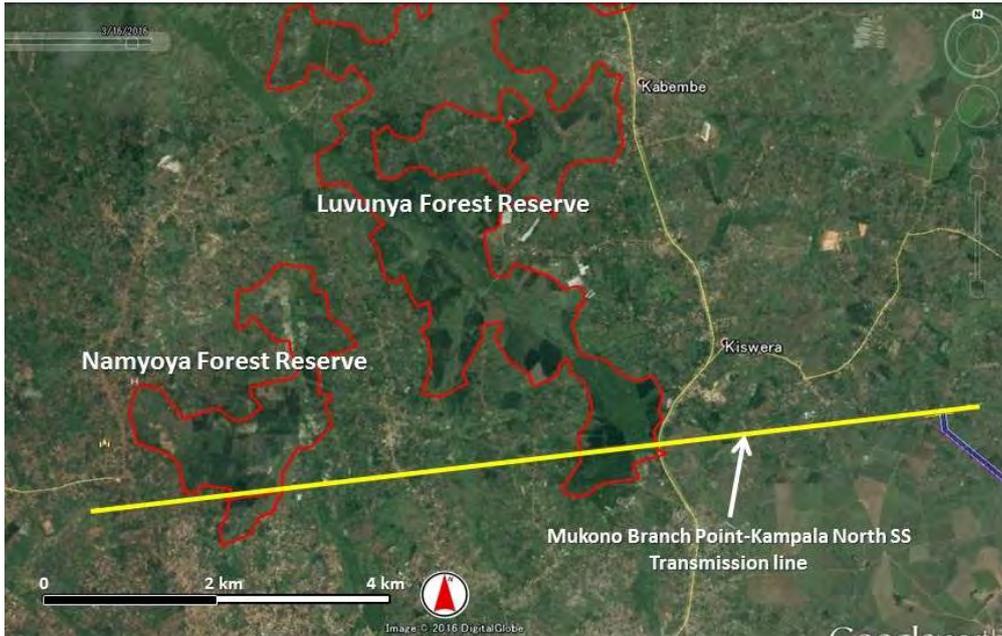
[出所] JICA 調査団

図6-1-2. 8 ナダギ森林保護区の境界 (赤線)

ナダギ森林保護区は、National Forestry and Tree Planting Act 2003 の下、National Forestry Authority (NFA) が管轄している。保護区内では、同法の下 (32 項)、樹木の伐採、放牧、農作などの行為は禁止されているが、NFA の許可 (License) を取得すれば、林業などを営むことは許されており、既に保護区の大部分は林業地に改変されている (現在は 100 人程度の民間林業者が操業している)。ナダギ森林保護区には、その他に、固有樹木の苗床施設がある。

本事業をナダギ森林保護区内で実施する場合は、NFA から許可 (License) を取得することに加え、消失する森林や生物多様性に対して、UETCL が補償することが求められている (詳細な手続きは6-1-7節 (1) 1) 参照)。

送電線の張替が予定されている、ムコノ分岐点-カンパラ北変電所間の既存送電線 (約 25.4 km) の一部が、ルユンヤ森林保護区 (844 ha) とナムヨナ森林保護区 (389 ha) をそれぞれ約 1 km と約 0.7 km に渡って通っている。図6-1-2. 9にルユンヤ森林保護区とナムヨナ森林保護区の境界および張替送電線の位置を示す。なお保護区を通るムコノ分岐点-カンパラ北変電所間の送電線は、建設時に NFA から許可を取得しており、新たな許可取得の必要性はない。



[出所] JICA 調査団

図 6-1-2. 9 ルンヤとナムヨナ森林保護区の境界および張替送電線の位置

(5) 生態系

2016年4月～5月に、プロバとムコノのサイトを対象に動植物調査を実施した。調査は、植生、無脊椎動物、爬虫類・両生類、鳥類および哺乳類を対象とし、絶滅危惧種の有無などを確認した。調査の結果、IUCN レッドリストの絶滅危惧種に指定されている、樹木 1 種 (*Jacaranda mimosifolia*) と鳥類 2 種 (*Balearica regulorum*、*Psittacus erithacus*) がナダギ森林保護区内で確認された (3 種とも 1 個体のみ確認)。また Wildlife Conservation Society (WCS) が 2016 年に発行した、ウガンダ国レッドリストに絶滅危惧種として掲載されている蝶類 3 種 (*Euphaedra rex*、*Neptis trigonophora*、*Caenides dacena*) が同じくナダギ森林保護区内で確認された。表 6-1-2. 6 にナダギ森林保護区で確認された絶滅危惧種およびその分類を示す。

表 6-1-2. 6 ナダギ森林保護区で確認された絶滅危惧種およびその分類

	学名	IUCN 分類	国内レッドリスト 分類*
樹木	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	VU	未掲載
鳥類	<i>Balearica regulorum</i>	EN	EN
	<i>Psittacus erithacus</i>	VU	VU
蝶類	<i>Euphaedra rex</i>	未掲載	VU
	<i>Neptis trigonophora</i>	未掲載	VU
	<i>Caenides dacena</i>	未掲載	EN

\*：法的拘束力はない。

[出所] 本事業の EIA 報告書

(6) 水象

ナダギ森林保護区内には、セジブワ川の支流（カサラ川、キサムバ川）が流れている。  
図6-1-2. 10にカサラ川およびキサムバ川の流路を示す。



[出所] 本事業のEIA 報告書

図6-1-2. 10 Kasala 川および Kisamba 川の流路

(7) 土地利用

ブロバのサイト周辺は、一部が農地や居住地として開拓されている他は、主に湿地帯を含む未開拓地である。また湿地帯の一部では、レンガの製造用に泥を採取しており、採掘跡が泥池になっている。図6-1-2. 11にブロバのサイト周辺の土地利用状況を示す。



[出所] 本事業の EIA 報告書

図 6-1-2. 11 ブロバのサイト周辺の土地利用状況

ムコノのサイト周辺は、ナダギ森林保護区を含め、大半が農地や植林地として開拓されている。図 6-1-2. 12 にムコノのサイト周辺の典型的な土地利用状況を示す。



[出所] 本事業の EIA 報告書

#### 図 6-1-2. 12 ムコノのサイト周辺の典型的な土地利用状況

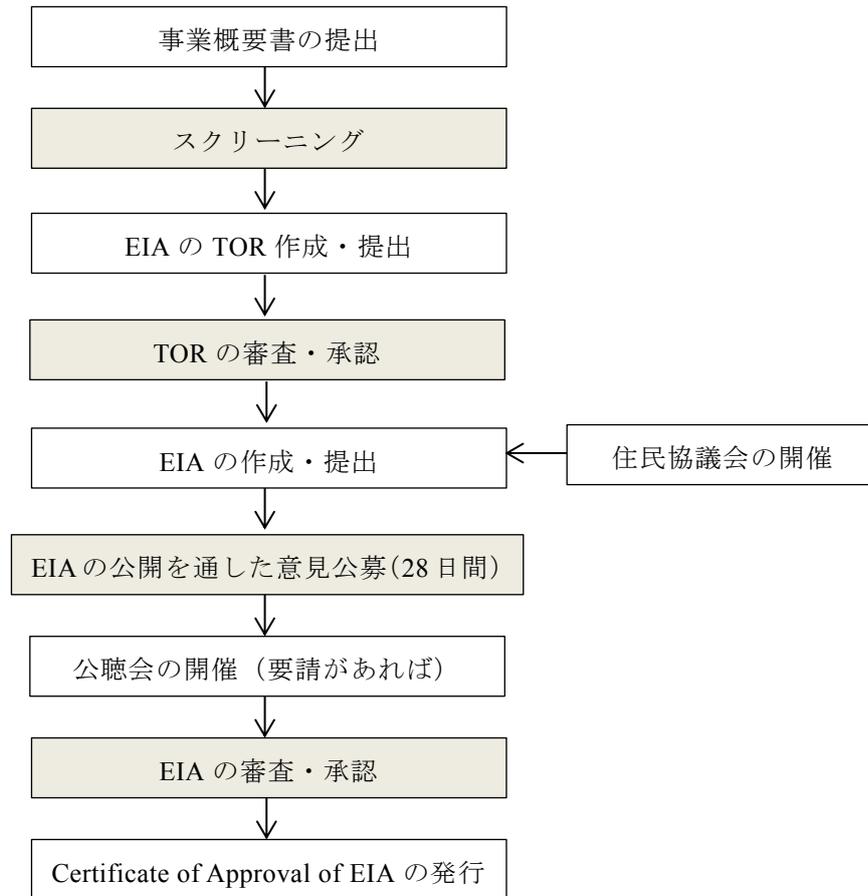
カワラのサイト周辺は、主に居住区である。また変電所周辺にある空き地は、レンガの保管場所として利用されている。

#### 6-1-3 ウガンダの環境社会配慮制度・組織

##### (1) EIA 制度

ウガンダでは、1995年に施行された環境法（The National Environment Act）において、環境に影響する開発行為を行う事業に対して EIA の実施が規定されており、変電所・送電線は同法で EIA の検討対象事業に指定されている。EIA の手続き、内容、審査、住民参加、情報公開などの細則については、環境影響評価規則 1998 年第 13 号（Environmental Impact Assessment Regulations No. 13/1998）に規定されている。その他に、各種 EIA ガイドライン（Guidelines for Environmental Impact Assessment in Uganda 1997、Environmental Impact Assessment Guidelines for the Energy Sector 2004）が発行されている。

EIA の審査・許認可機関は、環境保護局（National Environment Management Authority : NEMA）となり、EIA が承認された場合は、最終的には環境影響評価証書（Certificate of Approval of Environment Impact Assessment : CAE）を発行する。図 6-1-3. 1 に EIA 手続きの概略プロセスを示す。



[備考] 灰色塗りつぶしは、NEMA の役割

[出所] JICA 調査団

図 6-1-3. 1 EIA 手続きの概略プロセス

ウガンダの EIA 制度では、代替案の検討、住民参画、情報公開などが規定されていることを含め、JICA 環境社会配慮ガイドラインと特段の乖離はなく、カテゴリ B の要件を満足する。

なお EIA は、NEMA に登録されたコンサルタントが実施する必要があるため、EIA 作成に係る一連の業務を現地コンサルタント (AWE 社) に再委託した。EIA は本年 7 月中に NEMA に提出し、3 ヶ月程度で承認を取得することを見込んでいる。

(2) その他環境関連法制度

本事業に関連する、その他環境関連法規制を表 6-1-3. 1 に示す。

表 6-1-3. 1 環境社会配慮関連法規制

分類	名称
Acts	Uganda Wildlife Act, 1996
	The National Forestry and Tree Planting Act, 2003
	Employment Act, 2006
	Occupational Safety and Health Act, 2006
	Historical Monument Act, 1967
Regulations	National Environment (Waste Management) Regulations, 1999
	National Environment (Noise Standards & Control) Regulations, 2003
	The National Environment (Wetlands, Riverbanks and Lakeshores Management) Regulations
	National Environment (Audit) Regulations, 2006
	National Environment (Minimum Standards for Management of Soil Quality) Regulations, 2001

[出所] JICA 調査団

本事業では、EIA の承認とは別に、施工の方法次第では以下の環境関連許可の取得が必要になる。

- Traffic Management Permit : Uganda National Roads Authority (UNRA) から取得
- Waste transport and storage license : NEMA から取得
- Wetland resource use permit : NEMA から取得 (湿地帯の水資源など利用する場合)

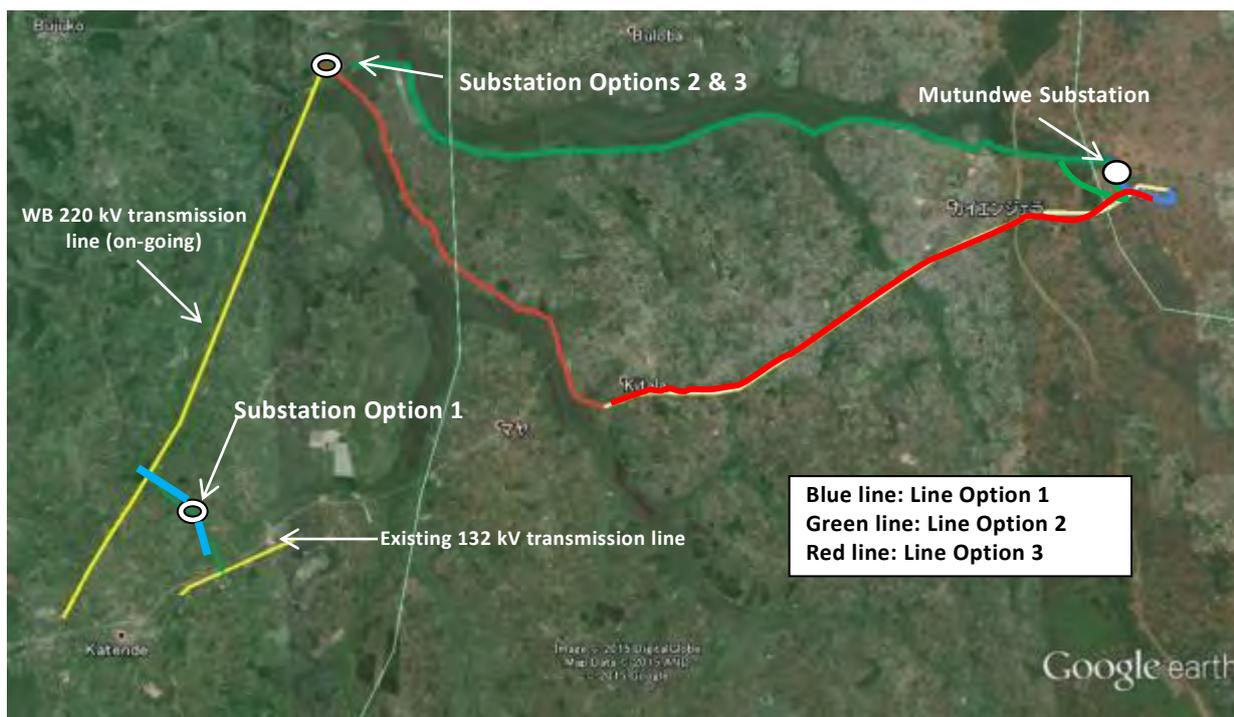
#### 6-1-4 代替案 (事業を実施しない案を含む) の比較検討

##### (1) 事業を実施しない案

本事業を実施しない案では、森林伐採、用地取得などの環境社会面への影響は回避できるが、一方で、電力需要が急速に増加している首都カンパラでの電力供給に対応する送電施設が十分に整備されず、今後の電力安定供給に支障をきたす。これにより、首都カンパラの経済発展や住民の生活水準向上が滞ることになる。

##### (2) ブロバ変電所と付帯送電線の立地の検討

ブロバ変電所と付帯送電線の立地に係る 3 つの代替案を環境社会影響および工事費の観点から検討した。図 6-1-4. 1 に代替案の立地を示す。表 6-1-4. 1 に代替案の比較検討結果を示す。検討の結果、代替案 1 が、環境社会影響が最も少なく、コストも低いことから最適案と評価された。



[出所] JICA 調査団

図 6-1-4. 1 ブロバ変電所の代替案の立地

表 6-1-4. 1 ブロバ変電所の代替案の比較検討結果

項目	代替案 1	代替案 2	代替案 3
変電所立地	世銀 220 kV 送電線と既存 132 kV 送電線交点の間。	世銀 220 kV 送電線沿い。	代替案 2 に同じ
送電線の始点	既存 132 kV 送電線	ムトゥンドウエ変電所	ムトゥンドウエ変電所
送電線の終点	世銀 220 kV 送電線	世銀 220 kV 送電線沿い。	代替案 2 に同じ
送電線距離	約 1.7 km の架空線	約 3 km の地下ケーブルと約 12 km の架空線	約 18 km の架空線
環境影響	主に空き地・農地を通過するため影響は少ない。	湿地帯沿いに鉄塔を建設するため、比較的影響が大きい。	湿地帯沿いに鉄塔を建設するため、比較的影響が大きい。
社会影響	他の代替案に比べて用地取得が少ない。	代替案 1 に比べて用地取得が多い。	用地取得が最も多い。
工事費	送電線距離が最も短いため、最も低い。	地下埋設が必要なため他の代替案に比べて最も高くなる。	送電線距離が長いいため、代替案 1 に比べて高くなる。
総合評価	環境影響、工事費の点から、代替案 1 が最適。	代替案 1 と比較して、環境社会面の影響が大きく、工事費も高い。	他の代替案と比較して、社会影響が大きい。

[出所] JICA 調査団

(3) ムコノ変電所の付帯送電線ルート検討

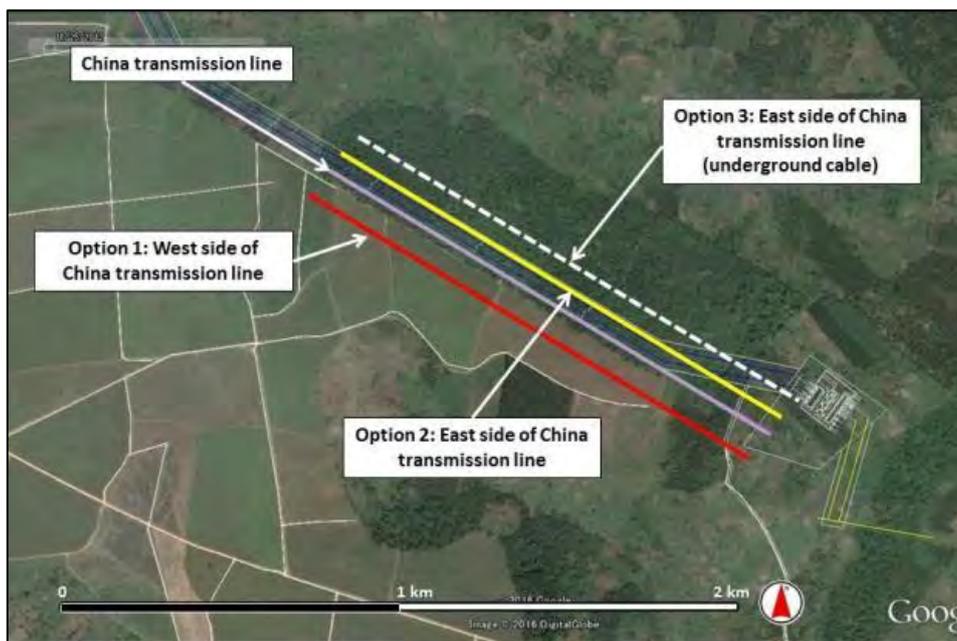
ムコノ変電所の付帯 220 kV 送電線について、以下 3 つの代替ルート案を、環境社会影響および工事費などの観点から比較検討した。

代替案 1：中国ムコノ 132 kV 送電線の西側に設置し森林エリアを回避する案。

代替案 2：中国ムコノ 132 kV 送電線の東側に設置する案。

代替案 3：中国ムコノ 132 kV 送電線の東側に設置するが、地下ケーブル化することにより、森林伐採を最小化する案。

図 6-1-4. 2 に送電線ルート代替案の位置を示す。表 6-1-4. 2 に送電線ルートの比較検討結果を示す。比較検討の結果、社会影響および工事コストが比較的少ないことから代替案 2 が最適案と評価された。



[出所] JICA 調査団

図 6-1-4. 2 送電線ルート代替案の位置

表 6-1-4. 2 送電線ルートと比較検討結果

	代替案 1	代替案 2	代替案 3
環境影響	森林域を回避できるため他の代替案に比べ影響は小さい。	約 7 ha の森林伐採が必要。	約 1 ha の森林伐採が必要。
社会影響	民間のサトウキビ畑を通過するため用地取得が困難。	代替案 1 に比べてルート上の社会経済活動は限定的。ただし NFA の合意が必要。	代替案 1 に比べてルート上の社会経済活動は限定的。ただし NFA の合意が必要。
工事費	代替案 2 と同じ	代替案 1 と同じ	代替案 1 と 2 の約 6 倍
総合評価	森林伐採は必要ないが、用地取得が困難である。	最も森林伐採が多くなるが、工事コストが代替案 3 に比べて大きく下回る。	森林伐採は代替案 2 に比べて少ないが、工事コストが多くなる。

[出所] JICA 調査団

6-1-5 スコーピングおよび環境社会配慮調査の TOR

JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010）に基づき、本事業の環境影響をスコーピングした。影響の度合いは、以下基準に基づき評価した。なお対策は考慮せず評価した。

- A+/-：多大な正／負の影響が想定される。
- B+/-：ある程度の正／負の影響が想定される。
- C+/-：情報不足などにより影響の正／負の程度は不明。
- D：影響は想定されない。

表 6-1-5. 1 にスコーピングの結果を示す。

表 6-1-5. 1 スコーピングの結果

	項目	段階	評価	根拠
1	大気汚染	C	B-	土木工事や工事車両の往来による大気汚染の可能性はある（粉塵、排ガスなど）。
		O	D	特段の大気汚染源はない。
2	水質汚染	C	B-	・工事サイトからの土砂流出により周辺の水域を汚染する可能性がある（特にプロバとムコノ） ・コンクリート洗浄水の排水
		O	B-	送電線用地からの土砂流出などにより周辺の水域を汚染する可能性がある。
3	土壌汚染	C	B-	有害液体物の流出による汚染の可能性はある。
		O	D	特段の土壌汚染源はない。
4	廃棄物	C	B-	様々な工事廃棄物が発生する（伐採樹木、コンクリートガラ、古い送電ケーブル、廃油など）
		O	B-	維持管理作業に伴う廃棄物が発生する（絶縁油など）
5	騒音・振動	C	B-	土木工事や工事車両の往来による騒音。特段の振動源はない。
		O	D	特段の騒音・振動源はない。
6	地盤沈下	C, O	D	地盤沈下を引き起こす要素はない。
7	悪臭	C, O	D	特段の悪臭源はない。
8	底質	C, O	D	特段の底質汚染源はない。
9	保護区	PC, C	B-	ムコノ変電所および一部送電線がナダギ森林保護区内に建設される。

	項目	段階	評価	根拠
		O	D	特段保護区に影響する要素はない。
10	生態系、動植物	PC, C	B-	・プロバ変電所・送電線の建設により、周辺の動植物に影響がおよぶ可能性がある。 ・ムコノ変電所・送電線の建設によりナダギ森林保護区内の動植物に影響がおよぶ可能性がある。
		O	B-	新しい送電線に鳥類が接触・衝突する可能性がある。
11	水象	C	B-	ムコノのアクセス道路が小川および水路と交差する。
		O	D	特段水象に影響する要素はない。
12	地形	C	B-	切土・盛土などにより地形が多少改変する可能性がある（プロバ、ムコノ）。
		O	D	特段地形に影響する要素はない。
13	非自発的住民移転	PC	B-	用地取得により小規模な住民移転がプロバ、ムコノ、カワラで発生する可能性がある。
14	社会的弱者	PC	C	RAP 調査を通して確認する。
15	生活・生計	PC	B-	用地取得により農地などが消失する（プロバ、ムコノ）。
		C, O	B-	適切な補償や支援が行われない場合は、PAPs の生活・生計が悪化する可能性がある。
16	土地利用	PC, C, O	B-	農地などが変電所・送電線の事業用地に改変される。
17	地域資源	C, O	D	特段地域資源に影響する要素はない。
18	水利用	C, O	D	特段水利用に影響する要素はない。
19	社会インフラ・サービス	C	B-	ムコノの既存アクセス道路の利用が制限される可能性がある。
		O	B+	ムコノの既存アクセス道路が改善される。
20	社会組織	C, O	D	特段社会組織に影響する要素はない。
21	便益と被害の偏在	C, O	D	特段の便益と被害の偏在は想定されない。
22	地域内の利害対立	C, O	D	地域内の利害対立を引き起こす要素は特にない。
23	文化遺産	C, O	D	事業サイト周辺に文化遺産が存在しない。
24	景観	C	B-	変電所・送電線の建設による多少の景観変化がある（プロバ、ムコノ）。
		O	D	景観に影響する要素はない。
25	ジェンダー	C, O	D	ジェンダーに影響する要素はない。
26	子供の権利	C, O	D	子供の権利を侵害する要素はない。
27	感染症	C	B-	工事労働者の移入による感染症の万延リスクが多少ある。
		O	D	感染症の万延リスクは低い。
28	労働安全	C, O	B-	労働事故のリスクが多少ある（高所作業、感電など）。
29	事故	C	B-	工事車両の往来などによる事故リスクが多少ある。
		O	D	事故リスクは低い。

【出所】 JICA 調査団

凡例:

PC: 工事前、C: 工事中、O: 供用中

A+/-: 大きな影響が見込まれる。

B+/-: 多少の影響が見込まれる。

C+/-: 影響不明。今後の調査により判断される。

D: ほとんど影響は見込まれない。

スコーピングの結果に基づき、環境社会配慮調査の TOR を作成した。表 6-1-5. 2 に環境社会配慮調査の TOR を示す。

表 6-1-5. 2 環境社会配慮調査の TOR

	項目	調査方法
1	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地測定による事業対象地周辺の大気質の把握</li> <li>● 現地踏査により汚染に脆弱な施設などの確認</li> </ul>
2	水質汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地測定による事業対象地周辺水域の水質の把握（プロバ、ムコノ）</li> </ul>
3	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地踏査による現況把握</li> </ul>
4	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ヒアリングによる廃棄物の処理・処分方法の把握</li> </ul>
5	騒音	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地測定による事業対象地周辺の騒音の把握</li> <li>● 現地踏査により騒音に脆弱な施設などの確認</li> </ul>
6	保護区	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 森林保護区に係る法規制の確認</li> <li>● ナダギ森林保護区内で本事業を実施する上での必要な許認可の確認</li> <li>● ナダギ森林保護区の面積・境界</li> </ul>
7	生態系、動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地調査による動植物の生息状況、貴重種の有無の確認（プロバ、ムコノ）</li> </ul>
8	水象	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地踏査による事業対象地周辺の水象を確認</li> </ul>
9	地形	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地踏査による事業対象地周辺の地形を確認</li> </ul>
10	非自発的住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 簡易住民移転計画の策定（プロバ、ムコノ、カワラ）</li> <li>● 人口センサス調査、財産用地調査および社会経済調査の実施（プロバ、ムコノ、カワラ）</li> </ul>
11	社会的弱者	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人口センサス調査および社会経済調査を通して確認（プロバ、ムコノ、カワラ）</li> </ul>
12	生活・生計	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人口センサス調査、財産用地調査および社会経済調査を通して確認（プロバ、ムコノ、カワラ）</li> </ul>
13	土地利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地踏査、財産用地調査および社会経済調査を通して確認（プロバ、ムコノ、カワラ）</li> </ul>
14	社会インフラ・サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地踏査により事業対象地周辺の社会インフラ・サービスを確認</li> </ul>
15	景観	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地踏査により景勝地として観光利用されているかなど、景観的な価値を確認（プロバ、ムコノ）</li> </ul>
16	感染症	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 社会経済調査を通して現況把握</li> </ul>
17	労働安全	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 労働安全に係る法規制の確認</li> <li>● ヒアリングによる現況の把握</li> </ul>
18	事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地踏査により事故リスクの高い場所の確認</li> </ul>

[出所] JICA 調査団

### 6-1-6 環境社会配慮調査結果

環境社会配慮調査 TOR に基づき確認された主な調査結果を表 6-1-6. 1 に示す。

表 6-1-6. 1 環境社会配慮調査結果

	項目	調査結果
1	大気汚染	現地調査の結果、全ての測定地点で、粒子状物質（PM10 など）は国内暫定基準ならびに WHO の基準値以下であった。カワラの事業対象地周辺は、居住地に囲まれているため、比較的工事の影響を受けやすい。
2	水質汚染	現地調査の結果、若干の水質汚濁（有機汚濁や油分）がプロバとムコノ事業対象地周辺の水域で確認された。更なる悪化を回避するため、周辺水域に汚染物質が流入しないように、工事中的水質汚染対策が必要。
3	土壌汚染	現地踏査した限り、特段の土壌汚染は確認されなかった。工事車両・重機からの燃料・油の漏洩対策、有害液体物の適切な保管などを通して土壌汚染のリスクを最小化する必要がある。

	項目	調査結果
4	廃棄物	変電所からの廃油は、UETCL の専用施設で処理している。PCB 含有絶縁油は使用していない。工事中は、伐採植生、コンクリートガラ、廃ケーブル、廃油などの廃棄物が発生し、適切な廃棄物管理計画の策定が求められる。
5	騒音	現地調査の結果、全ての測定地点で、概ね国内基準値以下であった。カワラの事業対象地周辺は、居住地に囲まれているため、比較的工事の影響を受けやすい。
6	保護区	森林保護区内で開発する場合は、The National Forestry and Tree Planting Act, 2003 に基づき、管轄機関である国家森林局（NFA）の許可を取得する必要がある。また許可の条件として、消失する森林や生物多様性に対して、補償する必要がある。ナダギ森林保護区の面積は 479 ha。
7	生態系、動植物	ナダギ森林保護区内では、IUCN レッドリストで絶滅危惧種に分類されている樹木 1 種と鳥類 2 種が確認された。なお同保護区の大半は林業目的で開拓されているため、これら絶滅危惧種の主要な生育・生息場である可能性は低い。
8	水象	ムコノのアクセス道路予定地に小川と水路が横断するが、カルバートを設置することで、影響を回避可能。ただし工事中は一時的に流路の迂回が必要。
9	地形	ブロバとムコノは、丘陵地であるため、変電所の建設には、切土・盛土工事が必要になる可能性がある。
10	非自発的住民移転	本事業の用地取得範囲内には 96 名の土地所有者がいることが確認された。構造物は 11 個（住居は 2 屋）確認されたが、所有者の残りの敷地内での建て替えが十分可能なため、住民移転の必要性はない見込みである。
11	社会的弱者	非影響者の中には、病人および孤児が確認され、社会的弱者として特別な支援が必要になる見込みである。
12	生活・生計	ブロバとムコノの用地取得範囲内には、農業や林業を営んでいる人々がおおり、本事業により農業者や林業者の生計に影響がおよぶ可能性がある。
13	土地利用	ブロバとムコノの用地取得範囲内には、農地や林業地があり、本事業により土地利用の改変が生じる。
14	社会インフラ・サービス	ムコノのアクセス道路予定地は、現在地元コミュニティがアクセス道路として利用しており、工事中に利用が制限される可能性がある。
15	景観	ブロバとムコノは、景勝地としての利用は確認されなかったものの、半自然的景観が残る。
16	感染症	エイズが少なからず蔓延していることを確認。
17	労働安全	労働安全に係る国内法、Occupational Safety and Health Act, 2006 を確認。高所からの落下や感電などの労働事故のリスクを確認。
18	事故	工事車両が通ると想定される一部道路は、幅が狭く、歩行者も多いなど、交通事故のリスクがある。

