

ナイジェリア連邦共和国
連邦電力・公共事業・住宅省
ナイジェリア送電公社

ナイジェリア連邦共和国 ラゴス変電設備緊急復旧・増強計画 準備調査報告書

平成 30 年 2 月
(2018 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

産公
JR(先)
18-026

ナイジェリア連邦共和国
ラゴス変電設備緊急復旧・増強計画
準備調査

協力準備調査報告書

平成 30 年 2 月
(2018 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

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ナイジェリア連邦共和国のラゴス変電設備緊急復旧・増強計画に係る協力準備調査を実施することを決定し、同調査を八千代エンジニアリング株式会社に委託しました。

調査団は、平成 29 年 7 月から平成 29 年 12 月までナイジェリアの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 30 年 2 月

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部
部長 中村 俊之

要 約

要 約

① 国の概要

ナイジェリアは、国土面積 92.4 万 km²、約 1.87 億人の人口（2016 年国連人口白書）を擁する連邦国家であり、最新の経済統計によればアフリカ最大の経済大国となっている。気候的には北部のサブサハラ気候の半乾燥地帯や南部の湿地帯というように特徴的に気候風土が大別されている。ナイジェリアには 250 以上の民族が居住し、宗教分布としては、イスラム教徒が約 50%、キリスト教が約 40%、伝統的宗教が約 10%で、北部に行くほどイスラム教色が強くなる。また公用語としては英語が使用されている。

また、ナイジェリアは石油輸出国機構（OPEC）の加盟国中で第 7 位の産油量を誇るアフリカ最大の産油国であるが、2014 年中頃からの原油価格の低迷により近年は経済成長が鈍化し、2016 年にはマイナス成長（-1.54%）を記録した。2016 年の名目 GDP を産業別に見ると、製造業が 34%と最も大きな割合を占めており、次いで金融・保険業が 26%、農林水産業が 21%、その他のサービス業が 19%と、比較的バランスの取れた産業構造となっている。

② プロジェクトの背景、経緯及び概要

ナイジェリアの経済の中心地であり急速な拡大を続けるラゴス州は、人口約 900 万人（出所：2006 年国勢調査）を擁する当国最大の港湾都市である。ラゴス州の最大需要電力は現在 1,250 MW であるが、平均電力供給は 650 MW（出所：ラゴス州電力委員会）であり、絶対的に電力が不足する中で、過負荷による強制停電が送電系統の各所で頻発しており、また設備の維持管理不足により全系統停電となる事故も発生している。ラゴス州のアパパロード変電所は、ナイジェリアの輸入量の 40%（出所：National Bureau of Statistics）を占める同国最大港湾のアパパ港を含む港湾施設や、周辺産業地域及び一般家庭に電力を供給している。しかし発電能力の不足に加えて、同変電所の変電容量不足による電力供給不足から、港湾業務や産業活動に支障をきたしており、変圧器容量の増設が急務である。また、同変電所では、稼働 35 年を経過した系統保護・監視制御の機能を持つガス絶縁開閉装置（以下、「132 kV GIS」という）が、老朽化により 2012 年に故障・停止しており、応急対応として使用している遮断器に短絡焼損事故等のトラブルが発生した場合、系統設備に甚大な損傷を与え、長期の停電を伴うリスクが高まっている。長期の停電による港湾や周辺産業への影響は甚大なため、132 kV GIS 設備の復旧が急務である。

ナイジェリア政府は、国家開発計画「Nigeria Vision 20: 2020」において、インフラ整備（電力・運輸）を最優先課題の一つとして掲げている。ラゴス変電設備緊急復旧・増強計画（以下、「本プロジェクト」という）は、変圧器の増設及び 132 kV GIS 設備の復旧を行うものであり、送配電網の電力インフラ整備として、国家開発計画の優先事業に位置付けられている。

上記状況を踏まえ、ナイジェリア政府はラゴスにおける電力の安定供給を目的としたアパパロード変電所改修に係る支援を日本国政府に対し要請した。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

この要請に対し、JICA は協力準備調査団を 2017 年 7 月 30 日～8 月 28 日（第 1 次現地調査）、及び 2017 年 11 月 18 日～11 月 22 日（追加現地調査）の間にナイジェリアに派遣し、ナイジェリア関

係者〔監督機関：連邦電力・公共事業・住宅省（FMPWH）、実施機関：ナイジェリア送電公社（TCN）〕と要請内容の再確認及び精査、並びに実施内容の協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査及び関連資料の収集を実施した。

帰国後、調査団は現地調査資料に基づき、プロジェクトの必要性、緊急性、社会・経済効果、妥当性について検討し、その結果を協力準備調査報告書（案）に取りまとめた。JICA は 2017 年 12 月 3 日～12 月 17 日の期間に第 2 次現地調査（概要説明）調査団をナイジェリアに派遣し、協力準備調査報告書（案）の説明及び協議を行い、ナイジェリア関係者との間で基本合意を得た。

調査の結果、策定した協力対象事業は、アパパロード変電所での容量 60 MVA の 132/33 kV 変圧器、132 kV ガス絶縁開閉設備（GIS）及び 33 kV ガス絶縁開閉設備（GIS）等の変電設備の調達・据付、アカンバ変電所での 132 kV 送電線 T 分岐機材の調達・据付、並びに各機材を据え付けるための基礎や、132 kV GIS、制御・保護装置、33 kV GIS が設置される制御棟といった土木建築工事、加えて調達機材に係る交換部品、保守用道具、試験器具の調達を行うものである。下表に基本計画の概要を示す。

基本計画の概要

区分	機材名	単位	数量
機材調達と据付工事	1. アパパロード変電所		
	1) 132 kV 送電線引込み機器		
	120 kV 避雷器	組	2
	132 kV ブロッキングコイル	台	2
	132 kV コンデンサ型計器用変圧器	組	2
	132 kV ケーブルヘッド	組	3
	132 kV 電力ケーブル	式	1
	132 kV 電力ケーブルサポート	式	1
	2) 132 kV GIS 及び変圧器		
	132 kV 引込み用 GIS	組	2
	132 kV 母線連絡用 GIS	組	1
	132 kV 計器変圧器用 GIS	組	1
	132 kV 変圧器用 GIS	組	2
	132/33 kV 変圧器	台	2
	3) 制御・保護装置		
	132 kV 引込み用 GIS 制御・保護盤	組	2
	132/33 kV 変圧器用 GIS 制御・保護盤	組	2
	132 kV 母線連絡用 GIS 制御・保護盤	組	1
	取引用電力量計盤（電力量計は客先支給）	面	1
	遠方監視制御装置（RTU）	面	1
	SCADA システム（変電所内用）	式	1
	4) 33 kV GIS		
	33 kV 変圧器受電用 GIS	面	2
	33 kV 配電用 GIS	面	6
	33 kV 母線連絡用 GIS		
	33 kV 母線連絡用 GIS（CB）	面	1
	33 kV 母線連絡用 GIS（Bus raiser）	面	1
	33 kV 計器変圧器用 GIS	面	2
	33 kV 電力ケーブル	式	1
	33 kV リングメインユニット	式	1
	5) その他付帯設備		

区分	機材名	単位	数量	
	DC 110 V 用直流電源装置 (常用・予備方式、直流分電盤含む)	式	1	
	交流電源装置 (常用・予備方式、交流分電盤含む)	式	1	
	変電所接地設備	式	1	
	接地用変圧器 (所内用変圧器兼用)	台	2	
	非常用発電機	台	1	
	天井クレーン	式	1	
	その他制御ケーブル等	式	1	
	6) 土木建築工事			
	調達資機材 (132 kV 電力ケーブルサポート、132/33 kV 変圧器、接地用変圧器、非常用発電機) に係る基礎	式	1	
	制御棟 (132 kV GIS、制御・保護装置、33 kV GIS 用建屋)	棟	1	
	2. アカンバ変電所			
	1) 132 kV 送電線 T 分岐機材			
	132 kV 送電線ガントリー	式	1	
132 kV 送電線機材	式	1		
機材調達	3. 試験器具・保守用道具			
	変圧器絶縁油真空脱気装置 (タンク等含む)	組	1	
	変圧器絶縁油耐圧試験器	組	1	
	保護継電器試験器	組	1	
	SF6 ガスハンドリングプラント (ガス絶縁開閉装置用)	組	1	
	電力測定器	組	1	
	高所作業台	台	1	

④ プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトを我が国の無償資金協力で実施する場合、ナイジェリア側負担経費は約 1.00 億円と見積られる。このうち、ナイジェリア側が負担する主な事項は、移動式変電設備用地借上・塀撤去 (約 580 万円)、変電所内撤去作業 (約 450 万円)、既存 33 kV、11 kV ケーブル移設 (約 230 万円)、既存 132/33 kV 変圧器・防火壁・応急的開閉設備撤去作業 (620 万円)、移動式変電設備の撤去・新設塀の施工 (約 260 万円)、ガードマン (1,000 万円)、33 kV ケーブル接続替え (約 1,600 万円)、警官 (約 1,000 万円)、やぶの刈り払い・整地 (約 500 万円)、銀行口座開設手数料 (B/A) 及び代理支払手数料 (A/P) (約 300 万円)、貿易自由化税 (約 2,300 万円) である。本プロジェクトは B 国債案件として実施され、工期合計は 39 ヶ月である。

⑤ プロジェクトの評価

【妥当性】

以下に示す通り、本プロジェクトはナイジェリア国の開発計画や経済復興成長計画の実現に資するとともに、ナイジェリア国の住民に裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高いと判断される。

(1) 裨益人口

本計画の実施により、アパバ地区の住民約 22.3 万人 (National Population Commission of Nigeria, 2006 census) に対し、安定した品質の良い電力が供給される。

(2) 緊急性

現在、アパパロード変電所の 132kV GIS は故障により機能が完全に停止しているため、132 kV GIS の代替として、応急的に回路をバイパスしてガス遮断器等を設置し、仮受電の状態となっている。よって同変電所は本来必要とされる設備（保護装置・開閉装置・計器・監視制御盤）を欠いているため、系統保護機能・監視制御機能・保守性を失い、変電所としての役割を果たしていない。このためアパパロード変電所内部及び外部（送電系統）で事故が発生した場合、応急的な遮断器で対応するか、上位変電所のアカンバ変電所の系統保護機能で対応することとなり、事故が人身事故や広範囲な停電に発展する危険性がある。また同事故から復旧するまでの間、需要家側（ラゴス港、ティンキャンアイランド港、産業エリア、一般家庭、海軍施設）では長時間の停電となり、自家用発電機が使用されることとなる。結果として、港湾事業・産業・家庭生活は、自家用発電機の高コストな燃料による経済的な問題を抱えることになる。このため、本プロジェクトの緊急性は高い。

(3) ナイジェリア国の開発計画に資するプロジェクト

ナイジェリア国は国家開発計画「Nigeria Vision 20: 2020」において、インフラ整備（電力・運輸）を最優先課題の一つとして掲げている。またナイジェリア経済復興成長計画（ERGP : NIGERIA ECONOMIC RECOVERY & GROWTH PLAN 2017-2020）において、世界的に競争力のある経済の達成を戦略目標とし、ナイジェリア経済の競争性を阻害する要因の一つとして脆弱なインフラを挙げており、電力、道路、鉄道、港湾、インターネット（ブロードバンド）等のインフラへの投資の必要性を強調している。本プロジェクトは電力インフラの整備として、これらの開発計画に資するものである。

(4) 我が国の無償資金協力のスキーム

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

【有効性】

本プロジェクトの実施により期待される効果は、以下のとおりである。

(1) 定量的効果

成果指標	基準値（2017年）	目標値（2024年） 【事業完成3年後】
アパパロード変電所受電端電力量（GWh）	119	212
配電先需要家1軒あたりの事故停電回数（回/年）*1	132	80
配電先需要家1軒あたりの事故停電時間（時間/年）*1	1,228	400

