

5. 第3次現地調査（スリランカ）

**アフリカ地域サブサハラ・アフリカ諸国における電力分野アクセス向上に係る
情報収集・確認調査
現地調査報告（スリランカ）**

1. 日程・面談者

現地調査日程と主な面談者を別添 1 現地調査日程表および別添 2 関係者（面談者）リストに示す。

- コンサルタント団員 2022/9/25（日）IN ~10/7（金）OUT

2. 団員構成

4名の調査団員がスリランカ側との協議、各病院の状況調査や関係者等との協議を実施した。

表 1：調査団員

	担当事項	氏名	所属
1	業務主任／電力投資計画	阿部 真	八千代エンジニアリング（株）
2	送変電設備 2	中村 太郎	西日本技術開発（株）
3	送配電設備運用人材育成	黒羽子 強平	八千代エンジニアリング（株）
4	社会経済調査	楯野 宏樹	八千代エンジニアリング（株）

3. 調査の背景

(1) 経緯

経済危機に陥っているスリランカでは、外貨不足でガソリンや発電燃料の輸入が滞っており、電力系統や自家用発電機からの電力供給に大きな支障を来している。また、燃料不足やセイロン電力庁（CEB）の管理する発電機の故障や修理対応により、計画停電を強いられており、電力不足は長期間にわたり基礎的な社会サービスの低下や国の経済活動に影響を及ぼしている。

このような状況を踏まえ JICA は、医療施設における電力系統や自家用発電機による電力供給の一部を太陽光発電システム及び蓄電池により代替することにより、電力供給と医療サービスの向上を図る、支援の検討を行うこととした。

(2) プレスクリーニング（現地調査対象選定）

保健省から提示のあった 10 カ所の病院に対して、質問票を送付して得た回答から、現地調査対象とする病院を選定するプレスクリーニングを実施した。

プレスクリーニングでは、以下のクライテリアに対して評価を行った。

- 有効性（裨益性・ニーズ）：裨益対象、外来患者数、ニーズ
- インパクト：非常用発電機への依存度
- 整合性：他事業との調和・相乗効果（医療整備事業）
- 透明性：財務面の透明性

現地調査では上記に加えて、以下のクライテリアについても評価してプロジェクトの対象候補を選定する。

- インパクト：財務的なインパクト（運営改善効果）
- 環境面：太陽電池据付場所、自然環境
- 持続性：維持管理体制

プレスクリーニングの結果は表 2 のとおりであり、赤枠で示す上位 5 カ所の病院を現地調査の対象とすることとした。（別添 3 位置図参照）

表2：プレスクリーニング（現地調査対象病院の選定）

優先順	州	県	病院名		備考
1	サバラガムア州	ラトムブラ県	ラトムブラ教育病院	Teaching Hospital - Rathnapura	サイト候補
2	北西部州	クルネガラ県	クルネガラ教育病院	Teaching Hospital - Kurunegala	サイト候補
3	西部州	コロンボ県	スリジャヤワルダナプラ教育病院	Sri Jayawardhanapura Teaching Hospital	サイト候補
4	南部州	ゴール県	カラピティア教育病院	Teaching Hospital - Karapitiya	サイト候補
5	西部州	ガンバハ県	ラガマ教育病院	Teaching Hospital - Ragama	サイト候補
6	サバラガムア州	ケゴール県	ケゴール教育病院	Teaching Hospital - Kegalle	サイト候補（控え）
6	西部州	コロンボ県	スリランカ国立病院	Colombo National Hospital	サイト候補（控え）
X	北中部州	アヌラダプラ県	アヌラダプラ教育病院	Teaching Hospital - Anuradhapura	系統からの電力供給や自家発電の運用、財務面での課題では無く、施設内配電系統に問題ありと記載あるため、他サイトとは論点が異なる。
X	中部州	キャンディ県	キャンディ教育病院	Teaching Hospital - Kandy	停電はほとんど無し、非常用発電機の燃料は十分に確保されているとの回答からも、依存度は低く緊急性が認められない。課題・問題の記載も無かった。
X	中部州	キャンディ県	ペラデニア教育病院	Teaching Hospital - Peradeniya	停電情報は無し、非常用発電機の燃料費用から、依存度は低い模様。課題・問題は解決しつつあるとの記載があり、緊急性が認められない。

4. 調査結果

(1) 保健政策

スリランカ保健省は、国家保健政策 2016-2025 年において「質の高い啓発・予防・治療・リハビリ・サービスの提供により、国民の健康状態を高め、国家の社会・経済の発展に寄与する」ことをミッションとし、治療に関しては、公平で総合的な心疾患治療の提供を戦略の1つとしてあげている。また、治療に関連し検査・研究・訓練機関の整備、医療機関への効果的な資機材の提供が戦略に含まれている。

(2) 保健医療サービス

スリランカの保健医療サービスは、公的サービスに大きく依存しており、公共医療機関における診断・治療・投薬は基本的に無料である。

保健省が公表している、2020年時点のタイプ別医療機関は表3ならびに表4の通りである。

表3：保健省および州政府が管轄する病院

#	病院の種類	病院数			病床数		
		保健省	州政府	計	保健省	州政府	計
1	国立病院	2	-	2	5,723	-	5,723
2	教育病院	9 ^{*1}	-	9	11,663	-	11,663
3	専門教育病院	6	-	6	2,545	-	2,545
4	他の専門病院	9	1	10	3,342	46	3,388
5	州総合病院	2	-	2	3,970	-	3,970
6	県総合病院	11	9	20	7,952	4,872	12,824
7	基幹病院 A	4	24	28	1,339	7,256	8,595
8	基幹病院 B	3	50	53	718	7,675	8,393
9	地区病院 A	1	75	76	228	6,108	6,336
10	地区病院 B	1	138	139	54	7,535	7,589
11	地区病院 C	1	258	259	59	6,032	6,091
12	プライマリメディカルケアユニット	-	499	499	-	198	198
	計	49	1,054	1,103	37,593	39,722	77,315

*1 調査対象 5 病院のうち 4 カ所が含まれる。

表4：役員会の経営による病院

#	病院の種類	病院名	病床数
1	教育病院	スリジャヤワルダナプラ ^{*2}	1,084
2	地区病院 A	ウィジャヤクマラトゥンガ	127
	計		1,211

*2 調査対象 5 病院のうちの 1 カ所。

(3) 各病院の調査結果（別添4 サイトレイアウト図および状況写真参照）

① スリジャヤワルダナプラ総合病院（1983年～）（第三セクター）

病院が経営管理しているため、患者から医療費を徴収している（電気代など経費状況により料金を調整）。

本館を含め、主な建物は1983年に鹿島建設により建設されたもの。瓦がはがれている所は少なく、建物は頑強な印象を受ける。

太陽電池の設置候補場所は詳細検討が必要となるものの、設置可能な屋根の延べ面積は十分にあると思われる。

病院内の整理整頓、設備の維持管理もなされている。

② ラトムプラ教育病院（1877年～）

保健省が管理している病院で、医療費は基本的に無料である。

太陽電池の設置場所として提案がなされた建物は、5カ所ある。2004年～2008年に建設された建物で、詳細検討は必要となるもののいずれのすべての候補場所に太陽電池の設置が可能と思われる。

特に2004年に建設されたJICAビルは頑強な印象で太陽光パネル設置面積が最も広い（概算発電量120kW）。

③ クルネガラ教育病院（1890年～）

保健省が管理している病院で医療費は基本的に無料である。

太陽電池の設置場所は、病院から提示された2008年～2022年に建設された7カ所の建物の屋根が提案されたが、「図面が無い」、「建物が建設中である」などの理由により、4カ所の建物の屋根に太陽電池の設置を計画する。

④ カラピティア教育病院（1982年～）

保健省が管理している病院であり、医療費は基本的に無料である。

病院から提示された太陽電池設置候補場所は2001年～2014年に建設された5カ所の建物の屋根である。瓦屋根は老朽化が激しく、瓦が割れていたり、風などで飛ばされているものも多い。

詳細確認は必要であるが、太陽電池候補場所のうち、瓦屋根ではない2カ所のみが設置可能と思料する。駐車場にも支持物を建設すれば設置可能であるが、その面積は小さい。

⑤ ラガマ教育病院（1864年～）

保健省が管理している病院であり、医療費は基本的に無料である。

病院から提示された太陽電池設置候補は4カ所であったが、瓦屋根は老朽化が激しく、瓦が割れていたり、風などで飛ばされているものも多い。

詳細確認は必要であるが、太陽光パネル設置候補場所のうち、瓦屋根ではない2カ所のみパネルが設置可能と思料。駐車場も太陽光パネルが設置可能であるが、その面積は小さい。

(4) 既設電力系統/電気設備への接続（案）

コスト面や維持管理の点を考慮した太陽光発電設備のシステムと病院既設設備への接続方法について検討した。

① 既設現状回路

既設の受電設備や電気設備、医療機器等の負荷接続状況等を確認した。

図1に既設の標準的な回路構成を示す。病院によっては上記のような電気系統が複数存在し、各病棟単位等で各々電力供給を行っている。

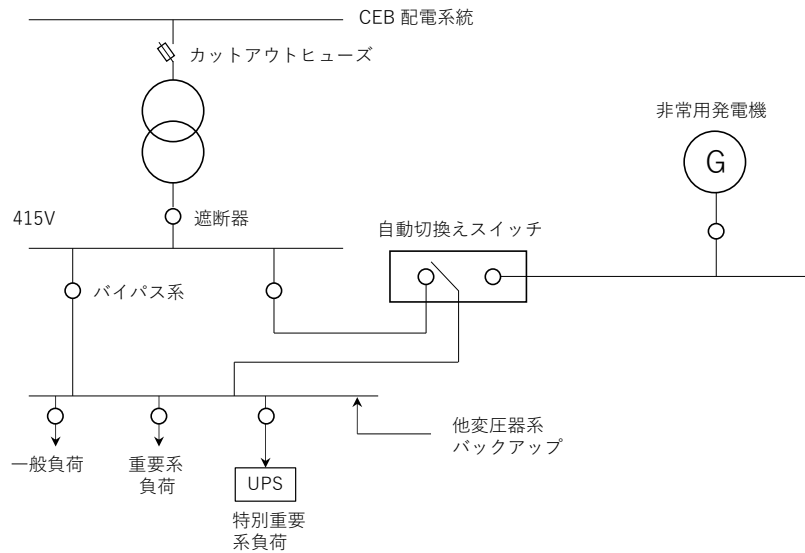


図 1 : 既設回路構成

② 太陽光発電設備の接続案

既設の改造を最小限とし、シンプルなシステム構成を検討した。

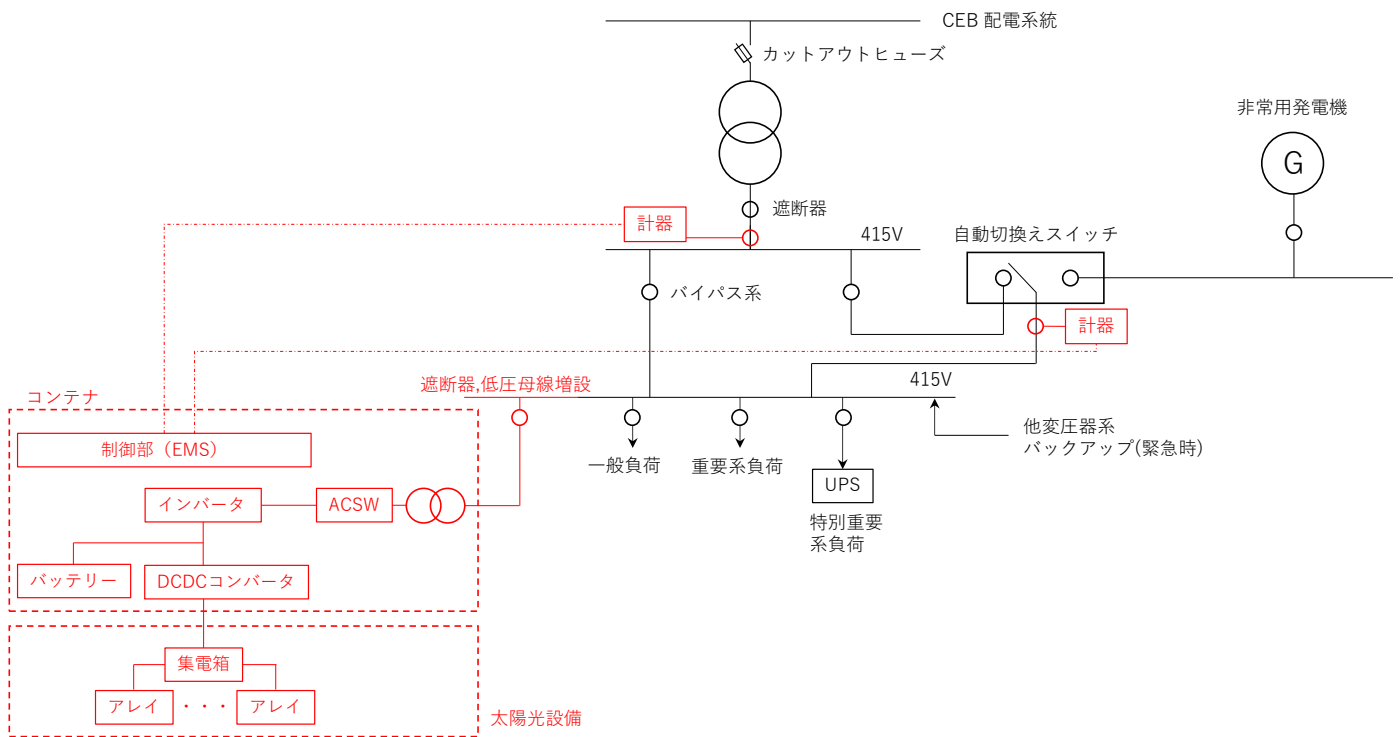


図 2 : 太陽光発電設備の接続案

③ 太陽光発電設備の接続案

プロジェクトコストや維持管理面、対象病院の数等を考慮して、現時点では案 3 を最適検討した。

表5：太陽光発電設備の接続比較

	案1	案2	案3
概要	1台のコンテナPCSより病院内全バンクに接続	バンク単位でコンテナPCSを導入するケース	病院内メイン電源設備のみにコンテナPCSを導入するケース
接続図			
メリット	コンテナ導入台数の低減によりコストを縮減	いずれの系統への連系、非常用発電機運転時においてもPV, Batteryの稼働が可能。	コスト低減、回路構成の簡素化。導入対象病院の最大化
デメリット	TR1,2系で接続配電線が異なるケースあり。PCSの系統同期運転を考慮した場合、系統の切り分け等発生し、回路が複雑化	コンテナ導入台数増によりコストアップ。対象病院の縮減の可能性有	病院内設備全体への裨益効果の面で劣る
裨益性	電気料金縮減：○ 電源バックアップ：△ ス国医療支援効果：○	電気料金縮減：◎ 電源バックアップ：○ ス国医療支援効果：△	電気料金縮減：○ 電源バックアップ：△ ス国医療支援効果：◎

(5) 財務的なインパクト

太陽光発電を導入することによる財務インパクトを試算した。表6で情報が入手できた病院に関して概算の投資金額を試算した。スリジャヤワルダナプラ病院が約894百万円、ラトナプラ病院が約878百万円、クルネガラ病院が約553百万円の投資額が必要なことが判明した。

表6：病院ごとの投資金額試算（概算）

		¥893,750,000	¥877,500,000	¥552,500,000	¥2,323,750,000
大分類	小分類	Sri Jayawardhanpura (275kW)	Rathnapura (270kW)	Kurunegala (170kW)	金額
発電設備初期投資コスト	発電設備費用（機材費）	¥402,187,500	¥394,875,000	¥248,625,000	¥292,500,000
	輸送費用	¥44,687,500	¥43,875,000	¥27,625,000	¥32,500,000
	関税	要確認	要確認	要確認	要確認
	保険料	輸送費用及び設置費用に含む	輸送費用及び設置費用に含む	輸送費用及び設置費用に含む	輸送費用及び設置費用に含む
	設置費用（据付工事費）	¥446,875,000	¥438,750,000	¥276,250,000	¥325,000,000
	設置屋根の補強工事	-	-	-	-
	その他・・・	-	-	-	-
ランニングコスト	修繕費	¥4,021,875	¥3,948,750	¥2,486,250	¥2,925,000
	保険料	要確認	要確認	要確認	要確認
	その他・・・	-	-	-	-
電気以外の節約可能コスト	・・・	-	-	-	
廃棄コスト	・・・	要確認	要確認	要確認	

(6) スクリーニング結果

表7に現地調査の結果を踏まえたスクリーニング結果表を示す。調査前収集資料に加えて、現地調査で新たに収集した資料やデータ、病院長や関係者からのヒアリング、サイト状況調査の結果を基に、表に記載のあるスクリーニング項目の5サイトの評価を行った。

病院が経営管理を担っている第三セクターのスリジャヤワルダナプラ病院が優先順の1位で、スクリーニングカテゴリ6つのうち4つの最高スコアを獲得した。続いてラトナプラ病院が同カテゴリのうち2つの最高スコアを核として2位となった。

表7：サイト選定スクリーニング（優先順）

サイト選定スクリーニング		優先順				
項目	スコア	1	2	3	4	5
		西部州	サバラガムア州	北西部州	西部州	南部州
		コロンボ県	ラトムブラ県	クルネガラ県	ガンバハ県	ゴール県
		Sri Jayawardhanapura Teaching Hospital	Teaching Hospital - Rathnapura	Teaching Hospital - Kurunegala	Teaching Hospital - Ragama	Teaching Hospital - Karapitiya
	スリジャヤワルダナブラ教育病院	ラトムブラ教育病院	クルネガラ教育病院	ラガマ教育病院	カラピティア教育病院	
有効性（裨益性・ニーズ）	最高		○			
-ベッド数（地域に対する割合）	5	1	5	3	2	4
-外来患者数（地域の5%以上）	5	1	5	3	2	4
-ニーズ（聞き取り調査による）	5	5	3	2	1	4
インパクト	最高	○				
-非常用発電機への依存度（自家発燃料費が高）	5	5	3	4	3	1
-財務的なインパクト（運営改善効果の期待度）	5	5	4	2	4	1
整合性	最高		○			
-他事業との調和・相乗効果（医療整備事業）	5	4	5	3	1	1
環境面	最高	○				
-太陽電池据付場所（建物・支持物・面積）	5	5	4	3	2	2
-自然環境（景観・施工性）	5	5	4	3	2	2
持続性	最高	○				
-維持管理体制	5	5	4	3	2	2
透明性	最高	○				
-財務面の透明性	5	5	2	4	4	1
スコア	50	41	39	30	23	22

(7) 調査結果概要

表8に調査結果の概要を示す。

表 8 : 調査結果概要

項目	1		2		3		4		5	
	西部州 コロンボ県	サハラガムア州 ラトンプラ県	北西部州 クルネガラ県	南部州 ゴール県	西部州 ガンパハ県	スリジャヤワルダナガラ教育病院	ラトンプラ教育病院	クルネガラ教育病院	カラピティア教育病院	ラガマ教育病院
1 一般情報										
(1) 名称	Sri Jayawardhanapura General Hospital	Teaching Hospital Ratnapura	Teaching Hospital Kurunegala	Teaching Hospital Karapitiya	Colombo North Teaching Hospital	1,983	2,524	3,598	3,958	2,583
(2) スタッフ数	1,060	1,488	2,548	1,890	1,729					
(3) 病床数	0.1214	0.251	0.1436							
(4) 敷地面積 (km2)										
2 電気設備										
(1) 系統に接続されている変圧器	2x750kVA 1x600kVA	2x630kVA 2x400kVA 2x250kVA	1x1000kVA 1x800kVA 1x630kVA 1x400kVA	3x1000kVA 3x630kVA 1x250kVA	2x1000kVA 1x630kVA 1x250kVA 1x100kVA					
(2) 想定電力需要	1,000kVA	2,500kVA	500kVA	3,800kVA	1,800kVA					
3 非常用電気設備										
(1) 非常用電源設備数と容量	1x1000kVA 2x800kVA 2x250kVA (UPS 3x100kVA 1x80kVA, 1x40kVA)	1x500kVA 1x450kVA 1x300kVA 1x62kVA (UPS 1x20kVA, 1x9kVA)	1x1000kVA 2x500kVA 1x400kVA 1x82kVA	1x1000kVA(故障中) 1x500kVA 1x325kVA	2x1000kVA 1x500kVA 1x200kVA					
(2) 年間電気使用量 (2021年)	6,245,041kWh	3,360,735kWh	5,131,282kWh	6,955,184kWh	6,406,389kWh					
4 太陽光発電システム										
(1) 既存のシステム容量	無	20kVA	1x20kVA 3x60kVA	2x20kVA (うち1つは故障)	無					
5 調査概要										
(1) 太陽光発電設備容量 (概算)	279kW	265kW	171kW	99kW	58kW					
(2) 太陽光発電による年間発電量 (概算)	434MWh	412MWh	266MWh	154MWh	90MWh					
(3) 太陽光発電年間発電電力量/2021年の商用電力量消費量	6.9%	12.3%	5.2%	2.2%	1.4%					
(4) 非常用発電機の燃料費/ (2021年の商用電気代 + 非常用燃料)	14.1%	0.9%	3.4%	N/A	0.9%					
(5) 年間電気代削減額 (円概算)	3,882,524	2,924,661	1,837,832	1,076,012	621,288					
(6) 2021年の非常用燃料費/年間電気代削減額	236%	8%	67%	N/A	62%					
6 関連する支援										
他案件との関連 (無償・有償)	無償	無償	有償	-	-					
焼却炉設置支援候補 (無償)	-	○	○	-	-					

5. 本格調査における留意事項

- 系統連系における要件調査（電力量計等）
- 推定発電量の計算（日射量等）
- 既存病院設備内における電力需要状況の測定
- 太陽電池モジュール支持物の強度確認（屋根構造確認）
- 遠隔状態監視の要否
- 維持管理指導

以上

別添 1：現地調査日程表

別添 2：関係者（面談者）リスト

別添 3：位置図

別添 4：サイトレイアウト図および状況写真

別添 5：プレゼン資料

別添 6：案件概要書（案）

調査日程表 (スリランカ)

月日	業務主任/ 電力投資計画 阿部真 八千代エンジニアリング	送変電設備② 中村太郎 西日本技術開発	送配電設備運用 人材育成 黒羽子強平 八千代エンジニアリング	社会経済調査 榎野宏樹 八千代エンジニアリング	活動地名	宿泊先
1 2022/9/24 土	成田(11:20)⇒コロナポ(17:10)by UL455				移動	Marino Beach コロナポ
2 2022/9/25 日	資料整理/団内協議				コロナポ	Marino Beach コロナポ
3 2022/9/26 月	10:15 保健省表敬訪問 11:30 JICA事務所表敬訪問 14:00 サイト調査(ラガマ教育病院)				コロナポ	Marino Beach コロナポ
4 2022/9/27 火	11:00 サイト調査(カラピティア教育病院)				コロナポ	Marino Beach コロナポ
5 2022/9/28 水	11:00 サイト調査(クルネガラ教育病院)				コロナポ	Marino Beach コロナポ
6 2022/9/29 木	10:00 電力・再生可能エネルギー省表敬訪問 14:30 サイト調査(ラトムプラ教育病院)				コロナポ	Marino Beach コロナポ
7 2022/9/30 金	9:00 サイト調査(スリジャヤワルダナプラ教育病院)				コロナポ	Marino Beach コロナポ
8 2022/10/1 土	資料整理/団内協議				コロナポ	Marino Beach コロナポ
9 2022/10/2 日	資料整理/団内協議				コロナポ	Marino Beach コロナポ
10 2022/10/3 月	14:00 サイト調査(スリジャヤワルダナプラ教育病院)*中村、榎野				コロナポ	Marino Beach コロナポ
11 2022/10/4 火	11:00 サイト調査(クルネガラ教育病院)*中村、榎野 13:00 再生可能エネルギー省訪問*阿部、黒羽子 14:00 気象局訪問、情報収集*阿部、黒羽子				コロナポ	Marino Beach コロナポ
12 2022/10/5 水	資料整理/団内協議				コロナポ	Marino Beach コロナポ
13 2022/10/6 木	資料整理/団内協議 13:00 保健省報告				コロナポ	Marino Beach コロナポ
14 2022/10/7 金	11:00 JICA事務所報告 コロナポ(19:15)⇒成田(07:35+1)by UL454				コロナポ	機中泊
15 2022/10/8 土	帰国				—	—

1) Ministry of Health (MOH)	
Dr. Sunil De Alwis	Consultant in Medical Administration, Additional Secretary (Medical Services)
Rasaonah Mariah	Assistant
Mr. U.A.S.H Sisira Kumara	DDG (Logistics)
Eng. A.S. Darmabandu	Mechanical Engineer
Dr. U.M.G.S.Francis	SR (Med Admin)
Dr. P.Satheskumar	SR (Med Admin)
Dr. Udaya Gunathilaka	SR

2) Ministry of Power / State Ministry of Solar, Wind and Hydro Power Generation Projects Development	
Mr. Hemantha Samarakoon	Secretary
Mr. J. M. Athula	Director General
Mr. H. K. Wickramasinghe	Deputy Director General (Demand Side Management)

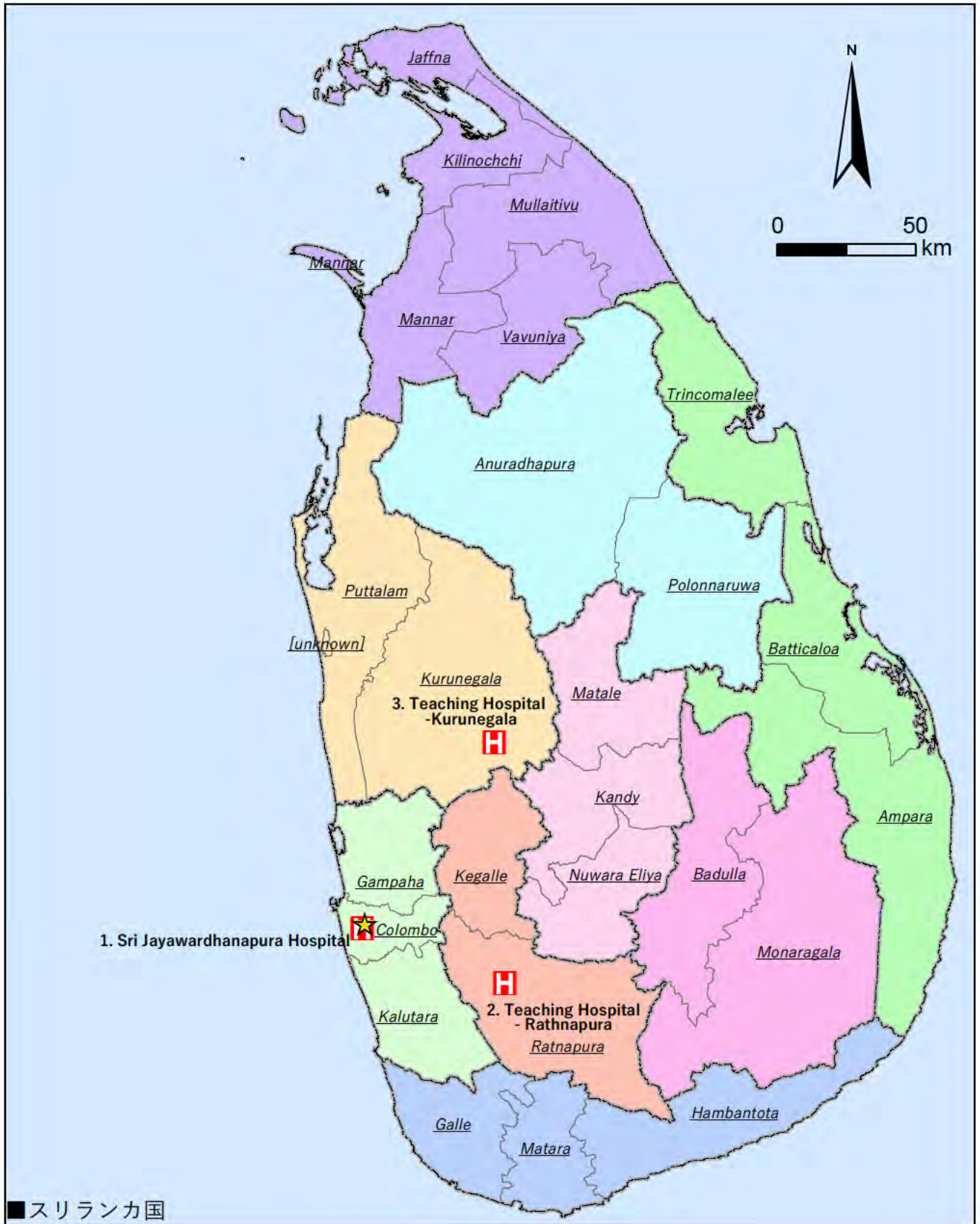
3) Teaching Hospital (TH) – Ragama	
Dr. S.P.A. Liyanage Ranaweera	Director
Dr. Rasika Liyanage	Deputy Director
V.R.W.R Premarathna	PM (WP2-1)
Dr. Pawan Karunaratna	Medical officer-Ragama
Dr. Viraj Weerakkodi	-
R.N.S.Mendis	Technical officer (Electrical)
H.G.C.Lakshani	Public Health Management Assistant

4) Teaching Hospital (TH) - Karapitiya	
Dr. S.D.U.M Ranga	Director
Dr, Nishani Ubeysekara	Deputy Director
Dr. Harshani Ubeysekara	Deputy Director
L.P.S. Kumara	Chief Accountant

5) Teaching Hospital (TH) - Kurunegala	
Dr. I M.S.M. Rajakaruna	DD
H.M.I.S. Herath	Do-(Electrical)
Dr. Anil	-
W.S. Lalith Kumara	-
Asanka Lakmal	Resident Engineer
Isuru Milinda	Technical officer
E.D.M.K. Wijeyasinghe	Do-(Planning)
H.M.J.P.B.Herath	H M A

5) Teaching Hospital (TH) - Rathnapura	
Dr. M.D.A. Rodrigo	Director
Dr. R.D.S Ranasinghe	Deputy Director
Dr. K.D. Upul Rathnayake	Medical Officer Quality Management
Dr. W.D. M Weerasekara	MO-Planning
H.G.M. Chandrani	Development Officer
I.B.Y. Kand	Development Officer

6) Sri Jawardhanapura General Hospital (SJGH)	
Dr. Rathnasiri A. Hewage	Director
Dr. K.C. Ranagsinghe	Deputy Director
S. D. Jayasinghe	Chairman
Dr. Sandamali Amaratunga	MU Planning
Dr. Y. Pathirana	Registrar Med Ad
T.W. Jayanthi	Electrical Forman
D. Thotawatta	Accountant
S. Handapangoda	Admin officer
Dr. P. Wijeynayake	Registrar -Med Admin
Dr. K. T. Samarathna	Registrar -Med Admin
S.D. Victor	M.E.
Dr. Sameera Thanthrige	Registrar -Med Admin
Dr. Duminda Sasanka	Registrar -Med Admin



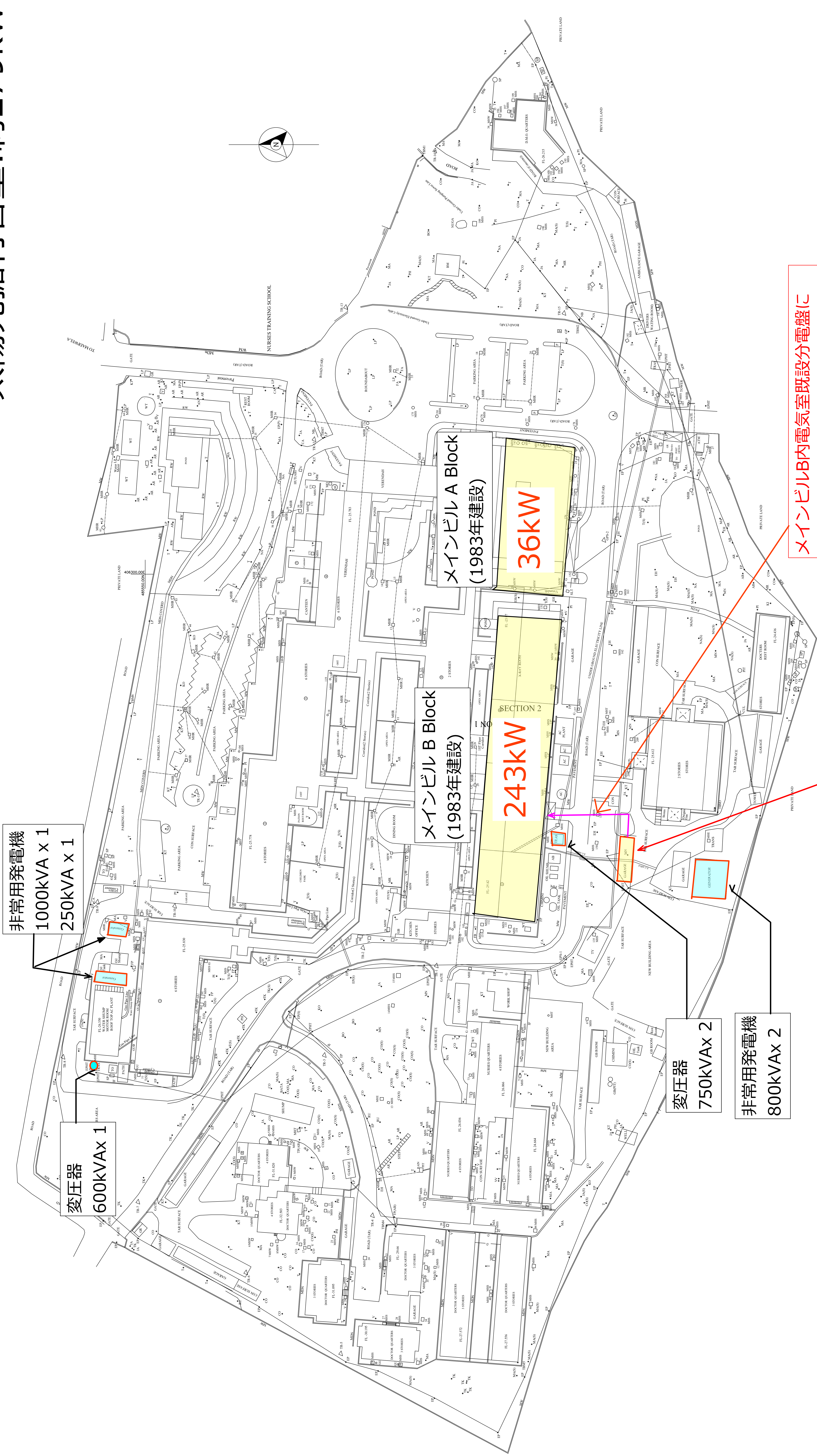
凡例

- ★ 首都 スリ・ジャヤワルダナプラ・コッテ
- 病院
- 州境
- 州名
 - Central
 - Eastern
 - North Central
 - North Western
 - Northern
 - Sabaragamuwa
 - Southern
 - Uva
 - Western

調査対象地位置図

スリジャヤワルダナプラ病院

太陽光据付容量:約279kW





Aブロック

Bブロック

(パネル設置)



Bブロック屋根
(パネル設置)



Bブロック屋根
(パネル設置)



屋根内側



太陽光発電システム
コンテナ設置候補



Bブロック屋根
(パネル設置)

スリジャヤワルダナプラ教育病院



33kV受電設備



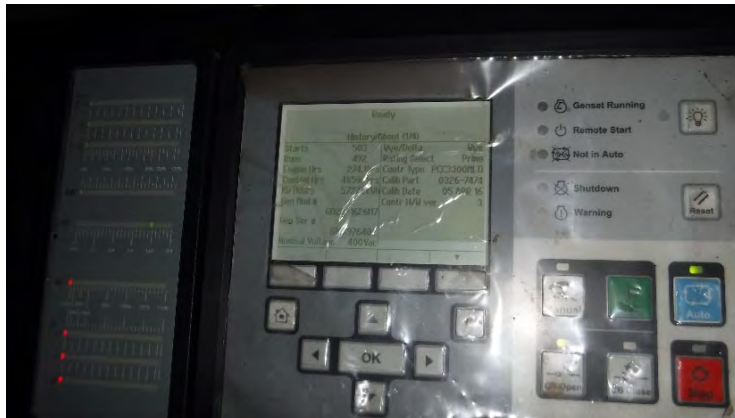
受配電設備監視制御盤



415V 低圧主幹盤及び分電盤



750kVA変圧器(東芝製)