[出所] JICA 調査団

#### 6-1-7 影響評価および緩和策

スコーピングの結果、負の影響が想定された項目（A-、B-または C-と評価された項目）については、環境社会配慮調査の結果に基づき影響評価を実施し、その結果を表 6-1-7. 1 に示す。

表 6-1-7. 1 影響評価の結果

	項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		調査結果
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
1	大気汚染	B-	D	B-	D	カワラの変電所建設予定地周辺には居住区などが確認され、土木工事や工事車両の往来などに伴う粉塵・排ガスの対策が実施されない場合、これら居住区などに悪影響が及ぶ可能性があるため B-評価とする。
2	水質汚染	B-	B-	B-	B-	プロバとムコノの変電所・送電線建設予定地周辺には、小川や池などが確認され、工事中、コンクリート洗浄水の排水対策や工事現場からの土砂流出対策が実施されない場合、これら水域が汚染される可能性があるため B-評価とする。 供用時は、送電線用地の土壌露出面から土砂が流出し、周辺水域を汚染する可能性があるため B-評価とする。
3	土壌汚染	B-	D	B-	D	工事中は、燃料や油などの有害液体物の流出・漏洩対策が行われない場合、これら有害液体物による土壌汚染が生じる可能性があるため B-評価とする。
4	廃棄物	B-	B-	B-	B-	工事中および供用時とも、廃棄物が適切に処理・処分されない場合は、廃棄物による汚染が生じる可能性があるため B-評価とする。
5	騒音	B-	D	B-	D	カワラの変電所建設予定地周辺には居住区などが確認され、土木工事や工事車両の往来などに伴う騒音の対策が行われない場合は、これら居住区などに悪影響が及ぶ可能性があるため B-評価とする。
6	保護区	B-	D	B-	D	ムコノの送電線用地を確保するため、ナダギ森林保護区の約 15 ha が消失する。しかし、これは同保護区の全体面積の 3% 程度であることから B-評価とする。
7	生態系、動植物	B-	B-	B-	B-	ナダギ森林保護区内には、3 種の絶滅危惧種（樹木 1 種、鳥類 2 種）が確認され、工事による影響を受ける可能性がある。なお同保護区の大半は林業目的で開拓されており、これら絶滅危惧種の主要な生育・生息場である可能性は低いいため、B-評価とする。 供用時は、新設された送電線に鳥類が衝突するリスクがあるため B-評価とする。
8	水象	B-	D	B-	D	工事中は、ムコノのアクセス道路予定地を横断する小川および水路の流路を、カルバート設置のため一時的に迂回させる必要があるため B-評価とする。
9	地形	B-	D	D	D	プロバとムコノでは、変電所の新設により、地形が少なからず変わるが、それにより周辺に悪影響が及ぶことは想定されないことから D 評価とする。

	項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		調査結果
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
10	非自発的 住民移転	B-	D	B-	D	ARAP 調査の結果、非自発的住民移転の必要性は確認されなかったが、プロバあるいはムコノでは農地、林業地、構造物などの消失が伴うため B-評価とする。
11	社会的弱者	C	D	B-	D	用地取得範囲内で計 3 名の社会的弱者（病人 2 名、孤児 1 名）が確認され、用地取得による影響が及ぶ可能性があるため B-評価とする。
12	生活・生計	B-	B-	B-	B-	プロバあるいはムコノでは、用地取得により、農地・林業地が消失するため、これらの土地に依存する人々の生計に影響する可能性がある。なお生計回復にはある程度時間がかかる可能性があるため工事・供用時とも B-評価とする。
13	土地利用	B-	B-	B-	B-	用地取得により、プロバとムコノの既存の農地あるいは林業地が、変電所・送電線用地に恒久的に改変されるため、工事・供用時とも B-評価とする。
14	社会インフラ・サービス	B-	B+	B-	B+	工事中は、ムコノの既存コミュニティー道路の利用が、アクセス道路の建設により一時的に制限される可能性があることから B-評価とする。
15	景観	B-	D	B-	D	変電所の建設などによりプロバとムコノの半自然的景観が、少なからず変わるため、B-評価とする。
16	感染症	B-	D	B-	D	エイズなどの感染症が少なからず存在すること、そして工事労働者の移入により感染症がさらに蔓延するリスクがあるため B-評価とする。
17	労働安全	B-	B-	B-	D	工事中は、高所作業、感電などの労働事故のリスクが伴うことから B-評価とする。 供用時も維持管理作業に伴う労働事故のリスクはあるものの、特段新しい維持管理作業が必要になるわけではないため、通常通りの安全対策を行えば事故リスクは低いと考えられ D 評価とする。
18	事故	B-	D	B-	D	工事車両が通ると想定される一部道路は、幅が狭く、歩行者も多いなど、交通事故のリスクがあるため B-評価とする。

[出所] JICA 調査団

A+/-: 大きな影響が見込まれる。

B+/-: 多少の影響が見込まれる。

C+/-: 影響不明。今後の調査により判断される。

D: ほとんど影響は見込まれない。

上記、影響評価の結果により、負の影響があると評価された項目（A-または B-評価された項目）については、緩和策を検討し、その内容を以降に示す。

## (1) 工事前

### 1) 非自発的住民移転

ブロバ、ムコノおよびカワラでは、変電所・送電線などの用地確保のため、それぞれ約 12 ha、35 ha および 0.03 ha の用地取得が必要になる。本事業では、用地取得範囲を最小限に抑えるため、ブロバおよびムコノの 220 kV 送電線用地幅をコリドーシェアにより最小化すると共に、住民移転を回避するため住居を極力避けるルートを選定している。

本事業では、大規模な住民移転は想定されないことから、簡易住民移転計画（ARAP）を、現地再委託（AWE 社）により策定している。ARAP の調査では、住民移転の必要性は確認されていないが、用地取得範囲の大半は私有地であるため、土地に加え、作物および構造物の消失が伴う。したがって、本事業では、ウガンダ国内法および JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき、全ての被影響者（PAPs）に対して、公平かつ妥当な補償および生活再建策を提供し、さらに社会的弱者には、追加の支援をする。また内部・外部モニタリングを実施すると共に、苦情処理メカニズムを確立し、PAPs の生活・生計が少なくとも事業実施前と同等に回復するまで継続的に支援していく。（用地取得による影響や補償・支援策などの詳細については 6-2 節を参照）

### 2) 社会的弱者

ムコノおよびカワラの用地取得範囲内で計 3 名の社会的弱者（病人 2 名、孤児 1 名）が確認されている。本事業では、これら社会的弱者のニーズに応じて、必要な支援をしていく予定である。

### 3) 生活・生計

ブロバおよびムコノの用地取得範囲内の一部では、農業や林業が営まれており、農地・林業地の消失により農業・林業従事者の生計に影響が及ぶ可能性がある。これらの PAPs には、損失する作物・樹木に対して補償をすると共に、PAPs の要望に応じて、生活再建策を提供する予定である。

### 4) 土地利用

ブロバおよびムコノの用地取得範囲内の農地・林業地は、変電所・送電線用地に改変される。土地利用の改変により影響を受ける PAPs には、損失する作物・樹木に対して補償をすると共に、PAPs の要望に応じて、生活再建策を提供する予定である。

### 5) 保護区

ムコノの変電所および送電線の一部は、ナダギ森林保護区内に立地することから、用地を確保するため森林保護区内に現存する森林や植林木を伐採する必要がある。なお変電所の用地は、既に中国の支援事業で確保されているため、本事業で伐採する範囲は、220 kV 送電線用地の部分、約 15 ha である。ナダギ森林保護区の全体面積は 479 ha であるため、伐採面積は全体面積の約 3% に相当する。

森林保護区で本事業を実施する上では、National Forestry and Tree Planting Act, 2003 に基づき、NFA から許可（License）を取得する必要がある。許可の取得にあたっては、本事業

業によって消失する森林および生物多様性の代償として、UETCL は NFA に補償金を支払う必要があり、補償額は NFA と UETCL が共同で実施する「森林バイオマスおよび生物多様性の査定調査」を通して算定する。なお UETCL と NFA は、2016 年 7 月 19 日付けで覚書（Memorandum of Understanding: MoU）を交わし、森林保護区内での本事業実施についての基本合意を結んでいる（MoU は、添付資料－12 を参照）。最終的な許可は、上記査定調査の終了後となり、UETCL は本年 9 月末までの許可取得を目指している。本事業では、UETCL からの補償金を活用して、以下の活動が実施される予定である。

- 植林による森林再生
- 森林保護区の管理体制の強化
- 保護区内の苗木生産能力の向上

また EIA のベースライン調査では、IUCN レッドリストで絶滅危惧Ⅱ類（VU）に指定されている樹木（*Jacaranda mimosifolia*）が送電線用地内で確認されていることから、当種の苗木あるいは種苗を適切な場所に植樹することとする。

ナダギ森林保護区内では、NFA の許可の下、林業を営んでいる人達がいるが、送電線用地内にある植林木は伐採する必要がある。ARAP 調査によれば、計 6 名の林業者が影響を受けるが、これらの林業者に対しては、伐採分の補償をすると共に、必要に応じて生活再建支援を行う。また林業を継続できるよう、必要な指導・支援を行う予定である。

## (2) 工事中

### 1) 大気汚染

土木工事や工事車両の往来などに伴う粉塵・排ガスにより、局地的に大気質が悪化する可能性がある。本事業では以下対策を通して、影響を最小化する。

- 工事サイトの定期的な散水。
- ストックパイルの未利用時は、シートなどで被覆する。
- 車両や重機は定期的にメンテナンスをし、過剰な黒煙を排出している車両・重機は、修理するまで利用しない。
- 土砂などを輸送する際は、荷台をシートなどで被覆する。
- 居住区などを通る場合は、車両の速度を落とし、粉塵の巻き上げを抑える。
- 未使用時は、車両・重機のエンジンを切る。

### 2) 水質汚染

#### a) コンクリート洗浄水の排水

本事業では、変電所や鉄塔の基盤工事の際に、大量のコンクリートを現場で打設する。その際は、コンクリートミキサー車・ポンプ車などから強アルカリ性のコンクリート洗浄水が発生するが、未処理で排水した場合は、周辺水域を汚染する可能性がある。したがって未処理のコンクリート洗浄水の環境中への排水を禁止し、適切な処理施設にてのみ処理することとする。

#### b) 工事現場からの土砂流出

ブロバおよびムコノでは、変電所や送電線の工事現場から土砂の混ざった雨水流出

が、周辺の水域（池や小川）を汚染する可能性がある。本事業では以下対策を通して、雨水流出を最小化する。

- 工事作業に支障の範囲で、送電線用地内の植生を極力維持する。
- 水域に近い現場では、仮の土壌浸食対策（シルトフェンス、浸食防止マットの設置など）を講じる。
- 工事終了後は、速やかに土壌露出面を再植生し、必要に応じて切土・盛土面を擁壁や蛇籠で保護する。
- 雨水排水溝を整備する。
- ストックパイルや建設発生土は、水域に土砂が流入しないような方法・場所で保管する。

c) その他水質汚染対策

- 有害液体物の流出防止策の実施。
- 労働者用の簡易トイレの設置。

3) 土壌汚染

工事中は、燃料や油などの有害液体物の流出・漏洩による土壌汚染の可能性があるので、以下対策を通して汚染リスクを最小化する。

- 車両・重機からの燃料や油の漏洩を定期的を確認し、漏洩している場合は、修理するまで利用を控える。
- 流出対応キット（吸収剤など）を工事現場に常備する。
- 有害液体物は、専用の容器および施設内でのみ保管・取り扱う。また有害液体物の取扱・保管施設の床は非浸透性とし、防液堤で囲う。
- 有害液体物の取扱・保管施設は、極力、住民や汚染に脆弱な場所（井戸など）から離れた場所に設置する。
- 有害物質に係る安全・危険・警告などの標識を設置する。
- 有害物質は、指定の作業員のみが取り扱う。

4) 騒音

工事作業や工事車両の往来などに伴う騒音が、周辺の住民に影響する可能性がある。本事業では以下対策を通して、騒音を最小化する。

- マフラー付きの車両・重機を使用する。
- 定期的にメンテナンスを行う。
- 高騒音の機械は、極力、居住区などから離れた場所に設置する。
- 原則、高騒音が伴う作業は通常の工事時間帯内で行い、日曜日や祝日は実施しない。
- モニタリング地点での騒音値が国内基準値を継続的に超過する場合、あるいは苦情の申し立てがある場合は、追加の騒音対策（防音材の設置など）を講じる。
- 工事労働者に個人用保護具（PPE）を提供する。
- 未使用時は、車両・重機のエンジンを切る。

## 5) 廃棄物

工事中は、様々な廃棄物（伐採植生、コンクリートガラ、廃ケーブル、廃油など）が発生するが、管理が不適切な場合は、汚染の要因となる。以下に廃棄物の基本的管理方針を示す。

- 廃棄物の発生を、極力、再利用・リサイクルにより抑制する
- 廃棄物は、指定の場所・施設でのみ保管する。
- 有害廃棄物は、専用の容器および施設で保管する。
- 廃棄物の処理・処分は、NEMA 公認の業者のみに委託する。
- 廃棄物の種類別に、十分な量のゴミ箱を用意する。
- ゴミのポイ捨てを厳しく禁止すると共に、作業員への啓発活動も行う。
- 工事サイト周辺を毎日清掃する。

なお詳細な廃棄物管理計画は、工事業者が策定することとし、事前に UETCL やその他関連機関の承認を得る。

## 6) 水象

ムコノで建設予定のアクセス道路は、小川および小水路と交差するが、カルバートを設置することにより、流路を維持する。なおカルバートの設置中は一時的に、流路を迂回する必要がある。

## 7) 社会インフラ

### a) 道路の利用制限

ムコノで建設されるアクセス道路は、既存のコミュニティー道路を拡幅する形で建設されるため、一時的に住民の移動に弊害が生じる可能性がある。したがって、一車線分の道路幅を常時確保するなど、極力住民に弊害のないように工事を計画すると共に、必要に応じて交通誘導員を配置する。また道路の利用制限が生じる場合は、事前に住民に周知する。

### b) 電力供給の制限

工事中は、一時的・局地的に電力の供給が制限される可能性があるが、極力、制限がないよう工事・配電を計画する。やもえず制限が生じる場合は、事前に住民や施設（特に病院など）に周知する。

## 8) 景観

変電所や送電線の建設により、プロバとムコノの自然景観が少なからず変化するため、工事後は速やかに、再植生などにより、サイトを極力基の景観に近い形に復元する。また必要に応じて変電所周辺にグリーンベルト帯を設ける。

## 9) 感染症

工事労働者の移入などにより、感染症が蔓延するリスクがある。リスクを最小化するため、以下対策を行う。

- 工事労働者に対して啓蒙活動を行うと共に、労働者が遵守すべき行動規範を作成する。
- 労働者や周辺コミュニティーを対象に、避妊具、カウンセリング、検査機会の提供など、HIV/AIDSの抑止活動を行う。

#### 10) 労働安全

労働事故のリスクを最小化するため、以下対策を行う。

- JICA「ODA 建設工事安全管理ガイドンス（2014）」の遵守。
- 環境・労働安全衛生に係る研修を全ての労働者を対象に実施する。
- 個人用保護具（PPE）の支給。
- ツールボックスミーティングを定期的で開催する。
- ロックアウト・タグアウト手順の適切な実施。
- 警戒・危険標識の設置。
- ファーストエイドキットの常備および応急処置体制の確立。
- 医療機関との緊急連絡体制の確立。
- 労働安全衛生（HSE）担当者および必要に応じて看護師の配置。
- 労働安全衛生計画を策定し、事前に UETCL やその他関連機関の承認を得る。

#### 11) 事故

工事中は、工事車両の往来などによる交通事故のリスクがあるため、リスクを最小化するため、以下対策を行う。

- 速度制限の遵守。
- ツールボックスミーティングを定期的で開催し、事故リスクを共有する。
- 極力事故リスクの高い道路の利用を回避する。
- 全ての工事車両にバック時警報装置を備える。
- 事故リスクが高い場所には警戒・危険標識を設置し、交通誘導員を配置する。
- 事故の記録簿をつける。
- 交通管理計画を策定し、事前に UETCL やその他関連機関の承認を得る。

#### 12) 生態系

##### a) 外来種の移入

プロバおよびムコノでは、露出した切土・盛土面などに外来植物種が移入してくる可能性がある。したがって工事後は、速やかに土砂の露出面を在来植物種で再植生し、外来種の移入リスクを少なくすると共に、移入が確認された場合は除去する。

##### b) 動植物への影響

プロバおよびムコノでは、工事作業などにより、周辺の動植物に悪影響がおよぶ可能性があるため、以下対策を通して影響を最小化する。

- 絶滅危惧種のことを含め、工事労働者に対して環境啓蒙活動を行うと共に、野生生物の捕獲や樹木の伐採を固く禁じる。

- 汚染対策を確実に実施し、汚染を防止する。

なお今後モニタリングなどを通して、絶滅危惧種の営巣場などが工事サイト内外で確認された場合は、専門家と協議をした上で追加の対策（人口巣の設置など）を検討する。

### (3) 供用中

#### 1) 水質汚染

ブロバおよびムコノでは、送電線用地から土砂の混ざった雨水流出が、周辺の水域（池や小川）を汚染する可能性がある。したがって維持管理作業に支障のない範囲で、送電線用地内の植生や草地の除去を最小限にする。

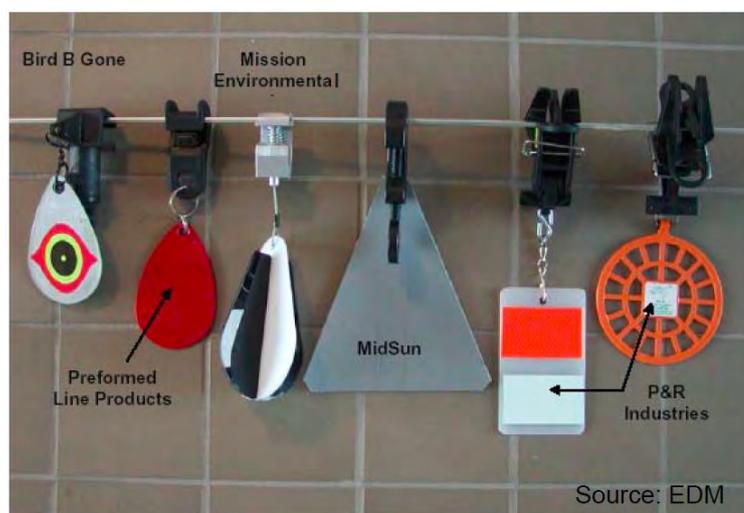
#### 2) 廃棄物

供用中は、変圧器の廃絶縁油や管理棟からの一般廃棄物などが発生する。以下に廃棄物の基本的管理方針を示す。

- 廃棄物の処理・処分は、NEMA 公認の業者のみに委託する。
- 廃棄物の種類別に、十分な量のゴミ箱を用意する。
- 絶縁油交換時の流出などを防ぐため、オイルピットを変圧器に整備する。
- PCB 含有絶縁油は使用しない。
- 廃油は UETCL の専用施設で処理し、再利用する。油残渣物は、製油所などで処分する。

#### 3) 生態系

新たな送電線が建設されることにより、送電線への鳥類の接触・衝突リスクが高くなる。特にブロバやムコノでは、絶滅危惧種を含め、多くの鳥類が確認されていることから、鳥類衝突防止器具（図 6-1-7. 1）を送電線に設置することとする（詳細は詳細設計時に検討）。



出典：Yee, Marcus L. (2007)

図 6-1-7. 1 鳥類衝突防止器具の例

#### 4) 生活・生計

適切な補償や支援が行われない場合は、PAPsの生活・生計が悪化する可能性があるため、生活・生計が少なくても事業実施前までのレベルに戻ることを原則に、モニタリングおよび生活再建支援をしていく予定である。

#### 5) 土地利用

一部農地・林業地が、変電所・送電線用地に改変されるため、農業・林業者の生計が悪化する可能性がある。したがって収入が事業実施前までのレベルに戻るまでは、モニタリングおよび生活再建支援をしていく予定である。

### 6-1-8 環境管理計画・モニタリング計画

前節の環境影響評価の結果に基づき、実施責任・監督機関および費用を含めた、環境管理計画（EMP）および環境モニタリング計画を策定した。さらに対策やモニタリングに係る主要な費用は、本事業の概算予算に含めた。またEMPおよびモニタリングが適切に実施されるよう、工事業者および施工管理業者にそれぞれ環境担当者を配属することとする。なおEMP・モニタリング計画は、施工計画が確定していない中で作成しているため、今後、詳細設計時などに工事の計画や方法が具体化していく過程で、必要に応じて修正していく必要がある。表6-1-8.1および表6-1-8.2に、それぞれEMPおよび環境モニタリング計画を示す。（環境モニタリングフォームは添付資料-13参照）

表 6-1-8. 1 環境管理計画

項目	影響	対策	実施責任	監督責任	概算コスト
<b>工事前</b>					
非自発的住民移転	用地取得による住民の土地、作物、構造物などへの影響（プロバ、ムコノ、カワラ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• プロバとムコノの 220kV 送電線の用地取得幅をコリドーシェアにより最小化する。</li> <li>• ウガンダ国内法および JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき、簡易住民移転計画（ARAP）を策定し、全ての PAPs に、公平かつ妥当な補償および生活再建策を提供する。</li> <li>• 社会的弱者には、追加の支援策を提供する。</li> <li>• 内部・外部モニタリングを実施すると共に、苦情処理メカニズムを確立する。</li> </ul>	UETCL	Office of the Chief Government Valuer	ARAP で算定
保護区	ムコノ送電線用地の確保に伴う、ナダギ森林保護区内の森林・生物多様性の消失	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 「森林バイオマスおよび生物多様性の査定調査」に基づき、消失する森林バイオマスおよび生物多様性に対して代償措置を講じる（植林、森林保護区の管理体制の強化、保護区内の苗木生産能力の向上など）。</li> <li>• IUCN レッドリストで絶滅危惧種に指定されている樹木（<i>Jacaranda mimosifolia</i> など）を伐採する場合は、当種の苗木あるいは種苗を適切な場所に植樹する。</li> </ul>	UETCL/NFA	NEMA、Ministry of Water and Environment	森林バイオマスおよび生物多様性の査定調査で算定
	ムコノ送電線用地の確保に伴う、ナダギ森林保護区内の民間林業者の植林地の消失	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ARAP の査定調査に基づき、消失する樹木に対して金銭補償をし、必要に応じて生活再建支援を行う。</li> <li>• 林業を継続できるよう、必要な指導・支援を行う。</li> </ul>	UETCL/NFA	NFA	ARAP で算定
<b>工事中</b>					
大気汚染	工事サイトからの粉塵飛散	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工事サイトの定期的な散水。</li> <li>• ストックパイルの未利用時は、シートなどで被覆する。</li> </ul>	工事業者	施工管理業者 NEMA UETCL	工事の基本コストに含む
	工事車両や重機からの粉塵飛散および排ガス	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 車両や重機は定期的にメンテナンスをし、過剰な黒煙を排出している車両・重機は、修理するまで利用しない。</li> <li>• 土砂などを輸送する際は、荷台をシートなどで被覆する。</li> <li>• 居住区などを通る場合は、車両の速度を落とし、粉塵の巻き上げを抑える。</li> <li>• 未使用時は、車両・重機のエンジンを切る。</li> </ul>	工事業者	施工管理業者 NEMA UETCL	工事の基本コストに含む
水質汚染	コンクリート洗浄水の排水	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 未処理コンクリート洗浄水の環境中への排水禁止し、適切な処理施設にてのみ処理する。</li> </ul>	工事業者	施工管理業者 NEMA UETCL	工事の基本コストに含む
	工事現場からの土砂流出（プロバ、ムコノ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工事作業に支障のない範囲で、送電線用地内の植生を極力維持する。</li> </ul>	工事業者	施工管理業者 NEMA	工事の基本コストに含む

項目	影響	対策	実施責任	監督責任	概算コスト
		<ul style="list-style-type: none"> <li>水域に近い現場では、仮の土壌浸食対策（シルトフェンス、浸食防止マットの設置など）を講じる。</li> <li>工事終了後は、速やかに、土壌露出面を再植生し、必要に応じて、切土・盛土面を擁壁や蛇籠で保護する。</li> <li>雨水排水溝を整備する。</li> <li>ストックパイルや建設発生土は、水域に土砂が流入しないような方法・場所で保管する。</li> </ul>		UETCL	
	有害液体物の流出およびし尿の排水	<ul style="list-style-type: none"> <li>有害液体物の流出は、流出防止策を通して防止する（詳細は土壌汚染の項を参照）。</li> <li>労働者用の簡易トイレの設置。</li> </ul>	工事業者	施工管理者 NEMA UETCL	工事の基本コストに含む
土壌汚染	有害液体物の流出・漏洩	<ul style="list-style-type: none"> <li>車両・重機からの燃料や油の漏洩を定期的に確認し、漏洩している場合は、修理するまで利用を控える。</li> <li>流出対応キット（吸収剤など）を工事現場に常備しておく。</li> <li>有害液体物は、専用の容器および施設内でのみ保管・取り扱う。また有害液体物の取扱・保管施設の床は非浸透性とし、防液堤で囲う。</li> <li>有害液体物の取扱・保管施設は、極力、住民や汚染に脆弱な場所（井戸など）から離れた場所に設置する。</li> <li>有害物質に係る安全・危険・警告などの標識を設置する。</li> <li>有害物質は、指定の作業員のみが取り扱う。</li> </ul>	工事業者	施工管理者 NEMA UETCL	工事の基本コストに含む
騒音	工事作業や工事車両の往来などに伴う騒音	<ul style="list-style-type: none"> <li>マフラー付きの車両・重機を使用する。</li> <li>定期的にメンテナンスを行う。</li> <li>高騒音の機械は、極力、居住区など脆弱なエリアから離れた場所に設置する。</li> <li>原則、高騒音が伴う作業は通常の工事時間帯内で行い、日曜日や祝日は実施しない。</li> <li>モニタリング地点での騒音値が国内基準値を継続的に超過する場合、あるいは苦情の申し立てがある場合は、追加の騒音対策（防音材の設置など）を講じる。</li> <li>工事労働者に個人用保護具（PPE）を提供する。</li> <li>未使用時は、車両・重機のエンジンを切る。</li> </ul>	工事業者	施工管理者	工事の基本コストに含む
廃棄物	工事廃棄物の発生（伐採した植生、コンクリートガラ、廃ケーブル、廃油など）	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄物の発生を、極力、再利用・リサイクルにより抑制する。</li> <li>廃棄物は、指定の場所・施設でのみ保管する。</li> <li>有害廃棄物は、専用の容器および施設で保管する。</li> <li>廃棄物の処理・処分は、NEMA 公認の業者のみに委託する。</li> <li>廃棄物の種類別に、十分な量のゴミ箱を用意する。</li> <li>ゴミのポイ捨てを厳しく禁止すると共に、作業員への啓発活</li> </ul>	工事業者	施工管理者 NEMA UETCL	工事の基本コストに含む

項目	影響	対策	実施責任	監督責任	概算コスト
		<ul style="list-style-type: none"> <li>動も行う。</li> <li>工事サイトでは、作業終了時に毎日清掃する。</li> <li>廃棄物管理計画を策定し、事前に UETCL やその他関連機関の承認を得る。</li> </ul>			
水象	アクセス道路の建設による小川・水路の阻害（ムコノ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>カルバートを設置し、流路を維持する。</li> </ul>	工事業者	施工管理者	工事の基本コストを含む
社会インフラ	道路の利用制限（ムコノ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>一車線分の道路幅は常時確保するなど、極力利用者に弊害のないよう工事を計画する。</li> <li>必要に応じて交通誘導員を配置する。</li> <li>道路の利用制限が生じる場合は、事前に住民に周知する。</li> </ul>	工事業者	施工管理者	工事の基本コストを含む
	電力供給の制限	<ul style="list-style-type: none"> <li>極力、電力供給に阻害がないよう工事・配電を計画する。</li> <li>停電などが起こる場合は、事前に住民や施設（特に病院など）に周知する。</li> </ul>	工事業者 UETCL	施工管理者 UETCL	工事の基本コストを含む
景観	変電所や送電線の建設による景観の変化（プロバ、ムコノ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事後は速やかに、再植生などにより、サイトを極力基の景観に近い形に復元する。</li> <li>必要に応じて変電所周辺にグリーンベルト帯を設ける。</li> </ul>	工事業者	施工管理者	工事の基本コストを含む
感染症	工事労働者の移入などによる感染症の万延	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事労働者に対して啓蒙活動を行うと共に、労働者が遵守すべき行動規範を作成する。</li> <li>労働者や周辺コミュニティーを対象に、避妊具、カウンセリング、検査機会の提供など、HIV/AIDS 防止活動を行う。</li> </ul>	工事業者	施工管理者	工事の基本コストを含む
労働安全	労働事故（高所作業など）	<ul style="list-style-type: none"> <li>JICA「ODA 建設工事安全管理ガイダンス（2014）」の遵守。</li> <li>環境・労働安全衛生に係る研修を全ての労働者を対象に実施する。</li> <li>個人用保護具（PPE）の支給。</li> <li>ツールボックスミーティングを定期的で開催する。</li> <li>ロックアウト・タグアウト手順の適切な実施。</li> <li>警戒・危険標識の設置。</li> <li>ファーストエイドキットの常備および応急処置体制の確立。</li> <li>医療機関との緊急連絡体制の確立。</li> <li>労働安全衛生（HSE）担当者および必要に応じて看護師の配置。</li> <li>労働安全衛生計画を策定し、事前に UETCL やその他関連機関の承認を得る。</li> </ul>	工事業者	施工管理者 UETCL	工事の基本コストを含む