*1：アカンバ変電所より上位系統の要因（発電所の発電電力不足を含む）による停電を除く。

(2) 定性的効果（プロジェクト全体）

現状と問題点	本プロジェクトでの対策 (協力対象事業)	プロジェクトの効果・改善程度
<p>1. 配電網からの電力供給は、停電が頻発し信頼性が低いため、港湾施設では停電時、バックアップとして自家用発電機が使用されている。自家用発電機は燃料コストが高いため、港湾運営において負担となっている。また停電による不安定な電力供給は港湾の生産性・効率を低下させ、国際競争力を低下させている。</p>	<p>アパパロード変電所の故障および老朽化した変電設備を更新し、アカンバーアパパロード送電線を1回線から2回線化して信頼性を向上させることで停電を減らす。</p>	<p>停電が減少するため、ラゴス港及びティンキャンアイランド港にて発電コストの高いディーゼル式自家用発電機の使用を減らすことにより、港湾運営が経済的に改善する。また停電の減少による電力供給の安定化から、港湾の生産性・効率が向上することで、貨物の荷揚げ・通関にかかる時間を短縮し、国際競争力は向上する。結果として港湾施設の貨物取扱量が増加し、ナイジェリア国の経済は成長する。</p>
<p>2. 配電網からの電力供給は、停電が多く不安定であるため、ほとんどの産業において自家用発電機が使用されている。ディーゼル式自家用発電機の場合、高い燃料コストにより製造コストが上昇し、産業の国際競争力は低下していき、事業撤退や従業員解雇へとつながり、結果的にナイジェリア国の産業が崩壊することとなる。また配電網からの供給電力は、産業の電力需要に対して、大幅に不足しているため、産業の成長を妨げ、ナイジェリア国の経済成長を阻害している。</p>	<p>アパパロード変電所の故障および老朽化した変電設備を更新し、アカンバーアパパロード送電線を1回線から2回線化して信頼性を向上させることで停電を減らす。また変圧器容量を増強することで供給電力を増加させる。</p>	<p>本プロジェクトによる電力供給の安定化は、産業の生産性・生産コストを改善し、国際競争力を向上させ、結果的にナイジェリア国の経済及び産業の復興に貢献する。</p>
<p>3. 頻発する停電により、一般家庭の多くは、小型のガソリン式自家用発電機をバックアップとして使用している。しかしながら自家用発電機の燃料費は高いため、低所得者の家計に大きな負担となっている。また不安定な電力供給は電気料金不払いの一因であり、電気料金回収率の低下から、発電所の運営資金が不足し、結果的に供給電力不足となり負のサイクルをつくっている。</p>	<p>アパパロード変電所の故障および老朽化した変電設備を更新し、アカンバーアパパロード送電線を1回線から2回線化して信頼性を向上させることで停電を減らす。</p>	<p>本プロジェクトによる停電の改善は、自家用発電機の使用を減らすことで、発電用燃料費の負担を軽減させ、特に低所得者層の家庭経済の改善に貢献する。また電力供給の安定化により、顧客満足度が向上し、電気料金回収率が改善する。</p>

現地調査結果概要

目 次

序文	
要約	
目次	
巻頭図／完成予想図／写真	
図表リスト／略語集	
第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクター及び対象サイトの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-1-1 電力セクターの現状と課題	1-1
1-1-1-2 電力需給状況	1-1
1-1-1-3 電力供給設備	1-2
1-1-2 開発計画	1-5
1-1-2-1 Nigeria Vision 20:2020	1-5
1-1-2-2 ナイジェリア経済復興成長計画（ERGP）	1-5
1-1-3 社会経済状況	1-5
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-7
1-3 我が国の援助動向	1-7
1-3-1 無償資金協力（電力セクター）	1-8
1-3-2 技術協力（電力セクター）	1-8
1-4 他ドナーの援助動向	1-9
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-2
2-1-3 技術水準	2-3
2-1-4 既存設備・機材	2-3
2-1-4-1 送電設備	2-3
2-1-4-2 変電設備	2-7
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-11
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-11
2-2-2 自然条件	2-13
2-2-2-1 位置及び地形	2-13
2-2-2-2 地質	2-13
2-2-2-3 気候	2-13
2-2-3 アパパロード変電所周辺の産業需要家の電力使用状況	2-15
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-1-1 上位計画との関連	3-1

3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-1
3-2-1	設計方針	3-1
3-2-1-1	基本方針	3-1
3-2-1-2	自然環境条件に対する方針	3-19
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-19
3-2-1-4	建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／ 商習慣に対する方針	3-20
3-2-1-5	現地業者、現地資機材の活用に係る方針	3-20
3-2-1-6	運営・維持管理に対する対応方針	3-20
3-2-1-7	施設・機材等のグレードの設定に係る方針	3-21
3-2-1-8	工法／調達方法、工期に対する方針	3-21
3-2-2	基本計画	3-22
3-2-2-1	全体計画	3-22
3-2-2-2	機材計画	3-24
3-2-3	概略設計図	3-49
3-2-4	施工計画／調達計画	3-49
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-49
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-50
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-50
3-2-4-4	施工管理計画／調達監理計画	3-52
3-2-4-5	品質管理計画	3-55
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-55
3-2-4-7	施工時の工事安全対策	3-56
3-2-4-8	初期操作指導・運用操作指導等計画	3-56
3-2-4-9	実施工程	3-56
3-3	相手国側分担事業の概要	3-58
3-4	課税項目と免税手続き	3-59
3-4-1	課税項目	3-59
3-4-2	免税手続き	3-62
3-5	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-67
3-5-1	基本方針（実施体制、要員）	3-67
3-5-2	日常点検と定期点検方針	3-68
3-6	プロジェクトの概略事業費	3-72
3-6-1	協力対象事業の概略事業費	3-72
3-6-2	運営・維持管理費	3-74
第4章	プロジェクトの評価	4-1
4-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4-1
4-3	外部条件	4-2
4-4	プロジェクトの評価	4-2
4-4-1	妥当性	4-2
4-4-2	有効性	4-5

添付資料

- A-1 調査団員リスト
- A-2 調査行程
- A-3 関係者（面会者）リスト
- A-4 討議議事録（M/D）
- A-5 概略設計図
- A-6 地形測量結果図（現地再委託）
- A-7 地質調査結果報告書（現地再委託）
- A-8 課税項目および免税措置調査報告書および免税情報シート

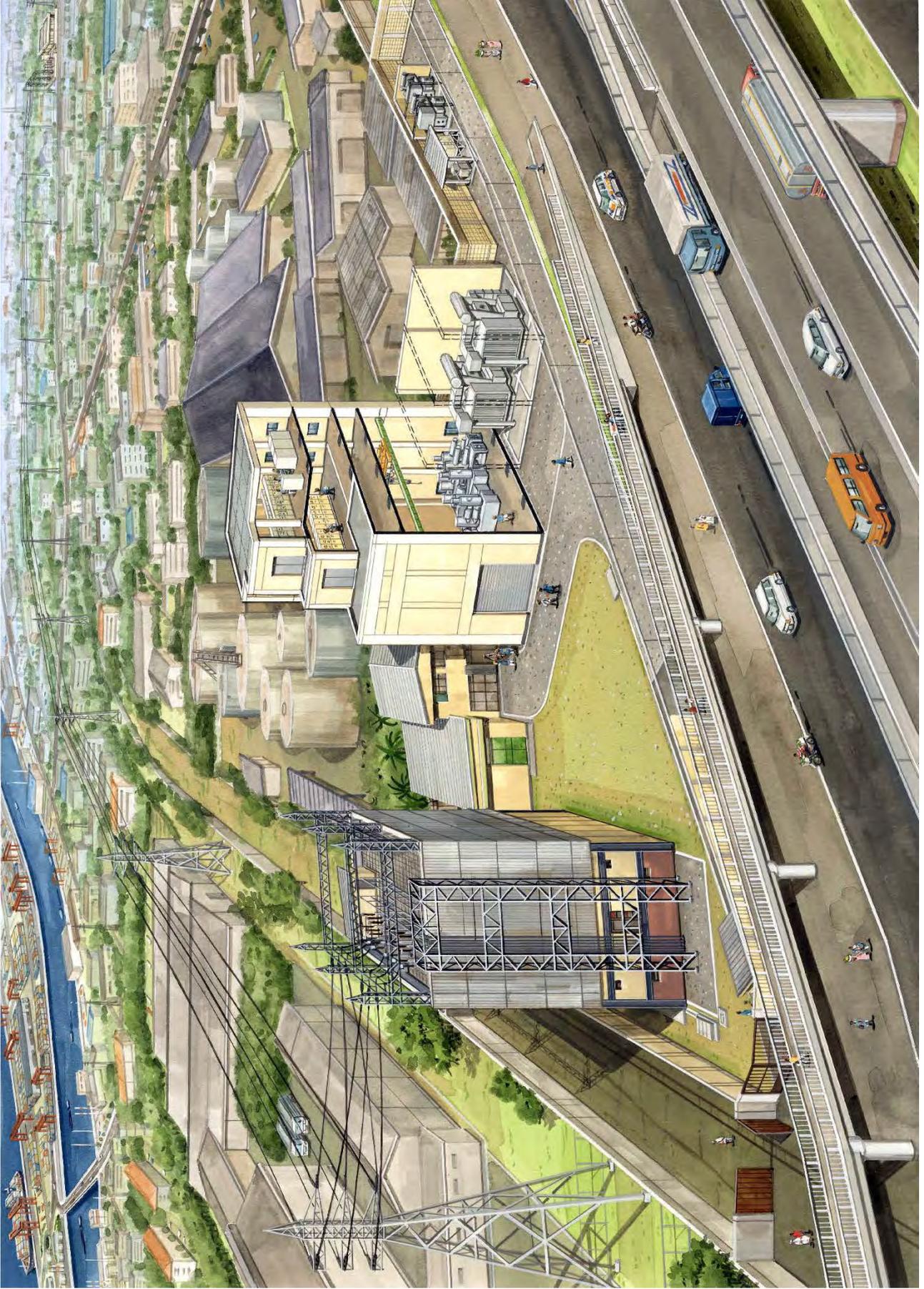


■ ナイジェリア全図



■ 要請サイト位置図

巻頭図：本計画対象位置図



完成予想図

調査対象地域の現況写真 (1/3)

アパパロード変電所



アパパロード変電所(建屋及び 132kV 引込鉄塔の様子)
アカンパ変電所より 132kV 送電線 (1 回線) にて接続されている。建屋 4 階の 132kV GIS は故障して使用されていない。アパパロード変電所周辺の一般需要家並びに工場に 11kV 及び 33kV で配電している。



アパパロード変電所 (構内の様子)
建屋屋上から見た構内の様子。本計画では、既存のコンテナ、非常用発電機小屋、キュービクル、車両等を撤去した後に、建屋 (132kV GIS、33kV GIS、制御盤等収納)、132/33kV 変圧器を新設する予定である。



アパパロード変電所 (132/33kV 変圧器の様子)
右から左に TR1、TR2、予備機。いずれも 35 年を経過し油漏れを生じており良好な状態ではない。本計画では、電力需要に見合った容量の変圧器に更新する予定である。



アパパロード変電所 (屋上 132kV 機器の様子)
建屋の屋上に 132kV 機器 (計器用変圧器、避雷器) が設置されている。本計画では、新規の 132kV GIS にケーブル接続をする為に 132kV ケーブルヘッドを屋上に設置する予定である。



アパパロード変電所 (132kV GIS の様子)
建屋 4 階に設置されている 132kV GIS は 2012 年に故障した後は運用されていない。本計画では、変電所の信頼性を復旧する目的で新設の建屋内に 132kV GIS を更新する予定である。



アパパロード変電所 (制御室の様子)
建屋の 2 階に変電所制御室があり運転員が 1 時間毎に変電所の記録用紙に記録を取っている。制御盤は 35 年経過し良好の状態とはいえない。本計画では、新設の建屋内に制御盤を更新する予定である。

調査対象地域の現況写真（2/3）

アパパロード変電所及び周辺の様子



アパパロード変電所（継電器盤の様子）

建屋2階の制御室の裏に132kV変電設備の継電器盤が設置されている。継電器盤は35年経過し良好の状態とはいえない。本計画では、新設の建屋内に継電器盤を更新する予定である。



