

ジブチ共和国
エネルギー天然資源省
ジブチ電力公社

ジブチ共和国 電力供給改善計画準備調査（その2）

業務完了報告書

平成 28 年 8 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

八千代エンジニアリング株式会社
西日本技術開発株式会社

産公
JR
16-062

目次

巻頭図

巻頭写真

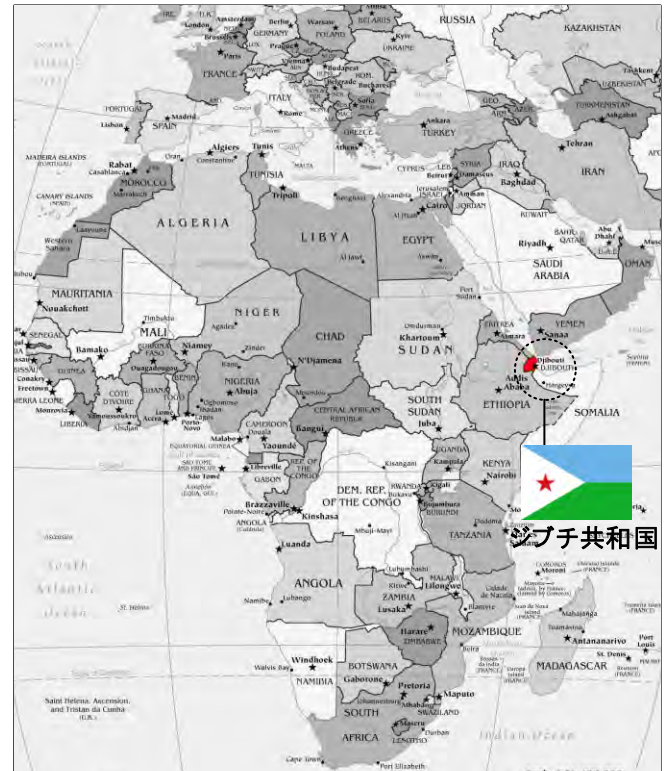
1. プロジェクトの背景・経緯.....	1
1-1 現状と課題.....	1
1-2 開発計画.....	6
1-3 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	7
2. プロジェクトを取り巻く状況.....	9
2-1 技術水準.....	9
2-2 既存施設・機材.....	9
3. プロジェクトの内容.....	11

添付資料

1. 討議議事録(M/D)
2. Technical Memorandum
3. 図面集
4. 電力需要予測及び電力潮流解析
5. 機材仕様（案）
6. プロジェクトサイトの状況



ジブチ地図



対象地域位置図



凡例	
	230kV 国際連系線 (283.0km)
	230kV 架空線 ジャバナス(PK12)-ナガド(約10km)
	63kV 架空線 ジャバナス(PK12)-アリサビエ (72.0km)
	63kV 架空線 ジャバナス(PK12)-パルムレ (8.0km)
	63kV 地中埋設線 (新設要請) ナガド-プラオス (11.3km)
	63kV 地中埋設線 プラオス-マラブ (4.8km)
	63kV 地中埋設線 パルムレ-プラオス(4.0km)
	63kV 地中埋設線 パルムレ-マラブ (5.0km)

送電線路要請サイト位置図

調査対象地域の現況(1/2)

ジブチ市内



ジブチ市内の様子①

電力料金の値下げにより、低所得者層にも余裕ができるため、今後、ますます需要の増加が見込まれる。



ジブチ市内の様子②

冷房負荷に加え、テレビ、インターネットの普及が進み、近年需要が伸びている。



ジブチ港

50 t用のクレーンが4基ある。50 t以上の貨物は船に備え付けのクレーンを用いて荷卸しされる。エチオピア国への荷物もこの港に到着する。



ナガド駅

ナガド地区の都市計画の一環として建設中である。



ブラオス発電所

新旧2つの建屋があり、内燃力発電機が建屋内に設置されている。本計画の地中ケーブルを接続する。



ブラオス発電所

1980年代に据え付けられた既存の設備はEdDにより撤去され、このスペースに地中ケーブルを接続する。

調査対象地域の現況(2/2)

地中ケーブルルート



地中ケーブルルート(ブラオス発電所～市街南部)

ブラオス発電所横の N2 を通る。歩道横の土の部分に地中ケーブルを埋設する。



地中ケーブルルート(市街地①)

スーパーマーケットの横を通る。歩道部分に地中ケーブルを埋設する。



地中ケーブルルート(交差点)

道路横断箇所は地中ケーブルの保護と施工の観点から、コンクリート補強を先に埋設する。



地中ケーブルルート(市街地①)

市街地の歩道にもアスファルトの箇所と土の箇所がある。



地中ケーブルルート(空港～ナガド地区)

空港横の国道 (N2) を通る。基本的に地中ケーブルは歩道下に埋設する。



ナガド変電所建設予定地

2018年初旬の完工を目指して建設中である。地質は礫岩及び砂利を含む泥土である。

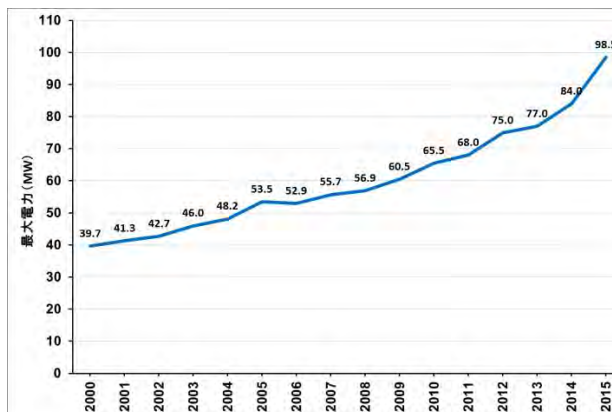
第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 現状と課題

ジブチ共和国（以下、ジブチ）は、アフリカ東部の「アフリカの角」（Horn of Africa）地域に位置し、紅海を通じて欧州と中東及びアジアを結ぶ海上交通上の要衝である。またジブチは、東アフリカ内陸部の玄関口という地政学上重要な場所に位置する中、政治的安定性を保っており、近年はソマリア沖海賊対策の拠点として国際社会から注目されている。ジブチには、仏軍、米軍基地が置かれ、独、西軍も駐留しており、2011年6月には我が国自衛隊航空隊の拠点が開設された。経済面では、近年ソマリアを含む周辺国からの難民受入れが経済を圧迫したが、エチオピアとの貿易、港湾事業が好調であり、ジブチの経済は比較的堅調である。また、湾岸諸国からの投資が増加しており、ドラレ・コンテナターミナルの開港等「アフリカの物流拠点」を目指したインフラ整備が実施されている。このような背景から、同国は5%/年以上の堅調な経済成長を続けている。ジブチでは、エネルギー天然資源省（Ministry of Energy and Natural Resources）の監督、規制の下、国営のジブチ電力公社（EdD : Electricite de Djibouti）が首都ジブチ市、北部のタジュラ（Tadjoura）及びオボク（Obock）、並びに南部のアリサビエ（Ali Sabieh）及びディキル（Dikhil）に電力供給を行っている。ジブチ市とアリサビエは63 kV送電線で、アリサビエとディキルは20 kV配電線で連系されているが、タジュラとオボクは独立系統にて小規模なディーゼル発電により電力供給が行われている。これらの地域以外では電力供給が行われておらず、ジブチの電化率は50%程度にとどまっている。

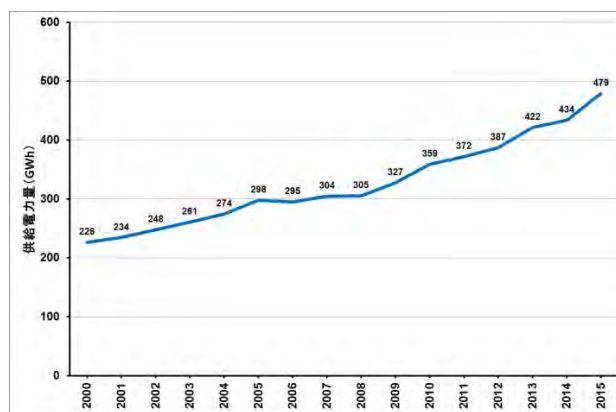
(1) 電力需要

ジブチでは、2012年から2013年にかけて平均4.9%/年（IMF）の安定した経済成長を遂げ、2019年まで6~7%/年の成長が見込まれている。これを受けてジブチ市、アリサビエ、ディキルを含むジブチ電力系統では、2010年から2015年にかけて最大電力が平均9%/年、供給電力量が平均6%/年の伸び率で増加している。図1-1.1に最大電力、図1-1.2に供給電力量の推移を示す。2015年のジブチ電力系統の最大電力は98.5 MWであったが、対前年比で17.3%の高い伸びを記録している。これは安定した経済成長と大規模開発プロジェクトなど大口需要家の増加によるもので、今後も電力需要の著しい伸びが見込まれている。



[出所] EdDのデータを基にJICA調査団が作成

図1-1-1 ジブチ電力系統における最大電力の推移

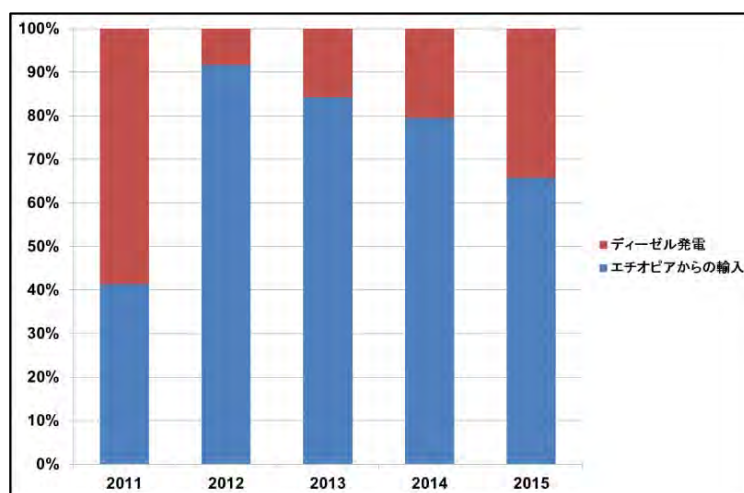


[出所] EdDのデータを基にJICA調査団が作成

図1-1-2 ジブチ電力系統における供給電力量の推移

(2) 電力供給

ジブチ電力系統では、表 1-1.2 に示すマラブ (Marabout) 発電所、表 1-1.3 に示すブラオス (Boulaos) 発電所の二ヶ所のディーゼル発電所、及びエチオピアからの電力輸入により電力供給を行っている。ジブチの電力需要が増加する一方で、エチオピアからの輸入量は電力売買契約において 300 GWh を上限としているため、ディーゼル発電の割合が年々高まっている。図 1-1.3 に示すように電力量ベースで 2012 年は 92 %、2013 年は 84 %、2014 年は 79 %、2015 年は 66 % の電力供給源をエチオピアからの電力輸入に依存している。エチオピアからの電力輸入は、同国が乾季のピーク時間帯は電力供給の保証はなく、年々高まるディーゼル発電の需要にも鑑みると、ジブチは非常事態に備えて自国の発電容量を確保する必要がある。既設のディーゼル発電設備の定格容量は合計で 133.55 MW であるが、2016 年時点の発電可能出力は 100.5 MW であり、今後の電力需要の伸びに対応するため発電能力の増強が必要となる。発電能力の増強に関しては、ジャバナス国際連系変電所周辺のジャバナス (Jabanas) 地区において、イスラム開発銀行等の支援により発電容量 56 MW のディーゼル発電所¹の建設が計画されている他、フィアレ (Fiale) 地溝帯における地熱発電所の開発が計画されている。ジブチは東アフリカ大地溝帯に位置し、地熱発電のポテンシャルを有している。



[出所] EdD

[備考] 2011 年は 5 月から電力輸入を開始。2011 年のデータは、5 月から 12 月の 8 ヶ月分。

図 1-1.3 ジブチの電力供給に占めるディーゼル発電と電力輸入の電力量割合

表 1-1.3 マラブ (Marabout) 発電所の発電機内訳

No.	運転開始	型式	燃料	定格出力(MW)	発電可能出力(MW)
M1	1999	Wartsila 16V25	Gas Oil	3.0	2.0
M2	1999	Wartsila 16V25	Gas Oil	3.0	2.0
M3	1999	Wartsila 16V25	Gas Oil	3.0	2.0
M4	1999	Wartsila 16V25	Gas Oil	3.0	2.0
M5	1999	Wartsila 16V25	Gas Oil	3.0	2.0
M6	1999	Wartsila 16V25	Gas Oil	3.0	2.0
合計				18.0	12.0

[出所] EdD (2016 年時点) のデータを基に JICA 調査団が作成

¹ 2016 年に実施されたジャバナス発電所に入札において、最低応札価格が予定価格を超過して入札が不成立となった。不足する資金を中国輸出入銀行の融資で賄い、出力規模を 100MW とすることで EdD が調整中である。

表 1-1.2 ブラオス (Boulaos) 発電所の発電機内訳

No.	運転開始	型式	燃料	定格出力(MW)	発電可能出力(MW)
G1	1976	Alstom Pielstick 18PC2-2	重油	5.5	3.1
G12	2004	Caterpillar	重油	7.45	5.5
G13	2001	Wartsila GMT 16VA32	重油	5.5	4.2
G14	2001	Wartsila GMT 16VA32	重油	5.5	4.2
G15	2001	Wartsila GMT 16VA32	重油	5.5	4.2
G16	2001	Wartsila GMT 16VA32	重油	5.5	4.2
G17	2003	Caterpillar	重油	7.45	5.5
G18	2004	Caterpillar	重油	7.45	5.5
G21	1985	Trieste B550/18	重油	15.2	8.5
G22	2007	Wartsila Vassa 18V46	重油	15.5	13.4
G23	1988	MAN 9L52/55A	重油	5.5	6.7
G24	1988	MAN 9L52/55A	重油	5.5	3.5
G25	2000	Wartsila 18V46	重油	15	12.0
G31	2010	PA6	重油	4.5	4.0
G32	2010	PA6	重油	4.5	4.0
合計				115.55	80.5

[出所] EdD (2016年時点) のデータを基に当共同企業体が作成

(3) 電気料金

ジブチは石油、天然ガス、石炭等のエネルギー資源を有していないため、2011年以前は輸入石油燃料を使用したディーゼル発電が主たる電源であったことから、EdDの電気料金は非常に高額となっていた。2011年5月にエチオピアからの電力輸入が開始されて以降、6~7 USセント/kWh (7~8 円/kWh) の安価な電力を購入することが可能となったため、EdDは2012年1月に料金改定をおこない、低圧電力料金の値下げを行った。2016年3月の料金改定では、2012年1月の改定よりも更に料金の引き下げが行われている。2016年3月改定の料金では、高圧 (63kV) の料金カテゴリーが追加されたと共に、2017年1月から適用予定の無効電力料金も追加されている。無効電力料金は、力率が0.9を下回る電力消費に対して適用される。表 1-1.4 に 2016年3月改定電気料金を示す。

表 1-1.4 EdD の電気料金 (2016年3月改定)

需要家分類		受電容量(PS)	2016年3月以降(料金改定)			
			従量料金		1ヶ月当たりの使用量	
			1段階 FD/kWh	2段階 FD/kWh	1段階 KWh	2段階 KWh
低 庄	小規模家庭用1	PS=1 KVA	27	55	200	超過分
	小規模家庭用2	PS = 3 KVA	40	55	200	超過分
	家庭用	= 6 KVA	40	55	200	超過分
		6kVA < PS ≤ 21kVA	48	58	210	超過分
	一般	PS > 21kVA	48	55	105+ (5 x PS)	超過分
		PS ≤ 36 KVA	55	-	全使用量	-
	非家庭用	PS > 36 KVA	55	-	全使用量	-
		最大電力指示計付	55	-	全使用量	-
	庶民向けパン屋		48	-	全使用量	-
	軽減料金	PS > 08 KVA	55	50	180 x PS	超過分
	中小企業		45	-	全使用量	-
	内陸地域	PS ≤ 36 KVA	40	58	200	超過分
PS > 36 KVA		40	58	200	超過分	
公共照明		59	-	全使用量	-	
工事現場		75	-	全使用量	-	
中 庄	ジブチ市中庄		45	40	0~500 KVA: 220 x PS 501~1,300 KVA: 200 x PS 501~900 KVA: 175 x PS 1300 KVA以上: 175 x PS	超過分 超過分 超過分 超過分
	周辺地域中庄		55	50	0~500 KVA: 220 x PS 501~1,300 KVA: 200 x PS 1300 KVA以上: 175 x PS	超過分 超過分 超過分
	産業用I	PS ≥ 250 KVA	37	41	0~500 KVA: 220 x PS 501~1,300 KVA: 200 x PS 1300 KVA以上: 175 x PS	超過分 超過分 超過分
			33	-	全使用量	-
	産業用II	PS ≥ 250 KVA	33	-	全使用量	-
高 庄	ジブチ市高庄		30	-	-	-
	無効電力		55	2017年1月以降適用、力率0.9以下の使用量が対象	-	-

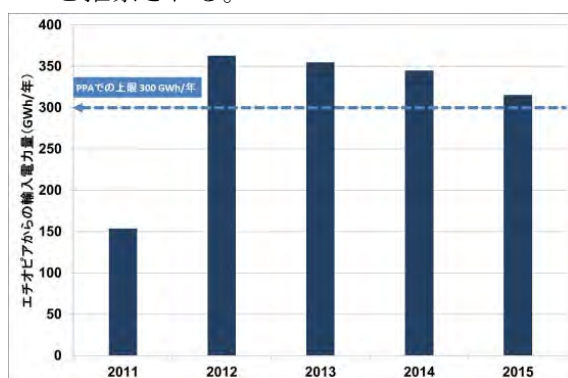
[備考] 1USD = 177ジブチフラン、1ジブチフラン = 0.6278円 (2016年5月時点)

(4) エチオピアからの電力輸入増枠の見通し

1) 電力輸入の実績

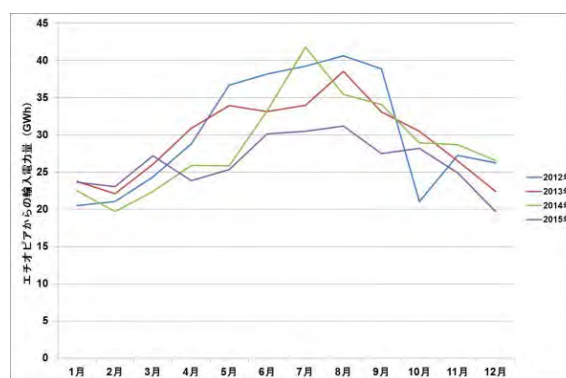
2011年5月に開始されたエチオピアからの電力輸入については、図1-1.4に示す通り2011年は5月から12月までの8ヶ月間で154 GWh、2012年は年間で363 GWh、2013年は355 GWh、2014年は345 GWh、2015年は315 GWhとなっている。エチオピアのEEPCOとEdDの間で締結された電力売買契約（PPA：Power Purchase Agreement）では、年間の電力輸入量の範囲を180～300GWhとしているが、2012年から2015年までの年間の電力輸入実績は、既に契約の上限を超えている。このように、ジブチがエチオピアから輸入する電力量は、輸入開始の翌年から契約の上限に達しており、今後ジブチ内の電力需要の伸びを輸入で賄うためには、PPAにおける年間輸入量の上限を引き上げることが必要となる。

月別の輸入電力量では、図1-1.5に示す通りジブチで最も気温が高くなる6月から8月の間が、月別輸入電力量が最も多い時期となる。ただし、この期間の輸入量は2012年以降低下する傾向にあり、エチオピア側において同期間の電力供給の余力が低下しているものと推察される。



[出所] EdDのデータを基に当共同企業体が作成
[備考]2011年は5月から電力輸入を開始、2013年のデータは、1月から7月の7ヶ月分。

図1-1.4 エチオピアからの輸入電力量の実績



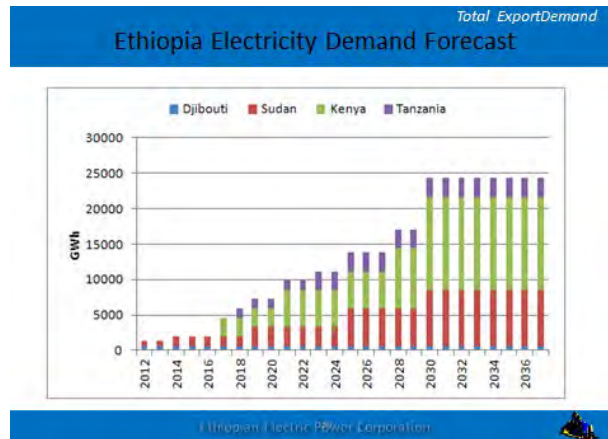
[出所] EdDのデータを基に当共同企業体が作成

図1-1.5 エチオピアからの月別輸入電力量

2) 輸入増枠の見通し

エチオピア電力公社（EEPCO：Ethiopian Electric Power Corporation）は、2011年から2015年の間に7,549 MWの電源開発を進めており、2011年に2,178 MWであった発電容量が、2016年には約5倍の10,000 MWのレベルに到達する見通しである。開発中の主な電源は水力であり、大規模なものとしてはGibe-III（定格出力1,800 MW）、Ethiopian Grand Renaissance（定格出力6,000 MW）がある。

エチオピアでは大規模水力発電所の建設が順調に進んでおり、また同国はジブチ、スーダン、ケニア、タンザニア等の周辺国への電力輸出を考慮した電力需給計画を策定している。EEPCOの見解では、現状のPPA（Power Purchase Agreement）で300 GWh/年としているジブチ向け電力輸出力の上限を、ジブチ側の電力需要の伸びに合わせて、約3倍の1,000 GWh/年まで引き上げることが可能としている。



[出所] EEPCO

図 1-1.6 エチオピア周辺国向けの電力輸出力予測

(5) 課題

1) 設備容量

今回の調査における電力潮流解析予測では、2017年に157.9 MW、2023年に287.7 MW、2038年には536.9 MWと、最大電力の著しい伸びが見込まれており、需要の伸びに応じた送変電設備の拡張が急務である。例えば、表 2-2.1 及び図 2-2.1 に示す送電線②「ジャバナス変電所～パルムレ接続所」の熱容量は130 MVA（力率0.85の場合、110.5 MW）であるが、2017年の最大電力157.9 MWのうち、ジャバナス変電所及び地方都市アリサビエの合計負荷を47.8 MWとすれば、同送電線②の負荷は110.1 MW（負荷率：99.6%）と余裕がなく、増強の必要性が認められる。ジブチ市南部のナガド地域では、鉄道駅や新空港の建設など新規開発プロジェクトが計画されており、40 MW以上の電力需要の急増が見込まれている。

2) 設備設計

① 環境条件

ジブチ市は海に面し海洋からの海塩粒子を含む湿度の高い空気による腐食や絶縁低下への影響、土壌表面からの大量の塵埃による損耗や同じく湿度を含んだ塵埃の堆積による絶縁劣化への影響、更には設計温度が48℃（通常は40℃）の高温条件に耐える設備選択や冷却対策等の過酷な環境条件での使用を考慮した設計の必要がある。

② 電圧運用

エチオピア国からの電力輸入開始前までは、20 kV 配電用変電所の傍のディーゼル発電所を運転することで電力供給していたため必要な無効電力を供給でき電圧維持に問題はなかったが、ディーゼル発電機の運転量を減らし輸入電力に頼るジャバナス変電所のみからの電力供給では、送電線での電圧降下により配電用変電所の電圧が低下し、重負荷時にはその傾向が顕著になる。この問題を解決するためには無効電力の供給が不可欠である。需要負荷の増加に対応した無効電力供給量を制御可能な発電設備やコンデンサの適切な配置が必要である。

③ 運転記録

ジャバナスを除く変電所は、20 kV における運転記録は回線毎の電流値のみであり、配電線の電力品質の確認が行われていない。パルムレに運用開始した中央給電指令所では、配電線情報も監視されているので、電圧、有効電力及び無効電力の記録を有効活用し継続的に電力品質を維持する系統運用に努める必要がある。

④ 老朽化既設変電所への新送電線接続対応

本計画における新送電線は新設されるナガド変電所とブラオス変電所に接続することになるが、ブラオス変電所は 1980 年代に 63 kV 部分が建設されており設備も古く、図面・資料類の保管も整理されておらず、現状把握のために詳細設計時には綿密な現地調査が必要になる。また、EdD にてブラオス変電所の 63 kV 開閉所の監視制御に関してローカル SCADA 導入が進められており、そのシステムとの協調も充分に行なう必要がある。

⑤ 老朽化対応

ブラオス変電所、マラブ変電所は 1980 年代から 1990 年代の設備が多く、老朽化に伴う劣化が懸念される。また、部品も製造中止品が多く存在すると想定されるため、今後の劣化診断と設備更新計画が電力供給の信頼性維持のために重要となる。

1-2 開発計画

(1) 開発計画

1977 年にフランスから独立したジブチは、部族間対立を背景とする政情不安や地域紛争、干ばつ等の影響により、一人当たり国民所得、財政赤字、社会経済指標が悪化することとなり、1996 年に世銀、IMF の指導による経済再構築、構造調整プログラムの実施に踏み切った。2004 年には、第一次貧困削減戦略書 (PRSP : Poverty Reduction Strategy Paper, 2004~2006 年) を策定、経済成長、社会的セーフティネットの強化、政府の近代化とガバナンス強化に取り組んできた。2008~2012 年を対象とする第二次貧困削減戦略書 (通称 INDS: Initiative Nationale pour le Développement Social [National Initiative for Social Development]) に続いて、ジブチでは 2035 年をターゲットとした長期的な国家開発計画であるビジョン 2035 (Vision Djibouti 2035) が 2014 年に策定された。ビジョン 2035 では、全体及び個別の目標が以下のように設定されている。