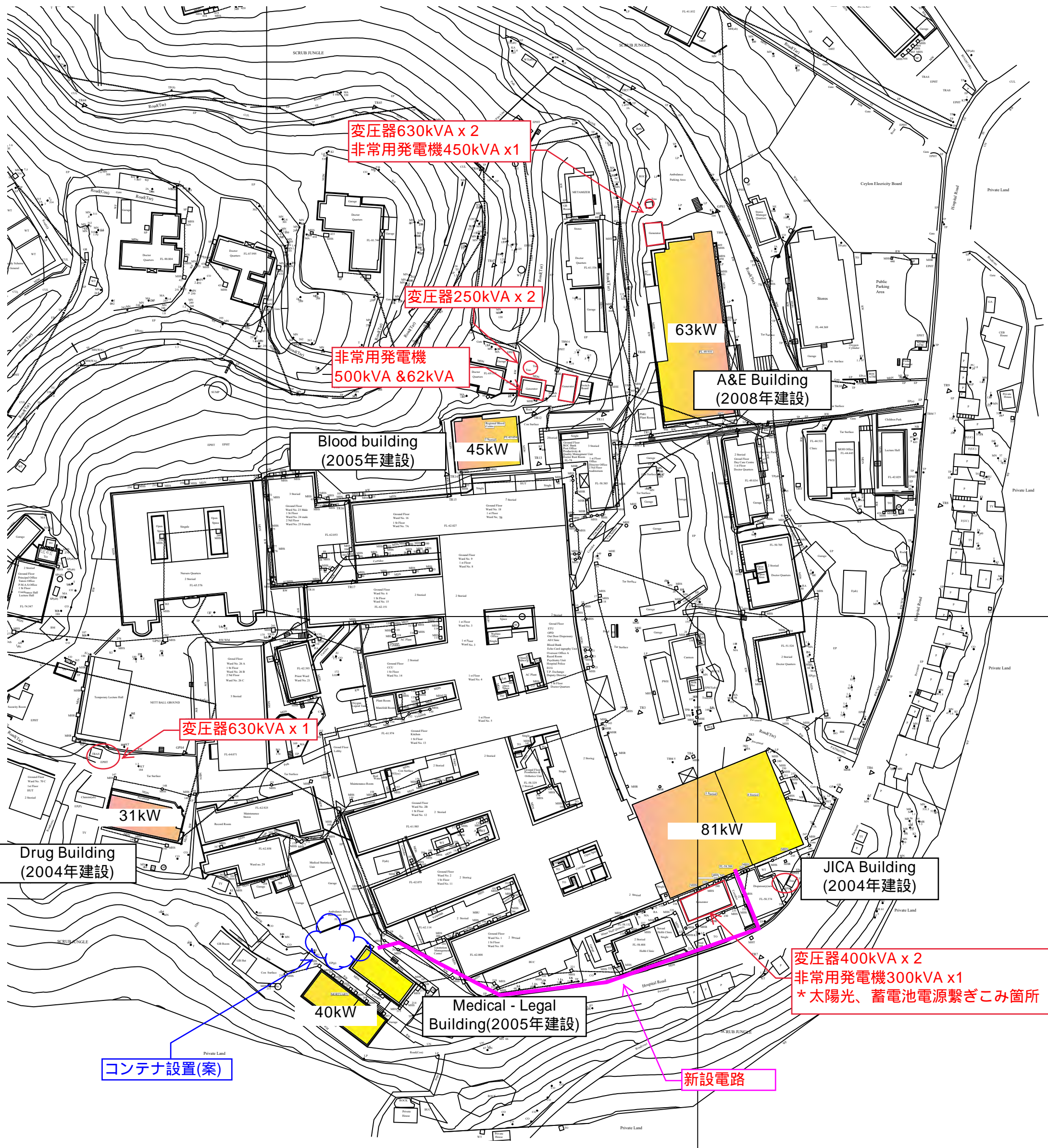


800kVA非常用発電機
監視パネル(運転状態表示)

North

ラトナプラ教育病院

太陽光据付容量：約265kW





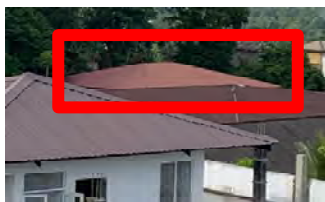
JICA Building
(パネル設置)



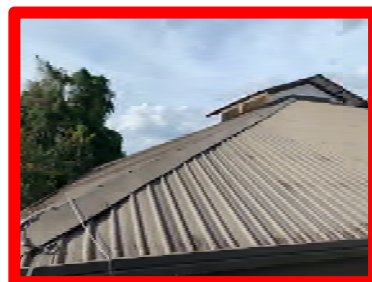
Medical-Legal Building
(パネル設置)



Drug Building
(パネル設置)



Blood Building
(パネル設置)



A & E Building
(パネル設置)



250kVA x 2変圧器
(Blood bank, mainビル用)



630kVA x 1変圧器
(A&Eビル用)



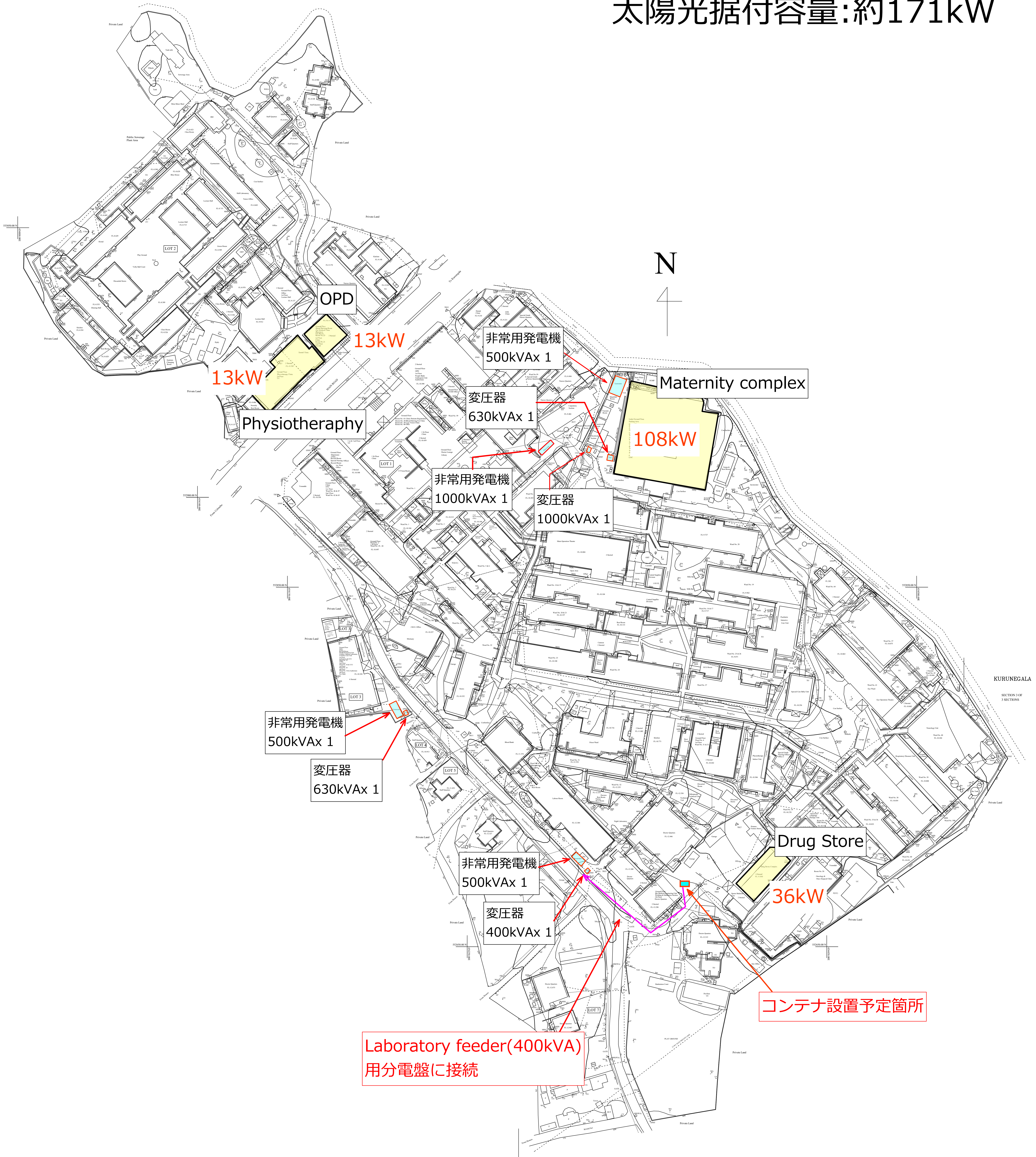
400kVA x 2変圧器
(JICAビル用)



JICAビル用開閉設備
設備改造後太陽光,バッテリー電源
繋ぎこみ予定

クルネガラ病院

太陽光据付容量:約171kW





**Physiotherapy
(パネル設置)**



**OPD
(パネル設置)**



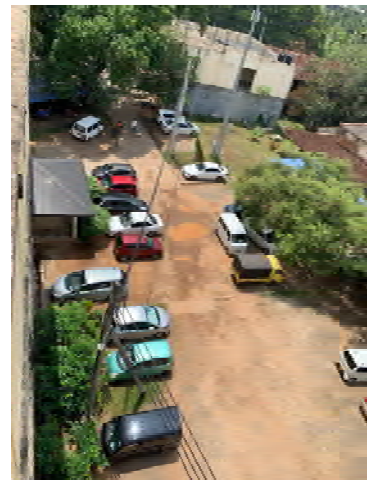
Accident & emergency



RadioLogy



**Maternity
(パネル設置)**



太陽光発電システムコンテナ設置候補



**Drug
(パネル設置)**



クルネガラ教育病院



1000kVA 受電設備



メインフィーダー分電盤



800kVA受電設備



630kVA受電設備



既設太陽光パネル

カラピテア病院

太陽光据付容量 99kW





**Accident & emergency
(パネル設置)**



Caediothoracic



**NEPHROLOGY
(パネル設置)**



No.178



No.177



**駐車場
(パネル設置)**

カラピティア教育病院



既設変圧器 630kVA



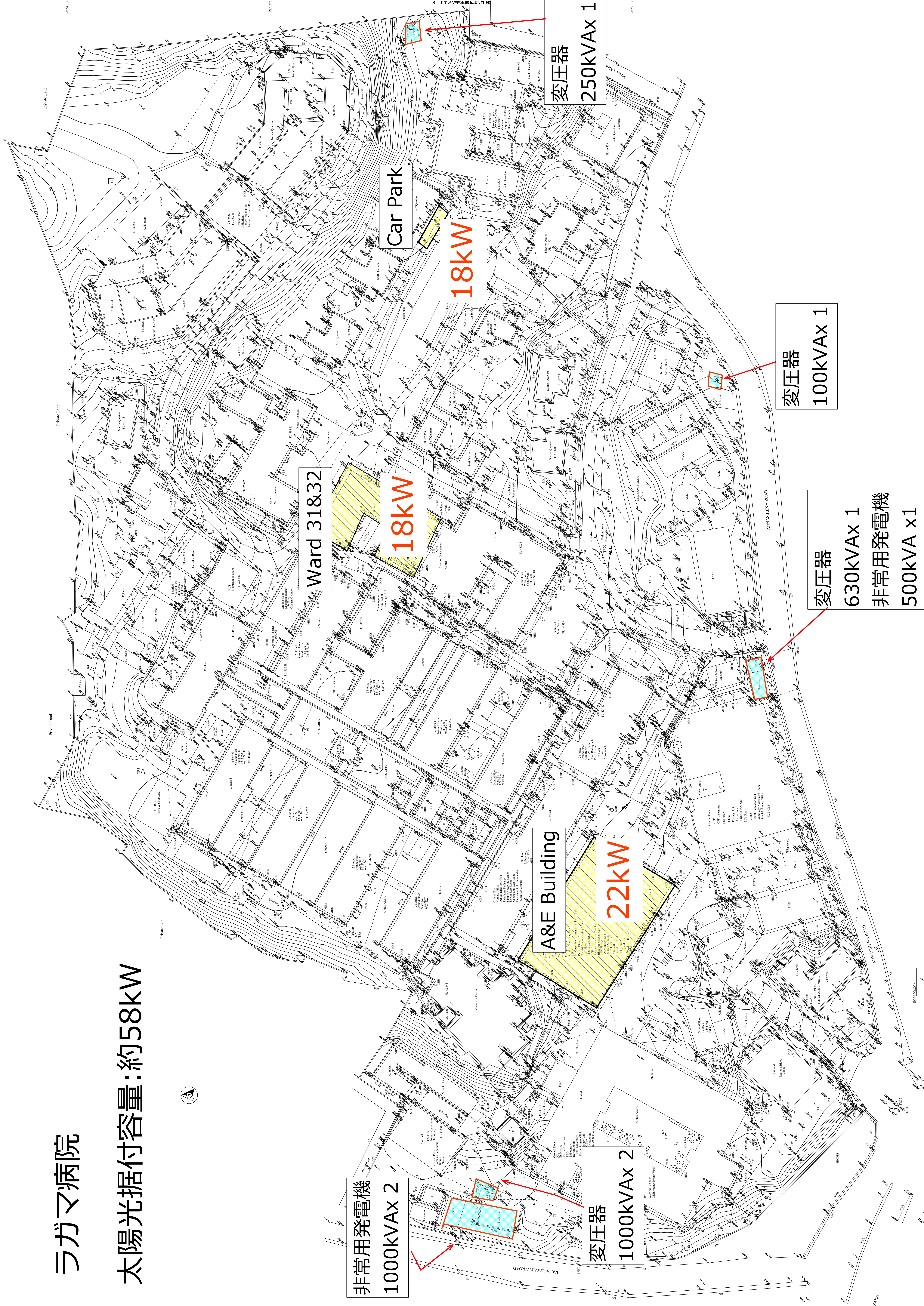
受電変圧器2次CB
(小動物侵入により焼損)



新設Kidneyビル用
受電開閉設備

ラガマ病院

太陽光据付容量:約58kW





Professor



**A&E
(パネル設置)**



OPD



**ward31&32
(パネル設置)**



**駐車場
(パネル設置)**



630kVA変圧器



630kVA系統
分電盤(一部焼損)



A&Eビル内分電盤



1000kVA変圧器



1000kVA 低圧
開閉装置



電力量計
CEB手配品

**DATA COLLECTION SURVEY
ON
THE POTENTIAL PROJECT FOR PV SYSTEM
IN SRI LANKA**

FIELD SURVEY IN SRI LANKA

SEPTEMBER, 2022

JICA SURVEY TEAM

Contents

1. Introduction
2. Proposed Project Sites
3. Expected Effects/Benefits (Preliminary)
4. PV System Configuration (Preliminary)
5. PV Module Arrangement

1. Introduction

Objectives of the Survey

Data Collection and Discussion of both Technical and Financial aspects with the parties concerned in order to excavate potential projects (Grant aid) for JICA's consideration.

Screening for the Project Sites

Example of Criteria

- Effectiveness (Urgent needs, Benefit)
- Impact (Financial, Social)
- Relevance (Site condition, Environmental)
- Sustainability (O&M)

* At the stage of the Survey, no commitment will be made from the Survey Team concerning the preparatory survey or realization of the Project.

2. Proposed Project Sites

Teaching Hospitals

Rathnapura

- Beds: 1,488 (54.7%)
- Outpatients: 424,850 (20%)

Kurunegala

- Beds: 2,548 (40.5%)
- Outpatients: 246,118 (5.3%)

Sri Jayawardhanapura

- Beds: 1,060 (7.4%)
- Outpatients: 19,803 (0.3%)

Karapitiya

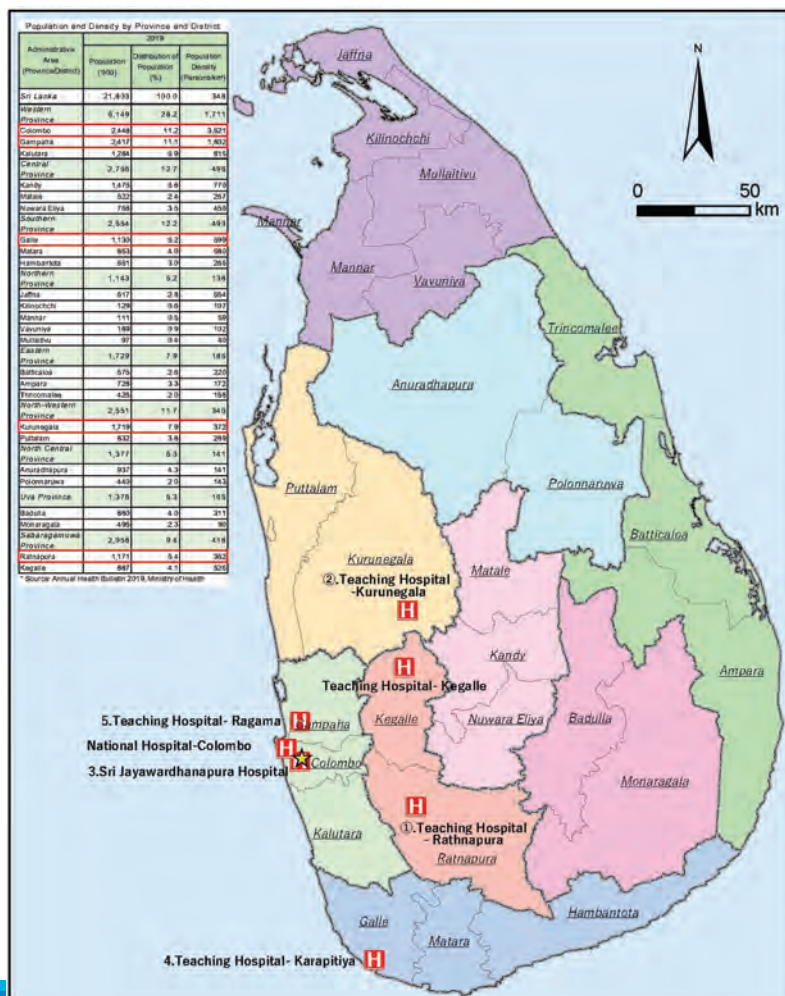
- Beds: 1,890 (41.6%)
- Outpatients: 168,593 (5.7%)

Ragama

- Beds: 1,729 (12.1%)
- Outpatients: 113,482 (1.9%)

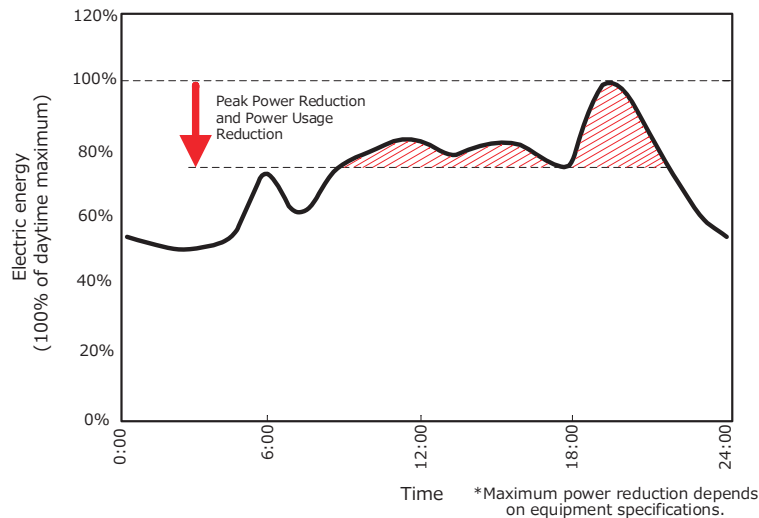
* Note: (% of the District (MoH 2019))

* Kagalle and National Hospital Colombo might be substitutes for the above sites



3. Expected Effects/Benefits (Preliminary)

No.	Function	Effects	Evaluation
1	Solar power generation + battery interconnected operation	Maximizing renewable energy can reduce power purchased from Power system →Peak Power Reduction and Power Usage Reduction	Reduction in purchased electricity
2	Solar power generation + battery interconnected operation	Maximizing renewable energy can reduce fuel costs.	Fuel Cost Reduction



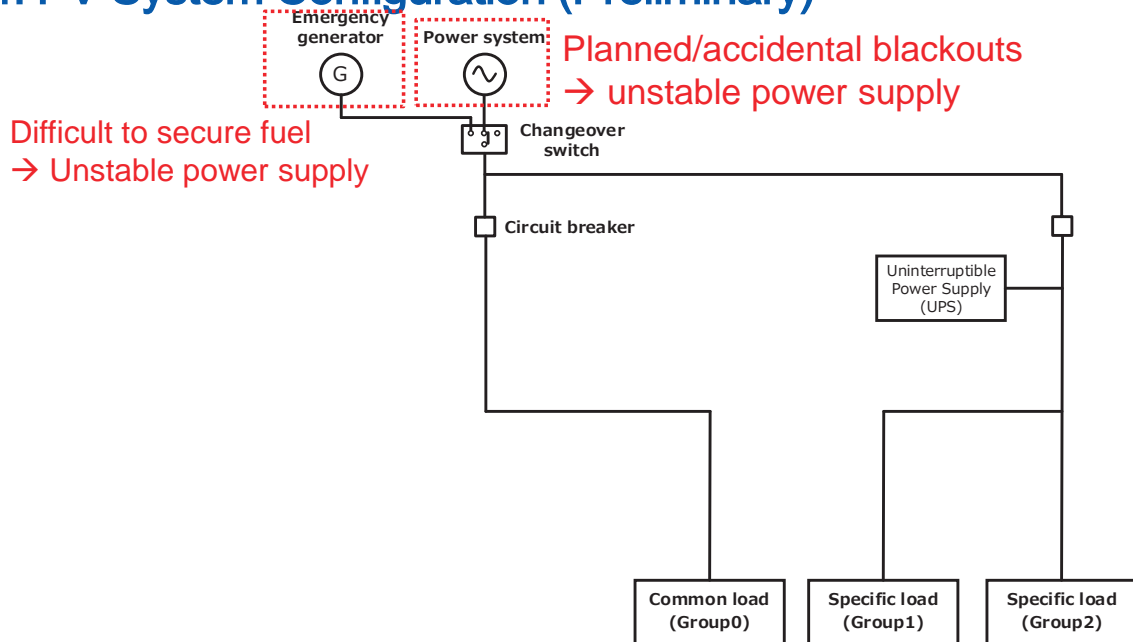
[Daily load curve in Sri Lanka and image of the effect of applying solar power generation + battery]

3. Expected Effects/Benefits (Preliminary)

【Financial Perspectives】

Benefit	Evaluation
①Payment of Electricity will be reduced.	Reduction in electricity costs
②Depreciation period of Solar system operation and expenses can be recorded to reduce income.	Tax avoidance
③Electricity generated from renewable energy can be sold to electric power companies.	Increased revenues
④The impact of high electricity prices due to the high cost of crude oil and other raw materials can be reduced.	Minor impact of electricity price hikes
⑤Roof-mounted solar modules are expected to reduce heat penetration into the building and improve cooling efficiency.	Reduction of cooling costs
⑥The reduction of fossil fuels will also reduce the generation of greenhouse gases.	Reduced consumption of fossil fuels SDGs Initiatives Expected to Promote ESG Investments

4. PV System Configuration (Preliminary)



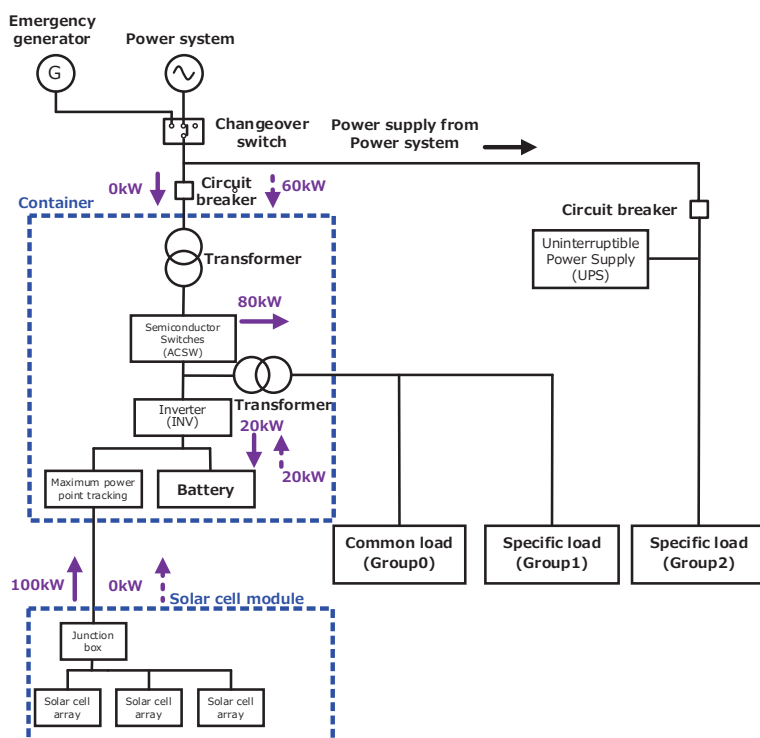
[Current electrical circuit (assumed)]

- It is assumed that "emergency generators" and "uninterruptible power supplies (UPS)" are applied to hospital facilities as backup power sources in the event of a power failure.
- When power outage occurs, power is supplied to Specific loads from the UPS without interruption. Subsequently, power is supplied from the emergency generator by switching the circuit breaker.
- Due to planned power outages and difficulties in securing fuel for the emergency generator, there are issues with stable power supply.

6

4. PV System Configuration (Preliminary)

(1) Solar power generation + battery interconnected operation



[Solar power generation system and storage battery system (example)]

[Example of power supply]

Daytime

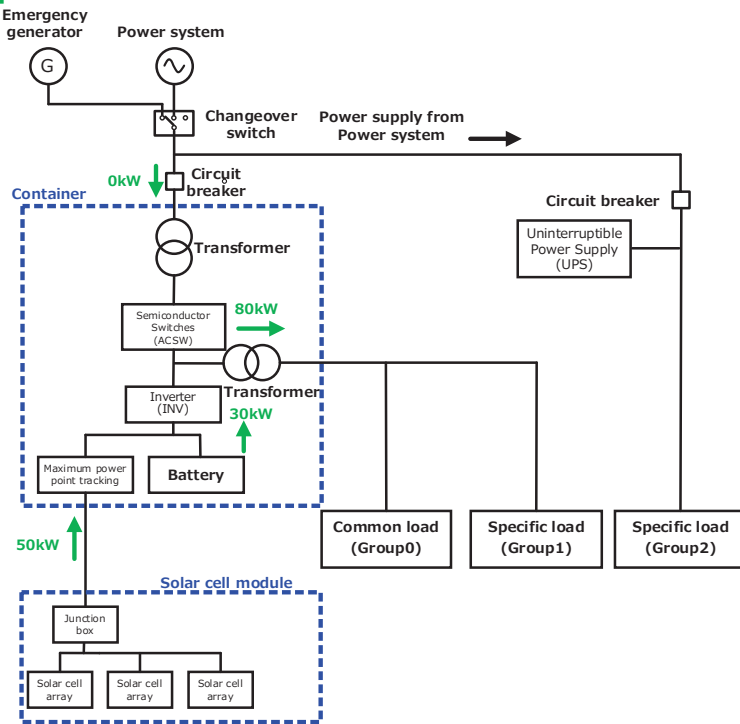
- When solar power generation is sufficient and storage batteries can be charged, power is supplied to specific load (Group 1) and Common load (Group 0) and storage batteries are charged.
- If solar power generation is sufficient, the amount of electricity purchased can be reduced (**purple solid line**).
- Discharge from the battery in response to changes in solar power generation suppresses changes in the amount of electricity purchased.
- When Common load (Group0) and Specific load (Group1) increase, power will be supplied from Power system.

Night time (purple dashed line)

- Discharging from the battery reduces the amount of electricity purchased

4. PV System Configuration (Preliminary)

(2) Solar power generation + battery interconnected operation



[Solar power generation system and storage battery system (example)]

[Example of power supply with a power capacity of 100 kW]

Accident occurred

- ✓ When power is not supplied from power system due to planned power outage or accidents, power is supplied from emergency generators.
- ✓ The most important load, specific load (Group 2), is supplied with power from the uninterruptible power supply unit, while specific load (Group 1) and general load (Group 0) are supplied with power from solar cells and batteries.
- ✓ After the emergency generator is activated, the output of each device is optimally controlled according to load conditions from the emergency generator, solar battery, and battery (image shown in solid green).

8

5. PV Module Arrangement

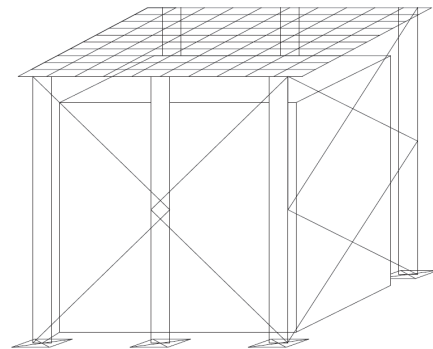
Expected PV module arrangement

The expected structure for new PV module is as described below.

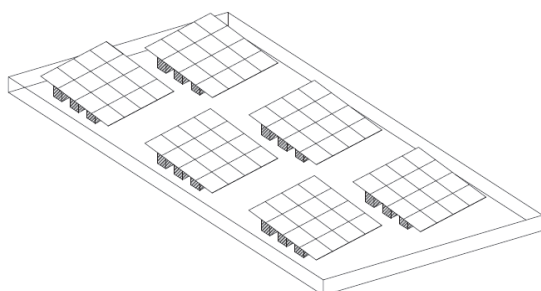


Type-A: On the Existing Roof

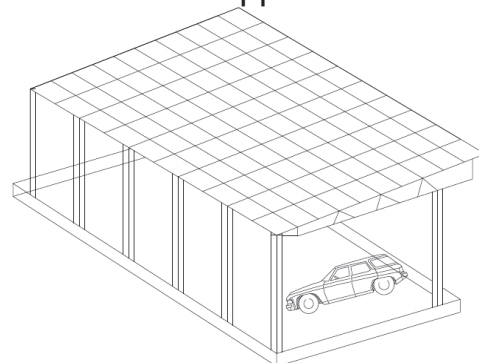
Source: GUIDELINES ON ROOFTOP SOLAR PV INSTALLATION FOR SOLAR SERVICE PROVIDERS



Type-B: On the Support Structure (image)



Type-C: On the Ground (image)



Type-D: On the Parking Roof (image)

Thank you for your attention

別添6： 案件概要書（案）

案件概要書：スリランカ太陽光発電活用無償案件

1. 基本情報

- (1) 国名：スリランカ民主社会主義共和国
- (2) プロジェクトサイト／対象地域名：スリジャヤワルダナプラ教育病院／コロombo県、ラトナプラ教育病院／ラトナプラ県、クルネガラ教育病院／クルネガラ県
- (3) 案件名：太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画
- (4) 事業の要約：電力系統や自家用発電機による電力供給の一部を太陽光発電により代替することにより、医療施設の電力供給と医療サービス向上に寄与する。想定される総事業費用は約 23.5 億円。

2. 事業の背景と必要性

- (1) 当該国における保健医療サービス運営の現状・課題及び本事業の位置付け
 - ① 政策/上位計画：国家保健政策（National Health Policy 2016-2025）
 - ② 電気料金支払状況：スリジャヤワルダナプラ教育病院：約 39 万 4 千米ドル、ラトナプラ教育病院：約 18 万 3 千米ドル、クルネガラ教育病院：約 25 万米ドル
 - ③ 案件形成のポイント：最適な太陽電池モジュールの設置と発電電力量が期待できるか、維持管理の実施（持続性）
- (2) 我が国の国別開発協力方針等と本事業の位置付け
 - ① 重点分野（中目標）：（脆弱性の軽減）保健医療などの分野を中心として関連施設の整備や能力強化などの社会サービス基盤の改善支援を行う。
 - ② 関連する過去の JICA 事業実績：

実施年度	案 件 名	案件種別	供与額
交換公文 (E/N)：1997 年 5 月	スリ・ジャヤワルダナプラ国立看護学校設立計画	無償	14.45 億円
交換公文 (E/N)：2000 年 9 月	ラトナプラ総合病院整備計画（第 2 期）	無償	14.28 億円
交換公文 (E/N)：2008 年 5 月	アヌラダプラ教育病院整備計画	無償	18.03 億円
贈与契約 (G/A)：2009 年 1 月	第二次アヌラダプラ教育病院整備計画	無償	3.9 億円
贈与契約 (G/A)：2010 年 3 月	ジャフナ教育病院中央機能改善計画	無償	22.98 億円
借款契約 (L/A) 調印：2001 年 1 月	血液供給システム改善事業	有償	15.08 億円
借款契約 (L/A) 調印：2012 年 3 月	地方基礎社会サービス改善事業	有償	39.35 億円
借款契約 (L/A) 調印：2018 年 7 月	保健医療サービス改善事業	有償	106.39 億円
協力期間：1996 年 10 月～2001 年 9 月	看護教育プロジェクト	技協	-
協力期間：1998 年 2 月～2003 年 1 月	スリランカ ペラデニア大学歯学教育プロジェクト	技協	-
協力期間：2008 年 5 月～2013 年 3 月	健康増進・予防医療サービス向上プロジェクト	技協	-

③ 他の援助機関の対応：要確認

④ 本事業を実施する意義：

スリランカ保健省は、国家保健政策 2016-2025 年において「質の高い啓発・予防・治療・

リハビリ・サービスの提供により、国民の健康状態を高め、国家の社会・経済の発展に寄与する」ことをミッションとし、治療に関しては、公平で総合的な心疾患治療の提供を戦略の1つとしてあげている。また、治療に関連し検査・研究・訓練機関の整備、医療機関への効果的な資機材の提供が戦略に含まれている。本事業は国家政策と整合しており、同政策の実現に貢献するものと考えられる。

3. 事業概要

(1) 事業概要

- ① 事業の目的：本事業は、経済危機に直面するスリランカ国の医療機関向けに太陽光発電設備、蓄電池設備を導入することで、電力供給の安定化や医療設備の経営改善を図るとともに、地域医療の発展に寄与することを目的としている。
- ② 事業内容：
 - ア) 施設、機材等の内容：

スコープ		物量
【スリジャワルダナ病院】 調達 + 据付		
1. 太陽光発電パネル及び付帯設備	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 太陽光発電モジュール（メインビル用） ➤ 太陽光発電モジュール設置用架台 ➤ 接続箱及び集電箱(MCCB,DS,SPD 含む) 	一式
2. コンテナ装置	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DC/AC 変換用インバータ ➤ 電力補償用蓄電池 ➤ ACスイッチ ➤ 絶縁用変圧器 ➤ 機器内蔵用コンテナ及び付帯電気設備（照明、コンテナ空調） 	一式
3. ケーブル他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DC ケーブル及びケーブルトレイ、電線管、プルボックス他 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 太陽光発電モジュール～インバータ間 ✓ 蓄電池～インバータ間 ➤ AC ケーブル及びケーブルトレイ、電線管、配電柱、プルボックス他 <ul style="list-style-type: none"> ✓ インバータ～絶縁用変圧器間 ✓ 絶縁用変圧器～既設配電盤間 ✓ コンテナ付帯電気設備用 ➤ 通信ケーブル(LAN、光) *太陽光発電システム遠隔監視用 	一式
4. 既設配電盤他改造	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 低圧開閉装置及び端子台 ➤ 接続用端子 BOX ➤ 電力量計新設工事 *CEB 配電系統への太陽光発電設備連系のため低圧 415V への双方向電力量計新設及び付帯 CT,VT,接続盤据え付け作業 	一式
5. 太陽光発電システム監視装置	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 遠隔監視用システム及びデータサーバーユニット ➤ 運転状態監視装置（パブリック表示用モニタ） ➤ 運転状態監視装置（遠隔監視用タブレット） 	
6. 関連土木建築工事	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 太陽光発電モジュール設置に伴う、既設屋根補強工事 ➤ コンテナ設置用基礎工事及び接地工事 	一式
【ラトナプラ病院】 調達 + 据付		
1. 太陽光発電パネル及び付帯設備	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 太陽光発電モジュール（JICA, Medical -legal, Drug, A&E ,Blood building 用） ➤ 太陽光発電モジュール設置用架台接続箱及び集電箱(MCCB,DS,SPD 含む) 	一式
2. コンテナ装置	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DC/AC 変換用インバータ ➤ 電力補償用蓄電池 	一式

		スコープ	物量
		<ul style="list-style-type: none"> ➤ ACスイッチ ➤ 絶縁用変圧器 ➤ 機器内蔵用コンテナ及び付帯電気設備（照明、コンテナ空調） 	
	3. ケーブル他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DC ケーブル及びケーブルトレイ、電線管、プルボックス他 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 太陽光発電モジュール～インバータ間 ✓ 蓄電池～インバータ間 ➤ AC ケーブル及びケーブルトレイ、電線管、配電柱、プルボックス他 <ul style="list-style-type: none"> ✓ インバータ～絶縁用変圧器間 ✓ 絶縁用変圧器～既設配電盤間 ✓ コンテナ付帯電気設備用 ➤ 通信ケーブル(LAN、光) *太陽光発電システム遠隔監視用 	一式
	4. 既設配電盤他改造	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 低圧開閉装置及び端子台 ➤ 接続用端子 BOX ➤ 電力量計更新工事 既設 JICA building 受電設備用電力量計更新（単方向→双方向用） 	一式
	5. 太陽光発電システム監視装置	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 遠隔監視用システム及びデータサーバーユニット ➤ 運転状態監視装置（パブリック表示用モニタ） ➤ 運転状態監視装置（遠隔監視用タブレット） 	一式
	6. 関連土木建築工事	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 太陽光発電モジュール設置に伴う、既設屋根補強工事 ➤ コンテナ設置用基礎工事及び接地工事 	一式
【クルネガラ病院】 調達 + 据付			
	太陽光発電パネル及び付帯設備	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 太陽光発電モジュール（Maternity complex, Drug Store, OPD, Physiotherapy 用） ➤ 太陽光発電モジュール設置用架台接続箱及び集電箱(MCCB,DS,SPD 含む) 	一式
	コンテナ装置	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DC/AC 変換用インバータ ➤ 電力補償用蓄電池 ➤ AC スイッチ ➤ 絶縁用変圧器 ➤ 機器内蔵用コンテナ及び付帯電気設備（照明、コンテナ空調） 	一式
	ケーブル他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DC ケーブル及びケーブルトレイ、電線管、プルボックス他 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 太陽光発電モジュール～インバータ間 ✓ 蓄電池～インバータ間 ➤ AC ケーブル及びケーブルトレイ、電線管、配電柱、プルボックス他 <ul style="list-style-type: none"> ✓ インバータ～絶縁用変圧器間 ✓ 絶縁用変圧器～既設配電盤間 ✓ コンテナ付帯電気設備用 ➤ 通信ケーブル(LAN、光) *太陽光発電システム遠隔監視用 	一式
	既設配電盤他改造	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 低圧開閉装置及び端子台 ➤ 接続用端子 BOX ➤ 電力量計更新工事 ➤ 既設 Main building 受電設備用電力量計更新（単方向→双方向用） 	一式
	太陽光発電システム監視装置	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 遠隔監視用システム及びデータサーバーユニット ➤ 運転状態監視装置（パブリック表示用モニタ） ➤ 運転状態監視装置（遠隔監視用タブレット） 	一式
	関連土木建築工事	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 太陽光発電モジュール設置に伴う、既設屋根補強工事 ➤ コンテナ設置用基礎工事及び接地工事 	一式
設計・入札・施工監理			一式

③ 他の JICA 事業との関係：要確認

(2) 総事業費／概算協力額

総事業費約 2,324 百万円（概算協力額（日本側）：約 2,324 百万円、スリランカ国側：約 0 百万円）

単年度／A 国債（DD+本体〇年）／B 国債（〇年）／追加贈与

項目別費用内訳については協力準備調査にて詳細確認する。

(3) 事業実施スケジュール（協力期間）：実施スケジュールについては協力準備調査にて詳細確認する。

(4) 事業実施体制

① 事業実施機関／実施体制：保健省

② 他機関との連携・役割分担：要確認

③ 運営／維持管理体制：保健省・病院

(5) 安全対策：要確認

(6) 環境社会配慮カテゴリ分類：C

(7) 横断的事項：保健・医療分野とエネルギー分野の横断的な案件

(8) ジェンダー分類：要確認

(9) その他特記事項：

4. 事業効果

(1) 定量的効果

① スリジャヤワルダナプラ教育病院

指標名	基準値 (20XX 年実績値)	目標値 (20XX 年) 【事業完成 3 年後】
新設太陽光発電による年間発電電力量が占める割合 (2021 年比) (%)	0	6.9 (=434MWh/6,245kWh)
1 ヶ月あたりの電気料金 (\$)	***	***