アパパロード変電所（33kV配電盤の様子）

別棟に33kV配電盤が設置され、アパパ周辺の工場等に33kV配電線で電力を供給している。本計画では、新規の33kV配電盤から既存の33kV配電盤にケーブルで接続する計画である。



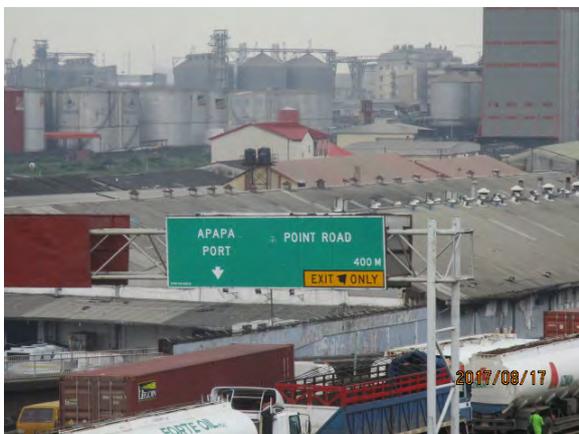
アパパロード変電所（建屋、132/33kV変圧器予定地）

35年を経過し老朽化した接地変圧器（2台）及び使用されていないキュービクル等を撤去した跡に建屋（132kV GIS、33kV GIS及び制御盤収納）、132/33kV変圧器を設置する予定である。



アパパロード変電所（接地変圧器予定地）

本計画では、変電所北側の空き地に新規の接地変圧器（2台）を設置する予定である。



アパパロード変電所周辺の様子

アパパロード変電所の周辺には大口需要工場（製粉、味の素、即席ラーメン等）が立ち並び、電気は自家発電設備に依存している。ラゴス港への渋滞は慢性的である。



アパパロード変電所付近の町の様子

アパパロード変電所付近の町は商店や民家がひしめき合っている。配電会社より11kV配電線にて一般需要家に電力が供給されている。

調査対象地域の現況写真 (3/3)

アカンバ変電所の様子



アカンバ変電所 (アパパロード回線用鉄塔の様子)

現在、アカンバ変電所のオジョ-2 ベイからアパパロード変電所とアモウオドフィン変電所に T 分岐して、この 132kV 送電線にてアパパ変電所に 1 回線で接続されている。



アカンバ変電所 (オジョ-1 ベイの様子)

本計画では、オジョ-1 ベイからアパパロード変電所とアモウオドフィン変電所に T 分岐して、左写真の鉄塔に 132kV の架線を接続し、2 回線にてアパパロード変電所に接続する計画である。



アカンバ変電所 (オジョ-1 ベイの様子)

本計画では、オジョ-1 ベイの引出し線から分岐し上写真の鉄塔に接続する予定である。



アカンバ変電所 (資材置場の様子)

アパパロード変電所の構内には資材置場の用地が確保できないのでアカンバ変電所内構内の資材置き場を使用する計画である。

図表リスト

第1章

図 1-1-1	ナイジェリア送電系統の構成図.....	1-4
図 1-1-2	名目 GDP の産業別割合（2016 年）.....	1-6
表 1-1-1	ナイジェリアの電力需要.....	1-2
表 1-1-2	発電設備一覧（既設・建設中・契約済み）.....	1-3
表 1-1-3	ナイジェリアの社会経済指標.....	1-6
表 1-1-4	国家開発計画（Nigeria Vision 20: 2020）の数値目標.....	1-7
表 1-3-1	我が国の電力セクターの無償資金協力事業の概要.....	1-8
表 1-3-2	我が国の援助により実施された技術協力.....	1-8
表 1-4-1	送電設備への投資のためのドナー等からの借入金.....	1-9
表 1-4-2	世界銀行支援によるラゴス地域変電所のリハビリ概要.....	1-9

第2章

図 2-1-1	TCN の組織図.....	2-1
図 2-1-2	アパパロード変電所に接続する送電線.....	2-4
図 2-1-3	アカンバーアパパロード送電線の接続状況.....	2-5
図 2-1-4	アカンバ変電所での 1 回線 T 分岐.....	2-5
図 2-1-5	アカンバーアパパロード送電線のジャンパー接続部.....	2-6
図 2-1-6	TCN によるアカンバーアパパロード送電線の巡視記録.....	2-7
図 2-1-7	既設 132 kV GIS.....	2-8
図 2-1-8	仮設開閉設備.....	2-9
図 2-1-9	稼働中の変圧器の状態.....	2-10
図 2-2-1	アパパロード変電所までの資機材輸送経路.....	2-12
図 2-2-2	アパパロード変電所の道路アクセス.....	2-12
図 2-2-3	アパパロード変電所の浸透式下水枿.....	2-13
図 2-2-4	ラゴス州月平均気温（平年値）.....	2-14
図 2-2-5	ラゴス州月平均最高気温（平年値）.....	2-14
図 2-2-6	ラゴス州月平均最低気温（平年値）.....	2-14
図 2-2-7	ラゴス州降雨量（平年値）.....	2-15
図 2-2-8	ラゴス州月平均風速（平年値）.....	2-15
図 2-2-9	ラゴス州落雷発生日数（平年値）.....	2-15
表 2-1-1	TCN の収支.....	2-2
表 2-1-2	TCN の営業費用及び一般管理費の内訳（2015 年）.....	2-2
表 2-1-3	TCN が GIS の運用経験を有する変電所（ラゴス地域）.....	2-3
表 2-1-4	アカンバ変電所とアパパロード変電所間の送電線仕様.....	2-4
表 2-1-5	アパパロード変電所の既存設備.....	2-7
表 2-1-6	既設変圧器仕様.....	2-9
表 2-1-7	33 kV 開閉設備の不具合.....	2-10

表 2-2-1	ラゴス州月平均気温（平年値）	2-14
表 2-2-2	ラゴス州月平均最高気温（平年値）	2-14
表 2-2-3	ラゴス州月平均最低気温（平年値）	2-14
表 2-2-4	ラゴス州降雨量（平年値）	2-15
表 2-2-5	ラゴス州月平均風速（平年値）	2-15
表 2-2-6	ラゴス州落雷発生日数（平年値）	2-15

第3章

図 3-2-1	アパパロード変電所の変圧器最大負荷実績 （2015年1月～2017年7月）	3-2
図 3-2-2	TR1変圧器負荷	3-3
図 3-2-3	TR2変圧器負荷	3-3
図 3-2-4	ナイジェリアの電力系統	3-6
図 3-2-5	ラゴス州主要系統	3-7
図 3-2-6	現状系統の潮流	3-10
図 3-2-7	ラゴス系統の事故電流の現状	3-11
図 3-2-8	潮流解析結果（2021年）	3-13
図 3-2-9	アカンバーアパパロード線の電圧潮流状況	3-13
図 3-2-10	アパパロード変電所近傍の事故電流	3-14
図 3-2-11	安定度解析結果	3-15
図 3-2-12	アパパロード変電所周辺系統の潮流状況（2025年）	3-16
図 3-2-13	アカンバーアパパロード線の電圧潮流状況	3-16
図 3-2-14	アカンバ変電所最終負荷時のアカンバーアパパロード線の電圧潮流状況	3-17
図 3-2-15	アパパロード変電所近傍の事故電流	3-17
図 3-2-16	アジャ変電所エリアコントロールセンターの組織図	3-21
図 3-2-17	事業実施関係図	3-54
図 3-2-18	事業実施工程	3-57
図 3-5-1	送変電設備の維持管理の基本的な考え方	3-67
図 3-5-2	ラゴス地域の保守管理組織	3-68
表 3-2-1	配電会社別のピーク電力の伸び率	3-4
表 3-2-2	アパパロード変電所将来負荷予測	3-5
表 3-2-3	アパパロード変電所将来負荷予測	3-5
表 3-2-4	ラゴス系統の送電設備	3-7
表 3-2-5	ラゴス州の変電設備	3-9
表 3-2-6	安定度解析条件	3-14
表 3-2-7	既設変圧器の仕様	3-18
表 3-2-8	気象条件	3-22
表 3-2-9	132kV系統電気方式	3-23
表 3-2-10	基本計画の概要	3-25

表 3-2-1 1	アパパロード変電所 日本側が調達・納入する機材の仕様一覧表	3-26
表 3-2-1 2	設計荷重（日本建築設計基準）	3-49
表 3-2-1 3	施設設計条件	3-49
表 3-2-1 4	負担事項区分	3-51
表 3-2-1 5	請負業者側業務従事体制	3-54
表 3-4-1	取引種類と税率	3-62
表 3-5-1	日常点検項目	3-69
表 3-5-2	ガスしゃ断器の定期点検項目	3-70
表 3-5-3	断路器の定期点検項目	3-70
表 3-5-4	変流器・変成器の定期点検項目	3-70
表 3-5-5	避雷器の定期点検項目	3-70
表 3-5-6	保護盤・制御盤の定期点検項目	3-71
表 3-5-7	直流電源装置の定期点検項目	3-71

第4章

表 4-4-1	港湾施設を利用する日系企業	4-4
表 4-4-2	定量的効果	4-5
表 4-4-3	定性的効果（プロジェクト全体）	4-6

略 語 集

AC	Alternating Current (交流)
ACSR	Aluminum Conductor Steel Reinforced (鋼心アルミより線)
AFD	Agence Française de Developpement (フランス開発庁)
AfDB	African Development Bank (アフリカ開発銀行)
BIL	Basic Insulation Level (基準衝撃絶縁強度)
CB	Circuit Breaker (遮断器)
CIF	Cost, Insurance and Freight (CIF)
CISS	Comprehensive Import Supervision Scheme Charge (包括輸入監督スキーム課金)
CIT	Companies Income Tax (法人税)
CT	Current Transformer (変流器)
CVT	Capacitor Voltage Transformer (コンデンサ形計器用変圧器)
DC	Direct Current (直流)
Disco	Distribution Company (配電会社)
EC	Employee Compensation (従業員総報酬)
ECOWAS	Economic Community Of West African States (西アフリカ諸国経済共同体)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
ERGP	Economic Recovery & Growth Plan (経済復興成長計画)
EPSERP	Economic and Power Sector Reform Program (経済電力セクター改革プログラム)
ETLS	ECOWAS Trade Liberalisation Scheme (ECOWAS 自由貿易スキーム)
FIRS	Federal Inland Revenue Service (連邦内国歳入庁)
FMF	Federal Ministry of Finance (連邦財務省)
FMPWH	Federal Ministry of Power, Works and Housing (連邦電力・公共事業・住宅省)
FOB	Free on Board (本船甲板渡し条件)
FY	Fiscal Year (会計年度)
G/A	Grant Agreement (贈与契約)
GCB	Gas Circuit Breaker (ガス遮断器)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
Genco	Generation Company (発電会社)
GIS	Gas Insulated Switchgear (ガス絶縁開閉装置)
IEC	International Electro Technical Commission (国際電気標準会議規格)
ISO	International Organization for Standardization (国際標準化機構)
ITF	Industrial Training Fund (産業訓練基金)
IV	Polyvinyl Chloride Insulated Wires
JCS	Japanese Cable Maker's Association Standard (日本電線工業会規格)
JEC	Japanese Electrotechnical Committee (電気規格調査会)
JEAC	The Japan Electric Association (日本電気協会)
JEM	The Japan Electrical Manufacturers' Association (日本電機工業会)
JICA	Japan International Cooperation Agency (独立行政法人 国際協力機構)