項目	影響	対策	実施責任	監督責任	概算コスト
事故	工事車両の往来などによる交通事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>速度制限の遵守。</li> <li>ツールボックスミーティングを定期的で開催し、事故リスクを共有する。</li> <li>極力事故リスクの高い道路の利用を回避する。</li> <li>全ての工事車両にバック時警報装置を備える。</li> <li>事故リスクが高い場所には警戒・危険標識を設置し、交通誘導員を配置する。</li> <li>事故の記録簿をつける。</li> <li>交通管理計画を策定し、事前に UETCL やその他関連機関の承認を得る。</li> </ul>	工事業者	施工管理者	工事の基本コストを含む
生態系	外来種の移入（ブロバ、ムコノ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>露出した切土・盛土面などは、速やかに在来植物種で再植生し、外来種の移入リスクを少なくすると共に、移入が確認された場合は除去する。</li> </ul>	工事業者	NFA	工事の基本コストを含む
	動植物への影響（ブロバ、ムコノ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶滅危惧種のことを含め、工事労働者に対して環境啓蒙活動を行うと共に、野生生物の捕獲や樹木の伐採を固く禁じる。</li> <li>汚染対策を確実に実施し、汚染を防止する。</li> </ul>	工事業者	施工管理者	工事の基本コストを含む
文化遺産	文化遺産などの消失	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮に文化遺産などが工事中に発見された場合は、文化遺産管理計画を策定し、文化遺産の移転などを実施する。</li> </ul>	UETCL 工事業者	DMM MGLSD	US\$ 20,000
<b>供用中</b>					
水質汚染	送電線用地からの雨水流出（ブロバ、ムコノ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>維持管理作業に支障のない範囲で、送電線用地内の植生や草地の除去を最小限にする。</li> </ul>	UETCL	NEMA	-
廃棄物	廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄物の処理・処分は、NEMA 公認の業者のみが行う。</li> <li>廃棄物の種類別に、十分な量のゴミ箱を用意する。</li> <li>絶縁油交換時の流出などを防ぐため、オイルピットを周辺に整備する。</li> <li>PCB 含有絶縁油は使用しない。</li> <li>廃油は UETCL の専用施設で処理し、再利用する。油の残渣物は、製油所などで処分する。</li> </ul>	UETCL	NEMA	維持管理の基本コストを含む
生態系	送電線への鳥類の接触・衝突（ブロバ、ムコノ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>鳥類衝突防止器具を送電線に設置する（工事中に設置）。</li> </ul>	工事業者	NEMA/UWA	US\$ 23,000

表 6-1-8. 2 環境モニタリング計画

項目	目的	方法	頻度	実施責任	概算コスト
<b>工事前</b>					
非自発的 住民移転	ARAP の進捗および効果の確認（プロバ、ムコノ、カワラ）	【内部モニタリング】（詳細は 6-2 節参照） 以下事項などを確認する。 ・補償などの支払い状況 ・生活再建策の実施状況 ・苦情・問題・課題など	・ ARAP 実施中：月 1 回 ・ ARAP 実施後：3 ヶ月に 1 回（最低 2 年間）	UETCL	\$275,000
		【外部モニタリング】（詳細は 6-2 節参照） 以下事項などを確認する。 ・ARAP の遵守状況 ・PAPs の生計回復状況 ・苦情の処理状況	・ ARAP 実施中：年 2 回 ・ ARAP 実施後：年 1 回（最低 2 年間）	第 3 者機関	\$145,000
保護区	ナダギ森林保護区での代償措置の実施状況・効果の確認（ムコノ）	UETCL と NFA の共同で、代償措置として実施予定の森林再生事業などの状況・効果などを確認する。	・ 1 年目：年 4 回 ・ 2 年目以降：年 1 回（最低 3 年間）	UETCL/NFA	代償措置が具体化した後に算定
<b>工事中</b>					
大気汚染	工事サイトからの粉塵飛散や排ガスの発生状況の確認（プロバ、ムコノ、カワラ）	目視により以下を確認する。 ・工事サイトからの粉塵飛散状況 ・工事車両や機械からの排気ガスの排出状況	・ 毎日	施工管理業者	施工管理の基本コストに含む
		工事サイト周辺の脆弱エリアで PM <sub>10</sub> と PM <sub>2.5</sub> を測定し、WHO のガイドライン値と比較。	・ 週 1 回	施工管理業者 （現地業者に再委託想定）	\$24,000
水質汚染	工事による水質汚染の状況の確認（プロバ、ムコノ）	工事サイト周辺水域の水質（pH, EC, DO, SS, 濁度, TN, TP, 油分など）を測定し、ベースライン値と比較。	・ 月 1 回	施工管理業者 （現地業者に再委託想定）	\$36,000
土壌汚染	有害液体物の流出・漏洩の確認	目視により以下を確認する。 ・工事車両・重機からの油流出・漏洩 ・有害液体物の保管・取扱エリアからの流出・漏洩	・ 週 1 回	施工管理業者	施工管理の基本コストに含む
騒音	工事サイトからの騒音発生状況の確認（プロバ、ムコノ、カワラ）	工事サイト周辺の脆弱エリアで騒音を測定し、国内騒音基準値と比較。	・ 土木工事期：毎日 ・ 苦情がある場合は、毎時間。	施工管理業者	施工管理の基本コストに含む 騒音計：US\$ 1,300
廃棄物	廃棄物が廃棄物管理計画に基づき適正に保管・取り扱われているかを確認	廃棄物保管庫や工事サイトを目視確認。	・ 毎日	施工管理業者	施工管理の基本コストに含む
労働安全	労働安全衛生計画に基	安全対策や安全機材の目視確認。	・ 毎日	施工管理業者	施工管理の基本

項目	目的	方法	頻度	実施責任	概算コスト
	づき適正に安全対策が行われているか確認				コストに含む
生態系	工事が、周辺の生物生息場や動植物に影響していないかを確認（プロバ、ムコノ）	工事サイト周辺で生態系調査を実施し、影響の有無を確認する。	・ 月 1 回	施工管理業者 （現地業者に再委託想定）	\$24,000
<b>供用中</b>					
水質汚染	土壌流出などによる水質汚染の状況の確認（プロバ、ムコノ）	事業地の周辺水域の水質測定（SS、濁度）	・ 年 3 回	UETCL （現地業者に再委託想定）	\$9,000
廃棄物	廃棄物が廃棄物管理計画に基づき適正に保管・取り扱われているかを確認	変電所での油流出・漏洩および廃棄物管理状況の確認。	・ 年 4 回	UETCL	維持管理の基本コストに含む
生態系	送電線沿いでの鳥類の衝突死の有無を確認（プロバ、ムコノ）	送電線沿いの現地踏査および周辺コミュニティの聞き取り調査。	・ 年 3 回（最低 2 年間）	UETCL	維持管理の基本コストに含む

[出所] JICA 調査団

### 6-1-9 ステークホルダー協議

本事業では、EIA・RAPの作成段階で、関係政府機関および事業サイト周辺コミュニティを対象にステークホルダー協議を実施している。表6-1-9.1に協議を行った主な機関・コミュニティおよび目的を示す。

表6-1-9.1 協議を行った主な機関・コミュニティおよび目的

対象	開催時期	目的
NFA	16 <sup>th</sup> March 2016 4 <sup>th</sup> April 2016	ナダギ森林保護区内での本事業実施に係る協議
ナダギ森林保護区内の民間林業者	10 <sup>th</sup> May 2016	・本事業の周知・説明 ・RAP（財産査定方法、基本的補償方針、苦情処理メカニズムなど）の説明
ムコノ周辺コミュニティ	10 <sup>th</sup> May 2016 30 <sup>th</sup> April 2016	・本事業の周知・説明 ・想定される環境社会影響および緩和策の説明 ・RAP（財産査定方法、基本的補償方針、苦情処理メカニズムなど）の説明 ・意見聴衆
ブロバ周辺コミュニティ	27 <sup>th</sup> January 2016 30 <sup>th</sup> March 2016	
カワラ周辺コミュニティ	29 <sup>th</sup> March 2016	

[出所] JICA 調査団

上記、協議会のうち、NFAとの協議で得られた主な意見や対応を表6-1-9.2に示す（協議録は添付資料-14参照）。なお民間林業者および事業サイト周辺コミュニティに関しては、RAPに関する意見・質問が主体であったため、6-2節に詳細を示す。

表6-1-9.2 NFAとの協議で得られた主な意見や対応

意見	対応
・中国支援の変電所がナダギ森林保護区内に計画された理由を、代替案の検討結果と共に示してほしい。	・代替案の検討結果を示したレポートを後日提出する。
・ナダギ森林保護区内で事業を実施する場合は、消失する森林や生物多様性に対してUETCLは補償する必要がある。	・承知した。
・ナダギ森林保護区内で操業している林業者には、林業を行うための土地を貸しているが、土地自体は政府の土地である。植林木は、林業者の所有物である。	・承知した。
・EIAでは、事業地周辺の生物調査を実施する必要がある。	・EIAの一環として動植物調査を実施する。

[出所] JICA 調査団

### 6-1-10 その他

工事中の労働者間あるいは労働者と住民間との対立などが生じた際に対応するため、工事業者はConflict Redress Planを策定すると共に、Conflict Redress Committeeの体制を確立し、事前にUETCLの承認を得る必要がある。

## 6-2 用地取得・住民移転

### 6-2-1 用地取得・住民移転の必要性

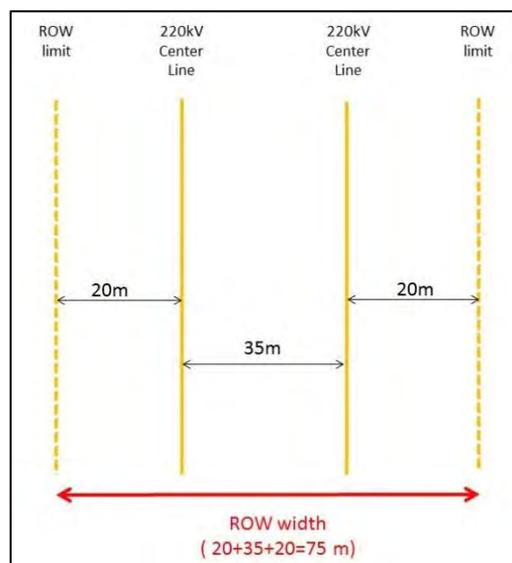
本事業で新たな用地取得が必要なのはプロバ、ムコノおよびカワラの事業である。表6-2-1. 1に各事業で用地取得が必要なコンポーネントおよび用地取得面積を示す。

表6-2-1. 1 用地取得が必要なコンポーネントおよび用地取得面積

	コンポーネント	用地取得面積 (ha)
プロバ	<ul style="list-style-type: none"> <li>変電所 (約 200 m x 260 m)</li> <li>220 kV 送電線 (延長約 0.9 km x ROW 75 m)</li> <li>132 kV 送電線 (延長約 0.8 km x ROW 30 m)</li> </ul>	約 12
ムコノ	<ul style="list-style-type: none"> <li>220 kV 送電線 (延長約 4.2 km x ROW 75/55 m)</li> <li>132 kV 送電線 (延長約 0.4 km x ROW 60 m)</li> <li>アクセス道路 (延長約 1.2 km x ROW 8 m)</li> </ul>	約 35
カワラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下送電線 (約 0.1 km x ROW 5 m)</li> </ul>	約 0.03

[出所] JICA 調査団

本事業では、住民移転を回避・最小化するため、変電所の立地や送電線ルートを選定する際は、極力住居を避けることに配慮した。さらにプロバおよびムコノの 220 kV 送電線は、2 回線送電線が 2 線並行して建設されるが、ROW を 2 線間で共有することにより、必要な ROW 幅を 75 m に最小化した (共有しない場合は 80 m)。図 6-2-1. 1 に 220 kV 送電線の ROW のイメージを示す。



[出所] JICA 調査団

図6-2-1. 1 220 kV 送電線の ROW 共有イメージ

さらにムコノの 220 kV 送電線に関しては、2 線間の鉄塔間隔の距離をある程度確保できるセクションに関しては、ROW 幅を 55 m に最小化した。

なおプロバおよびムコノでそれぞれ 1 個の住居が送電線用地内に確認されているが、所有者の残りの敷地内での建て替えが十分可能なため、住民移転の必要性はない見込みである。

## 6-2-2 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み

### (1) 用地取得・住民移転にかかる相手国制度の概要

#### 1) 関連法

用地取得・住民移転に係る主な関連法令は以下のとおりである。

- ウガンダ共和国憲法（1995）
- 土地法（1998）

ウガンダ共和国憲法では、第 237 条で国民が土地を所有する権利を認めており、土地の所有形態として、①Customary、②Freehold、③Mailo および④Leasehold の 4 つの形態を認識している。また同憲法 26 条では、公共目的での土地収用を認めているが、公平かつ適正な補償の支払いを速やかに事前に行うことを規定している。

土地法では、憲法で認識されている上記 4 つの土地所有形態（①Customary、②Freehold、③Mailo、④Leasehold）について、第 3 条で具体的に定義している。各土地所有制度の特徴を以下に示す。

- 「Customary」は、伝統的な土地所有制度であり、地域の伝統的慣習に基づいて土地の所有や利用が認められている。本事業の用地取得地には「Kibanja」という土地所有権が存在するが、これは Customary の土地所有形態に分類される。Kibanja は、地主との契約の下、地主の土地を所有・利用する権利を有するが（売却も地主の合意を得られれば可）、土地の所有権は地主にも存続するため、補償の際は、慣習的に地主と分担することになっている。
- 「Freehold」は、土地を永続的に所有する権利と共に、法の下、自由に利用・処分（売却、贈与、相続など）する権利を有する。
- 「Mailo」は、イギリス統治時代に導入された土地所有制度であり、「Freehold」と同様、土地を永続的に所有する権利と共に、法の下、自由に利用・処分する権利を有する。なお Mailo については、土地所有の共有が認められているが、上記権利を共有者の意思に反して強行することはできない（例えば強行的に共有者の土地を売却するなど）。
- 「Leasehold」は、地主との契約の下、一定期間中（通常 49 年か 99 年）、土地を所有・利用する権利を有する土地所有制度である。

土地法第 77 条では、土地収用の際の補償について、補償額の 15%（通知から取得期間が 6 か月以内であれば 30%）の迷惑手当（Disturbance allowance）を支払うことを規定している。

#### 2) 用地取得手続き

用地取得の手続きを具体的に規定する法律はないが、損失する土地や資産の補償額については、土地、住宅、都市開発省（Ministry of Lands, Housing and Urban Development）評価局の主任査定官（Chief Government Valuer : CGV）の承認を得る必要がある。主な承認手続きを以下に示す。

- 事業者は土地・財産の査定方法や査定士の資格などを示したインセプションレポートを CGV に提出する。
- CGV は、インセプションレポートを検証し、問題なければ承認する。

- CGV の承認後、土地・財産査定調査を事業者が実施し、土地・財産査定報告書を CGV に提出する。
- CGV は土地・財産査定調査結果の妥当性を検証し、問題なければ承認する。
- CGV の承認後、事業者は、土地・財産所有者に補償金を支払う。

本事業では、ARAP および土地・財産査定調査を、ローカルコンサルタント（AWE 社）に再委託しており、2016 年 4 月 1 日付けで、インセプションレポートを CGV に提出している。その後、調査を開始し、7 月中旬に UETCL に ARAP および土地・財産査定報告書を提出し、現在 UETCL は内容を確認している状況である。

## (2) JICA ガイドラインとウガンダ国内法制度との比較

表 6-2-2. 1 に住民移転に係る JICA ガイドラインとウガンダ国内法制度とのギャップ分析および本事業の方針を示す（誤訳を避けるため、表は原文のままとした）。

表6-2-2. 1 JICA ガイドラインとウガンダ国内法制度とのギャップ分析および本事業の方針

No.	JICA Guidelines	Laws of Uganda	Gaps between JICA Guidelines and Laws of Uganda	Project policy
1	Involuntary resettlement and loss of means of livelihood are to be avoided when feasible by exploring all viable alternatives. (JICA GL)	No specific provisions for exploring all viable alternatives	No specific provisions for exploring all viable alternatives	All viable alternatives including the design options will be explored to avoid or minimize involuntary resettlement and loss of means of livelihood
2	When population displacement is unavoidable, effective measures to minimize impact and to compensate for losses should be taken. (JICA GL)	Ugandan Constitution requires that prompt, fair and adequate compensation be paid prior to displacement (Article 26).	No gap	The Project will provide fair and adequate compensation to all project affected persons and implement effective measures to minimize impacts
3	People who must be resettled involuntarily and people whose means of livelihood will be hindered or lost must be sufficiently compensated and supported, so that they can improve or at least restore their standard of living, income opportunities and production levels to pre-project levels. (JICA GL)	There are no explicit provisions under resettlement or relocation laws for livelihood restoration assistance.	No provision for livelihood restoration assistance during resettlement process	<p>The project will implement a strategy for enabling the PAPs to restore their livelihood and incomes to at least pre-project levels.</p> <p>This strategy will include implementation of a livelihood restoration programme such as poultry, piggery, or other such projects depending on the interests of the affected community.</p>
4	Compensation must be based on the full replacement cost as much as possible. (JICA GL)	Section 78 (1) of the Land Act provides that in assessing compensation rates, the following are taken into account: (a) in the case of a customary owner, the value of land shall be the open market value of the unimproved land; (b) the value of the buildings on the land, which shall be taken at open market value for urban areas and depreciated replacement cost for the rural areas; (c) the value of standing crops on the	No specific mention of full replacement cost	Project will provide compensation based on full replacement cost.

No.	JICA Guidelines	Laws of Uganda	Gaps between JICA Guidelines and Laws of Uganda	Project policy
		<p>land, excluding annual crops which could be harvested during the period of notice given to the tenant.</p> <p>Section 78(2) provides that in addition to the compensation assessed, there shall be paid as a disturbance allowance 15 percent or, if less than six months' notice to give up vacant possession is given, 30 percent of any sum assessed i.e. disturbance allowance of 15% or 30% depending on the notice period.</p>		
5	Compensation and other kind of assistance must be provided prior to displacement. (JICA GL)	Section 42(7)(b) of the Land Act provides that no person from whom land is to be acquired shall be required to vacate until they receive full compensation.	No gap	<p>Compensation and necessary assistance will be provided prior to displacement.</p> <p>The Project will implement a livelihood restoration programme such as poultry, piggery or any such similar projects depending on the interests of the affected community.</p>
6	For projects that entail large-scale involuntary resettlement, resettlement action plans must be prepared and made available to the public. (JICA GL)	The laws of Uganda provide for fair and adequate compensation (Art 26 of Constitution and Section 42(7) of the Land Act). The laws do not, however, provide for the preparation of resettlement action plans.	There is no equivalence on preparation of resettlement plans and making them available to the public.	Preparation of resettlement plans will be undertaken in a consultative manner and final RAP documents made available to the public through district local authorities, UETCL website and NEMA library.
7	In preparing a resettlement action plan, consultations must be held with the affected people and their communities based on sufficient information made available to them in advance. (JICA GL)	There are no explicit provisions for consultations and disclosure but there are guidelines issued by separate ministries (for example RAP Guide for roads).	Potential gap exists in regard to stakeholder involvement and information disclosure	Consultations will be held with the affected people and their communities based on sufficient information made available to them in advance

No.	JICA Guidelines	Laws of Uganda	Gaps between JICA Guidelines and Laws of Uganda	Project policy
8	When consultations are held, explanations must be given in a form, manner and language understandable to affected people. (JICA GL)	There are no explicit provisions for consultations, but there are guidelines issued by separate ministries (for example UETCL's Way Leaves Acquisition Manual and Way Leaves Policy).	There are no explicit provisions for consultations	Information provided to PAPs during consultations will be in a form, manner and language that they understand. The consultation process will follow a top-down approach in which line ministries will be consulted, followed by District offices, sub-county offices and finally the communities/villages in the Project areas.
9	Appropriate participation of affected people must be promoted in planning, implementation, and monitoring of resettlement action plans. (JICA GL)	There are no explicit provisions for consultations and disclosure, but there are guidelines issued by separate ministries (for example UETCL's Way Leaves Acquisition Manual and Way Leaves Policy).	While PAP participation is inherent in the ESIA/RAP process, it contains a number of differences with the requirements of JICA guidelines.	PAP involvement will be strongly encouraged and promoted throughout the ESIA/RAP preparation processes. Information about the project and its impacts will be shared and views sought from the affected persons and communities.
10	Appropriate and accessible grievance mechanisms must be established for the affected people and their communities. (JICA GL)	Section 77 of the Land Act, 1998 had provided for land tribunals to resolve all land related issues. However, since their suspension in 2007, the High Court handles all land-related cases as provided for in the Land Acquisition Act.	Potential gap exists in terms of accessibility and affordability by PAPs if the High Court must handle land-related grievances	Grievance Resolution Committee to be instituted but the procedure will not replace existing legal process in Uganda. Rather it seeks to resolve issues quickly so as to expedite receipt of entitlements and smooth resettlement without resorting to expensive and time-consuming legal action. If the grievance procedure fails to provide a settlement, complainants can still seek legal redress. Following are the main grievance steps:  Step 1: Re-view and re-evaluation if the rates are not acceptable by

No.	JICA Guidelines	Laws of Uganda	Gaps between JICA Guidelines and Laws of Uganda	Project policy
				<p>the PAPs.</p> <p>Step 2: Establishment of a Grievance Resolution Committee in the village/ affected community which will comprise of an elder, an opinion leader and an LC 1 Chairperson.</p> <p>Step 3: Establishment of a Grievance Resolution Committee in the sub county (Sub County Review Committee)</p> <p>Step 4: Court of law</p>
11	<p>Affected people are to be identified and recorded as early as possible in order to establish their eligibility through an initial baseline survey (including population census that serves as an eligibility cut-off date, asset inventory, and socioeconomic survey), preferably at the project identification stage, to prevent a subsequent influx of encroachers of others who wish to take advantage of such benefits. (WB OP4.12 Para.6)</p>	<p>The Ugandan law does not make specific provision for the process of identification of, or eligibility of project affected persons</p>	<p>Although PAPs are required to be identified and served notices, there is no explicit provision for baseline census and socioeconomic surveys as part of a RAP process</p>	<p>The project will conform to WB OP 4.12 and best practices during the preparation of the RAP. Some of the measures will include;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification of PAPs through surveys and census</li> <li>• Determination of compensation eligibility criteria using an eligibility matrix e.g. land owners (land owner, tenant, licensee, or sharecropper), owners of cultural resources or infrastructure, property owners (structures and crops), etc.</li> <li>• Disclosure of cut-off date after valuation work has been done.</li> </ul>
12	<p>Eligibility of benefits includes, the PAPs who have formal legal rights to land (including customary and traditional land rights recognized under law), the PAPs who don't have formal legal rights to land at the time of census but have a claim to such land or assets and the PAPs</p>	<p>Ugandan law does not make specific provision for squatters or illegal settlers and compensation is given to only legal occupants. The Land Act treats lawful occupants and bona fide occupants as statutory tenants of the registered owner.</p>	<p>Those without formal legal rights or claims to such lands are not entitled to be resettled or compensated</p>	<p>Dialogue with policy makers will be initiated to explore the possibility of giving compensation to those without formal legal rights or claims to such lands in order to conform to WB OP 4.12.</p>

No.	JICA Guidelines	Laws of Uganda	Gaps between JICA Guidelines and Laws of Uganda	Project policy
	<p>who have no recognizable legal right to the land they are occupying. (WB OP4.12 Para.15)</p>	<p><b><u>Under Section 30 of the Land Act, “lawful occupant” means a person who entered the land with consent of the registered owner, and includes a purchaser; or a person who had occupied land as a customary tenant but whose tenancy was not disclosed or compensated for by the registered owner at the time of acquiring the leasehold certificate of title.</u></b></p> <p><b><u>“Bona fide occupant” means a person who before the coming into force of the Constitution had occupied and utilized or developed any land unchallenged by the registered owner or agent of the registered owner for twelve years or more; or had been settled on land by the Government or an agent of the Government, which may include a local authority.</u></b></p> <p>For the avoidance of doubt, a person on land on the basis of a licence from the registered owner shall not be taken to be a lawful or bona fide occupant under this section.</p> <p>Any person who has purchased or otherwise acquired the interest of the person qualified to be a bona fide occupant under this section shall be taken to be a bona fide occupant for the purposes of this Act.</p>		
13	Preference should be given to	The law is not explicit about	The law is not explicit about	Since land-based resettlement

No.	JICA Guidelines	Laws of Uganda	Gaps between JICA Guidelines and Laws of Uganda	Project policy
	land-based resettlement strategies for displaced persons whose livelihoods are land-based. (WB OP4.12 Para.11)	land-based resettlement strategies	land-based resettlement strategies	<p>packages are difficult to be implemented, the project will ensure:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adequate compensation at full replacement cost and disturbance allowance on top of that will be provided.</li> <li>• In addition, for orphaned land between two transmission lines, a 100% compensation rate will be applied.</li> <li>• If PAPs cannot continue current activities on remaining land as a result of the project land acquisition, the entire area will be bought.</li> </ul>
14	Provide support for the transition period (between displacement and livelihood restoration). (WB OP4.12 Para.6)	There are no equivalent provisions on transitional support	There are no provisions on transitional support	The project will provide support for the transition period.
15	Particular attention must be paid to the needs of the vulnerable groups among those displaced, especially those below the poverty line, landless, elderly, women and children, ethnic minorities etc. (WB OP4.12 Para.8)	There is no distinction made on the basis of gender, age, or ethnic origin in Ugandan law during compensation.	There is no distinction made on the basis of gender, age, or ethnic origin in Ugandan law during compensation.	<p>The project will conform to the requirements of WB OP 4.12 and best practices during the preparation of the RAP in regards to the needs of the vulnerable groups for example women and children, orphans, widows, and people with physical disabilities.</p> <p>In particular, the Project will implement a number of projects for the identified vulnerable people in the area. These will include provision of resettlement</p>

No.	JICA Guidelines	Laws of Uganda	Gaps between JICA Guidelines and Laws of Uganda	Project policy
				houses and livelihood restoration program such as poultry, piggery, etc.
16	For projects that entail land acquisition or involuntary resettlement of fewer than 200 people, abbreviated resettlement plan is to be prepared. (WB OP4.12 Para.25)	There is no explicit provision for abbreviated RAP in the Ugandan law.	There is no explicit provision for abbreviated RAP in the Ugandan law.	The project will conduct a RAP study and implement the recommendations in conformity with JICA Guidelines and WB OP 4.12.

[出所] 本事業の ARAP 報告書

### (3) 本事業における用地取得・住民移転方針

JICA ガイドラインとウガンダ国内法を比較すると、特に懸念されるかい離点としては、ウガンダ国内法では、生活再建支援が規定されていないことにある。しかしながら UETCL は、生活再建支援の必要性は認識しており、別事業でも必要に応じて非影響者（PAPs）に生活再建の向けての支援を提供してきている。したがって本事業においても、少なくとも事業実施前の生活・生計レベルまでに生活・生計が回復するまで、必要な生活再建支援を提供していく方針である。

## 6-2-3 用地取得・住民移転の規模・範囲

### (1) 人口センサス

用地取得範囲の PAPs を把握するため、人口センサス調査を 2016 年 5 月～6 月に実施した。調査の結果、計 96 名の PAPs（土地所有者）が確認された。PAPs の土地所有形態は、Mailo、Leaseholder および Kibanja に分類された。表 6-2-3. 1 に、サイト・土地所有形態別の PAPs の数量を示す。

表 6-2-3. 1 サイト・土地所有形態別の PAPs 数量

Item	プロバ	ムコノ	カワラ	計
用地取得面積 (ha)	約 12	約 35	約 0.03	約 47
PAPs 数量 (土地所有者)	58	31	7	96
Mailo	42	20	1	63
Leaseholder	2	0	0	2
Kibanja	14	11	6	31

[出所] 本事業の ARAP 報告書

本事業のカットオフデータは、財産・用地調査が終了した時点である。

### (2) 財産・用地調査

財産・用地調査は、人口センサス調査と同じく 2016 年 5 月～6 月に実施した。財産・用地調査では、所有者の立ち合いの下、土地、構造物および作物の面積・数量などを査定し、それらに基づき補償額を算定した（補償額の算定方法は 6-2-4 節参照）。表 6-2-3. 2 に、用地取得範囲で確認された構造物の種類・数量を示す。住居は、プロバとムコノでそれぞれ一軒のみ確認され、その他に確認された構造物は、未完成な建屋、トイレ、水タンクである。全体では 11 の構造物が影響を受ける。なお構造物に関しては、所有者の残りの敷地内での建て替えが十分可能なため、代替地に移転する必要性はない見込みである。

表 6-2-3. 2 用地取得範囲で確認された構造物の種類・数量

	項目		備考
ブロバ	住居	1	1階建て、レンガ構造
	共有資産	0	
	その他	5	未完成建屋、トイレ、水タンク
	計	6	
ムコノ	住居	1	1階建て、レンガ構造
	共有資産	0	
	その他	3	未完成建屋、トイレ
	計	4	
カワラ	住居	0	
	共有資産	0	
	その他	1	トイレ
	計	1	

[出所] 本事業の ARAP 報告書

表 6-2-3. 3 に、用地取得範囲で確認された作物の種類・数量を示す。作物を育てているのはブロバとムコノのみである。ブロバとムコノでは、それぞれ 7 と 20 名の PAPs が用地取得範囲で作物（多年生植物）を育てており、作物の数量としては、ムコノの方が多い。作物の種類としては、マトーケ（バナナ）、サトウキビ、コーヒー、アボカドなどであるが、自家消費分以外は販売している。大半の PAPs は、残りの敷地内で新たに作付けが可能であるが、移行期は、収入が減少することが見込まれる。また一部 PAPs は、代替の作付け場所がないことから、生計手段を消失することが見込まれる。したがって農業を生計手段としている PAPs に対しては、損失する作物の補償に加え、十分な生活再建支援が必要である。