【全体的な目標】

- ・ジブチは紅海の灯台となる
- ・ジブチはアフリカの商業と物流の中心になる

【個別の目標】

- ・一人当たり国民総所得を 2035 年までに三倍にする
- ・社会経済指標を改善する

ビジョン 2035 では、国家のビジョンの実現と更なる進化・発展の基として、以下に示す五つの戦略の柱 (Pillar) が定められている。

【Vision2035 : 五つの戦略の柱】

- ・PILLAR 1: 平和と国家の統一
- ・PILLAR 2: グッドガバナンス
- ・PILLAR 3: 民間セクターを原動力とした多様化された競争力のある経済
- ・PILLAR 4: 人的資源の統合
- ・PILLAR 5: 地域統合と国際協力

PILLAR 3は国家のビジョンを実現するための重点分野であり、需要を上回る供給を確保する持続可能なエネルギー政策は、グリーン成長と富の再配分というビジョンの目的の達成に貢献するものである。ジブチでは、経済活動の拡大や経済の多様化に見合うエネルギー供給を確保すること、及び地方部でのエネルギーアクセスの向上は大きな課題であるが、地熱、太陽光、風力といった再生可能エネルギーの開発やエチオピアからの電力輸入の拡大により、エネルギー供給の制約を克服する方針としている。ジブチでは、2020年までに電力供給源に占める再生可能エネルギーの比率を100%にするという目標を掲げている。

(2) 電力セクターに関する現況および最新計画の把握

上述の通り、ジブチでは大規模開発計画の進展に伴い急激に電力需要が伸びているが、2015年版電力マスタープランの計画に沿った送電系統の開発を進めるため、EdDは中国輸出入銀行の融資により以下の(1)～(10)のプロジェクトを実施する計画である。EdD総裁は2016年5月末から6月上旬にかけて中国を訪問し、以下のプロジェクトへの融資について協議を行っている。

- ① ナガド変電所 230/63/20 kV
- ② ジャバナス～ナガド間 230 kV 送電線（建設中、ナガド変電所と接続予定）
- ③ アッサル変電所（230/63/20 kV）
- ④ ジャバナス・ナガド変電所～アッサル変電所間 230 kV 送電線
- ⑤ タジュラ発電/変電所（63/20 kV 変電所+4×3 MVA ディーゼル発電設備）
- ⑥ アッサル変電所～タジュラ変電所間 63 kV2 回線送電線
- ⑦ オボック変電所（63/20 kV 変電所）
- ⑧ タジュラ変電所～オボック変電所間 63 kV1 回線送電線
- ⑨ ジャバナス発電所（ディーゼル発電、総容量 100 MW）
- ⑩ ジャバナス変電所拡張（230/63 kV、63 MVA 変圧器 1 台増設）

1-3 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

前述の安定した経済成長を背景に、ジブチのピーク電力は2014年に9.1%/年、2015年に17.3%/年と急激な伸びを示している。2015年に98.5 MWであった同国の最大電力が、2015年に実施されたマスタープランでは、2018年に二倍の規模になると見込まれている。このような電力需要の増加に対応するため、ジブチでは電力供給設備の増強が急務となっている。2011年5月に開始されたエチオピアからの電力輸入の増加や、新規ディーゼル発電所の建設により電力供給を賄う計画であるが、ジブチ市内向けの電力供給において、既設の送変電設備の容量では急激に伸びる電力需要を満たすことが困難であり、電力マスタープランで提案された送変電設備の強化を実現するため、ジブチは我が国に無償資金協力の変更要請を行った。ジブチでは他の開発計画が同時に進行中であったため、現地調査においてEdDと協議を重ね、下記(1)～(5)の変遷を経て、ジブチの現状に合わせた要請内容となるよう精査を行った。

(1) 当初要望内容（要請書）

ジブチ市内の漁港地区では、ホテルや商業、産業施設の建設を含む再開発事業が計画されており、近い将来に同地区で電力需要が急増する可能性があったため、上述の背景からジブ

チは、①漁港地区における 63/20 kV 変電所の建設、②ジャバナス地区とジブチ市内を結ぶ 63 kV 送電線の建設について、我が国に無償資金協力の要請を行った（2011 年 8 月）。

(2) 変更要請-1（2013年11月時点）

ジブチでは、2011 年にエチオピアからの電力輸入を開始して以降、電力供給の大半をエチオピアからの電力輸入に依存することとなった。国内電力需要の増加に対しては、エチオピアからの電力輸入と、自国の新規ディーゼル発電や地熱発電等の再生可能エネルギーで対応する計画であるが、これらの電力は全てジャバナス国際連系変電所を介してジブチ市内に供給されることとなる。従って、国内電力需要の増加に伴って近い将来、ジャバナス国際連系変電所の 230/63 kV 変圧器の容量（現状 126 MVA）が不足すると見込まれる。

ジャバナス変電所は、63/20 kV の配電用変電所の機能も有しており、同変電所の周辺ではセメント工場、ドライポート（コンテナ集積場）、海水淡水化設備（EU 支援、ドラレ地区に建設予定）など、大口需要家の増加が見込まれている。一方で漁港周辺では、EU 支援によるパルムレ（Palmeraie）接続所の変電所化（63/20 kV 変圧器、40 MVA×1 台、2015 年完成）、マラブ変電所の 63/20 kV 変圧器増設（36 MVA×1 台、資金源は未定）など、別の変電能力増強計画がある。このため、漁港変電所申請の要請を取り下げ、ジャバナス変電所における 230/63 kV 及び 63/20 kV 変電設備の拡張を要請することとした。加えて、本計画と同時に進行していた開発計画「都市計画マスタープラン」のナガド駅開発計画のため、ナガド地区の鉄道用変電所に隣接する開閉所を本計画にて建設し、鉄道への電力供給を行いたいとの要請が挙げられた。

(3) 変更要請-2（2014年4月、協力準備調査（その1）での最終要請）

2013 年 11 月時点ではナガド開閉所の建設への強い要望があったが、追加調査を実施した結果、鉄道用の電力は本計画とは別のルートで送電する計画となっており、ナガド地区に開閉所を建設するという要請が取り下げられた。

一方、今後の開発計画に鑑みると、ナガド地区における電力需要の増加はほぼ確実であることから、本計画ではナガド地区の変電設備建設予定地までは 2 回線で架空送電を行い、その内の 1 回線を地中ケーブルにてブラオス変電所へと接続することとした。

(4) 変更要請-3（2015年3月）

2015 年に実施された送電マスタープランにおいて、ジャバナス変電所の拡張よりもナガド変電所の建設が優先されたことから、ジブチ側はジャバナス変電所の拡張に係る要請を取り下げ、代わりにナガド変電所の新設を要請した。また、エチオピア～ジブチ間の鉄道建設に伴い、鉄道向けにジャバナス変電所からナガド鉄道用変電所向けに 230 kV 二回線の送電線が建設されることとなり、ジャバナス変電所～ナガド間の 63 kV 送電線の建設も、要請から外れることとなった。

(5) 変更要請-4（2016年5月）

急激に伸びる電力需要を満たすため、ナガド変電所の建設を急ぐジブチ側は、自己資金（中

国輸出入銀行による融資) でナガド変電所を建設し、我が国にはナガド変電所からブラオス変電所までの 63 kV 地中送電線の建設のみを要請することとなった。

変更要請-2 (協力準備調査 (その 1) 最終要請) から変更要請-4 (2016 年 5 月時点) までの要請内容の変遷を表 1-3.1 に示す。

表 1-3.1 要請内容の変更状況

分類	変更要請-2 (協力準備調査その 1)	変更要請-3 (2015 年 3 月)	変更要請-4 (2016 年 5 月)	理由・背景
変電所	ジャバナス変電所の増強 (変圧器：230/63 kV、63 MVA、1 台増設)	ナガド変電所の新設に変更 (変圧器：230/63 kV、63 MVA、1 台新設)	【取り止め】 ジブチ側で中国輸出入銀行の融資により建設	電力マスタープランの計画内容に基づく
送電線	63 kV 架空送電線 (ジャバナス変電所～ナガド間、二回線、10.6 km)	【取り止め】		中国輸銀の融資により当該区間で鉄道用 230 kV 送電線を建設中
	63 kV 架空送電線 (ナガド～ナガド接続所間、一回線、5.2km)	変更無し	当該区間を架空線から地中線に変更	ナガド駅前都市開発への影響を回避
	63 kV 地中送電線 (ナガド接続所～ブラオス変電所間、一回線、7.4 km)	変更なし	同左	

第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 技術水準

EdD の国際連系部及び送配電部は、230 kV 国際連系送電線、230/63 kV 変電設備、63 kV 架空、地中送電線、63/20 kV 変電設備及び 20 kV 配電設備の運転・維持管理を問題なく行っている。本協力対象事業で調達される送電機材の技術的な水準は、既存の送電設備と同等であり、EdD が運転・維持管理を行う上で、特段の問題は無いものと思われる。

2-2 既存施設・機材

ジブチにおける変電所には 230 kV、63 kV、20 kV の 3 段階の電圧階級が存在し、エチオピア国から電力輸入のための国際連系線が接続される現在唯一の 230 kV 変電所のジャバナス変電所と配電を担う変電所間を送電接続する 63/20 kV 変電所がある。

現在は、高価なディーゼル発電機による電力供給量を減らし、多くの電力を安価な輸入電力で賄う運用を行っている。輸入電力はジャバナス変電所の 220/63 kV 63 MVA 変圧器 2 台で 63 kV に降圧しジブチ内の各変電所に送電しているため、ジャバナス変電所が重要な変電所となっている。配電用の 63 kV 系統は、ジャバナス変電所からジブチ市街向けに、マラブ (発) 変電所とパルムレ変電所 (2016 年 1 月運開) に供給され、さらにブラオス (発) 変電所に両方の変電所から地中ケーブル送電線で供給するループ系統を構成して供給信頼性を高めている。さらにアリサビエ変電所がブラオス変電所から 63 kV で電力供給を受けている。また、パルムレ変電所に併設して、EU 支援で建設された中央給電指令所が 2016 年 1 月から運用に入っており、ジブチ国の電力系統に連系された発電所と変電所が監視指令下に入っている。既設電力系統の主要機材の仕様は表 2-2.1、表 2-2.2 に示す通りである。

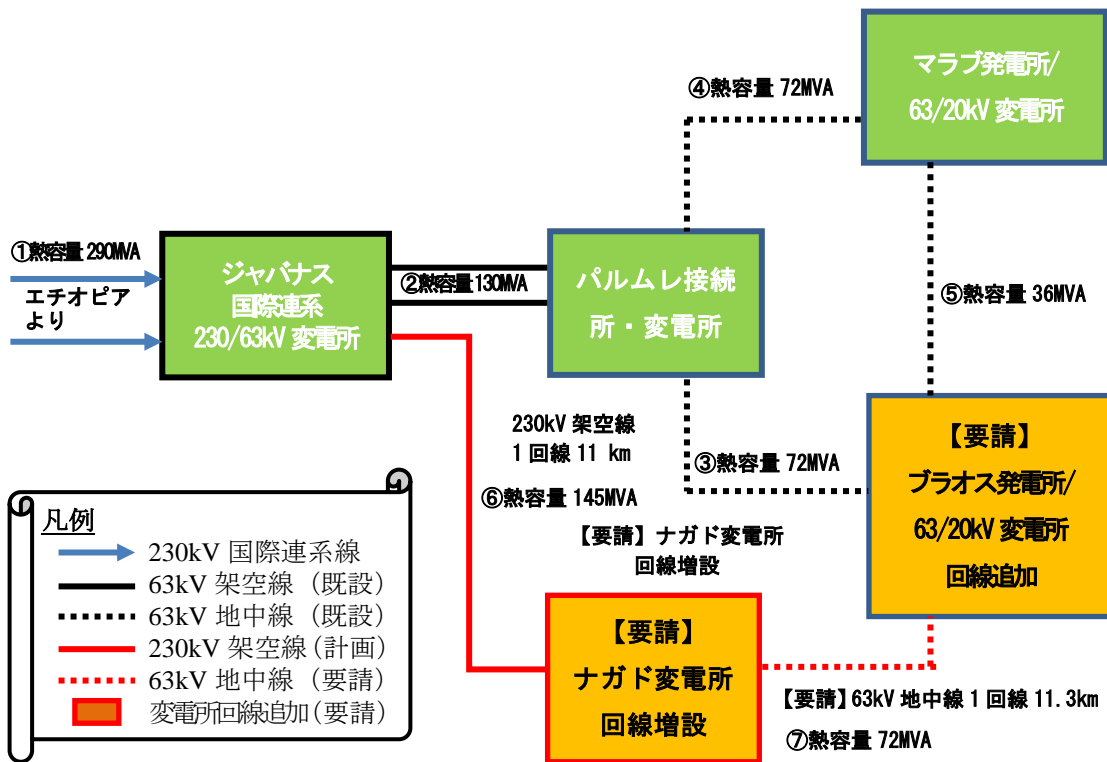
表 2-2.1 ジブチ電力系統の送電線の仕様

送電線	電圧階級	亘長	仕様	熱容量
①エチオピア (Dire Dawa 変電所) ~ジブチ (ジャバナス変電所) 国際連系送電線	230 kV	283 km	架空線、Ash (180 mm ² 、AAAC) 二回線	290 MVA
②ジャバナス変電所~パルムレ接続所	63 kV	8 km	架空線、Aster (366 mm ²) 二回線	130 MVA
③パルムレ接続所~ブラオス変電所	63 kV	4 km	地中線、Al、1×800 mm ²	72 MVA
④パルムレ接続所~マラブ変電所	63 kV	5 km	地中線、Al、1×800 mm ²	72 MVA
⑤ブラオス変電所~マラブ変電所	63 kV	4.8 km	地中線、Al、1×400 mm ²	36 MVA
⑥ジャバナス変電所~アリスアビエ変電所	63 kV	72 km	架空線、Ash (180 mm ² 、AAAC) 二回線	80 MVA

[出所] Parsons Brinckerhoff (2009.11) “Least Cost Electricity Master Plan, Djibouti”のデータを基に JICA 調査団が作成

[備考] 送電線の熱容量は以下の条件で算出したものである

環境温度：40℃、地表温度：30℃、土壤熱抵抗：2.0Km/W、電線許容温度：75℃、日射強度：1,200W/m²、風速：0.5 m/s



[出所] Parsons Brinckerhoff (2009.11) “Least Cost Electricity Master Plan, Djibouti”のデータを基に JICA 調査団が作成

図 2-2.1 ジブチ電力系統における送変電設備の容量

表 2-2.2 ジブチ電力系統の変電所・変圧器

変電所名	電圧階級	変圧器容量・台数	変圧器容量合計
ジャバナス国際連系変電所	230/63 kV	63 MVA×2 台	230/63 kV : 126 MVA (約 107 MW*)
	63/20 kV	40 MVA×1 台	
マラブ変電所	63/20 kV	36 MVA×1 台	63/20 kV : 200 MVA (約 170 MW*)
ブラオス変電所	63/20 kV	36 MVA×2 台	
アリスアビエ変電所	63/20 kV	12 MVA×1 台	
パルムレ変電所	63/20 kV	40MVA×1 台	

[出所] EdD のデータを基に JICA 調査団が作成。

[備考] *: 力率 0.85 と想定した場合の有効電力。マラブ発電所、ブラオス発電所の昇圧用変圧器を除く。

第3章 プロジェクトの内容

現地調査の結果、我が国への要請コンポーネントは①地中ケーブル及び②その接続のための増設・改造に変更してほしいとの要望であることが判明した。係る状況に鑑みて検討を行った協力対象事業の設計を以下に示す。

(1) 送電設備

本計画における送電設備は、ナガド変電所-ブラオス発電所間 63 kV 地中線の 1 回線となる。

1) ナガド変電所-ブラオス発電所間 63 kV 地中線の建設

① コンポーネント

63 kV 地中線 1 回線、63 kV 接続箱（普通、絶縁）、避雷器箱、電力用トラフ、保護管

② コンポーネントの概要

ナガド変電所とブラオス発電所間に約 11.3 km の 63 kV 地中線を建設する。地中線はナガド駅前を經由して市街地の道路横歩道を利用して埋設する。地中線埋設の標準的な深さは 1400 mm とする。既設に準じ、63 kV 地中線（800 mm² XLPE 単芯、鎧装付）を採用する。

③ 主要機材の技術仕様

主要な材料の技術仕様は、添付資料の概略仕様に示す。

2) ナガド変電所 - ブラオス発電所地中通信回線の建設

① コンポーネント

光ファイバーケーブル、保護管、接続箱

② コンポーネントの概要

ナガド変電所とブラオス発電所間の 63 kV 地中線に沿って、63 kV 地下通信回線を建設する。既設に準じ、光ファイバーケーブル（ダブルシース、24 芯、ドライコア、鎧装チューブ）を採用する。

③ 主要機材の技術仕様

主要な材料の技術仕様は、添付資料の概略仕様に示す。

3) 送電ルート

ナガド変電所からブラオス発電所までの送電線ルートは、ナガド駅周辺を經由する。この地区は将来の市街地であり、景観保全、安全、土地の有効利用の観点から、EdD は架空送電線ではなく地中線を強く要望している。尚、ナガド駅からブラオス発電所にかけては、国際空港や軍事施設など航空機の発着する施設の近辺及び密集した市街地を通過するため、地中線とすることが必要である。地中線の敷設に際しては、出来る限り新設された道路歩道下に埋設し(約 3.3 km)、その後は道路際歩道下に埋設する計画とした。地中送電ルートを決定後に、埋設物についての詳細な調査が必要となる。送電線ルートを図 3-1.1 に示す。



図 3-1.1 新送電線ルート（ナガド変電所からブラオス発電所まで）

(2) 変電設備（既設改造）

本計画における変電設備は、EdD 側で新たに建設するナガド変電所及びブラオス発電所内 63 kV 変電所の 2 箇所となる。

1) ナガド変電所

本計画実施時は、ナガド変電所は完成し運用されている予定であるので、既設改造項目としては以下のとおりとなる。

- ① 63 kV 屋外変電所の送電区画の増設（遮断器、断路器、計器用変成器等）
- ② 送電線増設に伴う保護装置の増設・改造
- ③ 送電線増設に伴う監視制御設備の増設・改造
- ④ 監視制御及び保護に必要な通信設備の改造
- ⑤ パルムレ中央給電指令所からの監視制御に必要な改造

詳細の計画は、EdD からのナガド変電所設計情報を入手の上、実施することになる。

2) ブラオス発電所

ブラオス発電所の屋内 63 kV 変電所からの送電線引き出しは、未使用の区画を使用した既設改造となり項目は以下のとおりとなる。

- ① 63 kV 屋内変電所の送電区画の改造（遮断器、断路器、計器用変成器等）
- ② 送電線増設に伴う保護装置の増設
- ③ 送電線増設に伴う監視制御設備の増設・改造
- ④ 監視制御及び保護に必要な通信設備の改造
- ⑤ パルムレ中央給電指令所からの監視制御に必要な改造

【添付資料】

1. 討議議事録(M/D)..... 添付資料 1
2. Technical Memorandum..... 添付資料 2
3. 図面集..... 添付資料 3
4. 電力需要予測及び電力潮流解析..... 添付資料 4
5. 機材仕様（案） 添付資料 5
6. プロジェクトサイトの状況..... 添付資料 6

添付資料 1 討議議事録(M/D)


Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey for the Project for
Improvement of Power Supply in the Republic of Djibouti

In response to the request from the Government of Republic of Djibouti (hereinafter referred to as “Djibouti”), the Government of Japan decided to conduct a Preparatory Survey for the Project for Improvement of Power Supply (hereinafter referred to as “the Project”), and entrusted the Preparatory Survey to Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”).

JICA sent the Preparatory Survey Team for the Outline Design (hereinafter referred to as “the Team”) to Djibouti, headed by Mr. Hiroyuki Hayashi, Senior Advisor to the Director General, Industrial Development and Public Policy Department, JICA, and the Team is scheduled to stay in the country from May 14 to June 11, 2016.

The Team held a series of discussions with the officials concerned of the Government of Djibouti and conducted a field survey in the Project area. In the course of the discussions, both sides have confirmed the main items described in the attached sheets. The Team will proceed to further works and prepare the Preparatory Survey Report.


Djibouti, May 24, 2016



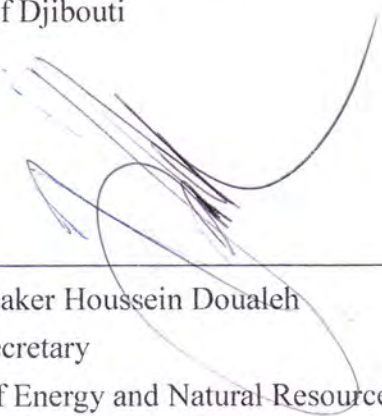
Mr. Hiroyuki Hayashi
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency



Mr. Djama Ali Guelleh
General Director
Electricite de Djibouti (EdD)
Republic of Djibouti

Witness


Mr. Yacin Houssein Doualé
Director of Bilateral Relations
Ministry of Foreign Affairs and International
Cooperation

Witness


Mr. Aboubaker Houssein Doualeh
General Secretary
Ministry of Energy and Natural Resources (MENR)
Republic of Djibouti

ATTACHEMENT

1. Items requested by the Government of Djibouti

1-1. The JICA indicated that, with reference to the letter Ref. No. 1795 /DRG/LA/2015/EDD dated 26th October 2015, EdD promised not to request any further design changes/modifications from the request which is subjected on March 16, 2015.

(Electricité de Djibouti s'engage à ne pas demander des modifications supplémentaires à la requête qu'elle a soumise le 16 Mars 2015 dont une copie est jointe à la présente correspondance.)

Based on the above, the items requested by the Government of Djibouti were as follows:

- Construction of 230/63kV Nagad Substation
- Construction of 63kV overhead(4.0km)/underground(7.4km) transmission lines from Nagad Substation to Boulaos Substation

1-2. However, the Djibouti side strongly requested that the entire transmission line should be underground for the reason that the Construction of 63 kV overhead transmission line up to the Boulaos Substation from the Nagad Substation would give a negative impact on the urban development plan of the area around Nagad railway station established by the Ministry of Housing, Urban Planning and Environment, as referred in the letter No.3643/DHU dated 27 December, 2015.

1-3. As a result of the discussion, the Djibouti side proposed to conduct some components by the Djibouti Government's budget, as described in Annex 1.

2. Demarcation of construction scope of works between the projects under the Japan's ODA and the Djibouti Government.

2-1. EdD will undertake the construction of all components of 230/63kV in Nagad Substation as described in Annex 1, instead of Japan's Grant Aid. EdD will inform Embassy of Japan and JICA of the start of the project by a letter with technical data and information including layout drawings before the end July, 2016.

2-2. After receiving the letter, JICA will hold a meeting with the Japanese government to finalize the scope of the survey, then implement the outline design and cost estimation.

3. Schedule of the Survey

3-1. The Team will proceed with further survey in Djibouti until June 11, 2016.

3-2. JICA will dispatch the Second Preparatory Survey Team to Djibouti in order to finalize the Project Scope around August.

3-3. JICA will prepare a draft Preparatory Survey Report in English and French, and dispatch a mission to Djibouti in order to explain its contents around November 2016.

3-4. If the contents of the draft Preparatory Survey Report are accepted in principle and the Undertakings are fully agreed by the Djibouti side, JICA will complete the final report in English and French, and send it to Djibouti around December, 2016.

3-5. The above schedule is tentative and subject to change.

Annex 1 Scope of the Project

Annex1 Scope of Project

Lmm

	Djibouti Government	JICA (Japan's Grant Aid)
Nagad Substation	230kV bus and switchgears	
	230/63/20kV transformers	
	63kV bus and switchgears	63kV switchgear for outgoing line to Boulaos
	20kV distribution panels	
	Control and protection panels	For 63kV line for Boulaos
	Communication system	Communication system for 63kV line for Boulaos (Modification at local and Load Dispatch Center side)
	SCADA system	For 63kV line for Boulaos (Modification)
	Station power supply system	
	Control room	
63kV transmission line		Underground cable from Nagad to Boulaos
Boulaos substation		63kV switchgear for incoming line from Nagad
		Control and protection panel
		Communication system for 63kV line from Nagad (Modification at local and Load Dispatch Center side)

添付資料 2 Technical Memorandum

**TECHNICAL MEMORANDUM
FOR
PREPARATORY SURVEY
ON
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF POWER SUPPLY
IN
THE REPUBLIC OF DJIBOUTI**

**AGREED UPON BETWEEN
ELECTRICITE DE DJIBOUTI (EdD)
AND
JICA PREPARATORY SURVEY TEAM**

Djibouti, 7th June 2016

for 

Mr. Kyoji FUJII
Chief Consultant
JICA Preparatory Survey Team
Yachiyo Engineering Co., Ltd.

Mr. Ismael DIALLO
Project Manager
Electricite de Djibouti



Electricite du Djibouti (hereinafter referred to as "EdD") and JICA Preparatory Survey Team for the Project for Improvement of Power Supply in the Republic of Djibouti (hereinafter referred to as "the Team") had series of technical discussion to form a mutual understanding on the scope of the Project, priority order and technical specifications of project components and items to be undertaken by each party. Both parties agreed to record the following points as a conclusion of the discussions.