JIS	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
LCD	Liquid Crystal Display (液晶ディスプレイ)
LED	Light Emitting Diode (発光ダイオード)
LTC	Load Tap Changer (負荷時タップ切替装置)
NO	Normal Open (ノーマルオープン)
NC	Normal Close (ノーマルクローズ)
NCS	Nigeria Customs Service
M/D	Minutes of Discussions (協議議事録)
MDS	Main Distribution System (主配線系統)
MCCB	Molded Case Circuit Breaker (配線用遮断器)
MO	Market Operator (TCN の電力市場運用部門)
NBC	National Building Code (ナイジェリア全国建築基準法)
NBET	Nigeria Bulk Electricity Trading Plc (電力取引所)
NEGIP	Nigeria Electricity and Gas Improvement Project (ナイジェリア電気・ガス改善計画)
NEPA	National Electric Power Authority (国家電力公社)
NHF	National Health Fund (国民健康基金)
NHIS	National Health Insurance Scheme (国民健康保険スキーム)
NIPP	National Integrated Power Project (総合国家電力事業)
NPA	Nigeria Port Authority (ナイジェリア港湾局)
O&M	Operation and Maintenance (運営保守)
ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
OJT	On the Job Training (実地訓練)
ONAF	Oil Natural Air Forced (油入風冷方式)
ONAN	Oil Natural Air Natural (油入自冷却式)
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries (石油輸出機構)
PCB	Poly Chlorinated Biphenyl (ポリ塩化ビフェニル)
PHCN	Power Holding Company of Nigeria (ナイジェリア電力持株会社)
PLC	Power Line Communication (高速電力線通信)
PSRIP	Power Sector Recovery Implementation Program (電力部門回復推進プログラム)
PVC	Polyvinyl Chloride (ポリ塩化ビニル)
RTU	Remote Terminal Unit (遠方監視制御装置)
SBIR	States Board of Internal Revenue (内国収入に係る州委員会)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition System (遠方監視制御システム)
SF ⁶	Sulfur Hexafluoride (六フッ化硫黄)
SI Units	International System of Units (国際単位系)
SO	System Operation (TCN の系統運用部門)
S/S	Substation (変電所)
TCN	Transmission Company of Nigeria (ナイジェリア送電公社)
TCS	Trouble Call System (非常時呼出システム)
TI	Temporary Importation (一時輸入)

TITFA	Tertiary Education Trust Fund (第三期教育信託基金)
TR	Transformer (変圧器)
TSP	Transmission Services Provider (TCN の送電部門)
VAT	Value Added Tax (付加価値税)
VCB	Vacuum Circuit Breaker (真空遮断器)
WB	World Bank (世界銀行)
WHT	Withholding Tax (源泉徴収税)
XLPE	Cross-linked Polyethylene (架橋ポリエチレン)

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクター及び対象サイトの現状と課題

1-1-1 現状と課題

1-1-1-1 電力セクターの現状と課題

ナイジェリアは、約1.87億人の人口（2016年国連人口白書）を擁し、最新の経済統計によればアフリカ最大の経済大国となっている。ナイジェリア政府は2009年に国家開発計画「Nigeria Vision 20: 2020」を策定、2020年までに経済規模で全世界の上位20位入りを目指している。このビジョンでは、更なる社会・経済発展に向け躍進していくために必要となるインフラ整備の内、特に電力セクターを重点政策として位置付けている。

電力セクターにおいては、過去に電力供給設備の維持管理、更新、新設が十分に行われてこなかった結果、潜在する電力需要に対して供給能力が圧倒的に不足し、計画停電が日常的に行われている上に、全系統停電となる事故も頻繁に発生している。このような状況に対してナイジェリア政府は、余剰原油会計（Excess Crude Account）を活用して火力発電所や送電線を建設する、総合国家電力事業（National Integrated Power Project：NIPP）を実施、更に電力セクターの効率化や政府による投資負担の軽減を目的として、電力セクターの民営化を推進している。

しかしながら、経済成長とそれに伴う電力需要の伸びとは裏腹に、ナイジェリアの電力供給は不安定な状態が続いており、経済の活性化や投資促進に対する足かせとなっていることから、電力供給の安定化が急務となっている。

1-1-1-2 電力需給状況

ナイジェリア全国のピーク電力は、表1-1-1に示す通り2005年から2016年の間で年平均3.2%の伸び率を記録している。過去最大のピーク電力は2016年に記録された5,074 MWであるが、2016年に実施された地方需要調査に基づく推定では、2016年のピーク電力は9,571 MWとなり、潜在的な電力需要の約半分しか供給されていないことになる。開発途上国の電力需要のGDP弾性値は一般的に1.2~2.0であり、ナイジェリアの2005年~2014年の間のGDP伸び率は平均6.9%であることから、この間の電力需要は8%~14%/年の伸び率になると予想される。しかし、実際の伸び率は3.2%/年であり、このことからナイジェリアにおける電力供給の実績は、本来あるべき需要を下回っていることが推測される。

表 1-1-1 ナイジェリアの電力需要

年	ピーク電力		
	実績	推定値	供給未達
	MW	MW	MW
2005	3,577	4,222	645
2006	3,508	4,756	1,248
2007	3,445	5,004	1,559
2008	3,166	5,473	2,307
2009	3,104	5,942	2,838
2010	3,717	6,411	2,694
2011	4,058	6,942	2,884
2012	4,288	7,631	3,343
2013	4,228	7,961	3,733
2014	4,299	8,563	4,264
2015	4,880	9,237	4,357
2016	5,074	9,571	4,497
伸び率 2016/05	3.2%	7.7%	19.3%

[出所] 実績は TCN の供給実績、推定値は Transmission Expansion Plan (世銀/Fichtner) で実施された 2016 年の地方需要調査をベースとした JICA 調査団の推定値

1-1-1-3 電力供給設備

(1) 発電設備

既設、建設中、契約済み発電所の一覧を表 1-1-2 に示す。2017 年時点での既設の発電設備については、発電所の定格出力の合計は 12.5 GW (12,500 MW) であるが、メンテナンスやリハビリによる出力低下があるため、現状の発電可能出力は 8 GW 程度となっている。現在建設中の発電設備が運転を開始し、メンテナンス、リハビリが完了すれば、2018 年に 12.1 GW の発電出力が達成できると見込まれる。ただし、現実にはガス供給の制約、及び送配電容量の制約があるため、発電可能出力を全て活用することが困難となっている。

表 1-1-2 発電設備一覧（既設・建設中・契約済み）

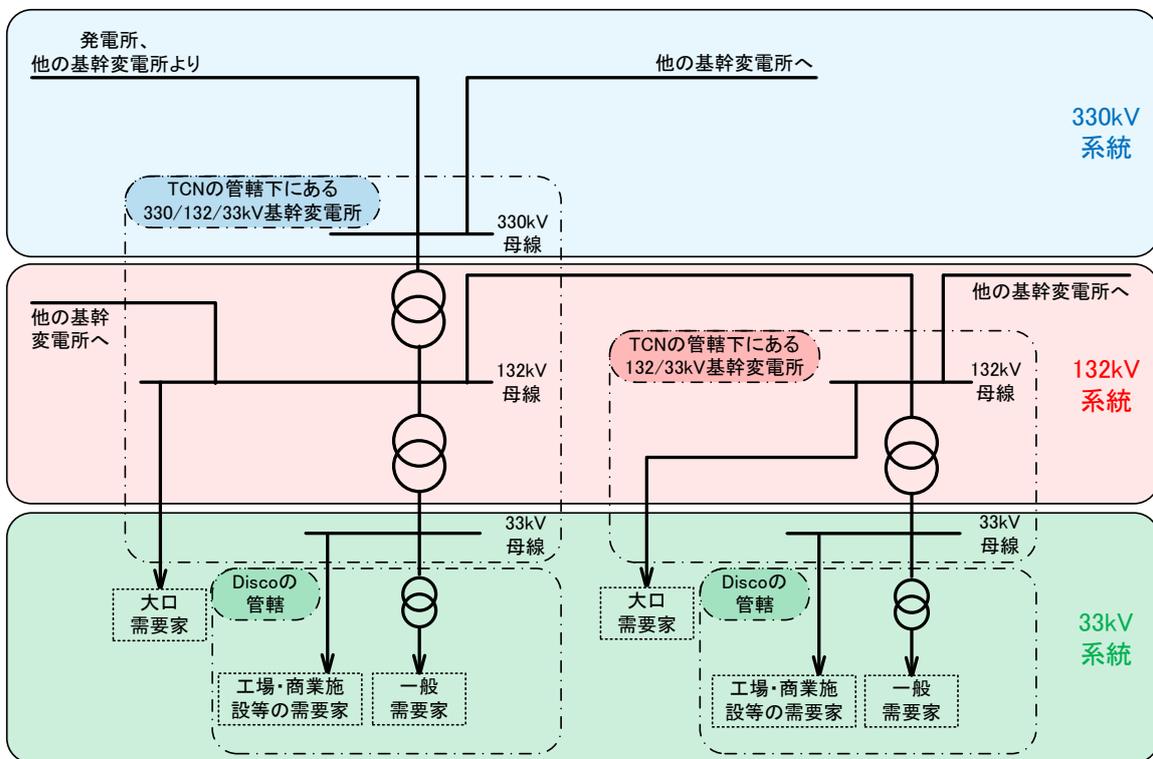
発電所名	発電方式	運転年	ユニットNo.	単機出力 (MW)	発電所出力 (MW)	型式	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
KAINJI - G7-10	水力	1978	4	80	320	水車	160	320	320	320	320	320	320	320	320
KAINJI - G5-6	水力	1968	2	120	240	水車	0	240	240	240	240	240	240	240	240
KAINJI - G11-12	水力	1976	2	100	200	水車	100	200	200	200	200	200	200	200	200
JEBBA	水力	1983-88	6	101	607	水車	506	607	607	607	607	607	607	607	607
SHIRORO	水力	1990	4	150	600	水車	450	600	600	600	600	600	600	600	600
EGBIN	ガス	1985-1987	6	220	1320	蒸気タービン	880	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320
SAPELE	ガス	1990	6	88	528	GT単体	450	528	528	528	528	528	528	528	528
DELTA II - GT3-8	ガス	2002	6	24	143	GT単体	95	95	95	95	95	95	95	95	95
DELTA III - GT9-14	ガス	2005	6	24	143	GT単体	143	143	143	143	143	143	143	143	143
DELTA IV - GT15-20	ガス	1990	6	99	594	GT単体	297	297	297	297					
AFAM IV - GT13-18	ガス	1982	6	88	528	GT単体									
AFAM V - GT19-20	ガス	2002	2	138	276	GT単体									
GEREGU FGN 1	ガス	2007	3	138	414	GT単体	414	414	414	414	414	414	414	414	414
OMOTOSHO I	ガス	2007	8	42	335	GT単体	335	335	335	335	335	335	335	335	335
OLORUNSOGO I	ガス	2007	8	42	335	GT単体	293	335	335	335	335	335	335	335	335
GEREGU NIPP 1	ガス	2013	3	148	444	GT単体	444	444	444	444	444	444	444	444	444
SAPELE OGORODE 1	ガス	2011	4	113	454	GT単体	113	454	454	454	454	454	454	454	454
ALAOJI - NIPP	ガス	2013-14	4	120	480	GT単体	240	240	480	480	480	480	480	480	480
OLORUNSOGO II	ガス	2011	4	126	504	GT単体	126	504	504	504	504	504	504	504	504
OLORUNSOGO II	ガス	2012	2	127	254	蒸気タービン	127	254	254	254	254	254	254	254	254
OMOTOSHO II	ガス	2012	4	126	505	GT単体	505	505	505	505	505	505	505	505	505
CALABAR / ODUKPAI	ガス	2015	5	113	565	GT単体	113	113	113	113	113	113	113	113	113
IHOVBOR (EYAEN)	ガス	2013-14	4	113	452	GT単体	339	452	452	452	452	452	452	452	452
OKPAI IPP	ガス	2005	2	150	300	GT単体	300	300	300	300	300	300	300	300	300
OKPAI IPP	ガス	2005	1	150	150	蒸気タービン	150	150	150	150	150	150	150	150	150
AFAM VI - ST1	ガス	2005	1	230	230	蒸気タービン	230	230	230	230	230	230	230	230	230
AFAM VI - GT11-13	ガス	2009	3	166	498	GT単体	498	498	498	498	498	498	498	498	498
IBOM 1	ガス	2009	1	42	42	GT単体	42	42	42	42	42	42	42	42	42
IBOM 1	ガス	2016	1	40	40	GT単体	40	40	40	40	40	40	40	40	40
IBOM 1	ガス	2010	1	114	114	GT単体	114	114	114	114	114	114	114	114	114
AES BARGE	ガス	2002	9	31	279	GT単体	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OMOKU IPP	ガス	2006	6	25	150	GT単体	75	150	150	150	150	150	150	150	150
TRANS-AMADI IPP	ガス	2010	4	25	100	GT単体	25	100	100	100	100	100	100	100	100
RIVERS IPP	ガス	2012	1	191	191	GT単体	191	191	191	191	191	191	191	191	191
GBARAIN - GT2 NIPP	ガス	2016	1	112	112	GT単体	112	112	112	112	112	112	112	112	112
PARAS ENERGY	ガス		6	9	52	GT単体	52	52	52	52	52	52	52	52	52
既設発電所小計							7,960	10,380	10,620	10,620	10,323	10,323	10,323	10,323	10,323
ALAOJI 2+ NIPP	ガス	2021	1	285	285	GT単体					285	285	285	285	285
GBARAIN / UBIE I	ガス	2017	2	113	226	GT単体	226	226	226	226	226	226	226	226	226
SAPELE ROT	ガス	2018	1	150	150	GT単体		150	150	150	150	150	150	150	150
SAPELE ROT	ガス	2018	1	150	150	GT単体		150	150	150	150	150	150	150	150
EGBEMA I - NIPP	ガス	2018	1	113	113	GT単体		113	113	113	113	113	113	113	113
EGBEMA I - NIPP	ガス	2018	1	113	113	GT単体		113	113	113	113	113	113	113	113
EGBEMA I - NIPP	ガス	2018	1	113	113	GT単体		113	113	113	113	113	113	113	113
KADUNA IPP	ガス	2018	1	215	215	GT単体		215	215	215	215	215	215	215	215
OMOKU - NIPP	ガス	2018	1	113	113	GT単体		113	113	113	113	113	113	113	113
OMOKU - NIPP	ガス	2018	1	113	113	GT単体		113	113	113	113	113	113	113	113
AZURA	ガス	2018		450	450	GT単体		450	450	450	450	450	450	450	450
GURARA	水力	2017	2	15	30	水車	30	30	30	30	30	30	30	30	30
DADIN KOWA	水力	2020	1	39	39	水車				39	39	39	39	39	39
建設中発電所小計							256	1,786	1,786	1,786	2,071	2,071	2,071	2,071	2,071
BONNY+(MOBIL) (QIPP)	ガス	2026	4	130	520	GT単体									
OMA POWER GENERATION COMPANY LTD	ガス	2023	3	150	450	GT単体							450	450	450
PROTON	ガス	2023	2	172	344	GT単体								344	344
PROTON	ガス	2023	1	156	156	GT単体								156	156
CENTURY IPP*	ガス	2022	4	124	496	GT単体						496	496	496	496
BRESSON Nigeria Ltd	ガス	2024	2	45	90	GT単体				90	90	90	90	90	90
ZUMA	石炭	2022-2031	4	300	1200	蒸気タービン					300	300	600	600	600
Cummins Power Gen. LTD.	ガス	2023	1	150	150	GT単体							150	150	150
MAMBILLA	水力	2026-2033	10	305	3050	水車									
ZUNGERU	水力	2023-2025	4	150	600	水車							300	450	600
契約済み発電所小計							0	0	0	0	90	886	1,786	2,736	2,886
既設+建設中+契約済み合計							8,216	12,166	12,406	12,406	12,484	13,280	14,180	15,130	15,280