② ラトムプラ教育病院

指標名	基準値 (20XX 年実績値)	目標値 (20XX 年) 【事業完成 3 年後】
新設太陽光発電による年間発電電力量が占める割合 (2021 年比) (%)	0	12.3 (=412MWh/3,361kWh)
1 ヶ月あたりの電気料金 (\$)	***	***

③ クルネガラ国立病院

指標名	基準値 (20XX 年実績値)	目標値 (20XX 年) 【事業完成 3 年後】
新設太陽光発電による年間発電電力量が占める割合 (2021 年比) (%)	0	5.2 (=266MWh/5,131kWh)
1 ヶ月あたりの電気料金 (\$)	***	***

(2) 定性的効果

国立病院などの医療施設における社会サービスの向上、産業発展

5. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

ガイアナでの無償資金協力「再生可能エネルギー・省エネルギーシステム導入計画」(2018年)では、実施機関が電力会社ではなくエンドユーザーであったため、ソフトコンポーネントを実施したことから、適切な運用維持管理が行われている。この教訓を踏まえ、本事業の太陽光発電システムもエンドユーザーによる運転・維持管理を想定しているため、ソフトコンポーネントの実施並びに係る維持管理費用については、先方負担について速やかな予算措置を促すべく、先方政府と緊密に連携していく。

6. その他

- (1) 前提条件・外部条件：本事業で調達する太陽光発電システムの設置個所が確保される。
- (2) 今後のスケジュール（案）：
- (3) 留意点等：要確認

6. 第4次現地調査（マダガスカル）

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

第二回現地調査報告（マダガスカル）

1. 調査日程と団員構成

4名の調査団員が、10月20日に現地に到着して10月31日まで、エネルギー・炭化水素省（MEH）マダガスカル電力・水公社（JIRAMA）との協議、トアマシナにおけるサイト調査を実施した。

表1：調査団員

	担当事項	氏名	所属
1	業務主任／電力投資計画	阿部 真	八千代エンジニアリング（株）
2	配電設備計画	大橋 圭一郎	西日本技術開発（株）
3	送変電設備2	中村 太郎	西日本技術開発（株）
4	社会経済調査	白石 いずみ	八千代エンジニアリング（株）

詳細な現地調査日程と面談者は、**別添2**と**別添3**に示す。

2. 調査の背景

2020年10月から机上での基礎情報収集を行い、JIRAMAからは支援ニーズの提示と調査実施の要請があった。2022年5月に調査団は、同要請を基に、首都アンタナナリボとトアマシナを対象とした現地調査を実施して、電力需給状況、既設の変電所、配電線、訓練施設等の運用状況等を確認し、両都市のプロジェクト候補案を作成した。

この調査結果から、社会インフラ整備が進み経済発展が期待される一方で、脆弱な電力供給状況にあるトアマシナの配変電設備増強が、緊急性や有効性が高いと考えられることから、第二次現地調査を実施して、より具体的な支援の内容や社会経済へのインパクトを確認する、プロジェクト形成を行うこととなった。

3. 調査結果（事業計画概要案）

(1) 事業対象地域の概況

① 概況

事業対象地域であるトアマシナ都市圏は、トアマシナ都市コミュニティ(CUT)とその周辺の4コミュニティによって形成されている。

マダガスカル最大の商業港であるトアマシナ港が街の東端に位置し、その近傍に都市の中心部がある。港と中心部を有するCUTは5つの自治区に分かれており、北部には空港、南部には工場や倉庫などの工業施設が立ち並ぶ。

CUT内では市街化が進んでおり人口も増加傾向にあるが、CUTを取り巻く4つのコミュニティ（Toamasina Suburbaine、Antetезambaro、Fanandrana、Amboditandrорoho）においては、あまり都市化が進んでおらず中心となる町の規模も小さい。

トアマシナ首都圏の人口及び世帯数は、表2の通りである。



図1：トアマシナ首都圏の行政区画

表 2 : トアマシナ都市圏の人口及び世帯数

コミュニティ	自治区	人口	世帯数
トアマシナ都市コミュニティ (CUT)	Ambodimanga	20,644	5,091
	Anjoma	46,063	11,713
	Morarano	88,007	23,221
	Tanambao V	45,137	12,133
	Ankirihiy	126,006	36,210
Toamasina Suburbaine		46,859	12,917
Antetezambaro		18,627	5,674
Fanandrana		17,644	5,062
Amboditandroroho		13,641	3,747
合計		422,628	115,768

出典: INSTAT RGPB-3(2018)

② 電力へのアクセス

IEA のデータによれば、2019 年の全国の電化率は 38.7% で、都市部と地方がそれぞれ 64.4% と 23.17% である。

2022 年現在、トアマシナ都市圏における JIRAMA の配電系統に接続されている世帯は 3 万 6 千世帯あり、18 万 8 千人が系統に接続されていると推定されている。JIRAMA は同都市圏の人口増加率を年 3% として需要の伸びの参考としており、仮に、2018 年の人口から年 3% の増加を見込むと同都市圏の人口はおよそ 53 万 2 千人となり、約 35% が JIRAMA の系統に接続されている計算となる。

(2) 電力需給状況

トアマシナの電力系統は、現在は同地区のみの独立系統を構成しており、電力供給は市内西部からの Volobe 水力発電所 1 号機及び JIRAMA や VESTOP、ENELEC が市内に保有するディーゼル発電設備によって賄われている。また ENELEC グループ会社の Green Power 社の太陽光発電設備などによる電力供給も行われている。配電系統は中圧 (35kV、20kV、5kV) 及び低圧 (200 V) の電圧階級にて構成されており、需要家向けの電力供給は既設 Tamatave-1 及び Tamatave-2 変電所 (以下 TM-1、TM-2) より行われている。

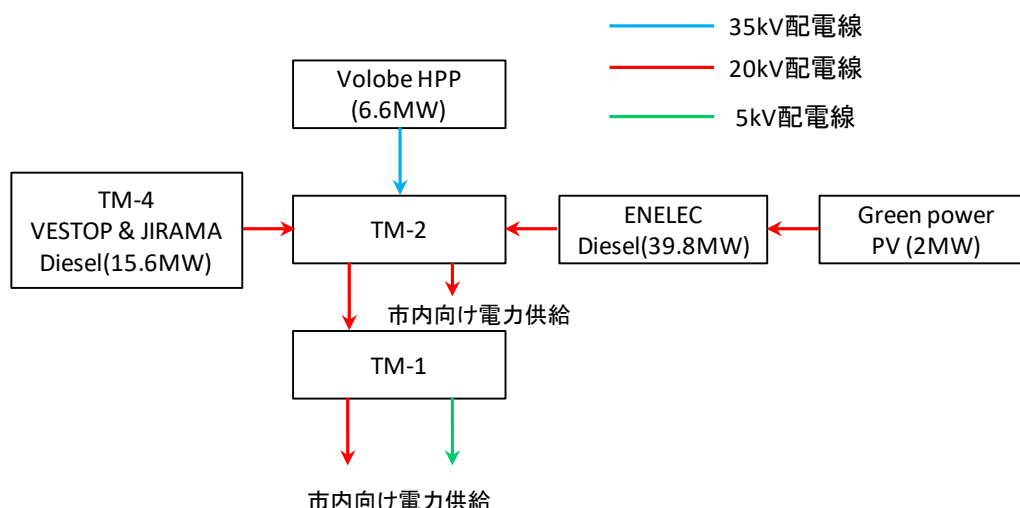


図 2 : トアマシナ地区の電力供給

同地区の最高電力は、2019 年で 28 MW を記録しているが、新型コロナウイルス感染症の蔓延で、経済活動の縮小に伴い減少したが、2022 年 10 月迄で 26MW 迄回復している。例年 11 月に最高需要を記録するので、今年 2019 年相当を記録することが予想される。

トアマシナ地区の発電設備の定格出力は、合計で約 62 MW であるが、実際の可能出力は約半分の 32 MW 程度である。また、変電・配電設備に関しても老朽化が激しく信頼性が非常に低い上に、増加する需要に対応できる容量が配電線導体、配電用変圧器の両方で十分でなく新規接

続希望の需要家への接続が順調に進んでいない。電化率向上に関しては発電と配電の両面からの足かせとなっている。

また、停電も頻繁に発生しており、TM-1の配電線（全6回線）だけでも2022年1月～9月の期間で128回停電している。停電の原因の半分程度が配電線における事故、約3割が発電設備の不具合や発電設備との連系線事故によるものとなっている。長距離の重負荷中圧配電線では電圧降下が大きく電力品質の面でも大きな課題がある。

JIRAMAのトアマシナ地域事務所では、発・配・変電の全ての面で解決すべき課題の存在を認識しているが、TM-1とTM-2の更新を第一の優先事項とし、次に配電網の増強が必要と考えている。

(3) 政策/上位計画

① PLAN EMERGENCE ADAGASCAR 2019-2023（マダガスカル新興計画（Madagascar Emergency Plan））

現政権の国家計画で、コミットメント No.9に「全ての人に水と電力を（Energy and Water for all）」を掲げている。

- 電力供給量を2倍にするために、最大800MW分の再生可能エネルギーを優先的に開発して電力供給を行う。
- 電力アクセスを促進して、（最低でも）電化率50%を達成する。
- 電気料金を下げる。
- JIRAMAの経営改革を推進して、財政収支をバランスさせる。
- 電力供給を強化する緊急的なマスタープランを策定する。

② LETTRE DE POLITIQUE DE L'ENERGIE DE MADAGASCAR 2015-2030（マダガスカルエネルギー政策（Madagascar Energy Policy））

エネルギー・炭化水素省が策定した、エネルギー分野の開発を促進するための政策文書（Nouvelle Politique de l'Energie of Madagascar: NPE）である。

- 2030年までに人口の70%が電力源、または照明へのアクセスできるようにする。
- 上記目標達成のため、水力発電の能力・効率の向上、送電網の延長、ミニグリッドの開発を行う。
- エネルギーミックスの再生可能エネルギーの割合を80%に引き上げる。
- JIRAMAのテクニカルロス・ノンテクニカルロスの削減を確実にするために、財務的・技術的・制度的な見直しを行う。
- 西部や南部での発電ポテンシャルが高い太陽光発電については、生産コストの低下による低コスト代替エネルギーとして推進する。

(4) 地域開発計画

① アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸（TaToM）

TaToMは、アンタナナリボ都市圏（アンタナナリボ都市コミュニティ(CUA)とその周辺の37コミュニティ）とトアマシナ都市圏を結ぶTaToM経済軸に関する総合開発計画である。トアマシナ国際港を中心とした海上交通と陸上交通を結ぶゲートウェイ機能を基にして、産業拠点や観光地としての繁栄を将来像として掲げている。

都市開発における問題として、CUTの人口増加に対して電力や水供給などの基礎インフラの整備が追いついていないこと、病院や教育施設、娯楽施設などが不十分であること、トアマシナ港が経済セクターの発展に十分に生かされていないことなどが挙げられている。

② 各コミュニティの計画

- トアマシナ市 (CUT)

CUT のコミュニティ投資計画では、「清潔で、調和し、啓発され、発展するトアマシナ」というビジョンが掲げられており、CUT の将来像が観光と経済発展を目指す TaToM のビジョンと一致していることが記されている。具体的な投資計画の重点分野として、地方行政の効率化、地域経済環境の改善、基礎的な社会サービスへのアクセス等が挙げられており、社会サービスのアクセスの項目には、防犯や環境改善のため、すべての村への街灯設置が計画として記載されている。

- CUT 周辺のコミュニティ

CUT に隣接する Toamasina Suburbaine や Fanandrana の最新の開発計画 (PCD) には、各コミュニティ内の一部地域に金やクロム、サファイア等の鉱物資源があるものの、技術の未整備やインフラの欠如等を理由としてコミュニティに経済効果をもたらすものとして開発されていないこと、一部の地域を除いては JIRAMA による配電網が整備されておらず、未だにソーラーパネルや蠟燭、薪炭等が生活の主要エネルギー源として利用されていること等が具体的な課題として挙げられている。さらに産業、教育、公共施設の各項目において電力の欠如が問題として提示されており、JIRAMA による電力供給が課題対応策の一つとされている。

(5) 電力開発計画/他の援助機関の対応

マダガスカルの電力セクターでは、2018 年に世銀の支援のもと、仏国のコンサルタント (ARTELIA Eau & Environnement) により最小費用コスト開発計画 (LCDP) 「*Mise à jour du plan de Développement de l' Electricité au Moindre Coût* (以下、PDMC と称す)」が策定された。

その後 PDMC は同コンサルタントにより 2021 年に更新され、将来マダガスカル政府による実施可能性を確保するための開発計画と位置づけられている。

トアマシナの電力供給を取り巻く、主な電力開発と他ドナーの支援状況を図 3 に示すが、これらは前述の PDMC を実施されているプロジェクトである。

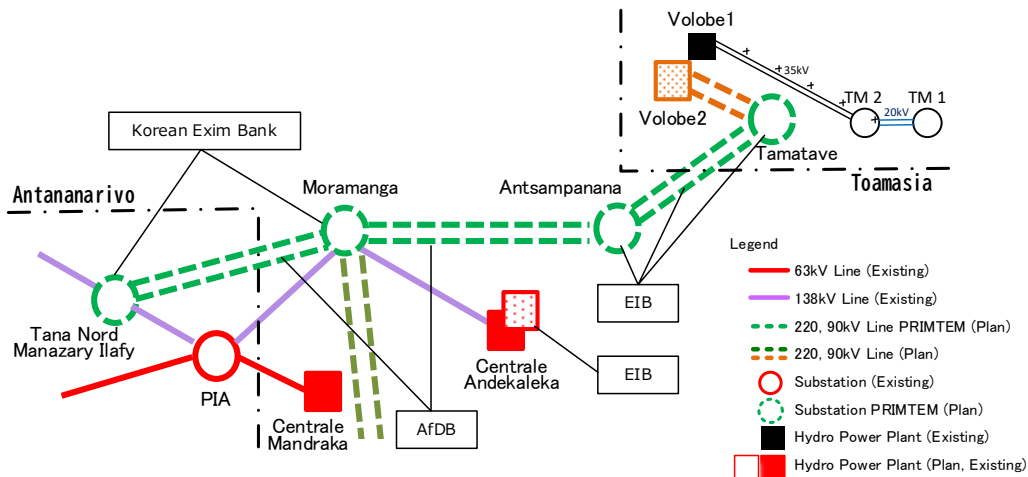


図 3 : トアマシナ電力供給に係る開発計画

① 発電

電源開発では、IPP による Volobe2 (120MW) の開発と送電線の建設が計画されているほか、EIB の支援による Andekaleka 発電所の増強 (32MW) が実施中である。概要を表 3 に示す。

表 3 : 電源開発計画の実施状況

ドナー/IPP	スコープ	完工目標	備考
IPP	<ul style="list-style-type: none"> 水力発電所の新設 <ul style="list-style-type: none"> - Volobe2 発電所 (120MW) 送電線建設 <ul style="list-style-type: none"> - Toamasina-Antsamp 	2027 年	JIRAMA、マダガスカル政府は IPP 事業者と買い取り価格等の交渉を行っている。JIRAMA の CEO によれば、2022 年中に契約締結の運びと

ドナー/IPP	スコープ	完工目標	備考
			なった。
European Investment Bank (EIB)	<ul style="list-style-type: none"> 水力発電所の増設 - Andekaleka 発電所 (32MW) 	2022 年	業者は中国のシノハイドロで年内に運用開始予定。(28 百万米ドル)

② 送変電

AfDB が主導する PRIRTEM (Projet d'Interconnexion et de Renforcement des Réseaux de Transport d'Énergie Électrique à Madagascar) のフェーズ 1 には、ある。

PRIRTEM (フェーズ 1) では複数のドナーが支援を実施しており、その概要を表 4 に示す。

表 4 : PRIRTEM (フェーズ 1) の概要

ドナー	スコープ	完工目標	備考
PRIRTEM (Phase1)	Moramanga と Antsampanana の地方電化のほか、アンタナナリボとトアマシナを結ぶ 220kV 送電線と変電所の建設。(200 百万ユーロ)		
European Investment Bank (EIB)	<ul style="list-style-type: none"> 送電線建設 - Toamasina-Antsampanana 変電所建設 - Toamasina - Antsampanana 	2025 年	入札図書の承認待ち。
African Development Bank (AfDB)	<ul style="list-style-type: none"> 送電線建設 - Manazary Ilafy - Moramanga - Moramanga - Antsampanana 	2025 年	入札評価の承認待ち。
Korea Eximbank (KEXIM)	<ul style="list-style-type: none"> 変電所建設 - Moramanga - Manazary Ilafy 	2025 年	入札図書の承認待ち。

③ 配変電

JIRAMA は中圧および低圧の配電設備の改修や 5kV 配電線の 20kV へのアップグレードを実施している。

また、世銀の支援にて、電力へのアクセス向上プロジェクトが実施されている。表 5 のとおり、スコープは大きく二つに分かれており、地方電化と既存配電システムの拡張については別添の位置図の中で対象範囲を示すが、本プロジェクト候補との関連性が非常に高い。

表 5 : 世界銀行支援の概要

ドナー	スコープ	実施年度	備考
World Bank - Least-Cost Electricity Access Development Project - LEAD	Solar PV, Solar Home System (SHS), ミニグリッド	2019 年～2024 年	1 万件の企業や 750 カ所のヘルスセンターを含む、170 万人の電化を期待している。(55 百万米ドル)
World Bank - Least-Cost Electricity Access Development Project - LEAD	地方電化と既存配電システムの拡張	2019 年～2024 年	低コストでより多くの接続を行うプロジェクト。(80 百万米ドル)

(6) 本事業を実施する意義

事業対象地域であるトアマシナ首都圏は、国内最大の商業港を有し TaToM の開発対象地として、今後の産業や観光開発が期待される地域であり、開発に伴い人口やエネルギーニーズの増加が予想される。

一方で、対象地域における現在の電力普及状況は CUT 内でも 50%程度、周辺コミューンである Fanandrana や Amboditandroho ではほぼ 0%である。さらに地域の電力供給の根幹である二つの変電所は、老朽化及びキャパシティ不足によりトラブルや停電が頻発し、既存の需要家のニーズへの対応すらままならない状態である。本調査で実施した顧客インタビューでは、JIRAMA のサービスの質が以前より向上したとの声は挙がったものの、計画停電の恒常化とトラブルによる停電の頻発に関する不満も大きく、JIRAMA の供給電力に対する顧客からの信頼は総じて低い。また、トアマシナ港を有するため、トアマシナ首都圏における工場施設の 7 割以上を輸出入業が占める一方で、縫製産業のような新たな製造業の工場誘致など、その運輸上の利点を活かす取組はなかなか進まず、不安定な電力供給が新たな産業開発の大きな阻害要因となっている。本事業はこのような課題に対応すべく、変電所の更新建設等により電力供給能力の

強化を図るものである。

本事業の実施により安定的な電力供給を実現することで、①トアマシナ首都圏の市民生活の向上と②トアマシナ首都圏全体の経済発展の二つに貢献することが期待される。

① トアマシナ首都圏の市民生活の向上

既存の需要家に対しては、より安定的な電力供給を行うことで市民が安心安全に電力を利用できるようになる。また、電力供給のキャパシティを上げることで、未電化地域や新たな開発地域等の拡大する待機需要家への新規接続が可能になる。このように電力供給に対するニーズを充足することで市民生活の向上が期待される。

② トアマシナ首都圏全体の経済発展

安定的な電力供給は、Ambatovy を始めとする工業地域への新たな工場の誘致や、トアマシナ港運営の効率化、未電化地域での産業創出や周辺地域の観光開発等、新たな機会の創出に繋がる。電力不足により得られなかったこのような機会が拡大することで、トアマシナ首都圏全体の経済発展に貢献することが期待される。

4. 事業の概要と効果

(1) 事業の目的

港湾・工業都市機能を支える社会インフラ基盤を支えるために、電力需要増加への対応と停電時間の減少、電圧の維持の電力品質向上を図り、更には待機需要への新規接続が進み電化率向上への貢献が可能となる電力供給能力を強化する。

(2) 電力需要想定（簡易的な検討）

事業対象コンポーネントとしての変電所設備容量の検討にあたり、簡易的に電力需要想定を実施した。上述の仏国のコンサルタントが 2021 年に実施の PDCM では、全国の系統接続需要電力の伸びを 2022 年から 2035 年にかけて年平均を、低シナリオで約 6%、高シナリオで約 12%、開発計画で参照シナリオは約 8%を採用している。トアマシナにおいて JIRAMA では需要の伸びの想定は、未電化需要家の接続分を含み、年 5~6%で想定しているとの聞き取り調査結果を得たので、ここでは簡易的に需要の伸びを年平均で、① 6%、② 5%に追加需要の港湾負荷を至近年に見込む、の 2 ケースで検討した。また、無償資金協力による本事業が 2027 年に竣工し 10 年間の運用を考慮するものとして 2037 年までの需要を想定した。

表 6：トアマシナ地区電力需要想定

(単位：MW)

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
ケース① (年 6%)	27.6	29.3	31.0	32.9	34.8	36.9	39.2	41.5	44.0	46.6	49.4	52.4	55.5	58.9	62.4	66.1
ケース② (年 5%+ 追加需要)		(港湾開発に伴う追加需要)														
	27.6	34.0	35.7	37.5	44.3	46.6	48.9	51.3	53.9	56.6	59.4	62.4	65.5	68.8	72.2	75.8

今回は 2037 年において想定需要の大きい、ケース②の約 76 MW をトアマシナ地区の需要として事業コンポーネントを構成する。

同地区の配電は、他ドナー支援で進行中の別プロジェクトの 220kV タマタベ変電所(TM-220)の完成後は、現状のタマタベ 1 変電所(TM-1)、タマタベ 2 変電所(TM-2)に加えて、TM-220 の 3 カ所の変電所から電力供給の予定となっているので、TM-220 での配電用変圧器(25 MVA×2 台)からの供給を考慮して TM-1 と TM-2 の配電用変圧器容量を選定する。

(3) 事業対象コンポーネント（案）

現地調査結果を踏まえ、タマタベ 1 変電所(TM-1)及びタマタベ 2 変電所(TM-2)更新の優先度が最も高いと判断し、他ドナー支援で進行中の別プロジェクトの 220kV タマタベ変電所(TM-220)と当該変電所連系配電線(準送電線)を含めたプロジェクトのコンポーネントは表 7 のとおりとした。

表7：主要コンポーネント（案）

調達・据付	スコープ	
TM-1	35/20 kV 25MVA x2 変圧器	
	35 kV 開閉装置	
	➢ 受電用ベイ x 2	TM-2 連絡 2 回線用
	➢ 変圧器用ベイ x 2	25 MVA x 2 用
	➢ 母線連絡ベイ x 1	
	20 kV 開閉装置	
	➢ 変圧器用ベイ x 2	25 MVA x 2 用
	➢ フィーダー用ベイ x 9	D2, D3, D5, DV2, DV3, DV4, SPAT, TM-2 連絡 1 回線, 予備
➢ 母線連絡ベイ x 1		
監視・制御・保護装置		
通信装置		
関連土木建築	建屋、変圧器基礎	
TM-2	35/20 kV 20MVA x 2 変圧器	
	35kV 開閉装置	
	➢ 受電用ベイ x 3	TM-220 x 2, Volobe-1 水力
	➢ 変圧器用ベイ x 2	20MVA x 2 用
	➢ フィーダー用ベイ x 3	TM-1 連絡 2 回線, 予備
	➢ 母線連絡ベイ x 1	
	20kV 開閉装置	
	➢ 変圧器用ベイ x 2	20MVA x 2 用
➢ フィーダー用ベイ x 12	D1, D2, ENELEC x 2 回線, ZI, SP, Port Sec, DV1, SOL1, SPAT, TM1 連絡用, 予備	
➢ 母線連絡ベイ x 1		
監視・制御・保護装置		
通信装置		
関連土木建築（建屋含む）	建屋、変圧器基礎	
配電線	TM-220~TM-2 間 35 kV 配電線	2 回線共架、約 10 km
（変電所連系準送電線）	TM-2~TM-1 間 35 kV 配電線	2 回線共架、約 3 km
配電線資材	5kV→20kV 昇圧用資材	1 式
（機材納入）	配電用変圧器（中圧/低圧）	1 式（80 台を想定）
設計・入札・施工監理		

但し、以下はマダガスカル側の負担事項となる。

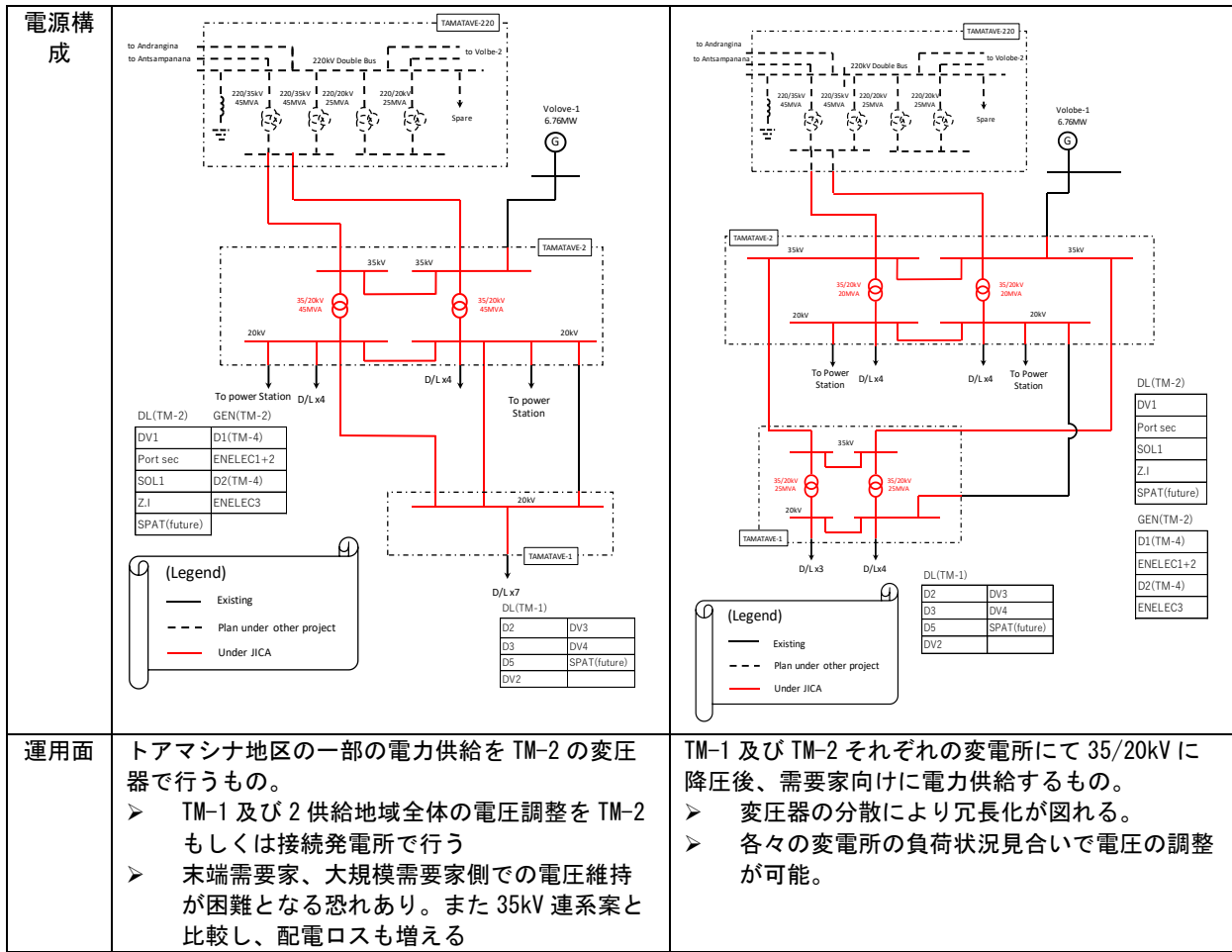
- 変電所（TM-1 と TM-2）建設用地確保のための既設建物、基礎、障害物の撤去
- 変電所更新後の既設変電所の撤去
- 配電線建設のために必要な権利（通行権（Right of Way）等）の取得

(4) 代替案

① トアマシナ都市圏の電源系統構成

調査団として JIRAMA 向けに Plan-B を提案。将来開発計画に即しており基本的了解を得た。

項目	Plan-A	Plan-B
概要	<ul style="list-style-type: none"> ➢ TM-1 及び TM-2 間を 20kV で連系するケース（既設と同一構成） ➢ TM-2 及び TM-220 間は 35kV2 回線で連系 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ TM-1 及び TM-2 間を 35kV で連系するケース ➢ TM-2 及び TM-220 間は 35kV2 回線で連系



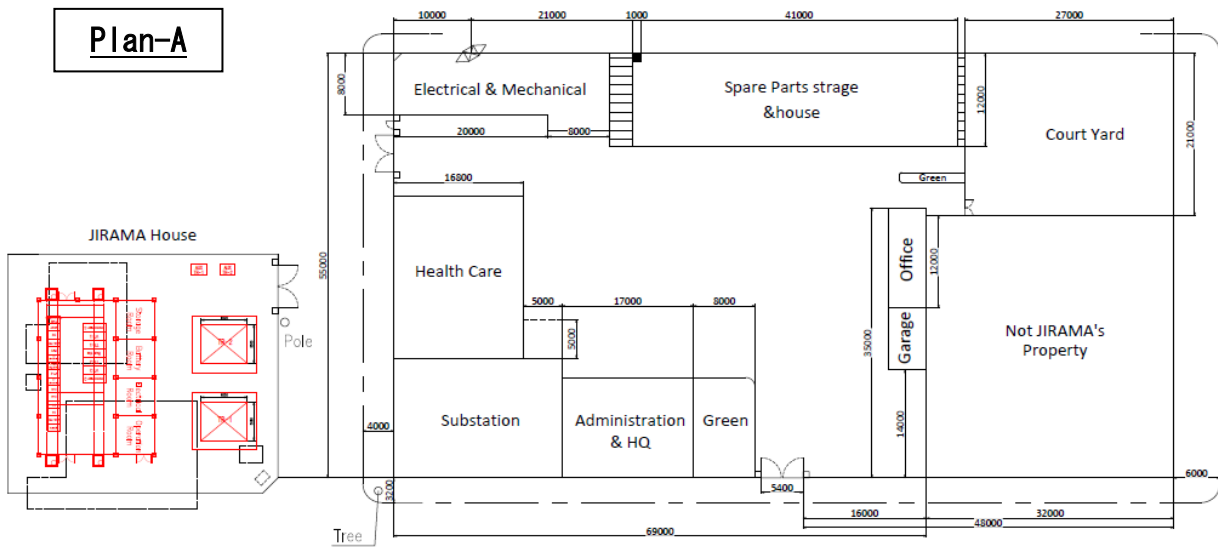
② TM-1 配置案

JIRAMA トアマシナ地域事務所内狭小なスペースでの変電所建設となるためいくつかの配置案検討を行った。

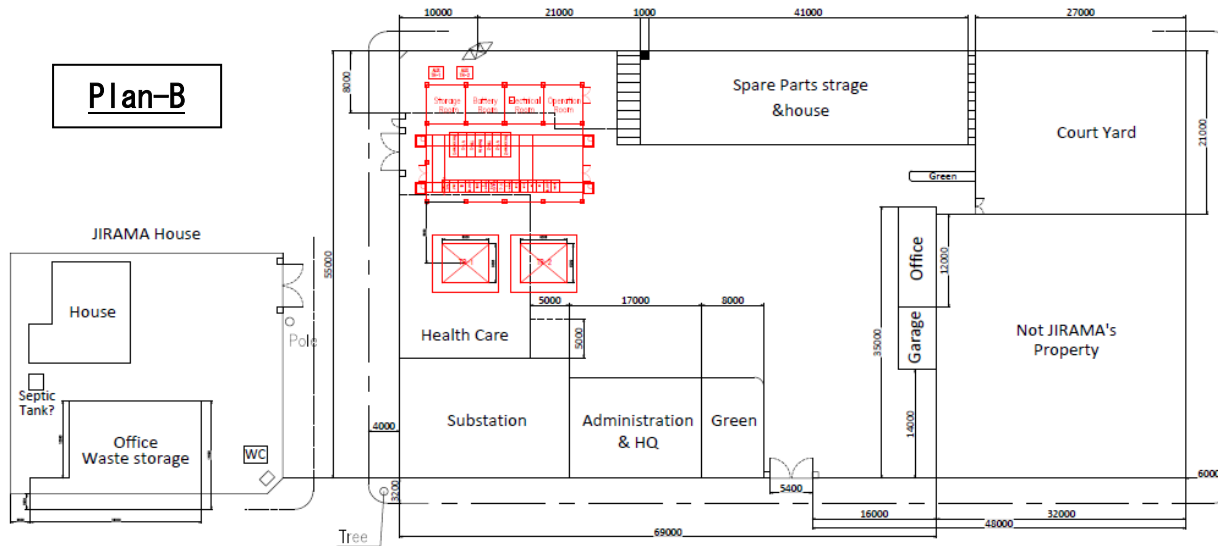
調査団としては工事、運用面から Plan-A を推奨したい。

項目	Plan-A	Plan-B	Plan-C
概要	既設地域事務所横の JIRAMA 所有地に変電所を建設するケース	既設地域事務所内の Electrical & Mechanical room 及び Health care building 撤去後、変電所を建設するケース	既設地域事務所内の Electrical & Mechanical room 撤去後、跡地及び中庭に変電所を建設するケース
配置案	次ページ参照		
特徴	変電設備が集約され、かつ保守スペースも確保できる。	Plan-A 同様。	変電設備を構成する制御棟及び変圧器が分かれる
工事面全般	特に支障無し。	既設 20kV 引き込み線が変電所建設予定箇所の上空にあり、クレーン作業等に制約が出るため、仮設工事必要(JIRAMA 所掌工事)	Plan-B 同様。また Storage house 前に複数の埋設ケーブル(配電用、変圧器用)を布設することになり、既設設備との運用面での調整が必要
JIRAMA 所掌	Office 機能の一部移転が発生	撤去対象建屋が最も多い。また撤去範囲が既存変電所の一部を含むため建屋の補強等含め難工事が想定	Electrical & Mechanical room は移設可能であり、特に支障無し。
建設後運用	特に支障無し	既設変電所の撤去に関し、解体・搬出作業に制限が出る。	運用上変電所制御棟と変圧器が離れることは望ましくない。

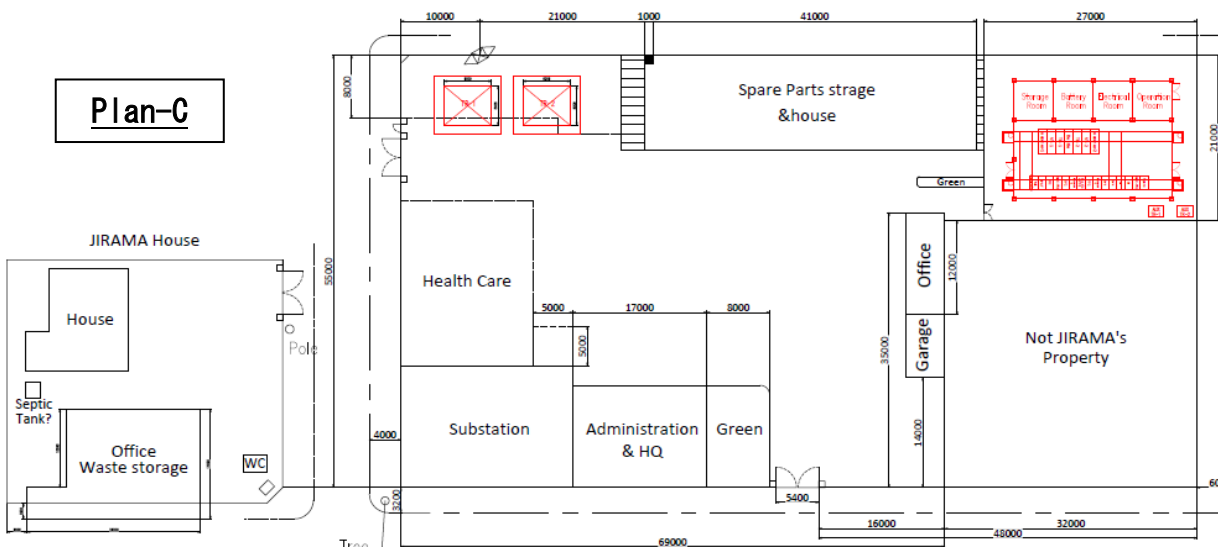
Plan-A



Plan-B



Plan-C



③ TM-2 配置案

既設変電所内に十分なスペースがあるものの、工事の容易性を考慮し、検討を行った。
調査団として Plan-A を推奨したい。

項目	Plan-A	Plan-B
概要	既設建屋隣の旧発電機付帯設備跡地に変電所を建設する案	既設建屋南東の空き地スペースに変電所を建設する案
配置案	<p>Plan-A</p>	<p>Plan-B</p>
特徴	変電設備が集約され保守スペースも確保できる。	Plan-A 同様
工事面	特に支障無し	既設 35kV 及び 20kV 引き込み線が変電所建設予定箇所の真上に架線されており、クレーン作業等に制約が出る。
JIRAMA 所掌	資材搬入通路及び変電所用地確保のため既設設備の撤去が必要。	資材搬入通路確保のため既設不使用設備（既設発電設備用付帯設備）の撤去が必要。（配置案青色で囲った部分）
建設後	既設変電所建屋撤去時、新設変電所制御棟が近接しているため注意を要する。	特に支障無し

④ TM-2 及び TM-220 変電所間準送電線ルート

TM-2 より見て、南西 7km 地点の空き地に TM-220 変電所は建設される予定である。また現在運用中の Volobe-1 水力発電所の発電電力は、35kV 準送電線により TM-2 変電所に供給されている。当初この準送電線は 2 回線構築されていたが、現状は 1 回線のみとなっており、旧回線は現存していない（一部配電柱、基礎が残る区間あり）TM-2 より見て Volobe-1 及び TM-220 は同方向であることから、Volobe-1 向け旧回線の Right of Way を活用し、TM-220 向け 35kV 2 回線準送電線を建設することで、ルート調査を行った。