表 6-2-3. 3 用地取得範囲で確認された作物の種類・数量

	PAPs	作物	小計	計
プロバ	1	バナナ(4)	4	195
	2	ユーカリ (2)、マンゴ (7)、アボカド (4)、バナナ (10,000 m2)、サトウキビ (7)、ムワフ (6)、ティカ (14)、ジャックフルーツ (10)	50 (バナナ除く)	
	3	ムワフ (1)、マンゴ (1)、ジャンブラ(1)、バナナ (4)	7	
	4	バナナ (100)、ジャックフルーツ (2)、コーヒー (2)	104	
	5	マツ (1)	1	
	6	ユーカリ (2)	2	
	7	ユーカリ (25)、ジャックフルーツ (2)	27	
ムコノ	1	バナナ (30)	30	3,480
	2	バナナ (7)	7	
	3	ユーカリ (576)、バナナ (7)、マンゴ (1)	584	
	4	ムシジ (3)、ジャックフルーツ (1)	4	
	5	バナナ (204)、サトウキビ (56)	260	
	6	バナナ (159)、コーヒー (10)、サトウキビ (56)	225	
	7	サトウキビ (242)	242	
	8	ユーカリ (1)	1	
	9	ユーカリ (56)、コーヒー (40)、グアバ (6)、ミユレ (1)	103	
	10	マツ (11)	11	
	11	バナナ (250)、エミチ (5)	255	
	12	マツ (60)、バナナ (500)、アボカド (4)、コーヒー (250)、ジャックフルーツ (3)	817	
	13	コーヒー (380)、ジャックフルーツ (8)、マンゴ (5)	393	
	14	オレンジ (10)、マンゴ (4)、コーヒー (5)、ポーポー (5)、ユーカリ (5)、ジャックフルーツ (3)	32	
	15	ジャックフルーツ (2)、マンゴ (1)、エミチ (2)	5	
	16	コーヒー (5)、ムシジ (4)、ジャックフルーツ (4)、アボカド (4)	17	
	17	ムシジ (4)、キルンドウ (1)、コーヒー (5)、ジャックフルーツ (3)、ミユレ (1)	14	
	18	アボカド (126)、ポーポー(15)、オレンジ (20)、ユーカリ (200)、マンゴ (50)	411	
	19	コーヒー (20)、ムシジ (6)、ジャックフルーツ (5)、ユーカリ (10)、バナナ (15)	56	
	20	ユーカリ (10)、ムシジ (1)、ジャックフルーツ (1)、アンブレラ (1)	13	

( ) 内の数字は作物の数量。

[出所] 本事業の ARAP 報告書

ムコノの 220 kV 送電線の一部は、ナダギ森林保護区を通るが、送電線用地内では NFA の許可の下、6 名の民間林業者が主にユーカリ、マツ、ムシジなどの樹木を、材木用に育てている。これらの林業者に対しては、消失する樹木を補償するが、生活再建支援も必要になる可能性がある。

### (3) 家計・生活調査

2016 年 5 月～6 月に PAPs (世帯主) を対象に社会経済調査を実施した。社会経済調査はインタビュー形式で行い、計 62 名の PAPs (プロバ: 33 名、ムコノ: 23 名、カワラ: 6 名)

から回答を得た。主な調査結果を以降に示す。

### 1) 世帯構成

表6-2-3.4にPAPsの世帯構成を示す。全体としては9名以上で構成された世帯の割合が最も多く、特にブロバとムコノでその割合が多い。次に多い世帯構成は3~4名である。

表6-2-3.4 PAPsの世帯構成

		世帯構成					計
		1-2名	3-4名	5-6名	7-8名	9名以上	
ブロバ	人数	1	9	7	7	9	33
	%	1.7	15	11.7	11.7	15	55
ムコノ	人数	2	5	3	4	9	23
	%	3.3	8.3	5	6.7	15	38.3
カワラ	人数	1	-	2	-	1	4
	%	1.7	-	3.3	-	1.7	6.7
計	人数	4	14	12	11	19	60
	%	6.7	23.3	20	18.3	31.7	100

[出所] 本事業のARAP報告書

### 2) 生計手段

表6-2-3.5にPAPsの職業を示す。全体的には、教職(27.4%)および農業(22.6%)の割合が多い。教職に関しては、ブロバのPAPsのみが従事している。農業に関しては、特にムコノで割合が高い。カワラでは、レンガを自営で製造しているPAPsが多い。

表6-2-3.5 PAPsの生計手段

		公務員	聖職者	農業	会社員	看護師	自営	自営(非公式)	小売業	学生	教職	運送業	計
ブロバ	人数	1	1	3	-	1	1	2	5	-	17	2	33
	%	1.6	1.6	4.8	-	1.6	1.6	3.2	8.1	-	27.4	3.2	53.2
ムコノ	人数	2	-	10	5	-	-	2	4	-	-	-	23
	%	3.2	-	16.1	8.1	-	-	3.2	6.5	-	-	-	37.1
カワラ	人数	-	-	1	-	-	1	3	-	1	-	-	6
	%	-	-	1.6	-	-	1.6	4.8	-	1.6	-	-	9.7
計	人数	3	1	14	5	1	2	7	9	1	17	2	62
	%	4.8	1.6	22.6	8.1	1.6	3.2	11.3	14.5	1.6	27.4	3.2	100

[出所] 本事業のARAP報告書

### 3) 所得

PAPs の年間所得は、9 割近くが、1,500,000 UGX (約 45,000 円) 以上だが、約 1 割が、500,000～1,000,000 UGX (約 15,000～30,000 円) の範囲にあり、日あたりに換算すると 1 米ドル以下である。なお世銀の 2012 年統計によれば、ウガンダ国民の約 4 割が、1.25 米ドル / 日以下で生活している。

### 4) 宗教・民族

PAPs の約 6 割は、キリスト教（プロテスタント派：29%、カソリック派：24%、ペンテコステ派：7%）で、残りの約 4 割がイスラム教である。民族に関しては、PAPs の 9 割近くは、ウガンダで最も主流のムガンダ族に属している。

### 5) 生活水・燃料

PAPs の約 6 割は、生活水を湧き水、井戸水、雨水などの自然水に依存している。残りの約 4 割は水道水を利用している。

燃料源としては、炭や薪を利用している PAPs が多い。それ以外では、電気、灯油、太陽光、ガスなどを利用している。

### 6) 教育

PAPs の 5 割近くは、大学を卒業しており、9 割以上が初等教育を受けている。約 5% の PAPs は、教育を受けていない。

### 7) 病気

PAPs の家族でもっとも一般的な病気はマラリアである。その他には、呼吸器疾患、チフス、エイズ、糖尿病などが挙げられている。

## (4) 社会的弱者

現時点では、3 名の PAPs が社会的弱者として特別な支援が必要になる見込みである。二人は病人であり、一人は孤児である。移転などの負担は生じないが、補償支払い時の諸手続きのサポートや生活再建支援を優先的に受けられるなどの配慮が必要である。

## 6-2-4 補償・支援策

### (1) 損失補償

本事業では、用地取得により、土地、構造物および作物の損失が生じるが、これらの損失に対しては、国内法に基づき適正な補償を用地取得前までに支払う。なお補償の算定方法は土地の所有形態によって多少異なる。その他には、農業などの生計手段の損失の可能性がある。表 6-2-4. 1 に土地、構造物および作物の損失に対する補償方針・方法を示す。

表 6-2-4. 1 土地、構造物および作物の損失に対する補償方針・方法

損失		受給権者	補償方法
土地	Mailo	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土地の市場価格（再取得価格に相当）に基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> <li>・ 可能であれば、金銭補償の代わりに代替地を提供する。</li> </ul>
	Leasehold	所有者（借地権者）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土地の市場価格（再取得価格に相当）に基づき金銭補償するが、Leasehold（借地権）の残存年数を加味して補償額を算定する。さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> <li>・ 借地権の期限が切れる時期に、UETCL は地主と交渉し、借地権を更新するか、あるいは土地を完全に購入する。</li> <li>・ 可能であれば、金銭補償の代わりに代替地を提供する。</li> </ul>
	Kibanja	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土地の市場価格（再取得価格に相当）に基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> <li>・ 補償額は、土地を共有している地主と Kibanja 所有者の間で分担する。分担は、60（Kibanja）：40（地主）の割合で行うのが一般的。</li> <li>・ 可能であれば、金銭補償の代わりに代替地を提供する。</li> </ul>
構造物	所有者（不法占拠者含む）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 再取得価格に基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> </ul>	
作物（多年生）	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域補償レートに基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> </ul>	
作物（単年生）	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 作物を収穫するための十分な期間が確保されるため補償対象外。</li> </ul>	
生計手段	経営者、従業員など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生計手段を失う PAPs（ビジネスや職の損失）に対しては、移行手当の支給などにより補償する。</li> </ul>	
賃貸家屋	賃借人	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 賃借人所有の動かせない資産がある場合は、再取得価格に基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。（本事業では想定されない）</li> </ul>	
共有資産	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 査定士が補償額を算定し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。（本事業では想定されない）</li> </ul>	

[出所] 本事業の ARAP 報告書

## (2) 生活再建策

生活再建策の実施については法律では規定がないものの、UETCL は他事業で、PAPs の要望に応じて自主的に生活再建策を実施してきている。本事業でも PAPs の要望に応じて、生活再建策を提供する予定であり、特に土地に依存して生計を立てている農業者や林業者が、支援の対象になると考えられる。以下に ARAP で提案している生活再建策を示す。

- 雇用機会の提供（本事業の工事労働など）
- 代替生計手段の提供（養鶏、養豚など）

- 職業訓練の機会の提供（農業、畜産など）

(3) エンタイトルメント・マトリックス

表6-2-4. 2に補償・支援方針および実施責任を含めたエンタイトルメント・マトリックスを示す。

表6-2-4. 2 エンタイトルメント・マトリックス

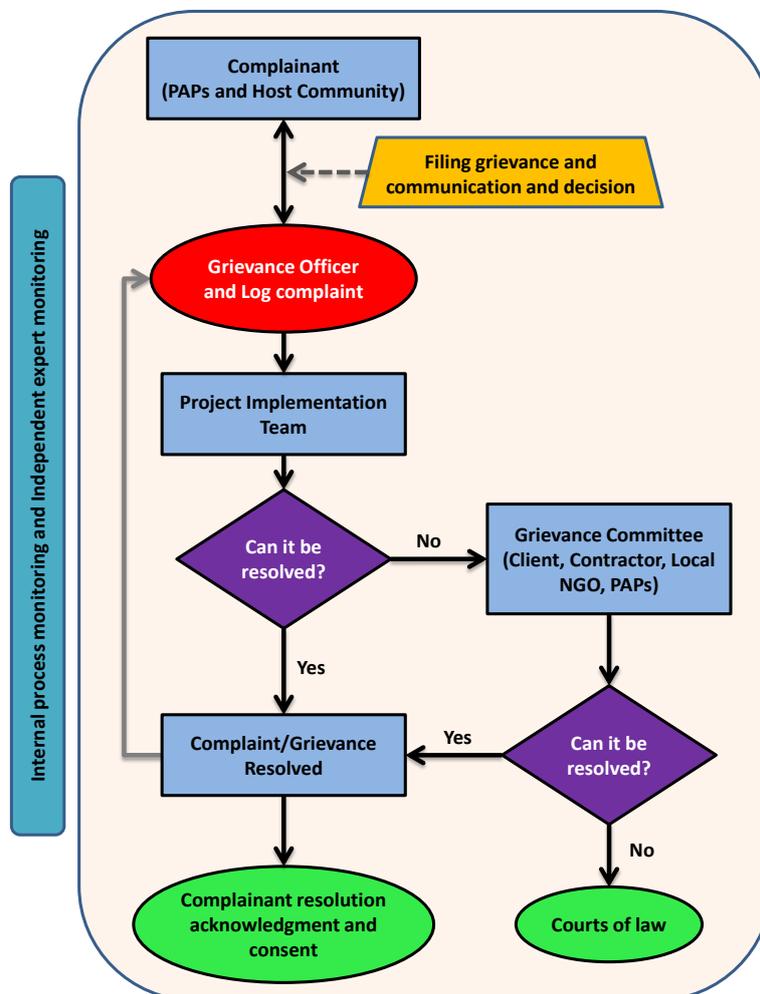
影響	受給権者	補償方法	その他の支援	実施責任
土地の損失	Mailo 所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地の市場価格（再取得価格に相当）に基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> <li>可能であれば、金銭補償の代わりに代替地を提供する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>移転の支援（移転地を探すための支援、取引費用の負担、移動手当の支給など）</li> <li>移行期の支援（生活再建策の提供、雇用の提供など）</li> <li>社会的弱者への特別支援（移転家屋の提供、生活再建策の有責的な提供）</li> </ul>	UETCL
	Leasehold 所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地の市場価格（再取得価格に相当）に基づき金銭補償するが、Leasehold（借地権）の残存年数を加味して補償額を算定する。さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> <li>借地権の期限が切れる時期に、UETCL は元の地主と交渉し、借地権を更新するか、あるいは土地を完全に購入する。</li> <li>可能であれば、金銭補償の代わりに代替地を提供する。</li> </ul>		UETCL
	Kibanja 所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地の市場価格（再取得価格に相当）に基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> <li>補償額は、土地を共有している地主と Kibanja 所有者の間で分担する。分担は、60 (Kibanja) : 40 (地主) の割合で行うのが一般的。</li> <li>可能であれば、金銭補償の代わりに代替地を提供する。</li> </ul>		UETCL
構造物	所有者（不法占拠者含む）	<ul style="list-style-type: none"> <li>再取得価格に基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体ガラの回収・利用</li> <li>移転の支援（移転地を探すための支援、取引費用の負担、移動手当の支給など）</li> <li>移行期の支援（生活再建策の提供、雇用の提供など）</li> <li>社会的弱者への特別支援（移転家屋の提供、生活再建策の有責的な提供）</li> </ul>	UETCL
賃貸家屋	賃借人	<ul style="list-style-type: none"> <li>賃借人所有の不動産がある場合は、再取得価格に基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。（本事業では想定されない）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>移転の支援（移転地を探すための支援、取引費用の負担、移動手当の支給など）</li> </ul>	UETCL
作物（多年生）の損失	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>地区設定レートに基づき金銭補償し、さらに補償額の 30%の迷惑手当を支給する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>移転の支援（移転地を探すための支援、取引費用の負担、移動手当の支給など）</li> <li>移行期の支援（生活再建策の提供、雇用の提供など）</li> </ul>	UETCL
作物（単年	所有者	<ul style="list-style-type: none"> <li>作物を収穫するための十分な期間が確保され</li> </ul>		

影響	受給権者	補償方法	その他の支援	実施責任
生) の損失		るため補償対象外。	供など)	
生計手段の 損失	PAPs	・ 生計手段を失う PAPs(ビジネスや職の損失) に対しては、移行手当の支給などにより補償する。	・ 移転の支援 (新しい職やビジネスを探すための支援、取引費用の負担、移動手当の支給など) ・ 移行期の支援 (生活再建策の提供、雇用の提供など)	UETCL
共有資産の 損失	所有者	・ 査定士が補償額を算定し、さらに補償額の30%の迷惑手当を支給する。	・ 移転の支援 (移転地を探すための支援、取引費用の負担、移動手当の支給など)	UETCL

[出所] 本事業の ARAP 報告書

### 6-2-5 苦情処理メカニズム

PAPsの苦情に対応するため、UETCLは、UETCL職員、自治体（Local Council）の代表者、NGOsなどで構成される苦情処理委員会（Grievance Committee）を設置する。図6-2-5.1に苦情処理手続きの概要を示す。



[出所] 本事業の ARAP 報告書

図6-2-5.1 苦情処理手続き

### 6-2-6 実施体制・スケジュール

#### (1) 実施体制

ARAPは、補償の支給、生活再建支援、移転、苦情対応、モニタリングなどを含め、UETCLのプロジェクト推進部門（Project Implementation Department）および当部所の環境セクションが主体となって実施する。その他、ARAP実施に関連する組織およびその役割を表6-2-6.1に示す。

表 6-2-6. 1 ARAP 実施に関連する組織およびその役割 (UETCL 以外)

組織	役割
ジェンダー、労働、社会開発省 (Ministry of Gender, Labour & Social Development)	必要に応じて、非影響コミュニティの社会開発の支援。
土地、住宅、都市開発省 (Ministry of Lands, Housing and Urban Development)	土地・資産補償額の査定・承認。
県土地委員会 (District Land Boards)	土地登記と取引の管理、作物補償レートの設定。
自治体 (Local Council)	ARAP に係る活動の調整、苦情処理委員会への参加

[出所] 本事業の ARAP 報告書

(2) 実施スケジュール

ARAP の実施には、CGV の承認を含め、約 6 か月かかることが想定される。表 6-2-6. 2 に ARAP の実施スケジュール案を示す。

表 6-2-6. 2 ARAP 実施スケジュール案

活動	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ARAP 承認・公開</b>										
CGV による承認										
ARAP の公開および補償額の提示										
<b>ARAP 実施</b>										
ARAP 実施体制および苦情処理委員会の確立										
補償の支払い										
苦情対応										
用地取得										
<b>工事の開始</b>										
モニタリング							➔			

[出所] 本事業の ARAP 報告書

6-2-7 費用と財源

表 6-2-7. 1 に土地やその他資産の補償費算定額を示す。補償費については、土地法に基づき、査定額に対して 15%あるいは 30%の迷惑手当を乗じて計上する必要があるが、本事業は補償費の支払いから事業実施までの期間が短いことが想定されるため、30%で試算している。

表 6-2-7. 1 土地やその他資産の補償費算定額（ウガンダ・シリング）

	項目	査定額	迷惑手当 (30%)	合計 (UGX)
カワラ	土地	23,690,000	7,107,000	30,797,000
	構造物	1,332,000	399,600	1,731,600
	カワラ計	25,022,000	7,506,600	32,528,600
ブロバ	土地	972,239,000	291,671,700	1,263,910,700
	構造物	27,630,500	8,289,150	35,919,650
	作物	77,707,500	23,312,250	101,019,750
	ブロバ計	1,077,577,000	323,273,100	1,400,850,100
ムコノ	ナダギ森林保護区外			
	土地	471,814,000	141,544,200	613,358,200
	構造物	12,503,600	3,751,080	16,254,680
	作物	35,382,000	10,614,600	45,996,600
	計	519,699,600	155,909,880	675,609,480
	ナダギ森林保護区内*			
	土地	1,030,959,000	309,287,700	1,340,246,700
	樹木	1,551,420,000	465,426,000	2,016,846,000
	計	2,582,379,000	774,713,700	3,357,092,700
	ナダギ森林保護区の林業者			
	樹木	1,479,441,000	443,832,300	1,923,273,300
	計	1,479,441,000	443,832,300	1,923,273,300
	ムコノ計	4,581,519,600	1,374,455,880	5,955,975,480
全体計		5,684,118,600	1,705,235,580	7,389,354,180

\*：補償額にナダギ森林保護区内の土地・樹木が含まれているが、土地に関しては、政府用地のため本来は補償の対象ではないが、UETCL の要請により含めている。また樹木の補償に関しては、「森林バイオマスおよび生物多様性の査定調査」を通して算定するが、暫定額を含めている。

〔出所〕 本事業の ARAP 報告書

生活再建策やモニタリングを含めた、ARAP 実施の全体費用算定額を表 6-2-7. 2 に示す。

表 6-2-7. 2 ARAP 実施の全体費用算定額（ウガンダ・シリング）

項目	費用	実施責任	財源
補償費*	6,049,107,480	UETCL	GOU
生活再建策費	352,714,001	UETCL	GOU
社会的弱者の支援費	60,491,074	UETCL	GOU
RAP 実施コンサルタント費	302,455,374	UETCL	GOU
モニタリング費	151,227,687	UETCL	GOU
予備費（全体費用の 10%）	604,910,748	UETCL	GOU
合計	7,520,906,364		

\*：補償額には、表 6-2-7. 1 に含まれているナダギ森林保護区内の土地補償費は含まない。

〔出所〕 本事業の ARAP 報告書

## 6-2-8 実施機関によるモニタリング体制

本事業では、ARAP 実施時に内部および外部モニタリングを実施する。各モニタリングの詳細を以降に示す。

### (1) 内部モニタリング

ARAP で計画されている、補償・生活再建策の進捗・効果、苦情・課題などを確認するため、UETCL のモニタリング担当官が常時モニタリングを実施し、プロジェクト推進部門に定期的（月 1 回ほど）に報告する。（JICA 報告用の RAP モニタリングフォームは添付資料-15 参照）

### (2) 外部モニタリング

ARAP の実施状況や効果を確認するため、第三者機関による外部モニタリングを年 2 回ほど実施し、ARAP の実施後は、年 1 回（少なくとも 2 年間）ほど実施する。外部モニタリングの際は、以下を主に確認する。（外部モニタリングの TOR 案は添付資料-16 参照）

- 実施プロセスの透明性
- 実施機関の担当職員や体制の妥当性や能力
- 国内法への順守状況
- 苦情処理メカニズムの妥当性
- 内部モニタリングの妥当性

## 6-2-9 住民協議

ブロバ、ムコノおよびカワラのコミュニティーおよびナダギ森林保護区内の林業者を対象に、本事業の周知、影響、補償方針などを説明するため住民協議会を開催した。表 6-2-9. 1 に住民協議会の概要を示す。

表 6-2-9. 1 住民協議会の概要

	日	場所	対象	参加人数
ブロバ	2016 年 1 月 27 日	Grail Sisters Church, Kaggaba	Kaggaba、Mabuye、Nsujjuwe コミュニティー	16
	2016 年 3 月 10 日	Grail Sisters Church, Kaggaba	Kaggaba、Mabuye、Nsujjuwe コミュニティー	11
ムコノ	2016 年 5 月 10 日	ナダギ NFA 事務所	ナダギ森林保護区内の林業者	34
	2016 年 4 月 30 日	Buyuki Trading Centre	Nama II、Buyuki、Luwunga コミュニティー	27
	2016 年 4 月 30 日	ナダギ NFA 事務所	Wanjeyo、Kivuvu、Bwefulumya コミュニティー	16
カワラ	2016 年 3 月 29 日	事業サイト	Namungoona コミュニティー	16

[出所] 本事業の ARAP 報告書

表 6-2-9. 2 に住民協議会で挙げられた主に意見・質問および対応を示す。本事業に反対する意見はなかった（協議録は添付資料-14 参照）。

表 6-2-9. 2 住民協議会で挙げられた主に意見・質問および対応

	意見・質問	対応
プロバ	Kibanja 所有者および元の地主は、どのように補償されるのか？	補償は、Kibanja 所有者および元の地主に分担して払われる。例えば Kibanja 所有者 (70%) : 地主 (30%)。
	査定士の査定額が妥当でない場合がある。	査定は、国内法および JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき実施し、最終的には CGV が査定額を承認する。
	苦情処理委員会のメンバーはどのように構成され、委員会はどこに設置されるのか？	苦情処理委員会は、自治体、村、UETCL などの代表者から構成される。委員会は自治体の事務所など、PAPs にアクセスしやすい場所に設置する。
	樹木を査定する際は、将来の収穫見込みを加味して査定するのか？	樹木の査定は、将来の収穫見込みは加味せず、現状の生育状況に応じて査定する。
	カットオフデートが告知された後、事業がなかなか始まらない事がある。	カットオフデートから 2 年以上過ぎた場合は、その期間の変化も踏まえ。査定をやり直す。
ムコノ	補償の支給前に建造物が壊れても補償されるか？	壊れる前に査定されているはずなので、補償される。
	事業実施後に、事業用地を利用することは可能か？	本事業では、事業用地を完全に取得するため、事業実施後は、土地を利用・開発することは認められない。
	Kibanja 所有者および元の地主は、どのように補償されるのか？	補償は、Kibanja 所有者および元の地主に分担して払われる。
	苦情処理委員会のメンバーはどのように構成されるのか？	苦情処理委員会は、自治体、UETCL、NGO などの代表者から構成される。
カワラ	補償の支払い後、屋根やドアなどを取り除いても問題ないか？	査定士によって記録されている限り問題ない。なおカットオフデート後の資産の追加などは補償の際に考慮されない。
	地下ケーブルのルートは未開発の土地を一部通るが、その土地も補償されるか？	土地の所有者は、補償されると共に、建造物もあれば補償される。

[出所] 本事業の ARAP 報告書

### 6-3 結論・提言・その他

#### 6-3-1 EIA に関する結論・提言

本事業の環境管理計画・モニタリング計画は、NEMA の EIA 承認条件に応じて、順応的に修正する。また環境管理計画・モニタリング計画は、施工計画が確立していない中で作成しているため、今後、詳細設計時に施設設計、施工計画などが具体化していく過程で、必要に応じて修正し、事業費に反映していく必要がある。特に検討が必要と考えられる事項を以下に示す。

- 変電所の切土・盛土面の土壌侵食・流出対策（再植生する場合は、適切な植生の選定）
- 送電線への鳥類衝突防止対策（適切な鳥類衝突防止器具の選定および配置の検討）
- 廃棄物管理計画（特に解体ガラ、廃送電ケーブル、有害廃棄物など）
- 仮設の施設を工事中に建設する場合は、それらに必要な環境対策。
- 環境モニタリングの期間・頻度・地点・コスト

さらにムコノ事業の一部は、ナダギ森林保護区内に立地し、絶滅危惧種も確認されていることから、今後事業用地内外で、これら絶滅危惧種の重要な生息地（営巣地など）が確認された

場合は、現地専門家と協議し、適切な追加対策を検討する必要がある。上記一連の作業は、高い専門性を有するため、詳細設計時には、環境専門家を配置することを提案する。

#### 6-3-2 ARAPに関する結論・提言

本事業の用地取得範囲内には、農業や林業など、土地に依存して生計を立てている PAPs がおり、また低所得者や社会的弱者も確認されていることから、適切な補償に加え、必要に応じて十分な生活再建策の提供が求められる。したがって ARAP 実施前には、これらの PAPs のニーズを聴衆し、具体的な生活再建策を検討する必要がある。

#### 6-3-3 環境チェックリスト

本事業の環境社会配慮の状況を、JICA 環境チェックリスト（送変電・配電セクター）を使用して作成し、添付資料-17として添付した。



## 第7章 本事業の評価

### 7-1 事業実施のための前提条件

ウガンダ側は、本事業の事業実施工程を踏まえ、本事業のウガンダ側負担事項を含む計画に必要な事項に対する予算計上、譲渡契約、補償措置等を計画的に進めていく必要がある。

また、本事業の実施段階に入った時点で、基本設計、詳細設計が行われ、準備調査で行った概略設計で計画した設備配置等が変更されることも想定される。UETCL はそれに応じて、それらの変更箇所については環境影響評価や住民移転計画の策定を適宜行う必要がある。

本事業の実施に係り環境社会配慮、世界銀行プロジェクトとの調整、中国輸出入銀行プロジェクトとの調整と3点の前提条件がある。

#### (1) 環境社会配慮について

環境社会配慮に関連しては、今後必要な承認取得手続きは以下3点ある。なお承認取得に向けた作業は円滑に進められており、本事業実施に支障がおよぶ可能性は低い。

##### 1) EIA の承認の取得

UETCL は 2016 年 7 月下旬までにファイナル EIA レポートを NEMA へ提出する予定である。EIA 提出後は、3 ヶ月程度(本年 10 月～11 月)で、EIA の承認(Certificate of Approval of Environment Impact Assessment) が NEMA から発給される見込みである。

##### 2) ARAP の承認の取得

本事業の送電設備の整備にあたっては、送電ルート、変電所用地に関する用地取得が必要となる。非自発的住民移転は発生しない見込みだが、UETCL は ARAP に基づき、被影響者に対して、適切な補償の提供および生活再建の支援をしていく必要がある。UETCL は 2016 年 7 月下旬までに政府査定機関(Chief Government Valuer)へ ARAP ファイナルレポート(土地・財産査定調査レポート含む)を提出し、承認取得に向けて折衝を開始する予定である。

##### 3) NFA ライセンスの取得

ムコノの変電所および送電線の一部は、ナダギ森林保護区内に立地することから、本事業を実施する上では、消失する森林および生物多様性に対する NFA への補償ならびに NFA からライセンスを取得する必要がある。現在 NFA は補償額算定のための査定調査を実施しており、終了後 NFA と UETCL 間で補償額についての MoU を締結し、9 月末までにはライセンスが取得できる見込みである。

#### (2) 世界銀行プロジェクトとの調整について

現在、カワンダ変電所ーマサカ変電所 220 kV 送電線のルートは特定されているが、設計業務は未実施である。本事業で先行して行う、220 / 132 kV ブロバ変電所とカワンダ変電所ーマサカ変電所 220 kV 送電線との接続部周辺の設計については、本事業で行った設計が、カワンダ変電所ーマサカ変電所 220 kV 送電線の設計において適切に考慮されるよう、UETCL は調整する必要がある。

220 / 132 kV ブロバ変電所は 220 kV 送電線に連系することとなるため、遅滞なくその効果が発現するためには、2018 年の運転開始予定である同変電所が接続される区間の 220 kV 送電線が計画通りに進捗している必要がある。また、カワンダ変電所ーマサカ変電所 220 kV 送電線については、ドナーである世界銀行と UETCL は協力的に事業を進め、計画通りに完工する必要がある。なお、仮に不可抗力等の理由でこれ等の支援計画が遅延した場合の本事業への影響は、添付資料ー 1 1 に示すとおりである。

### (3) 中国輸出入銀行プロジェクトとの調整について

本事業の 220 / 132 kV 新ムコノ変電所と中国輸出入銀行支援により計画されている 132 / 33 kV ムコノ変電所は、UETCL により用地取得の手続きが進められている 16 エーカーの敷地内に併設する計画であるため、双方の変電所設備が同敷地内に収まるよう、UETCL は適切に中国輸出入銀行の計画と調整する必要がある。

本事業が実施される段階では、中国輸出入銀行支援により 2016 年着工予定の 132 / 33 kV ムコノ変電所及び附帯 132 kV 引込み送電線は完工している見込みである。本事業の 220 / 132 kV 新ムコノ変電所への 220 kV 引込み送電線 4 回線は、その 132 kV 送電線と平行に 2 ルートで計画しており、コリドーシェアにより送電線用地の削減を図る計画である。このコリドーシェア及び鉄塔位置に関しては、前述の 132 kV 引込み送電線の設計を考慮して、本事業の概略設計を基本設計、詳細設計段階で精査する必要がある。

## 7-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

### (1) 工事着工前

- 1) 本事業の本体事業が着工される前に、計画段階で合意形成が行われた、本事業の送電ルート、変電所用地に関する用地取得の対象地で活動を行う者への補償手続き、住民移転計画に基づく移転の実施が、UETCL により、遅滞なく完了している必要がある。また、本事業の工事が円滑に実施できるよう、対象用地の樹木伐採、埋設部の除去、整地等も、UETCL により、遅滞なく完了している必要がある。
- 2) 本事業が着工される前に、アクセス道路についても上記と同様の手続きが、UETCL により、遅滞なく完了している必要がある。
- 3) 本事業が着工される前に、本事業の調達資機材の計画対象地への搬入が遅滞なく完了するため、免税・通関手続きに必要となる事前手続きが、UETCL により、遅滞なく完了している必要がある。
- 4) 本事業が着工される前に、現在、33 kV 配電線として運用されているカンパラ北変電所ームトウエ変電所間の 132 kV 送電線 2 回線の内の片側 1 回線については、本事業で同区間の 2 回線とも HTLS 電線に張替えを計画しているため、132 kV 送電線として運用ができるよう開閉装置の繋ぎ替え等、UETCL により、遅滞なく完了している必要がある。
- 5) 本事業が着工される前に、本事業と関連性が強い既存の設備に対しては、本事業の準