1. Components of the Project to be undertaken by the Japan's grant aid

Table-1 shows the components of the Project and demarcation between Djibouti and Japanese side agreed by the Minutes of Discussions signed on 24th May 2016. Transmission line route which is used as the basis of outline design and cost estimation is shown in Annex-I.

Table1-1 Scope of the Project and demarcation

	Djibouti Government	JICA (Japan's Grant Aid)
Nagad Substation	230kV bus and switchgears	
	230/63/20kV transformers	
	63kV bus and switchgears	63kV switchgear* for outgoing line to Boulaos
	20kV distribution panels	
	Control and protection panels	For 63kV line for Boulaos
	Communication system	Communication system for 63kV line for Boulaos (Modification at local and Load Dispatcher Center side)
	SCADA system	For 63kV line for Boulaos (Modification)
	Station power supply system	
	Control room	
63kV transmission line		Underground cable from Nagad to Boulaos
Boulaos substation		63kV switchgear for incoming line from Nagad
		Control and protection panel
		Communication system for 63kV line from Nagad (Modification at local and Load Dispatcher Center side)

[Remarks] *: A foundation for the 63kV switchgear shall be constructed by the Djibouti side

[Source] Minutes of Discussions on the Preparatory Survey for the Project for Improvement of Power Supply in the Republic of Djibouti signed on 24th May 2016

2. Technical background of the Project

2.1 Power demand forecast

Power demand forecast which was conducted in a transmission master plan titled "TRANSMISSION MASTER PLAN OF ELECTRICITY AT 2033 HORIZON" (June 2015 by Tractebel Engineering) is the basis of the preparatory survey for the Project. Table 2.1-1 shows the energy and peak demand of "medium scenario" in the master plan to be applied to the survey.

Load allocation to each substation is estimated by the Team based on the demand forecast and load allocation ratio described in the master plan. Table 2.1-2 shows the estimated load allocation to each substation to be used for a power system analysis in this survey. Allocated demand in Table 2.1-2 does not include transmission and distribution losses.

Table 2.1-1 Power Demand Forecast (Medium Scenario of the Master Plan)

Year	Energy Demand (GWh)	Peak Demand (MW)
2015	558	107.1
2017	834	157.9
2020	1,244	243.8
2021	1,296	257.0
2022	1,369	271.0
2023	1,457	287.7
2024	1,570	309.2
2025	1,678	329.9
2026	1,771	347.7
2027	1,862	365.4
2028	1,952	382.8
2033	2,376	464.9
2038	2,746	536.9

Source: Tractebel Engineering (June 2015) "TRANSMISSION MASTER PLAN OF ELECTRICITY AT 2033 HORIZON, Final report of Phase 2 - Transmission Master Plan"

Table 2.1-2 Load Allocation to Each Substation

Year	Peak Demand (MW)													Total
	Boulaos	Marabout	Palmerale	Jaban'as	Nagad	Goubet (Assal)	Tadjourah	Obock	Ali Sabieh	Dikhil	TS North	TS South		
2015	23.1	15.9	22.5	23.9					6.6	1.2			93.2	
2017	28.5	19.6	28.8	41.3		6.5	5.0	1.7	6.5	1.2			139.0	
2020	30.5	21.8	33.5	53.1	28.2	8.1	11.1	8.1	5.9	1.6	14.04	10.53	226.6	
2021	32.3	23.5	35.2	63.0	28.2	8.4	11.1	8.4	6.3	1.7	14.04	10.53	242.6	
2022	34.2	25.2	37.1	75.2	28.2	8.6	11.2	8.6	6.7	1.8	14.04	10.53	261.4	
2023	36.2	27.2	39.0	90.5	28.2	8.9	11.3	8.9	7.1	1.9	14.04	10.53	283.6	
2024	37.8	28.8	40.4	97.6	28.2	8.7	11.4	8.7	7.0	2.0	14.04	10.53	295.0	
2025	39.5	30.4	41.9	105.2	28.2	8.5	11.5	8.5	7.0	2.1	14.04	10.53	307.3	
2026	41.4	32.2	43.5	113.5	28.2	8.3	11.6	8.3	6.9	2.3	14.04	10.53	320.6	
2027	43.3	34.1	45.1	122.4	28.2	8.1	11.8	8.1	6.9	2.4	14.04	10.53	335.0	
2028	45.4	36.1	46.9	132.1	28.2	7.9	11.9	7.9	6.9	2.6	14.04	10.53	350.5	
2033	58.9	45.7	57.3	190.5	28.2	6.9	12.5	8.0	7.4	3.3	14.04	10.53	443.1	
2038	67.4	48.4	64.5	225.3	28.2	9.1	13.2	9.1	7.9	4.0	14.04	10.53	501.7	

Source: JICA Study Team and Tractebel Engineering (June 2015) "TRANSMISSION MASTER PLAN OF ELECTRICITY AT 2033 HORIZON, Final report of Phase 2 - Transmission Master Plan"

2.2 Power system analysis

The necessity of Nagad substation and the necessity of 63 kV Transmission Line between Nagad - Boulaos substations have been briefly studied by the power flow calculation with the demand forecasted in section 2.1 above.

The power supply is defined by imported electricity through Ethiopia, existing diesel power plants and new diesel power plants to be constructed in Jaban As for this power flow calculation.

1) Necessity of Nagad Substation Study

If Nagad substation is not constructed, the existing 63 kV Jaban As - Palmeraie transmission line and 230/63 kV 63 MVA x 2 transformers in Jaban As substation will be 93.7% load and 121.7% overload respectively in year 2020.

The Nagad substation shall be constructed by 2020 to avoid the situation above.

2) Necessity of 63 kV Transmission Line Study

If 63kV Nagad – Boulaos transmission line is not constructed after Nagad substation construction (assumed the year 2019), the existing 230/63 kV 63 MVA x 2 transformers located in Jaban As substation will be 107.9% overload in 2021. (refer to Figure 2.2-1)

The 63kV Nagad - Boulaos transmission line shall be constructed by 2021 to avoid the overload of the transformers in Jaban As.

Annex-II shows the detailed results of power flow calculation.

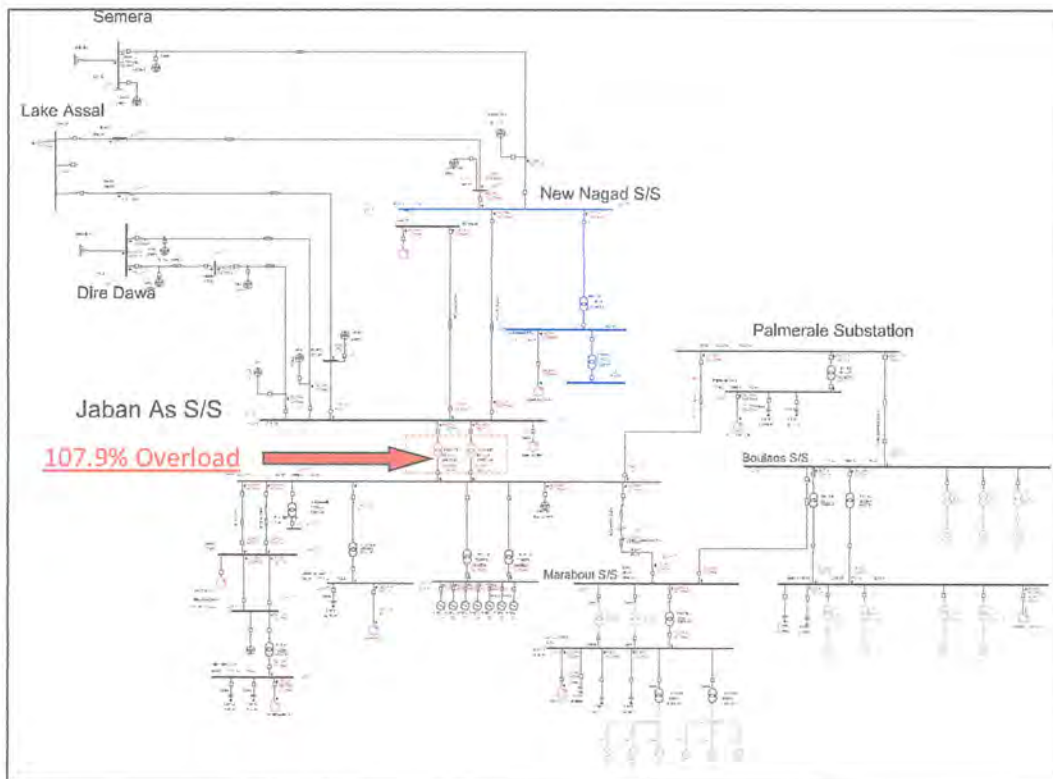


Figure 2.2-1 Power System Analysis Result in 2021

3. Basic plan and technical specifications

Design conditions to be applied to and basic plan of the Project components are shown in Annex-III. Detailed technical specifications of major equipment and materials to be procured and installed under the Project are shown in Annex-IV. Outline design drawings such as single line diagram and plot plan of each substation, etc. are shown in Annex-VII.

Design conditions to be applied to and basic plan of the Project components are shown in Annex-III. Detailed technical specifications of major equipment and materials to be procured and installed under the Project are shown in Annex-IV.

Laying method of underground cable which is used as the basis of outline design and cost estimation is shown in Annex-V.

4. Tentative Implementation Schedule

Tentative implementation schedule of the Project supposing that the Exchange of Notes (E/N) will be concluded in March 2017, is shown in Annex-VI. The schedule is provisional and might be changed later. However, the construction period shall be within 24 months after the E/N according to the Japan's Grant Aid scheme.

5. Major undertaking to be covered by the Djibouti side

(1) Construction of urban roads in Nagad area

EdD is responsible for coordinating all ministries, government authorities and agencies, such as the Ministry of Urban Planning, Housing and Environment, Road Agency of Djibouti, etc. related to new urban roads in Nagad area planned by the Urban Development Plan for Djibouti in order to facilitate the construction of the roads necessary for the implementation of the Project. The roads listed below where 63kV underground cables are to be buried shall be completed by the Djibouti side and the area for laying the cables shall be made available to a Japanese Contractor by the end of November 2017.

[Urban Roads to be Constructed by the Djibouti side]

- 1) A section between the junction to the new urban road in National Road No.2 nearby ran way of International Airport and the new Nagad station (AREA1 in Figure 5-1)
- 2) A section between the new Nagad station and the point crossing the new railway (AREA 2 in Figure 5-1)
- 3) A section between the point crossing the new railway and the new Nagad Substation (AREA3 in Figure 5-1)

(2) Permissions and approvals for laying underground cables

EdD is responsible for obtaining approvals and permissions from government authorities and local communities necessary for the installation of 63kV underground cables.

(3) Provision of design documents and drawings of Nagad substation

Design documents and drawings of Nagad substation such as layout drawing, single line diagram, etc shall be made available to the Team as soon as possible but no later than the end of July 2016.

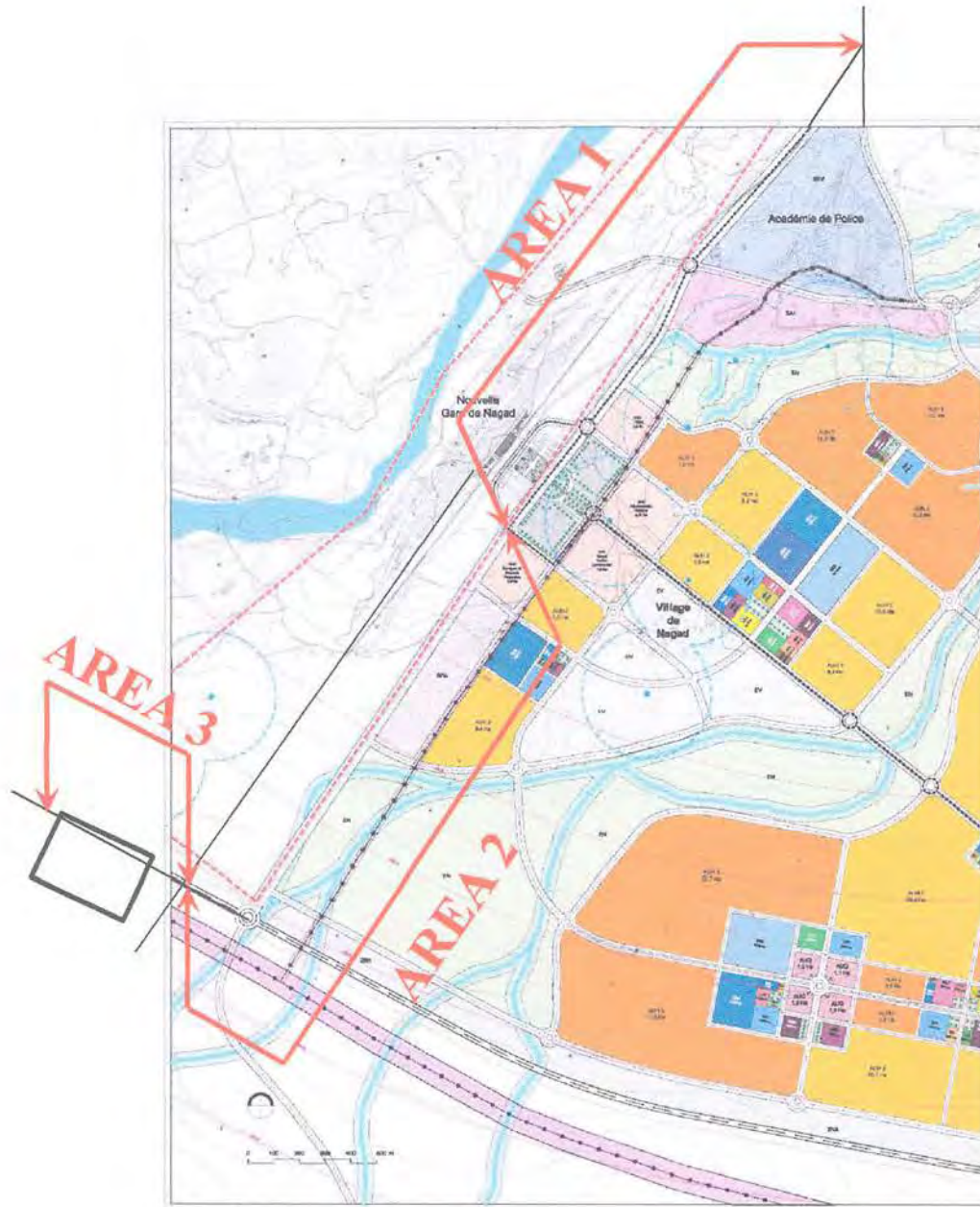


Figure 5-1 Urban Development Master Plan

Attachment

- Annex-I: Transmission line route
- Annex-II: Results of power system analysis
- Annex-III: Design conditions and basic plan
 - (1) Design conditions
 - (2) Applicable codes/Standards and unit
 - (3) Basic plan
- Annex-IV: Technical specifications
- Annex-V: Laying method of underground cable
- Annex-VI: Tentative Implementation Schedule
- Annex-VII: Outline Design Drawings



Figure-I Transmission Line Route

Results of Power Flow Calculation

For power system analysis, the following power flow calculations have been conducted with demand data mentioned in Section 2.1. The area of power flow calculation is shown in Figure-II and the results of calculation by year from 2017 to 2038 are shown in Table-II.

1) Necessity of Nagad Substation

As shown in the Table-II, the Jaban As existing transformer 230/63 kV 63 MVA x 2 and 63kV transmission line between Jaban As - Palmeraie will be 121.7% overload and 93.7% load in 2020. Therefore, the Nagad substaion shall be constructed by 2020.

2) Necessity of 63 kV Nagad - Boulaos Transmission Line

As shown in the Table-II, in case 63 kV Nagad - Boulaos transmission line is not constructed after Nagad substation construction (assumed year 2019), the existing 230/63 kV 63 MVA x 2 transformers located in Jaban As substation will be 107.9% overload in 2021. Therefore, the 63 kV transmission line between Nagad - Boulaos substations shall be constructed by 2021.

3) Other power system development to be required

As the results of power flow calculation until 2038, the following development shall be conducted additionally to meet the increasing electricity demand.

- 63 kV Nagad - Boulaos transmission line will be 98.9% load in 2028. The additional 63 kV transmission line either the 2nd Nagad - Boulaos line or the Nagad - Palmeraie line shall be constructed by 2028 to avoid the overload.
- Jaban As substation: 230/63 kV, 63 MVA x 2 transformers will be 106.4% overload in 2027. The 3rd 230/63 kV, 63 MVA transformer shall be installed by 2027 to avoid the overload.
- Nagad substation: 230/63 kV, 100 MVA x 1 transformer of will be 102.3% overload in 2028. The 2nd 230/63 kV, 100 MVA transformer shall be installed by 2028 to avoid the overload.

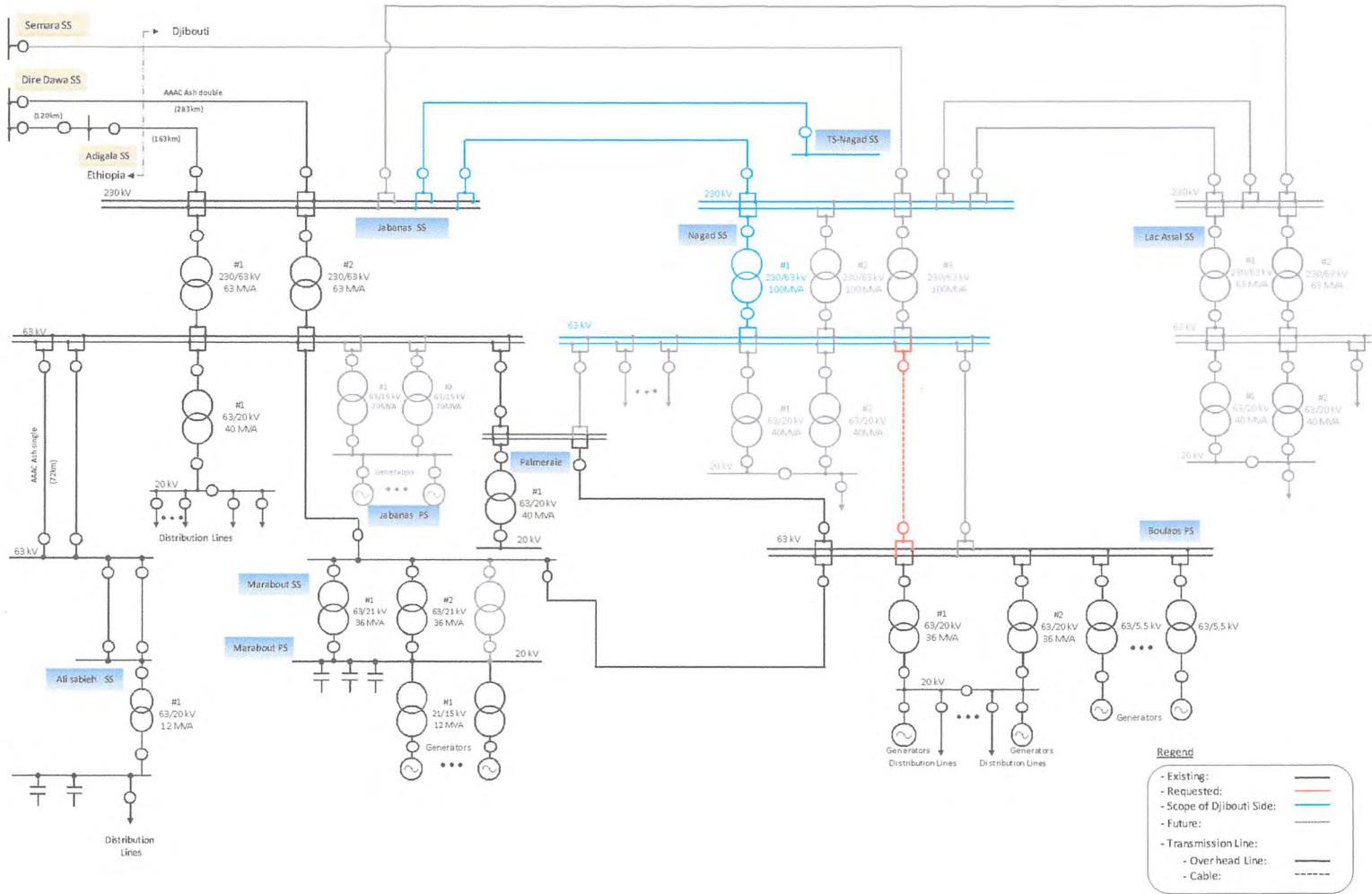


Figure – II Area of Power Flow Calculation

Handwritten mark resembling the number '4'.

Handwritten signature or mark in the bottom left corner.

Table – II Results of Power Flow Calculation

	From (conductor name)	To (rate Amp)	CASE	2017	2020		2021			2022		2023	
				w/o Project	Project ¹	w/o Project	w/o 63kV ²	Project	w/o Project	w/o 63kV	Project	w/o Project	Project
230kV													
1	Jaban As	Nagad	MVA	N.A	19.6	N.A	-25.8	21.7	N.A	-23.4	29.8	N.A	22.9
	TL (Ash)	367 Amp	%	N.A	13.5%	N.A	17.7%	14.7%	N.A	15.9%	21.3%	N.A	15.9%
63kV													
1-1	Jaban As	Ali Sabieh	MVA	3.3	3.2	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.6	3.6	3.8
	TL1(Ash)	367 Amp	%	8.4%	8.2%	8.2%	8.2%	8.7%	8.7%	8.7%	9.4%	9.9%	9.9%
1-2	Jaban As	Ali Sabieh	MVA	3.3	3.2	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.6	3.6	3.8
	TL2(Ash)	367 Amp	%	8.4%	8.2%	8.2%	8.2%	8.7%	8.7%	8.7%	9.4%	9.9%	9.9%
2	Jaban As	Palmeraie	MVA	42.4	26	59.1	48.3	25.4	62.4	40.5	29.9	64.5	27.8
	TL4(Aster366)	596 Amp	%	67.6%	41.3%	93.7%	77.2%	40.0%	99.6%	80.7%	47.6%	110.1%	44.1%
3	Palmeraie	Boulaos	MVA	12.9	-10.1	27	12.9	-12.3	25	13.9	-11.2	25.4	16.5
	Cable(1x800mm ²) 5km	670 Amp	%	18.3%	14.2%	38.3%	18.3%	17.1%	35.7%	19.8%	15.8%	38.8%	23.2%
4-1	Jaban As	Marabout	MVA	35.5	21.6	48.3	40.3	21.9	52.3	42.5	24.4	53.9	22.3
	TL3(Aster366)	596 Amp	%	56.2%	34.1%	75.9%	63.8%	34.2%	82.7%	67.2%	38.5%	90.6%	35.1%
4-2	Jaban As	Marabout	MVA	35.6	22.1	48.1	40.4	22	52.2	42.3	25.2	53.6	23.5
	Cable(1x800mm ²) 5km	670 Amp	%	50.5%	31.1%	67.9%	57.4%	30.7%	74.3%	60.2%	35.7%	81.4%	33.0%
5	Boulaos	Marabout	MVA	-15.6	9.4	-27.4	-20.6	5.6	-30	-19.9	9.9	-29.7	11.7
	Cable(1x400mm ²) 4.8km	330 Amp	%	44.9%	27.0%	78.9%	59.7%	15.9%	87.1%	57.6%	28.4%	92.0%	33.3%
6	Nagad	Boulaos	MVA	N.A	40.9	N.A	N.A	45.7	N.A	N.A	47.3	N.A	59.2
	Cable(1x800mm ²) 5km	670 Amp	%	N.A	57.7%	N.A	N.A	63.9%	N.A	N.A	66.9%	N.A	83.3%
Nagad 230/63 Tr Capacity (MVA)			MVA	N.A	70.7	N.A	29.5	76.1	N.A	29.9	77.2	N.A	87.7
JabanAs 230/63 Tr			MVA	50.8 x 2	40.2 x 2	76.7 x 2	60.2 x 2	43.6 x 2	83.7 x 2	68 x 2	50.1 x 2	174	59.2 x 2
			%	N.A	63.8%	121.7%	95.6%	69.2%	132.9%	107.9%	79.5%	138.1%	94.0%

	From (conductor name)	To (rate Amp)	CASE	2024	2025	2026	2027	2028		2033		2038	
				Project	Project	Project	Project	Project	N-B x 2 ³	Project	N-B x 2	Project	N-B x 2
230kV													
1	Jaban As	Nagad	MVA	23.1	16.9	21	-39.6	18.6	6.3	18.8	16.4	-18.2	-15.2
	TL (Ash)	367 Amp	%	16.0%	12.1%	15.1%	31.5%	13.4%	4.5%	14.4%	12.5%	14.7%	12.1%
63kV													
1-1	Jaban As	Ali Sabieh	MVA	3.8	3.8	3.7	2.5	3.7	3.7	4	4	4	4
	TL1(Ash)	367 Amp	%	9.8%	9.8%	9.7%	6.8%	9.7%	9.7%	10.7%	10.4%	11.0%	10.8%
1-2	Jaban As	Ali Sabieh	MVA	3.8	3.8	3.7	2.5	3.7	3.7	4	4	4	4
	TL2(Ash)	367 Amp	%	9.8%	9.8%	9.7%	6.8%	9.7%	9.7%	10.7%	10.4%	11.0%	10.8%
2	Jaban As	Palmeraie	MVA	29.2	32.7	33	30.8	36.2	38.6	36.2	46.7	49	47
	TL4(Aster366)	596 Amp	%	46.3%	52.2%	52.6%	34.7%	57.7%	61.3%	57.7%	74.4%	84.4%	79.2%
3	Palmeraie	Boulaos	MVA	-19.4	-16.8	-17.2	-15.3	-19	-9.9	-20.5	-11.5	-17.8	18.6
	Cable(1x800mm ²) 5km	670 Amp	%	27.3%	23.8%	24.4%	22.7%	26.9%	13.9%	30.3%	16.2%	27.1%	27.8%
4-1	Jaban As	Marabout	MVA	23.1	26.4	26.9	26.4	29.6	32.8	33.6	40.2	41.6	40.5
	TL3(Aster366)	596 Amp	%	36.4%	41.8%	42.4%	43.8%	46.7%	51.6%	55.7%	63.5%	70.7%	67.4%
4-2	Jaban As	Marabout	MVA	24.2	27.3	27.7	26.2	30.6	32.9	33.8	39.9	41.4	40.1
	Cable(1x800mm ²) 5km	670 Amp	%	34.1%	38.7%	39.1%	38.8%	43.3%	30.16%	50.2%	56.5%	63.3%	60.0%
5	Boulaos	Marabout	MVA	11	9.3	11.6	9.8	10.3	4.5	13.3	9	8	9.4
	Cable(1x400mm ²) 4.8km	330 Amp	%	31.5%	26.7%	33.3%	29.6%	29.5%	40.3%	40.1%	25.8%	24.8%	28.7%
6	Nagad	Boulaos	MVA	60.5	57.4	62	56.9	69.9	30.7 x 2	93.1	39.1 x 2	77.8	40.8 x 2
	Cable(1x800mm ²) 5km	670 Amp	%	85.3%	81.4%	87.6%	84.4%	98.9%	43.3%	138.1%	55.3%	118.9%	61.0%
Nagad 230/63 Tr Capacity (MVA)			MVA	89.7	87.2	91.4	86	102.3	91.1	126.6	109	108.8	111.7
JabanAs 230/63 Tr			MVA	57.6 x 2	60.3 x 2	57.7 x 2	134.1	132.3	131.7	168.1	164.6	173.6	170.6
			%	91.4%	95.7%	91.6%	106.4%	105.0%	104.5%	133.4%	130.6%	137.8%	135.4%

NOTE)

- *1 Project: Case Study under Construction of Nagad Substation and 63kV Transmission Line between Nagad-Boulaos
- *2 w/o 63kV: Case Study without construction 63kV Transmission Lines between Nagad-Boulaos, Nagad-Palmeraie
- *3 N-B x 2: Case Study without 63kV Transmission line x 2 circuit between Nagad-Boulaos

Design Conditions and Basis Plan

(1) Design Conditions

Design conditions to be applied to the Project are described as follows.