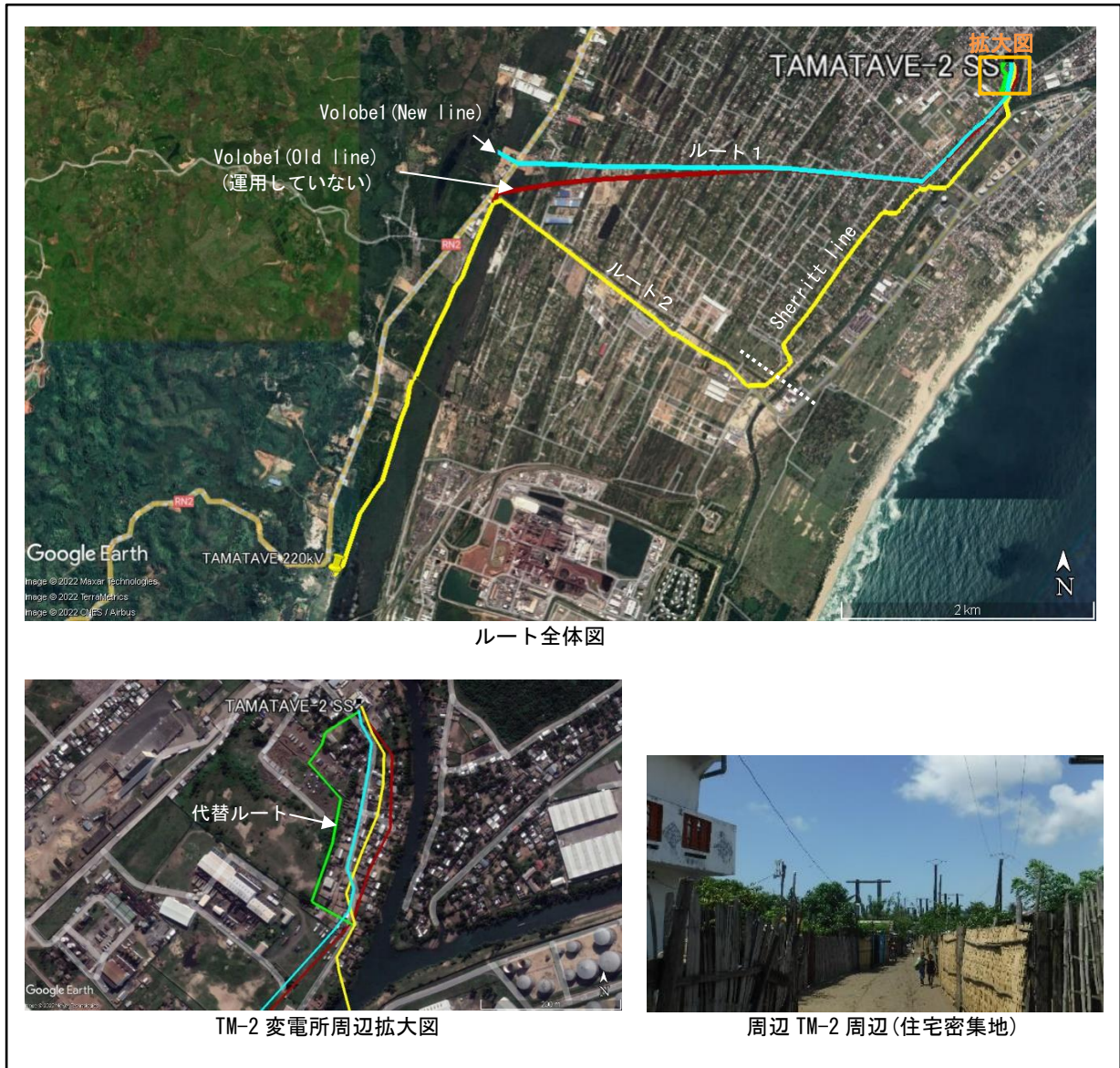


図 4 : TM-2 - TM-220 変電所間準送電線ルート

表 8 : 代替案

案	概要及び考察
ルート 1 (水色・茶)	Volobe-1 向け旧回線用 ROW を使用するケース。総長約 8km。TM-2 出口より、非正規の住居（バラック）が密集しており、ROW の区間は 14mx230m 程度となり、本エリア使用の場合は多数の住民移転が想定される。
ルート 2 (黄)	現在不使用中の Sherritt line ROW を部分的に活用するもの。総長約 10km。ルート 1 と同地区エリアを布設されておりその区間は 14mx160m 程度。こちらも多数の住民移転が想定される。その他エリアの大部分は新たな ROW 取得必要
代替ルート (緑)	住宅密集地を避け、IPP である ENELEC の所有地を通るケース・旧回線用 ROW が残っているものの、交渉が必要であり、JIRAMA は交渉に対して難航すると予想している。

⑤ TM-1 及び TM-2 変電所間連系線ルート

現状 TM 1-2 変電所間は 20kV の連系線 2 回線 (148mm² アルミ導体) で接続されている。SPAT(トアマシナ港) 向け容量が現状の構成において、TM-1 では不足することから、2023 年目途に新たな連系線が追加される予定である。(図内黄色ルート) 代替案①のトアマシナ都市圏電源系統構成に則り、TM1-2 間の変電所間の連系線を 20→35kV に昇圧化するため、既設 TSSA もしくは TSS3 のいずれかを撤去し、あらたに 35kV 2 回線連系線ルートを建設する。

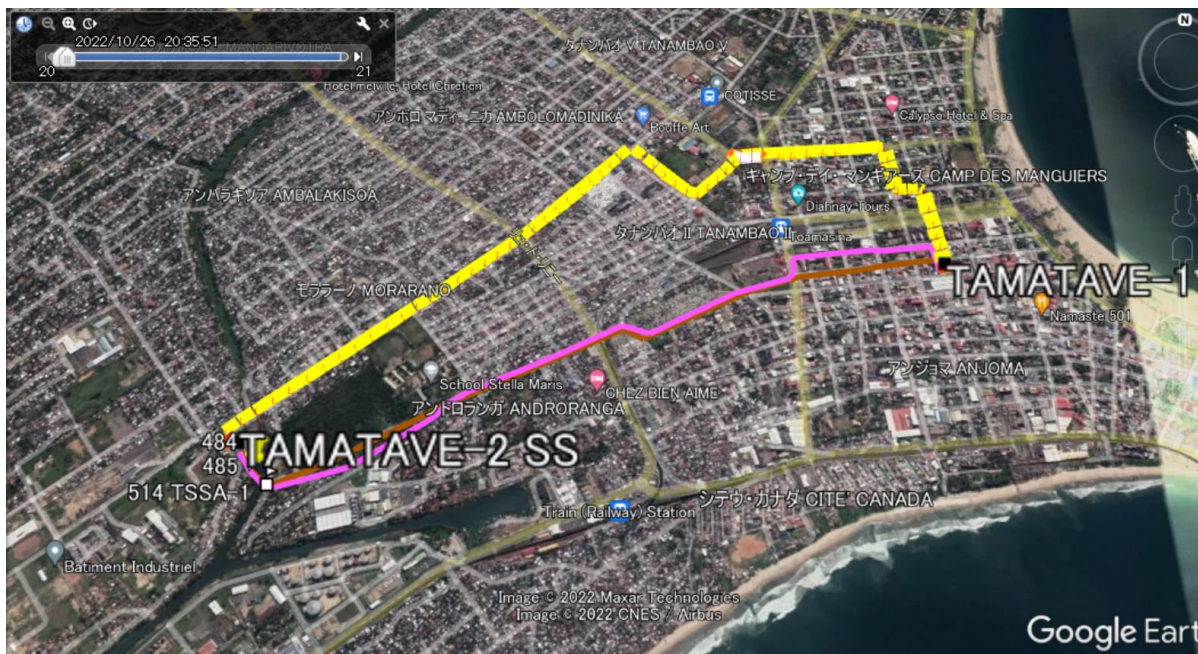


図 5 : TM-1 及び TM-2 変電所間連系線ルート

- # 1 回線 (TSSA ルート): 図上茶色ライン。TM-2 変電所出口以降続くバラックを結果的に避ける形で道路横を敷設されている。一部バラック敷地内に配電柱があるため数件の住民移転が想定される。TM-1 までの最終 500m 区間は既設 5kV D2 ラインと並架している。
- # 2 回線 (TSS3 ルート): 図上ピンクライン。TM-2 変電所出口以降のバラックの一部区間の中を通過している。通過エリアは 14mx530m 程度。
- 上記の通り、既設住居を通過していること、既設線路と並架していることを踏まえ、詳細設計において移転住民数、切り替え工法を踏まえた具体的なルート検討が必要。

(5) 事業概要 (案)

表 9 に事業概要 (案) を示す。

表9：事業概要（案）

プロジェクト (仮称)	スコープ	裨益効果	備考
トアマシナ配電 電網増強計画	<ul style="list-style-type: none"> Tamatave-1 変電所 (TM-1) の更新建設 35/20 kV 変圧器、開閉装置、監視制御装置、土木 建築工事 Tamatave-2 変電所 (TM-2) の更新建設 35/20 kV 変圧器、開閉装置、監視制御装置、土木 建築工事 Tamatave-220 kV 変電所 (TM-220) ~ TM-2 間の 35 kV 連系配電線 (準送電線) TM-2 ~ TM-1 間の 35 kV 連系配電線 (準送電線) 	<ul style="list-style-type: none"> トアマシナ地区 (人口 35 万人) の待機需要 (接続 申請済 2022 年 5 月現在約 1,500 件) の解消に伴う 現在 6 割以下の電化率の向上 TM-1 と TM-2 の供給範囲別の電圧制御が可能と なり需要家へ供給される電圧の信頼性向上 建屋新設に伴う変電所内設備環境の大幅な改善 (雨漏りや塵埃浸入対策、温度・湿度環境改善に伴 う設備の健全性維持に貢献) 変電所設備の信頼性向上に伴う停電回数・時間の 減少 (現状の約 30 回/月、約 1 時間/回の停電から の低減) 	<ul style="list-style-type: none"> 変電所は、既設変電所敷地 (TM-1 は地域事務所用 地) の JIRAMA 保有用地で建設が可能だが、既存建 物・基礎類のマダガスカル側での撤去作業が必要 配電線建設ルートは、JIRAMA 保有の旧回線の ROW 区間を途中で利用可能だが、非正規の住居が多 数存在し、当該区間利用には回避策が必要 概算費用は 21 億円 (設計監理費込み)
オプシオン 1	<ul style="list-style-type: none"> 5 kV から 20 kV への配電電圧昇圧用の配電機材納 入 	<ul style="list-style-type: none"> 20 kV への昇圧は、電圧降下改善や配電線の延伸に 有利 TM-1 の 5 kV 設備削除にともない保守機材の簡素 化に伴う運用性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> JIRAMA では 20kV 昇圧工事を開始しているが機材 不足で工事中断中 概算費用は 0.8 億円
オプシオン 2	<ul style="list-style-type: none"> 配電用変圧器 (中圧→低圧作成) 機材納入 	<ul style="list-style-type: none"> 配電網設置の変圧器の容量増加で待機需要の解消 に貢献し電化率の向上 	<ul style="list-style-type: none"> 概算費用は 1.5 億円

別添資料

別添 1：位置図

別添 2：現地調査日程表

別添 3：関係者（面談者）リスト

別添 4：組織図（エネルギー・炭化水素省、マダガスカル電力・水公社）

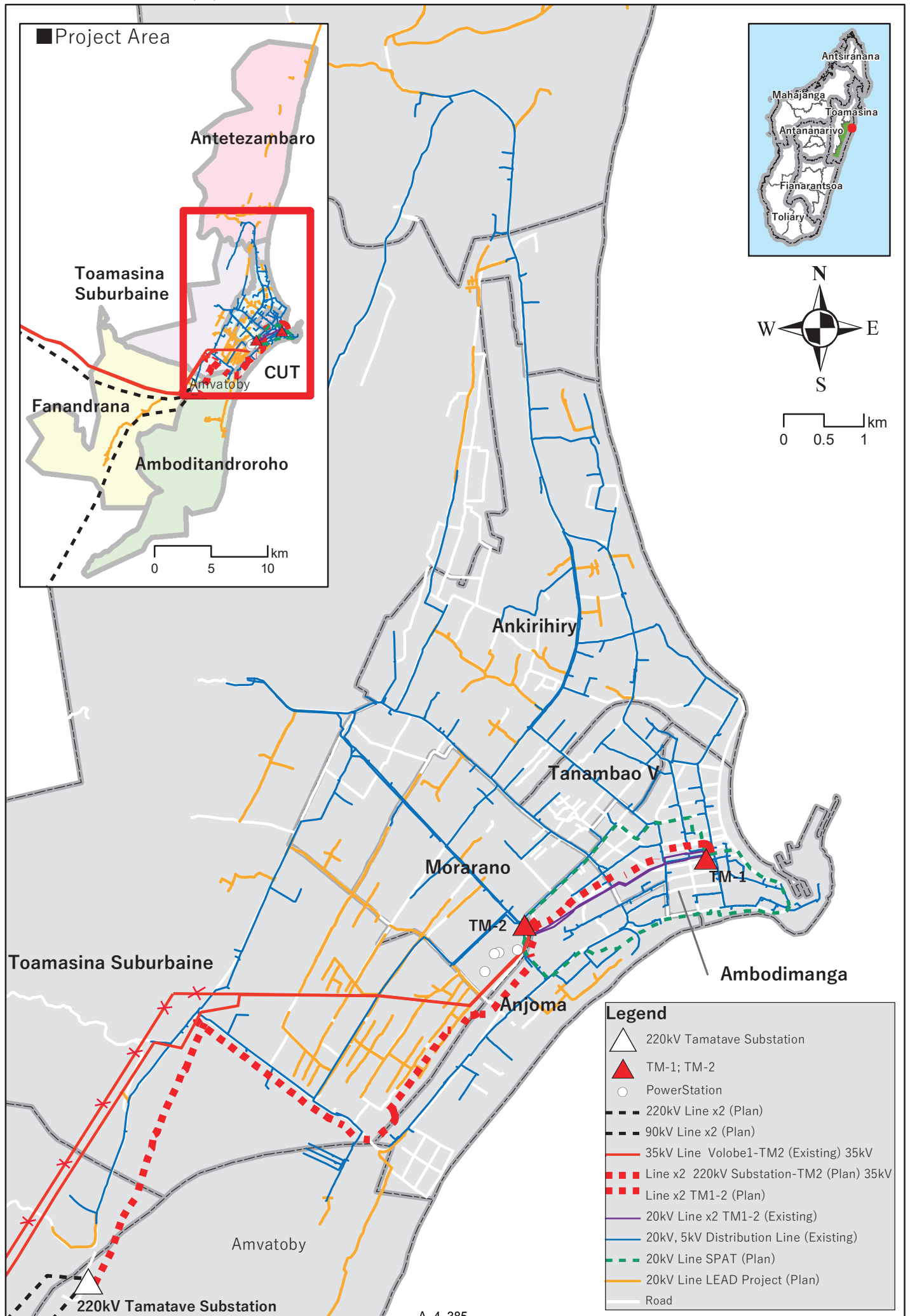
別添 5：調査対象地域の現況写真

別添 6：単線結線図・配置計画図（案）

別添 7：事業対象地域の社会サービス施設

別添 8：プレゼン資料

別添1： 位置図



A-4-385

位置図

別添2： 現地調査日程表

調査日程表（マダガスカル）

月日	業務主任／ 電力投資計画		配電設備計画	送変電設備2	社会経済調査	活動地名	宿泊先
	阿部真 八千代エンジニアリング		大橋圭一郎 西日本技術開発	中村太郎 西日本技術開発	白石いずみ 八千代エンジニアリング		
1	10月19日	水	福岡(13:20)⇒羽田(15:00)by NH254 成田(21:10)⇒アジスアベバ(06:50+1)by ET673			移動	機中泊
2	10月20日	木	アジスアベバ(08:50)⇒アンタナナリボ(13:40)by ET853			マダガスカル	Ibis Antananarivo Ankorondrano アンタナナリボ
3	10月21日	金	8:00 工業・観光・消費省(Ministry of Industrialization, Trade and Consumption) 訪問 9:00 マラガシー電気・水道供給会社(JIRAMA) Mamy氏打合せ 10:45 統計局(National Institute for Statistics (INSTAT)) 訪問 16:00 教育省(Ministry of Education (MEN)) 訪問 18:00 公衆衛生省(Ministry of Public Health) 訪問			マダガスカル	Ibis Antananarivo Ankorondrano アンタナナリボ
4	10月22日	土	資料整理 団内協議			マダガスカル	Ibis Antananarivo Ankorondrano アンタナナリボ
5	10月23日	日	資料整理 団内協議 * Antananarivo(20:00)⇒Toamasina Airport(20:50)			マダガスカル	Calypso Hotel トアマシナ
6	10月24日	月	8:00 エネルギー・炭化水素省(MEH) 表敬 10:00 マラガシー電気・水道供給会社(JIRAMA) CEO 表敬 13:00 変電所・配電線調査(トアマシナ) 14:00 エネルギー・炭化水素省トアマシナ地域事務所訪問			マダガスカル	Calypso Hotel トアマシナ
7	10月25日	火	9:45-10:15 変電所視察 14:00 「トアマシナ上水道システム拡張・改善計画準備調査」調査団との意見交換 14:00 変電所・配電線調査(トアマシナ) 15:30 貿易省トアマシナ地域事務所訪問			マダガスカル	Calypso Hotel トアマシナ
8	10月26日	水	8:30 変電所・配電線調査(トアマシナ) 9:00 観光省トアマシナ地域事務所訪問 11:00 教育施設インタビュー(高校) 14:00 教育施設インタビュー(大学) 15:30 トアマシナ市役所訪問(CTU, コミュニオン長)			マダガスカル	Calypso Hotel トアマシナ
9	10月27日	木	9:00 変電所・配電線調査(トアマシナ) 9:00 石油会社インタビュー 15:00 SPATインタビュー			マダガスカル	Calypso Hotel トアマシナ
10	10月28日	金	9:00 社会調査(工場・病院) 11:00 JIRAMAとの打ち合わせ			マダガスカル	Calypso Hotel トアマシナ
11	10月29日	土	資料整理 団内協議			マダガスカル	Calypso Hotel トアマシナ
12	10月30日	日	資料整理 団内協議 * Toamasina Airport(19:50)⇒Antananarivo(20:40)			マダガスカル	Ibis Antananarivo Ankorondrano アンタナナリボ
13	10月31日	月	13:15 エネルギー・炭化水素省(MEH) 報告 14:00 産業省訪問 15:00 JIRAMAとのラップアップミーティング 16:00 JICA事務所報告			マダガスカル	Ibis Antananarivo Ankorondrano アンタナナリボ
14	11月1日	火	アンタナナリボ(14:50)⇒アジスアベバ(19:30)by ET852 アジスアベバ(22:35)⇒成田(19:40+1)by ET672			移動	機中泊
15	11月2日	水	-			移動	帰国
-	11月3日	木	羽田(14:20)⇒福岡(16:15)by NH257			移動	-

別添3： 関係者（面談者）リスト

1) Ministry of Industrialization, Trade and Consumption (MICC)	
Mrs ANDRIAMADISON Haingo	Director of the protection of consumers' right

2) JIRAMA Antananarivo Head Office	
Mr. Mamy RAKOTONDRAINITSIMBA	Head of Studies and Development
Mrs Lala Nirina RAKOTOARINORO	Environment Department
Mrs Ny Kanto ANDRIMANANTSOA	Studies and Development
Mrs Miraniaina RAZAFINDREDOHY	Studies and Development
Mr Christian Jimmy ANDRIANAIVO	Studies and Development
Mr Todisoa RAKOTOARINOSY	Environmental and Social Studies

3) National Institute for Statistics (INSTAT)	
Mr RANDRIANASOLO John Brice	Conuselor to the General Director

4) Ministry of Education	
Mr RASAMISON Jullino Serge	Director of the Planning of Education

5) Ministry of Public Health	
Dr YASMINE Léthicia Lydia	Secretary General

6) Ministry of Energy and Hydrocarbons	
Mr RAMIANDRASOA Sambatra	Director General of Energy

7) JIRAMA Toamasina Office	
Mr Rivo RADANIELINA	Chief executive Officer
Mr Hery Tiana RABARISON	Chief of Region
Mr Mamy RAKOTONDRAINITSIMBA	Head of Studies and Development
Mrs Tsiotery Francesca ANDRIAMANAMPIONONA	Head of JIRAMA Toamasina
Mrs Hanta RAZAFIMBELO	HOL
Mrs Narindra RAMIANDRASOA	Executive Assistant

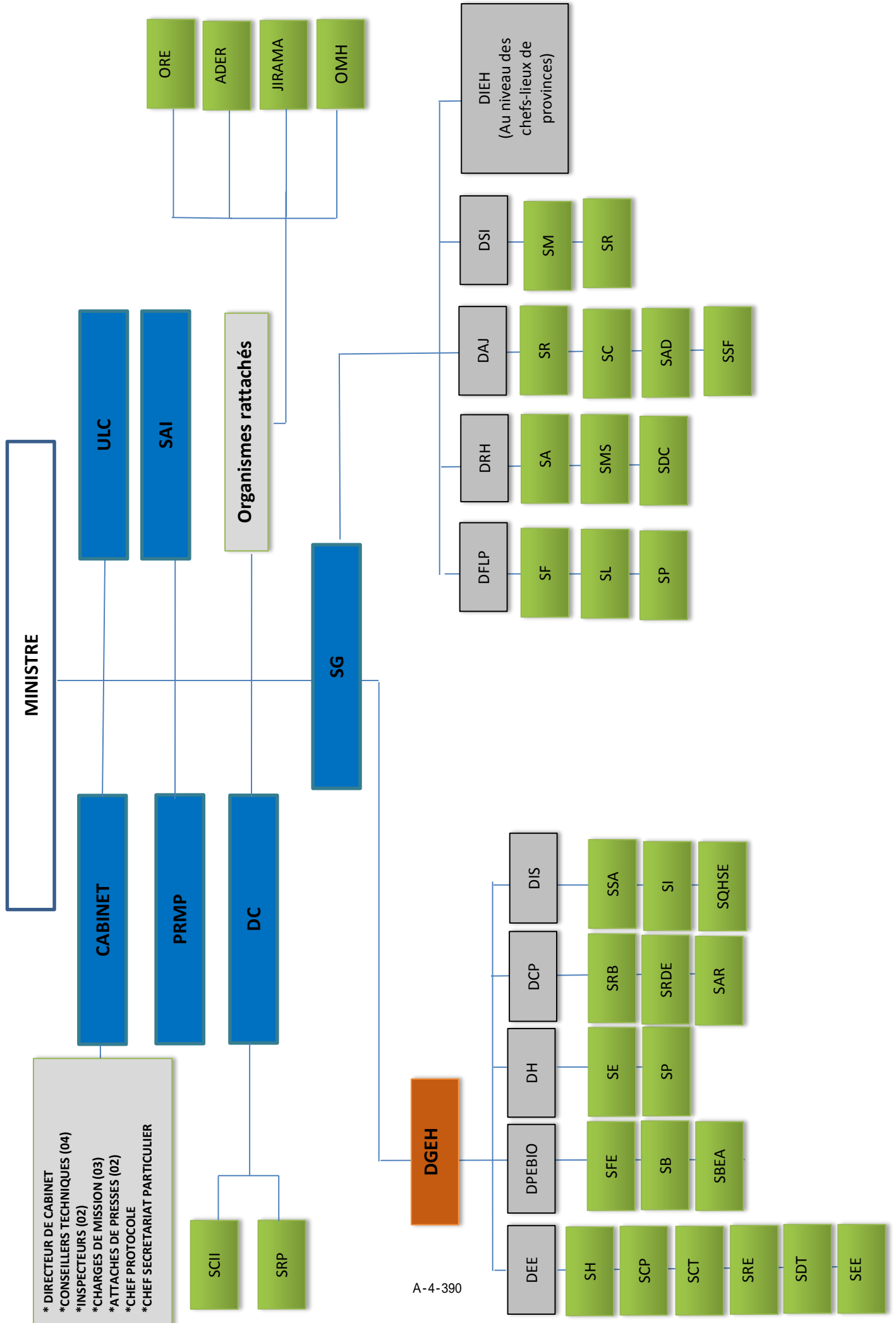
8) Ministry of Water, Energy and Hydrocarbons (MEH) Toamasina Regional Office	
Mr CHADLY Wander Assany	Directeur Interregional de l'Energie et des Hydrocarbures
Mr RAHOLISON Sambatra	Directeur des Finances, Logistique et Patrimoine

9) Ministry of Industrialization, Trade and Consumption (MICC) Toamasina Regional Office	
Mr BERCHMANS Belalahy	Directeur Regional de l'Industrialisation, du Commerce et de la Consommation. Atsinanana

10) Ministry of Tourism Toamasina Regional Office	
Mrs BEHAJAINA Cathy Milena	Directeur Regional du Tourisme de Toamasina
11) Office Regional du Tourisme de Toamasina (ORTT)	
Mrs BEHAJAINA Cathy Milena	Directeur Regional du Tourisme de Toamasina
Mr RAHARIMANDIMBY Fidelys	President du Conseil d'Administration de l'ORTT
12) Lycée Catholique Stella Maris	
Frère TOANDRO Maximilien	Proviseur
13) Campus Universitaire de Toamasina	
Mr RADAFISOLO Armand Joel	Chef de division Eau et Electricite
14) Mairie de Toamasina (Commune Urbaine de Toamasina (CUT))	
Mr NORBERT Xavier	Maire de la Commune Rurale de Fanandrana
Mr RAKOTONIRINA Nantenaina	Maire de la Commune Urbaine de Toamasina
Mr BARIJAONINA Charles	Maire de la Commune de Toamasina Suburbaine
Mr RAFANOMEZANTSOA Christian	Secrétaire Général de la CUT
Mr CHADLY Wander Assany	Directeur Interregional de l'Energie et des Hydrocarbures
Mr BEANDRONA Zita Ambre	Directeur des Relations Internationales de la CUT
Mr RAKOTOSON Narcisse	Directeur Technique de la CUT
Mr RAKOTOZAFY Jacki	Conseiller Spécial Communication de la CUT
Mr ANDRAMIHAJA Jeannot Desiré	Maire de la Commune Rurale d'Antetozambaro
15) Huilerie Industrielle de Tamatave (HITA)	
Mr RAKOTOARIVELO Ando	Directeur Administratif et Financier
16) JIRAMA Toamasina Office	
Mr RAKOTONIRINA Odon Real	Directeur Commercial
17) Société du Port à gestion Autonome de Toamasina (SPAT)	
Mr RANAIVOJAONA Samuel	Directeur Technique
Mr RAJAONASY Emmanuel Julio	Head of the new works department
Mr MARSON Chrys Alan	Electrical Engineer
Mr RAFANOMEZANTSOA Alban	Head of plan and study department
Mr RABEZANDRINY Angélique	Project Engineer

18) Université de Toamasina	
Mr LAIMAJY Aimé Judicael	Directeur Administratif et Financier
19) Les Minoteries de l'Océan Indien (LMOI)	
Mr RAMANOELINA Andry	Directeur de site
20) JIRAMA Toamasina (Toamasina IV)	
Mr RAKOTOMENA Jean Richard	Chef de division électricité
21) Centre Hospitalier Universitaire de Toamasina	
Mr JOARIVELO Irina Francis	Adjoint Directeur chargé des Affaires Administratifs et Financiers

別添4：組織図（エネルギー・炭化水素省、マダガスカル電力・水公社）



CAB: Cabinet

PRMP: Personne Responsable des Marchés Publics

ULC: Unité de la lutte contre la Corruption

SAI: Le Service de l'Audit Interne

DC: La Direction de la Communication

SG: Secrétaire Général

DFLP: Direction des Finances, Logistique et Patrimoine

DRH: Direction des Ressources Humaines

DAJ: Direction des Affaires Juridiques

DSI: Direction des Systèmes d'Information

DIEH: Directions Interrégionales de l'Energie et des Hydrocarbures

DGEH : Direction Générale de l'Energie et des Hydrocarbures

DEE: La Direction Emergence Energétique, ()

DPEB : La Direction de la Promotion de l'Ethanol et de la Bioénergie,

DH : La Direction des Hydrocarbures,

DCP : La Direction de la Coopération et du Partenariat,

DIS : La Direction des Infrastructures et Support.

ORE: Office de Régulation de l'Électricité

ADER: Agence de Développement de l'Électrification Rurale

JIRAMA : Jiro sy Rano Malagasy

OMH : Office Malgache des Hydrocarbures

SBEA : Service de BioEnergie Alternative.

SCII : Service de la Communication Interne et Institutionnelle

SRP : Service des Relations Presse.

SF : Service Financier,

SL : Service Logistique,

SP : Service Patrimoine.

SA : service Administratif,

SMS : service Médico-Social,

SDC : service Développement de Compétence.

SR : Service de la Réglementation,

SC : Service Contentieux,

SAD : Service Administratif et Documentation.

SSF : Service de la Sécurisation Foncière.

SM : Service de la Maintenance,

SR : Service des Réseaux.

SCP : Service Centrale Photovoltaïque,

SCT : Service Centrale Thermique,

SRE : Service Réseaux Electriques,

SDT : Service Divers Technologies,

SEE : Service Efficacité Energétique.

SFE : Service de la Filière Ethanol

SB : Service de la Biomasse,

SE : Service des Etudes,

SP : Service Planification.

SRB : Service Relations avec les Banques,

SRDE : Service des Relations avec la Diplomatie Etrangère

SAR : Service des Accords Régionaux

SSA : Service de Support Administratif

SI : Service des Infrastructures,

SOHSE : Service de Qualité, d'Hygiène, de Sécurité et Environnement.

**JIRO SY RANO MALAGASY
EXECUTIVE MANAGEMENT**

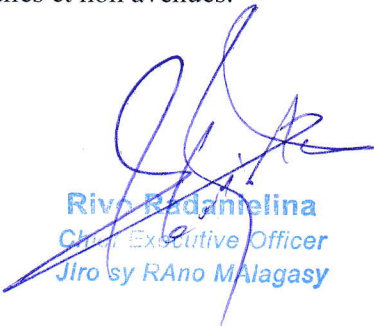
Antananarivo, le 19 OCT 2022

NOTE DE DECISION N/EM – N° 299 /2022

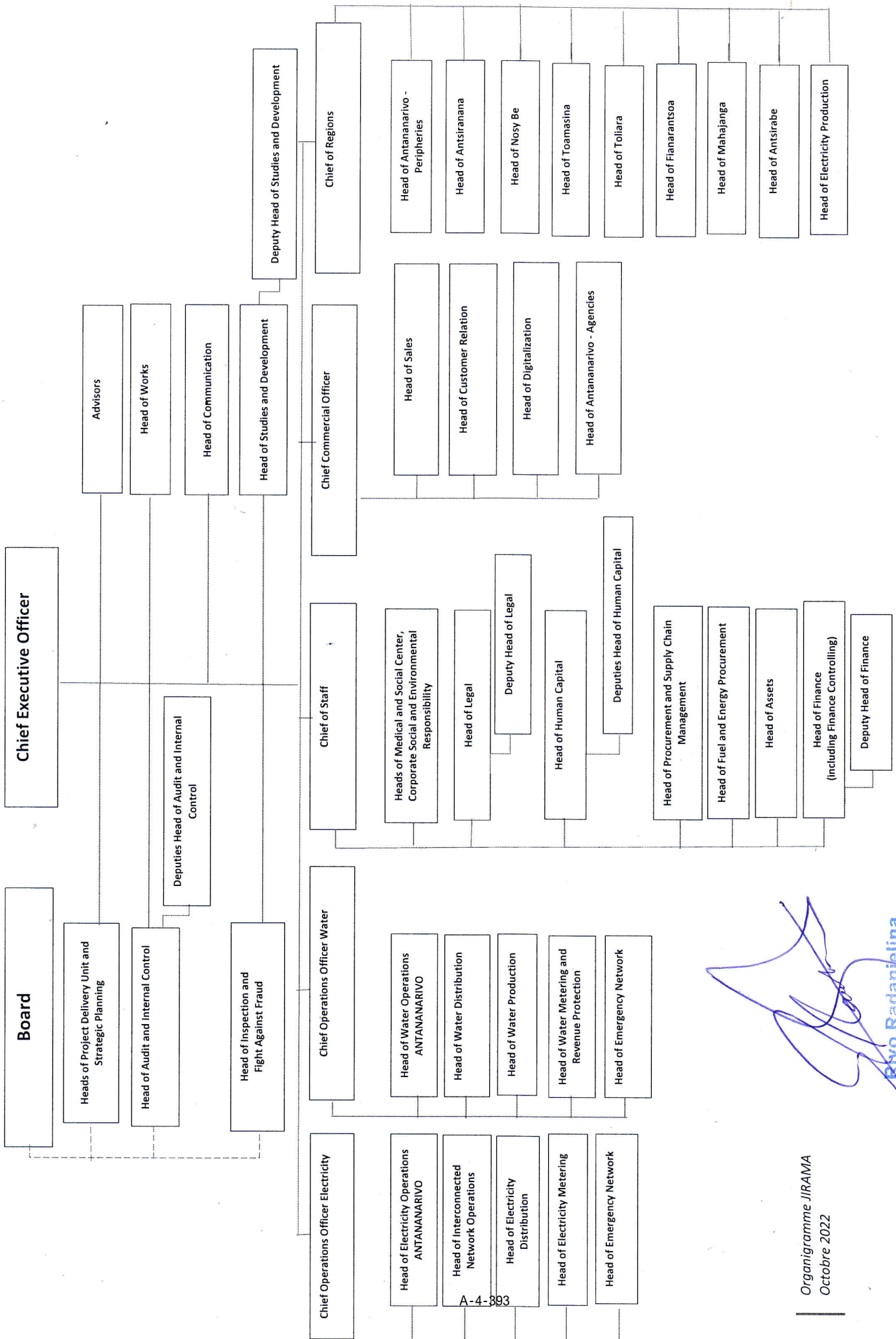
Objet : Réorganisation de la Structure Générale de la JIRAMA

Nous vous informons qu'à partir de la présente note, les entités « Electricity Production » et « Antananarivo Agencies » sont rattachées respectivement auprès de « Regions Operations » et « Commercial Operations », dans l'optique d'une meilleure organisation de notre structure.

Toutes décisions antérieures ou contradictoires sont considérées comme nulles et non avenues.