[出所] TCN

(2) 送電設備

民営化が推進されている電力セクターの中でも、ナイジェリアの送電事業は、連邦電力・公共事業・住宅省（Federal Ministry of Power, Works and Housing: FMPWH）の管轄下にあるナイジェリア送電公社（Transmission Company of Nigeria : TCN）が運営しており、送電線と変電所の運用・維持管理、系統運用、電力取引管理を担っている。

送電系統は 330 kV 送電系統と 132 kV 送電系統により構成されており、330 kV が全国の基幹系統、132 kV が地域基幹系統に採用されている。系統変電所の電圧階級は 330 kV、132 kV、33 kV を基準とし、33 kV の配電用送り出し点までを TCN が管轄し、その先は民営化された配電会社（Disco）の所掌となる。図 1-1-1 にナイジェリアの送電系統の基本構成を示す。



[出所] JICA 調査団

図 1-1-1 ナイジェリア送電系統の構成図

ナイジェリアでは、石油やガスを産出する南部のナイジェーデルタ地域に全発電設備の 7 割が存在する一方、北部地域には電源が存在しない。従って、南部から北部に向けて長距離送電を行うことから、中部、北部地域では著しい電圧降下が生じている。また、主な系統構成としては、主要な発電所や変電所から放射状に送電線が伸びる「放射状系統」となっており、設備事故発生時に迂回ルートが無く、信頼性の低い系統構成となっている。前述の通り発電設備容量は至近年で大幅に増加する見通しであるが、送電容量の増強が発電容量の伸びに追いつかないため、送電設備の強化が急務となっている。

1-1-2 開発計画

1-1-2-1 Nigeria Vision 20:2020

ナイジェリア政府は国家開発計画「Nigeria Vision 20:2020」において、インフラ整備（電力・運輸）を最優先課題の一つとして掲げている。「Nigeria Vision 20:2020」では、「長期的な経済と開発戦略において、安定した信頼性のある電気の利用が、民間の継続的な経済成長へのカギとなる」と示している。

1-1-2-2 ナイジェリア経済復興成長計画（ERGP）

2014年中頃から継続する原油価格の下落により、ナイジェリアでは2016年の第二四半期から景気後退に見舞われた。2011年から2015年の平均4.8%の高い経済成長は、比較的高い原油価格と石油消費の拡大によって支えられたが、輸出と外貨収入の95%以上を原油に依存し続け、経済の多様化が遅れたこと、更にはナイジェーデルタ地域における生産妨害を含む原油セクターの課題が、国庫歳入と外貨収入の減少及び景気後退に対抗する財政運営能力の低下を招いている。

このような状況を打開し、ナイジェリア経済を再生するため、ブハリ政権は2017年2月にナイジェリア経済復興成長計画（ERGP：NIGERIA ECONOMIC RECOVERY & GROWTH PLAN 2017-2020）を策定した。ERGPでは、経済復興と成長を達成するため、三つの戦略目標を設定している。即ち、(1) 成長の回復、(2) 国民への投資、(3) 世界的に競争力のある経済の達成、である。(3) 世界的に競争力のある経済の達成においては、ナイジェリア経済の競争性を阻害する要因の一つとして脆弱なインフラを挙げており、電力、道路、鉄道、港湾、インターネット（ブロードバンド）等のインフラへの投資の必要性を強調している。

ERGPでは、優先実施事項として以下の5項目が挙げられている。

- ① マクロ経済環境の安定化
- ② 農業と食品の安全確保
- ③ 十分なエネルギー供給の確保（電力及び石油製品）
- ④ 運輸交通インフラの改善
- ⑤ 中小企業に焦点を当てた産業化の推進

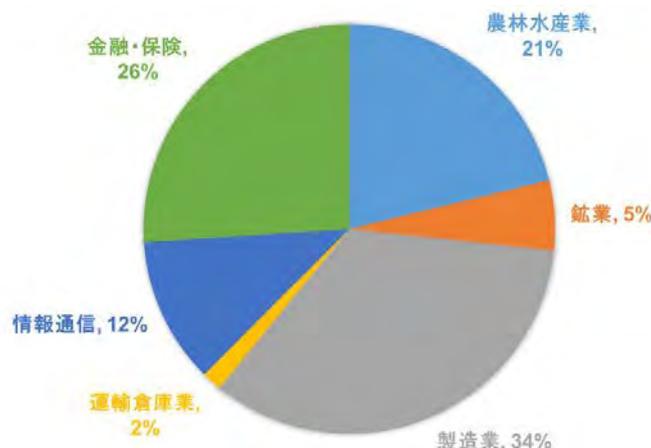
上記の③に関して電力セクターでは、2020年までに10GWの電力供給能力を達成するという目標が設定されている。

1-1-3 社会経済状況

ナイジェリアは国土面積92.4万km²、人口1.87億人（2016年国連人口白書）を擁するアフリカ最大の連邦国家であり、北部のサブサハラ気候の半乾燥地帯や南部の湿地帯というように特徴的に気候風土が大別されている。ナイジェリアには250以上の民族が居住し、宗教分布としては、イスラム教徒が約50%、キリスト教が約40%、伝統的宗教が約10%で、北部に行くほどイスラム教色が強くなる。また公用語としては英語が使用されている。

ナイジェリアは石油輸出国機構（OPEC）の加盟国中で第7位の産油量を誇るアフリカ最大

の産油国であるが、2014 年中頃からの原油価格の低迷により近年は経済成長が鈍化し、2016 年にはマイナス成長 (-1.54%) を記録した。図 1-1-2 に示す通り、2016 年の名目 GDP を産業別に見ると、製造業が 34% と最も大きな割合を占めており、次いで金融・保険業が 26%、農林水産業が 21%、その他のサービス業が 19% と、比較的バランスの取れた産業構造となっている。



[出所] ナイジェリア国家統計局

図 1-1-2 名目 GDP の産業別割合 (2016 年)

表 1-1-3 にナイジェリアの経済指標を示すが表 1-1-4 に示すとおり、国家開発計画「Nigeria Vision 20: 2020」では、2020 年までに名目 GDP 最低 9,000 億米ドルを目標とし、1 人あたりの GDP を 4,000 米ドル以上にすることで国民の生活水準を改善し、ナイジェリアが世界経済の上位 20 位以内に入ることを目指している。この目標を達成するために、ナイジェリアの経済は 2009 年から 2020 年までの期間に年間 13.8%¹の経済成長を達成しなければならず、中期的には農業、産業分野が経済を牽引するものの、2018 年以降にはサービス産業中心の経済への移行が進むものと予想されている。

表 1-1-3 ナイジェリアの社会経済指標

指標	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
実質GDP(10億ナイラ、基準年:2010年)	37,475	39,996	42,922	46,013	49,856	55,469	58,180	60,670	63,943	67,977	69,781	68,705
実質GDP成長率(%)	7.01	6.73	7.32	7.20	8.35	11.26	4.89	4.28	5.39	6.31	2.65	-1.54
名目GDP(10億ナイラ)	22,270	28,662	32,995	39,158	44,286	55,469	63,713	72,600	81,010	90,137	95,178	102,704
国民一人当たりGDP(US\$)	1,245	1,591	1,823	2,234	1,959	2,365	2,583	2,798	3,042	3,268	2,763	2,211
人口(百万人)	136	140	144	148	152	156	160	165	169	174	179	184

[出所] International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, April 2017

¹ 表 1-1-4 にて、Vision20 のベース年 (2009 年) の GDP が 2,120 億米ドルであり、2020 年に 9000 億米ドル程度の GDP を達成するためには、年間 13.8% (2009 年から 2020 年の 11 年間にて、 $1.138^{11} \times 2120 \approx 9000$) の GDP 成長が必要となる。

表 1-1-4 国家開発計画 (Nigeria Vision 20: 2020) の数値目標

項目	基準	2015年	2020年
名目GDP	2,120 (億米ドル)	>4,000 (億米ドル)	>9,000 (億米ドル)
経済構造 (農業:工業:サービス)	42.1:23.8:34.1	-	3-15:30-50:45-75
農業生産性	2009年	3倍増加	6倍増加
国内製油能力	445,000bpd	750,000bpd	1,500,000bpd
対外国為替ノンオイル寄与度	5:95	20:80	40:60
対GDP工業生産寄与度	<4%	10%	25%
現地品	N/A	50%	70%
GDPの民間融資率	17%	30%	45%
一人当たりの鉄消費量	<10kg	40kg	100kg