(i) Climatic Conditions

Natural conditions for equipment and facilities design are described as follows.

Table 1 Weather conditions

Region		Djibouti
Altitude		Less than 1,000m
Ambient Temperature	Average maximum	46.5°C
	Maximum	55°C
	Minimum	16.0°C
Average Maximum Humidity		87.1%
Max. Wind Velocity		66knots (34m/s) (See Note 1)
Rainfall (Maximum Monthly)		903mm
Maximum Solar Radiation		1100 W/m ²

(Note)

1. The maximum wind velocity to be applied to the design is estimated based on the past records of mean wind velocity measured at meteorological stations in Djibouti. The highest mean wind velocity in Djibouti which was recorded for the past 10 years (from 2002 to 2012) by Djibouti Meteorological Agency and Ethiopia-Djibouti interconnection project data.

(ii) Basic Electrical Design Conditions

Basic conditions for designing electrical equipment and materials are described as follows.

Table 2 Condition of the electrical system

Item	Transmission System
Nominal Voltage	63kV
Maximum Voltage	72.5kV
Frequency	50Hz
Maximum Short Circuit Capacity	20kA (1sec.)
Lightning Impulse Withstand Voltage (LIWV)	325kV
Earthing System	Effective Earthing System
Minimum Creepage Distance of Insulator	31mm/kV (See Note 1)
Phase to Ground (mm)	1,000
Phase to Phase (mm)	1,800

(Notes)

1. Since the project sites are located about 6 km away from the coast, contamination by sea water should be taken into consideration. Therefore, minimum creepage distance of insulator is 31mm/kV (Heavily salted area).

(2) Applicable Codes/Standards and Units

With regard to the Project design, relevant international standards such as IEC and ISO and Japanese standards are applied to the major functions of equipment and facilities in conformity with the existing electrical equipment and facilities in Djibouti. For the system of units, the International System of Units (SI) is applied.

When IEC or ISO Recommendations or DIN, BS, VDE Standards are referred to, the edition shall be that current at the Date of Tender, together with any Amendments issued to that date.

- International Electrotechnical Commission (IEC): Applied to major functions of electrical products in general
- International Standardization Organization (ISO): Applied to performance evaluation of industrial products in general
- Japanese Industrial Standard (JIS): Applied to industrial products in general
- Japanese Electrotechnical Commission (JEC): Applied to electrical products in general
- Standards for Japan Electrical Manufacturer's Association (JEM): Same as above
- Japanese Electrical Wire and Cable Maker's Association (JCS): Applied to electric wire and cables
- Institute of Electrical and ENGINEERs Inc. (IEEE): Applied to electrical products in general
- Deutsches Institut fuer Normung (DIN): Same as above
- British Standards Institution (BS): Same as above
- Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE): Same as above
- Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique (CCITT): Applied to Optical fiber
- Relevant Technical Standards on Electrical Installation: Applied to electrical work in general
- Document Technique Unifié (DTU): Applied to construction work

(3) Basic Plan of Components

(i) Construction of 63kV Underground Line

(a) Outline of the Components

63 kV underground line of single circuit, about 11.3 km long shall be constructed between Nagad Substation and the existing Boulaos S/S.

The line passes close to the Nagad railway station and an urban area as shown in Route Map of Underground Line in Annex-III.

As for the design of 63 kV Underground line, EdD's standards cable (1Cx800sqmm² XLPE per phase) stacked triangle in the trough shall be applied basically.

The standard depth of laying for underground cables in the trough shall be 1400mm.

(b) Technical Specifications

Technical specifications of major materials are shown in Table-1 of the Annex-IV.

(ii) Construction of Nagad-Boulaos S/S Underground communication Line**(a) Outline of the Components**

Underground communication line, about 11.3 km long shall be constructed between Nagad Substation and the existing Boulaos S/S

The line installed along 63 kV underground cables as shown in Route Map of Underground Line in Annex-I.

As for Type and Number of optical fibers, EdD's standards (Loose Tube Fiber Optic Cable- Dry Core- Armored- Double Sheath, 24fibers) shall be applied basically.

(b) Technical Specifications

Technical specifications of major materials are shown in Table-2 of the Annex-IV.

(iii) Expansion of Nagad Substation (S/S)**(a) Outline of the Components**

The additional 63 kV one (1) bay outdoor switchgear and its associated control, supervisory and protection facilities shall be installed to interconnect the new underground cable transmission line to 63 kV Boulaos S/S. The activities related to the control and supervisory facilities include the necessary modification of the system of Palmeraie Load Dispatching Center (LDC) to accommodate the new Nagad – Boulaos transmission line in the LDC system.

The communication network for voice and data including protection relay signal shall be enlarged with Boulaos S/S through the fiber optical cable which will be laid together with 63 kV transmission power cables.

Nagad S/S is under planning stage by Djibouti side at present and the 63 kV switchgear will be air insulated outdoor type with double bus configuration. Detail technical design information and drawings for designing of the bay expansion will be provided to Japan side before the end of July as mentioned in the M/D signed by the both Djibouti and Japan sides dated May 24, 2016.

(b) Technical Specifications of Major Equipment and Materials

Regarding electrical system and layout of the substation refer to attached drawings (DWG. No. E-01, E-02, and E-03 in Annex-VII).

Technical specifications of major equipment and materials are shown in Table-3 of the Annex-IV.

(iv) Expansion of Boulaos Power station (63 kV S/S)**(a) Outline of the Components**

The existing unused bay in the 63 kV substation building in which the switchgear has been installed since early 1980s will be utilized for new underground cable transmission line from Nagad S/S so that the circuit breaker, instrument transformers and their associated aluminum bus bar plates shall be replaced with new ones. The removal and dispose of them shall be conducted by Djibouti side and the installation of new facilities shall be made by Japan side. Lightning

arrestors shall be additionally installed in the bay to protect equipment against surge entry.

The control, supervisory and protection panels shall be newly installed in the relay room adjacent to the bay and the necessary modification of the local SCADA system, which will be newly applied in advance to the Project implementation for control and monitoring of 63 kV Boulaos S/S, shall be made for remote operation in the central control room of the main building. The activities related to the control and supervisory facilities include the necessary modification of the system of Palmeraie Load Dispatching Center (LDC) to accommodate the new Nagad – Boulaos transmission line in the LDC system.

The communication network for voice and data including protection relay signal shall be enlarged with Nagad S/S through the fiber optical cable which will be laid together with 63 kV transmission power cables.

(b) Technical Specifications of Major Equipment and Materials

Regarding electrical system and layout of the substation refer to attached drawings (DWG. No. E-01, E-04 and E-05 in Annex-VII).

Technical specifications of major equipment and materials are shown in Table-4 of the Annex-IV.

Technical Specifications for Major Equipment and Materials

Table 1 Construction of 63kV Underground line

No.	Item / Materials	Specifications	Quantity
1	Type	Single core cable with Lead sheath, buried in the trough under the ground	1 lot
2	Conductor and insulation	Aluminum conductor and XLPE insulation	
3	Size of cable	800mm ²	

Table 2 Construction of Nagad-Boulaos SS communication line

No.	Item / Materials	Specifications	Quantity
1	Type of fiber cable	Loose Tube Fiber Optic Cable – Dry Core – Armored – Double Sheath	1 lot
	a) Mode	Dual Window Single Mode Fiber (ITU-T G.652)	
	b) Wavelength (nm)	1550	
	c) Number of optical fibers	24	

Table 3 Expansion of Nagad S/S

The specifications in Table 3 are the subject to review after receiving of the design information and drawings of Nagad substation from Djibouti side (EdD) .

No.	Item / Equipment	Specifications	Quantity
1	63 kV Circuit Breaker		1 Set
	1) Type	Outdoor, SF6 gas insulated	
	2) Rated voltage	72.5 kV	
	3) Rated lightning impulse withstand voltage	325 kV	
	4) Number of phases	3	
	4) Frequency	50Hz	
	5) Rated current	1,250 A or above	
	6) Rated short-circuit breaking current	20 kA or above	
2	63 kV Disconnecting Switch		2 Sets
	1) Type	Outdoor, pantographic, motor operation type	
	2) Rated voltage	72.5 kV	
	3) Rated lightning impulse withstand voltage	325 kV	
	4) Number of phase	3	
	5) Frequency	50Hz	
	6) Rated current	800 A or above	
	7) Rated short-time withstand current	20 kA or above	
	8) Rated duration of short circuit	1 s	
	9) Accessory	Operating box	
	10) Remarks	For bus connection	

No.	Item / Equipment	Specifications	Quantity
3	63 kV Disconnecting Switch with Earth switch 1) Type 2) Rated voltage 3) Rated lightning impulse withstand voltage 4) Number of phase 5) Frequency 6) Rated current 7) Rated short time withstand current 8) Rated duration of short circuit 9) Accessory 10) Remark	Outdoor, metal oxide type 72.5 kV 325kV 3 50Hz 800A or above 20 kA or above 1s Operating Box For line feeder connection	1 Set
4	63 kV Current Transformer 1) Type 2) Highest Voltage 3) Rated lightning impulse withstand voltage 4) Rated primary current 5) Rated secondary current 6) Thermal short time current 7) Number of cores 8) Rated output 9) Accuracy	Outdoor 72.5 kV 325 kV 400-800 A 1 A 20kA (1 s) 4 (one for measuring and three for protection) 30 VA or above 0.5 and 10P30	3 Sets
5	63kV Voltage Transformer 1) Type 2) Highest Voltage 3) Rated lightning impulse withstand voltage 4) Rated primary voltage 5) Rated secondary voltage 6) Number of cores 7) Rated output 8) Accuracy 9) Remark	Outdoor 72.5kV 325kV $63/\sqrt{3}$ kV $100/\sqrt{3}$ V 2 100VA 0.2/3P and 3P For line feeder	3 Sets
6	63kV Lightning Arrester 1)Type 2)Rated voltage 3)Discharge current 4)Accessory	Metal oxide type 60kV 10kA Discharge current monitor with count for each arrester	3 Sets
7	63kV Switchgear connecting materials 1) Conductors 2) Connecting materials 3) Post insulators 4) Steel supports 5) Marshaling kiosk	Aluminum conductor plates for branch buses Continuous current -800A or above (feeder) Terminals, connectors, etc. Creepage distance: 31 mm/kV or above For DSS, CTs, VTs, LAs, cables and post insulators Outdoor, stainless steel enclosed	1 Lot
8	Bay Control Panels 1) Type 2) Bays to be controlled 3) Main equipment to be mounted 4) Remarks	Indoor, self-stand and front side operation panel 63 kV cable transmission line: one Bay Control Unit (BCU), control switches with indicator, selector switch The configuration and man-machine interface shall be same as the existing control panels.	1 Set

No.	Item / Equipment	Specifications	Quantity
9	Transmission Line Protection Relay Panel 1) Type 2) Protection 4) Configuration 5) Digital relay communication 6) Transmission lines to be protected	Indoor, self-stand and front side operation panel Digital relays with distance (impedance detection), current differential and over current base function Communication through optic fiber with Boulaos S/S shall be prepared. Single, one protection panel per one transmission line IEC 61850 for micro SCADA communication Transmission line to Boulaos S/S (Cable line)	1 Set
10	Micro SCADA system modification	Supervisory function for the expanded one transmission line bay shall be additionally included. a) Communication hardware The existing network shall be expanded to connect new BCU, protection relay and necessary communication equipment such as I/O modules HUB, network cables, connectors, etc. b) Software The supervisory software shall be modified to accommodate the new one bay.	1 Lot
11	63 kV Bus Protection Panel modification 1) Type 2) Protection 3) Configuration 4) Modification 5) Remarks	Indoor, self-stand and front side operation panel Bus bar differential protection with breaker failure protection Single - Additional bay unit and necessary equipment - Panel inside wiring - Central unit modification - Necessary connection with the control panels	1 Lot
12	Communication Facilities 1) General 2) Modification 3) Fiber optical cable 4) Fiber optical cable connection box	Additional communication network shall be installed through fiber optical cable between Nagad S/S and Boulaos S/S. Voice and data communication including protection relay signal shall be secured between said stations. - Necessary equipment for Communication panel (SDH (Synchronous Digital Hierarchy) cabinet) to accommodate additional network shall be equipped. Loose tube fiber optic cable, dry core, armored and double sheath (IEC 60794-3-10) - Number of fibers: 24 - Place to be used: From the Boulaos line bay in 63 kV substation to the control building - Necessary accessories for connection of cables Boxes for connection between optical fibers	1 Lot
13	Remote Supervisory System Modification for Load Dispatching Center (LDC)	Supervisory function for the expanded one transmission line bay shall be additionally included. The software modification of the additional bay in Palmeraie LDC shall be also included.	1 Lot
14	D.C distribution panel modification 1) Type 2) Modification 3) Equipment to be mounted	Indoor, self-stand front door panel Additional control power supply for the new transmission line bay facilities Molded case circuit breaker, terminal block and wiring	1 Lot

No.	Item / Equipment	Specifications	Quantity
15	Others 1) Low voltage cables 2) Grounding materials 3) Cabling materials	-Power cables XLPE insulated -Control cables PVC insulated shield type. -Copper conductors and PVC insulated cables -Connectors -Conduits, junction boxes and fittings	1 Lot

Table 4 Expansion of Boulaos P/S (63 kV S/S)

No.	Item / Equipment	Specifications	Quantity
1	63 kV Circuit Breaker 1) Type 2) Rated voltage 3) Rated lightning impulse withstand voltage 4) Number of phase 5) Frequency 6) Rated current 7) Rated short-circuit breaking current 8) Rated duration of short circuit 9) Remarks	Indoor, SF6 gas insulated 72.5 kV 325 kV 3 50Hz 1,250 A or above 20 kA or above 3 s The existing old circuit breaker will be replaced with the breaker specified above.	1 Set
2	Combined Instrument transformer 1) Type 2) Highest voltage 3) Rated lightning impulse withstand voltage 4) Frequency 5) Thermal short time current 6) Voltage transformer 7) Current transformer 8) Remarks	Indoor 72.5 kV 325 kV 50 Hz 20 kA (1 s) - Rated primary voltage: $63/\sqrt{3}$ kV - Rated secondary voltage: $100/\sqrt{3}$ kV - Number of cores: 2 - Rated output: 50 VA - Accuracy: 0.5 and 3P - Rated primary current: 400 - 800 A - Rated secondary current: 1 A - Number of cores: 3 (one for measuring and two for protection) - Rated output: 30 VA - Accuracy: 0.5 and 10P30 The existing old instrument transformers will be replaced with the ones specified above.	3 Sets
3	63 kV Lightning Arrestor 1) Type 2) Rated voltage 3) Discharge current 4) Accessory	Metal oxide type 60 kV 10 kA Discharge current monitor with counter for each arrester	3 Sets
4	63 kV Switchgear connecting materials 1) Conductors 2) Connecting materials 3) Post insulators 4) Steel supports 5) Marshaling kiosk	Al 80mm*5mm or greater plates for branch buses Terminals, connectors, etc. Creepage distance: 31 mm/kV or above: 3 sets For instrument transformers, LA, post insulators and disconnecting switch operating mechanism Metal enclosed panel	1 Lot

No.	Item / Equipment	Specifications	Quantity
5	D.C distribution panel modification 1) Type 2) Modification 3) Equipment to be mounted	Indoor, self-stand front door panel Additional control power supply for the new transmission line bay facilities Molded case circuit breaker, terminal block and wiring	1 Lot
6	Bay Control Panel 1) Type 2) Bays to be controlled 3) Main equipment to be mounted 4) Remarks	Indoor, self-stand and front side operation panel 63 kV transmission line to Nagad S/S Bay Control Unit (BCU), control switches with indicator, selector switch, annunciation windows, meters (P, Q, V & I), energy meter, etc. The interface between Remote Terminal Unit (RTU) for LDC and local SCADA system shall be prepared.	1 Set
7	Transmission Line Protection Relay Panel 1) Type 2) Protection 3) Configuration 4) Transmission line to be protected	Indoor, self-stand and front side operation panel Digital relays with distance (impedance detection), current differential and over current base function Communication through optic fiber with Nagad S/S shall be prepared. Single, one protection panel per one transmission line Transmission line to Nagad S/S (Cable Line)	1 Set
8	Local Supervisory System Modification (Local Micro SCADA system for the 63 kV Substation)	Supervisory function for the expanded one transmission line bay shall be additionally included. c) Communication hardware The existing network shall be expanded to connect new BCU, protection relay and necessary communication equipment such as I/O modules HUB, network cables, connectors, etc. d) Software The supervisory software shall be modified to accommodate the new one bay.	1 Lot
9	Remote Supervisory System Modification for Load Dispatching Center (LDC)	Supervisory function for the expanded one transmission line bay shall be additionally included. The software modification of the additional bay in Palmeraie LDC shall be also included.	1 Lot
10	Communication Facilities 1) General 2) Modification 3) Fiber optical cable 4) Fiber optical cable connection box	Additional communication network shall be installed through fiber optical cable between Nagad S/S and Boulaos S/S. Voice and data communication including protection relay signal shall be secured between said stations. Necessary equipment for Communication panel (SDH (Synchronous Digital Hierarchy) cabinet) to accommodate additional network shall be equipped. Loose tube fiber optic cable, dry core, armored and double sheath (IEC 60794-3-10) - Number of fibers: 24 - Place to be used: From the relay room of 63 kV SWGR building to the relay room adjacent to control room in the building (approx. 130 m) - Necessary accessories for connection of cables Boxes for connection between optical fibers	1 Lot

No.	Item / Equipment	Specifications	Quantity
11	Others 1) Low voltage cables 2) Grounding materials 3) Cabling materials	- Power cables XLPE insulated - Control cables PVC insulated shield type - PVC insulated cables - Connectors - Conduits, junction boxes and fittings - Cable trays - Cable hangers	1 Lot

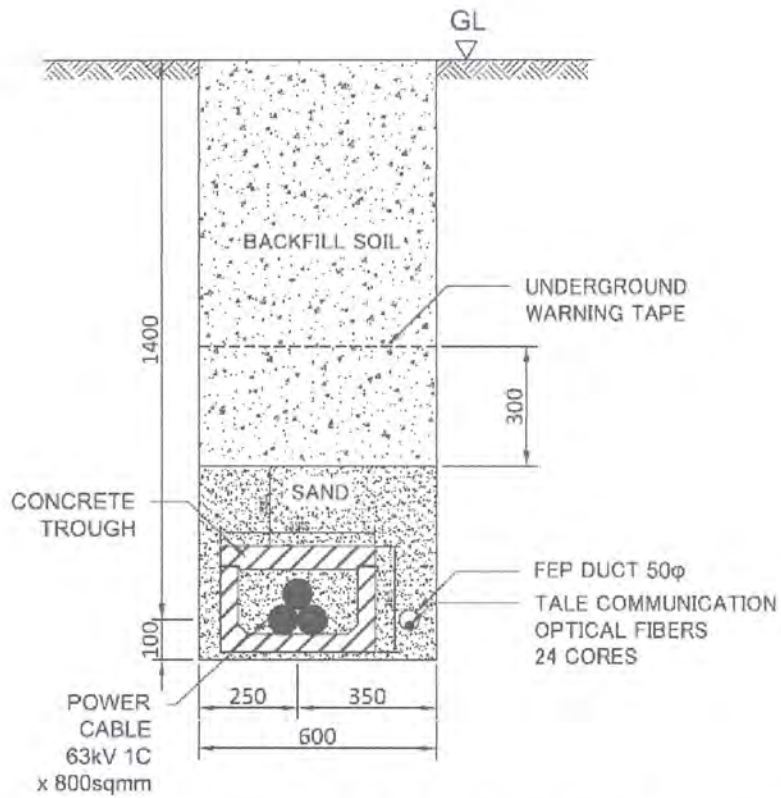


Figure-V-1 Laying method of underground cable (Under the Sidewalk)

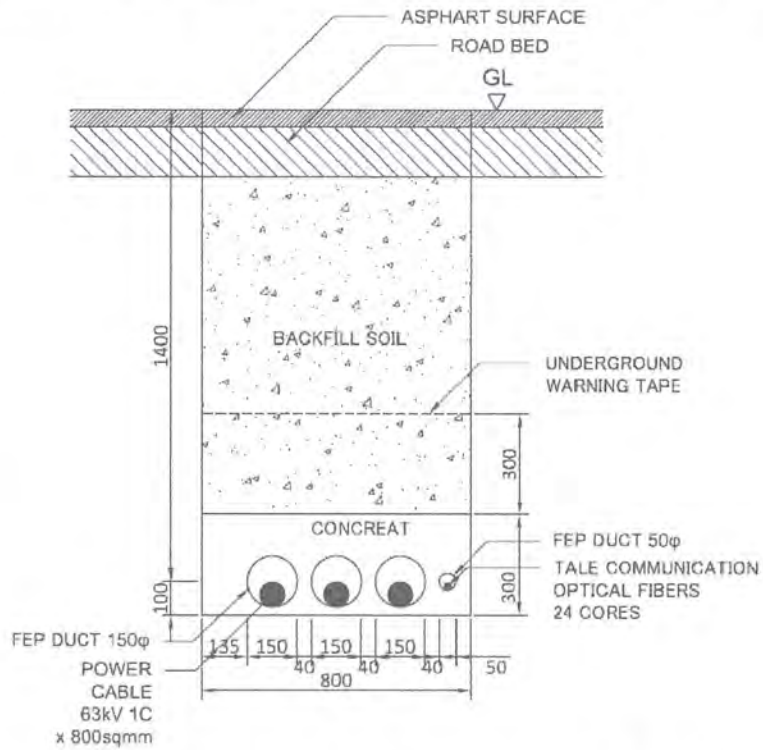
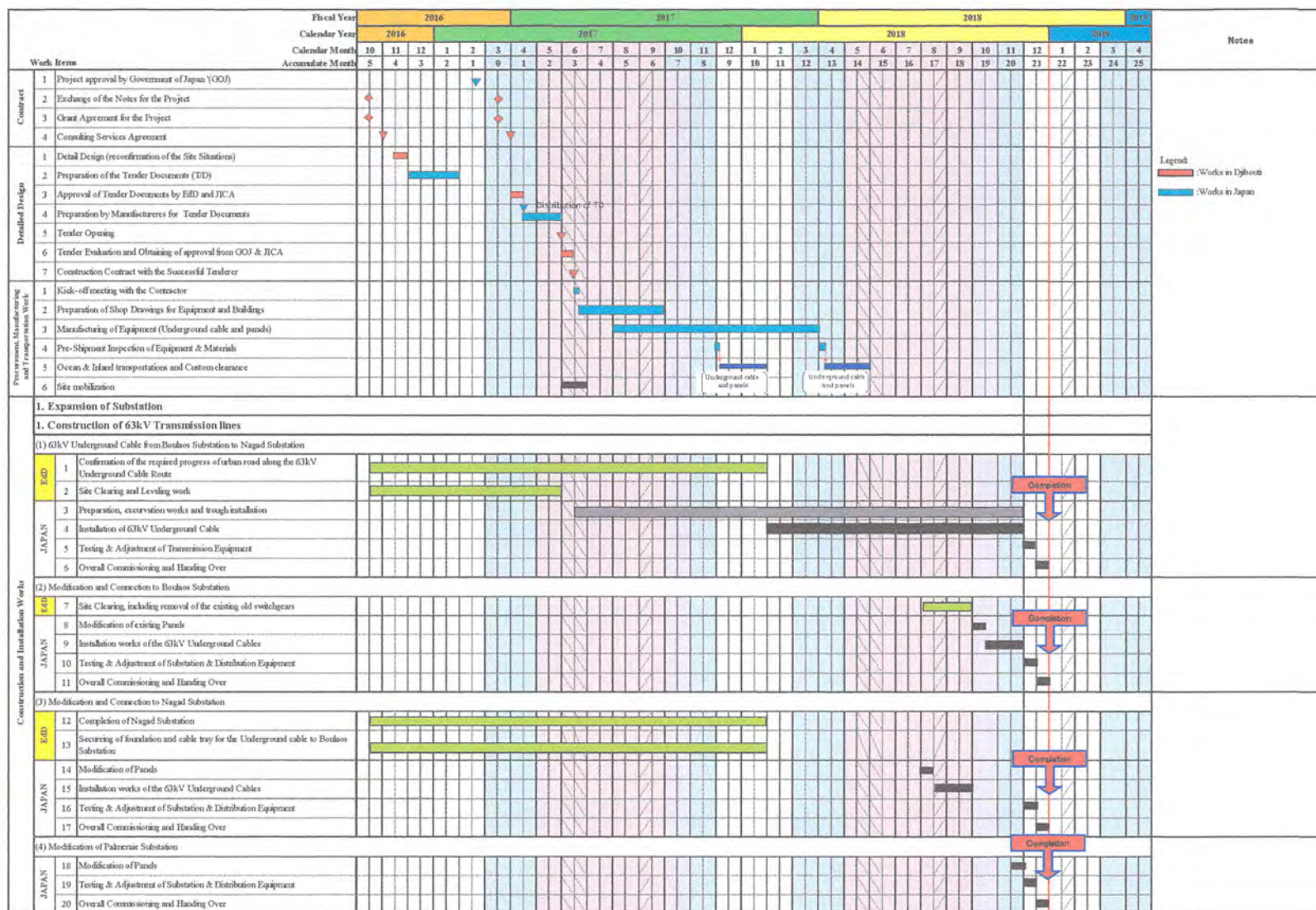