Rivo Radanielina
Chief Executive Officer
Jiro sy RAno Malagasy




Rivo Radanielina
 Chief Executive Officer
 JIRO sy RANO MALAGASY

Organigramme JIRAMA
 Octobre 2022

調査対象地域の現況写真（TM1 変電所）



TM1-① 変電設備建屋全景

トアマシナ支所敷地内にあり、1935 年より運転を開始している。



TM1-② 変電設備建屋内

現在稼働中の 5kV 開閉装置。経年劣化が著しい。



TM1-③ 変電設備建屋内

変電所監視制御盤。一部機器類を更新し継続使用している。盤内機器の熱放散のため、盤は開放したまま運転中である。



TM1-④ 新設変電所候補地-1

新設変電所用にて JIRAMA より提案があった箇所。トアマシナ支所内、既設 Electrical & Mechanical room 及び health care building を撤去し、新設変電所を建設するもの。



TM1-⑤ 新設変電所候補地-2

トアマシナ支所内、既設中庭を利用し、新設変電所を建設するもの。



TM1-⑥ 新設変電所候補地-3

トアマシナ支所横の、JIRAMA 所有地を利用し、新設変電所を建設するもの。敷地内建屋の撤去が必要となる。

調査対象地域の現況写真（TM2 変電所）



TM2-① 変電設備建屋全景

トアマシナ地区の電源供給のハブとなっている変電所。1975年より運転開始。2022年5月の調査時より劣化進行が進んでいた。



TM2-② 変電設備建屋内

2階部分が変電所制御室となっている。1階部分は旧発電所エリア。外壁のトタンの破損が激しい。



TM2-③ 変電設備制御室内

一部機器類の更新を行いつつ、オリジナルの制御盤を使用中。需給指令は基本電話ベースで行う。



TM2-④ 変電所引き込み線

建屋南東部より主要回線が架線されていることから、このエリアでの新設変電所建設は見送りとした。右より TSSA、TSS3、Volobe-1、TM4 行き回線である。



TM2-⑤ 新設変電所建設候補地

既設建屋隣のエリアに変電所新設を行うことで計画。写真上の旧発電装置付帯設備は撤去とする。(不使用中)



TM2-⑥ 新設変電所建設候補地

写真上の旧発電設備用保管倉庫及び周辺樹木も変電所新設のため撤去対象とする。

調査対象地域の現況写真（配電線 TM-220 向けライン）



DL-① TM-220 向け準送電線ルート調査
 既設 Volobe-1 水力行きラインと同方向となるため、現在不使用中の Old ライン ROW の確認を行った。TM-2 出口付近より非正規に建てられた住宅が広がる。

DL-② TM-220 向け準送電線ルート調査
 道路両脇は、ほぼ住居で埋め尽くされている。



DL-③ TM-220 向け準送電線ルート調査
 密集住居群を抜けたあたりの様子。

DL-④ TM-220 向け準送電線ルート調査
 国道 RN2 分岐点。このコーナー付近に old ラインの基礎跡を確認した。



DL-⑤ TM-220 向け準送電線ルート調査
 国道 RN2 沿い。Old ラインの ROW はこの工場敷地内である。

DL-⑥ TM-220 向け準送電線ルート調査
 TM220 建設予定地。対岸に Ambatoby の工場が見える

調査対象地域の現況写真（配電線 TM1-TM2 連系線）



DL-⑦ TM-1,2 連系線ルート調査

新設連系線ルート検討のため、既設 TSSA, TSS3 ルート踏査を行った。TM-2 変電所出口横の川を横断して以降バラックが続く。



DL-⑧ TM-1,2 連系線ルート調査

TM-2 出口以降。TSS3 ルートは住居の真上を通過している。



DL-⑨ TM-1,2 連系線ルート調査

一部配電柱については民家内に有り。



DL-⑩ TM-1,2 連系線ルート調査

一部配電柱については民家内に有り。



DL-⑪ TM-1,2 連系線ルート調査

道路両端に平行して布設。



DL-⑫ TM-1,2 連系線ルート調査

TSSA と既設 5kV D2 ラインの併架開始地点。これ以降 TM-1 変電所まで 500m 程度ある。

調査対象地域の現況写真（既設配電資機材）



DL-⑬ 5kV⇒20kV 昇圧化工事用資機材

JIRAMA にて既設 5kV 配電線の 20kV への昇圧化工事を実施中(PAGOSE Project)計 3 回線のうち 2 回線については改修工事を開始しているが、配電用変圧器、20kV 開閉装置等の手配が進んでいない。資機材供与のみ JIRAMA より要望あった。



DL-⑭ 5kV⇒20kV 昇圧化工事用資機材

対象となる D2 配電線。現在 TM1～TM2 間の連系線との一部併架区間あり。



DL-⑮ 5kV⇒20kV 昇圧化工事用資機材

TM-1 変電所入口付近。D3、D5 ラインについては木柱により支持する形で近傍の配電線までケーブルで布設されている。



DL-⑯ 過負荷配電用変圧器資機材供与

JIRAMA によるとトアミンナ地区の 270 台の配電用変圧器のうち、定格容量の 70%に到達しているものが 78 台、90%到達のものが 22 台程度あるとのこと。配電用変圧器の資機材供与についても JIRAMA より要望あり。写真は配電用変圧器や開閉装置を収納している建屋。



DL-⑰ 過負荷配電用変圧器資機材供与

DL-⑯写真の建屋内に設置されている変圧器。



DL-⑱ 過負荷配電用変圧器資機材供与

柱状タイプの配電用変圧器。写真はマーケット内に設置のもの。変圧器 2 次側に非常に多数の低圧ケーブルが接続されており、接続中の需要家が多いことがうかがえる。

調査対象地域の現況写真（社会状況 1）



SE-① 顧客インタビュー1 私立学校(Lycée)

生徒数 2800 人程度の市内の私立カトリック学校で、電力の主な利用用途は、電灯やコンピュータ、事務作業、食堂のキッチン等。明るいうちは消灯し、暗くなってから電灯をつける。



SE-② 顧客インタビュー1 私立学校(発電機・変電施設)

約 1-2 時間の停電が平均して週に 2 度程度起こる。停電の際は手動で 11kVA 容量の発電機を用いる。JIRAMA へ支払う電気代は約 110 万-140 万 MGA/月。学内には 3 つの変電施設があり、周辺コミュニティへの電力供給にも使われている。



SE-③ 顧客インタビュー2 トアマシナ大学

生徒数 18,000 人の国立大学で、トアマシナ市内の西部に位置する。工科学部や医学部などもあり、ラボなどでも電力を消費する。



SE-④ 顧客インタビュー2 トアマシナ大学(変電施設)

キャンパス外の敷地を含めて計 3 か所の変電施設がある。月に 2 回程度の計画停電(長いと半日)、月に 1,2 度の予告なし停電(30 分程度)がある。



SE-⑤ 顧客インタビュー2 トアマシナ大学(大学寮)

キャンパス内には 2570 人定員の寮があり、学内で電力消費量が最も高いのは寮生活での使用である。停電が続くと学生達が国道にてストライキを行うことが問題となっている。



SE-⑥ 顧客インタビュー3 港湾施設

JIRAMA の主要顧客であるトアマシナ国際港の港湾施設の運営会社 (SPAT)。港湾施設の拡張にあたり、2023 年及び 2026 年までにそれぞれ 5MW の追加電力を必要としている。停電はほぼ毎日起り、停電の際には自動でディーゼル発電機に接続する。

調査対象地域の現況写真（社会状況 2）



SE-⑦ 顧客インタビュー4 食用油工場

JIRAMA の主要顧客である 2005 年に稼働した食用油工場。トアマシナ市内北部の第 2 工場と合わせて 500 人以上の従業員が働いている。2 日に 1 度程(2-6 時間)、予告なく停電が起こる。



SE-⑧ 顧客インタビュー4 食用油工場(発電機)

JIRAMA の対応が遅いため工場内の変電設備は自前で購入した。停電時には欧州産の 600-800kVA 容量の発電機に自動で接続する。



SE-⑨ 顧客インタビュー5 小麦粉工場

JIRAMA の主要顧客である 2019 年に運用を開始した小麦粉工場。100 人以上が勤務し、朝夜のシフト制で工場は稼働している。停電の際は自動的に 400kVA の発電機に接続する。



SE-⑩ 顧客インタビュー5 小麦粉工場(停電予告)

停電頻度は断定しにくいですが、過去には丸 2 日間の停電もあり。基本的には前日までに WhatsApp にて JIRAMA から連絡がある。しかし告知期間が短く操業調整が難しいこと、一度停電したら設備の再起動に 30 分程時間がかかるなどの問題がある。



SE-⑪ 顧客インタビュー6 公立病院

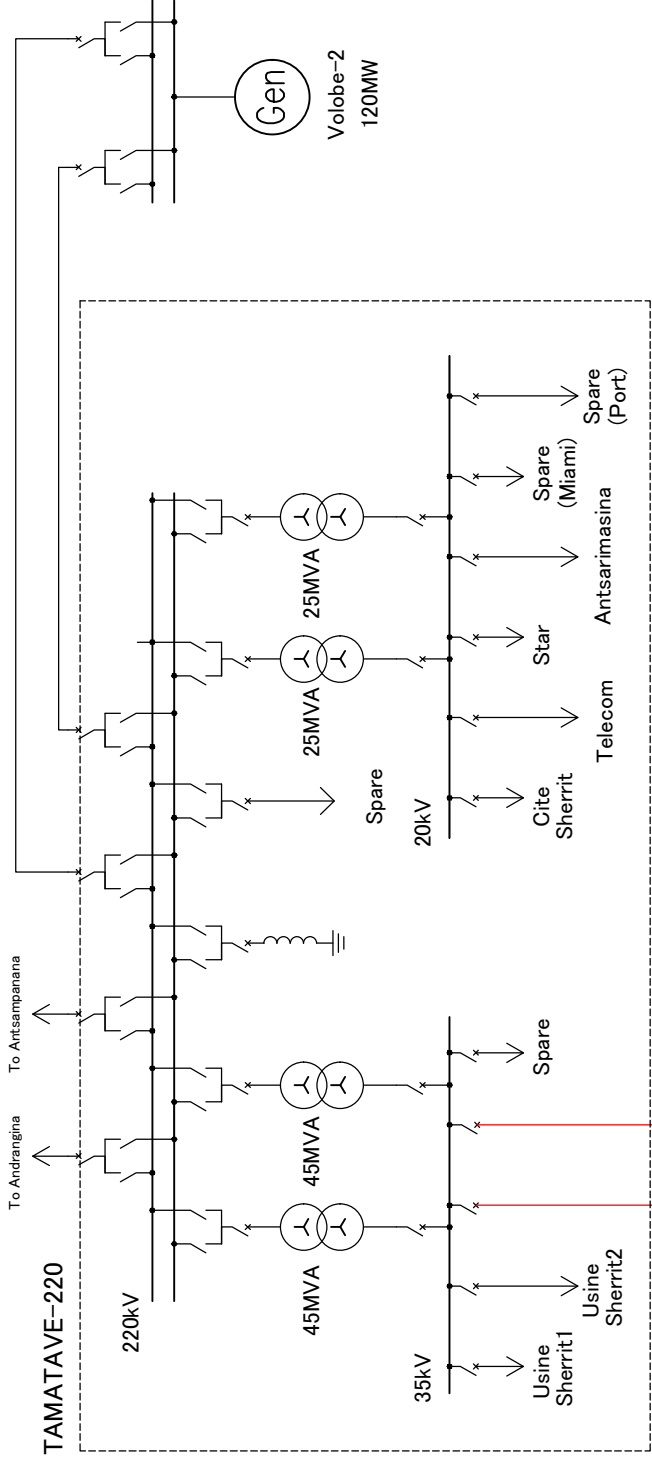
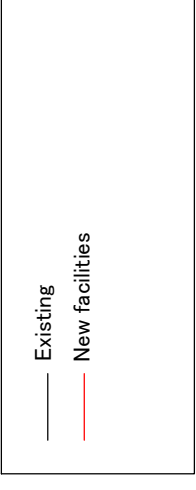
市内で最も大きな公立病院であり、316 人の職員が勤務している。停電時は数日前に告知があり、告知のない停電に対しては速やかに JIRAMA に連絡して技術者に対応してもらう。1100 万 MGA/月程の電気代を JIRAMA に支払っている。



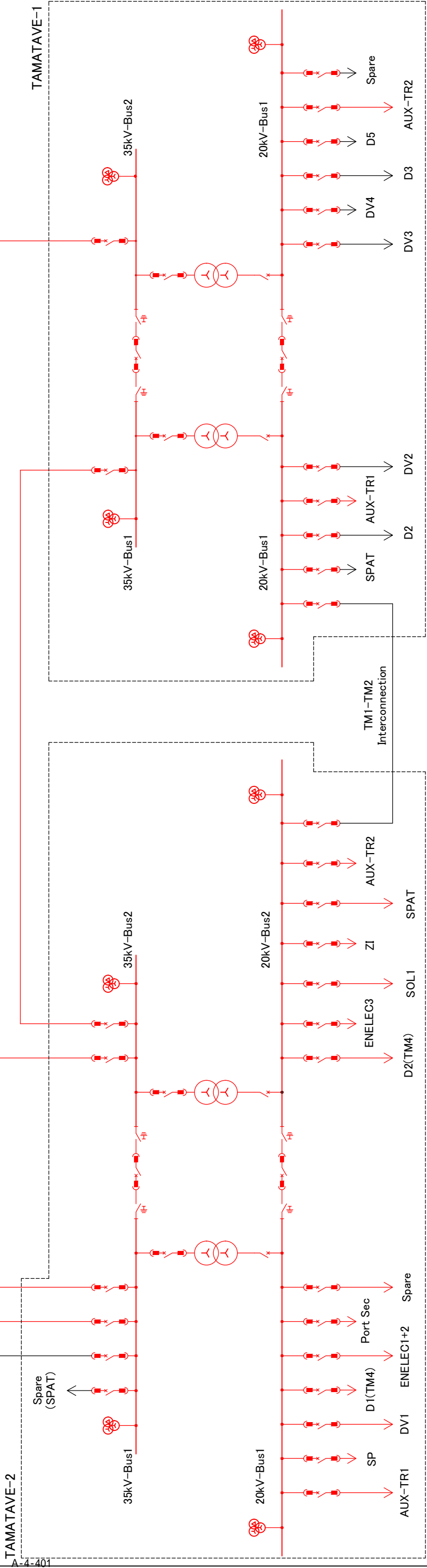
SE-⑫ 顧客インタビュー6 公立病院(医療機器)

配電線や変電設備の老朽化により、供給電力の電圧が不安定で、病院内の精密医療機器が壊れる可能性がある。停電時は速やかに手動で発電機に切替えているが、手術等の継続的な電力を必要とする医療処置に対する不安がある。

別添6： 単線結線図・配置計画図（案）



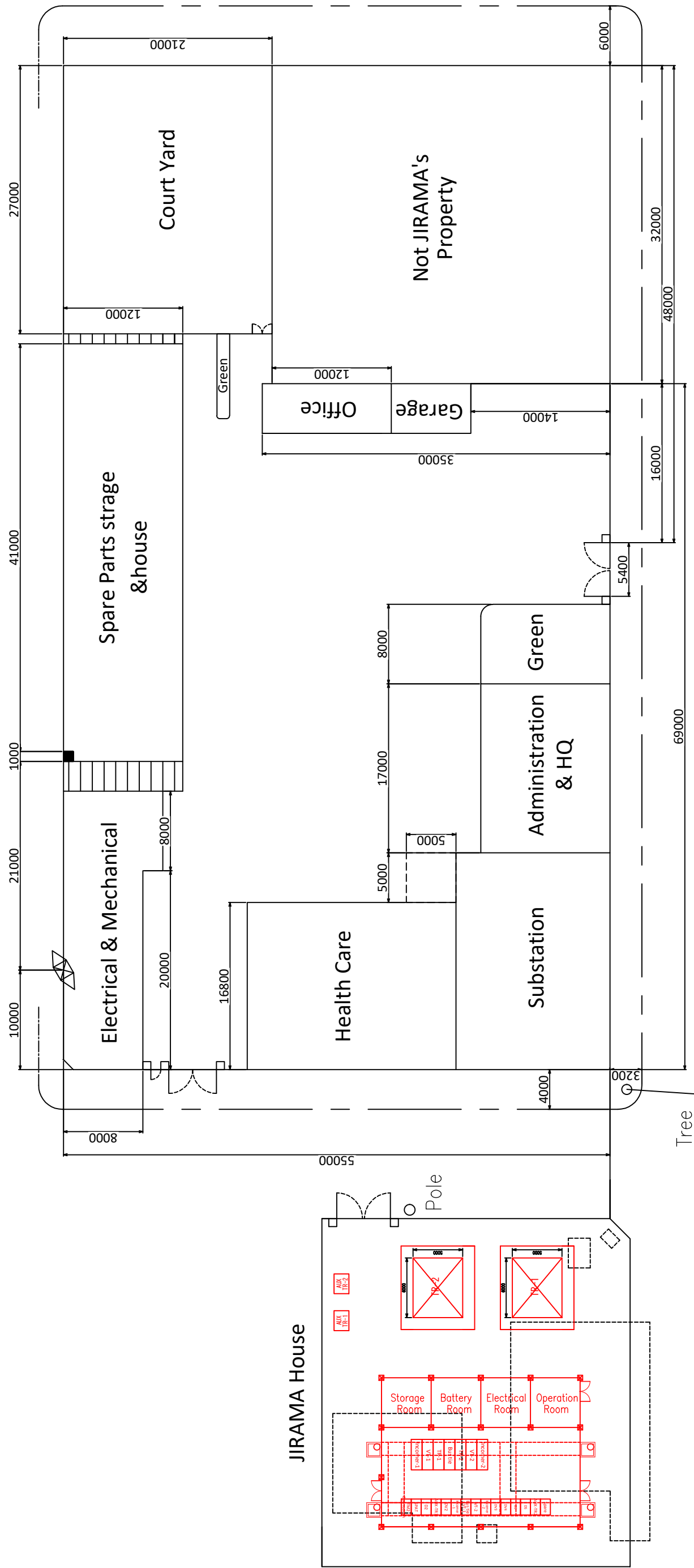
Volobe-1
6.76MW



Preliminary

Title		Single Line Diagram in TAMATAVE			
DATE	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	REVISION	
29th.Oct.2022	T.NAKAMURA	K.Obashi	M.Abe	0	
SCALE		NON			
DWG.No.					
West Japan Engineering Consultants,INC					

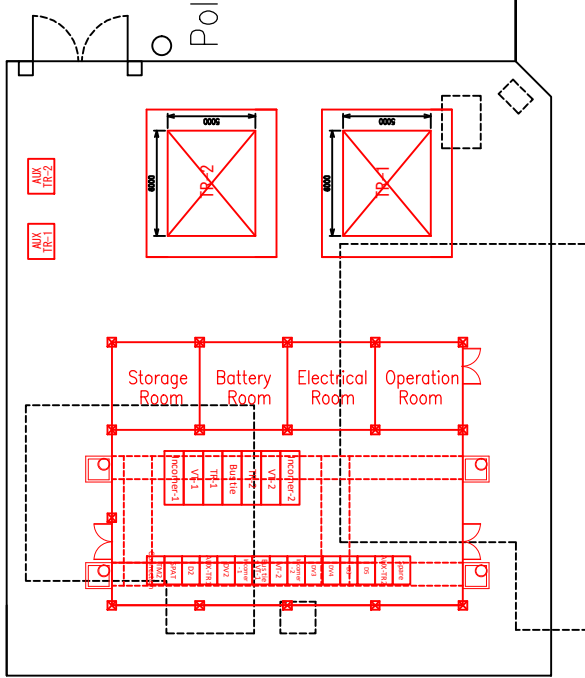
Rue Grandidier



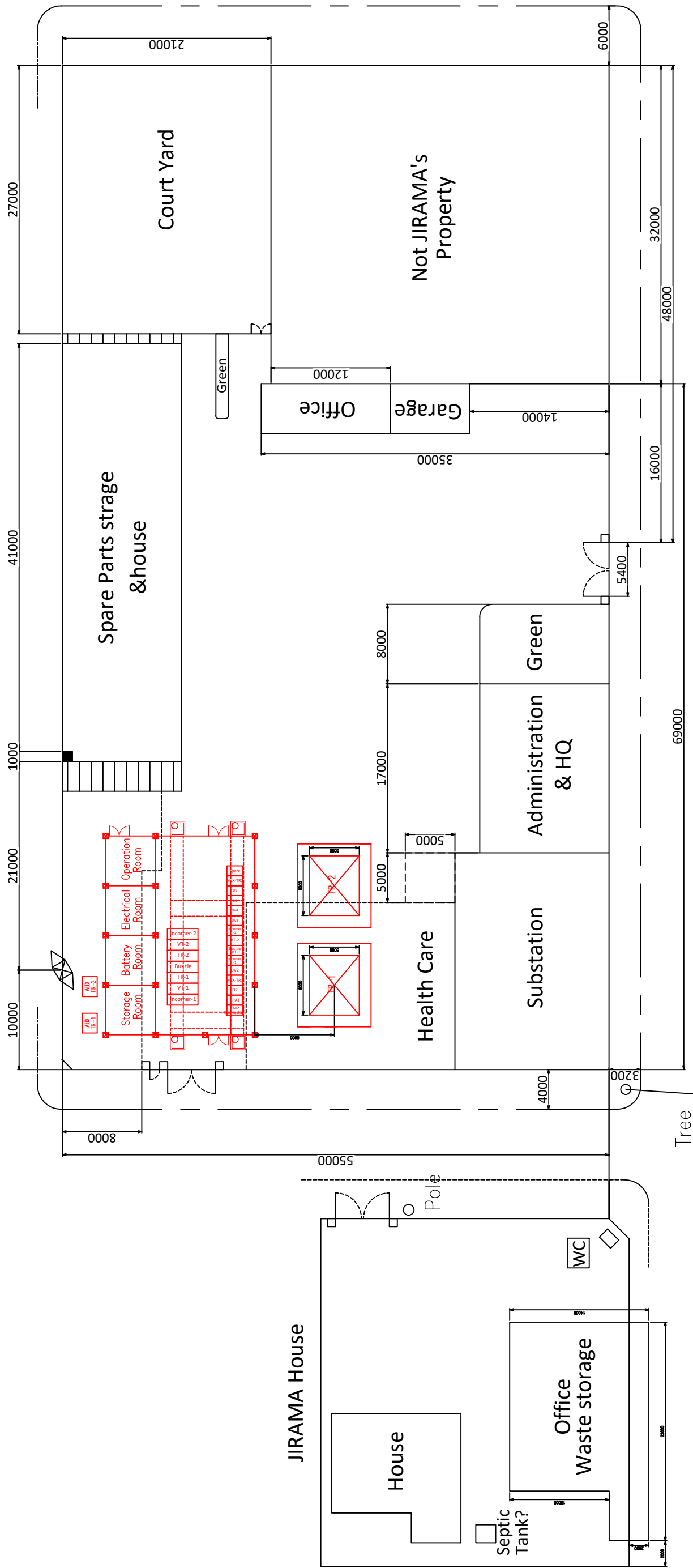
Frigota

Rue Amiral Billard

JIRAMA House



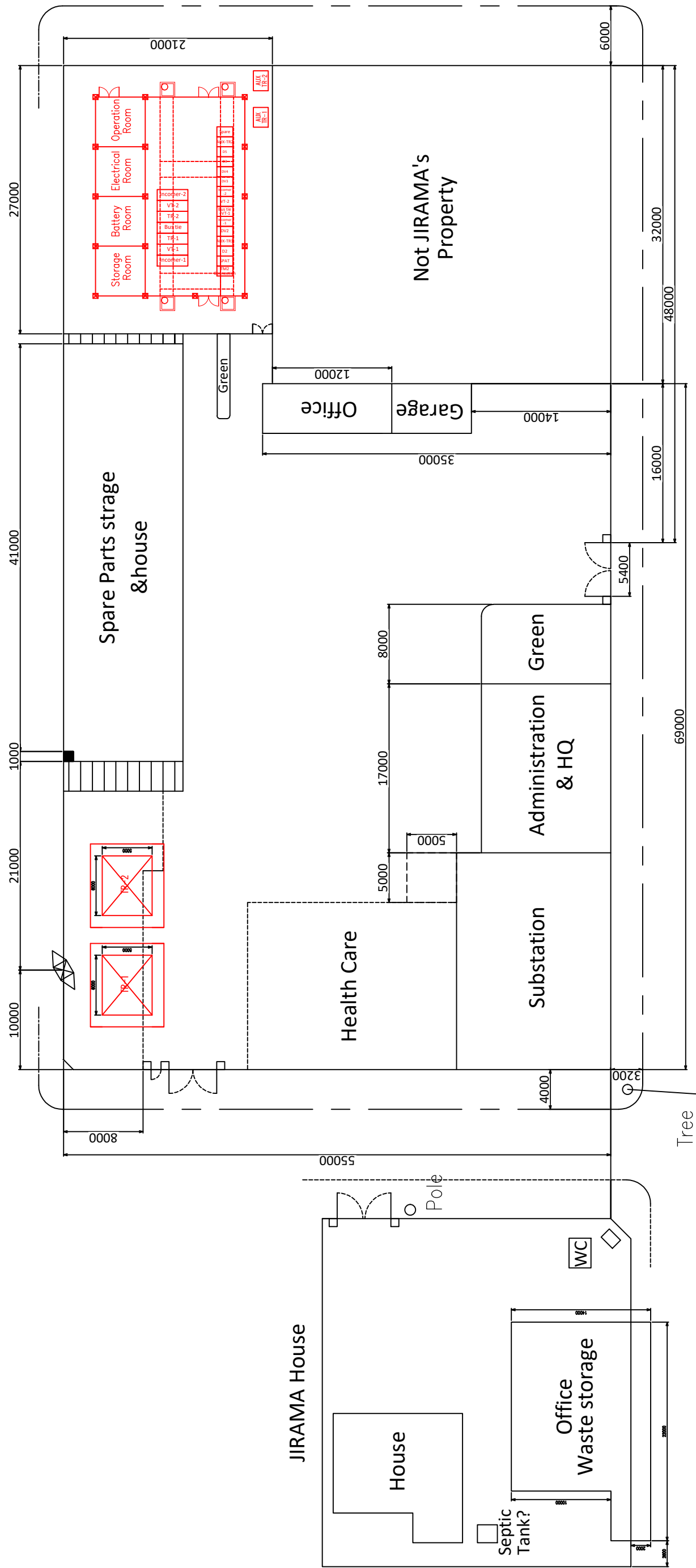
Rue Grandidier



Rue Amiral Billard

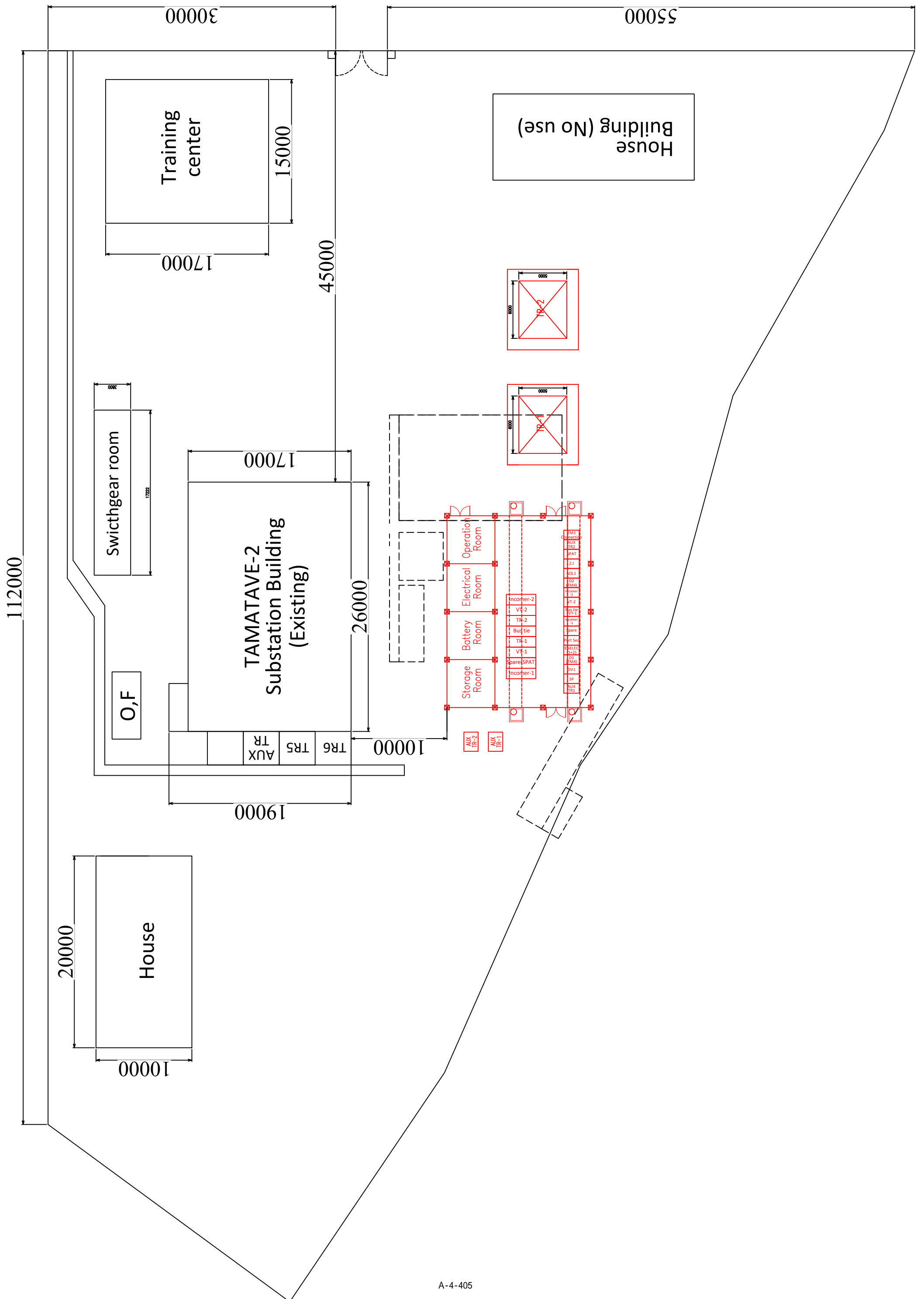
Frigota

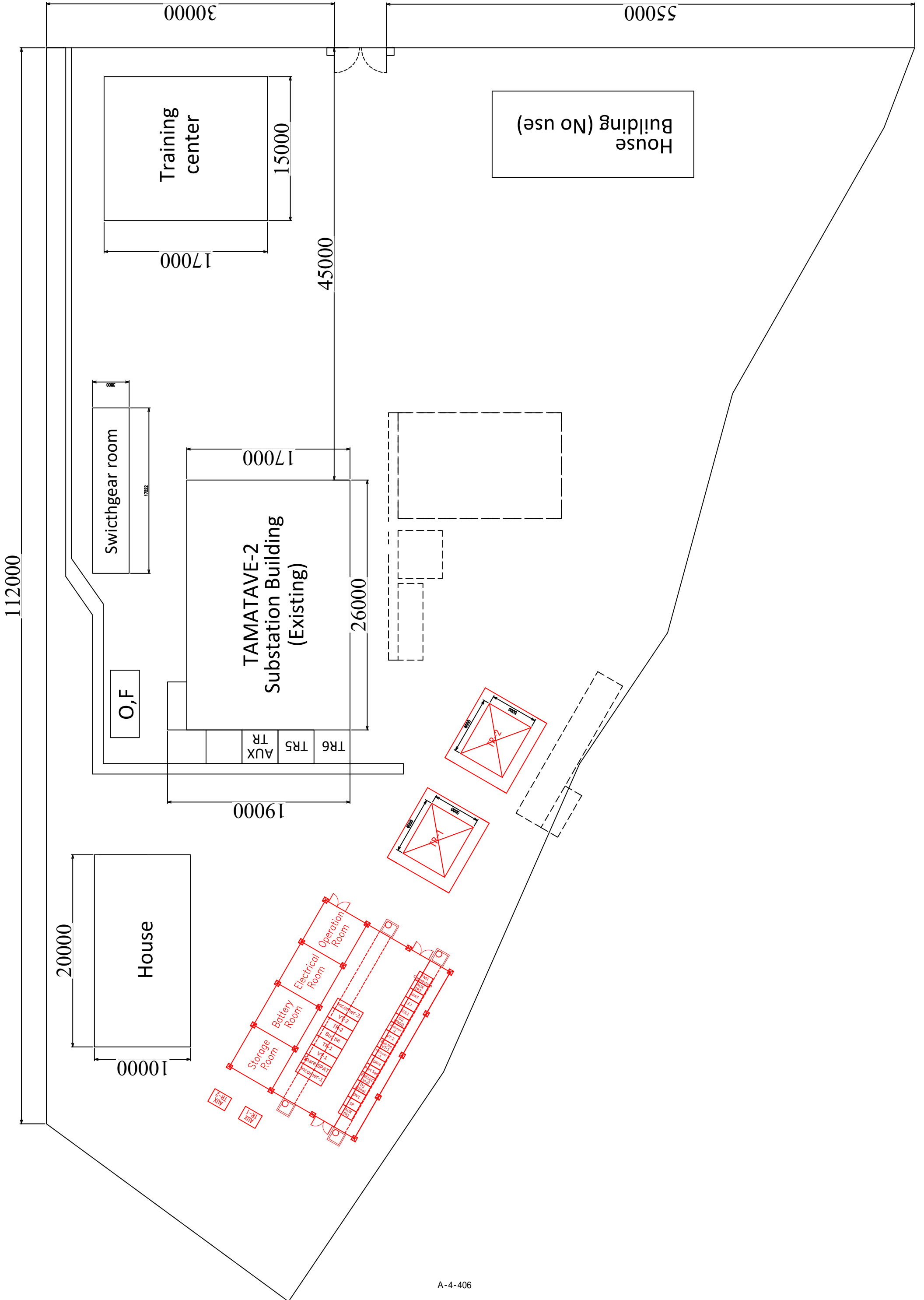
Rue Grandidier

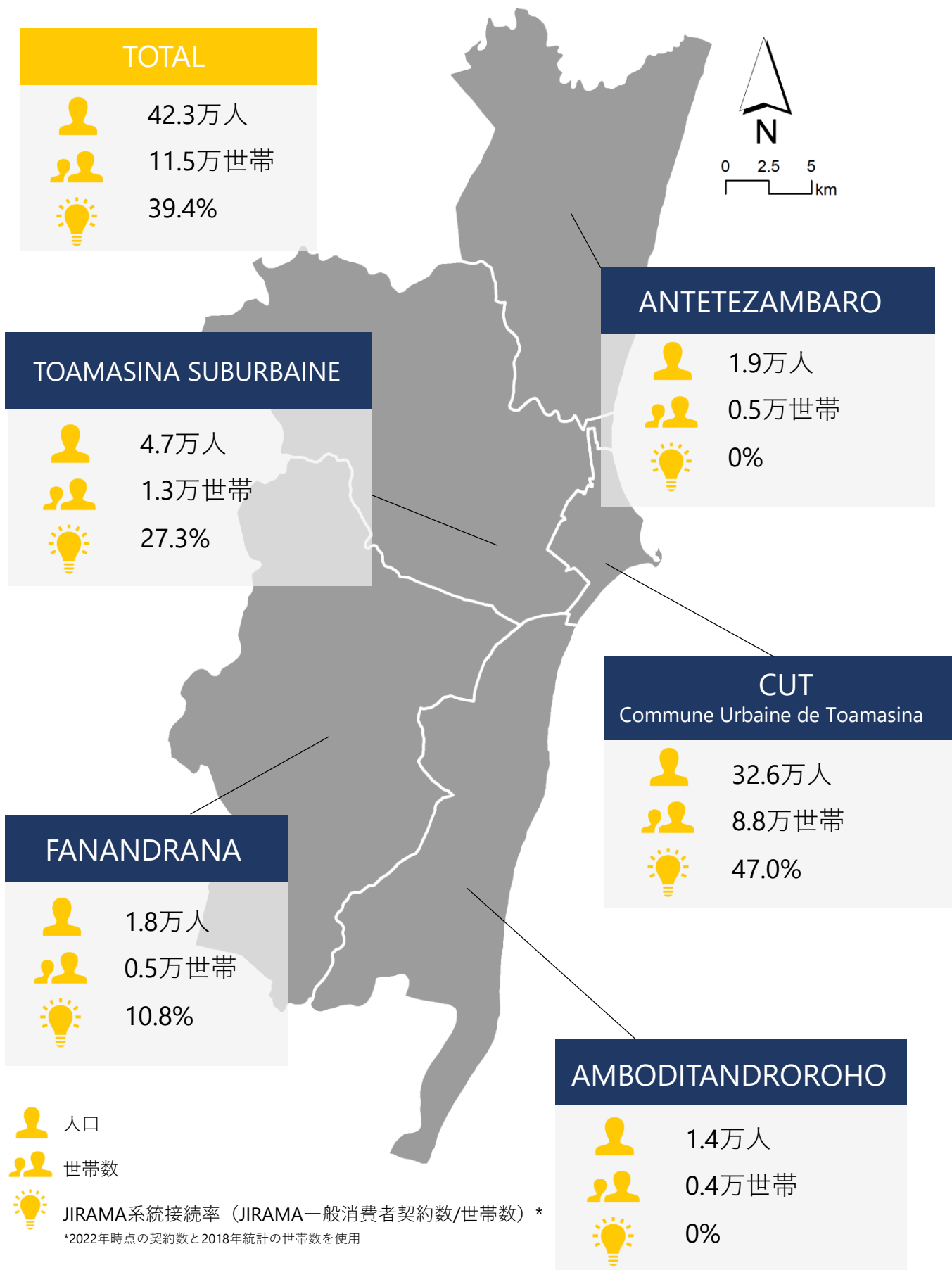


Frigota

Rue Amiral Billard







出典：INSTAT RGPH-3, JIRAMA提供データ

図7-1 事業対象地域の人口、世帯数及びJIRAMA系統接続率

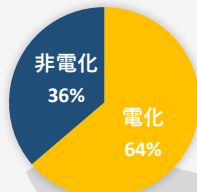
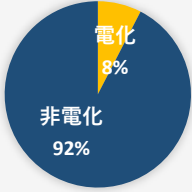
TOTAL



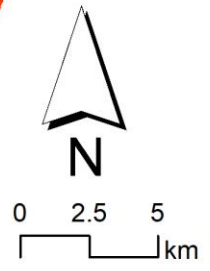
118校/334校

公立

私立



36カ所



ANTETEZAMBARO



20校/5校



2カ所

TOAMASINA SUBURBAINE



26校/43校



6カ所

CUT



32校/281校



21カ所

AMBODITANDROROHO



18校/1校



3カ所

FANANDRANA



22校/4校



4カ所

LEGEND

- University_of_Toamasina
- Public School (electrified)
- Public School (non-electrified)

Distribution and Transmission Line

- Existing
- Plan

公立学校/私立学校
(Primaire, Collège, Lycée)

保健施設

出典：保健省・公衆衛生省提供データ

図7-2 事業対象地域の教育施設及び保健施設

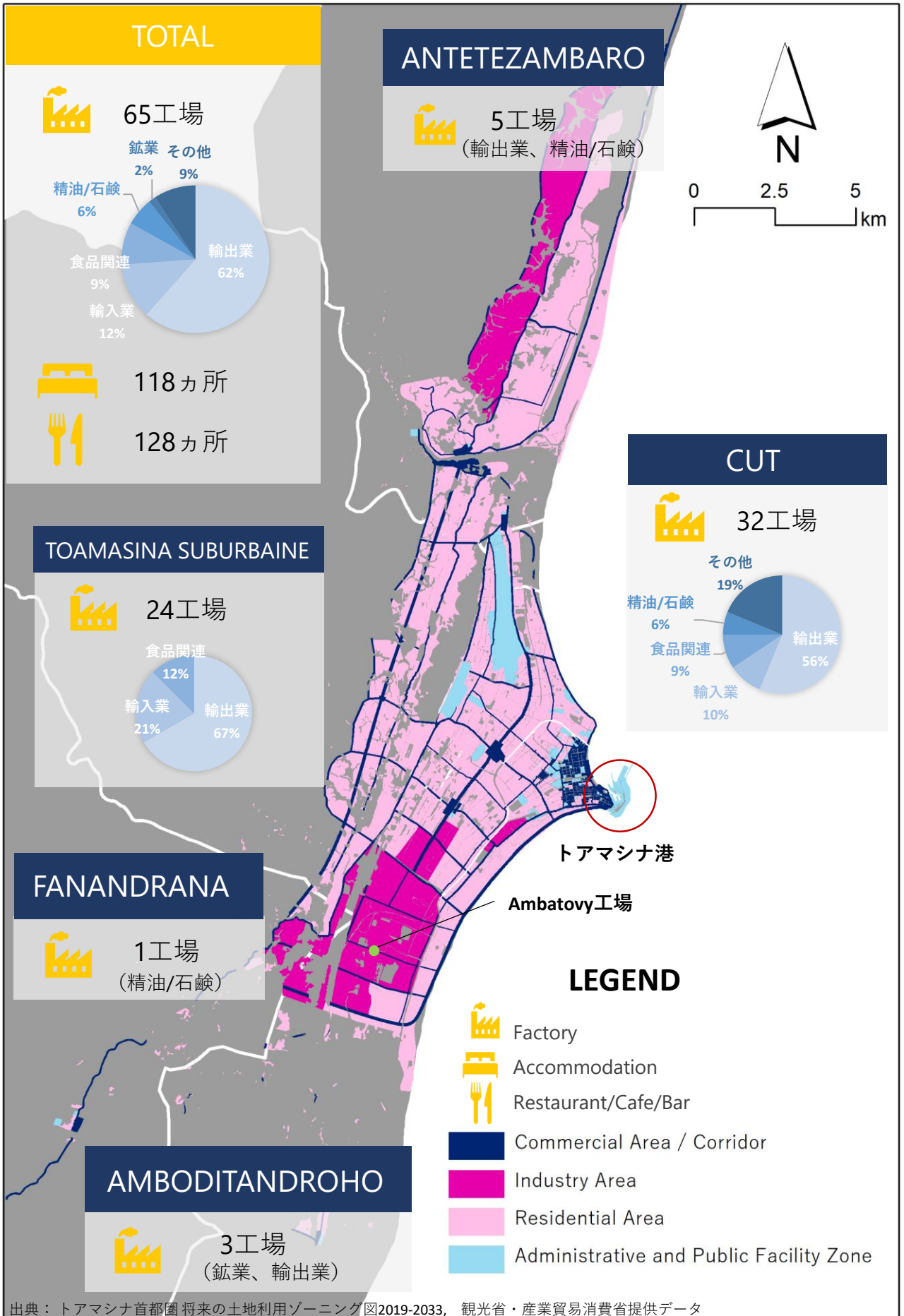


図7-3 事業対象地域の産業分布

7. 第5次現地調査（コンゴ共和国）

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

第五回現地調査報告（コンゴ共和国）

1. 調査日程と団員構成

1月9日から19日までの間、5名の調査団員と1名の特殊備人が、エネルギー・水力省（MEH）や公益電気事業者であるE2Cとの協議、ブラザビルにおけるサイト調査を実施した。