[出所] ナイジェリア国家開発計画を基に JICA 調査団にて作成

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

ナイジェリアの経済の中心地であり急速な拡大を続けるラゴス州は、人口約 900 万人（出所：2006 年国勢調査）を擁する当国最大の港湾都市である。ラゴス州の最大電力需要は現在 1,250 MW であるが、平均電力供給は 650 MW（出所：ラゴス州電力委員会）であり、絶対的に電力が不足する中で、過負荷による強制停電が送電系統の各所で頻発しており、また設備の維持管理不足により全系統停電となる事故も発生している。ラゴス州のアパパロード変電所は、ナイジェリアのコンテナ輸入量の 40%（出所：National Bureau of Statistics）を占める同国最大港湾のラゴス港を含む港湾施設や、周辺産業地域及び一般家庭に電力を供給している。しかし発電能力の不足に加えて、同変電所の変電容量不足による電力供給不足から、港湾業務や産業活動に支障をきたしており、変圧器容量の増設が急務である。また、同変電所では、35 年経過した系統保護・監視制御の機能を持つガス絶縁開閉装置（以下、「132 kV GIS」という）が、老朽化により 2012 年に故障・停止しており、応急対応として使用しているしゃ断器に短絡焼損事故等のトラブルが発生した場合、系統設備に甚大な損傷を与え、長期の停電を伴うリスクが高まっている。長期の停電による港湾や周辺産業への影響は甚大なため、132 kV GIS 設備の復旧が急務である。

ナイジェリア政府は、国家開発計画「Nigeria Vision 20: 2020」において、インフラ整備（電力・運輸）を最優先課題の一つとして掲げている。ラゴス変電設備緊急復旧・増強計画（以下、「本プロジェクト」という）は、変圧器の増設及び 132 kV GIS 設備の復旧を行うものであり、送配電網の電力インフラ整備として、国家開発計画の優先事業に位置付けられている。

上記状況を踏まえ、ナイジェリア政府はラゴスにおける電力の安定供給を目的としたアパパロード変電所改修に係る支援を日本国政府に対し要請した。

1-3 我が国の援助動向

西アフリカ諸国経済共同体 (ECOWAS) 加盟国として外交的なプレゼンスを強め、アフリカ最大の経済大国となったナイジェリアと域内他国の発展や外交的な関係の強化を見据え、我が国はエネルギー資源確保の安定化と日系企業の貿易・投資助長の観点からも、ナイジェリアとの関係維持が重要であると位置付け、以下の援助方針を打ち出している。

- 援助の基本方針（大目標）：持続的な経済・社会発展の促進
 重点分野（中目標）：①基幹インフラの整備

②都市部を中心とした社会開発の推進

上記中目標のうち、「①基幹インフラの整備」の中では、「経済活動の活発化や投資促進に対するボトルネックともなっている電力分野において、電力供給の増強及び安定化に貢献する」と掲げ、電力セクターの包括支援に向けた案件形成・実施を進めている。セクター開発の基盤強化のため「電力開発計画アドバイザー」（2012-2013年度）を派遣し、開発計画への技術的な助言や新規案件形成を行い、2015年度からは「電力マスタープラン策定プロジェクト」（2015-2017年度予定）を通じ先方政府の能力強化を支援している。また、発・送電の大型案件に対しては円借款を中心とした案件形成を強化し、発電能力増加と安定的な電力供給を推進する方針である。

1-3-1 無償資金協力（電力セクター）

ナイジェリアの電力セクターへの無償資金協力としては、持続的な社会経済開発のための基盤整備として2000年から2008年に亘り、地方電化事業を実施している。これらの事業は、ナイジェリア政府が掲げる電化目標達成に資するため、電化率の低い地方部の電化を進めるものである。過去の無償資金協力事業の概要を表1-3-1に示す。

表 1-3-1 我が国の電力セクターの無償資金協力事業の概要

案件名	E/N 締結日	E/N 額（億円）	対象地域
地方電化計画（1/3期）	2000年11月21日	12.00	ナサラワ州
地方電化計画（2/3期）	2001年8月7日	6.53	バウチ州
地方電化計画（3/3期）	2002年7月11日	16.28	ゴンベ州 ボルノ州
クロスリバー州及びアクワ・イボム州地方電化計画（1/3期）	2006年6月22日	9.32	クロスリバー州 アクワ・イボム州
クロスリバー州及びアクワ・イボム州地方電化計画（2/3期）	2007年8月16日	8.99	
クロスリバー州及びアクワ・イボム州地方電化計画（3/3期）	2008年7月11日	5.74	
ジェバ水力発電所緊急改修計画	2011年4月11日	19.90	ナイジャ州
太陽光を活用した クリーンエネルギー導入計画	2012年5月16日	9.80	連邦首都区
アブジャ変電設備緊急改修計画	2016年2月11日	13.17	連邦首都区、 ナサラワ州

[出所] 外務省ホームページ、JICA 調査団

1-3-2 技術協力（電力セクター）

これまで、ナイジェリアの電力セクターに対して実施された技術協力は、表1-3-2に示すとおりである。

表 1-3-2 我が国の援助により実施された技術協力

実施年度	案件名	案件概要
2004年～2006年	太陽エネルギー利用 マスタープラン調査	太陽エネルギー利用に関するマスタープラン及び、各種提言の作成を通じて、ナイジェリア政府に対し太陽エネルギー利用促進のための方策を策定し、太陽エネルギー利用促進に関し主要な役割を担う組織の能力強化を行うもの。
2012年～2013年	電力開発計画 アドバイザー	連邦電力省をカウンターパート機関とし、同省の電力政策や新規・既往案件について技術的な助言を行うと共に、同省の政策立案・実施能力の強化の支援を行うもの。

実施年度	案件名	案件概要
2015年～2017年 (実施中)	電力マスタープラン策定支援プロジェクト	FMPWH、ナイジェリア送電公社をカウンターパート機関として、長期的な電力開発計画の策定、並びにカウンターパートの能力強化を支援するもの。

[出所] JICA 調査団

1-4 他ドナーの援助動向

表 1-4-1 に送電インフラへの設備投資のためのドナー等からの借入金を示す。アフリカ開発銀行、ユーロボンドの資金は、主に実施中プロジェクトの資金不足を補うために使用されることとなっている。

表 1-4-1 送電設備への投資のためのドナー等からの借入金

資金源	金額 (百万米ドル)
アフリカ開発銀行 (African Development Bank : AfDB)	100
(Economic and Power Sector Reform Program : EPSERP)	50
世界銀行 (World Bank : WB)	108
(Nigeria Electricity and Gas Improvement Project : NEGIP)	60
ユーロボンド (Euro Bond)	136
フランス開発庁 (Agence Française de Développement : AFD)	170
合計	624

[出所] Transmission Company of Nigeria (2014.3) "Appraisal of Transmission Projects"

世界銀行は上記に加えて、全国の送変電設備の改修のために 485 百万米ドルの追加融資を行っている。同融資により改修される予定となっているラゴス地域の変電所を表 1-4-2 に示す。

表 1-4-2 世界銀行支援によるラゴス地域変電所のリハビリ概要

変電所名	コンポーネント	予算 (US\$百万)
Ijora	変圧器の増容量 (2×100 MVA) 132/33 kV 変電機器、施設のリハビリ	4.95
Lekki	1×300 MVA、330/132 kV 変圧器 2×100 MVA、132/33 kV 変圧器 しゃ断器及び周辺機器のリハビリ	4.95
Alagbon	1×300 MVA、330/132 kV 変圧器 2×100 MVA、132/33 kV 変圧器 しゃ断器及び周辺機器のリハビリ	9.46
Aja	1×150 MVA、330/132 kV 変圧器 1×100 MVA、132/33 kV 変圧器 GIS の完全修復	13.20
Alausa	1×100 MVA、132/33 kV 変圧器 しゃ断器及び周辺機器のリハビリ	2.42
Akoka	GIS の完全修復	7.7
Amowu Odofin	GIS の完全修復	7.7
Itire	GIS の完全修復	7.7
Otta	2×100 MVA、132/33 kV 変圧器 しゃ断器及び周辺機器のリハビリ	4.455
Maryland	2×100 MVA、132/33 kV 変圧器 しゃ断器及び周辺機器のリハビリ	4.95
Egbin	制御・保護パネルの交換、制御室のリハビリ、しゃ断器及び周辺機器のリハビリ	8.8

[出所] TCN

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

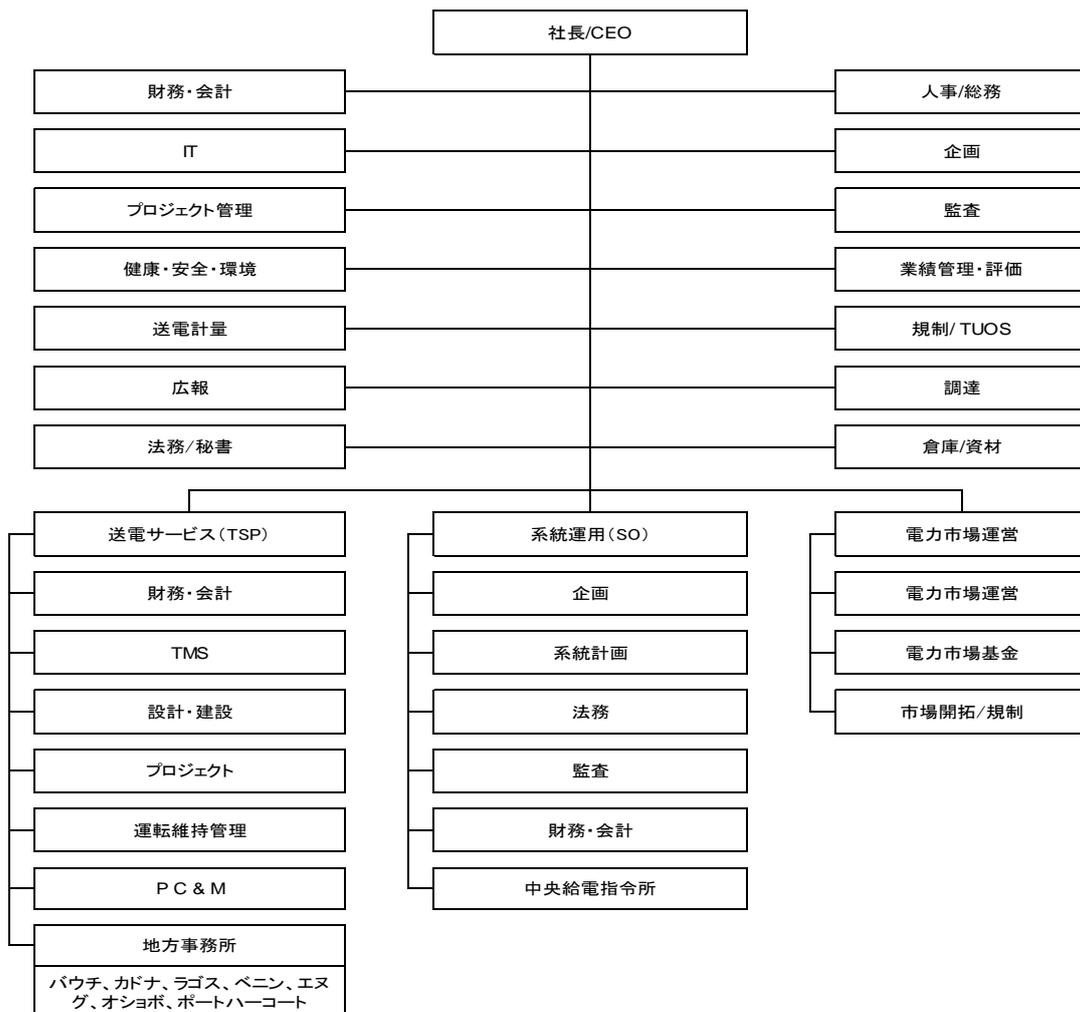
第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