Figure-V-2 Laying method of underground cable (Under the Car Road)

[Handwritten signature]

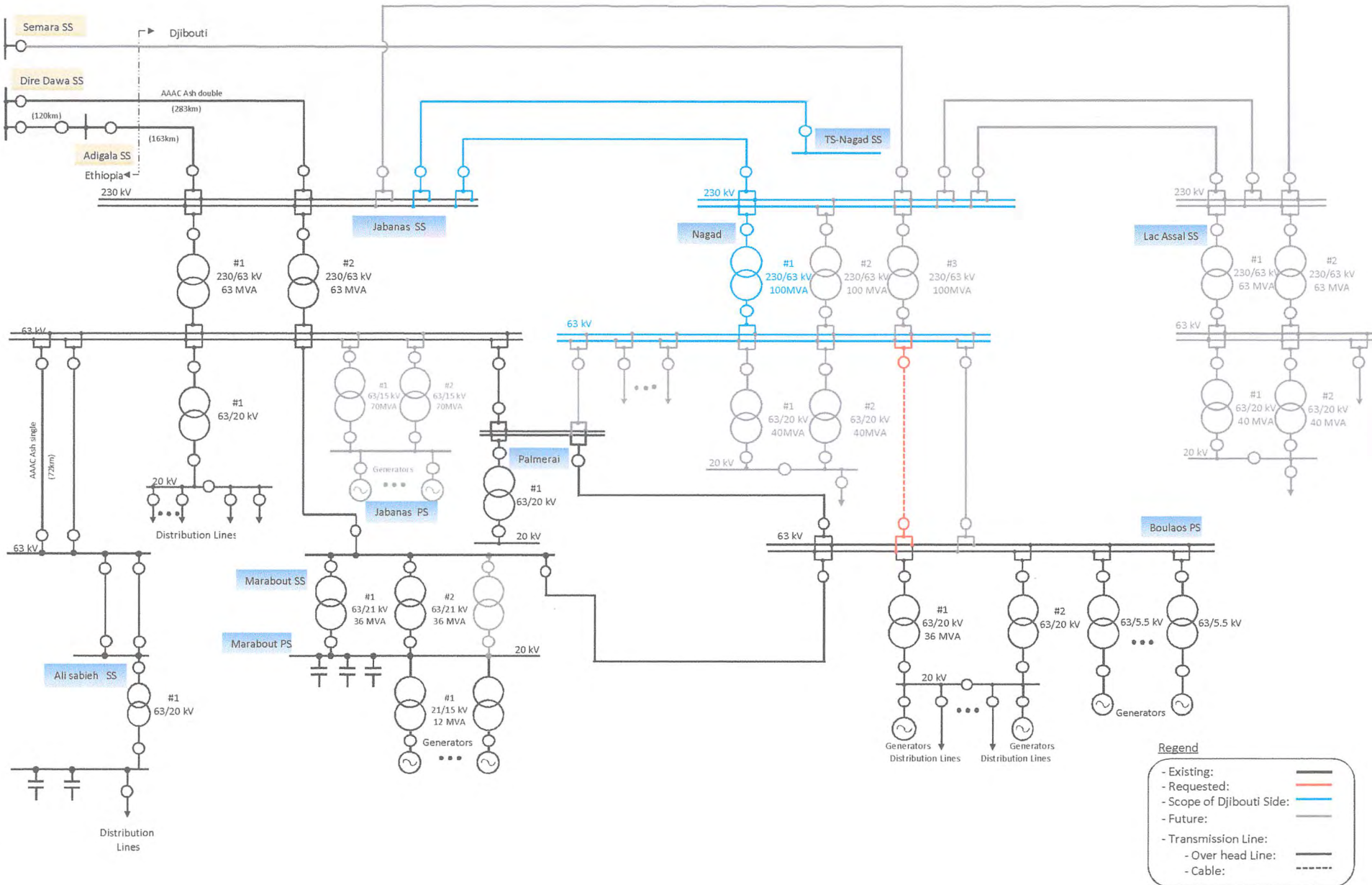
[Handwritten signature]



Legend:
 : Works in Djibouti
 : Works in Japan

Figure-VI Tentative Implementation Schedule

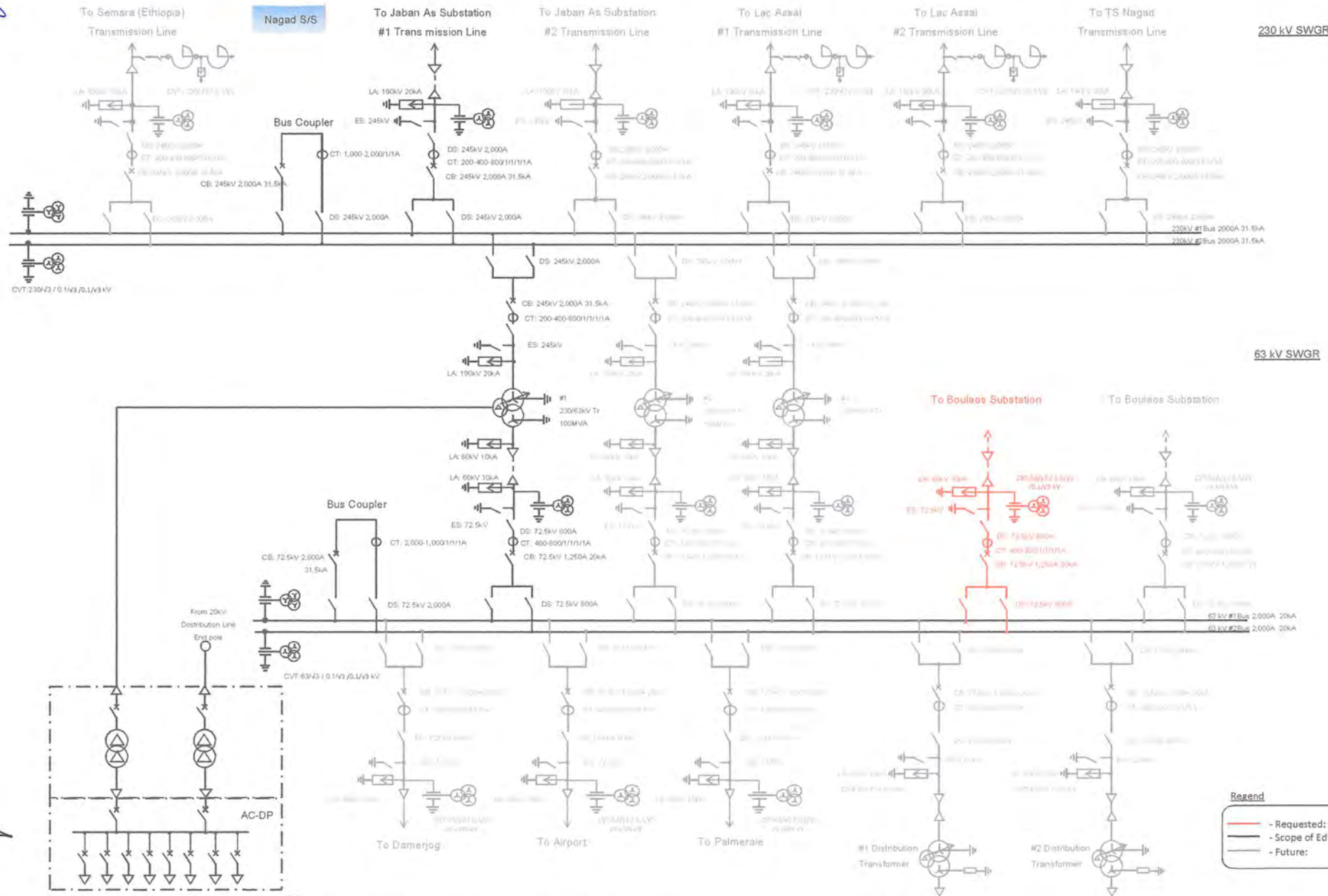
4



Dibouti General transimission Single Line Diagram

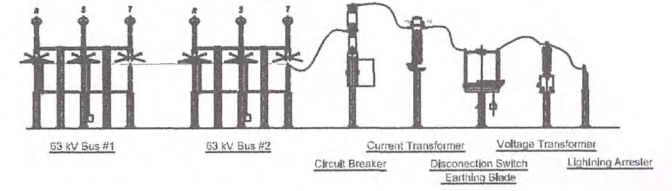
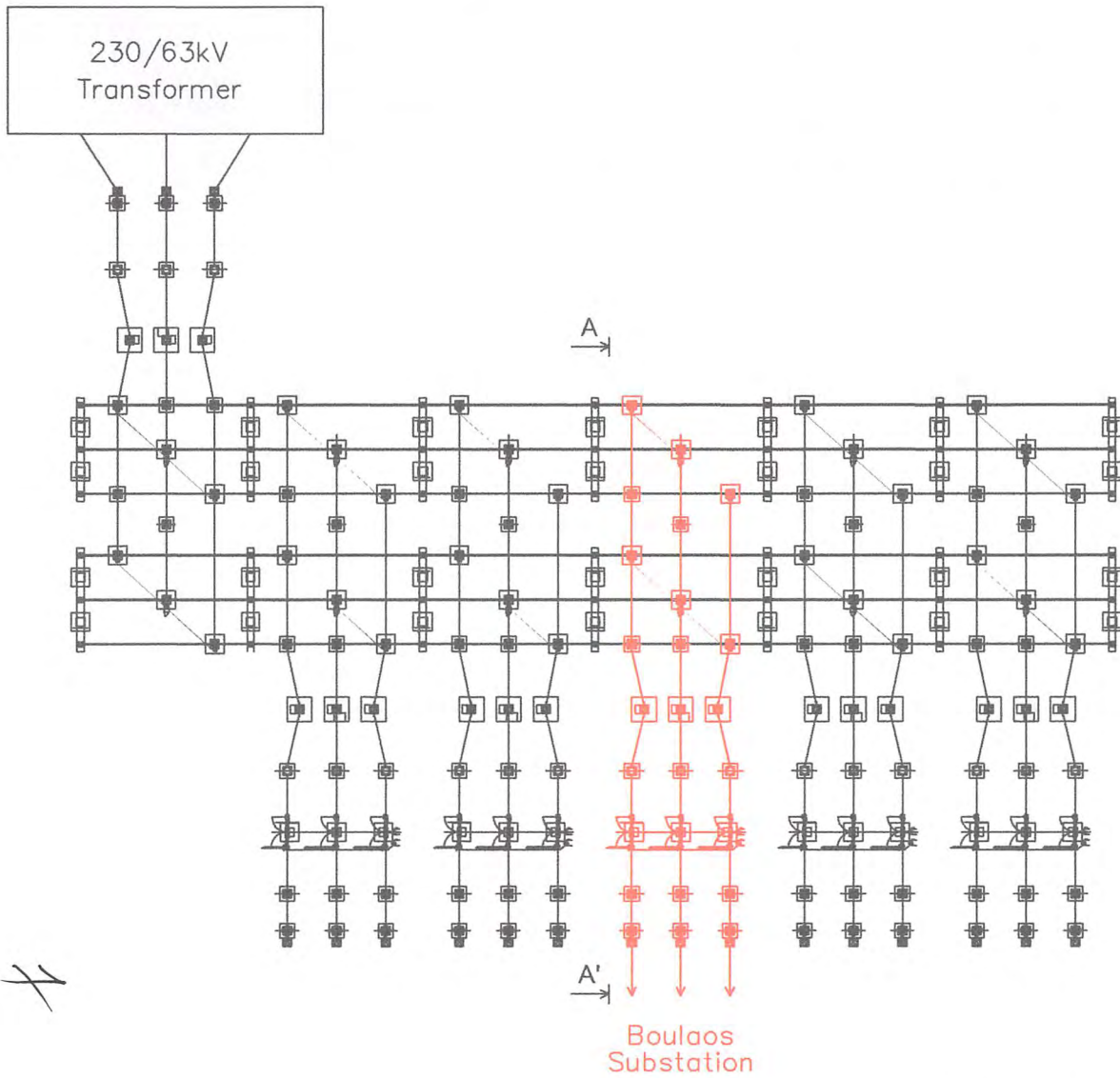
Handwritten signature

Handwritten initials and signature



Note:
 1. This Single Line Diagram (SLD) is made on the assumption in order to identify the JICA scope and the specifications described are for reference.
 2. The SLD designed actually by Djibouti side (EdD) will be provided to JICA.

Nagad Substation Single Line Diagram (Assumed)



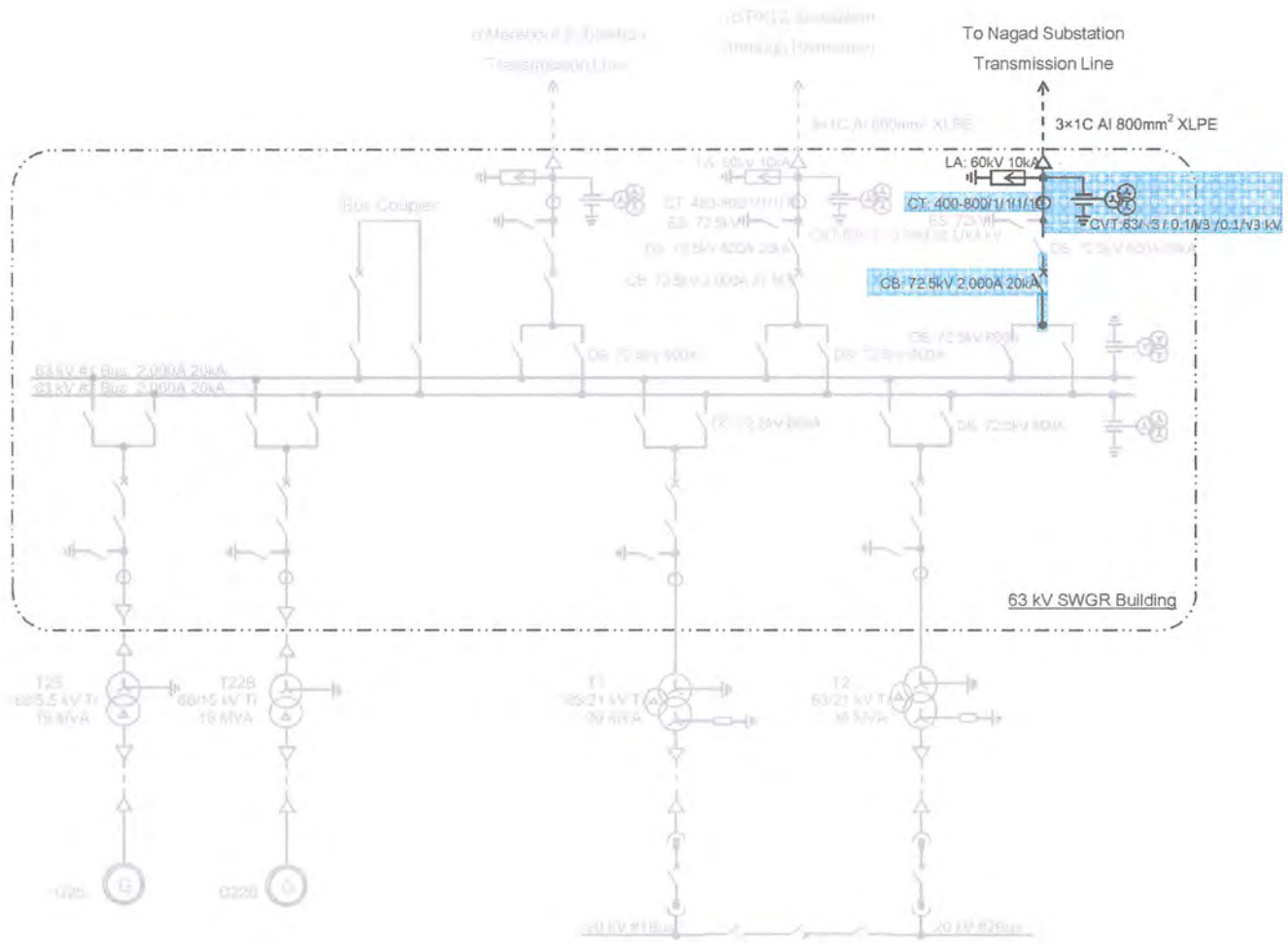
SECTION A-A'

Annex-VII

Note;
 This drawing is prepared on the assumption in order to identify the JICA scope which is red marked.
 The arrangement drawing designed actually by Djibouti side (EdD) will be provided to JICA.

Nagad Substation 63 kV Yard Arrangement (Assumed)

Handwritten marks:
 Top left: Blue scribble
 Middle left: 'A' with arrow pointing right
 Bottom left: 'A'' with arrow pointing right
 Far left: 'A' with arrow pointing right
 Far left: 'Am' with arrow pointing right

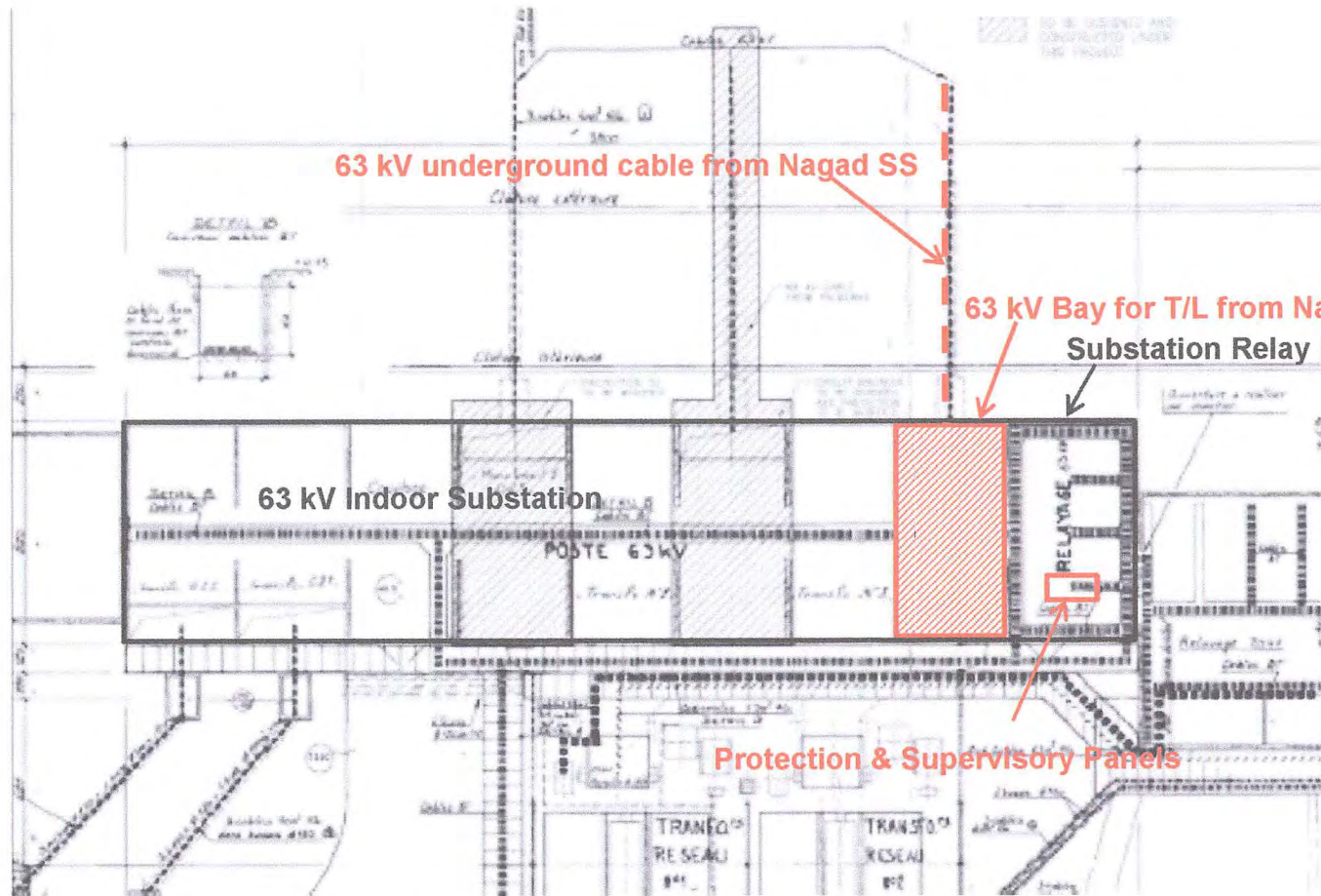


Note:
 1. The equipment marked with [] shall be replaced with new ones.
 CB: 72.5 kV, 2000 A, 20 kA
 VCT: 63/√3 / 0.1/√3 / 0.1/√3 kV, 400-800/1/1/1 A
 Bus bars for new equipment connections: Al 80mm x 5mm or greater

Legend

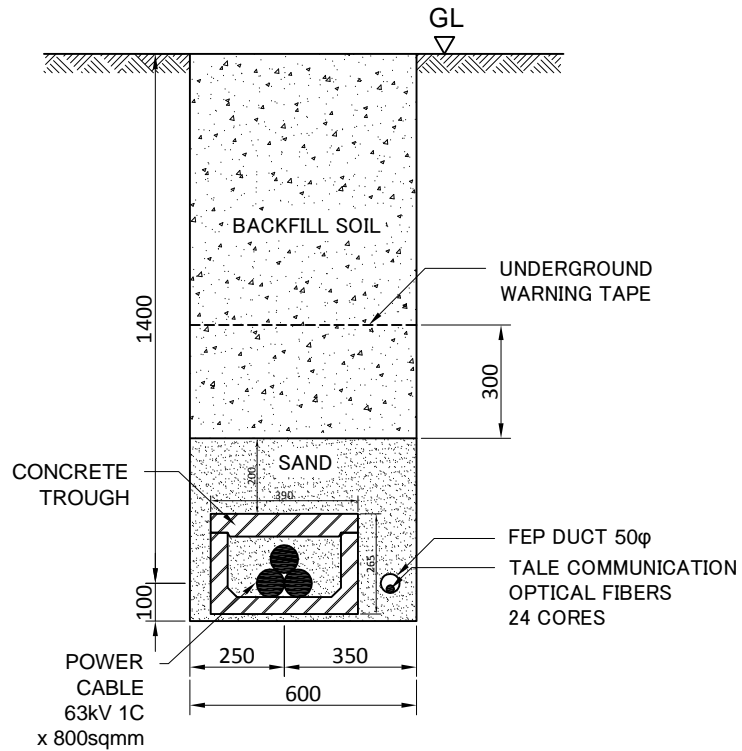
- Scope of works: ———
- Existing: ———
- Transmission Line
- Over head line : ———
- Under ground cable : - - - -
- Building inside: []