表1：調査団員

	担当事項	氏名	所属
1	副業務主任／電気事業経営課題分析 1	世羅 徹	有限責任監査法人トーマツ
2	配電設備計画	大橋 圭一郎	西日本技術開発（株）
3	送変電設備 2	中村 太郎	西日本技術開発（株）
4	送配電設備運用人材育成	黒羽子 強平	八千代エンジニアリング（株）
5	社会経済調査	白石 いずみ	八千代エンジニアリング（株）
6	通訳/コーディネーター	Narison Razafimpanana	特殊備人

詳細な現地調査日程と面談者は、別添2と別添3に示す。

2. 調査の目的

JICA コンゴ民主共和国事務所が、ローカルコンサルタント（ECONERGY SARL）を活用して実施した、コンゴ共和国の電力セクター調査の報告書「STUDY ON THE ELECTRICITY IN THE REPUBLIC OF CONGO」（2022年3月）に示されている新規案件候補のうち、首都ブラザビルを対象とした、送配電網整備等に関する具体的案件（無償）形成に必要な情報を収集し、実施可能な支援策を検討する。

具体的には、該当地域における電力の需給状況や開発計画等の確認、実施機関の財務状況やニーズ確認及び技術関連データの収集を目的としたヒアリング、サイト状況調査を実施し、事業化した際の予算規模・環境社会配慮面での対応要否・実施機関の運営維持管理能力の確認を目的とした現地調査を行う。

3. 調査結果（事業計画概要案）

(1) 事業対象地域の概況

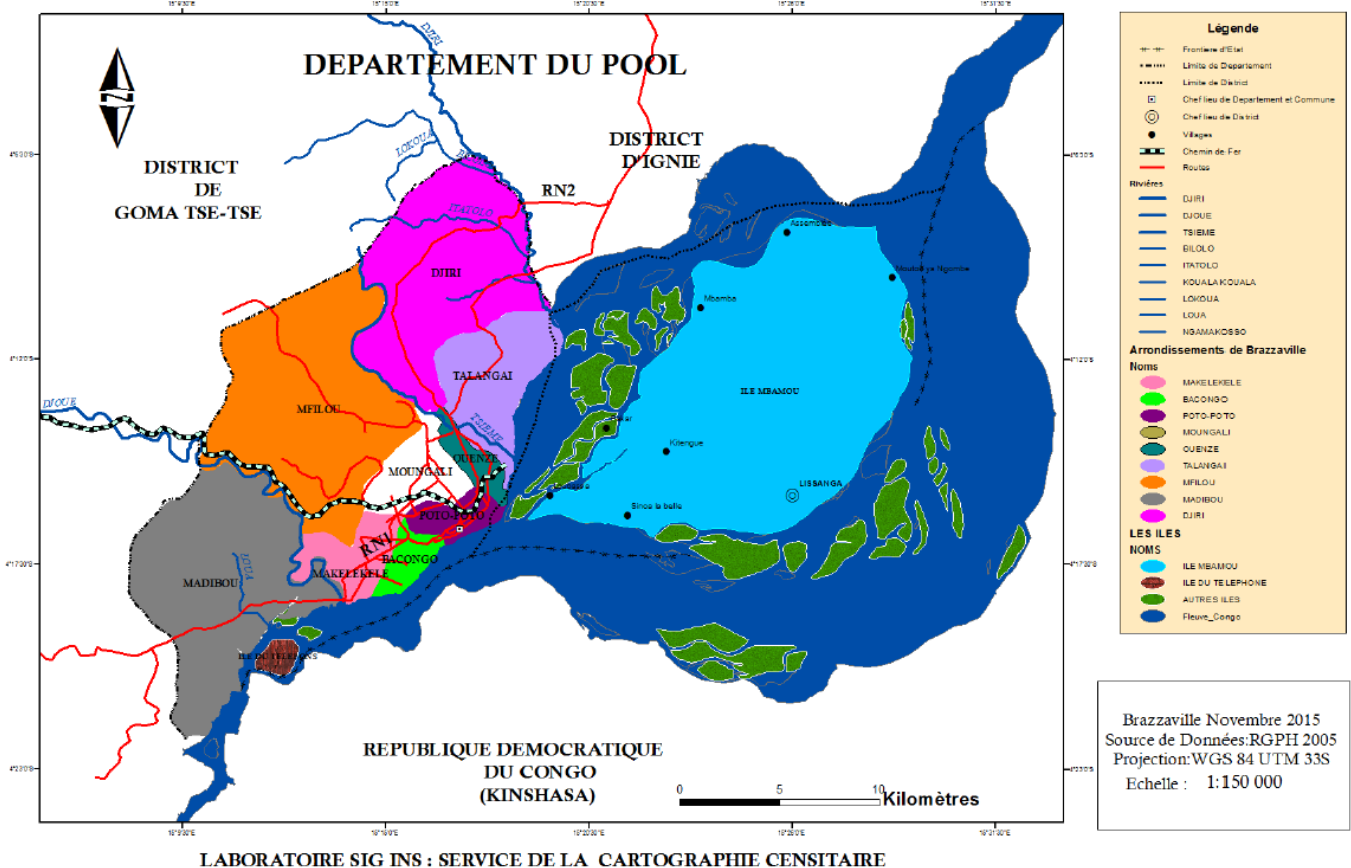
① 概況

事業対象地域であるブラザビルは、コンゴ共和国（コンゴ共）の首都であり、コンゴ川の下流に面している。市の中心部には中央官庁や国会議事堂などの政府機関や、大学などの高等教育機関、各国大使館、銀行本店などが立ち並び、行政及び金融の中心地として機能している。

ブラザビル市内の中心には国際空港があり、そこから南西4km程のコンゴ川岸に向かってコンパクトに中心部がまとまっている。中心部には西約400kmの大西洋岸にある第二の都市ポワント・ノワールへと繋がる鉄道駅及び、コンゴ大洋輸送システムの終着点となる河川港があり、コンゴ川の上流への汽船サービスと他の中央アフリカ諸国への中継貿易の拠点として栄えている。コンゴ川の対岸にあるコンゴ民主共和国（コンゴ民）の首都キンシャサとブラザビルを繋ぐフェリーも運航しており、二つの都市は活発な交流を行いながら大都市圏を形成している。

ブラザビルは一つの市（Commune）でありながら、コンゴ共の全12県（Département）のうちの一つの県としても区分されている。ブラザビル市の行政区画はさらに9つの地区（Arrondissement）に分かれており、図3.1にその区分図を示す。

DEPARTEMENT DE BRAZZAVILLE



出典: Annuaire Statistique du Congo 2018 (Edition 2020)

図 3.1 ブラザビル市行政区分図

コンゴ共の各県の人口及びブラザビル市の各地区の人口（2018年時）は、表 3.1 の通りである。2021年のコンゴ共全体の推計人口は約 566 万人で、2020年比 2.5%増、2015年比 16.5%増となっている。コンゴ共はサブサハラ・アフリカ地域内でも人口密度が低く、1km²あたり 15.5 人が住んでいる。また、二大都市ブラザビル（約 203 万人）とポワント・ノワール（約 106 万人）の人口を合わせると総人口の 56.5%に当たり、人口集中による都市化が進んでいる。

表 3.1 県ごとの人口及びブラザビル県内の地区ごとの人口

県 (Département)	人口	地区 (Arrondissement)	人口
Brazzaville	1,932,610	Makélékélé	419,754
Pointe-Noire	1,006,611	Bacongo	139,005
Pool	332,934	Poto-poto	131,018
Kouilou	129,398	Moundali	234,605
Niari	325,442	Ouenzé	256,189
Lékoumou	135,643	Talangai	475,611
Bouenza	434,925	Mfilou	276,428
Plateaux	245,683	Madibou	-
Cuvette	219,584	Djiri	-
Cuvette-Ouest	102,724		
Sangha	120,650		
Likouala	216,869		
合計	5,203,073		1,932,610

出典: Annuaire Statistique du Congo 2018 (Edition 2020)

② 電力へのアクセス

IEA のデータによれば、2020年の全国の電化率は 48%で、都市部と地方部がそれぞれ 66%と 10%である。

図 3.2 に全国の E2C の契約者数の推移を示す。2022 年 10 月時点で、ブラザビル（近隣の Pool 含む）における E2C の配電系統（低電圧）に接続されている世帯及び事業者の契約数は 22.5 万あり、配電系統（中電圧）に接続されている事業者の契約数は 488 存在する。コンゴ共全体では、それぞれ 42.5 万及び 1,195 で、ポワント・ノワールとブラザビル（Pool 含む）二つの都市圏で全体の 86% を占め、人口同様、現在の需要家は都市部に集中していることが伺える。

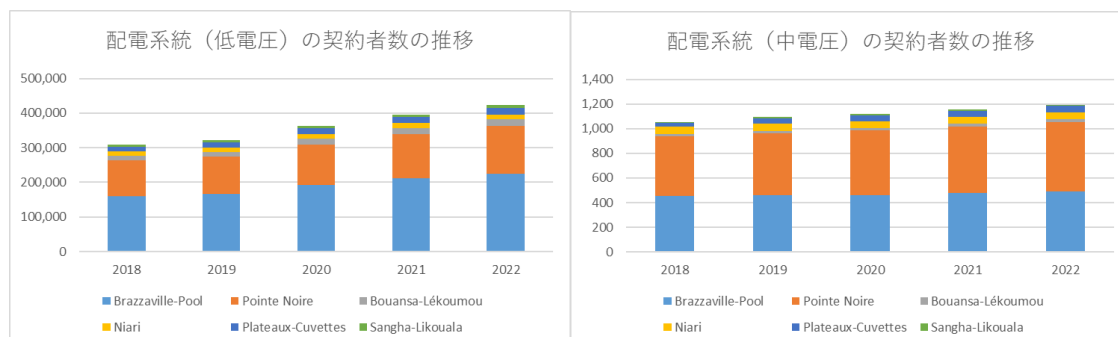


図 3.2 E2C の契約者数の推移

(2) 電気事業体制

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

SNE は 2018 年 6 月に解散し、新会社である設立に関する政令により、Energie Electrique du Congo (E²C. SA: E2C) が誕生して、発送電および配電事業を運営している。E2C の組織図を別添 4 に示す。本調査対象となる送配電設備は、送電部門（DD）が運営・維持管理を行っている。

ただし発電事業については、エネルギー・水力省から認可を受けて、全国の 7 割近くに相当する 484MW のガス火力発電設備容量を有している Centrale Electrique du Congo S. A. (CEC S. A.) が大半を担っている。CEC S. A. の資本については国が 80%、ENI が 20% を所有している。

また、電力設備の資産は現在 MEH が大半を所有しているため、電力事業開発における権限は電力会社である E2C ではなく、MEH が有している。

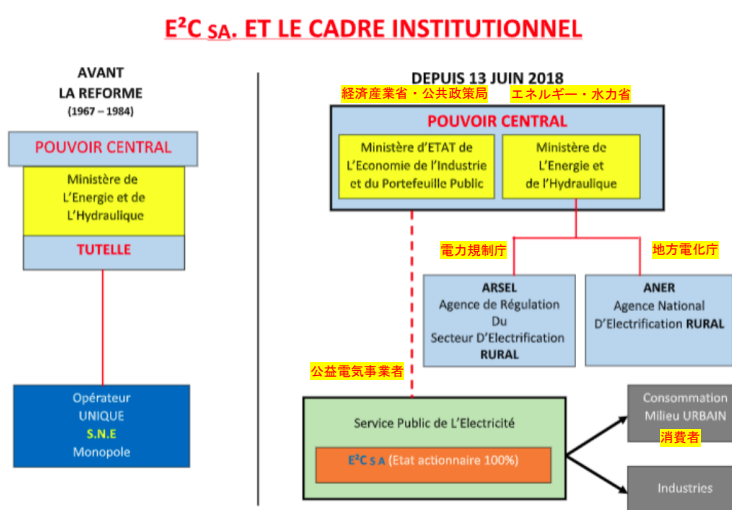


図 3.3 電力セクターの枠組み

(3) 電気事業者の経営状況

収益性、安全性、成長性の観点から分析したが、収益性、成長性には特段、懸念となるような

事項はなく、規模拡大しており、かつ、収益力がある企業である。安全性について、売上債権回収期間が長期化していることが懸念である。特に、政府に対する債権が多額になっており懸案事項になっている。また、今後、政府が保有している資産（発電施設等）を E2C に移管する予定があるが、移管後に資産の更新投資を確保するための収益性を確保することが課題になると考えられる。

以下は詳細な内容である。

売上高が 86 Billion (45 億円) に対して、売上原価が 51 Billion (27 億円) であり、売上総利益は 35 Billion (18 億円) と利益率は十分である。しかしながら、それには運営助成金が 19 Billion (10 億円) 含まれているため、それを差し引くと 16 Billion (8 億円) の売上総利益となる（決算数値は 2020 年度で記載。1CFA=0.052 円（2020/12 末）で換算、以下同様。）。CEG から電気購入した分の 4 割が政府負担であり、それが運営助成金である。

2019 年度は、2018 年 9 月から E2C の事業を開始したことから、原材料などの購入費や、外部サービス費用（特に修理・メンテナンス）などが多額になっていたことから、最終利益がマイナスになっているが、2020 年の収益性は順調である。

売上債権の回収に 24.03 か月（約 2 年）かかっていること、流動比率が 100% を下回っていることから、資金繰りに苦慮しているものと考えられる。なお、政府が電気料金を約 25 年間滞納しており、それが 33 Billion (17 億円) を含めると債権回収期間が 28.91 か月とかなり長くなる。口座振替などの制度はあるが、切り替えが進んでおらず、E2C 本社の 1 階にある窓口で支払いがされている状況である。請求書を送付して数か月後に支払いに来る顧客が多いとのこと。なお、仕入債務の支払いが 10.22 か月と長くなっていること、営業キャッシュフローはプラスになっていることから、資金は循環している。

有形固定資産規模は、取得価額ベースで 103 Billion (54 億円)、帳簿価額が 55 Billion (29 億円) となっている。後記の他国比較分析では、電化人口当たり資産額が 14 百万米ドルと、平均の 249 百万米ドルに比べるとかなり低くなっている。これは、政府が相当な資産を保有しているためである。E2C では、送配電設備のほか、一部の発電所を保有している。政府が保有している発電所（ダム含む）は、今後、E2C に移管するか民間に売却するか検討しているとのことである。なお、減価償却累計率が、47% と相対的に低く、新しい資産が多いと思われる。

表 3.2 : E2C の財務分析 (2019 年、2020 年)

収益性分析		Profitability	31-Dec-2020	31-Dec-2019
総合・利益率		General		
原価率		Cost rate	59%	68%
売上高総利益率		Gross margin	40.8%	31.7%
売上高当期純利益率		Net income ratio	5.6%	-11.6%
売上高対人件費		SGA on sales	25.8%	31.5%
ROE (株主資本当期純利益率)		ROE	-89.2%	110.6%
ROA (総資本当期純利益率)		ROA	1.7%	-4.8%
回転率・回転期間		Turnover	0	0
総資本回転率 (回)		Total asset turnover	0.3	0.4
固定資産回転率 (回)		Fixed asset turnover	1.0	1.3
売上債権回転期間 (月)		Trade receivables turnover period (month)	24.03	15.74
棚卸資産回転期間 (月)		Inventory turnover period (month)	1.81	1.32
買入債務回転期間 (月)		Trade payables turnover period (month)	10.22	5.46
安全性分析			31-Dec-2020	31-Dec-2019
債権の返済能力		Repayment Capacity		
流動比率		Current Ratio	76.3%	73.8%
当座比率		Quick Ratio	71.3%	68.9%
資本の安定性		Capital stability		
自己資本比率		Capital ratio	-1.9%	-4.3%
負債比率		Debt ratio	-5391.9%	-2415.2%
成長性分析		Growth	31-Dec-2020	31-Dec-2019
売上高成長率		Sales growth rate	7.5%	
利益成長率		Profit growth rate		
総資産成長率		Total asset growth rate	38.6%	

出典：E2C の財務諸表 (2019 年、2020 年)

下図にあるように、コンゴ共は電気料金が、サブサハラ地域の他国に比べても、低い水準である。20 年以上、料金改定を行っておらず政治マターでもあり値上げしにくい状況である。なお、1KW あたり 49.08CFA で計算しているが、それ以外に基本料金があるため低くなっていると考えられる。

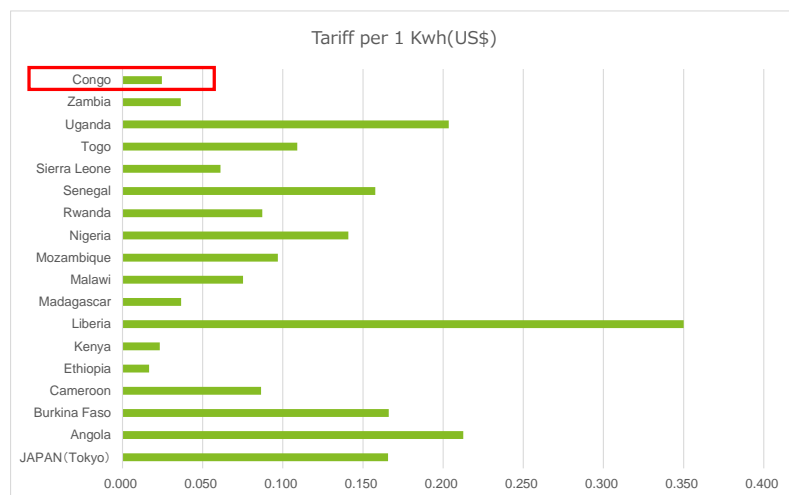


図 3.4 : 電気料金の比較

ただ、下表のように電化率人口一人当たりの売上が、75US ドルと、平均値 52US ドルに比べて高い。

表 3.3 : 電化率人口当たりの売上比較

Items	Ave.	Congo	Angola	Burkina Faso	Cameroon	Ethiopia	Kenya	Liberia	Madagascar	Malawi	Mozambique	Nigeria	Rwanda	Senegal	Sierra Leone	Togo	Uganda	Zambia
Country		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Integrated Generation		144,803		326,384		533,649	203,931	443,040	25,443	239,019		516,980		83,155	916,097		0	876,322
Transmission Distribution			628,196	478,586				31,054		59,189					28,843			2,237
Internal transaction					110	247,952		1,285,196			131,067				45,439			292,792
Sales (000 US\$)	468,426	144,803	1,106,782	326,384	533,759	451,883	1,759,290	25,443	239,019	131,067	516,980	83,155	916,097	74,282	0	309,553	876,322	
Population	26,464	5,520	30,800	19,190	25,210	109,220	49,700	4,820	26,970	18,620	29,490	12,300	15,850	7,650	7,880	42,860	17,350	
Electrification rate	38.6	35	45.0	20.0	70.0	45.0	75.0	11.0	25.0	13.4	29.0	52.6	69.0	25.0	43.0	23.0	37.0	
Electrification population	11,312	1,926	13,860	3,838	17,647	49,149	37,275	530	6,743	2,495	8,552	6,470	10,937	1,913	3,388	9,858	6,420	
Sales per e-population(US\$)	52	75	80	85	30	9	47	48	35	53	60	13	84	39	0	31	137	
Fix assets (M US\$) - Integrated Generation		28		683		714	10,970	3,430	508	3	3,059		439	1,449		1,540	4,915	
Transmission Distribution			157	909		15	1,144	2,708		286					21		750	
Total Assets	2,366	28	2,280	683	729	12,114	7,819	508	3	519	3,059	439	1,449	22	1,540	1,742	4,915	
Assets per e-population	249	14	164	178	41	246	210	958	0	208	358	68	132	12	455	177	766	

出典：調査団作成

参考資料として、財務状況について下記に示す。

表 3.4 : E2C の財務状況

貸借対照表	Balance Sheet	31-Dec-2020	31-Dec-2019
有形固定資産	Property, plant and equipment	55,090,644,584	49,205,638,364
その他の固定資産	Other non-current assets	33,074,545,322	32,876,173,343
固定資産合計	Total non-current assets	88,165,189,906	82,081,811,707
棚卸資産	Inventories	13,080,854,616	11,604,852,374
売掛金	Trade receivables	173,695,315,226	137,898,634,416
現金及び現金同等物	Cash	7,990,728,470	9,591,929,718
その他の流動資産	Other receivables	6,674,392,945	13,751,587,656
流動資産合計	Total current assets	201,441,291,257	172,847,004,164
資産合計	Total assets	289,606,481,163	254,928,815,871
純資産合計		-5,472,602,806	-11,011,087,446
長期借入金	Borrowings	23,050,544,357	24,580,379,377
その他の固定負債	Other liabilities	7,990,743,474	7,178,376,718
固定負債合計	Total non-current liabilities	31,041,287,831	31,758,756,095
仕入債務	Trade payables	73,853,047,464	47,804,139,259
短期借入金 (1年内返済長期借入金含む)	Borrowings	3,436,353,651	1,930,968,492
その他の流動負債	Other liabilities	186,748,395,023	184,446,039,471
流動負債合計	Total current liabilities	264,037,796,138	234,181,147,222
負債合計	Total liabilities	295,079,083,969	265,939,903,317
損益計算書	Profit and loss statement	31-Dec-2020	31-Dec-2019
売上高	Sales	86,749,618,181	105,152,159,388
商品の販売原価、原材料・補助金の消費額	Cost of sales	-51,381,497,211	-71,781,226,103
売上総利益	Gross margin	35,368,120,970	33,370,933,285
人件費		-22,340,696,432	-33,092,088,116
減価償却費		-5,727,719,703	-11,700,838,397
その他の営業費用及び損失	Other cost	0	0
営業利益	Operating profit/(loss)	7,299,704,835	-11,421,993,228
税引前当期純利益		5,934,951,916	-12,173,481,337
税金	Tax (cost)/(income)	-1,051,521,594	0
税引後当期純利益	Net income	4,883,430,322	-12,173,481,337
キャッシュフロー計算書	Cash flow statement	31-Dec-2020	31-Dec-2019
営業活動に係るキャッシュフロー	FLUX DE TRESORERIE LIES A L'ACTIVITE	5,757,291,726	70,216,624,759
投資活動に係るキャッシュフロー	FLUX DE TRESORERIE LIES AUX OPERATIONS D'INVESTISSEME	-7,334,043,113	-88,298,436,801
財務活動に係るキャッシュフロー	FLUX DE TRESORERIE LIES AUX ACTIVITES DE FINANCEMENT	-1,529,835,020	25,742,773,268

出典：E2C の財務諸表 (2019 年、2020 年)

(4) 政策/上位計画

1) エネルギー政策

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

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

エネルギー政策は、以下の4つの分野に分かれている。

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

エネルギー政策の目標として、表3.5に示すように2016年を目標として戦略目標が掲げられているが、2016年以降の継続目標とされているようである。

表 3.5 : エネルギー政策の主目標

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

出典：LPSE 2017

2) 国家開発計画 (Plan National de Development (PND) 2022-2026)

コンゴ共では5年に一度国家開発計画が策定され、その最新版である2022-2026年の計画(PND 2022-2026)が2022年1月に刊行された。PND 2022-2026は、(i) 広義の農業開発、(ii) 工業開発、(iii) 経済特区(SEZ)開発、(iv) 観光開発、(v) デジタル経済開発、(vi) 不動産開発という6つの戦略的柱で構成されている。PND 2022-2026に記載されたブラザビル(近郊含む)の開発にかかる具体的なプロジェクトとしては、以下が挙げられている。

(i) 広義の農業開発

- ・ ブラザビルとポワント・ノワールでの食品品質管理研究所建設
- ・ ブラザビルとポワント・ノワールでの物流の貯蔵・保存インフラを備えた卸売市場の

建設

- ・ ブラザビルの獣医診断研究所及び国立作物病対策センターのバイオテクノロジー研究所の建設

(ii) 工業開発

- ・ ブラザビル軍病院での医療用ガス製造ユニットの設置
- ・ Maloukou 工業地帯（ブラザビル郊外）の電化/上水道の供給
- ・ ブラザビルの Djoué 水力発電所の BOT 方式による改修・拡張
- ・ ブラザビルーキンシャサ間の道路・鉄道橋の建設

(iii) 経済特区（SEZ）開発

- ・ 223,810 ヘクタールの Ignié 経済特区（ブラザビル郊外）の開発

(iv) 観光開発

- ・ ブラザビルの Djoué 滝へのアクセス道路/通信・エネルギーインフラの整備及び観光施設の建設
- ・ ブラザビル郊外の動物園・植物園「ラウナパーク」の創設
- ・ ブラザビル動物園・植物園のリハビリテーション
- ・ ブラザビル及びポワント・ノワールでの遊園地建設
- ・ ブラザビル及びポワント・ノワールでのウォーターパーク建設
- ・ ブラザビル及びポワント・ノワールでの大型ショッピングセンター建設
- ・ ブラザビルの観光産業促進事務所/観光ワンストップショップの実施
- ・ 主要都市（ブラザビル及びポワント・ノワール）でのダイナミック・スクリーンの設置
- ・ ブラザビル国際観光フェアの開催

(vi) 不動産開発

- ・ ブラザビルの国際ビジネス都市化
- ・ Mpila の商業センター（ツインタワー）の建設

さらに PND2022-2026 では、今後 5 年間の全国の電力・エネルギーに関する具体的な目標として以下の数値目標が掲げられている。

表 3.6 : PND2022-2026 の目標

項目	2022	2023	2024	2025	2026	5 年増加量
エネルギー生産設備容量 (MW)	825	825	1,500	2,500	3,825	2,175
エネルギー供給量 (MWh)	3,568,320	3,568,320	6,480,000	10,800,000	12,960,000	9,391,680
電力アクセス率 (%)	44	47	50	55	60	16

(5) 電力開発計画

電力セクターの開発計画は以下のとおりである。

- ・ The energy boulevard: from dream to reality (see 4.1.5 - Overview of the CR power network)
- ・ The Master Plan for Generation and Transmission

- The Master Plan for Distribution Networks
- The sectoral policy for electricity
- The PEEDU – Rehabilitation of 25 Transformer Stations Project of electricity in Brazzaville – Resettlement Action Plan (RAP)
- Summary of the work of the MEH-E2C Technical Committee on the supply of electricity
- Contingency Plan 2022-2026

当初想定していた事業対象候補は上記の下線で示す配電マスタープランに記載されているが、現在の MEH の計画内容には変更が生じている。最新の MEH の優先プロジェクトのうちブラザビルに関する発電および送変電プロジェクトを下表に示す。

表 3.7 : MEH の発電及び送変電優先プロジェクト (ブラザビル)

N°	DESIGNATION	CAPACITE/ LONGUEUR	UNITE	DEBUT	FIN	OBS
3.	Fiabilisation de l'alimentation de la ville de Brazzaville					
3.1	Production					
3.1.1	Mbandza Ndounga	630	MW	2023	2028	AKHENATON
3.1.2	Kiniangui	750	MW	2024	2029	AKHENATON
3.1.3	Kilanga	1,310	MW	PM	PM	
3.1.4	Ntoula	535	MW	2023	2028	RUSATOM
3.1.5	Kitéké	515	MW	2023	2028	LINCOLN
3.1.6	Linzolo	555	MW	2025	2030	RUSATOM
3.1.7	Centrale électrique à gaz de Brazzaville	150	MW	2023	2025	AKSA/ORASCOM
3.2	Lignes de transport					
3.2.1	Ligne 400 kV Kilanga – Kiniangui – Mbandza Ndounga – Maloukou	150	km	2024	2028	L'étude confirmera si la capacité de la ligne est suffisante pour évacuer la puissance disponible
3.3	Postes de transformation					
3.3.1	Poste élévateur de Mbandza Ndounga	MT/400 kV		2023	2028	AKHENATON
3.3.2	Poste élévateur de Kiniangui	MT/400 kV		2024	2029	AKHENATON
3.3.3	Poste élévateur de Kilanga	MT/400 kV		PM	PM	
3.3.4	Extension du poste de Maloukou	400/220/30 kV		2023	2027	AKSA
3.3.5	Poste élévateur de Ntoula	MT/400 kV		2023	2028	RUSATOM
3.3.6	Poste élévateur de Kitéké	MT/400 kV		2023	2028	LINCOLN
3.3.7	Poste élévateur de Linzolo	MT/400 kV		2025	2030	RUSATOM
3.3.8	Poste élévateur Centrale électrique à gaz de Brazzaville	MT/220 kV		2023	2025	AKSA/ORASCOM
3.4	Ceinture 220 kV autour de Brazzaville					
3.4.1	Ligne 220 kV Mbouono – Djoué – Poste A	15	km	2023		
3.4.2	Ligne 220 kV Djiri – CTB	15	km	2023		
3.4.3	Liaison souterraine 220 kV Poste A – Poste B	10	km	2024		
3.4.4	Liaison souterraine 220 kV Poste B – CTB	5	km	2024		
3.4.5	Poste 220 kV/MT de Mbouono					Remplacement des transformateurs 220/30 kV par ceux de 220/20 kV
3.4.6	Poste 220 kV/MT du Djoué			2024		
3.4.7	Poste 220 kV/MT – A			2024		
3.4.8	Poste 220 kV/MT – B			2024		
3.4.9	Poste 220 kV/MT – CTB			2024		

(6) 電力需給状況

コンゴ共の電力は、ポイント・ノワールにて操業中の Central Electricity of Congo のガスコンバインドサイクル発電所から約 7 割、2 カ所の水力発電所（プラトー県の Imboulou 及びブエンザ県の Moukoulou 水力発電所）から約 3 割が供給されている。2020 年の全国の電力消費量は約 2.7TWh、最大電力が 504MW を記録しており、2016 年以降大きな消費の変動は示していない。

コンゴ民とは 220kV 送電線で国際連系され電力輸出入が実施されているが、2020 年実績では、輸出 118GWh、輸入 12GWh で電力輸出入量が圧倒的に多い状態である。

ブラザビルの電力消費量は、全国の約 45% であるが、2016 年以降で平均 2.1%/年の伸びを示しており、全国に対する比率も増加傾向となっている。最大電力は、2020 年迄は 193MW が最大値として記録があるが、E2C からのヒアリングでは、2022 年に 205MW を記録したとの情報である。

ブラザビル市内への電力は、220kV 基幹系統（ポイント・ノワールから北部オヨ迄の連系）から配電用変電所を経由して供給されている。ただし、同市内には現在運用はしていないが水力発電所と内燃力発電所が存在する。さらに、コンゴ民との国際連系線も同市内から 220kV 送電線で接続されている。ブラザビル周辺における電源設備の状況を下表に示す。

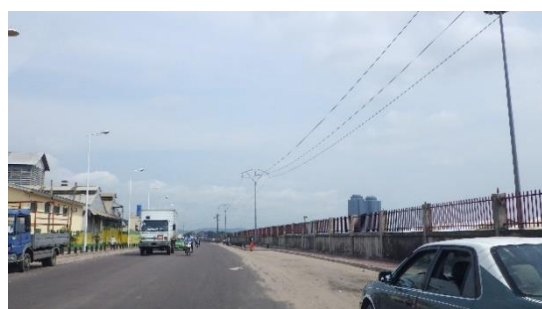
表 3.8 ブラザビル電源の状況

種別	名称	容量	状況
水力発電所	Centrale Du Djoue	2 x 7.5MW	1953 年運転開始、現在停止中 リハビリ、増容量化に向け政府と Franco-Swiss group で交渉中
内燃力発電所	Brazzaville thermal power plant	10 x 3.25MW	2007 年運転開始、燃料代の高騰もあり現在運転されていない。 ブラザビル市内への電力供給バックアップ用。
国際連系線	SNEL(コンゴ民)系統との連系線	送電制限 送り：80MW 受け：45MW	今回の調査結果では、近年コンゴ共からの送り出しが主体である。

電力系統の電圧階級は、送電線の 220kV と 30kV と配電線の 20kV と 6.6kV が存在する。30kV は配電用変電所との連系用として使用されている。20kV 及び 6.6kV の配電電力は、市内に点在するキャビン（配電用変圧器と開閉装置類を収納した建屋またはキュービクル）により低圧に降圧されたのちに需要家に供給されている。なお、E2C は 6.6kV 配電系統を 20kV に昇圧し、配電電圧の統一を行う計画をしている。ブラザビル市内中心地の配電網は地中埋設が主体である。



A 変電所内設置キャビン



B～C 変電所間連系 30kV 送電線

ブラザビルにおける概略電力供給システムを下記に示す。

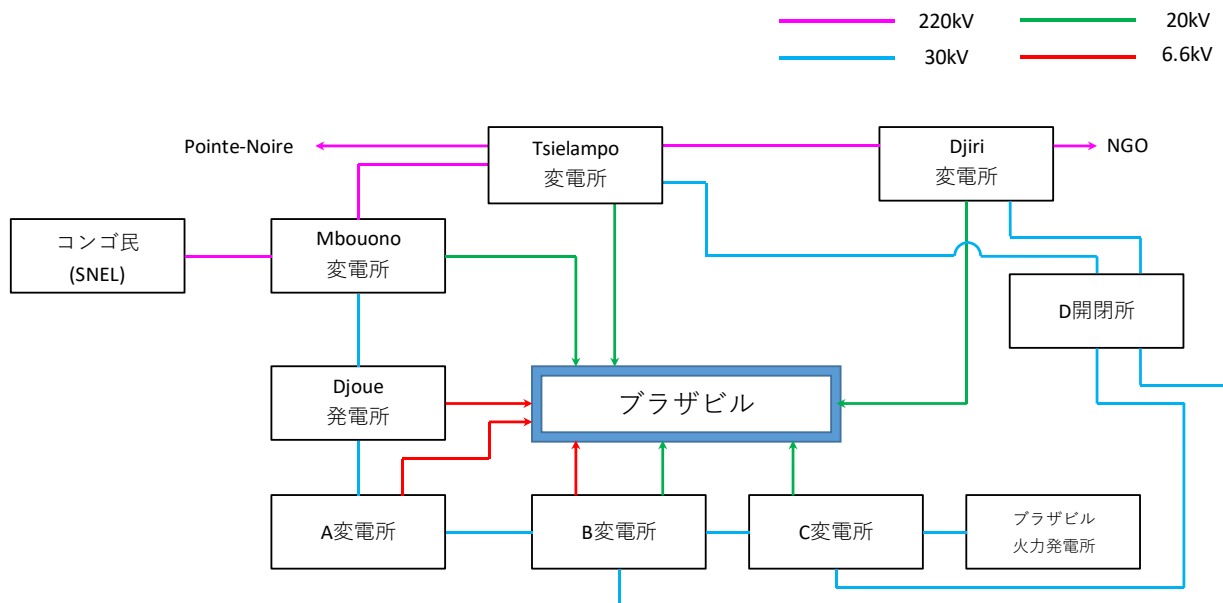


図 3.5 ブラザビルの電力供給

ブラザビル市内への配電用変圧器の容量は、表 3.9 のとおり、2023 年 1 月現在、20kV と 6.6kV の合計配電能力は、約 375MVA であり、上述の 205MW の最大電力に対して、市内全域の変圧器容量の約 6 割の負荷率となっている。但し、2022 年に運用開始したチェランポ変電所の 70MVA とジリ変電所の 30MVA 変圧器の合計 100MVA が設置される以前は、配電能力が約 275MVA であったため負荷率は最大需要時に 8 割程度に達していた。

表 3.9 ブラザビル市内配電用変圧器容量

変電所名	容量 (MVA)			
	220kV 系	30kV 系	20kV 系	6.6kV 系
A 変電所		12	12	10
B 変電所		24/30 (ONAF)	24/30 (ONAF)	
		15	15	12
C 変電所		7.5		7.5
		10/12 (ONAF)	10/12 (ONAF)	
Djiri 変電所		10/12 (ONAF)	10/12 (ONAF)	
	45	45	30	
Tielampo 変電所	45	30	45	
	45	45	30	
	45	15	30	
Mbouono 変電所	45	15	30	
	70		70	
Djoue 発電所	22/30 (ONAF)	22/30 (ONAF)		
	22/30 (ONAF)	22/30 (ONAF)		
ブラザビル市総合配電容量 (MVA)		12	12	
		6.3		6.3
		12		12
	355	328.8	328	47.8