備調査以降の経年劣化から必要となる軽微な補修等については、運転維持管理の一環として、UETCLにより、遅滞なく完了している必要がある。

- 6) 本事業が着工される前に、本事業の 220 / 132 kV 新ムコノ変電所と中国輸出入銀行により計画されている 132 / 33 kV ムコノ変電所は接続される計画であるため、132 / 33 kV ムコノ変電所建設事業が、UETCLにより、遅滞なく完了している必要がある。
- 7) 本事業が着工される前に、既設変電所の改修工事等の期間中においても電力供給を維持するため、配電系統の繋ぎ替え等の措置が、UETCLにより、遅滞なく完了している必要がある。
- 8) 本事業が着工する前に、ブジャガリ発電所の変圧器増設工事の円滑な実施に関連した UEGCL 及び運用委託会社（ブジャガリエネルギー社）との協議が、UETCLにより、遅滞なく完了している必要がある。

## (2) 工事期間中

- 1) 本事業の実施にあたっては、事業実施に必要な停電が UETCL と本体事業を担当するコンサルタント間で合意したスケジュールに従い、UETCLにより、確実に実施される必要がある。
- 2) 本事業の実施にあたっては、本事業の準備調査段階で取り纏めたモニタリングフォームに基づく環境社会影響モニタリングが、UETCLにより、確実に実施される必要がある。
- 3) 本事業の実施にあたっては、ウガンダ負担分も含む借款事業費に対してのウガンダ内での予算手続きが、ウガンダ政府内で遅滞なく行われる必要がある。

## (3) 工事完了後、供与開始後

- 1) 本事業の工事完了後、本事業設備の機能等を確認するために必要な試充電作業等については、UETCLにより、遅滞なく実施される必要がある。
- 2) 本事業の工事完了後、ルゴゴ中央給電指令所において本事業の変電所から出力される信号が表示されるように既存の SCADA システムへの登録作業等が、UETCLにより、実施される必要がある。
- 3) 本事業の工事完了後、本事業対象設備の効果が遅滞無く発現されるように本事業の設備と配電系統が速やかに連系するため、UEDCL、配電事業者等との協議が、UETCLにより、実施される必要がある。

### 7-3 外部条件

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

#### (1) 上位目標に対して

前述のように、本事業の上位目標として第二次国家開発計画（NDP II）があげられ、優先課題の一つとして「インフラストラクチャー開発」を掲げている。この政策が変更になった場合、上位目標と整合性が維持されない。また、第二次国家開発計画等の持続的実施には、政治・経済が安定している必要がある。

- ・ 電力開発に関する政策が変更されない。
- ・ 政治・経済が安定している。

#### (2) プロジェクト目標に対して

本事業のプロジェクト目標は、カンパラ首都圏の電力供給改善である。送変電設備はネットワークとして機能するものであるため、本事業設備のみならず関連送変電設備が持続的に運転維持管理されている必要がある。また、適切な運転維持管理にはその原資となる財源が必要であるため、料金徴収が継続的に実施される必要がある。加えて、パンダリズム、戦争等により関連送変電設備が破壊された場合も、自足的な系統運用に支障を及ぼすため、施設のセキュリティーが確保されている必要がある。

- ・ 関連送変電設備の運営維持管理が持続的に行われる。
- ・ 施設のセキュリティーが確保される。

#### (3) 期待される成果に対して

本事業に期待される成果は、実際に需要家に対し供給できる電力が増加することである。本事業の設備は送変電設備であるが、実際の需要家への供給は配電設備を通じて行われる。また、供給電力の源は発電設備である。したがって、本事業の設備が期待される成果を発現するためには、上位の発電設備、下位の配電設備が十分に稼働している必要がある。また、本事業の設備自体が適切に運用できる状態が維持されている必要があるため、本事業設備の運転維持管理計画が実施されている必要がある。

- ・ 上位の発電設備及び下位の配電設備が十分に稼働する。
- ・ 本事業設備の運転維持管理計画が実施される。

### 7-4 プロジェクトの評価

#### 7-4-1 妥当性

以下に示す通り、本事業はウガンダのエネルギー政策並びに電力政策の実現に資するとともに、貧困層を含む対象地域の住民、公共施設に裨益するものであることから、本事業の我が国の円借款事業としての妥当性は高いと判断される。

#### (1) 技術面での妥当性

ウガンダでは、豊富な水力資源を中心に電源開発を進めているものの、面的に広がりコストを要する電力流通網の需要増大に即した整備は難航している。本事業は、電力の流通容量不足に起因する供給支障が深刻な問題となっている、ウガンダのカンパラ首都圏における送変電設備の強化計画である。

本事業のコンポーネントは、2030年を目標年次とした系統計画を策定した上で特定されており、首都圏系統全体の計画との整合性は「第4章 系統計画」に示すとおりである。ここでは、プロジェクト評価の目標年次（2022年）及び本事業の系統計画の目標年次（2030年）の各断面において、本事業がカンパラ首都圏において流通されるべき電力流通にどの程度の水準で寄与しているかを具体的に示し、その規模から事業の妥当性を評価する。

カンパラ首都圏の2030年までの送変電設備を対象としたとき、その設備構成は、220kV送電線、220/132kV変電設備、132kV送電線、配電用変電設備（132/33kV及び132/11kV）から構成される。発電部門から送電部門（本事業対象）が受けた電力は、220kV送電線、220/132kV変電設備、132kV送電線、配電用変電設備の順で流通され、送電部門から配電部門に供給される。送電部門内のこれらの各設備は、蜘蛛の巣状のネットワークを構成し電力流通に寄与しているが、本事業のコンポーネントはネットワーク全体を最も効率的に機能するよう、前述のように首都圏系統上に最適に分散されている。この前提を踏まえ、本事業の各コンポーネントが、プロジェクト評価の目標年次（2022年）及び本事業の系統計画の目標年次（2030年）の各断面において、220kV送電線、220/132kV変電設備、132kV送電線、配電用変電設備の各段階において流通すべき容量に対しどの程度寄与しているかを定量的に示す。

220kV送電線、220/132kV変電設備、132kV送電線、配電用変電設備毎に、首都圏で必要とされる容量に対し、本事業コンポーネントが貢献している割合を、プロジェクト評価の目標年次（2022年）については表7-4-1.1に、本事業の系統計画の目標年次（2030年）については表7-4-1.2にそれぞれ示した。各年とも、本事業コンポーネントは首都圏で必要とされる流通容量に対し本事業設備は大きく貢献しており、本事業の技術面での妥当性は高いと判断される。

表7-4-1.1 プロジェクト評価の目標年次（2022年）における本事業コンポーネントの首都圏の電力流通への貢献度

項目	必要流通容量	本事業コンポーネントによる流通容量
220kV送電線	806 MW	本事業では対象無
220/132kV変電設備	704 MW	258 MW
132kV送電線	813 MW	300 MW
配電用変電設備	567 MW	133 MW

[出所] JICA 調査団にて作成

表 7-4-1. 2 本事業の系統計画の目標年次（2030 年）における本事業コンポーネントの  
首都圏の電力流通への貢献度

項目	必要流通容量	本事業コンポーネント による流通容量
220 kV 送電線	938 MW	本事業では対象無
220 / 132 kV 変電設備	1,139 MW	462 MW
132 kV 送電線	1,313 MW	545 MW
配電用変電設備	987 MW	208 MW

[出所] JICA 調査団にて作成

(2) 計画対象地域への裨益性

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

本事業は、近年の急激な経済成長に伴い、供給容量不足に起因する電力系統における供給支障が深刻な問題となっている、ウガンダのカンパラ首都圏における電力流通強化計画である。不足している電力流通設備の供給容量の増強は、供給支障による機会便益の損失に対する根本的な解決策であり、その裨益性は極めて高い。

(3) 運転維持管理能力

UETCL は、本協力対象事業のような大規模な設備投資には苦慮しているものの、全国の送電網の運転維持管理を安定的に行っており、系統運用については一定の技術水準を有している。

本協力対象事業でガス絶縁開閉装置といった比較的新しい技術を含んでいるが、ウガンダでは既に導入実績があることに加え、従来の開閉装置等と内部構造が異なるものの、操作方法、系統保護機能等、運転維持管理上必要となる技術は、これまでウガンダで適用されてきた機材の技術水準を大幅に超えるものではない。したがって、これらの設備の運転維持管理に係る技術移転については、各機材の特性、特徴、仕様を踏まえ、メーカー技術者により納入メーカー毎に異なる操作方法等の部分について確実に技術移転を行えば、ウガンダ側の運転維持管理能力の観点からは問題はないと判断される。

また、本協力対象事業で導入される移動式変電設備に関しても、UETCL にとっては比較的新しい技術であるが、可搬性の変電設備とするため車両上に機材が設置される形体を取っているが、従来の変圧器、開閉設備に適用されている技術水準を大幅に超えるものではない。上記のガス絶縁開閉装置と同様に、納入機材の特性を踏まえ、メーカー技術者により納入メーカー毎に異なる操作方法等の部分について確実に技術移転を行えば、ウガンダ側の運転維持管理能力の観点からは問題はないと判断される。

なお、本協力対象事業で納入される高熱容量低弛度電線については、UETCL にとっては新たに導入する技術である。高熱容量低弛度電線としては、インバ電線、ギャップ電線等の採用が想定されるが、これらの電線は UETCL でこれまで採用されてきた ACSR 電線や AAAC 電線と支持金物周辺部の取付方法が異なるものの、これらについては本事業にお

る据付工事期間中に UETCL に十分技術移転できる水準の技術である。一方で、架線作業、緊帳線作業等の主要作業工程は従来の電線と同様であり、これらの作業工程についてはこれまで UETCL が行ってきた送電工事の技術水準を超えるものではない。したがって、支持金物周辺部の取付方法について、メーカー技術者により技術移転を行えば、ウガンダ側の運転維持管理能力の観点からは問題はないと判断される。

以上のように、本事業設備に対してウガンダ側の運転維持管理能力は問題無いと判断される。

UETCL は変電所の運転を既設ルゴゴ変電所にある給電指令所による遠方監視としており、常駐運転管理者をすべての変電所には配置しておらず、物理的な距離を考慮して地域ごとの中心となる変電所（現状ではムトンドゥエ変電所、カワンダ変電所、ナマンベ変電所などが相当）にのみ常駐運転管理者を配置している。そのため、プロバ変電所はムトゥンドゥエ変電所の常駐運転管理者が、そして新ムコノ変電所はムコノ変電所の常駐運転管理者が管理を兼務する計画である。そのため、本事業実施による新たな運転管理者の配置は計画されていない。

一方で、新設される変電所に対しては新たな警備員の採用が必要になるため、プロバ変電所および新ムコノ変電所に 4 名の警備員が配置される。（但し、新ムコノ変電所に配置される警備員は隣接する中国支援のムコノ変電所を兼務する。）この警備員の配置により、年間 96 百万ウガンダシリング（約 28,000 米ドル）の予算が必要になると想定されるが、これは、2014 年における UETCL のグリッド補修費予算の約 1.8% を占めるに過ぎないため、UETCL は十分に予算の確保が可能と判断される。なお、送電線の張り替えにする新たな運転維持管理要員の採用の予定はない。

#### (4) 上位計画に資するプロジェクト

本事業の上位計画は、ウガンダにおける流通設備のマスタープランにあたる「送電網開発計画」であるが、本事業の準備調査を通じて、それと 2030 年を目標年次とする本事業の系統計画との整合性を UETCL との協議を通じて確保している。今後、UETCL が準備調査を通じて整合性を図った計画に基づき流通設備の開発を進めることで、本事業は後述する有効性を発現し、上位計画に確実に資すると判断される。

#### (5) 我が国の援助方針との整合性

「対ウガンダ国別援助方針」において、我が国は、「広域インフラ整備（道路及び電力）」に対し「日本の技術や知見を活かした案件形成」に留意しつつ開発支援を行い、ウガンダの経済成長を実現する環境整備を推進することを方針として掲げている。

本事業は、ウガンダの社会・経済を支える首都圏の社会経済基盤である電力流通設備の増強・改修に資する事業であり、「対ウガンダ国別援助方針」で定める支援対象である「広域インフラ整備（電力）」に他ならない。また、電力流通設備に活用できる、我が国に優位性がある技術として縮小型ガス絶縁開閉装置、移動式変電設備、高熱容量低弛度電線が考えられるが、「対ウガンダ国別援助方針」で定める「日本の技術や知見を活かした案件形成」も図られている。

このように、本事業は、我が国のウガンダに対する援助方針とも整合性が図られており、

我が国の円借款事業としての妥当性が高いと判断される。

#### 7-4-2 有効性

##### (1) 定量的効果

本事業の目的は、カンパラ首都圏の送変電網の増強事業であり、同地域の送変電網は 220 kV 送電線、220 / 132 kV 変電設備、132 kV 送電線、132 / 33 kV もしくは 132 / 11 kV 変電設備から構成され、本事業の実施機関である UETCL により運転維持管理されている。本事業ではこれらの設備の増強を行う。

設備容量に対する実負荷の割合を設備利用率といい、各年次におけるこの数値を運用指標として活用する。一方、首都圏の電力供給において設備種別毎に首都圏で流通されるべき年間電力量を効果指標として活用し、各年次の数値を評価する。

##### <運用指標>

種別	基点変電所	基点変電所	単機容量 [MVA]	台、回線	容量 [MVA]	亘長 [km]	プロジェクト評価年次 (2022 年) [%]	系統計画目標年次 (2030 年) [%]
220/132kV 変電所	ブジャガリ		250	1	250	N/A	48	50
220/132kV 変電所	新ムコノ		125	1	125	N/A	29	70
220/132kV 変電所	新ムコノ		125	1	125	N/A	29	70
220/132kV 変電所	プロバ		125	1	125	N/A	28	64
220/132kV 変電所	プロバ		125	1	125	N/A	28	64
132kV 送電線	ムコノ	ナマンベ南	240	1	240	26	44	69
132kV 送電線	ナマンベ南	ルジラ	147	1	147	10	14	14
132kV 送電線	ナマンベ南	ルジラ	147	1	147	10	14	14
132kV 送電線	ナマンベ南	ナマンベ	240	1	240	5	7	4
132kV 送電線	ナマンベ南	カンパラ北	240	1	240	13	3	26
132kV 送電線	カンパラ北	ルゴゴ	240	1	240	6	11	21
132kV 送電線	カンパラ北	ルゴゴ	240	1	240	6	11	21
132kV 送電線	カンパラ北	カワラ	240	1	240	5	4	4
132kV 送電線	カンパラ北	ムトゥンドウエ	240	1	240	10	5	24
132kV 送電線	カワラ	ムトゥンドウエ	240	1	240	6	12	41
132/11 変電所	ムトゥンドウエ		20	2	40	N/A	45	68
132/33 変電所	ムトゥンドウエ		40	2	80	N/A	45	66
132/11 変電所	カワラ		20	1	20	N/A	25	60
132/33 変電所	カワラ		40	3	120	N/A	28	63
132/33 変電所	プロバ		40	2	80	N/A	39	50

[注記] 「設備利用率」 = 設備のピーク負荷 [MW] ÷ (設備容量 [MVA] × 力率 95%)

##### <効果指標>

種別	基点変電所	基点変電所	単機容量 [MVA]	台、回線	容量 [MVA]	亘長 [km]	プロジェクト評価年次 (2022 年) [GWh]	系統計画目標年次 (2030 年) [GWh]
220/132kV 変電所	ブジャガリ		250	1	250	N/A	781	827
220/132kV 変電所	新ムコノ		125	1	125	N/A	237	576
220/132kV 変電所	新ムコノ		125	1	125	N/A	237	576

種別	基点変電所	基点変電所	単機容量 [MVA]	台、 回線	容量 [MVA]	亘長 [km]	プロジェクト 評価年次 (2022年) [GWh]	系統計画 目標年次 (2030年) [GWh]
220/132kV 変電所	ブロバ		125	1	125	N/A	233	528
220/132kV 変電所	ブロバ		125	1	125	N/A	233	528
132kV 送電線	ムコノ	ナマンベ南	240	1	240	26	694	1083
132kV 送電線	ナマンベ南	ルジラ	147	1	147	10	131	131
132kV 送電線	ナマンベ南	ルジラ	147	1	147	10	131	131
132kV 送電線	ナマンベ南	ナマンベ	240	1	240	5	103	67
132kV 送電線	ナマンベ南	カンパラ北	240	1	240	13	49	416
132kV 送電線	カンパラ北	ルゴゴ	240	1	240	6	169	330
132kV 送電線	カンパラ北	ルゴゴ	240	1	240	6	169	330
132kV 送電線	カンパラ北	カワラ	240	1	240	5	64	64
132kV 送電線	カンパラ北	ムトウンドウエ	240	1	240	10	76	386
132kV 送電線	カワラ	ムトウンドウエ	240	1	240	6	194	639
132/11 変電所	ムトウンドウエ		20	2	40	N/A	118	177
132/33 変電所	ムトウンドウエ		40	2	80	N/A	237	348
132/11 変電所	カワラ		20	1	20	N/A	33	79
132/33 変電所	カワラ		40	3	120	N/A	217	493
132/33 変電所	ブロバ		40	2	80	N/A	204	263

[注記] 「年間電力量」 = 設備のピーク負荷 [MW] × 8,760 [時間/年] × 負荷率 75%

[出所] JICA 調査団

(2) 定性的効果

効果項目	本事業での対策 (協力対象事業)	計画の効果・改善程度 (現状と問題点)
1. 設備計画及・系統運用の自由度を向上する技術の蓄積	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 132 kV ガス絶縁開閉装置の導入</li> <li>▶ 高熱容量低弛度電線の導入</li> <li>▶ 移式変電所の導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ウガンダではまだ導入実績が少ないガス絶縁開閉装置を本事業で導入することにより、それを導入した変電計画に関する技術が蓄積される。</li> <li>▶ ウガンダではまだ導入実績が無い高熱容量低弛度電線を本事業で導入することにより、それを導入した送電計画に関する技術が蓄積される。</li> <li>▶ ウガンダではまだ導入実績が少ない移動変電所を本事業で導入することにより、変電所事故時、緊急対策を行いその供給地域周辺への供給が維持される。</li> </ul>
2. 220 kV 送電線の首都圏の電力供給への活用促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 220 / 132 kV ブロバ変電所の新設 (合計容量：250 MVA)</li> <li>▶ 220 / 132 kV 新ムコノ変電所変電所の新設 (合計容量：375 MVA)</li> </ul>	<p>ウガンダでは電力流通を強化する目的で 220 kV 送電線を計画しているが、同国の需要の大半を消費しているカンパラ首都圏への供給に対する 220 / 132 kV 変電所容量が大幅に増強される。</p> <p>(計画前) 合計容量：500 MVA (計画後) 合計容量：1,125 MVA</p>
3. カンパラ首都圏の南西系統における供給信頼度の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ムトゥンドウエ変電所の2重母線化</li> </ul>	<p>ムトゥンドウエ変電所は 220 / 132 kV ブロバ変電所及び 220 / 132 kV 新ムコノ変電所と接続され首都圏の南西系統の最も重要な変電所であるにも関わらず、2重母線化が行われていない。このため、母線事故が生じた場合、南西系統は電源を失い広範囲に渡って停電が生じる現状にある。本事業で同変電所に2重母線構造を導入することにより、本事業の系統計画の目標年次(2030年)の需要を想定しても、同変電所の母線事故を許容できる水準まで供給信頼度が改善される。</p>
4. 環境社会影響の低減可能な流通設備の開発技術の導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 132 kV ガス絶縁開閉装置の導入</li> <li>▶ 高熱容量低弛度電線の</li> </ul>	<p>カンパラ首都圏は今後も需要の増大に伴う継続した流通設備開発が必要である。しかしながら、人口密集地帯である</p>

効果項目	本事業での対策 (協力対象事業)	計画の効果・改善程度 (現状と問題点)
	導入 ▶ 132 kV 送電線への4回線鉄塔の導入 ▶ 送電計画へのコリドーシェアの概念の導入	首都圏であるため、用地取得がその大きな障害となる。本事業では、ウガンダで既に導入実績があるガス絶縁開閉装置に加え、左記に示す新たな技術を導入する。他国では一般的であるが、ウガンダでは新たな導入となるこれら技術の導入実績を確保することにより、今後、用地取得を軽減する流通設備開発が可能となる。
5. 既存の流通設備マスタープランのレビューとそれに即した計画の実現	▶ UETCLの「送電網開発計画」のレビューの実施（準備調査段階及び本体事業開始段階で実施） ▶ 上記のレビューに即した計画コンポーネントの策定・実施	本事業の準備調査では、220 kV 送電線の有効活用、用地取得が低減できるガス絶縁開閉装置及び高熱容量低弛度電線等の技術の導入、ムトゥンドウエ変電所の2重母線化等、カンパラ首都圏の流通設備開発における根本的な課題解決を目的として、UETCLの「送電網開発計画」をレビューしながら、系統計画を策定している。これに基づきコンポーネントを選定しているため、本事業の実施は、本事業対象設備の対象サイト周辺の電力供給改善に留まることなく、カンパラ首都圏系統を長期的な視野でより最適な変電計画及び送電計画に対応できる構成に改善することができる。
6. 首都圏における変電所事故時に対する供給力の確保	▶ 移動変電所の導入	カンパラ首都圏の道路は道幅も狭く、勾配もあるため、開閉設備及び変電設備が1台のトレーラーに具備された形式の移動変電所では、同地域での使用は著しく制限される。本事業で、首都圏の道路事情に即した、開閉設備と変電設備が別々のトレーラーに具備された形式の移動変電所を導入することにより、首都圏における変電事故時においても活用できる。

(3) 温室効果ガスの削減量の推計

本事業は、カンパラ首都圏の電力流通網の増強であるが、本事業により 220 kV 送電線の有効活用等が図られ、送電損失が低減されるため、エネルギーの有効活用が促進される。この送電損失の低減は、発電に必要となる化石燃料等の一次エネルギー削減につながるため、温室効果ガスである二酸化炭素の排出量の緩和に寄与する。

潮流解析に基づき、本事業を実施した場合と実施しない場合の送電損失は、ピーク時需要に対し、表 7-4-2. 1 のように算定された。

表 7-4-2. 1 本事業によるピーク時送電損失

	ピーク時需要	事業を実施しないケース (Without Case)	事業を実施したケース (With Case)
	MW	MW	MW
2020	518.0	27.3	17.9
2022	567.0	27.2	19.0
2030	987.0	44.0	29.7

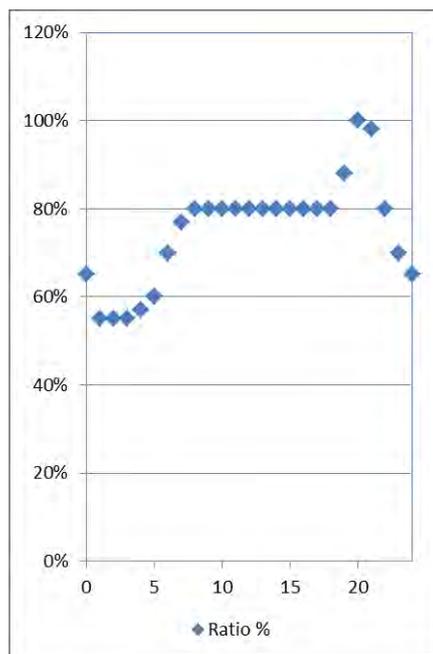
[出所] JICA 調査団

「送電網開発計画 2014-2030」に示される日負荷曲線の傾向、2030 年の系統負荷率の想定値 75%を想定し、表 7-4-2. 2 の 2 列目に示す日負荷曲線モデルを踏まえながら、2030 年断面における毎時の送電損失の算定結果を同表の 4 列目に事業を実施しない場合 (Without Case)、5 列目に事業を実施した場合 (With Case) を示す (系統電圧 及び 力率は不変として算定)。あわせて、同表に示す日負荷曲線を図示した結果を図 7-4-2. 1 に示す。表 7-4-2. 2 では、「送電網開発計画 2014-2030」のデータを踏まえ、20 時をピークとして表 7-4-2. 1 のピーク値を採用している (表 7-4-2. 2 の日負荷曲線モデルでは毎時の系統負荷を平均すると 2030 年の系統負荷率 75%に一致する)。表 7-4-2. 2 に示すように、本事業を実施しない場合の年間の送電損失は約 231 千 MWh であるのに対し、事業を実施した場合約 156 千 MWh となるため、本事業により約 75 千 MWh の送電損失が削減される見通しである。

表 7-4-2. 2 毎時の送電損失

hour	Model	Model	Without Case	With Case
	Ratio	Factor	Transmission Loss	Transmission Loss
	%	=Load <sup>2</sup>	MWh	MWh
0	65%	42%	18.59	12.55
1	55%	30%	13.31	8.98
2	55%	30%	13.31	8.98
3	55%	30%	13.31	8.98
4	57%	32%	14.30	9.65
5	60%	36%	15.84	10.69
6	70%	49%	21.56	14.55
7	77%	59%	26.09	17.61
8	80%	64%	28.16	19.01
9	80%	64%	28.16	19.01
10	80%	64%	28.16	19.01
11	80%	64%	28.16	19.01
12	80%	64%	28.16	19.01
13	80%	64%	28.16	19.01
14	80%	64%	28.16	19.01
15	80%	64%	28.16	19.01
16	80%	64%	28.16	19.01
17	80%	64%	28.16	19.01
18	80%	64%	28.16	19.01
19	88%	77%	34.07	23.00
20	100%	100%	44.00	29.70
21	98%	96%	42.26	28.52
22	80%	64%	28.16	19.01
23	70%	49%	21.56	14.55
24	65%	42%	18.59	12.55
Total per Day			634.71	428.43
Total per Year		365	231669	156377

[出所] JICA 調査団



[出所] JICA 調査団

図 7-4-2. 1 日負荷曲線モデル

ウガンダにはナマンベ市に火力発電所が設置されており、A 重油を燃料としている。表 7-4-2. 3 に各燃料の排出係数を示す。同表の A 重油の排出係数をもとに、火力発電設備の熱効率を 40%と想定した場合、1MWh の電力を生み出すことにより排出される二酸化炭素トン基準の排出係数は、式 (4-1)に示すように、0.6237 t CO<sub>2</sub> / MWh となる。

表 7-4-2. 3 燃料別排出係数

燃料の種類	単位発熱量	排出係数
一般炭	25.7 GJ/t	0.0247 tC/GJ
軽油	37.7 GJ/kl	0.0187 tC/GJ
A 重油	39.1 GJ/kl	0.0189 tC/GJ
液化天然ガス (LNG)	54.6 GJ/t	0.0135 tC/GJ

[出所] 環境省/経済産業省(2028.2)“温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(ver 4.1)

$$0.6237 \text{ t CO}_2 / \text{MWh} = 0.0189 \text{ tC/GJ} \times 3.6 \text{ GJ / MWh} \div 40\% \quad (4-1)$$

A 重油基準の二酸化炭素排出係数 0.6237 t CO<sub>2</sub> / MWh を前提とし、表 7-4-2. 2 のに示した送電損失をもとに二酸化炭素の削減量を算定すると、表 7-4-2. 4 のようになる。したがって、本事業によるエネルギー利用の効率化を二酸化炭素排出量の削減量基準で表すと、年間 47 千トン CO<sub>2</sub> という結果となる。一方、ウガンダの電源ミックスにおける主要な電源種別は水力発電であるため、年毎にばらつきがあるが、火力発電設備の年間発電電力量のシェアを 10%程度と想定すると、実際の二酸化炭素排出の削減量は年間 4.7 千トン CO<sub>2</sub>、すなわち、年間 5 千トン CO<sub>2</sub> 程度、削減される見通しである。

表 7-4-2. 4 本事業による二酸化炭素排出量基準のエネルギー利用率化の効果

項目	評価値	単位
二酸化炭素排出量の削減	46,960	t CO <sub>2</sub> / 年
基準値 (Without Case)	144,492	t CO <sub>2</sub> / 年
年間発電電力量	6,484,590	MWh / 年
年間送電損失	231,669	MWh / 年
二酸化炭素排出係数	0.6237	t CO <sub>2</sub> / MWh
計画値 (With Case)	975,32	t CO <sub>2</sub> / 年
年間送電損失	156,377	MWh / 年
二酸化炭素排出係数	0.6237	t CO <sub>2</sub> / MWh

[出所] JICA 調査団

## 添 付 資 料



## 資料一 1 調査団員・氏名



## 1. 調査団員・氏名

### (1) 第一次現地調査

氏名	担当	期間
野上 一成	総括/系統計画	2015年9月6日～10月10日
平野 彰	系統計画2	2015年9月6日～9月25日
玉井 昌幸	変電設備	2015年9月6日～10月10日
福垣内 淳	送電設備1	2015年9月6日～10月10日
松原 秀一	送電設備2	2015年9月6日～10月10日
チュウ チョン シアン	電力需要予測	2015年9月6日～10月9日
原田 裕介	経済財務/組織体制分析	2015年9月15日～10月10日
樺沢 麻美	環境社会配慮	2015年9月6日～10月10日
早津 純	自然条件調査/施設計画	2015年9月6日～10月10日
近藤 和晃	設計・調達計画	2015年9月6日～10月10日

### (2) 第二次現地調査

氏名	担当	期間
野上 一成	総括/系統計画	2015年11月21日～12月19日
小宮 雅嗣	副総括/変電設備2	2015年11月22日～11月28日
平野 彰	系統計画2	2015年11月21日～12月19日
玉井 昌幸	変電設備	2015年11月8日～12月19日
福垣内 淳	送電設備1	2015年11月15日～12月19日
原田 裕介	経済財務/組織体制分析	2015年11月21日～12月19日
樺沢 麻美	環境社会配慮	2015年11月8日～12月12日
早津 純	自然条件調査/施設計画	2015年11月8日～12月19日
近藤 和晃	設計・調達計画	2015年11月22日～12月19日
水野 直人	資金計画	2015年12月6日～12月19日

### (3) 第二次現地調査補足

氏名	担当	期間
高橋 賢治	経済財務/組織体制分析	2016年1月24日～2月3日

**(4) 第三次現地調査**

氏名	担当	期間
野上 一成	総括/系統計画	2016年2月27日～3月23日
小宮 雅嗣	副総括/変電設備 2	2016年2月27日～3月5日
玉井 昌幸	変電設備	2016年2月27日～3月24日
福垣内 淳	送電設備 1	2016年3月5日～3月25日
高橋 賢治	経済財務/組織体制分析	2016年3月16日～4月2日
佐 藤 剛	環境社会配慮	2016年3月13日～4月7日
近藤 和晃	設計・調達計画	2016年2月27日～3月23日
水野 直人	資金計画	2016年3月13日～3月27日
宍 戸 智	送電補助	2016年3月5日～3月18日