Boulous Power Station 63 kV Substation Single Line Diagram

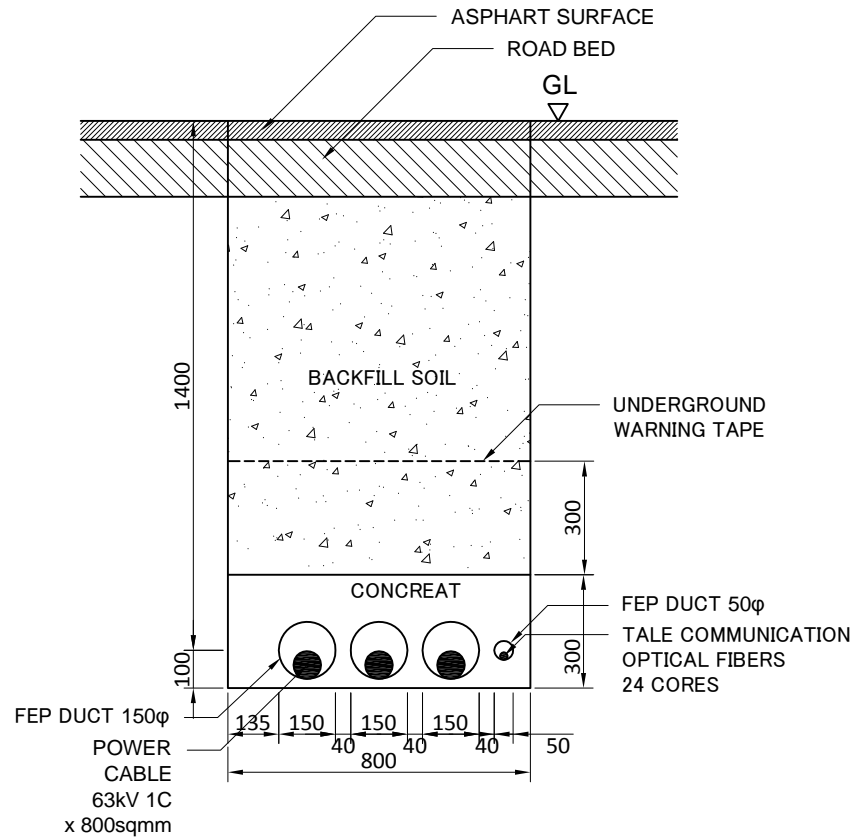


Boulous Power Station 63 kV Substation Arrangement

添付資料 3 函面集

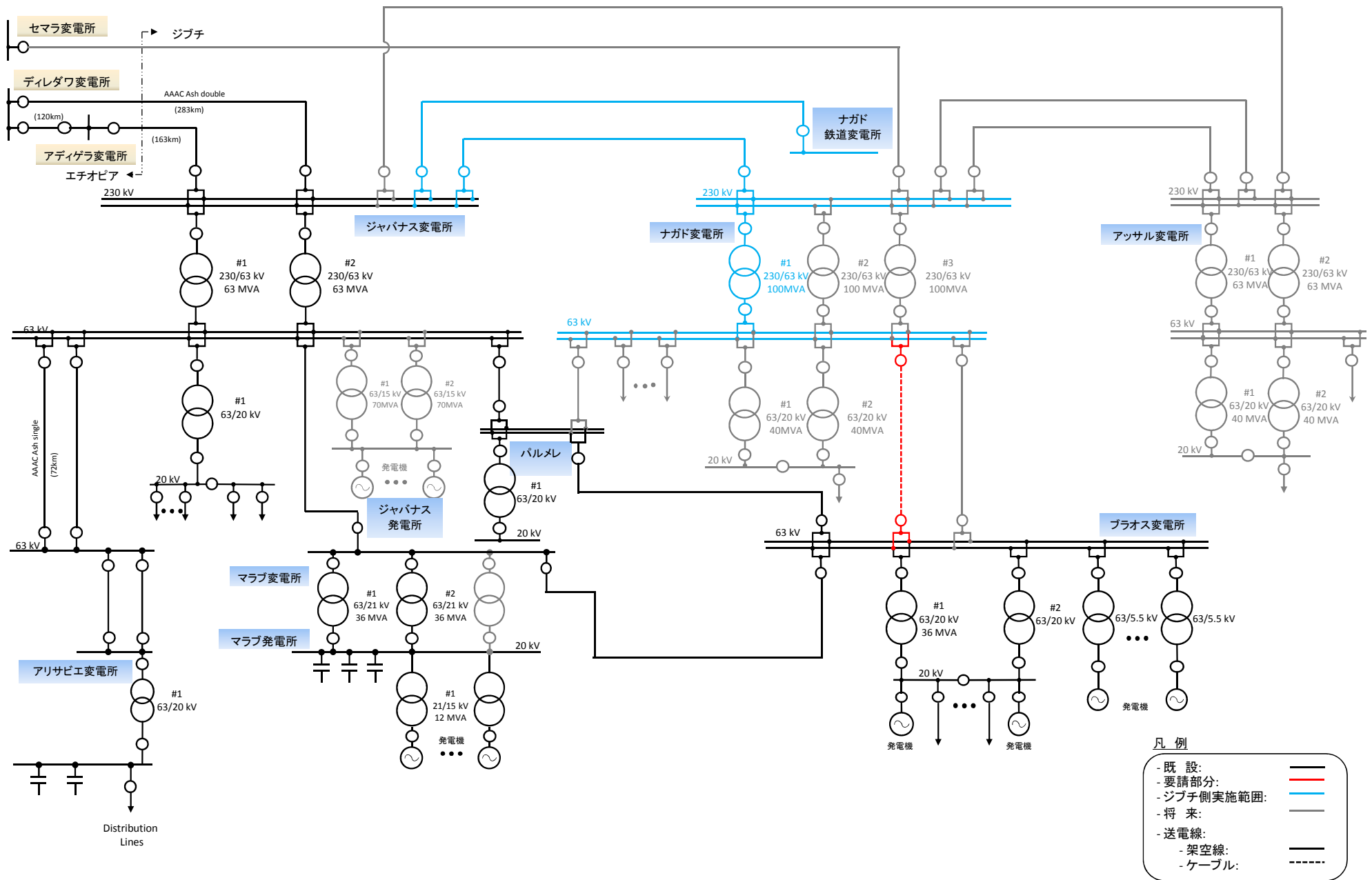


TYPE A
GENERAL
scale 1:20

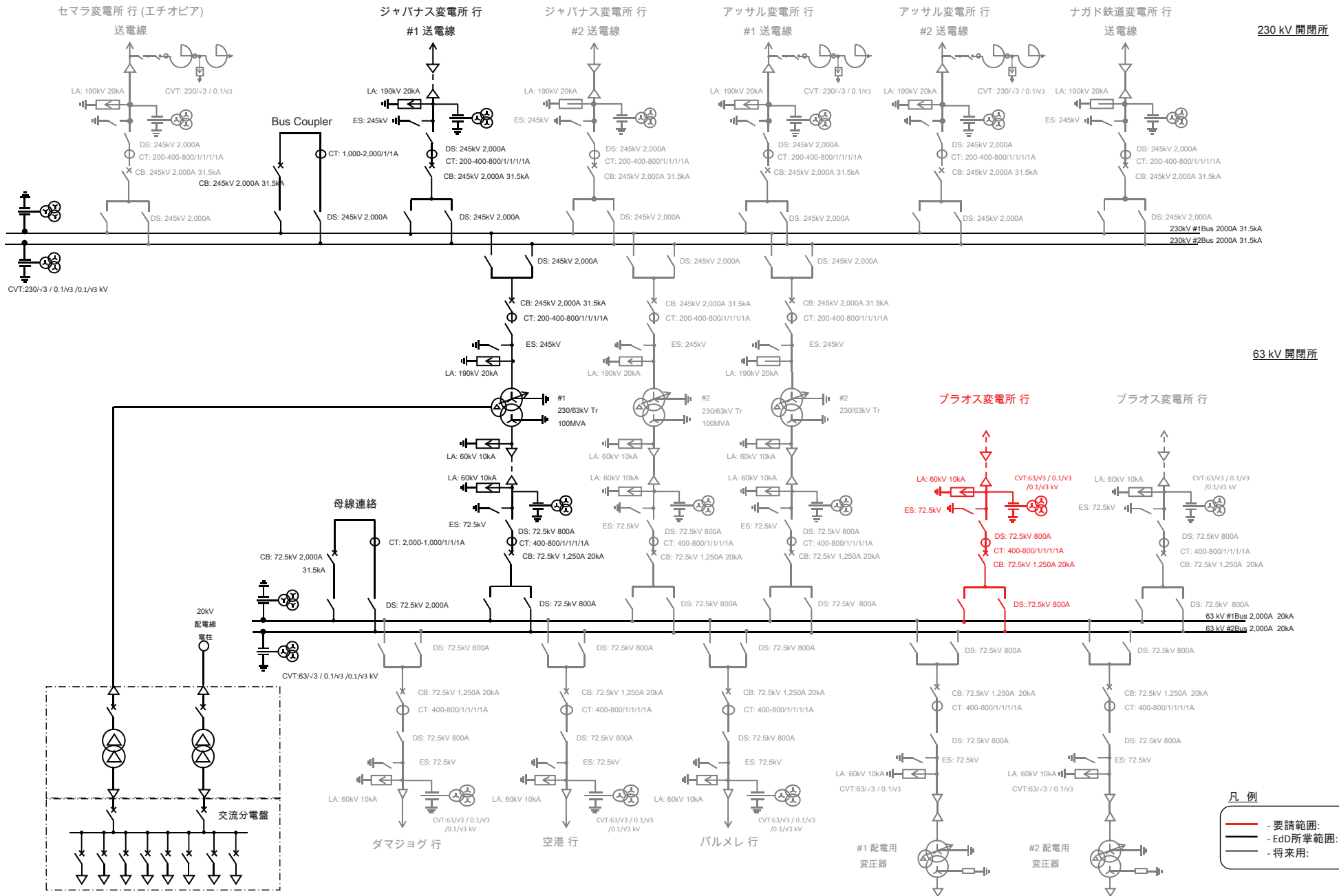


TYPE B
PAVED ROAD WITH ASPHART
scale 1:20

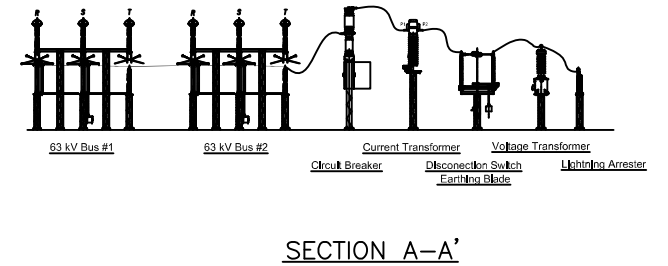
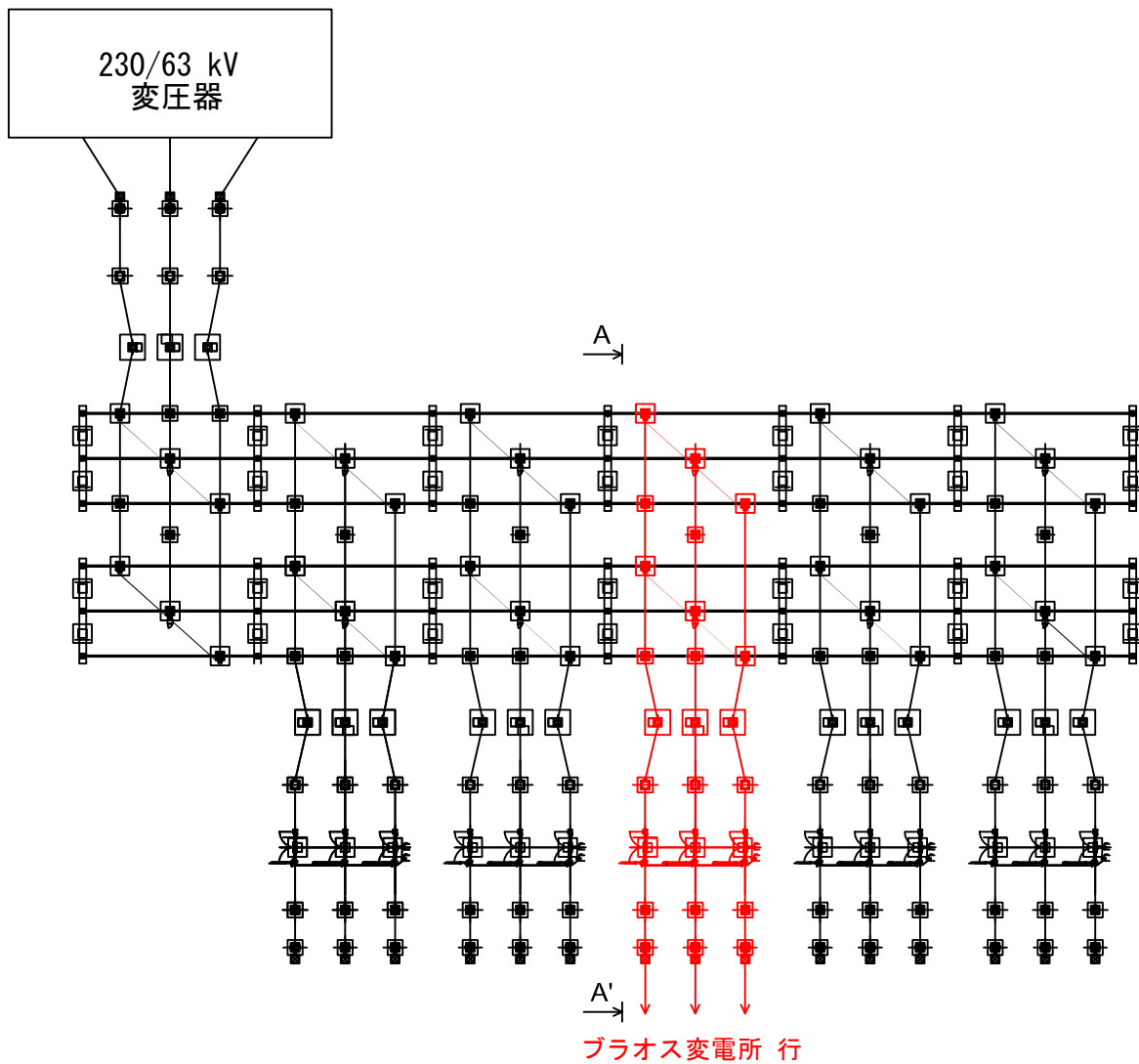
ジブチ ケーブル埋設方式(案)



ジブチ 概略送電系統図



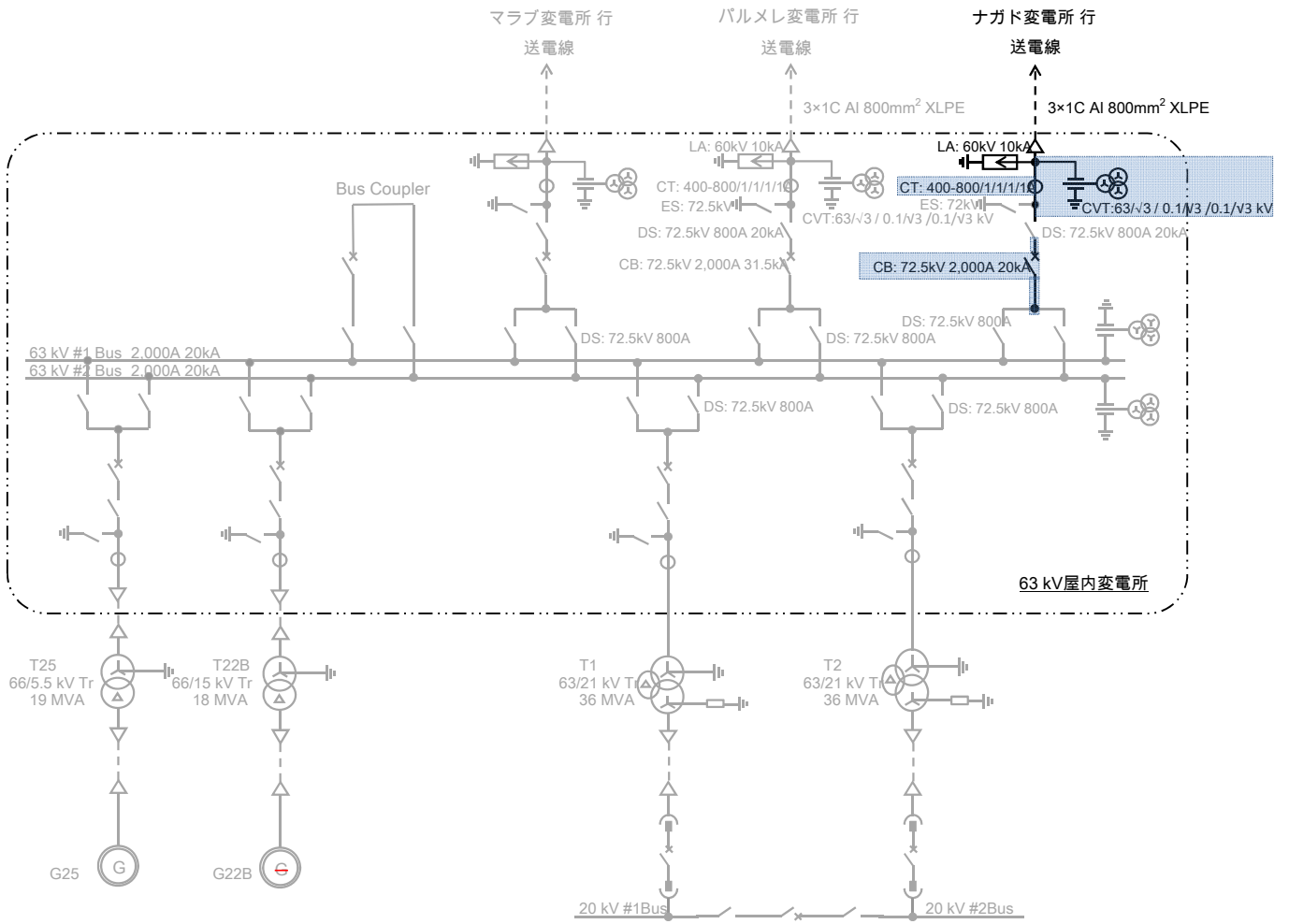
ナガド変電所 単線結線図 (想定)



注記:

この配置図はJICA所掌範囲を明確にするために想定して作成したものであり、あくまで参考図である。
ジブチ側(EdD)で作成した実際の配置図はJICA側に別途提供される。

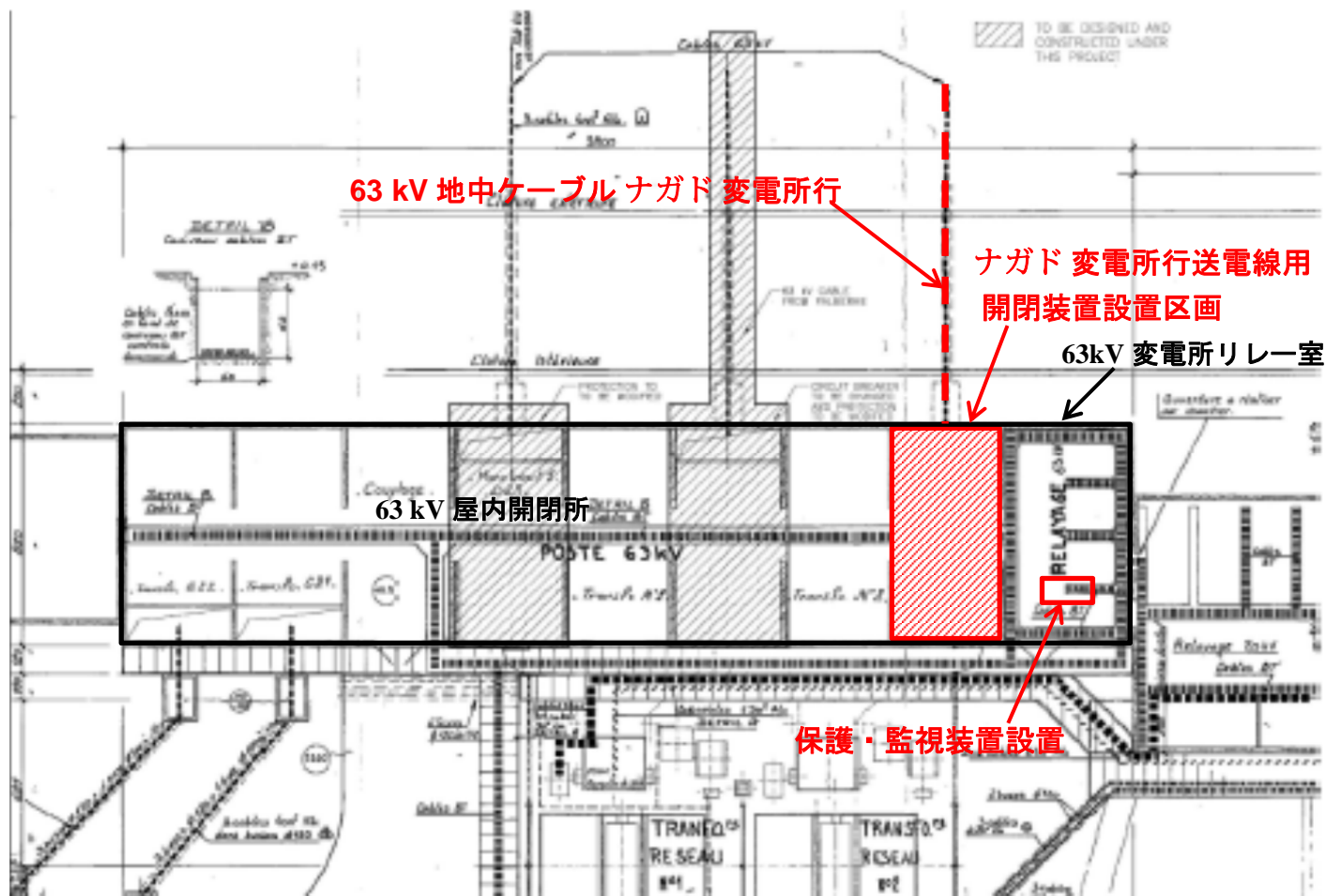
ナガド変電所 63 kV 開閉所配置図 (想定)



Note:
 1. 印の設備は既設を新設備と取り替えるものとする。
 CB: 72.5 kV, 2000 A, 20 kA以上
 VCT: 63/√3 / 0.1/√3 / 0.1/√3 kV, 400-800/1/1/1 A
 新設備との接続母線材: Al 80mm × 5mm以上
 既設設備の撤去作業はジブチ国側で実施されるものとする。

凡例	
- 今回要請範囲 :	——
- 既設設備 :	——
- 送電線	
- 架空線 :	——
- 地中ケーブル :	----
- 建屋境界 :	(---)

ブラオス発電所 63 kV変電所 単線結線図



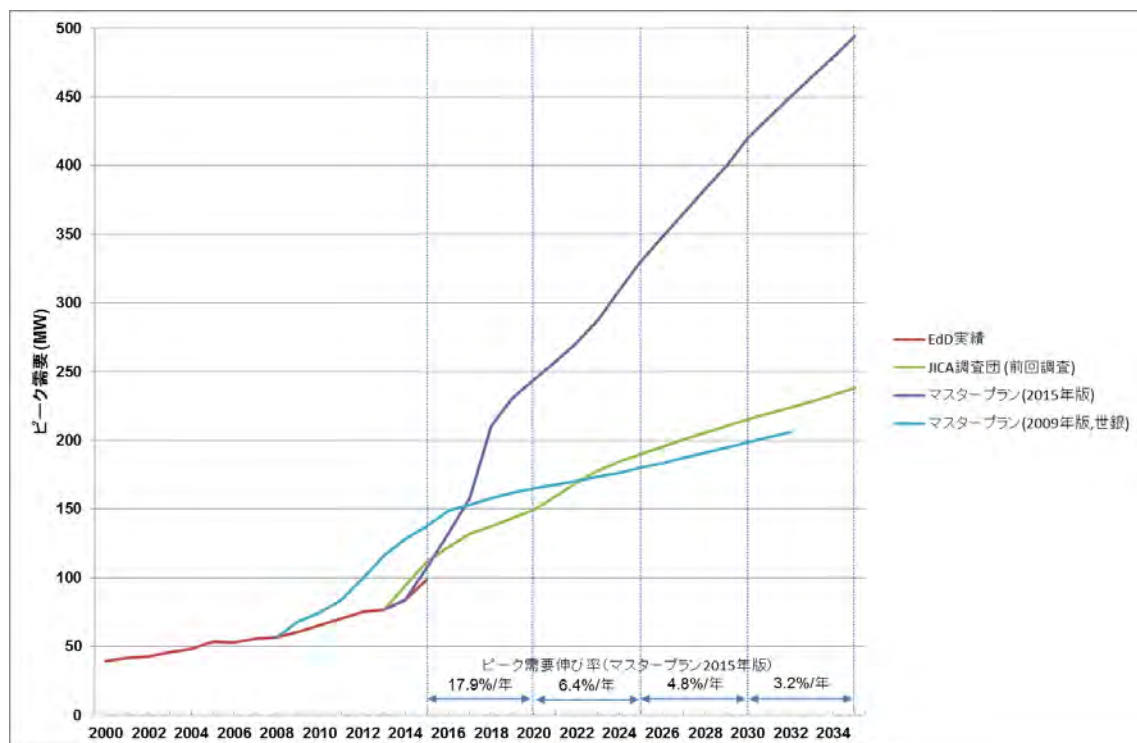
ブラオス発電所 63 kV 変電所 概略配置図 (朱記部要請範囲)