2005年に施行された電力セクター改革法（Electric Power Sector Reform Act：EPSRA）に基づき国家電力公社（National Electric Power Authority：NEPA）の資産、権利義務、従業員等を引き継ぐ組織として、2005年5月にナイジェリア電力持株会社（Power Holding Company of Nigeria：PHCN）が設立された。その後、PHCN傘下の事業については、民間資本の参入を目的とし、11社の発電会社（Gencos）、11社の配電会社（Discos）、及び1社の送電公社（TCN）に分割された。このうちGenco及びDisco各社については、51%～100%の株式を民間に売却し、民営化された。TCNについては現在も国が株式を100%所有する公社となっている。

TCNの職員数は2014年12月時点で3,592名であり、送電部門（Transmission Service Provider：TSP）に997名、系統運用部門（System Operator：SO）に58名、電力市場運用部門（Market Operator：MO）に264名が所属している。TCNの組織図を図2-1-1に示す。



[出所] TCN（2017年8月時点）

図 2-1-1 TCNの組織図

2-1-2 財政・予算

TCN の 2013 年から 2015 年の収支を表 2-1-1 に示す。同期間の収支は赤字基調となっているが、2015 年は支出が前年と同等で収入が前年比 36% 増となったため、赤字幅が大きく減少している。表 2-1-2 に 2015 年の営業費用及び一般管理費の内訳を示すが、電力市場基金からの未回収金である不良債権が営業費用と一般管理費の合計の 50% を占めており、TCN の収支を圧迫する大きな要因となっている。

需要家から最終的な電気料金を徴収する役割を果たす配電会社の料金回収率は 50% 程度に留まっており、配電会社は電力卸売会社 (NBET: Nigerian Bulk Electricity Trading PLC) から購入した電力に対して 1/4 程度の料金しか支払っていないため、配電会社に電力を供給する TCN、発電会社は慢性的な赤字に陥っている。このような状況を改善するため、ナイジェリア政府は 2017 年 3 月に Power Sector Recovery Implementation Program (PSRIP) の実施を決定した。PSRIP では、ナイジェリア中央銀行から 7 兆ナイラの資金を拠出し、累積赤字を一掃した上で、5 年間で徐々に電気料金を引き上げて電力セクターの資金の流れを確実なものとする計画である。

表 2-1-1 TCN の収支

単位：1,000 ナイラ

項目	2013	2014	2015	
収入の部	営業収入	36,307,213	50,365,852	72,792,084
	その他収入	904,321	2,146,977	1,218,835
	財務収入	2735720	2,529,854	1,072,503
	合計	39,947,254	55,042,683	75,083,422
支出の部	営業費用	17,846,126	16,206,183	15,525,341
	一般管理費	45,267,834	65,704,663	65,857,877
	財務費用	431,096	2,069,821	5,749,898
	合計	63,545,056	83,980,667	87,133,116
税引き前利益/損失	-23,597,802	-28,937,984	-12,049,694	
税金	2,858,902	2,798,498	-2,860,026	
税引き後利益/損失	-26,456,704	-31,736,482	-9,189,668	

[出所] TCN, Audited Financial Statement 2014-2015

表 2-1-2 TCN の営業費用及び一般管理費の内訳 (2015 年)

費目	金額 (1,000 ナイラ)
給与	16,630,122
会計監査費	35,000
宿泊費	623,746
賃料	4,279
旅費・交通費	552,955
定期購読費	73,645
車両維持管理費	450,974
技術サービス料	895,410
不良債権	40,575,694
コンサルタント料	915,929
一般管理費	4,440,975
減価償却費 (一般管理費)	659,148
減価償却費 (営業費用)	12,221,709
修理・メンテナンス	3,303,632
合計	81,383,218

[出所] TCN, Financial Statement 2015

2-1-3 技術水準

実施機関であるナイジェリア送電公社（Transmission Company of Nigeria：TCN）は、全国の変電所及び送電網の運転維持管理を安定的に行っており、系統運用については一定の技術水準を有していると考えられる。表 2-1-3 に示すように、TCN は本プロジェクトの対象地域であるラゴス州の変電所において、33 kV GIS 及び 132 kV GIS の運用実績を有している。TCN はこれまでの運用経験から本プロジェクトで調達される機材を活用するために必要な運転維持管理に係る技術的能力を有していると考えられる。

表 2-1-3 TCN が GIS の運用経験を有する変電所（ラゴス地域）

変電所	所在地	公称電圧
アジャ変電所	Area-1 ラゴス	132 kV
アジャ変電所	Area-1 ラゴス	33 kV
イジョラ変電所	Area-1 ラゴス	132 kV

[出所] ナイジェリア送電公社の情報を基に JICA 調査団にて作成

一方で、本プロジェクトの対象となるアパパロード変電所においては、システムオペレーターが 24 時間交代で運転管理を行っており、メンテナンス要員も配置されているが、現状では変電設備の日常点検は十分に行われていない。このため、日常のメンテナンスを含めた運転維持管理システムの見直しをすることにより、変電設備の運転維持管理能力を向上させる必要性が高いと考えられる。

本協力対象事業において調達を予定している 132 kV ガス絶縁開閉装置は、TCN が既に保有している 132 kV 開閉設備と内部構造が異なるものの、操作方法、系統保護機能等、運転維持管理の上で必要となる技術は、これまでナイジェリアで適用されてきた機材の技術水準を大幅に超えるものではない。

従って、運営・維持管理を担当する TCN は、本計画で調達予定の変電設備の運転・維持管理能力を保有していると考えられる。しかしながら、TCN の技術者及び運転・保守要員が 132 kV ガス絶縁開閉装置に関する技術を十分理解していないことも考えられることから、本計画の工事期間中に日本側技術者により、当該設備の運用・保守点検に関する OJT を実施すると共に、必要な交換部品、試験器具、保守用工具及び運転・維持管理マニュアルを供与し、供用開始後の運転・維持管理体制についても提案する。

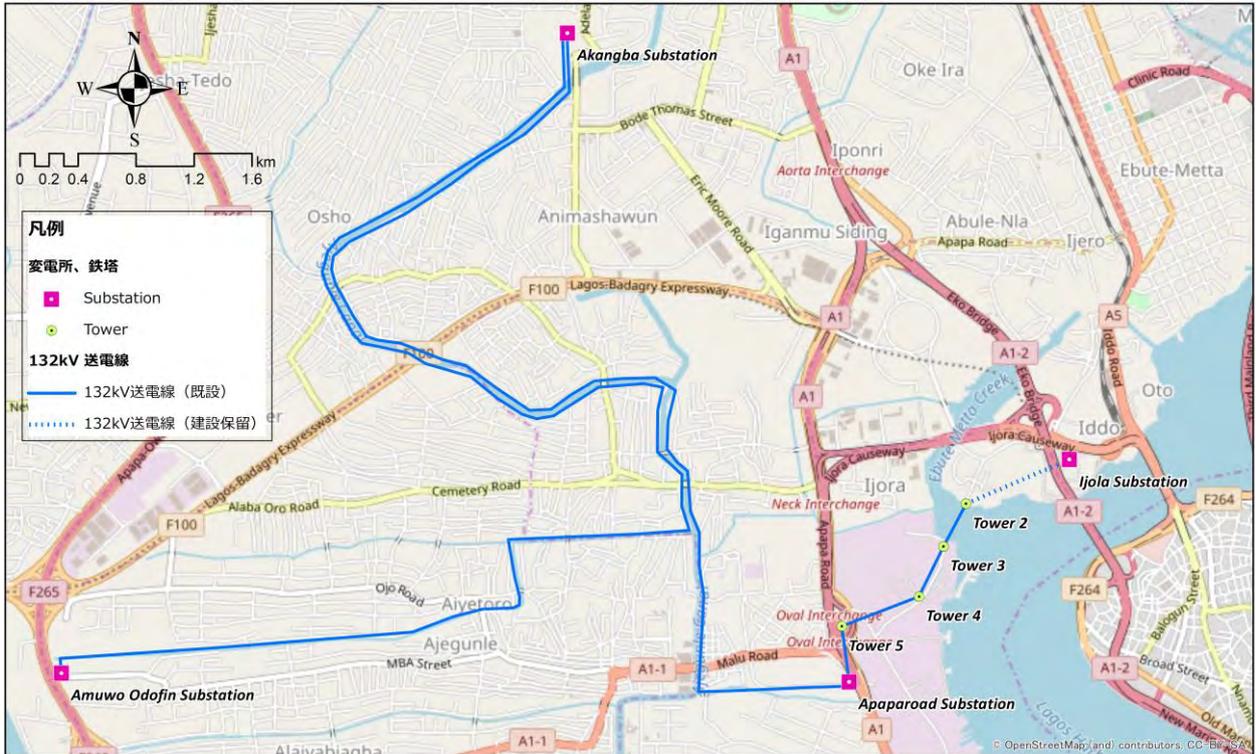
2-1-4 既存設備・機材

2-1-4-1 送電設備

(1) 送電線接続状況

アパパロード変電所に接続されている送電線は 4 回線あり、アカンバ変電所とアパパロード変電所間の送電線（アカンバーアパパロード送電線）が 2 回線、イジョラ変電所とアパパロード変電所間の送電線（イジョラーアパパロード送電線）が 2 回線となっている。アパパロード変電所はアカンバーアパパロード送電線の内、現状では 1 回線のみから受電しており、残りの 1 回線は同変電所建設当初から受電されていない。イジョラーアパパロード送電線の 2 回線はアパパロード変電所からラグーンを横断した区間までの送電線は完成しているが、

その先のイジョラ変電所までの区間（0.8 km）は未完成で長期間保留となっている。現在、同送電線は 33 kV の配電線として一時的に使用されている。



[出所] TCN

図 2-1-2 アパパロード変電所に接続する送電線

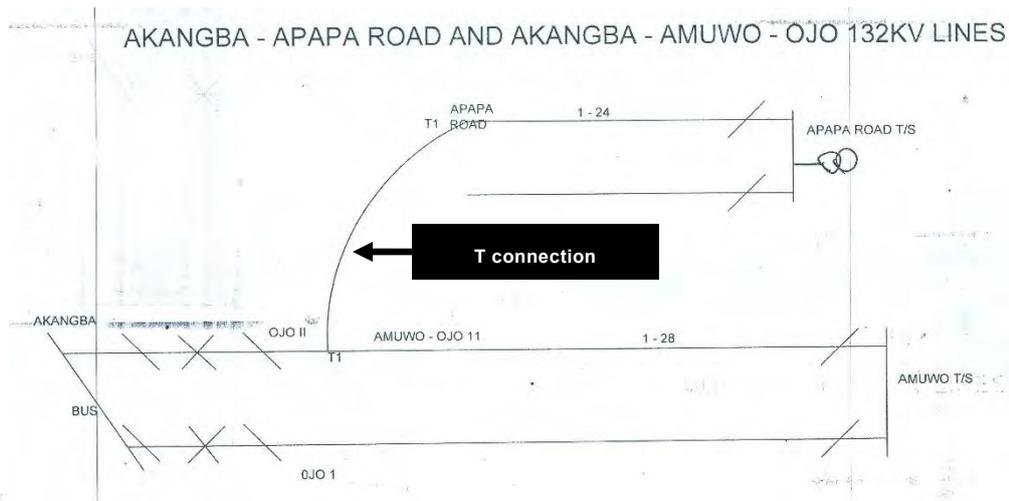
アパパロード変電所に接続されている送電線の仕様は、表 2-1-4 に示す通り。

表 2-1-4 アカンバ変電所とアパパロード変電所間の送電線仕様

項目	仕様
型式	ACSR, Wolf
導体サイズ	150 mm ²
熱容量 (A)	400
送電線互長 (km)	8.3
回線数	2

[出所] TCN

アパパロード変電所に接続されているアカンバーアパパロード送電線の接続状況は図 2-1-3 のようになっている。アカンバ変電所にて、アカンバーアパパロード送電線と、アカンバ変電所とアモウオドフィン変電所間の送電線（アカンバーアモウオドフィン送電線）とで、図 2-1-4 のように 1 回線のみ T 分岐にて接続されている。このため 1 台のしゃ断器でアカンバーアパパロード送電線とアカンバーアモウオドフィン送電線を共用している。またアモウオドフィン変電所の先にはオジョ変電所があり、TCN ではこの共用している 2 回線を、アカンバーオジョ 2 としている。