**(5) 第四次現地調査**

氏名	担当	期間
小宮 雅嗣	総括/系統計画	2016年6月14日～6月23日
平 野 彰	系統計画 2	2016年6月14日～6月23日
近藤 和晃	設計・調達計画	2016年6月14日～6月23日

## 資料－２ 関係者（面談者）リスト



## 2. 関係者(面会者)リスト

<u>組織</u>	<u>役職</u>
財務・計画・経済開発省	
<b>Ministry of Finance, Planning and Economic Development (MOFPED)</b>	
金井塚 友人	上級アドバイザー (有償資金協力・民間セクター開発)
Mr. Denis Mugagga	Economist, Development Assistance & Regional Cooperation
エネルギー鉱物開発省	
<b>Ministry of Energy and Mineral Development (MEMD)</b>	
Hon. Eng. Simon D’Ujanga	Minister of State for Energy
Mr. Fred Kabagambe-Kaliisa	Permanent Secretary
電力規制庁	
<b>Electricity Regulatory Authority(ERA)</b>	
Dr. Geoffrey Okobi	Director Economic Regulation
Mr. Ivan Karau Kisembo	Senior Projects Engineer-Development
ウガンダ送電公社	
<b>Uganda Electricity Transmission Company Limited (UETCL)</b>	
Mr. Eriasi Kiyemba	Managing Director / CEO
Mr. William K. Kiryahika	Deputy CEO
Mr. Buhanga Boneventura	Manager Planning and Investments
Ms. Rachel A. Baalessanvu	Senior Planning Engineer
Mr. Valentine K. Katabira	Manager – Operations & Maintenance
Mr. Frederick C. Zesooli	Manager - Human Resource & Administration
Mr. George Rwabajungu	Manager - Finance, Accounts and Sales
Mr. Mutyaba Christopher M.	Senior Maintenance Engineer – Substations
Mr. Jenkins Miiro Nelson	Senior Business Analyst
Ms. Pamela Kanyunyuzi	Business Analyst
Mr. Masereka Enos Bright	Planning Engineer
Ms. Diana Nakabugo	Planning Engineer
Mr. Mark Namungo	Senior Power Analyst
Mr. John Othieno	Principal Environment Officer
Mr. Herbert Opolot	Principal Procurement Officer

Mr. Mukasa Fred	Principal Development Engineer
Mr. Deride Luyima	Technical Engineer
Mr. Asen Habumugisha	Senior Surveyor
Mr. Kironde Jimmy	Senior Control Engineer
Mr. Andrew Geno Omalla	Technical Officer Projects
Mr. Mukwaya Paul Mathew	Technical Officer (Maintenance)
Mr. Muwambi Erisa	Surveyor
Mr. Ocom Justin	Drawing Office Supervisor
Mr. Kahororo Job	Draughtsman

ウガンダ配電公社

**Uganda Electricity Distribution Company Limited (UEDCL)**

Mr. Lurn Bamanya	Projects Manager
------------------	------------------

法務長官事務所

**Office of the Solicitor General**

Mr. Christopher Gashirabake	Director Legal & Advisory Services
-----------------------------	------------------------------------

ウガンダ道路局

**Uganda National Roads Authority**

Mr. Ongom Justine	Manager of Maintenance
-------------------	------------------------

ウメメ社

**UMEME Corporation**

Ms. Patricia Ocan	Asset Investment Planning Manager
Mr. Hiire Nicholas	Senior Planning Engineer

在ウガンダ日本国大使館

**Embassy of Japan in Uganda**

亀田 和明	特命全権大使
中村 温	参事官
菅野 直和	二等書記官
日野 愛子	二等書記官
高田 健太郎	経済協力調整員
阪野 奈保	専門調査員

**JICA ウガンダ事務所**

**JICA Uganda Office**

河澄 恭輔

荒木 康充

川辺 了一

中川 義夫

所長

次長

所員

企画調査員



資料－3 協議議事録 (M/D)



**Minutes of Discussions**  
**on the Preparatory Survey**  
**for Greater Kampala Metropolitan Area Transmission System Improvement Project**  
**between**  
**Uganda Electricity Transmission Company Limited (UETCL)**  
**and**  
**JICA Preparatory Survey Team**  
**(Draft Final Report Explanation: Fourth Field Survey)**

Date: 21 June 2016

Kampala, Uganda

JICA Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "The Team") led by Mr. Masatsugu Komiya (Yachiyo Engineering Co., Ltd.) conducted the fourth field work on the preparatory survey for the Greater Kampala Metropolitan Area Transmission System Improvement Project (hereinafter referred to as "the Project") from 15<sup>th</sup> June to 22<sup>nd</sup> June, 2016 and had a series of discussion with the officials of UETCL regarding the draft final report. The First Preparatory survey commenced in August 2015.

Although the basic understanding and agreement on the project during the field survey is subject to change following further discussions during JICA's appraisal mission scheduled from the beginning to the middle of July, 2016, the both parties understand and agreed the following items.

**1. Contents of Draft Final Report**

The Team submitted the Draft Final Report to UETCL on 10<sup>th</sup> of June, 2016 and explained the contents of report during the field survey in Kampala.

In conclusion, UETCL agreed to the contents of the report in principle and the Team agreed to receive comments to be provided by UETCL and reflect them in the Final Report.

**2. Required technical specifications for equipment**

The Team explained that from the views stated below, technical requirement should be considered to key equipment, namely; mobile substation, Gas Insulated Switchgear (GIS), transformer (TR) and High-Tension Low-Sag (HTLS) conductors.

No.	Consideration	Mobile substation	GIS	TR	HTLS conductors
1	Manufacturing experience, considering high quality and reliability	○	○	○	○
2	Criteria to type test reports for the quality assurance	○	○	○	○
3	Endurance of vibration, considering the occurrence of earthquakes in Uganda and during the transportation	○	○	○	
4	SF <sub>6</sub> gas sealing with the consideration of environment protection and maintenance	○	○		
5	GIS Equipment for mobile substation to be filled with SF <sub>6</sub> gas at normal working pressure before transportation to site, considering the public safety	○			
6	The mobility requirements on Ugandan Roads	○			

[Remark] Circle (○) shows equipment applicable to each consideration.

UETCL understood the necessity to observe these views and thus agreed to add to the specifications described in the Appendix-1.

### **3. Harmonization with the other donors projects**

UETCL explained that the anticipated commissioning time of Kawanda-Masaka Line funded by the World Bank and Mukono Substation funded by China Export-Import Bank are as follows:

- (i) Kawanda – Masaka Project: End of June, 2017
- (ii) Mukono Substation Project: End of November, 2018 (Thirty months after Site Hand-over date which took place in June, 2016).

Therefore, both sides confirm that by the expected time for commencement of works for the Project, in January 2019, above-mentioned projects will be commissioned.

In case that the above-mentioned projects delay for any reason, UETCL agreed to make actions for the Project stated below with its own budget:

#### **(i) 220 kV transmission lines connection work (Related to World Bank)**

Since 220 kV transmission line branch towers are installed in the Project, UETCL is required to connect the 220 kV transmission line between the branch towers under the Project and the towers of Kawanda-Masaka Project (World Bank) and to carry out necessary work for setting the related protection system for the transmission line.

#### **(ii) Final cabling work between GISs of New Mukono Substation (Japan) and Mukono Substation (China) (Related to New Mukono Substation)**

The project is planned to lay 132 kV cables between New Mukono 220/132 kV Substation to Mukono 132/33kV Substation and cables to be connected to transmission line toward Namanve South Substation.

Even in the event of delay of Mukono 132/33 kV Substation, the Project will construct two cable heads (one is for sending to Namanve South Substation through 132 kV transmission line and the other is for sending to Mukono 132/33 kV Substation), and UETCL shall conduct the final connection work between the cable heads and overhead lines and necessary work for related protection system.

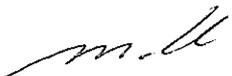
Both sides also confirmed the contents of Appendix-2, stating the impact of delaying other donors' constructions.

### **4. Further schedules of Environment Impact Assessment (EIA), Abbreviated Resettlement Action Plan and License from National Forestry Authority**

UETCL agrees to conduct the further schedules as stated below:

#### **(i) EIA Permit**

EIA Draft Final Report will be submitted from AWE, which is hired by the Team, to UETCL



around 23<sup>rd</sup> June. After UETCL's review, the comments will be submitted to AWE. UETCL shall submit the Final Report to NEMA for the approval. After the submission of the report, AWE will respond to any comments from NEMA. The expected time of obtaining the EIA certificate will be the 15<sup>th</sup> of September, 2016. A copy of the certificate from NEMA will be sent to JICA by UETCL.

**(ii) A-RAP (CGV's approval)**

AWE shall submit the A-RAP Draft Final Report to UETCL and the Team on 24<sup>th</sup> of June. After that, UETCL and the Team shall commence the review and provide any comments to AWE. Based on these comments, AWE shall submit the A-RAP Final Report to UETCL and UETCL shall submit it to CGV accordingly.

The proposed time of UETCL's submission of A-RAP Final Report to CGV will be 11<sup>th</sup> of July. After the submission of the report, AWE will respond to any comments from CGV. A copy of the approval document will be sent to JICA by UETCL.

**(iii) License from National Forest Authority (NFA)**

UETCL informed the Team about tentative schedule of the NFA license as follows:

- ✧ NFA's survey: 2 months, from beginning of June to end of July, 2016
- ✧ Clarification meeting between UETCL and NFA on compensation fee: 1 month, from the end of July to the end of August, 2016.
- ✧ Disbursement of compensation fee by UETCL to NFA: by the end of September, 2016.

UETCL also confirmed to continue to make the necessity procedures as stated above for obtaining the license from NFA by the end of September, 2016 and report the result to JICA.

**5. Requirement for mobile substations**

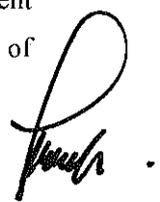
UETCL requested the following features to the mobile substations to be procured under the Project. The Team agreed to reflect these specifications into the Final Report.

(i) UETCL requests to provide one trailer head to each set of mobile substations. The Team confirmed it.

(ii) UETCL proposed that mobile substations be designed for use at substation sites and two methods of connection to existing busbars are considered as below:

- ✧ Connection method 1: Cable  
Overhead conductor – mobile cable head – cable – mobile cable head – Overhead conductor  
– Bushing of primary voltage side of GIS
- ✧ Method 2: Overhead conductor  
Overhead conductor – Bushing of primary voltage side of GIS

Therefore, UETCL requested the project to provide equipment for above-mentioned two different connection methods for the connection to the existing busbars as accessories to each set of mobile substation. The Team confirmed it.

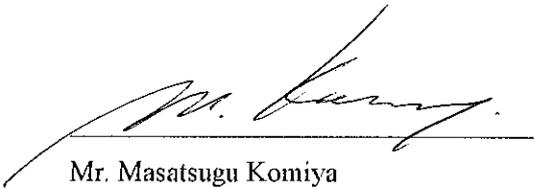


## 6. General layout plan and single line diagram of substation

UETCL agreed the substations to be rehabilitated / constructed by the Project are designed as Appendix-3 shows.

### Appendix:

1. Technical specifications
2. The impacts of delay of other donor's constructions
3. General layout plan and single line diagram of the substations



Mr. Masatsugu Komiya  
Chief Consultant  
Yachiyo Engineering Co., Ltd.



Mr. Eriasi Kiyemba  
Managing Director / CEO  
Uganda Electricity Transmission Company  
Limited (UETCL)

Appendix-1 Technical specifications

**(1) Mobile substation**

**1) Draft requirement for prequalification**

- To have at least five experiences to procure high voltage mobile substations (Primary voltage: at least 66 kV and at least one shall be 132 kV or above).
- To have at least fifteen years of transformer manufacturing experience (132kV or above)
- To submit the procurement certificates for the five experiences of the mobile substations supplied
- To submit the type test report including lightning impulse test certified by laboratory satisfying ISO or equivalent

**2) Draft tender specification**

Key specifications are stated below.

- Mobile substation equipment which includes the 20MVA 132/33-11kV transformer, switchgear facility and substation facilities in different trailers to secure both mobility enough to move within Uganda.
- Capability of moving on 12% of the uphill and turning which enable to enter into the road with its width of 7.5 m.
- Low noise (70 dB or less)

**Table 1 Main specification of the mobile substation**

132 / 33 kV – 11 kV Multi ratio mobile substation		
No.	Description	Specification
<Common specification>		
(1)	Standard	IEC or equivalent
(2)	Composition	Considering the road condition of Kampala Metropolitan Area, it shall be a separate type comprising of primary side mobile switchgear, mobile transformer and secondary side switchgear
(3)	Operation condition	At the commissioning, the equipment shall be fully ready to be available at any necessary sites. (To be mobilized with fully equipped)
(4)	Connection method	Connection between existing busbars and primary side mobile GIS shall be done by either cable or overhead conductors.
(5)	SCADA system	SCADA terminal unit shall be equipped
(6)	Local monitoring system	Equipment for the monitor and control of the operation (V, I, active power, energy, etc.) shall be equipped.

Appendix-1 Technical specifications

132 / 33 kV – 11 kV Multi ratio mobile substation		
No.	Description	Specification
(7)	Altitude	Between 1,000 m and 1,500 m
(8)	Accessories	Mobile post insulators, mobile cable head, lightning arrestor, power cable etc. to be connected between the switchgear and transformer etc.
(9)	Tolerable vibration in operation	0.3G (Resonance sine wave 3)
(10)	Tolerable vibration during transportation	3G (Marrum road)
(11)	Other	Vibration recorder shall be furnished for the mobile transformer.
<Mobile transformer>		
(1)	Capacity	20 MVA
(2)	Rated voltage	Primary: 132 kV Secondary: 33 – 11 kV
(3)	Tap position	Primary
(4)	Tap range	132 kV +5%/-12.5%
(5)	Tap number	17 taps (+4 taps/-15 taps)
(6)	Grounding system	Primary: Neutral direct grounding Secondary: Direct grounding
(7)	Auxiliary transformer	
	- Primary	33 or 11 kV
	- Secondary	0.4 kV
	- Capacity	100 kVA
(8)	Cooling system	ODAF
(9)	Impedance	To be informed by the detailed design
(10)	Insulation oil tank	To endure abnormal internal pressure when the three-phase short circuit fault happens.
(11)	Others	Each parts of mobile substation shall endure against electro-magnetic power caused by three phase short circuit faults and vibration during transportation
<Mobile switchgear>		
(1)	Voltage	132 kV (Primary), 33-11 kV (Secondary)
(2)	Breaking method	Gas insulated switchgear (GIS)
(3)	Insulation mode	SF <sub>6</sub>
(4)	Secondary feeder number	2
(5)	Gas pressure during the transportation	0.15 MPa or less
(6)	Gas leakage rate	0.1%/year or less
(7)	Other	Secondary voltage switchgear shall be equipped into one separated trailer or together into mobile transformer
<Vehicle>		
(1)	Maximum gradient	12%
(2)	Turning radius	To be capable of entering into road with the width of 7.5 m.
(3)	Gross Vehicle Weight (GVW)	GVW limitation is 56 ton.
(4)	Number of axle	Manufacturer standard Maximum axle load is 8 ton or less

Appendix-1 Technical specifications

**(2) Gas Insulated Switchgear (GIS)**

**1) Draft requirement for prequalification**

- To have records of manufacturing GIS, which satisfies the technical specifications on Table 2 and Table 3 beyond 15 years
- To submit five procurement certificates from electric power companies
- To submit the type test report including lightning impulse test certified by laboratory satisfying ISO or equivalent

**2) Draft tender specification**

Key specifications are stated below.

- The equipment is able to be directly connected to power transformer (applied to Kawaala Substation)

**Table 2 Specification of 132 kV Gas Insulated Switchgear**

No.	Description	Specification
(1)	Standards	IEC, JEC or equivalent
(2)	Model	Outdoor
(3)	Busbar	Double bus
(4)	Gas leakage	0.1% or lower per year
(5)	Rated voltage	145 kV
(6)	Rated current	To be informed by the detailed design
(7)	Rated interrupting current	31.5 kA
(8)	Rated short-time withstand current (short time)	31.5 kA (3 sec.)
(9)	Rated basic impulse withstand voltage	650 kV
(10)	Rated power frequency withstand voltage (1 min.)	275 kV
(11)	Auto-reclosing	Three phase bundle
(12)	Operating sequence	O-0.3 sec.-CO-3 min.-CO
(13)	Current transformer	6 CTs/phase
(14)	Voltage transformer	3 CVTs/phase
(15)	Tolerable vibration	0.3G (Resonance sine wave 3)
(16)	Tolerable vibration during transportation	3G
(17)	Gas leakage rate	0.1%/year or less
(18)	Other	- To be accessible to the local panel without using ladder.

**Table3 Specification of 220 kV Gas Insulated Switchgear**

No.	Description	Specification
(1)	Standards	IEC, JEC or equivalent
(2)	Model	Outdoor
(3)	Busbar	Double bus
(4)	Gas leakage	0.1% or lower per year
(5)	Rated voltage	245 kV

Appendix-1 Technical specifications

(6)	Rated current	To be informed by detailed design
(7)	Rated interrupting current	40.0 kA
(8)	Rated short-time withstand current (short time)	40kA kA (3 sec.)
(9)	Rated basic impulse withstand voltage	To be informed by detailed design
(10)	Rated power frequency withstand voltage (1 min.)	To be informed by detailed design
(11)	Auto-reclosing	Three phase bundle
(12)	Operating sequence	O-0.3 sec.-CO-3 min.-CO
(13)	Current transformer	6 C'Ts/phase
(14)	Voltage transformer	3 CV'Ts/phase
(15)	Tolerable vibration	0.3G (Resonance sine wave 3)
(16)	Tolerable vibration during transportation	3G
(17)	Gas leakage rate	0.1%/year or less
(18)	Other	- To be accessible to the local panel without using ladder.

**(3) Transformer**

**1) Draft requirement for prequalification**

- To have at least five experiences to procure power transformers (Primary voltage: 132 kV or more).
- To have at least fifteen years of manufacturing experience
- To submit five procurement certificates from electric power companies
- To submit the type test report including lightning impulse test certified by laboratory satisfying ISO or equivalent

**2) Draft tender specification**

Key specifications are stated below.

- Low noise (70 dB or less)

**Table 4 Specification of the transformer**

No.	Description	Specification
(1)	Standard	IEC, BS or equivalent
(2)	Capacity	(To be specified depending on project site)
(3)	Rated voltage	(To be specified depending on project site)
(4)	Tap position	Primary
(5)	Tap range	+5%/-12.5%
(6)	Tap number	17 taps (+4 taps/-15 taps)
(7)	Grounding system	Primary: Neutral direct grounding Secondary: Direct grounding
(8)	Auxiliary transformer	
	- Primary	33 kV
	- Secondary	0.4 kV

Appendix-1 Technical specifications

No.	Description	Specification
(9)	- Capacity Cooling system	100 kVA ONAN / ONAF
(10)	Impedance	(To be specified depending on project site)
(11)	Altitude	Between 1,000 m and 1,500 m

**(4) High-Temperature Low-Sag (HTLS) conductors**

**1) Draft requirement for prequalification**

Shown in Table 5 (10), (11)

**2) Tender specifications**

The items of the specifications which should be well noted are stated as follows:

- To carry out reconductoring without increasing load stress to existing towers.

**Table 5 Specification of High Temperature Low Sag conductors**

No.	Description	Specification
(1)	Applicable standards	IEC and JEC or equivalent standard
(2)	Type	Gap conductor or Invar conductor
(3)	Definition	Gap conductor: The core is Ultra high strength galvanized steel. The conductor is Super thermal-resistant aluminum alloy. It offers excellent low sag and current-carrying characteristics at a high conductor temperature. Invar conductor: The core is Aluminum clad invar alloy. The conductor is Super thermal-resistant aluminum alloy. It offers excellent low sag and current-carrying characteristics at a high conductor temperature.
(4)	Material	Gap conductor: Core: Ultra high strength galvanized steel Conductor: Super thermal-resistant aluminum alloy Grease: Thermal-resistant grease Invar conductor: Core: Aluminum clad invar alloy Conductor: Super thermal-resistant aluminum alloy
(5)	Nominal diameter	Equivalent to Lynx
(6)	Ultimate tensile strength (UTS)	UTS which Maximum working tension becomes less than 36% of Lynx UTS (79.8kN) or equal when condition changes from condition 1 to condition 2. Condition 1: Everyday stress (EDS) EDS: Less than 20% of HTLS UTS or equal Conductor temperature: 26 °C Wind pressure: 0 Pa Condition 2: Worst case Maximum working tension: Less than 36% of Lynx UTS (79.8kN) or equal Conductor temperature: 8 °C

Appendix-1 Technical specifications

No.	Description	Specification
(7)	Current-carrying capacity at maximum operating temperature	Wind pressure: 510 Pa Greater than 1010 A or equal ***Calculation Condition*** 1. Ambient temperature: 35 °C 2. Wind velocity: 0.6 m/s 3. Wind direction: 0° 4. Solar radiation: 0.1 W/m <sup>2</sup> 5. Emissivity of conductor surface: 0.6 6. Elevation above sea level: 1,200 m 7. Frequency: 50 Hz
(8)	Sag condition (Span: 300 m)	1) Maximum working tension is less than 36% of Lynx UTS (79.8kN) or equal when condition changes from condition 1 to condition 2. 2) Sag is less than maximum sag of Lynx (7.6m at the span of 300 m) or equal when condition changes from condition 1 to condition 3. Condition 1: Everyday stress (EDS) EDS: Less than 20% of HTLS UTS or equal Conductor temperature: 26 °C Wind pressure: 0 Pa Condition 2: Worst case Maximum working tension: Less than 36% of Lynx UTS (79.8kN) or equal Conductor temperature: 8 °C Wind pressure: 510 Pa Condition 3: Maximum sag Conductor temperature: Temperature at 1010 A (HTLS) 75 °C (Lynx)
(9)	Strength soundness of tower after replacing conductor	Wind pressure: 0 Pa To check insufficient strength by the follows and to reinforce tower so that the tower ensures soundness of tower as support of transmission line after replacing conductor. ① Design change of conductor from the existing design ② Steel corrosion of existing tower ③ Unequal displacement of tower foundation and displacement of tower member ④ Quality of tower material
(10)	Supply record	More than 2,000 km
(11)	Manufacturing record	More than 15 years
(12)	Special tools/training by supervisor	Gap conductor requires special tools and training by supervisor.

Note: If there are some defects on the existing towers, repair work shall be carried out by UETCL.

## The Impacts of Delay of Construction Funded by Other Donors

Projects funded by other donors that are related to the Project are planned to be commissioned long before commissioning of the Project. In spite of low possibility, completion of these projects may be later than completion of the Project due to unexpected reasons. Therefore, the impacts of these cases have been summarized as part of the negative risk management as follows.

1. The impact of delay of construction funded by the China Export-Import Bank (construction of Mukono substation)

Since contract of Mukono substation, Namanve south substation and Luzira substation have been made together, the following two cases of delay can be considered. However, operational problems will not occur in both cases.

(Case 1) Only construction of Mukono substation will delay.

Since New Mukono Substation cannot be connected to 132kV transmission line between Nalubaale Substation and Namanve substation, and power system configuration of 132kV transmission line between Nalubaale Substation and Namanve Substation is almost same as current power system configuration which components of the Project are not applied. Therefore, there are no problems when it is normal state, but 125% overload will occur at 132kV transmission line between Kampala North Substation and Lugogo Substation and 121% overload will occur at 132kV transmission line between Kawaala Substation and Mutundwe Substation when N-1 contingencies occur at 132kV transmission line between Nalubaale Substation and Mukono Substation in 2022 cross-section. However, since conductors of these overloaded transmission lines are supposed to be upgraded to HTLS conductors in the Project, actually overloads will not occur.

(Case 2) Construction of Mukono Substation and the other substations will delay together.

Since Mukono Substation, Namanve South Substation and Luzira Substation are installed for supplying to industrial parks mainly, delay of construction of the substations leads to reduction of electric load. Therefore, conditions of power flow will be improved compared to the Case 1.

[Conclusions]



Power System Operation:

Operational problems such as overload will not occur until 2022 cross-section.

Construction by the Project (JICA):

- Installation of 132kV power cables between 132kV busbar at New Mukono Substation and 132kV busbar at Mukono Substation, protection relay and communication lines.
- Installation of 132kV power cables between 132kV busbar at New Mukono Substation and 132kV transmission line for Namanve South Substation, protection relay and communication lines.

Construction funded by the China Export-Import Bank:

- Connection of cables described in Construction funded by JICA above, and alignment of protection relay.

2. The impact of delay of construction funded by the World Bank (220kV transmission line between Kawanda substation and Masaka substation)

Since 220kV equipment in Buloba Substation cannot be used, Buloba Substation can be used only as distribution substation (132/33kV, 40MVA\*2) which is supplied from Mutundwe Substation with Kabulasoke Substation by 132kV 1cct transmission line (110MVA).

[Conclusions]

Power System Operation:

Operational problems such as overload will not occur until 2022 cross-section.

Construction by the Project (JICA):

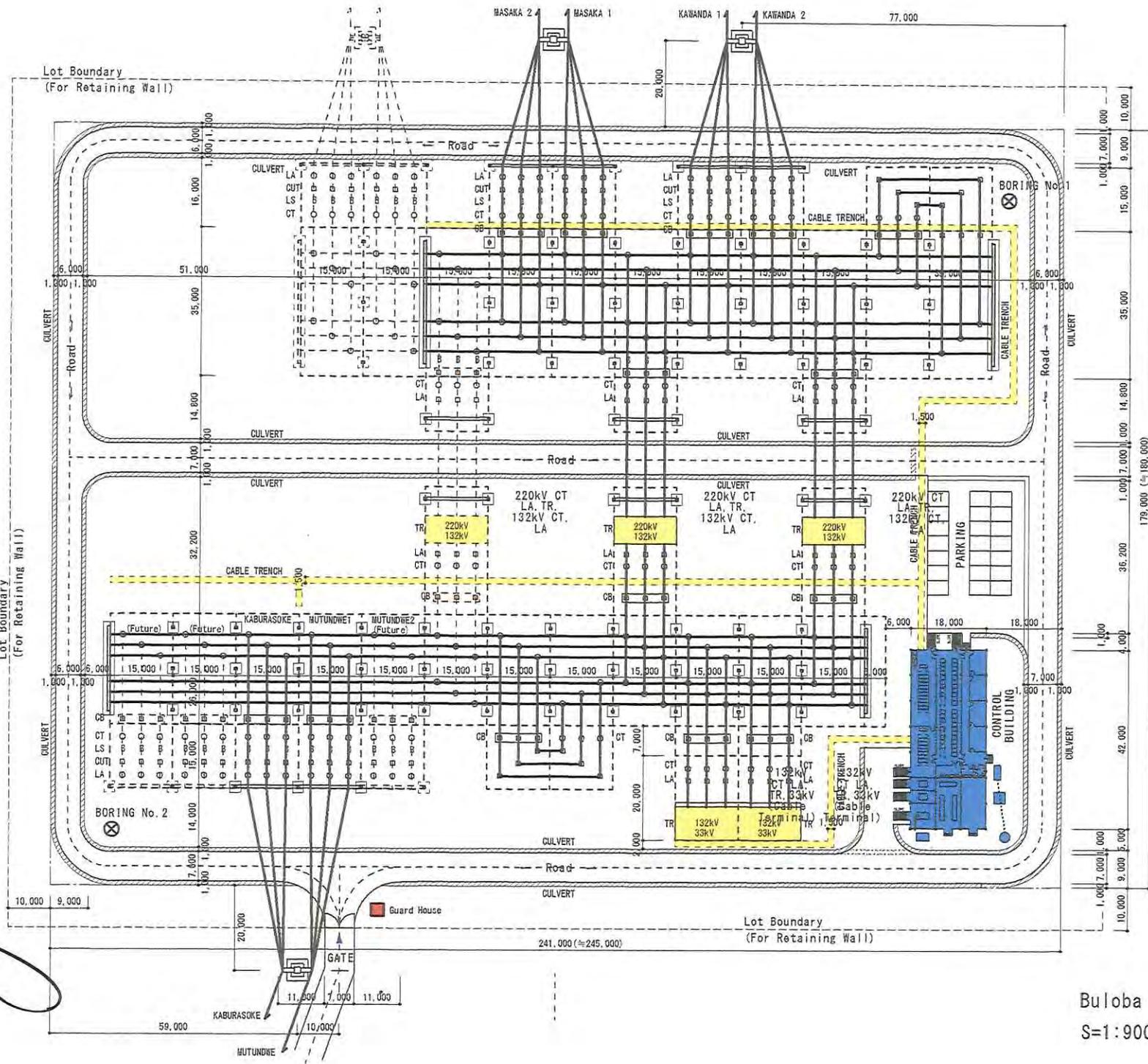
- Installation of 220kV towers, conductors and OPGWs between Buloba Substation and 220kV branch towers.

Construction funded by the World Bank:

- Connection of conductors and OPGWs at 220kV branch towers.
- Implementation of works for commissioning such as changing settings for protection relay.