添付資料 4 電力需要予測及び電力潮流解析

電力需要予測及び電力潮流解析

1. 電力需要予測

ジブチ市では、2014年に84MW（前年比9.1%増）、2015年に98.5MW（前年比17.3%）のピーク電力を記録し、新規港湾や大規模インフラの建設に伴い、急激に電力需要が伸びている。2015年版の電力マスタープラン(Tractebel Engineeringが実施)では2015年から2020年にかけて、17.9%/年の伸び率で電力需要が増加すると予測されており、2018年には2015年の二倍の需要規模になると見込まれている。図 1.1 にジブチにおけるピーク電力の実績と予測を示す。



[出所] Tractebel Engineering (Jun. 2015) "TRANSMISSION MASTER PLAN OF ELECTRICITY AT 2033 HORIZON Final report of Phase 2 - Transmission Master Plan" 他

図 1.1 ジブチにおけるピーク電力の実績と予測

(1) 需要予測手法と前提条件

1) 需要予測手法

2015年版電力マスタープランでは、①計量経済手法と②解析的手法の二種類の手法で電力需要予測が行われた。①計量経済手法は、GDPや人口、国民一人当たりの所得など、社会経済指標と電力需要との相関関係を回帰分析することで、電力需要の予測式を求める手法である。②解析的手法は、電力需要を家庭用、商業用、産業用といったカテゴリーや地域別に分割し、各カテゴリーの単位当たり電力需要を基に将来の電力需要を予測するものである。計量経済手法は長期的な予測に適しており、一方で解析的手法は短期から中期の予測に適するが、後者は産業用需要や地方部の需要構造の変化を反映できるという利点がある。両者の比較の結果、解析的手法がジブチの電力需要予測に最適な手法と結論付けられた。

2) 前提条件

電力需要予測では、低シナリオ、中シナリオ、高シナリオの三ケースのシナリオで電力需要が予測された。各シナリオでの前提条件を以下に示す。

(a) 人口増加率

- ・低シナリオ：1.5%/年
- ・中シナリオ：2.1%/年
- ・高シナリオ：2.8%/年

(b) 一人当たり電力消費量

- ・ジブチ市：780kWh/人/年
- ・地方部：123kWh/人/年
 - アリサビエ：160kWh/人/年
 - アルタ、ディキル、タジュラ、オボク：113kWh/人/年

(c) 一人当たり電力消費量の伸び

一人当たり電力消費量の伸びを表 1.1 に示す。

表 1.1 一人当たり電力消費量の伸び（家庭用及び商業用）

単位：kWh/人/年

	低シナリオ		中シナリオ		高シナリオ	
	ジブチ市	地方部	ジブチ市	地方部	ジブチ市	地方部
2014	780	123	780	123	780	123
2015	789	125	796	129	915	163
2017	806	130	829	139	1049	203
2020	833	137	878	154	1,158	235
2023	861	144	926	170	1,227	256
2028	909	156	1,008	195	1,305	279
2033	960	170	1,089	221	1,361	296
2038	1,014	185	1,170	247	1,404	308

[出所] Tractebel Engineering (Jun. 2015) "TRANSMISSION MASTER PLAN OF ELECTRICITY AT 2033 HORIZON Final report of Phase 2 - Transmission Master Plan"

(d) 大型プロジェクトの実現率

大型プロジェクトの実現率を表 1.2 に示す。

表 1.2 大型プロジェクトの実現率

シナリオ	2015 年時点の プロジェクト実現率	2038 年時点の プロジェクト実現率
低シナリオ	40%	20%
中シナリオ	70%	50%
高シナリオ	100%	85%

[出所] Tractebel Engineering (Jun. 2015) "TRANSMISSION MASTER PLAN OF ELECTRICITY AT 2033 HORIZON Final report of Phase 2 - Transmission Master Plan"

(e) 需要予測に考慮した大型プロジェクトと負荷率

需要予測に考慮した大型プロジェクトと負荷率を表 1.3 に示す。

表 1.3 需要予測に考慮した大型プロジェクトと負荷率

分類	負荷率	プロジェクト及び負荷
産業	80%	- Chebeleh Airport (10 MW) - Doraleh Terminal Container (15 MW) - Usine de Désalement d'eau de mer (10 MW) - Goubet Salt Port (15 MW) - LNG Terminal of Damerjog (15 MW) - Port of Tadjourah (4 MW) - Crude Oil Port (10 MW) - Shipping Repair Yard of Obock (8 MW)
住宅・商業	55%	- Lotissement INMAA Haramouss (2.5 MW) - Extension Présidence (1.7MW) - Lotissement Barwako 2 (3.4 MW) - Free Zone Doraleh/PK12 (15MW) - Autres Logements(22 MW) - New Multipurpose Port (17MW) - Bâtiments Commerciaux (16MW) - Khor Ambado free zone (280MW) - SANTE (3MW) - Livestock (0.3MW) - EDUCATION NATIONALE (1.5 MW) - Business District (4 MW) - UNIVERSITE de Balbala (3 MW) - NAEL BH Complex (12MW) - ONEAD (1MW) - Ras Syan Hotels & airport (10MW) - ARMEE DJB (2.5 MW)
鉄道	10%	- Djibouti-Galilleh Railway (30 MW) - Tadjourah-Galafi Railway (40 MW)

[出所] Tractebel Engineering (Jun. 2015) "TRANSMISSION MASTER PLAN OF ELECTRICITY AT 2033 HORIZON Final report of Phase 2 - Transmission Master Plan"

(2) 需要予測結果

本調査で採用する、解析的手法による予測の中シナリオの電力需要予測結果及び変電所別負荷配分を表 1.4 及び表 1.5 に示す。

表 1.4 需要予測結果（解析的手法、中シナリオ）

Year	電力量 (GWh)	ピーク電力 (MW)
2015	558	107.1
2017	834	157.9
2020	1,244	243.8
2021	1,296	257.0
2022	1,369	271.0
2023	1,457	287.7
2024	1,570	309.2
2025	1,678	329.9
2026	1,771	347.7
2027	1,862	365.4
2028	1,952	382.8
2033	2,376	464.9
2038	2,746	536.9

[出所] Tractebel Engineering (Jun. 2015) "TRANSMISSION MASTER PLAN OF ELECTRICITY AT 2033 HORIZON Final report of Phase 2 - Transmission Master Plan"

表 1.5 変電所別負荷配分

単位：MW

Year	Peak Demand (MW)													Total
	Boulaos	Marabout	Palmeraie	Jaban'as	Nagad	Goubet (Assal)	Tadjourah	Obock	Ali Sabieh	Dikhil	TS North	TS South		
2015	23.1	15.9	22.5	23.9					6.6	1.2			93.2	
2017	28.5	19.6	28.8	41.3		6.5	5.0	1.7	6.5	1.2			139.0	
2020	30.5	21.8	33.5	53.1	28.2	8.1	11.1	8.1	5.9	1.6	14.04	10.53	226.6	
2021	32.3	23.5	35.2	63.0	28.2	8.4	11.1	8.4	6.3	1.7	14.04	10.53	242.6	
2022	34.2	25.2	37.1	75.2	28.2	8.6	11.2	8.6	6.7	1.8	14.04	10.53	261.4	
2023	36.2	27.2	39.0	90.5	28.2	8.9	11.3	8.9	7.1	1.9	14.04	10.53	283.6	
2024	37.8	28.8	40.4	97.6	28.2	8.7	11.4	8.7	7.0	2.0	14.04	10.53	295.0	
2025	39.5	30.4	41.9	105.2	28.2	8.5	11.5	8.5	7.0	2.1	14.04	10.53	307.3	
2026	41.4	32.2	43.5	113.5	28.2	8.3	11.6	8.3	6.9	2.3	14.04	10.53	320.6	
2027	43.3	34.1	45.1	122.4	28.2	8.1	11.8	8.1	6.9	2.4	14.04	10.53	335.0	
2028	45.4	36.1	46.9	132.1	28.2	7.9	11.9	7.9	6.9	2.6	14.04	10.53	350.5	
2033	58.9	45.7	57.3	190.5	28.2	6.9	12.5	8.0	7.4	3.3	14.04	10.53	443.1	
2038	67.4	48.4	64.5	225.3	28.2	9.1	13.2	9.1	7.9	4.0	14.04	10.53	501.7	

[出所] Tractebel Engineering (Jun. 2015) "TRANSMISSION MASTER PLAN OF ELECTRICITY AT 2033 HORIZON Final report of Phase 2 - Transmission Master Plan"

2. 電力潮流解析

2017 年から 2038 年の期間で電力潮流解析を行った。その結果、ジブチの要請内容はエチオピアからの安価な電気を供給するうえで妥当性があることを確認した。

(1) 系統データ

ジブチの電力系統は、ディーゼル発電所、230 kV、63 kV、20 kV の送配電設備で構成されている。

電力潮流解析にあたって、系統構成モデルの構築のために 2013 年調査時のジブチ電力系統データを基に EdD へのヒアリングにより確認した（表 2.1～4）。

表 2.1 ブラオス発電所の発電機内訳

Unit	型式	運用開始年	定格出力	通常運用	燃料
			(MW)	(MW)	
G21	G.M.T FINCANTIERI B550/18	1984	15.2	廃止	重油
G22B	Wartsila GMT 18V46	2007	17	14.0	重油
G25	Wartsila 18V46	2000	14.4	13.4	重油
G11	Alstom Pielstick 18PC2-2	1976	6	4.0	重油
G12	Caterpillar	2004	7.25	6.5	重油
G13	Wartsila GMT 16VA32	2001	6	4.5	重油
G14	Wartsila GMT 16VA32	2001	6	4.5	重油
G15	Wartsila GMT 16VA32	2001	6	4.5	重油
G16	Wartsila GMT 16VA32	2001	6	4.5	重油
G17	Caterpillar	2003	7.25	6.5	重油
G18	Caterpillar	2004	7.25	6.5	重油
G23B	MAN 9L52/55A	2011	8.5	6.5	重油
G24	MAN 9L52/55A	1988	5.5	4.5	重油
G32	SEMT PIELSTICK PA6	2010	4.5	4.0	軽油
G31	SEMT PIELSTICK PA6	2010	4.5	4.0	軽油

[出所] ジブチ電力公社のヒアリング及び現地調査を基に JICA 調査団が作成

表 2.2 マラブ発電所の発電機内訳

Unit	型式	運用開始年	定格出力	通常運用	燃料
			(MW)	(MW)	
M1	Wartsila GMT 16V25	1999	3.0	2.4	軽油
M2	Wartsila GMT 16V25	1999	3.0	2.4	軽油
M3	Wartsila GMT 16V25	1999	3.0	2.4	軽油
M4	Wartsila GMT 16V25	1999	3.0	2.4	軽油
M5	Wartsila GMT 16V25	1999	3.0	2.4	軽油
M6	Wartsila GMT 16V25	1999	3.0	2.4	軽油

[出所] ジブチ電力公社のヒアリング及び現地調査を基に JICA 調査団が作成

表 2.3 ジブチ電力系統の変電所・変圧器

Unit	変電所名	製作	定格		
			電圧		容量(MVA)
			1次(kV)	2次(kV)	
No.1 PK/H	ジャバナス	GETRA	230	63	63
No.2 PK/H	ジャバナス	GETRA	230	63	63
No.1 PK/L	ジャバナス	GETRA	63	20	40
No.1 A/L	アリサビエ	GETRA	63	20	12
No.1 B/L	ブラオス	CEM	63	21	36
No.2 B/L	ブラオス	CEM	63	21	36
No.1 M/L	マラブ	CEM	63	21	36
No.1 M/G	マラブ	AREVA	21	15	12
No.2 M/G	マラブ	AREVA	21	15	12
T21	ブラオス	CEM	66	5.5	19
T22B	ブラオス	AREVA	66	15	18
T25	ブラオス	IEC	66	5.5	18
T32	ブラオス	AREVA	21	10.5	6.7
T31	ブラオス	AREVA	21	10.5	6.7
T11	ブラオス	Metz	21	5.5	7.7
T12	ブラオス	ALSTOM	21	5.5	9.1
T13	ブラオス	Usine de METZ	21	5.5	7.55
T17	ブラオス	ALSTOM	21	5.5	9.1
T18	ブラオス	ALSTOM	21	5.5	9.1
T23B	ブラオス	AREVA	21	5.5	11
T24	ブラオス	ALSTOM	21	10.5	6.7
No.1 P/L	パルメレ	Kolektor ETRA	63	20	40

[出所] ジブチ電力公社のヒアリング及び現地調査を基に JICA 調査団が作成

表2.4 ジブチ電力系統の送電線の仕様

No.	送電線	電圧	恒長	仕様	熱容量
1	エチオピアDire Dawa～ジャバナス変電所	230 kV	283 km	架空線 ² Ash (180 mm)×2回線	290 MVA×2
2	エチオピアSemera～ナガド変電所	230 kV	280 km	架空線 ² Ash (180 mm)×1回線	290 MVA×1
3	ジャバナス変電所～パルムレ変電所 ブラオス向け/マラブ向けの専用回線	63 kV	8.2 km	架空線 ² Aster (366 mm)×2回線	65 MVA×2
4	パルムレ変電所～ブラオス変電所	63 kV	3.8 km	地中ケーブル 800 mm ×1回線	72 MVA×1
5	パルムレ変電所～マラブ変電所	63 kV	5 km	地中ケーブル 800 mm ×1回線	72 MVA×1
6	ブラオス変電所～マラブ変電所	63 kV	4.8 km	地中ケーブル 400 mm ×1回線	36 MVA×1
7	ジャバナス変電所～アリサビエ	63 kV	72 km	架空線 ² Ash (180 mm)×2回線	40 MVA×2
8	ナガド変電所～ブラオス変電所	63 kV	7.8 km	地中ケーブル 800 mm ×1回線	72 MVA×1
9	ナガド変電所～パルメレ変電所	63 kV	6.5 km	地中ケーブル 800 mm ×1回線	72 MVA×1

[出所] ジブチ電力公社のヒアリング及び現地調査を基に JICA 調査団が作成

(2) 電力系統モデルの構築

ETAPを用いた潮流解析のために、前述の系統仕様をもとにジブチの電力系統モデルを下記の通り構築した。

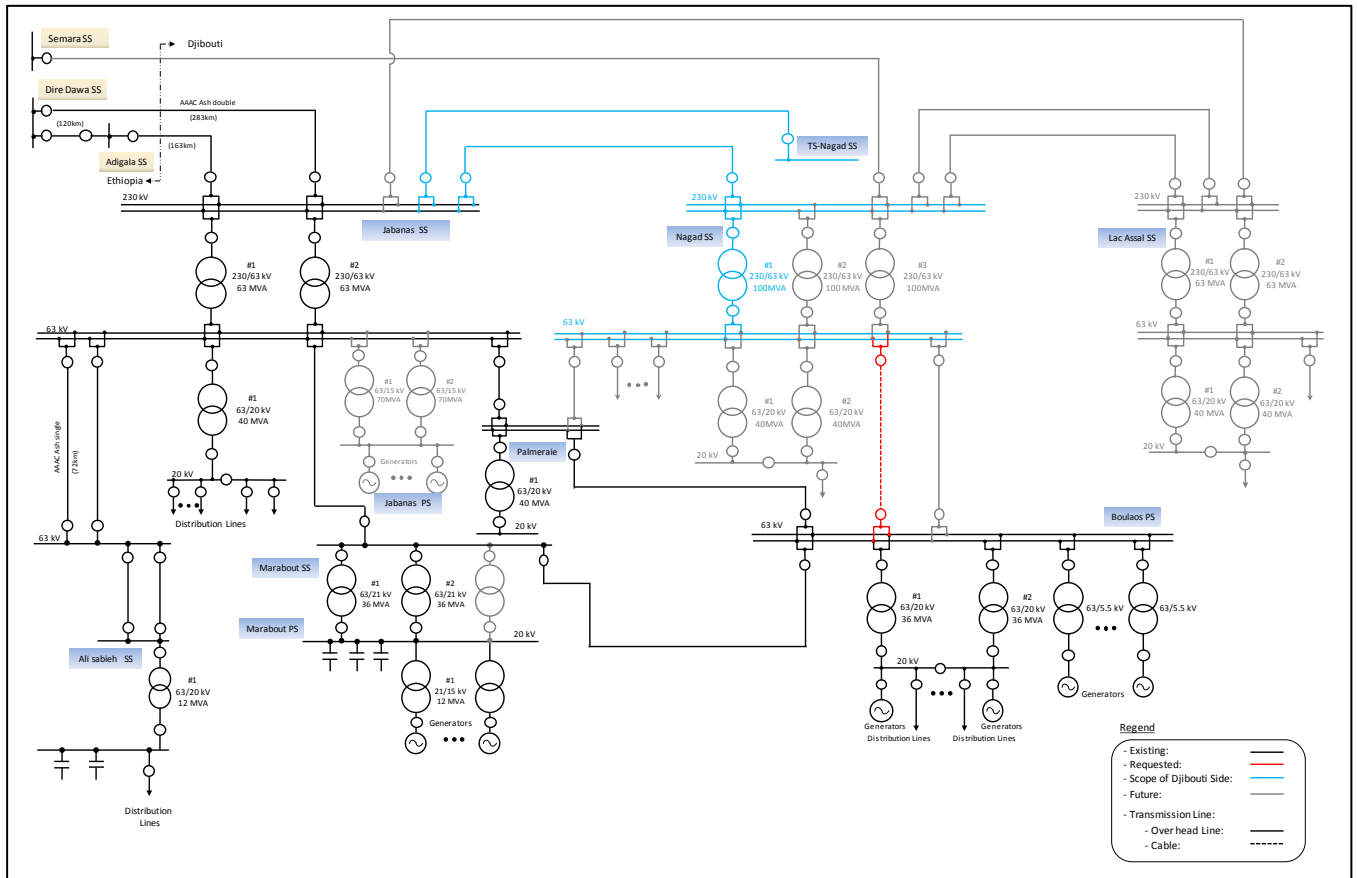


図 2.1 電力系統モデル

(3) 解析条件

- 2019年にジャバナス発電所が運用開始と仮定した。既設のディーゼル発電機に比べて高効率期待されるため、この発電所をベースロード運用とする。これまでベースロード発電であったブラオス発電所は、2019年までもしくは国内供給電力がジャバナス発電所からの電力供給で不足する場合(全体需要の20~25%に満たない場合)のみの運転とする。
- 系統電圧は、エチオピア-ジブチ国際連系統線の運用と同様1、±5 % の範囲内とする。
- 電力系統の力率は、2015年実施のマスタープランで使用された95 %とする。

(4) 電力潮流解析結果

ナガド変電所及びナガド変電所ーブラオス変電所間 63 kV 送電線の必要性について、1 項に記載の電力需要を基に潮流解析を実施した。

潮流解析に使用する電力供給源はエチオピアからの輸入電力と、既存及びジャバナス地区に建設される新設ディーゼル発電設備とした。

1) ナガド変電所の必要性について

潮流計算の結果よりナガド変電所が建設されなかった場合、2020 年に既存のジャバナス変電所ーパルメレ変電所間 63 kV 送電線が 93.7 % 負荷となり、ジャバナス変電所変圧器 230/63 kV 63 MVA × 2 台が 121.7 % 過負荷となる。

従い、2020 年までにナガド変電所の建設が必要である。

2) 63 kV 送電線の必要性について

ナガド変電所(2019 年建設予定)が建設され、ナガド変電所ーブラオス変電所間 63 kV 送電線が建設されない場合、2021 年にジャバナス変電所変圧器 230/63 kV 63 MVA × 2 台が 107.9 % 過負荷となる。(図 2.2 参照)

ジャバナス変電所変圧器が過負荷となる 2021 年までにナガド変電所ーブラオス変電所間 63 kV 送電線を建設する必要がある。

表 2.5 に潮流解析結果詳細を示す。

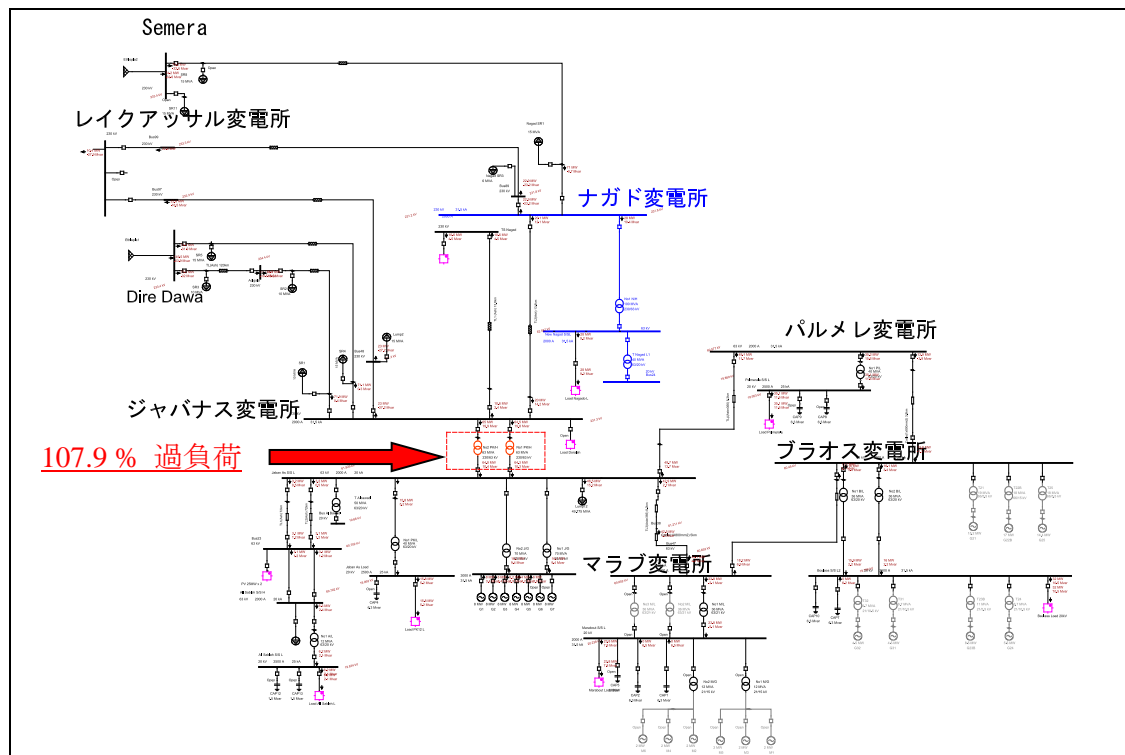


図 2.2 2021 年潮流解析結果

表 2.5 潮流解析結果

	From	To	CASE	2017		2020		2021			2022		2023
	(conductor name)	(rate Amp)		w/o Project	Project ^{*1}	w/o Project	w/o 63kV ²	Project	w/o Project	w/o 63kV	Project	w/o Project	Project
230kV													
1	ジャバナス	ナガド	MVA	N.A	19.6	N.A	-25.8	21.7	N.A	-23.4	29.8	N.A	22.9
	TL (Ash)	367 Amp	%	N.A	13.5%	N.A	17.7%	14.7%	N.A	15.9%	21.3%	N.A	15.9%
63kV													
1-1	ジャバナス	アリサビエ	MVA	3.3	3.2	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.6	3.6	3.8
	TL1(Ash)	367 Amp	%	8.4%	8.2%	8.2%	8.2%	8.7%	8.7%	8.7%	9.4%	9.9%	9.9%
1-2	ジャバナス	アリサビエ	MVA	3.3	3.2	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.6	3.6	3.8
	TL2(Ash)	367 Amp	%	8.4%	8.2%	8.2%	8.2%	8.7%	8.7%	8.7%	9.4%	9.9%	9.9%
2	ジャバナス	パルメレ	MVA	42.4	26	59.1	48.3	25.4	62.4	40.5	29.9	64.5	27.8
	TL4(Aster366)	596 Amp	%	67.6%	41.3%	93.7%	77.2%	40.0%	99.6%	80.7%	47.6%	110.1%	44.1%
3	パルメレ	ブラオス	MVA	12.9	-10.1	27	12.9	-12.3	25	13.9	-11.2	25.4	16.5
	Cable(1x800mm2) 5km	670 Amp	%	18.3%	14.2%	38.3%	18.3%	17.1%	35.7%	19.8%	15.8%	38.8%	23.2%
4-1	ジャバナス	マラブ	MVA	35.5	21.6	48.3	40.3	21.9	52.3	42.5	24.4	53.9	22.3
	TL3(Aster366)	596 Amp	%	56.2%	34.1%	75.9%	63.8%	34.2%	82.7%	67.2%	38.5%	90.6%	35.1%
4-2	ジャバナス	マラブ	MVA	35.6	22.1	48.1	40.4	22	52.2	42.3	25.2	53.6	23.5
	Cable(1x800mm2) 5km	670 Amp	%	50.5%	31.1%	67.9%	57.4%	30.7%	74.3%	60.2%	35.7%	81.4%	33.0%
5	ブラオス	マラブ	MVA	-15.6	9.4	-27.4	-20.6	5.6	-30	-19.9	9.9	-29.7	11.7
	Cable(1x400mm2) 4.8km	330 Amp	%	44.9%	27.0%	78.9%	59.7%	15.9%	87.1%	57.6%	28.4%	92.0%	33.3%
6	ナガド	ブラオス	MVA	N.A	40.9	N.A	N.A	45.7	N.A	N.A	47.3	N.A	59.2
	Cable(1x800mm2) 5km	670 Amp	%	N.A	57.7%	N.A	N.A	63.9%	N.A	N.A	66.9%	N.A	83.3%
ナガド 230/63 Tr Capacity (MVA)			MVA	N.A	70.7	N.A	29.5	76.1	N.A	29.9	77.2	N.A	87.7
JabanAs 230/63 Tr	63MVA x 2		MVA	50.8 x 2	40.2 x 2	76.7 x 2	60.2 x 2	43.6 x 2	83.7 x 2	68 x 2	50.1 x 2	174	59.2 x 2
			%	N.A	63.8%	121.7%	95.6%	69.2%	132.9%	107.9%	79.5%	138.1%	94.0%