(7) 支援ニーズ

表 3.10 にコンゴ共側からあった要望内容の概要を示す。

表 3.10 : 要望内容の概要

要望内容	電圧構成	概要	事業候補
変電所 A の増強	30/20/6.6 kV 12MVA x 1	ブラザビル南西部に位置し、1954 年ごろに建設。Djoue 発電所からの 30kV 2 回線を引き込み、6.6kV に降圧後市内向けに電力供給を行う、主に市内中心にある B 変電所への 30kV 連系変電所の役割を持つ。M/P 計画において将来需要に合わせ、110kV 化される変電所の一つであり、計画容量は 50MVA x2 となっている。A 変電所改修のためには 110kV 供給元となる Mbouono 変電所にて 220/110kV 変圧器、附属開閉装置の建設、Mbouono~A 変電所までの 110kV 2 回線送電線の新設が必要となる。変電所周辺の需要家が増えてきており、E2C からの聞き取り調査の結果、最も開発が急がれる変電所である。既設敷地面積が限られていることから、屋外型ガス絶縁遮断器 (GIS) が望まれる。	— (MP 見直し が必要の為)
変電所 B の増強	30/20kV 24/30MVA x1 30/20/6.6kV 15/20MVA x1 30/6.6kV 7.5MVA x1	E2C 本部ビル横に位置し、建設年度は A 変電所同様 1954 年ごろ。市内向け 6.6kV 及び 20kV 配電を行うと共に、30kV による市内向け環状線を構成する変電所の一つである。M/P 計画において 110kV 化される変電所の一つであり、計画容量は 50MVAx3 となっている。B 変電所改修のためには上述の A 変電所改修と共に、下記コンポーネントが必要となる。なお、本変電所も既設敷地面積が限られていることから、屋外型ガス絶縁遮断器 (GIS) が望まれる。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ Tsielampo 変電所 220/110kV 150MVA 変圧器及び附属開閉装置建設 ➢ D 開閉所 30⇒110kV アップグレード ➢ Tsielampo 変電所~D 開閉所 110kV 架空送電線建設 ➢ D 開閉所~B 変電所~A 変電所 110kV 埋設送電線建設 	— (MP 見直し が必要の為)
変電所 C の増強	30/20 kV 10/12MVAx 2	ブラザビル北東部に位置し、1985 年ごろに建設。B 変電所及び D 開閉所より計 3 回線の 30kV 準送電線を引き込むと共に、Brazzaville 火力発電所 (発電容量 3.25×10 台=32.5MW) からの電力を受け、市内向けに配電を行う役割を持つ。M/P 計画において 110kV 化される変電所の一つであり、計画容量は 50MVAx2 となっている。MP においては A, B 変電所改修後のステップ 2 における実施が予定されているが、E2C からの聞き取り調査の結果、A 変電所の次に開発が急がれる変電所である。 C 変電所改修に必要なコンポーネントは下記の通り。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ Tsielampo 変電所 220/110kV 150MVA 増設 ➢ Tsielampo 変電所~D 開閉所 110kV 架空送電線建設 (2 回線目) ➢ D 開閉所~C 変電所~B 変電所 110kV 埋設送電線建設 	— (MP 見直し が必要の為)
D 開閉所の増強	30kV 開閉所	220kV 基幹変電所である、Tsielampo 及び Djiri 変電所からの 30kV 準送電線を受電し、B 及び C 変電所へ電力供給を行う屋内型開閉所。上述の B 及び C 変電所改修のため開閉所の昇圧化が必要となる	— (MP 見直し が必要の為)
Mbuono (ムボウノ) 変電所の増強	220/30 kV 22/30MVA x2 220/20kV 12MVA x1	ブラザビルの電力供給における基幹変電所の一つであり、この変電所を供給起点として変電所へ 30kV 送電がなされている。 市内向け 20kV 配電及びブラザビル南部地域変電所 (Brazzaville S/S A) への 30 kV 配電線連系の目的に運用されている。20kV 配電容量が逼迫しており、220/20kV 70MVA x1 への増強化が E2C 内で検討されているが、予算措置等具体的な動きは無い。E2C から要望のあった 220/20kV 変圧器増設に必要な敷地スペースは確保が可能である。	◎
ブラザビル市内配電線昇圧化 (6.6⇒20kV)	—	現状 Brazzaville 市内においては配電電圧が 6.6kV 及び 20kV と混在しており、6.6kV 配電線の延伸限界もあり E2C 内において 20kV の統一化を計画している。また、MP 記載の開発も 110/20kV をベースに計画されており、配電電圧の 20kV 化は急ぎ実施する必要があるが、E2C 内において開発実施に伴う予算措置や具体的な計画はなされていない。	◎

要望内容	電圧構成	概要	事業候補
		必要なコンポーネントとしては既設 A, B 及び Djoue 発電所からの配電線、中圧/低圧配電用変圧器が挙げられる。	
ブラザビル市電力開発 M/P の更新	—	フランス電力 (eDF) により 2016 年に発電・送配電 M/P が作成されている。本調査聞取りの結果、M/P に基づいた具体的な計画立案、予算措置等はエネルギー省の管轄となっており、E2C の中で A, B, C 変電所の 110kV 化を含む計画策定のキーパーソンは存在しない状態である。またエネルギー省訪問の際には 110kV の先行開発ではなく、最終形態を見据えた 220kV による市内電力ネットワークの構築案も出てきている。この状況を鑑み、現在の需要、現地設備状況を踏まえ、M/P の見直しを行い包括的な開発計画立案を行うことが望ましい。	○
コンゴ民との国際連系変電所における調査	—	コンゴ共においては 2021 年実績で 359 回の系統事故が発生しており、これによりブラザビル市内においては計 38 回の停電が発生している。359 回の内訳のうち実に 216 回がコンゴ民側の系統事故に起因するものであり、送電線容量の不足、超高圧 DC 送電線用変換装置の故障など多数の原因が推定されているが、コンゴ共側にて具体的な要因分析、対策は行われていない。エネルギー省より詳細な系統解析及び対策案の検討について要望があった。	—
将来の電力系統における遠隔監視制御システム(スマートメータ等含む)の適用可能性の検討(配電自動化システムなど)	—	将来の電力系統における遠隔監視制御システムとして、配電自動化などの適用可能性について要望があった。	—

なお、上表の通り、ブラザビル市内における変電所増強 (Brazzaville S/S A, B, C) の増強については、MEH より既設 30kV から 220kV への増強案との比較検討が必要とのことで、eDF が作成したマスタープランを見直す必要がある。

4. 事業候補の概要と効果

(1) 事業の目的

ブラザビル首都圏における社会インフラ基盤を支えるために、電力需要増加への対応と停電時間の減少、電圧の維持の電力品質向上を図るため、電力供給能力を強化する。

(2) 事業対象コンポーネント (案)

現地調査結果を踏まえ、E2C が現在計画している 20kV 配電線増強のためのムボウノ変電所への変圧器増設が、緊急性が高いと判断し、そのコンポーネントは表 4.1 のとおりとした。

表 4.1 主要コンポーネント (案)

調達・据付	スコープ	
ムボウノ変電所増設	220/20 kV 70MVA x1 変圧器	
	220 kV 開閉装置	既設 220kV 母線の延長を含む
	➢ 変圧器用ベイ x 1	
	20 kV 開閉装置	
	➢ 受電ベイ x 1	
	➢ フィーダー用ベイ x 5	
	電力ケーブル	変電所内接続用 (20kV)
	監視・制御装置	
保護装置	変圧器保護	
関連土木建築	建屋、変圧器・機器基礎、ケーブルピット	
設計・入札・施工監理		

但し、以下はコンゴ共側の負担事項となる。

- ・ 建設用地確保のための既設障害物の撤去

- 機材運搬用の道路整備

また、E2C が現在計画している配電網の電圧統一のための 6.6kV 系統の 20kV 昇圧が損失低減や電力品質向上に貢献すると判断し、機材供与する際のコンポーネントは表 4.2 のとおりとした。

表 4.2 主要コンポーネント (案)

調達・据付	スコープ	
配電用資材	6.6kV→20kV 昇圧用資材	
(機材納入)	➢ 配電用変圧器 (20/0.4 kV)	一式 (150 台を想定)
	➢ 20 kV ケーブル (Al 150mm ²)	一式 (トリプレックス 65km を想定)
	➢ 配線用端末材	一式

(3) 本事業を実施する意義

事業対象地域であるブラザビルは、首都として行政の要を担い、総人口の約 36%の市民が暮らすコンゴ共和国の最大都市である。

市民生活においては、ブラザビル市内には 1,093 の小学校 (全国の 27%)、860 の中学校 (同 43%)、100 の高校 (同 37%)、413 のホテル (同 43%)、59 の医療施設が集中している¹。しかし、コンゴ共和国では都市部に限っても電化率は 66%と低いうえ、停電も頻発し電力サービスに関する顧客の満足度は総じて低い。2022 年に E2C が実施した顧客満足度調査によると、約 40%の顧客が E2C のサービスに対して不信感を持っていると回答し、全体の満足度は 33.33%と低かった。本調査で実施した顧客インタビューにおいても、事前通知のない停電が多いため、店舗を運営するような事業者の多くはコストの高い発電機をもたざるを得ないという声が挙げられた。

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

本事業はこのような課題に対応すべく、変電所の更新建設等により電力供給能力の強化を図るものである。本事業の実施により安定的な電力供給を実現することで、①ブラザビル市民の生活向上と②ブラザビル市の産業創出と経済発展の二点に貢献することが期待される。

① ブラザビル市民の生活向上

より安定的な電力供給を行うことは、市民の電力サービスに対する信頼感の回復と満足度の向上に繋がる。また、電力供給のキャパシティを上げることで、未電化地域や人口拡大が見込まれるブラザビル市内及び郊外の新たな開発地域等の待機需要家への新規接続が可能になる。このように電力供給に対するニーズを充足することで市民生活の向上が期待される。

② ブラザビル市の産業創出と経済発展

PND2022-2026 では、産業の多様性を生み出すための戦略的柱が掲げられ、事業対象地域であるブラザビル市にも商業や産業に関わる様々な施設の建設が予定されている。その中にはキンシャサとブラザビルを繋ぐ橋の建設など今後さらに人流の増加が見込まれるプロジェクトや、ブラザビル郊外の Maloukou 工業地帯や Ignié 経済特区の開発など将来的に高い電力需要が想定されるプロジェクトも含まれている。ブラザビル市全体の電力供給のキャパシティを上げ、ニーズに応じて安定的な電力供給を行うことは、こうした新たな産業の創出の土台として機能し、より魅力的なビジネス環境づくりとブラザビル市の経済発展に貢献することが期待される。

(4) 事業概要 (案)

表 4.3 に事業概要 (案) を示す。

¹ 2018 年統計

表 4.3 事業概要 (案)

プロジェクト (仮称)	スコープ	裨益効果	備考
ムボウノ変電 所増強計画	ムボウノ変電所における 220/20kV 主変圧器増設： 220/20kV 70 MVA 変圧器 × 1 台、開閉装置、監視制御装 置、土木工事	<ul style="list-style-type: none"> 配電用変電所の主変圧器の容量増加で待機需要の解消に貢献し電化率の向上 当該変電所近隣の 6.6kV 配電系統の 20kV 昇圧に貢献し、電力品質向上と配電地域拡大が可能 	概算費用は約 10 億円。
配電電圧昇圧 化計画	6.6kV から 20kV への配電電圧昇圧用の配電機材納入： 配電用変圧器 (約 150 台)、20kV 埋設ケーブル (AL 150mm ² 65km) 及び配電用端末材他一式	<ul style="list-style-type: none"> 20 kV への昇圧化は、電圧降下改善や配電線の延伸に有利 本邦技術の低損失変圧器の採用に伴い配電損失の低減が可能 ブラザビル市内の 6.6kV 設備削除にともない保守機材の簡素化に伴う運用性の向上 将来のブラザビル市内電力ネットワーク 220kV 化に向けた配電系統の整備 	本邦技術で提案した移動用変圧器を含めて供与すれば、20kV 昇圧化工事実施中の需要家への停電時間短縮が図れる。 概算費用は約 7 億円。

別添資料

別添 1 : 位置図

別添 2 : 現地調査日程表

別添 3 : 関係者（面談者）リスト

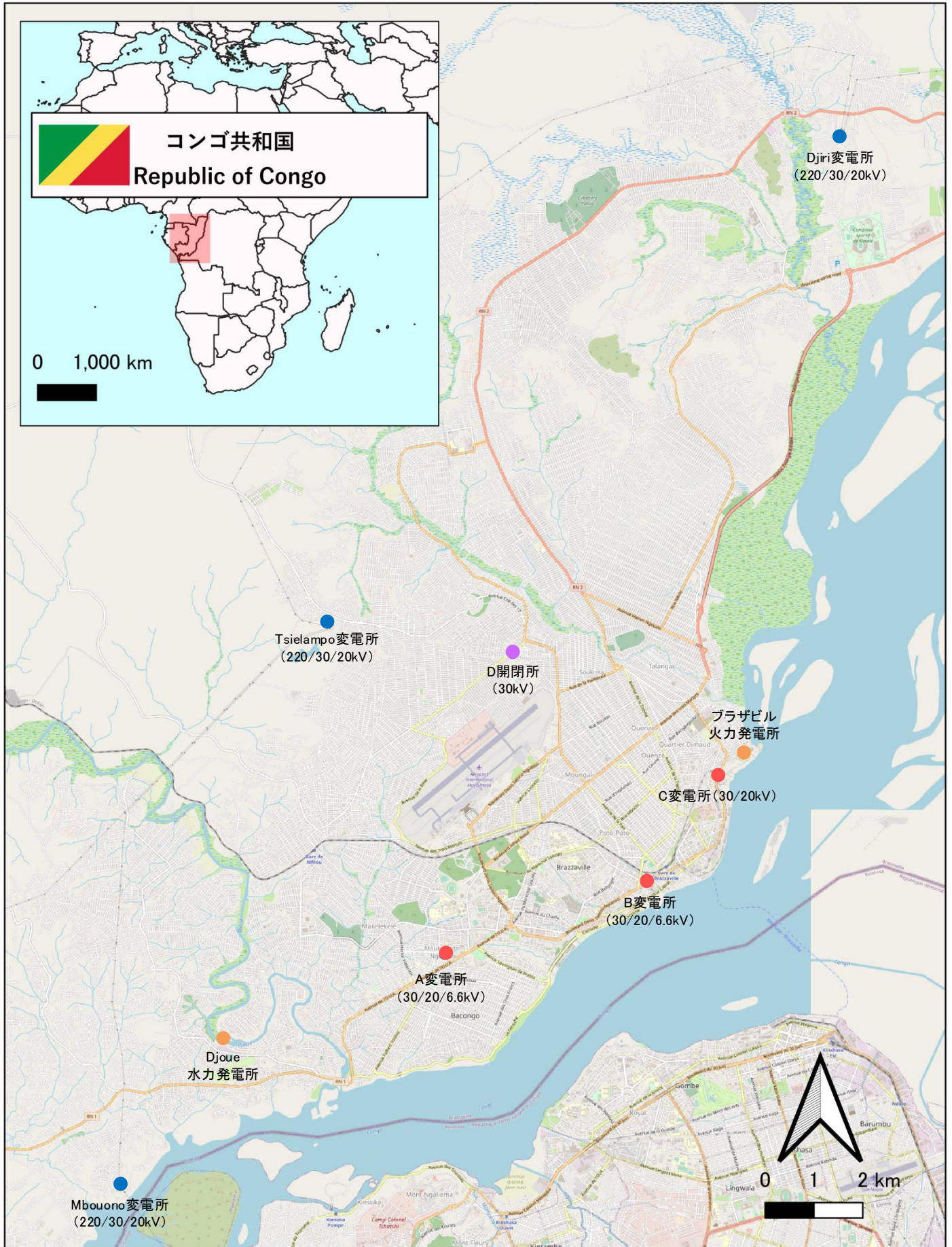
別添 4 : 組織図（E2C）

別添 5 : 調査対象地域の現況写真

別添 6 : 単線結線図（案）

別添 7 : プレゼン資料

別添1:位置図



- 凡例
- 発電所
 - 変電所
 - 開閉所

位置図

調査日程表 (コンゴ共和国)

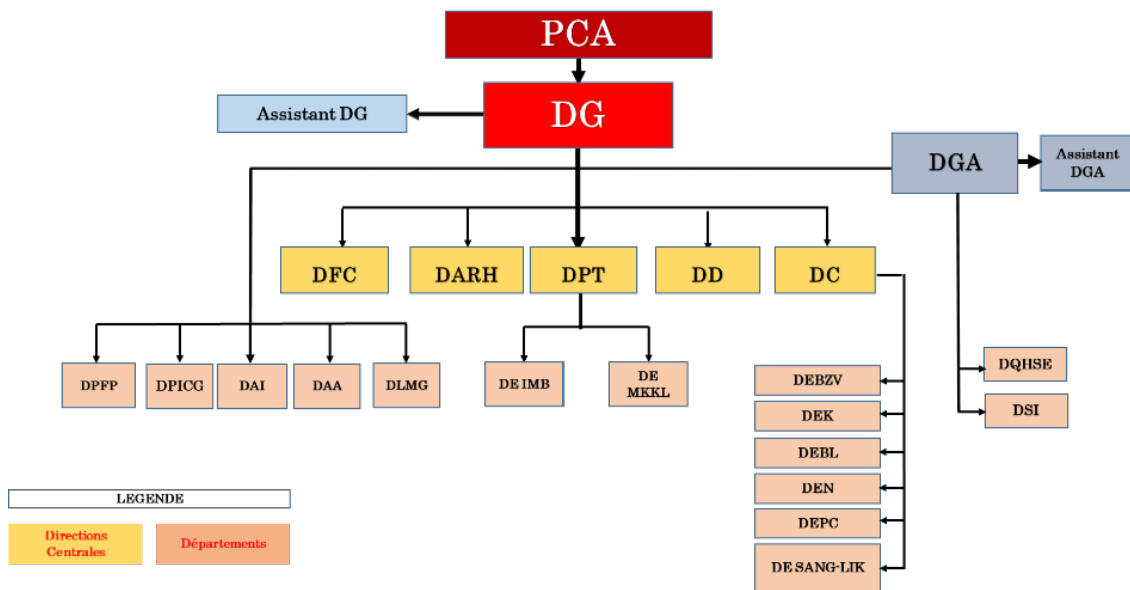
月日	副業務主任/ 電気事業経営 課題分析1		配電設備計画		送変電設備2		送配電設備運用 人材育成		社会経済調査		特殊備人 (通訳/コーディネーター)		活動地名	宿泊先
	世羅徹 トーマス	大橋圭一 西日本技術開発	中村本郎 西日本技術開発	黒羽子強平 八千代エンジニアリング	白石いずみ 八千代エンジニアリング	Narison Razafimananona								
1月6日	福岡(19:00)⇒羽田(20:35)by JL328 金 羽田(23:30)⇒パリ(06:15+1)by AF271										-		移動	機中泊
1月7日	パリ(10:45)⇒ブラザビル(20:50)by AF722										Antananarivo(14:50)⇒ Addis Ababa (19:30) by ET852		移動	Olympic Palace Hotel
1月8日	資料整理 団内協議										Addis Ababa (08:45)⇒ Brazzaville(11:10) by ET861		ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月9日	11:00 エネルギ-水力省(MEH)表敬訪問 13:30 E2C表敬訪問(質問票に関するヒヤリング)												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月10日	09:00 サイト調査(POSTE B, C) 11:00 E2Cとの協議(Socio-economic) 12:00 E2Cとの協議(Technical)												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月11日	09:00 サイト調査(POSTE A, D) 10:00 E2Cとの協議(Financial) 13:00 E2Cとの協議(Technical)												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月12日	09:00 サイト調査(D) 10:00 E2Cとの協議(Financial) 13:00 E2Cとの協議(Technical)												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月13日	09:00 サイト調査(Tsielampo, Mbuono)												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月14日	資料整理 団内協議												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月15日	資料整理 団内協議												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月16日	09:00 E2Cとの協議(Financial) 11:00 E2Cとの協議(Socio-economic) 13:00 MEHとの協議(事業候補内容)												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月17日	09:00 サイト調査(POSTE B) 10:30 サイト調査(Socio-economic) 11:00 E2Cとの協議(Socio-economic) 13:00 他ドナーとの協議(AfDB)												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月18日	10:00 E2Cとの協議(事業候補内容)												ブラザビル	Olympic Palace Hotel
1月19日	09:00 MEHへの報告 13:00 E2Cとのラップアップミーティング ブラザビル(22:20)⇒パリ(06:10+1)by AF722												ブラザビル	機中泊/Olympic Palace Hotel
1月20日	パリ(11:45)⇒成田(09:10+1)by AF276										Brazzaville(12:10)⇒Addis Ababa(20:50) by ET861		移動	機中泊
1月21日	羽田(14:05)⇒福岡(16:00)by JL321										Addis Ababa (08:50)⇒ Antananarivo(13:40) by ET853		移動	帰国

別添3：関係者（面談者）リスト

1) Ministry of Energy and Hydraulic (MEH)	
Frédéric MANIENZE	Directeur de Cabinet
Hervé OBAMBI M.MHOREAU	Conseiller
Emile TCHAKAL	Conseiller
Célestin KOUMBA	Directeur Général de l'Energie
MABIKANA VOULA Boniface Hervé	Directeur des Statistiques, des Etudes Economiques et de l'Informatique
KIMBEMBE LOUKOMBO Sylvain	Directeur de la Réglementation et du Contrôle
N'KEYE André	DERE
NZAMBA Guy	Chef de service
MASSIA Arsène	Chef de service
BOUKETE Brice	Chef de service
Ngoni Mfikau	Attachée Ad. Ju.

2) □ Energie Electrique du Congo (E2C)	
Louis ZINGAT - MAKOSSO	Assistant du Directeur Général
Guy Serge DJO-DJOLO AYESEA	Assistant au Conseil d'Administration (Point Focal E ² C)
Jules Safarnin SOUKA	Directeur de la distribution, production et transport
Cyriac Abdon MOSSONGO MOUDZANGA	Directeur Commercial
Ihdevert M. AKOLI	Directeur Financier et Comptable
Mashiro AHOURA	Chef de Département Planification et contrôle de gestion
Thomas OPOKO	Chef du Département du Patrimoine, des Filiales et des Participations (CDPFP)
Prime Corneille OBONGA	Chef du Département de l'Audit Interne
Jimmy POUELE	Chef de division centralisation (DFC)
Gervais ANDZOUANA	Chef de service technique
Boris OPPELET	Chef de service dispatching
Aimé ATIPO	Chef du Service Audit Technique
Jean Benoit NDINGA	Chef de division conduite HTA
Jean Ludovic IDANY	Chef de division dispatching
Aristide MALEMBE	Chef de poste
Same AYMAMI	Chef de poste Tsielampo
Remy KABA	Chef de poste Mbouono
Ludovic NGANGA MAIXENT	Agent de quart Poste A
Roland YOKA	Agent de quart Poste D Masala
Rock BIKOUA	Agent Poste B
Dallia ITOUA	Agent Poste C
NDENGUE	Agent Poste C

3) African Development Bank Group	
Sié Antoine-Marie TIOYE	Principal Country Economist



- PCA** : Chairman of the Board of Directors
DG : General Director
DGA : Deputy General Manager
DFC : Finance and Accounting Department
DARH : Administration and Human Resources Department
DPT : Direction of Production and Transport
DD : Distribution Department
DC : Marketing Department
DSI : Information Systems Department
DPPF : Heritage, Subsidiaries and Participations Department
DPICG : Department of Investment Programming and Management Control
DA : Audit Department
DAA : Purchasing and Supply Department
DD IMB : IMBOULOU Hydroelectric Plant Operation Department
DD MKKL : Management of MOUKOUKOULOU Hydroelectric Power Plant Operation
DLMG : Logistics and General Resources Department
DHSE : Health, Safety and Environment Department
DEBZV : Brazzaville-Pool Operations Department
DEK : Kouilou Exploitation Department
DEBL : Bouenza-Lékoumou Operations Department
DENIARI : NIARI Operations Department
DEPC : Direction of the Exploitation of Plateaux-Cuvettes
DD SANG-LIK : Sangha-Likouala Operations Department

図 4.1 E2C の組織図

調査対象地域の現況写真



A 変電所 変電設備全景

変電所敷地内にある E2C 料金所横に変電所が併設。1954 年に運開開始し、2011 年ごろまで改修が進められた。変電所敷地は狭小で、昇圧化については GIS 適用を想定。



A 変電所 変電設備全景

屋外変電所については、変圧器 1 台のみ使用されており、母線、屋外鉄鋼は使用されていない。併設の屋内開閉設備にて、電力の給電が行われている。



A 変電所 変電設備建屋内

30kV 屋内開閉設備。フランス Schneider 製。銘板情報で 2011 年製となっている。監視装置等は無く、オペレーターは開閉装置盤面メーター、表示装置にて監視を行っている。



A 変電所 敷地周辺状況

ブラザビル市の大型マーケット内にあり、変電資機材運搬用道路については検討が必要。変電設備敷地内一部に畑があり、昇圧化工事の場合は本スペースを利用した案も想定される



B 変電所 変電設備全景

E2C 本社敷地内にて稼働中。1954 年より運転開始。変圧器 3 台により ブラザビル市内中心地へ電力供給を行っている。33kV 受電については A 及び C 変電所より埋設ケーブルにて接続されている。



B 変電所 変電設備全景

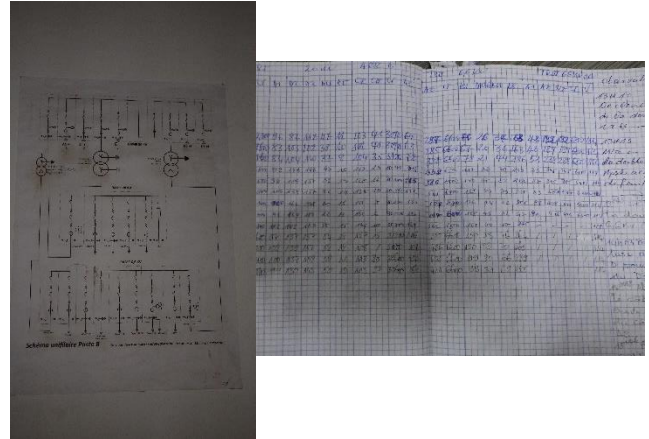
変電所敷地スペースは狭小であり、昇圧化工事の場合は B 変電所についても GIS 適用を想定。なお、敷地横に E2C ストックヤードあり。

調査対象地域の現況写真（既設変電所）



B 変電所 屋内変電設備

B 変電所建屋内型 30kV 開閉装置。2014 年 Schneider 製。本変電所も監視装置等は無く、オペレーターは開閉装置盤面メーター、表示装置にて監視を行っている。



B 変電所 屋内変電設備

(写真左) 変電設備単線結線図。オペレーターにて作成。プラザビル内変電所については、内戦の影響等により設備図面がほとんど残っていないとのこと。

(写真右) 運転記録。プラザビルのいずれの配電用変電所も手書きによる運転記録管理が行われている。そのため、市内全体の正確な需給状況は把握できていない。



C 変電所 屋外変電設備

プラザビル市東部にあり、E2C 本社より車で 15 分程度。1985 年運開。屋外変電設備については変圧器、引き留め鉄鋼のみ使用されており、母線その他鉄鋼は使用されていない。電力供給は建屋内開閉設備にて行われている。



C 変電所 屋内変電設備

屋内型 30kV 開閉装置。製造年不明。筐体は Schneider 製であり、遮断器本体は Merlin Gerin 製であった。



C 変電所 屋外変電設備

本変電所には無効電力調整用で、2,500kVar 20kV のキャパシターバンクが設置されている。写真建屋内にキャパシター用開閉装置、手前コンテナ内にキャパシター本体が内蔵されている。



CTB MPILA 発電所

C 変電所より 1km の位置にある内燃力発電所。発生した電力は C 変電所を介し、市内に供給される。燃料代の高騰かつ緊急用の用途もあり、2010 年以降運転していない。昇圧化における変電所建設地候補の一つとなっている。

調査対象地域の現況写真（既設変電所）



D 開閉所 外観

マヤマヤ国際空港東部にある D 開閉所外観。屋内型開閉装置を利用し、主幹変電所である 220kV Tsielampo, Djiri 変電所からの 30kV 準送電線を受電。市内各配電用変電所に電力を供給している。



D 開閉所 屋内開閉装置

30kV 屋内型開閉装置。Schneider 製であり、製造年は不明。



D 開閉所 デッドエンドタワー

Tsielampo 変電所からの 30kV 準送電線を受電。タワーより道路横断部を経て D 開閉所までは埋設ケーブルを使用。なお、Djiri 変電所からの 30kV 準送電線も同様に近傍にて引き込み。



D 開閉所 周辺状況

国道沿いに位置しており、交通量は多い。エネルギー省計画では本開閉所は 30/20kV 変電所化を予定している。変圧器設置スペースは確保されている。



Djiri Dispatching center

Djiri 変電所横にて運用されている中央給電指令所。2010 年に建設。国内 220kV, 110kV 主幹系統の監視、給電指令を行う。



Djiri Dispatching center

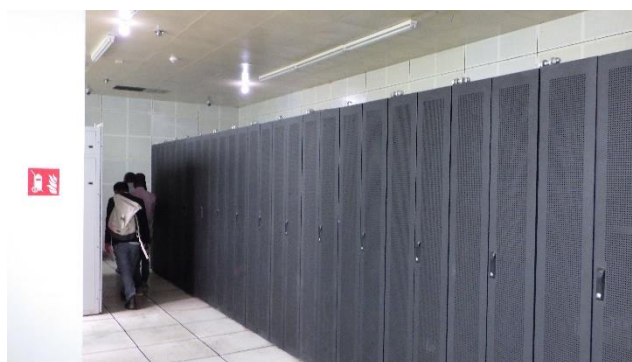
国内系統監視パネル一部開閉器、メーター類については表示できていなかった。

調査対象地域の現況写真（既設変電所）



Djiri Dispatching center

国内系統の監視・操作は、主に PC 画面上で行われている。なお、各変電所を結ぶ通信路は、主に OPGW を採用しているとのこと。



Djiri Dispatching center

データ収集サーバー群。なお、給電指令所機器は中国 NARI 製が主に採用されている



Djiri 変電所

ブラザビル北東部にある 225/30/20kV 変電所。ポイントノールからコンゴ北部まで続く 220kV 送変電設備を構成する変電所の一つであり、ブラザビル向け 30kV 準送電線及び 20kV 配電線の供給箇所でもある。



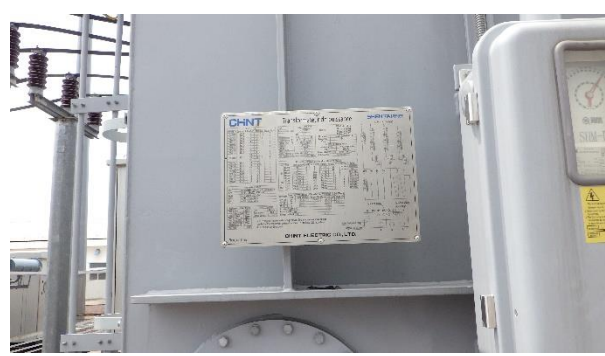
Djiri 変電所

フランス電力 (eDF) マスタープランによるとブラザビル 220kV ベルト構築の場合、本変電所から C 変電所向けに 1 回線送電を行う必要がある。225kV ベイについては 1 回線分のスペースあり。



Djiri 変電所

今回調査で本変電所に 2021 年 220/30/20kV 45MVA の変圧器が増設されていることが分かった。世界銀行支援の予定であったが、緊急性を考慮し、コンゴ側資金にて増設が行われた。



Djiri 変電所

2021 年製 No.3 変圧器銘板。なお、本変電所変圧器は 3 台とも CHINT (中国上海) 製である。

調査対象地域の現況写真（既設変電所）



Tsielampo 変電所

ブラザビル中央部にある 225/30/20kV 変電所。ポイントノールからコンゴ北部まで続く 220kV 送変電設備を構成する変電所の一つであり、ブラザビル向け 30kV 準送電線及び 20kV 配電線の供給箇所でもある。1xtransfer +2 Bus 方式。



Tsielampo 変電所

変電所監視制御盤。ここで、本変電所の変電機器の操作・監視が行われている。変電所情報は全て通信機器を介し、Dispatching center まで伝送されている。



Tsielampo 変電所

変電所 30kV 及び 20kV 屋内開閉設備。需要増に合わせ、70MVA 変圧器 1 台を増設しており、併せて開閉設備も増設されている。なお、変圧器銘板はメーカー手配中であり、現地には取り付けられていなかった。



Tsielampo 変電所

Mindouli 及び Mbouono 変電所行き 225kV 送電線。



Mbouono 変電所

ブラザビル南西部にある 225/30/20kV 変電所。ポイントノールからコンゴ北部まで続く 220kV 送変電設備を構成する変電所の一つであり、コンゴ民主共和国からの 220kV 国際連系線の連系変電所でもある。



Mbouono 変電所

既設変電所空地にて 2 ベイ分の増設は可能。また、変電所近傍に 30kV 送電鉄塔があり、近傍エリアも含めて変電所敷地の拡張は可能。

調査対象地域の現況写真（既設変電所）



Mbouono 変電所

220/30kV 変圧器 30MVAx2 Djoue 発電所を經由し、A 発電所までの 30kV 準送電線の送り出し拠点となっている。



Mbouono 変電所

20kV 屋内開閉装置。本調査で 30/20kV 12MVA の変圧器の稼働が確認され、20kV 降圧電源の送り出しを行っている。ブラザビル南西部の需要増を考慮し、本変電所への 70MVA の変圧器増設の必要性がエネルギー省・E2C より示唆された。

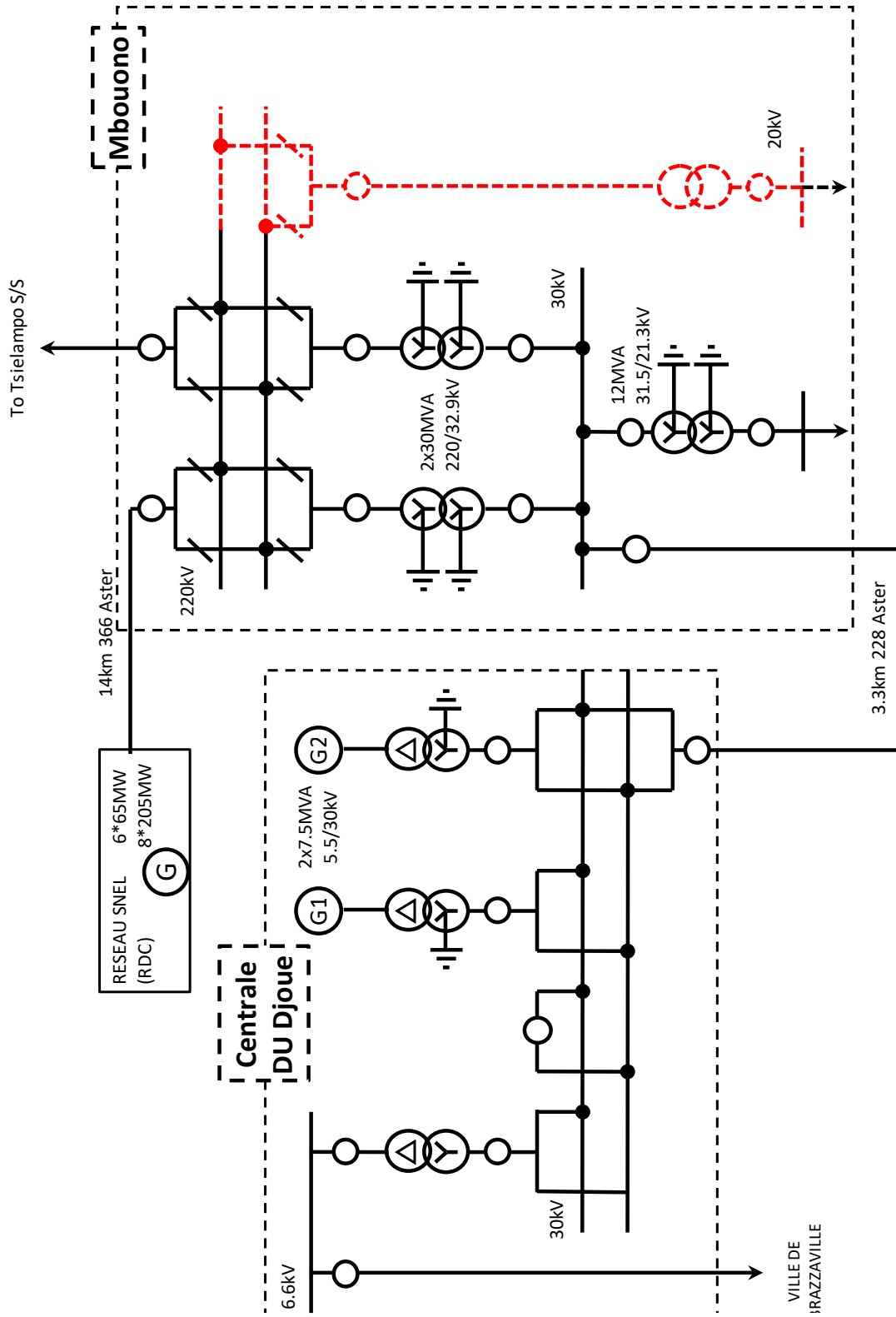


图 6.1 单線結線図 (ムボウノ変電所)

別添7: プレゼン資料 (調査説明)

**DATA COLLECTION SURVEY
ON
THE IMPROVEMENT OF ACCESS TO POWER SECTOR
IN SUB-SAHARAN AFRICA**

FIELD SURVEY IN CONGO

JANUARY, 2023

JICA SURVEY TEAM

Contents

1. Introduction
2. Request from the JICA Survey Team
3. Schedule of the Site Survey
4. Proposed Potential Projects
5. Applicable quality infrastructure

1. Introduction

Background

Previous Survey by ECOENERGY SARL in March, 2022

- Discussion with related organizations
- Data Collection
- Proposed Potential Projects in Brazzaville and Pointe-Noire

Objectives of the Survey

Data collection and Discussion with concerned parties in the Power Sector in Congo related to the Potential Project in Brazzaville regarding Technical, Social and Financial aspects in order to excavate the Potential Project (Grant aid) for JICA's consideration.

* This is a pre-feasibility study and no commitment will be made from the Survey Team concerning the preparatory survey or realization of the Project.