*Handwritten signature*

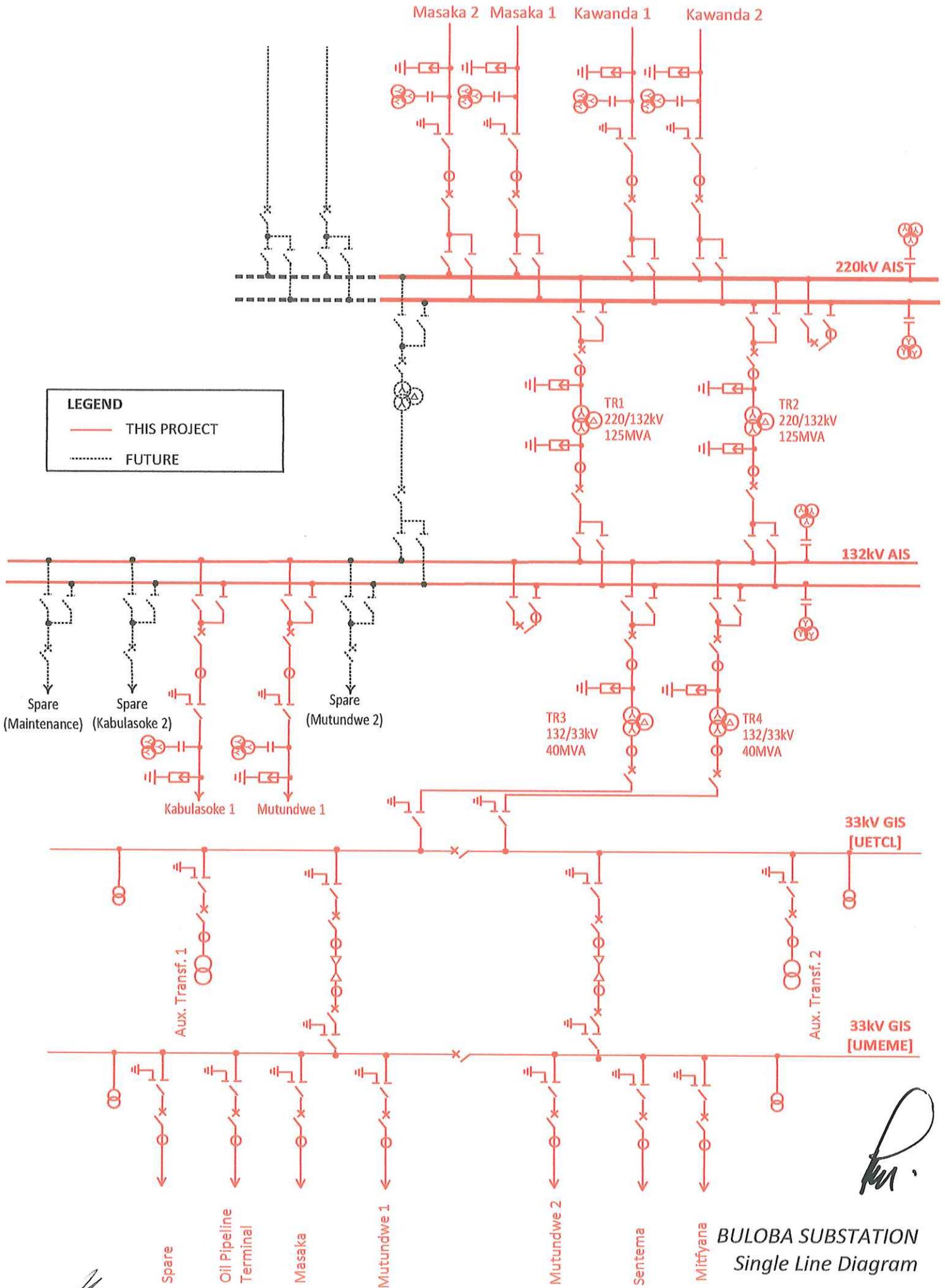


**LEGEND**

- Scope of the Project
- - - Future Lines



*Handwritten signature*

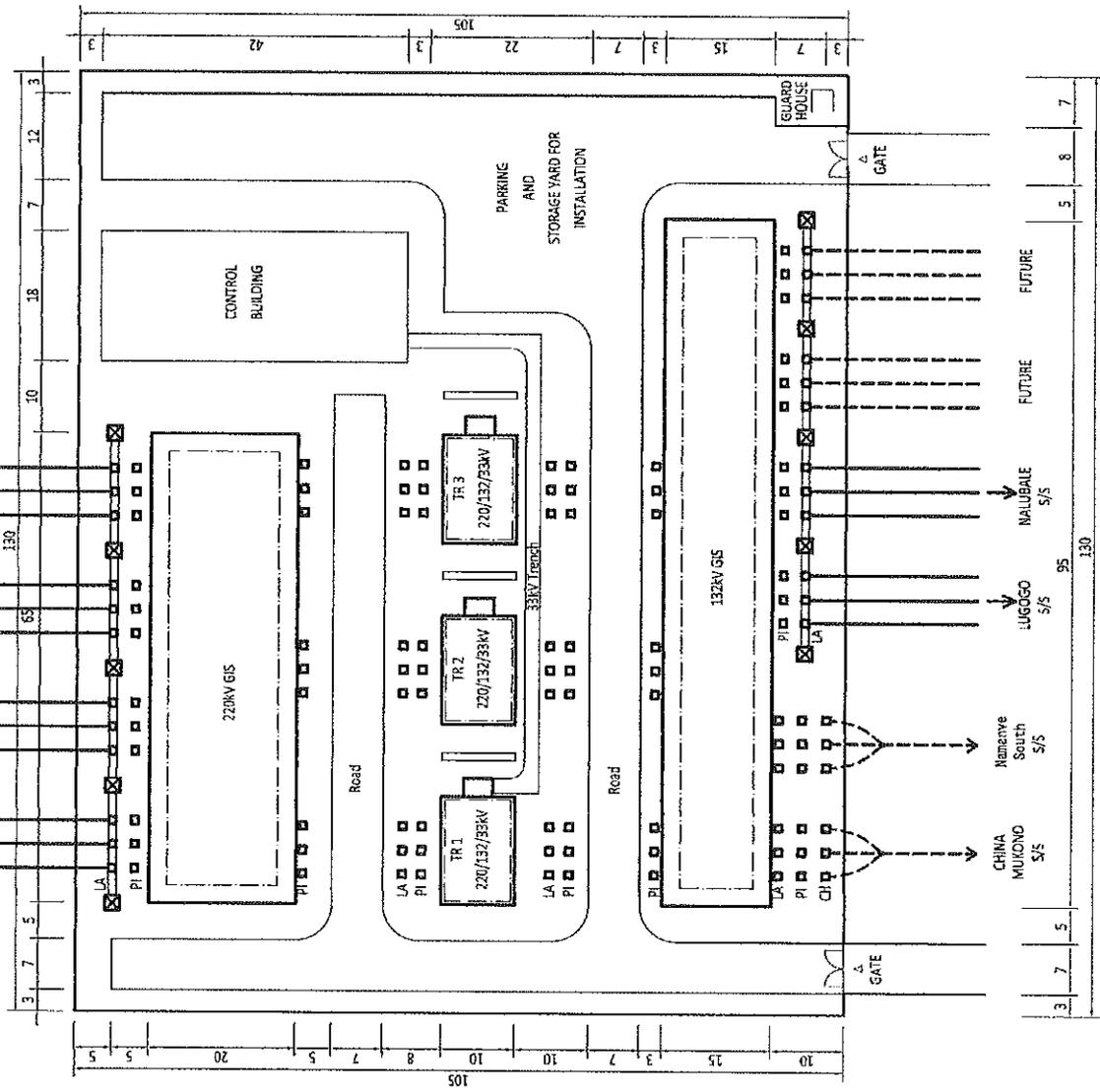


*[Handwritten Signature]*

**BULOBA SUBSTATION**  
Single Line Diagram

220KV KAWANDA 220KV KAWANDA 220KV BUJAGALI 220KV BUJAGALI

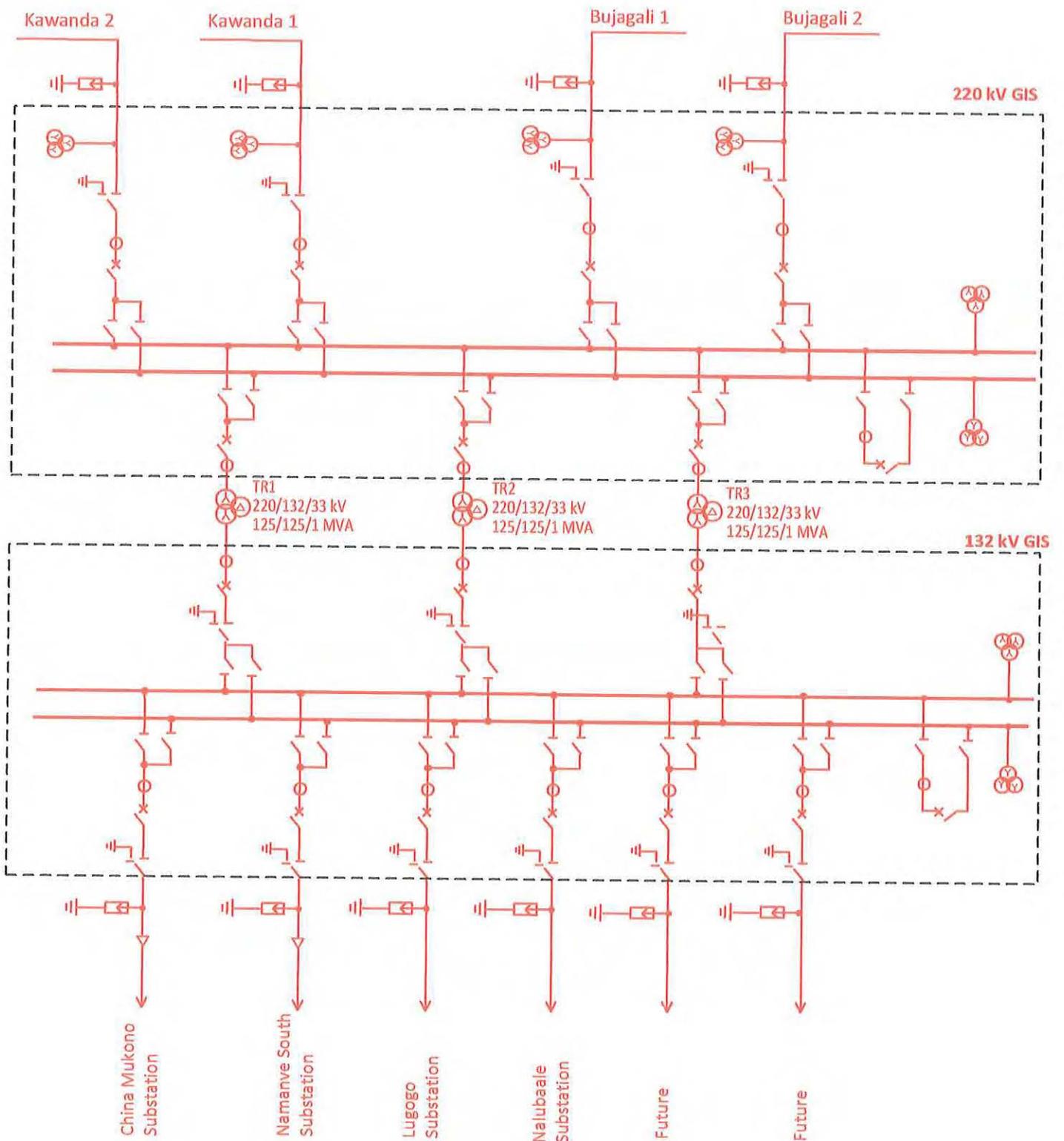
**LEGEND**  
 CH : Cable Head  
 GIS : Gas Insulated Switchgear  
 LA : Lightning Arrester  
 PI : Post Insulator  
 TR : Transformer



*mk*

*[Signature]*

**NEW MUKONO SUBSTATION SITE LAYOUT (GIS)**  
 S=1:1000 (if only A4), UNIT=meter, 14 Mar., 2016



**LEGEND**  
 — THIS PROJECT

*New Mukono SUBSTATION  
 Single Line Diagram*

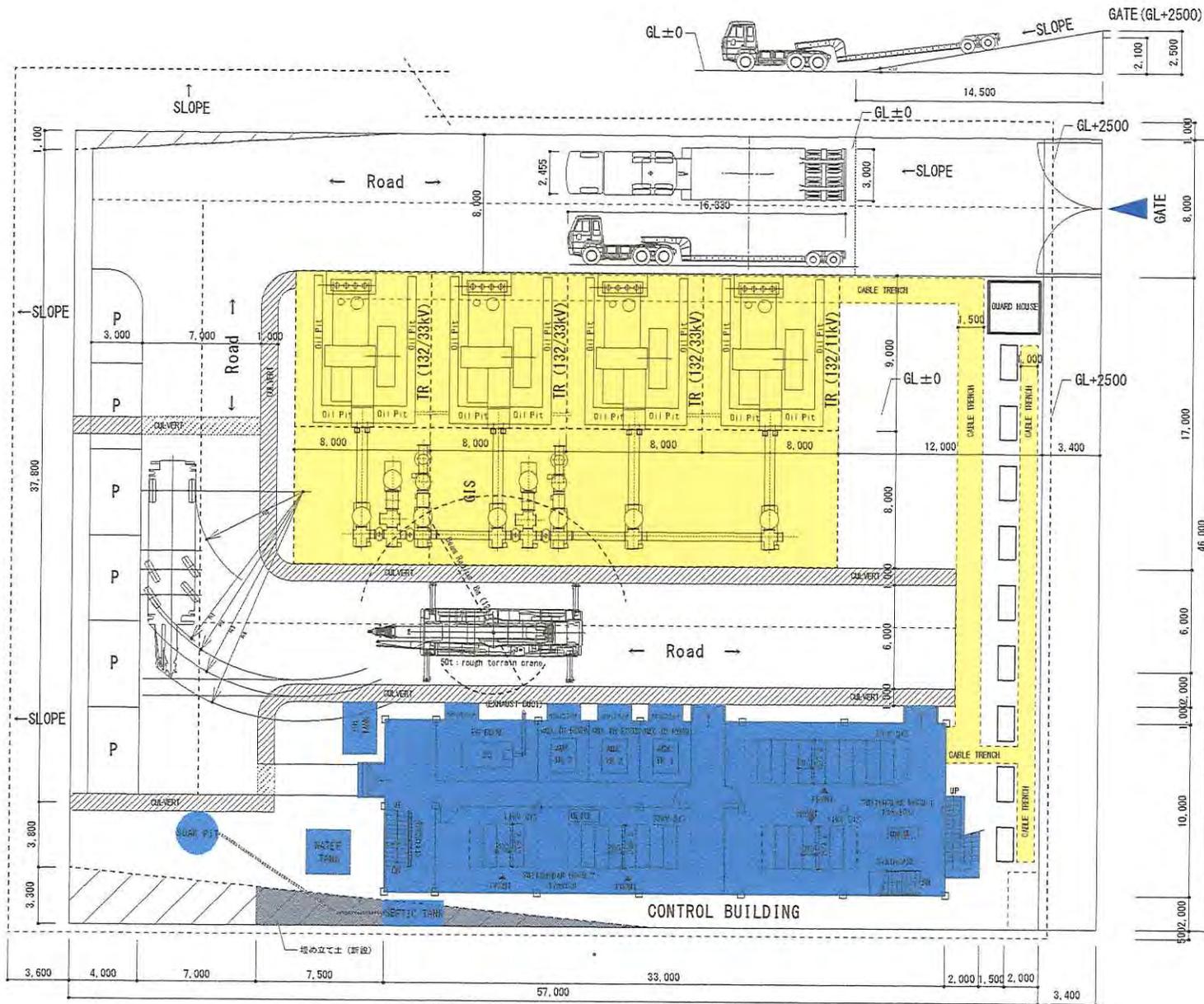
*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

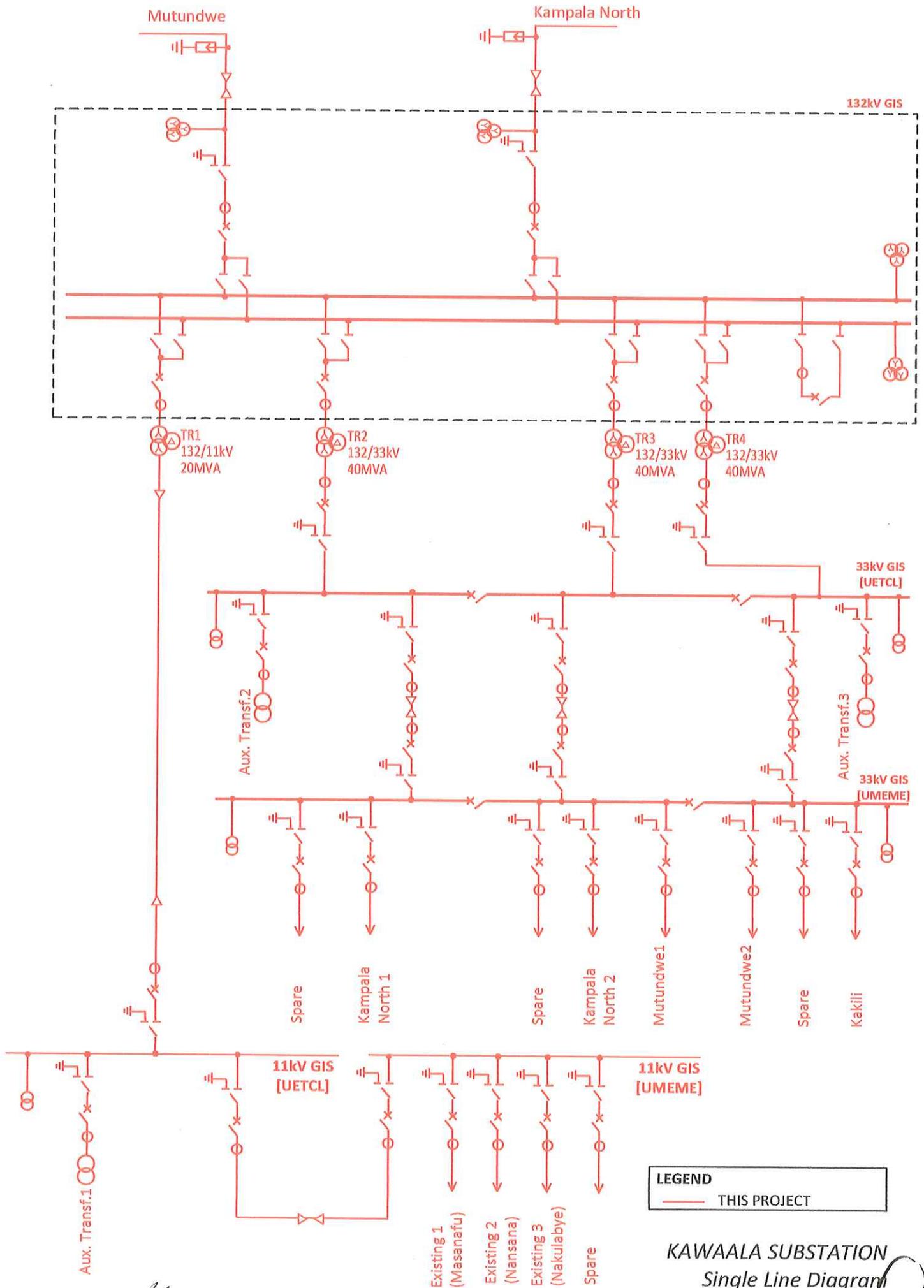
A-3-17

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*



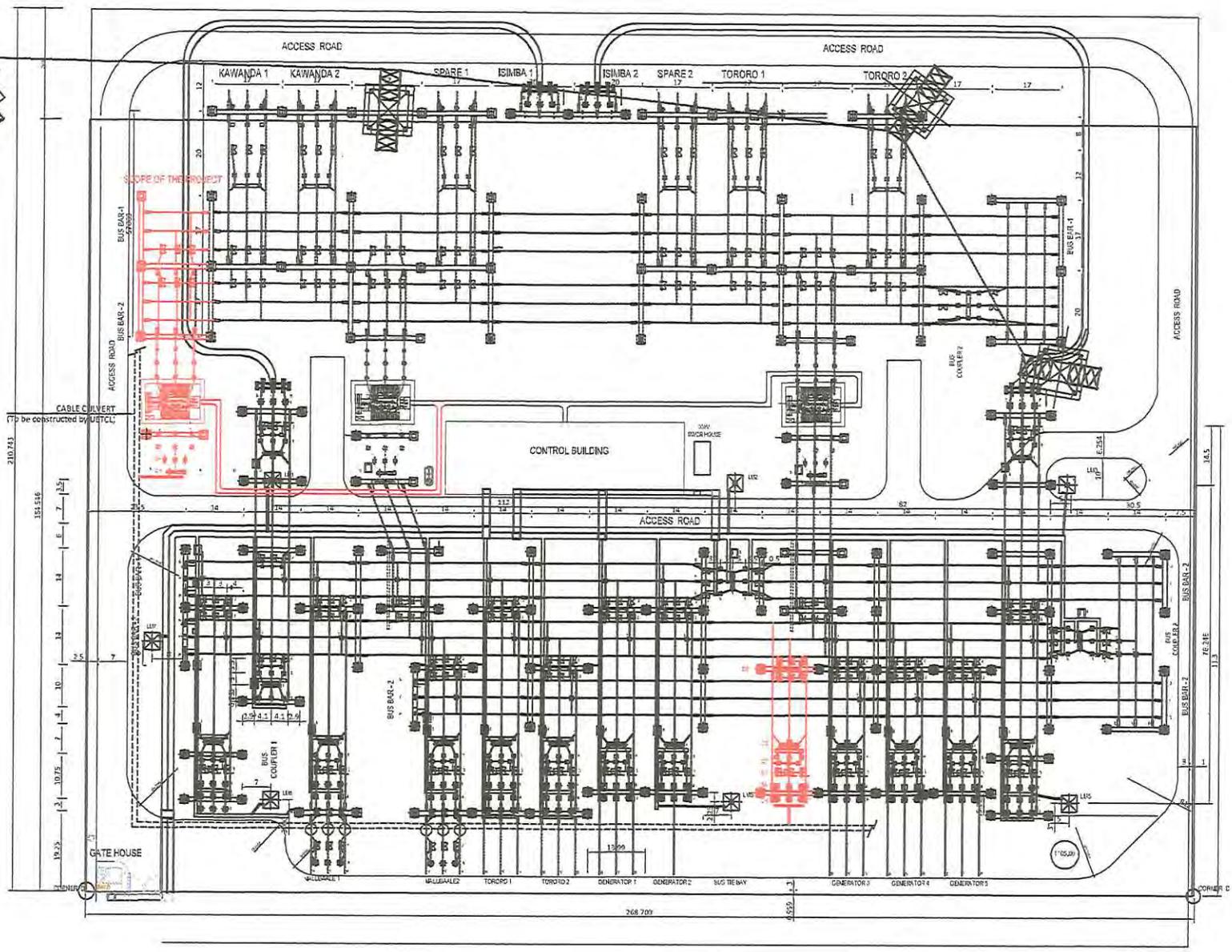
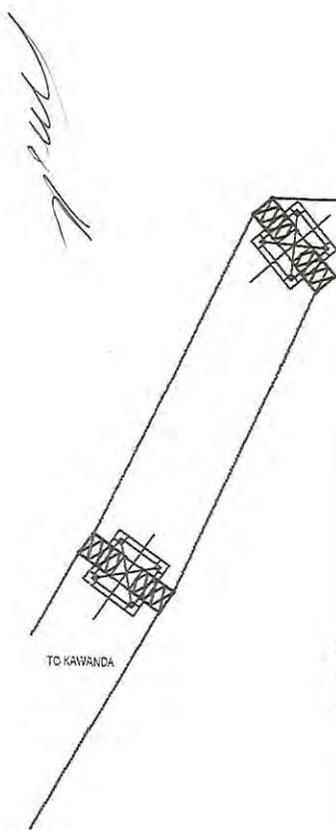
Kawaala Substation Site Layout  
 S=1:250 (A3) 14 Mar. 2016



**LEGEND**  
 — THIS PROJECT

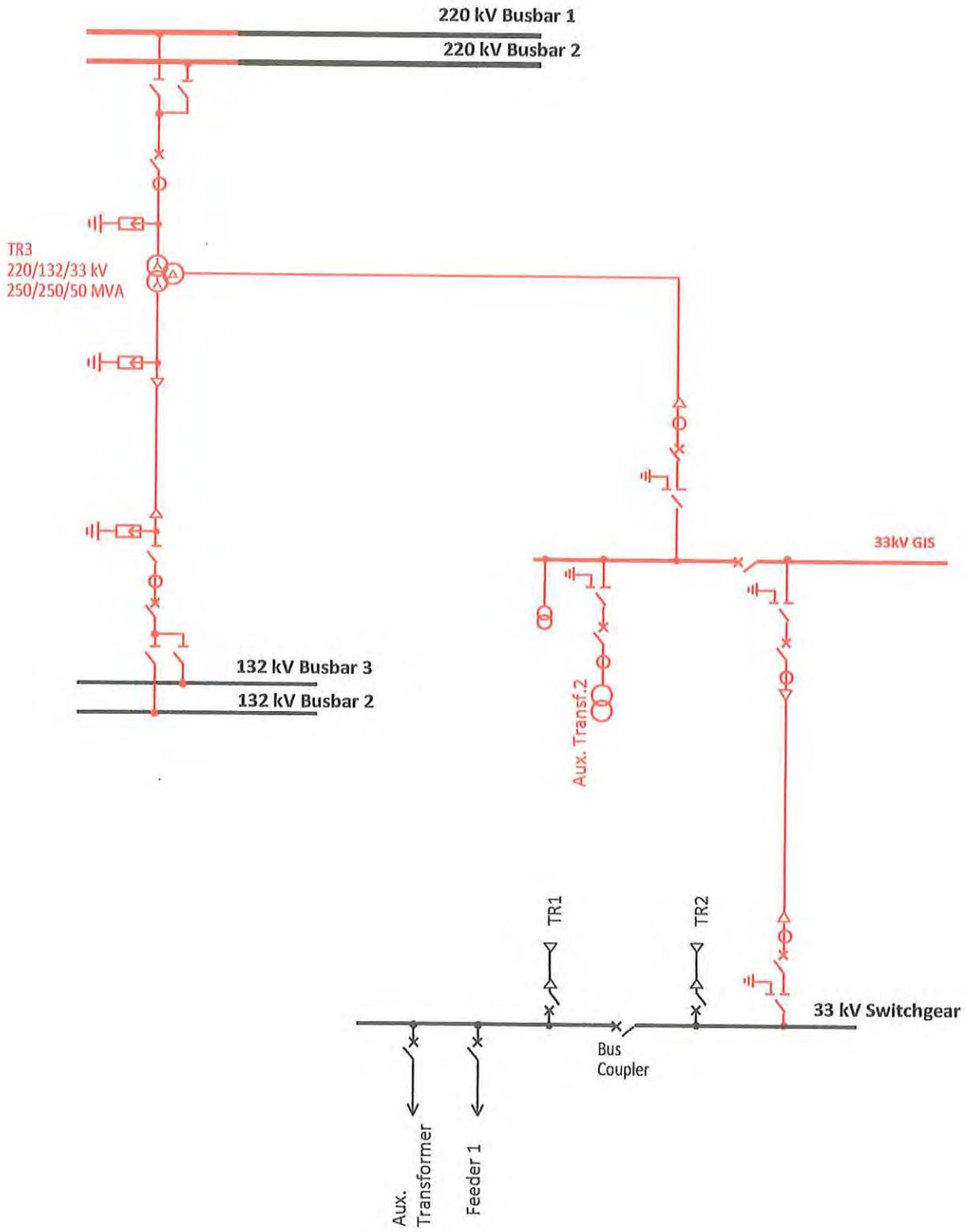
**KAWAALA SUBSTATION**  
 Single Line Diagram

A-3-19



BUJAGALI SUBSTATION SITE LAYOUT  
 S=1:1000 (if only A3), UNIT=meter, 15 Mar., 2016

*Handwritten signature*



LEGEND	
<span style="color: red;">—</span>	THIS PROJECT
—	EXISTING

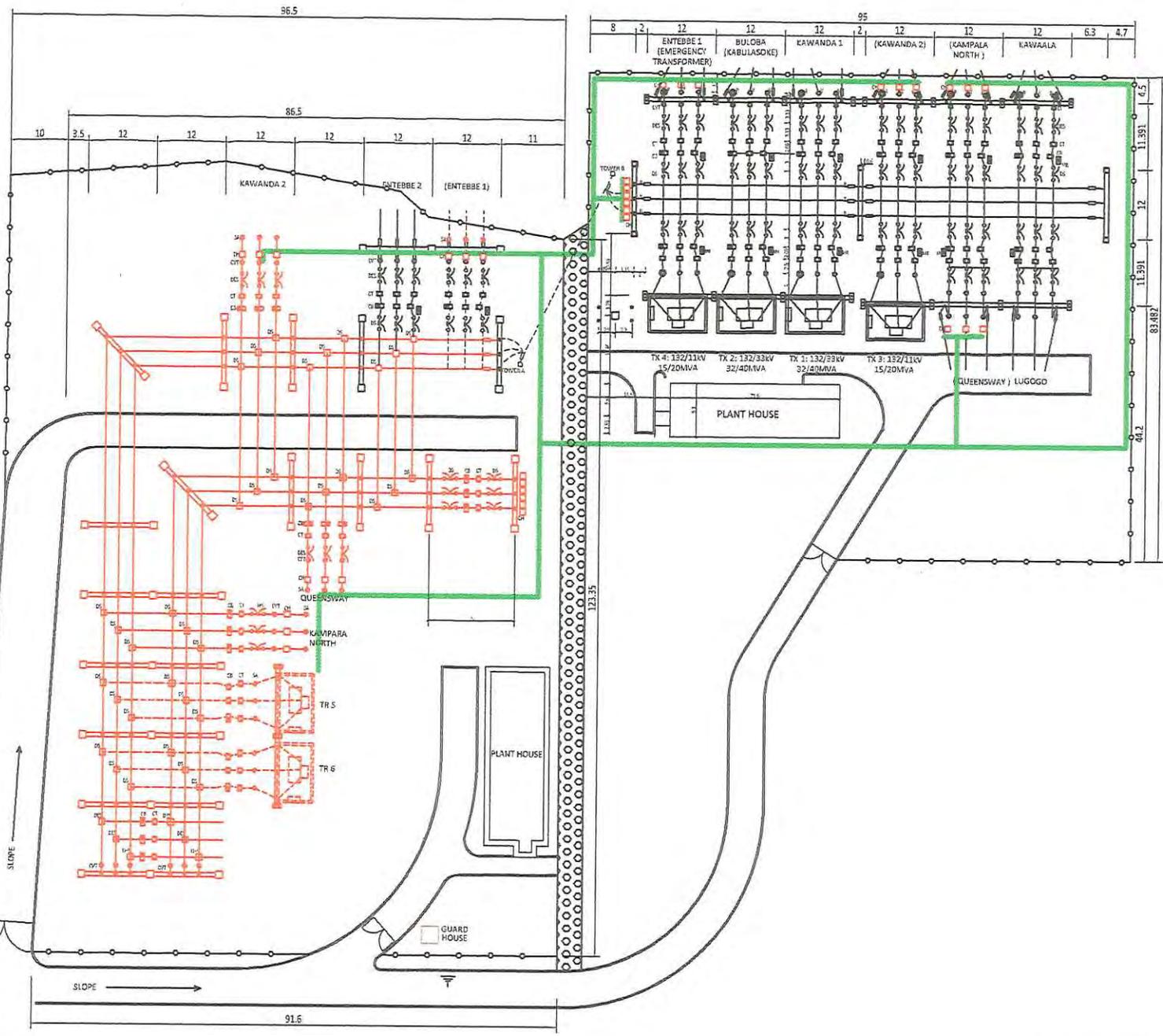
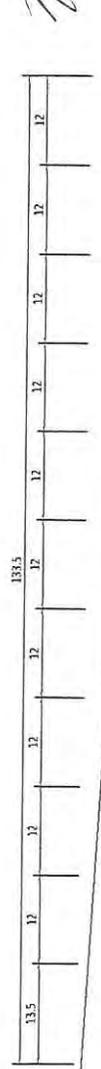
*[Handwritten signature]*