	From	To	CASE	2024		2025		2026		2027		2028		2033		2038	
	(conductor name)	(rate Amp)		Project	Project	Project	Project	Project	N-B x 2 ⁴	Project	N-B x 2	Project	N-B x 2				
230kV																	
1	ジャバナス	ナガド	MVA	23.1	16.9	21	-39.6	18.6	6.3	18.8	16.4	-18.2	-15.2				
	TL (Ash)	367 Amp	%	16.0%	12.1%	15.1%	31.5%	13.4%	4.5%	14.4%	12.5%	14.7%	12.1%				
63kV																	
1-1	ジャバナス	アリサビエ	MVA	3.8	3.8	3.7	2.5	3.7	3.7	4	4	4	4				
	TL1(Ash)	367 Amp	%	9.8%	9.8%	9.7%	6.8%	9.7%	9.7%	10.7%	10.4%	11.0%	10.8%				
1-2	ジャバナス	アリサビエ	MVA	3.8	3.8	3.7	2.5	3.7	3.7	4	4	4	4				
	TL2(Ash)	367 Amp	%	9.8%	9.8%	9.7%	6.8%	9.7%	9.7%	10.7%	10.4%	11.0%	10.8%				
2	ジャバナス	パルメレ	MVA	29.2	32.7	33	30.8	36.2	38.6	36.2	46.7	49	47				
	TL4(Aster366)	596 Amp	%	46.3%	52.2%	52.6%	34.7%	57.7%	61.3%	57.7%	74.4%	84.4%	79.2%				
3	パルメレ	ブラオス	MVA	-19.4	-16.8	-17.2	-15.3	-19	-9.9	-20.5	-11.5	-17.8	18.6				
	Cable(1x800mm2) 5km	670 Amp	%	27.3%	23.8%	24.4%	22.7%	26.9%	13.9%	30.3%	16.2%	27.1%	27.8%				
4-1	ジャバナス	マラブ	MVA	23.1	26.4	26.9	26.4	29.6	32.8	33.6	40.2	41.6	40.5				
	TL3(Aster366)	596 Amp	%	36.4%	41.8%	42.4%	43.8%	46.7%	51.6%	55.7%	63.5%	70.7%	67.4%				
4-2	ジャバナス	マラブ	MVA	24.2	27.3	27.7	26.2	30.6	32.9	33.8	39.9	41.4	40.1				
	Cable(1x800mm2) 5km	670 Amp	%	34.1%	38.7%	39.1%	38.8%	43.3%	301.6%	50.2%	56.5%	63.3%	60.0%				
5	ブラオス	マラブ	MVA	11	9.3	11.6	9.8	10.3	4.5	13.3	9	8	9.4				
	Cable(1x400mm2) 4.8km	330 Amp	%	31.5%	26.7%	33.3%	29.6%	29.5%	40.3%	40.1%	25.8%	24.8%	28.7%				
6	ナガド	ブラオス	MVA	60.5	57.4	62	56.9	69.9	30.7 x 2	93.1	39.1 x 2	77.8	40.8 x 2				
	Cable(1x800mm2) 5km	670 Amp	%	85.3%	81.4%	87.6%	84.4%	98.9%	43.3%	138.1%	55.3%	118.9%	61.0%				
ナガド 230/63 Tr Capacity (MVA)			MVA	89.7	87.2	91.4	86	102.3	91.1	126.6	109	108.8	111.7				
JabanAs 230/63 Tr	63MVA x 2		MVA	57.6 x 2	60.3 x 2	57.7 x 2	134.1	132.3	131.7	168.1	164.6	173.6	170.6				
			%	91.4%	95.7%	91.6%	106.4%	105.0%	104.5%	133.4%	130.6%	137.8%	135.4%				

NOTE)

*1 ケーススタディ "Project": ナガド変電所及びナガド変電所-ブラオス変電所間63kV送電線が建設された場合

*2 ケーススタディ "w/o 63kV": ナガド変電所-ブラオス変電所間及びナガド変電所-パルメレ変電所間に63kV送電線が建設されなかった場合

*3 ケーススタディ "N-B x 2": ナガド変電所-ブラオス変電所間63kV送電線が2重化されなかった場合

(5) 短絡容量

廃止しているブラオス発電所G21発電機を除くすべての発電機を並列させた状態(2038年時点)で三相短絡容量を計算した。この結果を表2.6に示す。

表2.6 短絡容量

変電所	母線電圧	短絡容量
ナガド変電所	230 kV	5.6 kA
	63 kV	13.3 kA
ジャバナス変電所	230 kV	5.7 kA
	63 kV	13.6 kA
	20 kV	13.3 kA
パルメレ変電所	63 kV	12.5kA
	20 kV	13.1 kA
ブラオス変電所	63 kV	13.6 kA
	20 kV	16.7 kA
マラブ変電所	63 kV	12.2 kA
	20 kV	10.2 kA

添付資料 5 機材仕様（案）

主要機材の技術仕様

(1) 既設変電所の概要

1) 設計条件

- 設計温度：10.5～55 °C (48°C)
- 相対湿度：87.1 %
- 風速：24.3 m/s
- 地震：0.15 g

2) 電圧条件

- 定格電圧：230 kV – 63 kV – 20 kV
- 最高電圧：245 kV – 72 kV – 24 kV
- 商用周波数耐電圧：460 kV – 140 kV – 50 kV
- 雷インパルス耐電圧：1,050 kV – 325 kV – 125 kV

3) 耐塩強度

- 碍子漏れ距離：31 mm/kV (重汚損地区)

4) 中性点接地方式

- 230 kV、63 kV：直接接地方式
- 20 kV：抵抗接地方式 (300 A)

5) 主回路母線形態

- 230 kV：完全2重母線 (断路器で接続母線切替、遮断器1台/回線)
- 63 kV：完全2重母線 (断路器で接続母線切替、遮断器1台/回線)、但しマラブ変電所は単母線 (1980年代建設)
- 20 kV：2分割母線 (回線は母線固定で母線連絡遮断器有)

6) 屋内外絶縁区分

- 230 kV：屋外空気絶縁方式
- 63 kV：屋内空気絶縁方式
- 20 kV：屋内空気絶縁配電盤方式

7) 変電所名 (全5箇所)

- ジャバナス変電所：230kV – 63 kV – 20 kV
- パルメレ変電所：63 kV – 20 kV
- ブラオス変電所 (ディーゼル発電所)：63 kV – 20 kV
- マラブ変電所 (ディーゼル発電所)：63 kV – 20 kV
- アリサビエ変電所：63 kV – 20 kV

(2) 技術仕様 (案)

主要機材の概略仕様 (案) を以下に示す。

1) ナガド変電所-既設ブラオス発電所間 63kV 地中線の建設

表 1 ナガド変電所-ブラオス変電所 63kV 地中線

No.	項目	仕様	数量
1	タイプ	直接埋設型 単芯ケーブル 鎧装付	1 式
2	導体と絶縁	アルミ導体・XLPE絶縁	
3	ケーブルのサイズ	800mm ²	
4	普通接続箱		1 式
5	絶縁接続箱 (クロスボンド部に使用)		1 式
6	避雷器箱		1 式
7	付帯土木工事(電力用トラフ、保護管)		1 式

2) ナガド変電所 - 既設ブラオス変電所地中通信回線の建設

表 2 ナガド変電所-ブラオス変電所 63kV 地中通信線

No.	項目	仕様	数量
1	光ケーブルのタイプ	ルーズチューブ- ドライコア - 鎧装付 - ダブルシース	1 式
	a) モード	デュアルウィンドウ シングルモード(ITU-T G.652)	
	b) 波長(nm)	1550	
	c) 光ファイバの数	24	
2	保護管	光ケーブル仕上がり外径の1.5倍以上	1 式
3	接続箱		1 式

3) ナガド変電所とブラオス発電所 63 kV 変電所の増設・改造

表 3 ナガド変電所

この仕様はナガド変電所の仕様により変更の可能性はある。

	項目 / 設備	仕様	数量
1	63 kV 遮断器 1) 形式 2) 定格電圧 3) 定格雷インパルス耐電圧 4) 相数 5) 周波数 6) 定格電流 7) 定格遮断電流 8) 定格短絡時間 9) 動作責務	屋外形、SF6 ガス絶縁 72.5 kV 325 kV 3 50Hz 1,250 A 20 kA 以上 3 s O - 0.3 s - CO - 3 min. - CO	1 台
2	63 kV 断路器 1) 形式 2) 定格電圧 3) 定格雷インパルス耐電圧 4) 相数 5) 周波数 6) 定格電流 7) 定格短時間耐電流 8) 定格短絡時間 9) 付属品 10) 備考	屋外形、電動操作式 72.5 kV 325 kV 3 50Hz 800 A 20 kA 1 s 操作箱 母線接続用	2 台

	項目 / 設備	仕様	数量
3	63 kV 接地装置付断路器 1) 形式 2) 定格電圧 3) 定格雷インパルス耐電圧 4) 相数 5) 周波数 6) 定格電流 7) 定格短時間耐電流 8) 定格短絡時間 9) 付属品 10) 備考	屋外形、電動操作式 72.5 kV 325 kV 3 50Hz 800 A 20 kA 1 s 操作箱 フィーダー接続用	1 台
4	63 kV 計器用変流器 1) 形式 2) 最高使用電圧 3) 定格雷インパルス耐電圧 4) 定格一次電流 5) 定格二次電流 6) 短絡電流熱耐量 7) 鉄心数 8) 定格負担 9) 精度	屋外形 72.5 kV 325 kV 400-800 A 1 A 20 kA (1 s) 4 (計測用1個、保護用3個) 30 VA 0.5、10P30	3 台
5	63 kV 計器用変圧器 1) 形式 2) 最高使用電圧 3) 定格雷インパルス耐電圧 4) 定格一次電圧 5) 定格二次電圧 6) 鉄心数 7) 定格負担 8) 精度 9) 備考	屋外形 72.5 kV 325 kV 63/√3 kV 100/√3 V 2 100 VA 0.5/3P、3P フィーダー接続用	3 台
6	63 kV 避雷器 1) 形式 2) 定格電圧 3) 放電電流 4) 付属品	酸化亜鉛形 60 kV 10 kA 放電回数計付電流表示器を避雷器毎に付属	3 台
7	63 kV 開閉設備接続材料 1) 導体 2) 接続材料 3) 支持碍子 4) 架台 5) 中継端子箱	アルミニウム製母線材 (分岐母線用) 連続許容電流800 A以上 端子、コネクタ等 表面漏れ距離: 31 mm/kV 以上 DS、CT、VT、LA、ケーブル、支持碍子等用 屋外用、金属製閉鎖盤ステンレス製	1 式
8	制御盤 1) 形式 2) 操作対象区画 3) 主な取付器具 4) BCU	屋内自立前面操作形 - 63 kVケーブル 送電線:1 ベイコントロールユニット (BCU)、表示灯付操作スイッチ、選択スイッチ、模擬母線、電力量計等 マイクロSCADA用IEC 61850インターフェイス付	1 面

	項目 / 設備	仕様	数量
9	送電線保護盤 1) 形式 2) 保護方式 3) コミュニケーション 4) 保護対象送電線	屋内自立前面操作盤 デジタル式保護装置 距離(インピーダンス検知)継電方式、電流比率 作動方式、過電流方式 光ファイバーケーブル (OPGW) 経由でのブラ オス発電所保護装置との通信機能を装備 マイクロSCADAシステムとの通信のために IEC 61850インターフェイスを装備 ブラオス発電所行送電線 (地中ケーブル)	1 面
10	マイクロSCADAシステム改造	増設送電線区画の監視操作機能の追加 a) ハードウェア 新送電線区画用のBCUや保護継電器の接 続に必要な通信設備の追加 (I/Oモジュ ール、HUB、通信ケーブル、コネクタ等) b) ソフトウェア 新送電線区画の追加に伴う監視制御機能 の追加改造	1 式
11	63 kV母線保護盤改造 1) 形式 2) 保護方式 3) 盤構成 4) 改造内容	屋内自立前面扉形 遮断器不動作対策付母線比率作動保護方式 単一 追加1回線分を63 kV母線保護盤に取込む - 区画コントロールユニットと必要な付属品 - 盤内配線 - セントラルユニットの改造 - 制御盤や保護盤との接続	1 式
12	通信設備 1) 概要 2) 改造内容 3) 光ファイバーケーブル 4)光ファイバーケーブル接続箱	光ファイバーケーブル (OPGW) を利用しての 通信ネットワークをナガド変電所及びブラオ ス 発電所間で構築し、既設ネットワークを拡 張する。 音声、保護装置間授受を含むデータ通信を上記 電気所間で実現する。 追加ネットワーク構築のために既設通信盤に 必要な装置を取り付ける。 ルーズチューブ式ドライコア外装2重シース光 ファイバーケーブル (IEC 60794-3-10) - 光ファイバー素線数: 24 - 使用場所: ブラオス変電所行送電線区画～コ ントローブ建屋内通信室 - 光ファイバー接続に必要な付属品 光ファイバーケーブル接続箱 (光ファイバ ーケーブルの接続用)	1 式
13	中央給電指令所 (LDC) 遠隔監視制御 システム改造	追加送電線区画の監視機能追加 パルメレ中央給電指令所のソフトウェア改造 を含む。	1 式
14	直流分電盤改造 1) 形式 2) 改造内容	屋内自立前面操作形 追加区画に対する直流制御電源供給のための 設備追加 - MCCB、端子台、配線、銘板等	1 式
15	諸材料 1) 低圧ケーブル 2) 接地材料 3) ケーブル布設接続材料	- 電源ケーブル 架橋ポリエチレン絶縁 - 制御ケーブル 塩化ビニル絶縁シールド付 - 銅導体及び塩化ビニル絶縁電線 - コネクタ - 電線管、接続箱及びフィティング類	1 式

表4 ブラオス 63 kV 発電所

	項目 / 設備	仕様	数量
1	63 kV 遮断器 1) 形式 2) 定格電圧 3) 定格雷インパルス耐電圧 4) 相数 5) 周波数 6) 定格電流 7) 定格遮断電流 8) 定格短絡時間 9) 備考	屋内形、SF6 ガス絶縁 63 kV 325 kV 3 50Hz 1,250 A 20 kA 以上 3 s 既設の遮断器はここに記載のものと交換する。	1 台
2	計器用変圧変流器 1) 形式 2) 最高使用電圧 3) 定格雷インパルス耐電圧 4) 周波数 5) 短絡電流熱耐量 6) 計器用変圧器 7) 計器用変流器 8) 備考	屋内形 72.5 kV 325 kV 50 Hz 20 kA (1 s) - 定格一次電圧: 63/√3 kV - 定格二次電圧: 100/√3 kV - 鉄心数: 2 - 定格負担: 50 VA - 精度: 0.5、3P - 定格一次電流: 400 - 800 A - 定格二次電流: 1 A - 鉄心数: 3 (計測用1個、保護用3個) - 定格負担: 30 VA - 精度: 0.5、10P30 既設の計器用変圧変流器はここに記載のものと交換する。	3 台
3	63 kV 避雷器 1) 形式 2) 定格電圧 3) 放電電流 4) 付属品	酸化亜鉛形 60 kV 10 kA 放電回数計付電流表示器を避雷器毎に付属	3 台
4	63 kV 開閉設備接続材料 1) 導体 2) 接続材料 3) 支持碍子 4) 架台 5) 中継端子箱	アルミニウム製板材80mm*5mm以上(分岐母線用) 端子、コネクタ等 表面漏れ距離: 31 mm/kV 以上: 3 台 計器用変圧変流器、LA、支持碍子、断路器操作機構 金属製閉鎖箱	1 式
5	直流分電盤改造 1) 形式 2) 改造内容 3) 取付機器	屋内自立閉鎖前面扉形 送電線引出に関連する新設備への制御電源供給 配線用遮断器、端子台、盤内配線	1 式
6	制御盤 1) 形式 2) 操作対象区画 3) 主な取付器具 4) 備考	屋内自立閉鎖前面扉形 63 kV ナガド変電所行送電線 ベイコントロールユニット (BCU)、表示灯付操作スイッチ、選択スイッチ、警報窓、指示計 (P、Q、V & I)、電力量計等 中央給電指令所のRTU、ローカルSCADA及び既設系統表示盤との接続を含める。	1 面

	項目 / 設備	仕様	数量
7	送電線保護盤 1) 形式 2) 保護方式 3) 盤構成 4) 保護対象送電線	屋内自立閉鎖前面扉形 デジタル式保護装置 距離(インピーダンス検知)継電方式、電流比率 作動方式、過電流方式 光ファイバーケーブル (OPGW) 経由でのナガ ド変電所保護装置との通信機能を装備 単一構成、1面/送電線1回線 ナガド開閉所行送電線 (地中ケーブル)	1 面
8	系統表示制御盤改造 1) 形式 2) 改造内容 3) 主な取付器具	屋内自立形、50mmモザイクパネル方式 中央制御室内に設置の制御盤に新送電線の監 視制御機能を実現する。 操作スイッチ、指示計(I、V)、警報窓等	1 式
9	ローカルSCADA装置改造 (63 kV変電所用ローカル Micro SCADA システム)	増設送電線区画の監視操作機能の追加 c) ハードウェア 新送電線区画用のBCUや保護継電器の接 続に必要な通信設備の追加 (I/Oモジュ ール、HUB、通信ケーブル、コネクタ等) d) ソフトウェア 新送電線区画の追加に伴う監視制御機能 の追加改造	1 式
10	中央給電指令所 (LDC) 遠隔監視制御 システム改造	追加送電線区画の監視機能追加 バルメレ中央給電指令所のソフトウェア改造 を含む。	1 式
11	通信設備 1) 概要 2) 改造内容 3) 光ファイバーケーブル 4) 光ファイバーケーブル接続箱	光ファイバーケーブル (OPGW) を利用しての 通信ネットワークをナガド変電所及びブラオ ス 発電所間で構築し、既設ネットワークを拡 張する。 音声、保護装置間授受を含むデータ通信を上記 電気所間で実現する。 追加ネットワーク構築のために既設通信盤に 必要な装置を取り付ける。 ルーズチューブ式ドライコア外装2重シース光 ファイバーケーブル (IEC 60794-3-10) - 光ファイバー素線数: 24 - 使用場所: 63 kV変電所～本館中央制御室横リ レー室 - 光ファイバー接続に必要な付属品 光ファイバーケーブル接続箱	1 式
12	諸材料 1) 低圧ケーブル 2) 接地材料 3) ケーブル布設接続材料	- 電源用ケーブル 架橋ポリエチレン絶縁 - 制御ケーブル 塩化ビニル絶縁シールド付 - 塩化ビニル絶縁電線 - コネクタ - 電線管、接続箱及びフィティング類 - ケーブルトレイ - ケーブルハンガー	1 式

添付資料 6 プロジェクトサイトの状況

プロジェクトサイトの状況

本プロジェクトサイトである 63 kV 埋設ケーブルの敷設範囲を下図に示す。

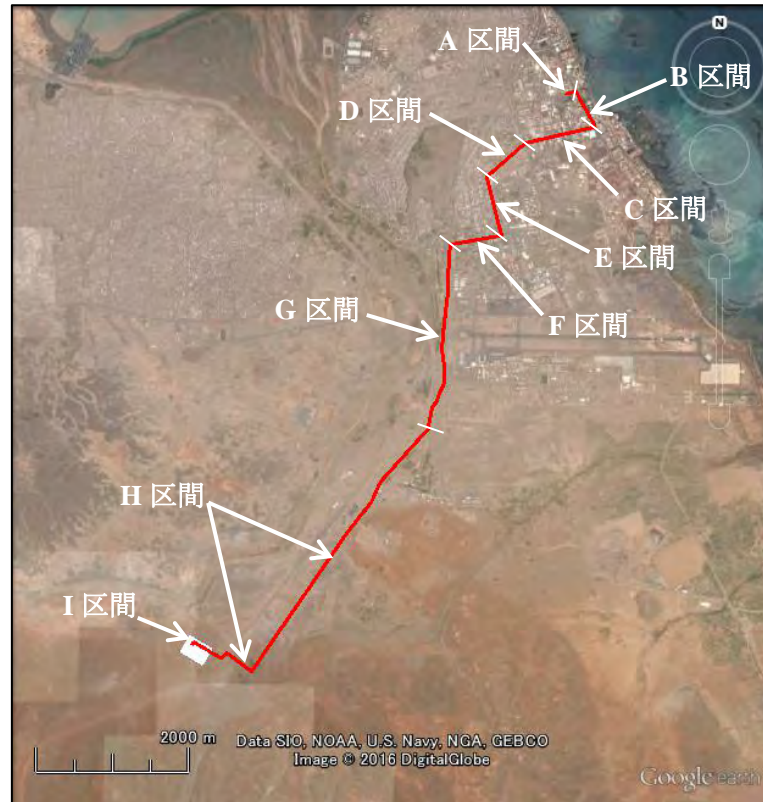



図 63 kV 埋設ケーブルの敷設範囲図

図に示した各通りの状況は、以下のとおりである。

	<p>A 区間 (約 130 m) は、市街地に位置し、プラオス変電所北側に接道する市道である。道路の幅員及び仕上げ等を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none">車道：約 9 m (アスファルト舗装)主な歩道：約 6 m (未舗装)地質：砂利を含むシルト車道横断：2 箇所
---	---

A 区間

 <p style="text-align: center;">B 区間</p>	<p>B 区間（約 530 m）は、市街地に位置し、ブラオス変電所沿いに走る国道である。道路の幅員及び仕上げ等を以下に示す。</p> <p>車道：約 12 m（アスファルト舗装）</p> <p>主な歩道：約 1.8 m（アスファルト舗装）+未舗装部分</p> <p>地質：砂利を含むシルト</p> <p>車道横断：1 箇所</p>
 <p style="text-align: center;">C 区間</p>	<p>C 区間（約 960 m）は、市街地に位置し、左右に建設会社や大型商業施設が並ぶ国道である。道路の幅員及び仕上げ等を以下に示す。</p> <p>車道：約 9 m（アスファルト舗装）</p> <p>主な歩道：約 2.1 m（アスファルト舗装）+未舗装部分</p> <p>地質：砂利を含むシルト</p> <p>車道横断：3 箇所</p>
 <p style="text-align: center;">D 区間</p>	<p>D 区間（約 690 m）は、市街地に位置し、左右に住宅が並ぶ市道である。道路の幅員及び仕上げ等を以下に示す。</p> <p>車道：約 13 m（アスファルト舗装）</p> <p>主な歩道：約 5 m（未舗装）</p> <p>地質：砂利を含むシルト</p> <p>車道横断：4 箇所</p>
 <p style="text-align: center;">E 区間</p>	<p>E 区間（約 800 m）は、市街地に位置し、左にフランス軍駐屯地、右に住宅が並ぶ市道である。道路の幅員及び仕上げ等を以下に示す。</p> <p>車道：約 8 m（アスファルト舗装）</p> <p>主な歩道：約 3 m（未舗装）</p> <p>地質：砂利を含むシルト</p> <p>車道横断：3 箇所</p>

 <p style="text-align: center;">F 区間</p>	<p>F 区間（約 700 m）は、市街地に位置し、左右に住宅や商店等が並ぶ国道である。道路の幅員及び仕上げ等を以下に示す。</p> <p>車道：約 12 m（アスファルト舗装） 主な歩道：約 2.6 m（未舗装） 地質：砂利を含むシルト 車道横断：4 箇所</p>
 <p style="text-align: center;">G 区間</p>	<p>G 区間（約 2,500 m）は、空港に位置し、左右に建設会社や大型商業施設が並ぶ国道である。道路の幅員及び仕上げ等を以下に示す。</p> <p>車道：約 9 m（アスファルト舗装） 主な歩道：約 2.1 m（アスファルト舗装） 地質：礫岩及び砂利を含む泥土 車道横断：8 箇所</p>
 <p style="text-align: center;">H 区間</p>	<p>H 区間（約 3,980 + 690 m）は、鉄道公社が建設中のナガド駅を中心に、都市計画局により計画された都市計画道路である。当該計画道路は道路局が事業実施機関となり、G 区画の国道よりナガド駅まで計画道路部分は 2016 年 12 月に完成予定である。ナガド駅からナガド変電所周辺までの計画道路の完成予定は未定である。計画中の道路の幅員及び仕上げ等を以下に示す。</p> <p>車道：約 9 m（アスファルト舗装） 中央分離帯：約 20 m（未定） 歩道：未定 地質：礫岩及び砂利を含む泥土 車道横断：4 箇所、鉄道横断：1 箇所</p>
 <p style="text-align: center;">I 区間</p>	<p>I 区間（約 300 m）は、ナガド変電所建設用地内である。地質は、礫岩及び砂利を含む泥土である。</p>