2

2. Request from the JICA Survey Team

Answer to the Questionnaire by 11th January, 2023

- Technical (Basic Data, Transmission and Distribution)
- Socio Economic Data
- Financial Statement

Appointment of the Focal Point and Contact Persons for the Field below

- Transmission
- Distribution
- Substation
- Socio-economic
- Financial

Site Survey

- Existing Substations
- Proposed Transmission and Distribution Line Route

3. Schedule of the Site Survey

9th Jan.	Mon	9:00 Courtesy Call to Ministry of International Cooperation and Public-Private Partnership Promotion 11:00 Courtesy Call to Ministry of Energy and Hydraulic 13:00 Courtesy Call to E2C (Answers to the Questionnaire)
10th Jan.	Tue	9:00 Courtesy Call to Ministry of Economy, Trade and Industry, Bureau of Public Policy 11:00 Discussion with E2C (Technical, Socio-economic, Financial) 13:00 Site Survey (POSTE A, B, C)
11th Jan.	Wed	09:00 Discussion with E2C (Technical, Socio-economic, Financial) 13:00 Site Survey (POSTE D, TSIELAMPO, POSTE DJOUE, MBOUNO, NORD)
12th Jan.	Thu	09:00 Discussion with E2C (Technical, Socio-economic, Financial) 13:00 Site Survey (Transmission and Distribution Line Route, POSTE A, B, C)
13th Jan.	Fri	09:00 Discussion with E2C (Technical, Socio-economic, Financial) 13:00 Site Survey (Transmission and Distribution Line Route, POSTE A, B, C)
14th Jan.	Sat	Internal Meeting
15th Jan.	Sun	Internal Meeting
16th Jan.	Mon	09:00 Discussion with E2C (Scope of the Potential Project) 13:00 Site Survey (Transmission and Distribution Line Route, POSTE A, B, C)
17th Jan.	Tue	09:00 Discussion with E2C (Scope of the Potential Project) 13:00 Site Survey (Transmission and Distribution Line Route, POSTE A, B, C)
18th Jan.	Wed	9:00 Discussion with E2C (Scope of the Potential Project) 11:00 Site Survey (Transmission and Distribution Line Route, POSTE A, B, C) 16:00 Report to Ministry of Economy, Trade and Industry, Bureau of Public Policy
19th Jan.	Thu	9:00 Report to Ministry of Energy and Hydraulic 11:00 Report to Ministry of International Cooperation and Public-Private Partnership Promotion 13:00 Wrap up meeting with E2C Trip: Brazzaville ⇒ Paris

4

4. Proposed Potential Projects

Upgrade of the Existing Substations

Previous Survey by ECOENERGY SARL in March, 2022

- Brazzaville Substation A: 110/20kV, 2x50MVA
- Brazzaville Substation B: 110/20kV, 3x50MVA
- Brazzaville Substation C: 110/20kV, 2x50MVA

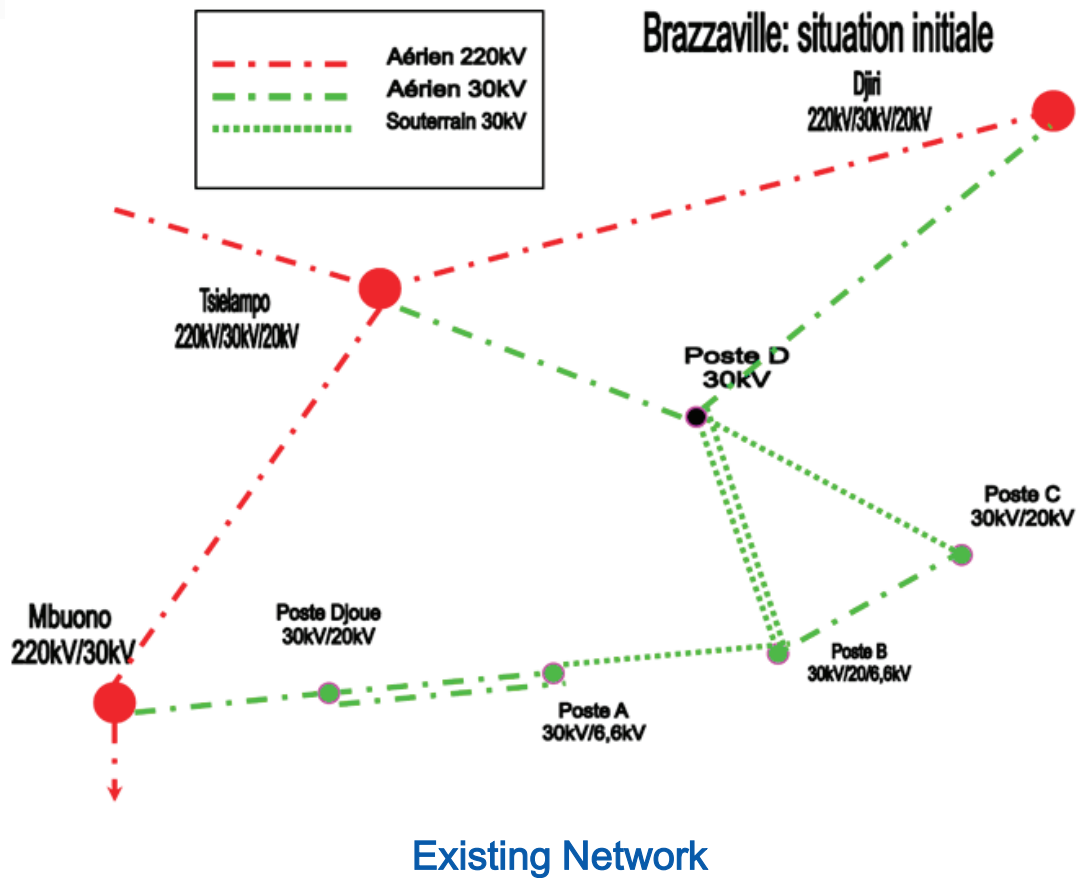
Construction of Distribution Lines

- Brazzaville Substation A: 2x20kV MV (109km(UG49km)), LV, Meter
- Brazzaville Substation B: 3x20kV MV (107km(UG48km)), LV, Meter
- Brazzaville Substation C: 2x20kV MV (95km(UG51km)), LV, Meter

Construction of Transmission Lines

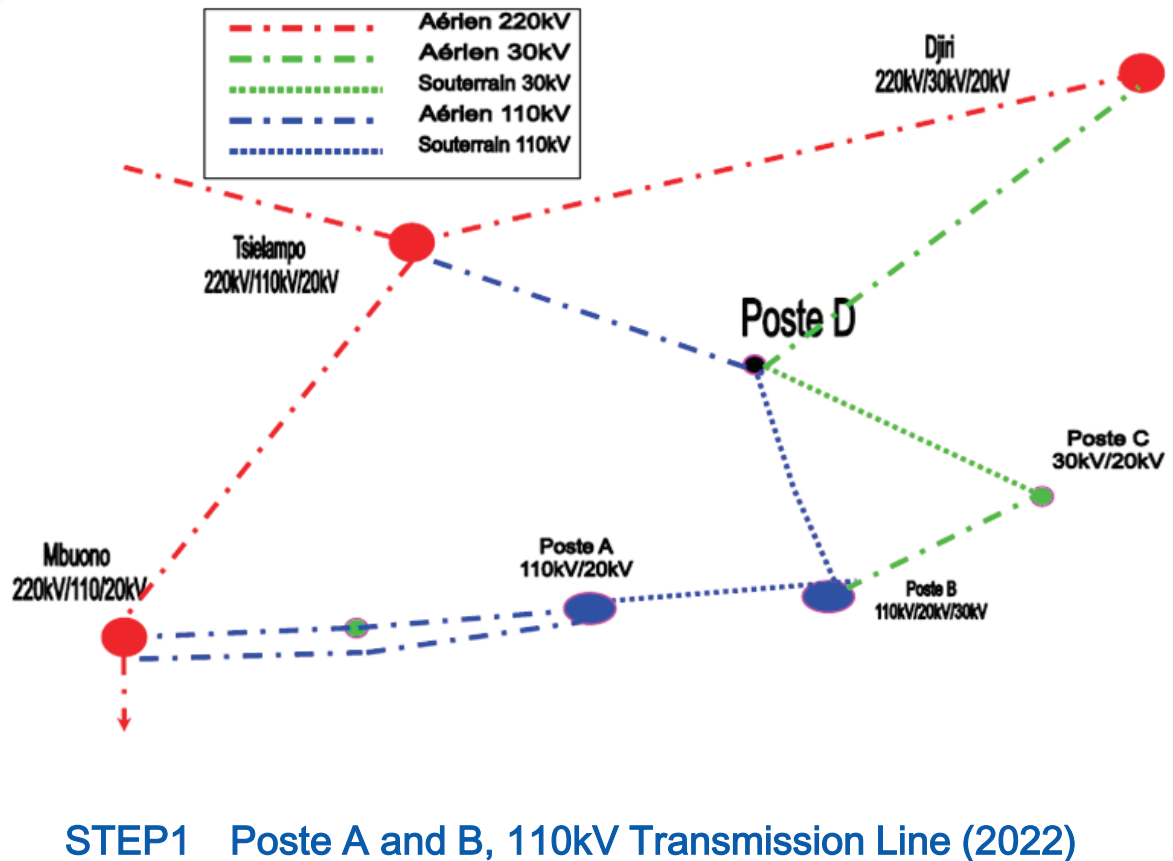
- From Tsiemlampo to Poste D
- From Poste D to Poste B and A
- From Mbuon to Poste A
- From Poste D to Poste C

4. Proposed Potential Projects

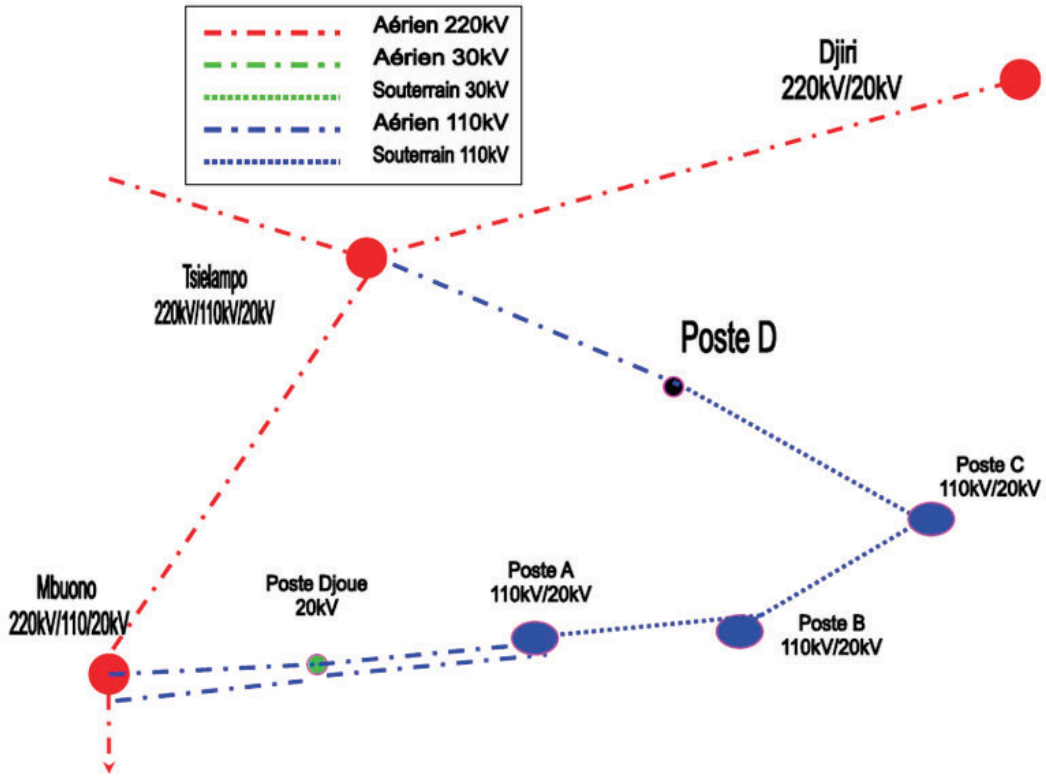


6

4. Proposed Potential Projects



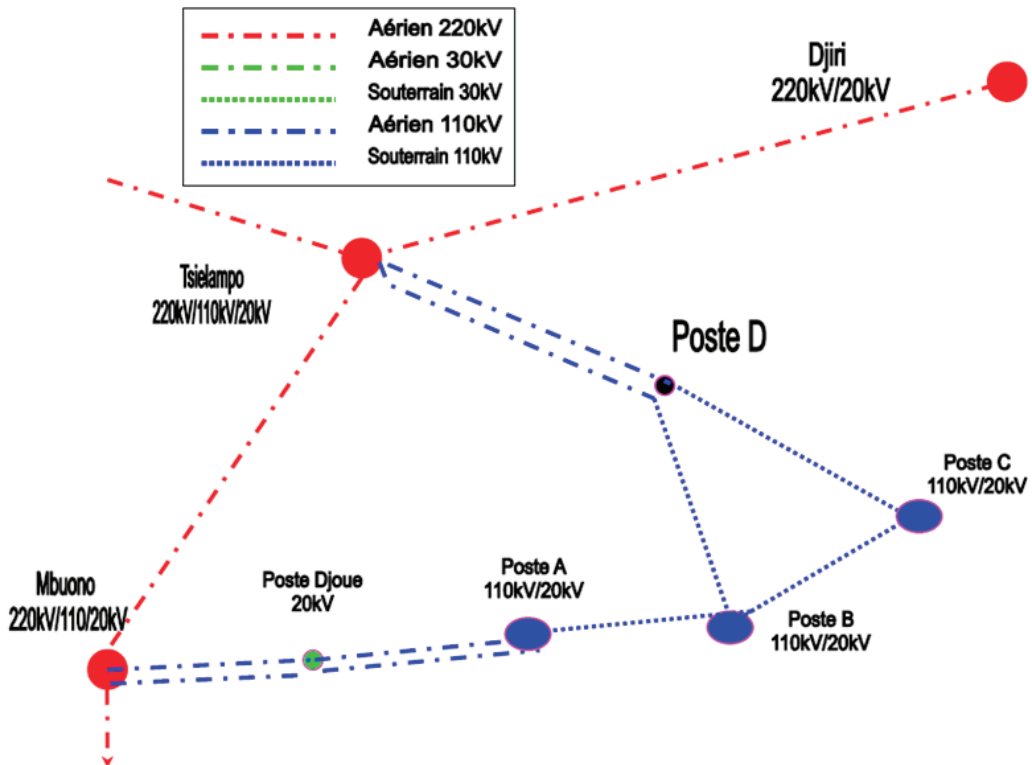
4. Proposed Potential Projects



STEP2 Poste C, 110kV Transmission Line (2027)

8

4. Proposed Potential Projects

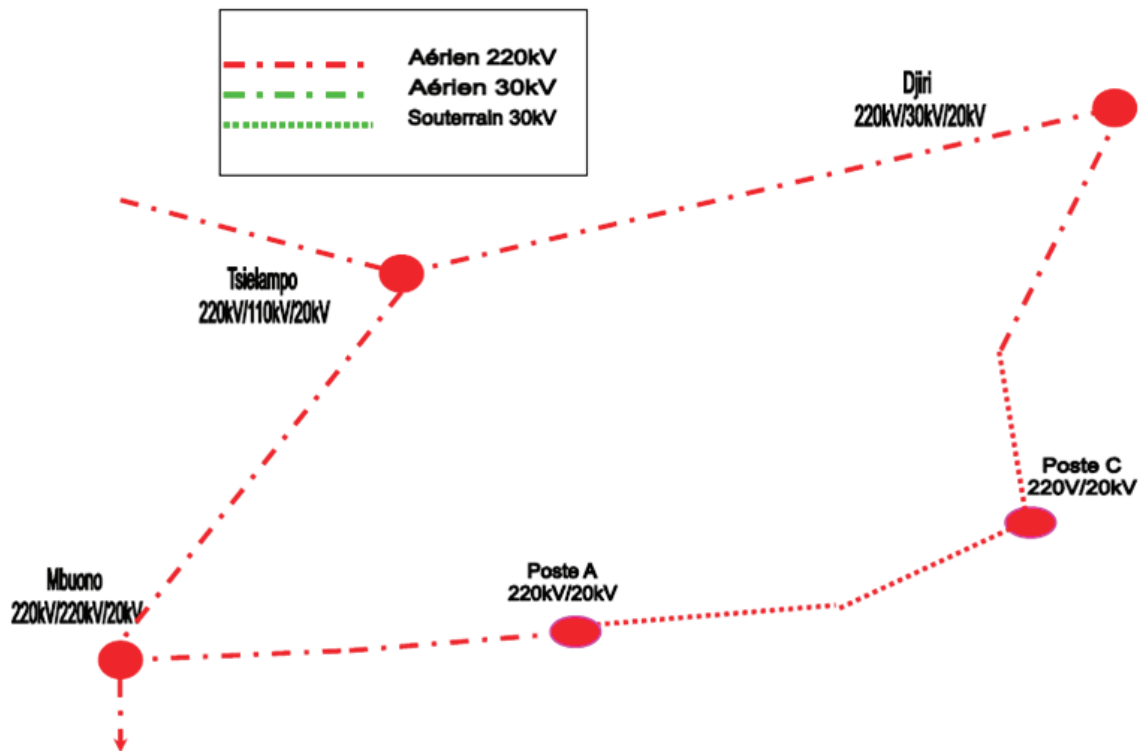


STEP3 Additional 110kV Transmission Line (2035)

A-4-441

9

4. Proposed Potential Projects



Future Upgrade to 220kV?

10

5. Applicable quality infrastructure

If the following Challenges were there,

- High frequency of accident on distribution cables
- Shortage of capacity of the existing transmission lines
- Shortage of capacity of the existing distribution transformers

Following equipment and system would be effective.

Equipment	Expected Effect
(1) Mobile Transformer	Early recovery from disasters and Temporary power supply in emergency situation
(2) Low Loss Transformer (Amorphous transformer)	Loss reduction of the Distribution system
(3) Low loss carbon conductor	Low loss, Minimizing sag, Reduction of wind pressure loads
(4) Earth fault locator on Distribution system	Early detection of fault locations at the time of distribution line failure for quick restoration

See details from the next slide!

5. Applicable quality infrastructure for Power System in Madagascar

(1) Mobile transformer

➤ Outline

This equipment is portable by truck and can be easily connected to power distribution lines to supply power to LV customers in a short period of time.

As a result, it is useful for emergency power supply such as immediately after a disaster, during facility construction or during facility maintenance.

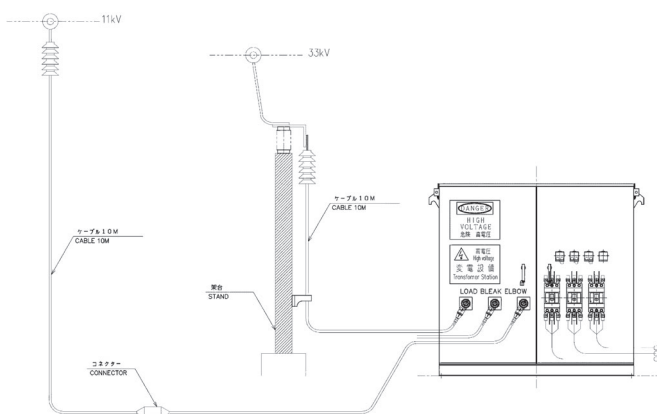


12

5. Applicable quality infrastructure for Power System in Madagascar

(1) Mobile transformer

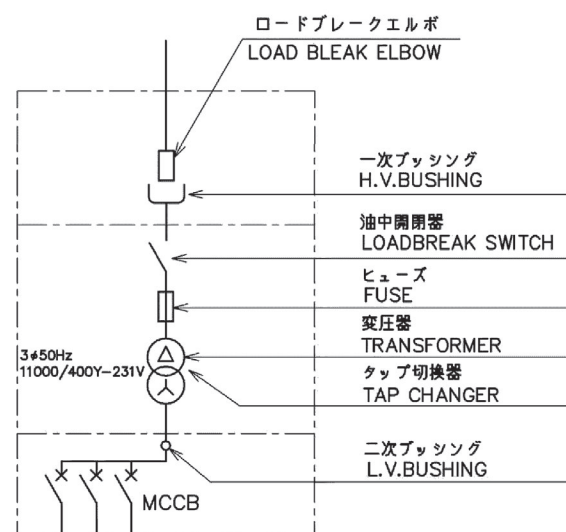
➤ Arrangement (Conceptual diagram)



➤ Main specifications

- Primary voltage :11 to 33 kV
- Transformer capacity :up to 500 kVA
- Secondary voltage :400 V (as required)

➤ Typical SLD



5. Applicable quality infrastructure for Power System in Madagascar

(2) Low loss transformer (Amorphous transformer)

➤ Outline

Amorphous transformer is a transformer in which an amorphous alloy is applied to an iron core. This transformer implement to low no-load (iron loss) losses based on lower hysteresis loss and lower eddy current losses.

【Comparison table between CRGO and AMDT】

*CRGO: Cold Rolled Grain Oriented steel AMDT: Amorphous Transformer NLL: No Load Loss

Rating (kVA)	CRGO	AMDT	Reduction(%)
	NLL(W)	NLL(W)	NLL
50	90	52	42%
100	145	90	38%
160	196	104	47%
400	430	212	51%
630	600	346	42%
1000	770	469	39%

14

5. Applicable quality infrastructure for Power System in Madagascar

(2) Low loss transformer (Amorphous transformer)

➤ Benefit

It is possible to suppress the no-load loss that always occurs in the power receiving state, it has a particularly high loss reduction effect, and can be linked to a reduction in distribution loss.

【Calculation example】

Electricity consumption Cost(USD/Year)

$$= \frac{\text{No load loss}(w) + \text{Load loss}(w) \times (\text{Load Factor})^2}{1000} \times 365(\text{day}) \times 24(\text{h}) \times \text{tariff}(\text{USD/kWh})$$

*Load factor 50% tariff 0.1(USD/kWh)

Electricity Consumption cost (USD/Year)
*Number of total installation 100set

Transformer Characteristics		
100kVA-11kV	NLL(W)	LL(W)
CRGO	145	1210
AMDT	90	815



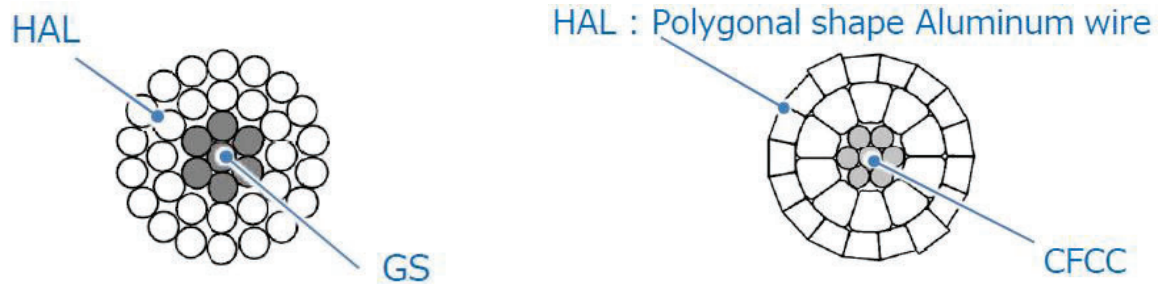
With CRGO	With AMDT	Benefit
39,201	25,732	13,469USD/y

5. Applicable quality infrastructure for Power System in Rwanda

(3) Low loss carbon conductor

➤ Outline

Compared to conventional ACSR conductor, low loss carbon conductor can reduce transmission losses by 30% or more under the same weight and same rated capacity conditions.



- **Low loss** :By increasing aluminum sectional area
- **Low sag** : By Utilizing CFCC(Carbon Fiber Composite Cable)
- **Reduce wind pressure** : By Polygonal shape structure

16

5. Applicable quality infrastructure for Power System in Rwanda

(3) Low loss carbon conductor

ACSR 200mm² VS Low loss carbon conductor 310mm²

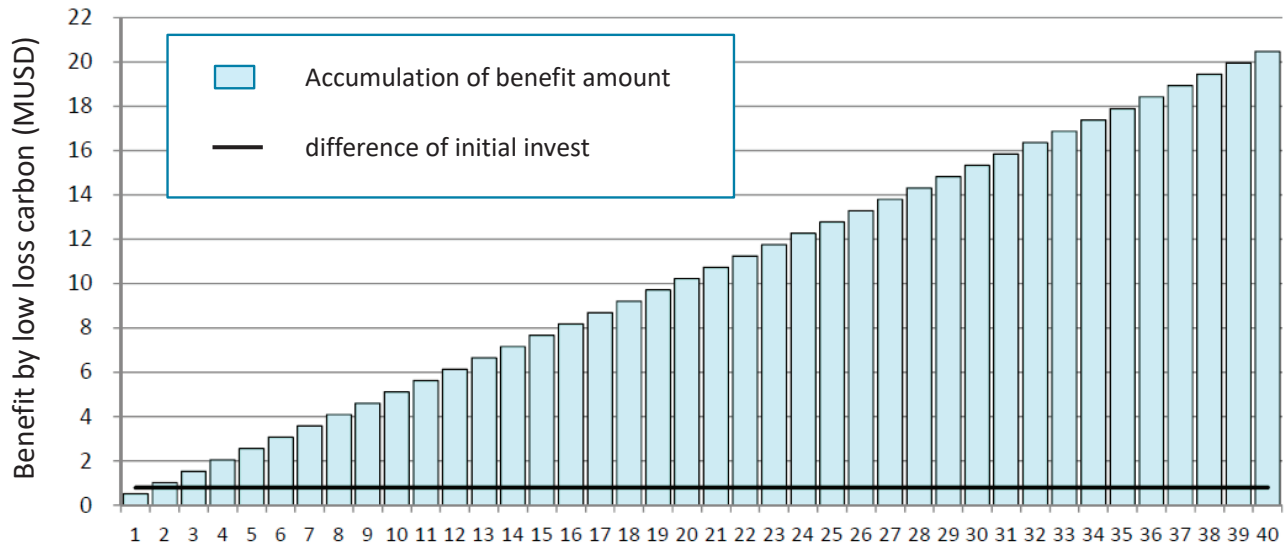
	General ACSR 200mm ²	LL-PLY-ACFR 310mm ²	Note
Sectional area (mm ²)	HAL 198.2 GS 46.24	HAL 310.4 CFCC 34.4	
Tension (KN)	84.4	85.3	
Diameter (mm)	20.3	22.0	△8.4%
Weight (kg/km)	911.7	907.5	Almost same weight
Resistance (Ω/km)	0.1470	0.0928	
Ampacity (A) @100 MW	460 (@80.1°C)	460 (69.6°C)	Same Capacity
Wind pressure	—	▲ 15%	Reduce wind pressure
Sag (m)*1	13.979	13.542	Reduce Sag
T/L loss (kW/km)	38.7	23.7 (▲39%)	Loss reduction

*1 Span 400m , maximum tension ≤ 40% UTS by ACSR

5. Applicable quality infrastructure for Power System in Rwanda

(3) Low loss carbon conductor

By utilizing Low loss carbon conductor, the difference of initial investment will be recovered in 1.6 years, and the profits will be generated by loss reduction.



18

Calculation condition of Low loss carbon conductor

General conductor: ACSR 200mm² x single conductor

Low loss carbon: LL-PLY-ACFR 310mm² x single conductor

Transmission capacity: 100MW /cct

Load factor: 50%

Transmission length: 40km

Weather condition: Average wind speed 0.5m/s, temperature 40°C, Insolation 0.1W/cm²
Emissivity: 0.9 Absorption :0.9

Generation unit price: 0.1\$/kWh

Conductor price: ACSR 200mm²: 2.7\$/m

LL-PLY-ACFR 310mm²: 9.1\$/m

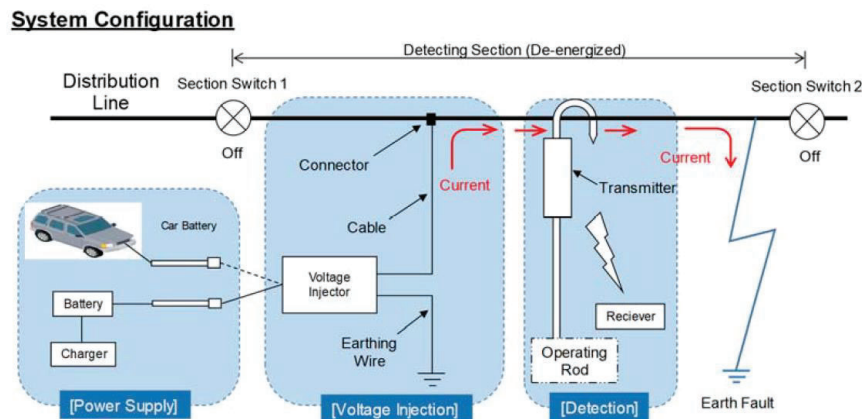
5. Applicable quality infrastructure for Power System in Rwanda

(4) Earth fault locator on Distribution system

➤ Outline

This items shows the portable detection systems to find the location of earth fault on the distribution system. in typically three systems are as follows.

(a) Portable earth fault locator(for Over head line)



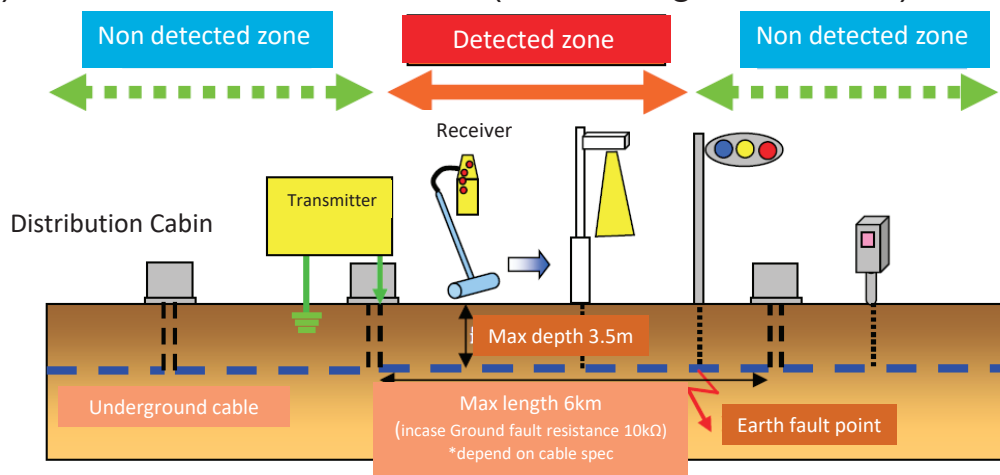
The transmitter has an element of directional current, so that an accurate detection could be fulfilled

20

5. Applicable quality infrastructure for Power System in Rwanda

(4) Earth fault locator on Distribution system

(b) Portable earth fault locator(for under ground cable)



After power de-energize the target feeder, the underground cable is searched for each section. It is possible to search for cable fault points regardless of the distribution method or cable type.

- Benefit: The point of earth fault can be detected early, and as a result, power outage time can be minimized

Thank you for your attention

別添7：（ラップアップミーティング）

**DATA COLLECTION SURVEY
ON
THE IMPROVEMENT OF ACCESS TO POWER SECTOR
IN SUB-SAHARAN AFRICA**

**FINDINGS
FIELD SURVEY IN REPUBLIC OF CONGO**

JANUARY, 2023

JICA SURVEY TEAM

Contents

1. Introduction
2. Potential Projects
3. Applicable quality infrastructure

1. Introduction

Objectives of the Survey

Data collection and Discussion with concerned parties in the Power Sector in Republic of Congo related to the Potential Project in Brazzaville regarding Technical, Social and Financial aspects in order to excavate the Potential Project (Grant aid) for JICA's consideration.

This is a pre-feasibility study and no commitment will be made from the Survey Team concerning the preparatory survey or realization of the Project.

< Brazzaville >

- 9 January: Kick off meeting with MEH and E2C
- 10-18 January: Site Survey (Substations, Distribution Lines, Beneficialies)
Visit to concerned organizations
- 19 October: Wrap-up meeting with E2C, Report to MEH

2

2. Potential Projects

Upgrade of the Existing Substations

Previous Survey by ECOENERGY SARL in March, 2022

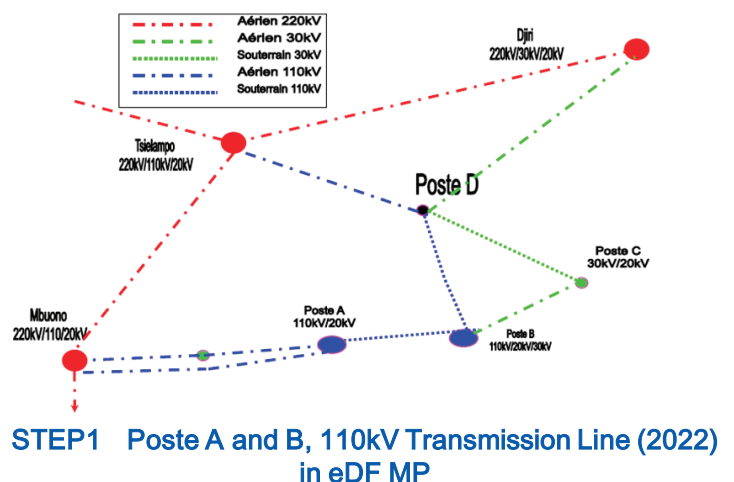
- Brazzaville Substation A: 110/20kV, 2x50MVA
- Brazzaville Substation B: 110/20kV, 3x50MVA
- Brazzaville Substation C: 110/20kV, 2x50MVA

Construction of Distribution Lines

- Brazzaville Substation A: 2x20kV MV (109km(UG49km)), LV, Meter
- Brazzaville Substation B: 3x20kV MV (107km(UG48km)), LV, Meter
- Brazzaville Substation C: 2x20kV MV (95km(UG51km)), LV, Meter

Construction of Transmission Lines

- From Tsiemlampo to Poste D
- From Poste D to Poste B and A
- From Mbuono to Poste A
- From Poste D to Poste C



A-4-450

3

2. Potential Projects

Request from MEH

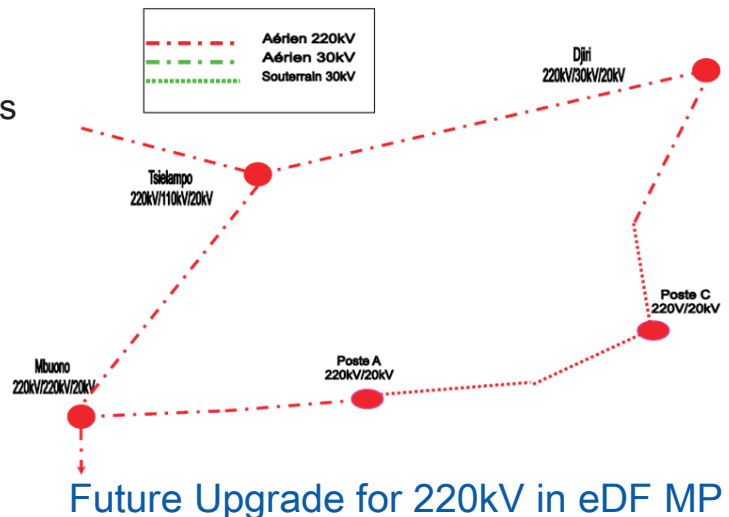
However, there was a request from MEH about the comparison study of the upgrade of 30kV→110kV→220kV and the upgrade of 30kV→220kV.



Need to review the eDF MP in 2016 (eDF MP)

★Upgrading for 220/30 kV Substations

- Brazzaville Substation A
- Brazzaville Substation C



4

2. Potential Projects

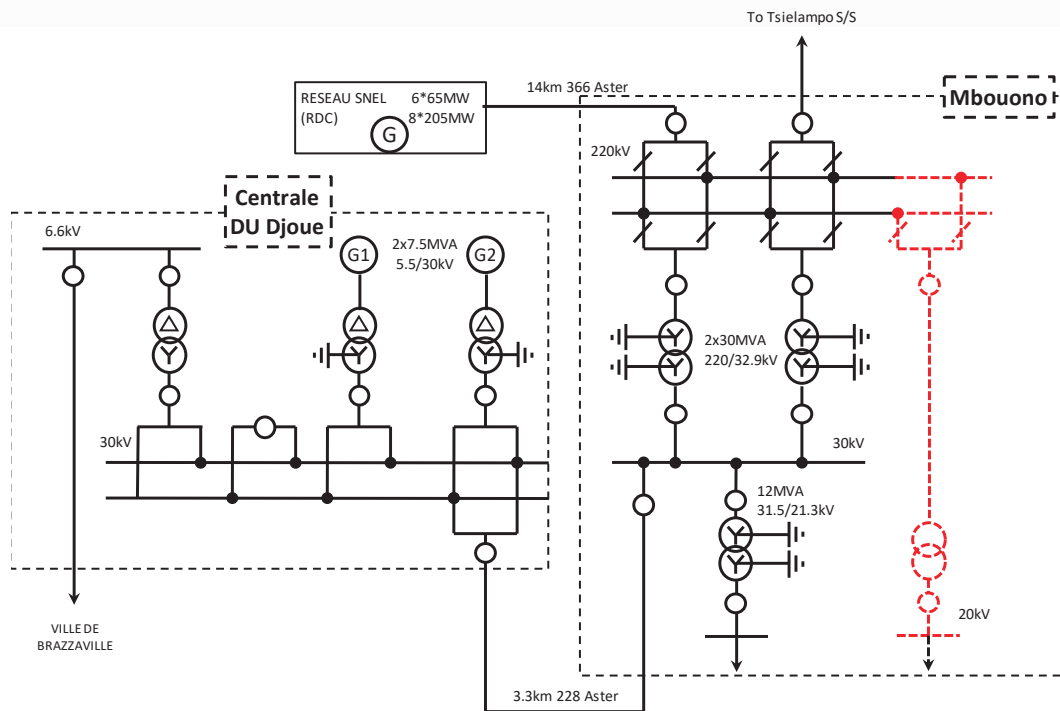
Other Requests from MEH

- ★Study for countermeasure for network problem on DRC interconnection
- ★Distribution Automation System
(Study of Remote, Monitoring and Control system, etc.)
- ★Procurement of distribution equipment
(Upgrading the existing 6.6kV lines to the 20 kV lines)

Other Potential Projects

- ★Reinforcement of 220/30/20 kV Mbuono Substation
 - Expansion of Transformers: 220/20kV, 1x70MVA
 - Switchgears: 220kV and 20kV

2. Potential Projects (Reinforcement of 220/30/20 kV Mbouono Substation)



Single Line Diagram of Mbouono Substation (Preliminary)

6

2. Potential Projects (Reinforcement of 220/30/20 kV Mbouono Substation)

Obligations by the Receptient side

- Access Roads for Mbouono Substation to delivery the equipment
- Site clearing (Demolishment of existing obstacles, etc.), etc.



Mbouono Substation

3. Applicable quality infrastructure

Following equipment and materials would be effective in the projects in red highlighted .

Equipment	Expected Effect
(1) Mobile Transformer	Early recovery from disasters and Temporary power supply in emergency situation →The Project for upgrading 6.6kV network,etc.
(2) Low Loss Transformer (Amorphous transformer)	Loss reduction of the Distribution system →The Project for upgrading 6.6kV network,etc.
(3) Low loss carbon conductor	Low loss, Minimizing sag, Reduction of wind pressure loads →The Project for upgrading to 110kV or 220kV networks in Brazzaville S/S (A, B, C, D),etc.
(4) Earth fault locator on Distribution system	Early detection of fault locations at the time of distribution line failure for quick restoration →Upgrading the existing 6.6kV lines to the 20 kV lines
(5) Outdoor type High Voltage Gas insulated Switchgear	Reduction of installation space for high voltage switchgear →The Project for upgrading to 110kV or 220kV networks in Brazzaville S/S (A, B, C, D),etc.

Thank you for your attention