**BUJAGALI SUBSTATION**  
Single Line Diagram  
(Scope of work only)

*[Handwritten signature]*

A-3-21

*Handwritten signature*



NOTES  
1) ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

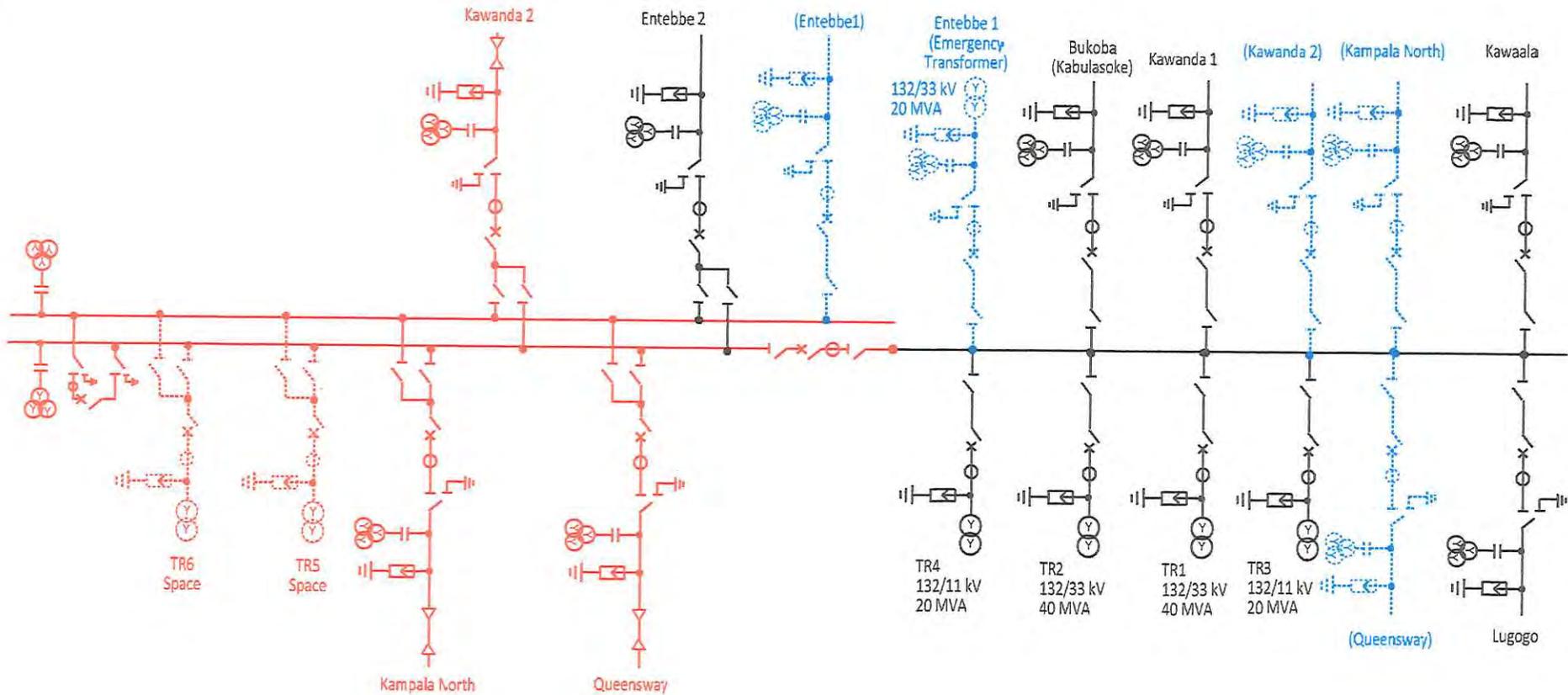
LEGEND

SYMBOL	DESCRIPTION
SA	SURGE ARRESTOR
CVT	CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMER
DES	DISCONNECTOR WITH EARTH SWITCH
CT	CURRENT TRANSFORMER
CB	CIRCUIT BREAKER
DS	DISCONNECTOR
MK	MARSHALING KIOSK
CH	CABLE HEAD
	132kV CABLE

MUTUNDWE SUBSTATION SITE LAYOUT  
S=1:1000 (if only A4), UNIT=meter, 14 Mar., 2016

*Handwritten signature*

*mk*



LEGEND	
<span style="color: red;">—</span>	THIS PROJECT
<span style="color: black;">—</span>	Existing
<span style="color: blue;">⋯</span>	To be presented as ( ) in 2018, but to be relocated / reconnected as labeled under the Project

MUTUNDWE SUBSTATION  
Single Line Diagram

*[Signature]*

資料－４ インテリムレポートに関する  
UETCL との協議議事録



Minutes of Discussions  
on  
the Preliminary Survey  
for  
Greater Kampala Metropolitan Area Transmission System Improvement Project  
between  
Uganda Electricity Transmission Company Limited (UETCL)  
and  
JICA Preliminary Survey Team

Date: 2nd March 2016  
Kampala, Uganda

JICA Preliminary Survey Team (hereinafter referred to as "The Team") led by Mr. Kazunari Nogami (Yachiyo Engineering Co. Ltd.) started the preliminary survey for the Greater Kampala Metropolitan Area Transmission System Improvement Project (hereinafter referred to as "the Project") in September, 2015 and conducted the first field survey and second field survey from September to December, 2015.

In addition, Japan International Cooperation Agency (JICA) dispatched the Pre-fact Finding Mission in December, 2015 and agreed to the preliminary outline of the Project with the officials of Uganda Electricity Transmission Company Limited (hereinafter referred to as "UETCL") which is reflected on the Minutes of Discussions for the Pre-fact Finding Mission signed on 18th December, 2015 (hereinafter referred to as "M/D").

The Team has prepared an Interim Report on the project in conformity with the contents of the M/D and submitted a copy of the report to UETCL.

The Team shall have detailed discussions with officials of UETCL from 29th February, 2016 for the purpose of explanation of the content of the report, and will reflect any comments arising out of the discussions in the Draft Final Report.

(End)

Annex:

- Annex-1: Summary of the Interim Report  
Annex-2: Interim Report



Mr. Kazunari Nogami  
Chief Consultant  
Yachiyo Engineering Co., Ltd.



Mr. Eriasi Kiyemba  
Managing Director / CEO  
Uganda Electricity Transmission Company  
Limited (UETCL)

Annex-1



**The Preparatory Survey on the Project for  
Greater Kampala Metropolitan Area Transmission System Improvement**

**Summary of the Interim Report**

JICA Preliminary Survey Team (the Team) led by Mr. Kazunari NOGAMI, Yachiyo Engineering Co. Ltd. started the preliminary survey for the captioned Project (the Project) in September, 2015 and conducted the first field survey and second field survey from September to December, 2015.

In addition, Japan International Cooperation Agency (JICA) dispatched the Pre-fact Finding Mission in December, 2015 and agreed the outline of the Project with the official of Uganda Electricity Transmission Company Limited (UETCL) on the Minutes of Discussions (M/D) for the Pre-fact Finding Mission on 18th December, 2015 as attached to this summary of the Interim Report (the Summary) as per Attachment-1. The Team prepared the Interim Report in conformity with the contents of the M/D.

The summary is accompanying the following attachments.

- Attachment-1: Minutes of Discussions (M/D) for the Pre-fact Finding Mission signed on 18th December, 2015
- Attachment-2: List of the components of Project
- Attachment-3: Location of the Project Site
- Attachment-4: Table of the contents of the Draft Final Report

**1. Components of the Project**

Based on the power system plan conducted in the preparatory survey, UETCL and the Team confirmed the components of the Project as shown in Attachment-2, and agreed on M/D for the Pre-Fact Finding Mission on 18th December, 2015 as shown in Attachment-1. However, in consideration of the discussion with UETCL, the following modification and addition of the components will be conducted for the components of the Project. The location of these Project sites are shown in Attachment-3.

- To improve reliability of 220 kV transmission network, 4 circuits of 220 kV transmission lines shall be led to 220 / 132 kV New Mukono Substation and 220 / 132 kV Buloba Substation of the Project instead of 2 circuits. The number of the 220 kV incoming lines to these substation will be modified from 2 circuits to 4 circuits in the components list in the Draft Final Report.
- As the result of power system planning in the preparatory survey, it is revealed that bus arrangement at the existing Mutundwe Substation shall be modified from single bus configuration to double bus configuration to improve power supply around the west-southern transmission network of the Kampala metropolitan area fundamentally. The modification work

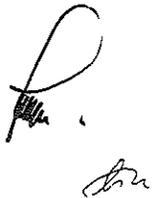


of bus arrangement at Mutundwe Substation will be included in the components list in the Draft Final Report.

**2. Background of selection of the components of the Project**

The power system plan is formulated by repeated consultation with UETCL about ideal power system in Kampala metropolitan area in 2030, the target year of the power system plan, with reviewing Grid Development Plan of UETCL in consideration of the on-going projects as the background of selection of the components of the Project. Outline of the results of power system planning is described as follows. The power system configuration of the Kampala Metropolitan Area in 2030, the target year of the Project for power system plan is shown in Figure 1.

- The projects which have already been committed are included in the power system plan; i.e., Namanve South Substation, Luzira Substation and Mukono Substation which will be installed by another donor in 2018.
- To enhance eastern power system of Kampala metropolitan area through effective utilization of 220 kV transmission lines, 220/132kV New Mukono Substation is planned in power system plan.
- To enhance western power system of Kampala metropolitan area through effective utilization of the 220 kV transmission lines, 220/132kV Buloba Substation is planned in power system plan.
- Power supply to Gaba Substation is secured by effective utilization of 132 kV transmission line between Mutundwe Substation and Entebbe Substation currently under construction stage by another donor via Entebbe Highway Switching Station.
- Since strategic planning to reduce social impact is required in consideration that the components of the Project related to transmission lines are located in Kampala metropolitan area, High-Temperature Low-Sag wire (hereinafter referred to as "HTLS wire") is applied to the sections shown in Attachment-2.
- In power system plan, 2 circuits of transmission lines between Bujagali Power station and Nalubaale Substation are planned to be open operation under normal condition for effective use of transmission lines upgraded with HTLS conductors without high level of transmission losses.
- 220/132kV transformer, holding unit capacity of 250MVA, will be increased from 2 units to 3 units at Bujagali Substation in consideration of above mentioned open operation between Bujagali Substation and Nalubaale Substation.



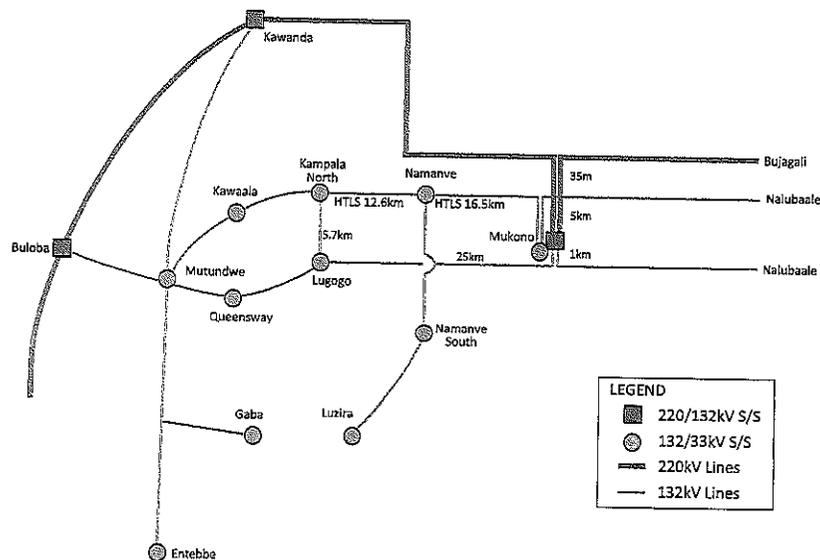


Figure 1 Power system configuration of the Kampala Metropolitan Area based on formulated power system plan in 2030

### 3. Submission of the Draft Final Report

The Team continues discussions with UETCL on the Project and the results of the discussions will be summed up to the Draft Final Report. The table of the contents of the Draft Final Report is shown in Attachment-4. The black-colored sections in Attachment-4 have been already confirmed in the Interim Report. The red-colored sections in Attachment-4 will be discussed with UETCL, sorted in the Draft Final Report and submitted to UETCL for confirmation.

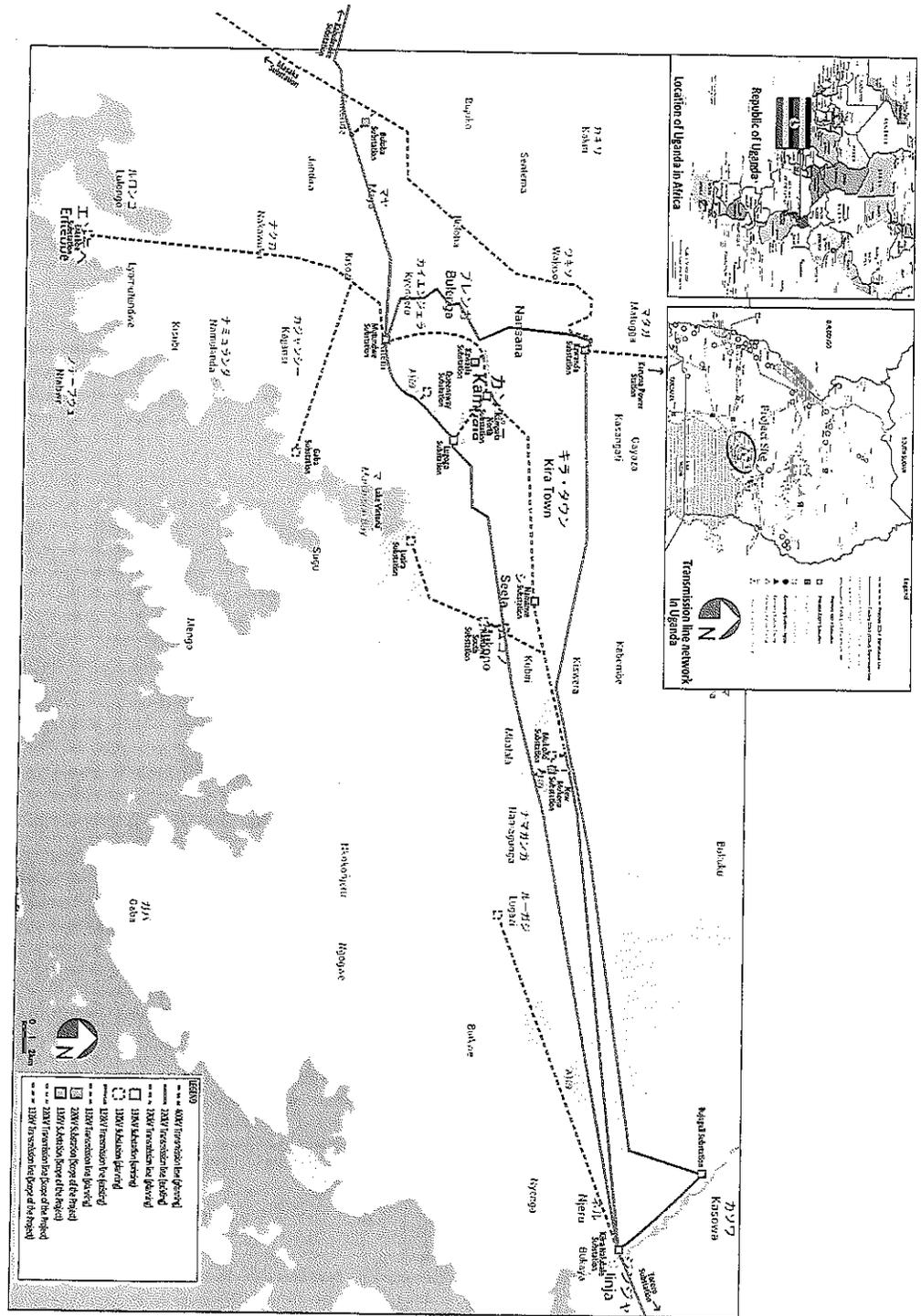
However, it is paid attention that the contents of the Draft Final Report will be reviewed by JICA and modification maybe conducted to form the Project in conformity with the concept of the Japanese Yen Loan Project.

In addition, environmental and social consideration for the Project will be described in the Draft Final Report, based on the report prepared by the local consultant. The survey by the local consultant will be completed in the middle of 2016. Therefore, contents of environmental and social consideration for the Project will be added to the Draft Final Report after submission of the report by the local consultant.

- End -

### List of the components of the Project

	Main component	Outline	Contents
Substation	<b>1. Buloba Substation</b> (1) 220 / 132 kV Transformer (2) 132 / 33 kV Transformer (3) 220 kV Switchgear (4) 132 kV Switchgear (5) 33 kV Switchgear (6) Control building	125 MVA×2units 40 MVA×2units 1 lot 1 lot 1 lot 1 lot	New Construction
	<b>2. New Mukono Substation</b> (1) 220 / 132 kV Transformer (2) 220 kV Gas Insulated Switchgear (3) 132 kV Gas Insulated Switchgear (4) Control building	125 MVA×3units 1 lot 1 lot 1 lot	New Construction
	<b>3. Kawanda Substation</b> (1) 132 / 33 kV Transformer (2) 132 kV Switchgear (3) 33 kV Switchgear	60 MVA×1unit 1 lot 1 lot	Upgrade
	<b>4. Kawaala Substation</b> (1) 132 / 33 kV Transformer (2) 132 / 11 kV Transformer (3) 132 kV Gas Insulated Switchgear (4) 33 kV Switchgear (5) 11 kV Switchgear (6) Control building	40 MVA×3units 20 MVA×1unit 1 lot 1 lot 1 lot 1 lot	Renovation
	<b>5. Bujagali Substation</b> (1) 220 / 132 / 33 kV Transformer (2) 220 kV Switchgear (3) 132 kV Switchgear	250 MVA×1unit 1 lot 1 lot	Upgrade
Transmission	<b>6. 220 kV Transmission Line</b> (1) Branch point of Buloba Substation – Buloba Substation (2) Branch point of New Mukono Substation – New Mukono Substation	Approx.0.9 km×2cct Approx.5.0 km×2cct	New Construction New Construction
	<b>7. 132 kV Transmission Line</b> (1) Buloba branch point-Buloba Substation (2) New Mukono Substation -Mukono Substation	Approx.0.8 km×2cct Approx.0.8 km×2cct	New Construction New Construction



Kampala Metropolitan Area Transmission Network (2030)

Main component		Outline	Contents
	(3) New Mukono Substation -New Mukono branch point (Southern Trunk Line)	Approx.0.5 km×2cct	New Construction
	(4) Mukono branch point (Northern Trunk Line) -Kampala North Substation	Approx.43.5 km×1cct	Re-conductoring
	(5) Kampala North Substation— Mutundwe Substation	Approx.11.0 km×1cct	Re-conductoring
	(6) Kawaala branch point—Kawaala Substation	Approx.0.1 km×2cct	Cabling
	(7) Kampala North Substation—Lugogo Substation	Approx. 5.7 km ×2cct	Re-conductoring
Procurement	<b>8. Mobile substation</b>	1 lot	-

**The Project  
for  
Greater Kampala Metropolitan Area Transmission System Improvement Project**

**Draft final report**

**Contents**

Chapter 1	Social and Economic .....	1-1
1-1	Economy and Society .....	1-1
1-1-1	Overview and economic policy.....	1-1
1-1-2	Population of Uganda and population of Kampala .....	1-2
1-2	Macroeconomic .....	1-2
1-2-1	GDP.....	1-2
1-2-2	Industrial Structure.....	1-3
1-2-3	External Trade.....	1-4
1-3	Trend of Index of Social and Economic, and Current Condition of Urbanization .....	1-5
1-3-1	Trend of Index of Social and Economic Related to Power Demand Forecast.....	1-5
1-3-2	Trend of Index of Social and Economic Related to Financial and Economic Analysis.....	1-5
1-4	Financial Status and External Debt of the Borrowing Country .....	1-7
1-4-1	Budget Balance .....	1-7
1-4-2	Revenue.....	1-7
1-4-3	External Debt .....	1-8
1-5	Development Policy and Development Plans in the Kampala Metropolitan Area .....	1-9
1-5-1	Second National Development Plan (NDP II).....	1-9
1-5-2	Strategy Plan 2014 / 15-2018 / 19 (Kampala Capital City Authority).....	1-10
Chapter 2	Background and Circumstances of the Project.....	2-1
2-1	Background of the Project .....	2-1
2-1-1	Background and Necessity of the Project .....	2-1
2-1-2	Circumstances of the project.....	2-1
2-2	Current Condition of Power Sector in the Borrowing Country .....	2-2
2-2-1	Organization of Power Industry.....	2-2
2-2-2	Electric Power Policy and Trend of Privatization of Power Sector .....	2-7
2-2-3	Trend of Power Demand .....	2-10
2-2-4	Electricity Tariff System and Collection Ratio to Billing .....	2-15
2-2-5	Financial Status of Electric Power Utility Entities in Uganda .....	2-23
2-2-6	Current Conditions of the Existing Facilities.....	2-27
2-3	Activities of the Other Donors.....	2-32

6-1	Financial Evaluation and Sensitivity Analysis.....	6-1
6-1-1	Objective, Evaluation Index and General Assumptions of Financial Analysis.....	6-1
6-1-2	The Evaluation Period.....	6-2
6-1-3	Weighted Average of Cost of Capital (WACC), Financial Discounted Rate .....	6-2
6-1-4	Setting Financial Cost .....	6-2
6-1-5	Setting Financial Revenues.....	6-3
6-1-6	Setting Financial Cost .....	6-3
6-1-7	Result of Financial Evaluation.....	6-3
6-2	Economical Evaluation and Sensitivity Analysis .....	6-2
6-2-1	Method of Economic Analysis.....	6-2
6-2-2	Setting of Economic Benefits .....	6-2
6-2-3	Benefit Item .....	6-2
6-2-4	Result of Economic Evaluation.....	6-2
Chapter 7	Environmental and Social Considerations .....	7-1
7-1	Environmental Impact Evaluation .....	7-1
7-1-1	Summary of the Project Components .....	7-1
7-1-2	Outlines of the Project Sites.....	7-2
7-1-3	Legal and Institutional Frameworks for Environmental and Social Considerations.....	7-11
7-1-4	Comparison of the Alternatives.....	7-14
7-1-5	Scoping .....	7-16
7-1-6	TOR for Environmental and Social Considerations Study .....	7-19
7-1-7	Results of Environmental and Social Considerations Study.....	7-21
7-1-8	Impact Evaluations.....	7-21
7-1-9	Mitigation Measures .....	7-21
7-1-10	Environmental Management Plan and Monitoring .....	7-21
7-1-11	Stakeholder Meeting .....	7-21
7-2	Land Acquisition and Resettlement.....	7-21
7-2-1	Necessity of Land Acquisition and Resettlement.....	7-21
7-2-2	Legal Framework on Land Acquisition and Resettlement.....	7-21
7-2-3	Scope of Land Acquisition and Resettlement .....	7-25
7-2-4	Measures of Compensation and Supports .....	7-25
7-2-5	Grievance Redress Mechanism .....	7-26
7-2-6	Institutional Framework.....	7-26
7-2-7	Implementation Schedule.....	7-26
7-2-8	Cost and Finance .....	7-27
7-2-9	Monitoring System.....	7-27
7-2-10	Stakeholder Meeting .....	7-27
7-3	Others.....	7-27
7-3-1	Schedule for Environmental and Social Consideration Procedures.....	7-27

7-3-2 Environmental Check List ..... 7-28

Chapter 8 Project Evaluation ..... 8-1

8-1 Preconditions ..... 8-1

8-2 Necessary Inputs by Recipient Country..... 8-1

8-3 Important Assumptions ..... 8-3

8-4 Project Evaluation..... 8-3

8-4-1 Relevance..... 8-3

8-4-2 Effectiveness ..... 8-7

Annex-2

資料－5 UETCL と確認を行った  
技術会議の議事録



**Technical Memorandum**  
**on**  
**the Preparatory Survey**  
**for**  
**Greater Kampala Metropolitan Area Transmission System Improvement Project**  
**between**  
**Uganda Electricity Transmission Company Limited (UETCL)**  
**and**  
**JICA Preparatory Survey Team**

Date: 21 March 2016  
Kampala, Uganda

JICA Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "The Team") led by Mr. Kazunari Nogami (Yachiyo Engineering Co. Ltd.) started the preparatory survey for the Greater Kampala Metropolitan Area Transmission System Improvement Project (hereinafter referred to as "the Project") in September, 2015 and conducted the first field survey and second field survey from September to December, 2015.

Although, the Ugandan side understands that no commitment is made from the Japanese side concerning the realization of the Project at the stage of preparatory survey, UETCL and the Team had a series of technical discussion on the basic design of the Project. In addition to the contents of the Interim Report submitted to UETCL on February, 2016, and comments received from UETCL that shall be addressed in the Draft Final Report, UETCL and the Team further agreed to the technical items stated below from the view of the technical adequacy. The both parties also understand that the project components, including the items stated below are subject to change during the period to be examined by JICA.

**1. Substation design**

**(1) Design of the busbar extension at Mutundwe Substation**

To improve reliability, UETCL and the Team confirmed necessity to include the modification work of the bus configuration from the single to double in the Project as shown in Attachment-1 and Attachment-2.

**(2) Utilization of Gas Insulated Switchgears (GIS) to New Mukono Substation**

To secure reliable supply, both parties confirmed to apply Gas Insulated Switchgears to both 220 kV and 132 kV sides at New Mukono Substation as the substations planned in the eastern area such as Namanve South Substation, Luzira Substation and Mukono Substation.

**(3) Interconnection configuration in the 132 kV side of New Mukono Substation to Nalubale - Lugogo 132 kV Transmission Line**

Based on power flow analysis, it is revealed that the double-pi interconnection shall be applied in the 132 kV side of New Mukono Substation of the Project in consideration of bus failure at Mutundwe Substation, in case that the bus-configuration at Mutundwe Substation kept in the single arrangement

as the existing. However, the modification work of the bus configuration from the single to double at Mutundwe Substation is included as the components of the Project as mentioned above. It is revealed by power flow analysis under the condition that open-pi interconnection can be applied in the 132 kV side of New Mukono Substation even in consideration of the bus failure at Mutundwe Substation. Therefore, UETCL and the Team confirmed to apply open-pi interconnection in the 132 kV side of New Mukono Substation.

**(4) Location of the access roads to Buloba Substation and New Mukono Substation**

To avoid additional land acquisition, UETCL and the Team confirmed that the access road (8 meter-width) to Buloba Substation shall be located within the corridor of 132 kV outgoing lines from the substation, which is reaching the Masaka Road, as Attachment-3.

UETCL and the Team also confirmed that the access road to 220 / 132 kV New Mukono Substation shall be prepared in the Project by improving the existing road branching from Jinja Road up to the substation site.

**(5) Technical requirements of mobile substations and Gas Insulated Switchgears (GIS)**

To secure quality and reliability, UETCL and the Team confirmed in principle to apply the requirements of mobile substations and Gas Insulated Switchgears of the Project as described in Attachment-4. And also UETCL and the Team confirmed the cost estimation of the Project shall reflect the equipment which shall fulfill the requirement described in this attachment.

**(6) Power outage plan**

Both parties confirmed that power outage required for the implementation work of each components of the Project shall be minimized by shifting the period not to occur at the same time as much as possible. UETCL agreed to take appropriate countermeasures for unavoidable outage for implementation of the Project with notice in advance to the public by themselves.

**2. Transmission design**

**(1) Installation of the 220 kV lines of the Project within Nadagi Forest Reserve**

UETCL has submitted a request letter to NFA for approval to install 30 m-width corridor for 132 kV transmission lines planned under Mukono Industrial Park Substation within Nadagi Forest Reserve and received the respond letter describing that NFA has no objection to the installation work. UETCL explained to the Team that UETCL will take the same procedures for the 220 kV transmission lines to 220 / 132 kV New Mukono Substation of the Project, which is planned within Nadagi Forest Reserve, and make adjustment with NFA so that the 220 kV lines can be installed within the Nadagi Forest Reserve parallel with the 132 kV transmission lines under Mukono Industrial Park Substation.

**(2) Arrangement of the corridor share within Nadagi Forest Reserve**

To minimize the area for the above mentioned 220 kV incoming transmission lines to New Mukono Substation, the corridor share will be applied between the transmission routs installed within the Nadagi Forest Reserve in the dimensions described in Attachment-5.

**(3) 220 kV branch tower at Buloba Substation**

UETCL, the Team, and the consultant (Intec Group) and contractor (KEC) of the project for Kawanda – Masaka 220 kV lines held a meeting on coordination for the configuration of the branch point to Buloba Substation of the Project and reached to the following conclusions..

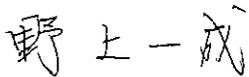
- Intec Group and KEC explained to the Team that the location of the branch towers to Buloba Substation of the Project will be taken into consideration their planning of Kawanda – Masaka 220 kV lines.
- UETCL explained to the Team that, if location of the branch towers modified from where the Team planned in the preparatory survey, the additional RAP Study for the small modification around the branch point will be carried out by UETCL, if necessary.
- The Team shall still include the cost for the branch towers to the Project cost.

(4) Technical requirements for High Temperature Low Sag conductors (HTLS)

UETCL confirmed to apply the requirements for prequalification and technical specifications for HTLS conductors as shown in Attachment-6.

Attachment:

1. General layout of Mutundwe Substation
2. Single line diagram of Mutundwe Substation
3. Access roads route map
4. Technical requirement for Mobile Substation and GIS
5. Arrangement of corridor share within Nadagi Forest Reserve.
6. Technical requirement for HTLS conductors



Mr. Kazunari Nogami  
Chief Consultant  
Yachiyo Engineering Co., Ltd.



Mr. Eriasi Kiyemba  
Managing Director / CEO  
Uganda Electricity Transmission Company  
Limited (UETCL)