[出所] TCN

図 2-1-3 アカンバーアパパロード送電線の接続状況



図 2-1-4 アカンバ変電所での1回線T分岐

アパパロード変電所の 132 kV GIS が故障する以前の同変電所建設当初より、図 2-1-4 の接続状況は変わっておらず、アカンバーアパパロード送電線 1 回線とアカンバーアモウオドフィン送電線 1 回線が、アカンバ変電所にて、T 分岐にて接続されている。同様に 1 台のしゃ断器でアカンバーアパパロード送電線とアカンバーアモウオドフィン送電線を共用している。

(2) 送電線劣化状況

アカンバーアパパロード送電線は、図 2-1-5 のようにアパパロード変電所手前の鉄塔にて、2 回線同士をジャンパー線で接続しており、2 回線とも 132 kV で充電され問題なく運用されている。このため現在使用されていない 1 回線の絶縁性は保たれているとみられる。

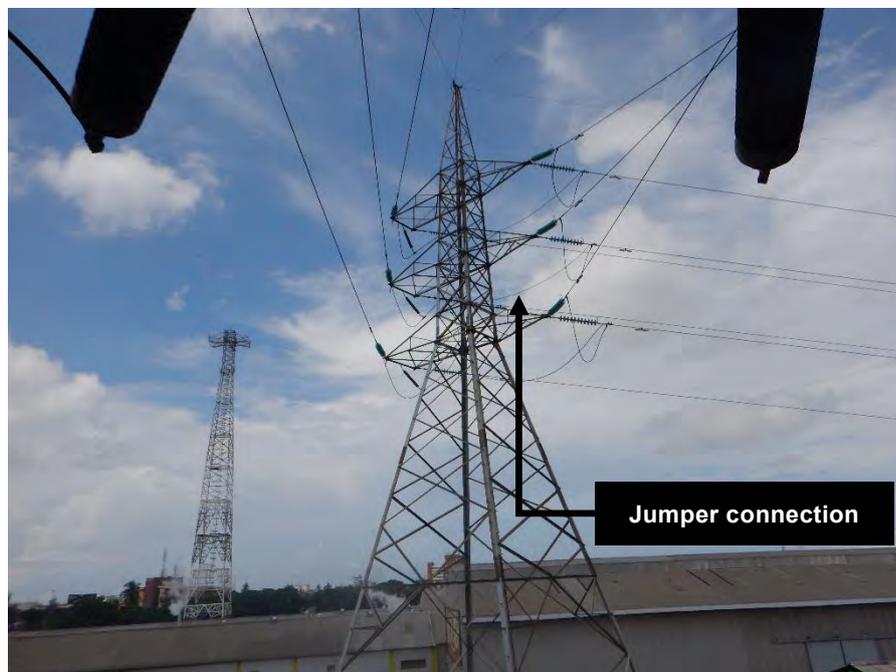


図 2-1-5 アカンバーアパパロード送電線のジャンパー接続部

同送電線の健全性確認のため、TCN が毎月行っている送電線の巡視記録（障害物接触、送電設備状態の目視確認等）を確認した。図 2-1-6 にアカンバーアパパロード送電線の巡視記録を示す。8.3 km の送電線は 24 基の鉄塔（耐張 10 基・懸垂 14 基）で構成され、送電線ルート上には建造物と人家が多く在り、一部に植物密集地帯も確認される。鉄塔については、全鉄塔において、鉄塔構造とがいしの健全性が確認された。よって本協力対象事業で、同送電線を 2 回線にて使用することは可能とみられる。

SUB REGION	LINE NAME	TOWER NUMBERS	TERAIN	TYPE OF TOWER		TOTAL NUMBER OF TOWER	LENGTH IN KILOMETREN (KM)	TYPE OF CIRCUIT	CONDUCTOR TYPE	CONDUCTOR SIZE	REMARK
				TENSION	SUSPENSION						
AJAH SUB REGION	AKANGBA – APAPA 132KV LINE	1-2	BUILT UP AREAS i.e RESIDENTIAL/HUMAN HIBITATION	10	14	24 TWENTY FOUR	8.3	DOUBLE CIRCUIT	BEAR	250mm ² ACSR	
		2-3		TEN	FOURTEEN						
		3-4									
		4-5									
		5-6									
		6-7									
		7-8									
		8-9									
		9-10									
		10-11									
		11-12									
		12-13									
		13-14									
		14-15		THICK VEGETATION							
		15-16	BUILT UP AREAS i.e RESIDENTIAL/HUMAN HIBITATION								
		16-17									
		17-18									
		18-19									
		19-20									
		20-21									
		21-22									
				22-23							
		23-24									

[出所] TCN

図 2-1-6 TCNによるアカンバーアパロード送電線の巡視記録

2-1-4-2 変電設備

(1) 既設の変電設備及び開閉設備の概要

アパロード変電所は現在、アカンバ変電所から 132 kV 1 回線で受電し、132/33 kV 変圧器 2 台で 33 kV に降圧した電力を配電会社や需要家に供給している。アパロード変電所の既存設備を表 2-1-5 に示す。同変電所の既存設備は建設後 35 年以上経過し老朽化しており、電気設備の更新時期を迎えている。

表 2-1-5 アパロード変電所の既存設備

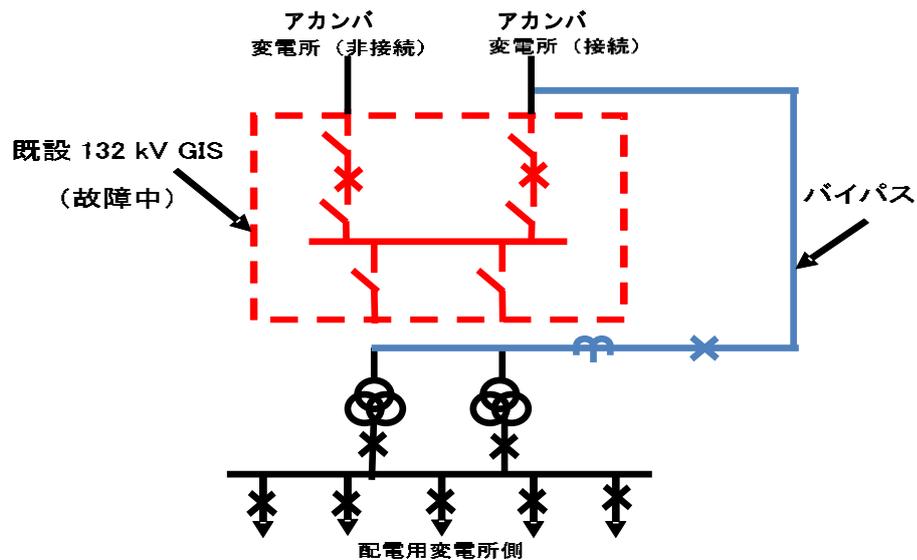
No.	機材名	仕様	数量	製造年	使用状況
1	制御建屋 1F				
1-1	132/33 kV 制御盤	セミグラフィック	1 面	1972 年	停止
1-2	132 kV 継電器盤	自立垂直型	4 面	1972 年	停止
1-3	電力計盤 (TR 1, TR 2)	自立垂直型	2 面	1972 年	稼働中
1-3	警報器盤	自立垂直型	2 面	1972 年	停止
1-4	直流分電盤	自立垂直型 : DC110 V	2 面	1972 年	稼働中
1-5	交流分電盤	自立垂直型 : AC220 V	2 面	1972 年	稼働中
2	制御建屋 2F				
2-1	MDS 通信盤	自立垂直型	3 面	1972 年	稼働中
2-2	通信バッテリー	棚据付 ; DC50 V	1 組	1972 年	稼働中
3	制御建屋 3F				
3-1	132 kV GIS	Feeder/Bus:1,250/1,600 A	2 組	1978 年	停止
3-2	132 kV GIS 制御盤	自立垂直型	4 面	1978 年	停止
4	制御建屋 屋上				
4-1	ブロッキングコイル	F;100-500 kHz,Z : 125 ohm	2 台	1972 年	稼働中
4-2	CVT	145 kV、132/√3 kV	2 組	1972 年	稼働中
4-3	避雷器	120 kV,10 kA	2 組	1972 年	稼働中
5	屋外				
5-1	132/33 kV 変圧器	ONAN: 30 MVA	1 台	1972 年	停止

No.	機材名	仕様	数量	製造年	使用状況
5-2	132/33/11 kV 変圧器(TR 1)	ONAF: 45/30/20 MVA	1 台	1974 年	稼働中
5-3	132/33/11 kV 変圧器(TR 2)	ONAF: 45/30/20 MVA	1 台	1978 年	稼働中
5-4	33/11/0.2 kV、接地変圧器	ONAN:300 KVA,ZNyn1	1 台	2010 年	稼働中
5-5	33/11/0.2 kV、接地変圧器	ONAN:160 kVA,ZNyn1	1 台	1978 年	稼働中
5-6	132 kV ガスしゃ断器	145 kV,1,600A,40 kA	1 組	2000 年	稼働中
5-7	132 kV ガスしゃ断器	145 kV,3,150A,40 kA	1 組	2002 年	稼働中
5-8	避雷器	120 kV,10 kA	1 組	1972 年	稼働中
6	33 kV Switchgear 室				
6-1	33 kV Switchgear	36 kV,1,250 A、31.5 kA	12 面	2011 年	稼働中

[出所] JICA 調査団

(2) 既設132 kV GIS

既設 132 kV GIS は現在故障しているため、図 2-1-7 及び図 2-1-8 のように、屋外変圧器の前に仮設開閉設備を設置して、監視制御建屋屋上から架空線により仮設開閉設備にバイパスして接続している。既設 132 kV GIS は密閉性が損なわれており、封入ガス (SF6) の漏れが大きいと絶縁性が低下し、短絡や地絡事故が発生するため、現在使用されていない。既設 132 kV、GIS は相分離母線方式を採用しているため三相一括母線方式に比べ、ガスシール箇所が多く母線スペースも大きい。



[出所] JICA 調査団

図 2-1-7 既設 132 kV GIS

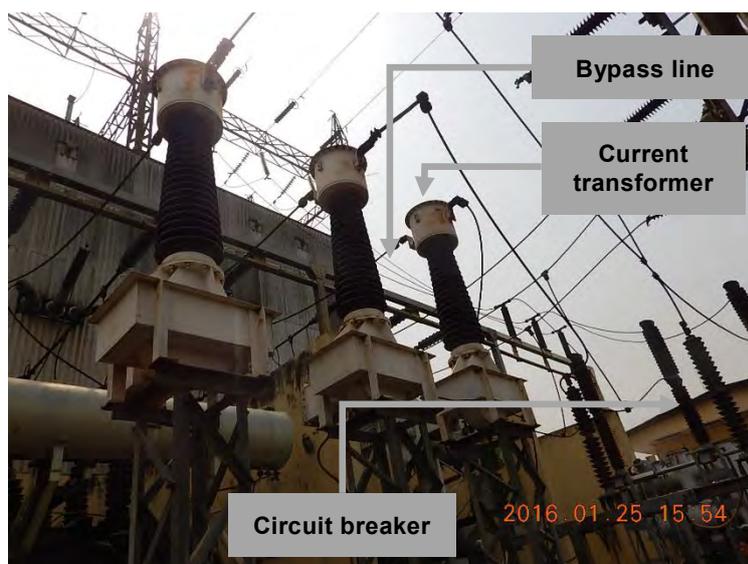


図 2-1-8 仮設開閉設備

(3) 変圧器

稼働中の既設屋外変圧器は2台 (TR 1, TR 2) であり、3巻変圧器 (132/33/11 kV) となっている。また予備機として2巻線変圧器1台が設置されている。表 2-1-6 に変圧器の仕様を示す。稼働中の変圧器は2次巻線の33 kVのみ使用しており、3次巻線の11 kVは現状使用していない。変電所の運転員によると、同変圧器は直近の1年間は正常に稼働運転しており、特に異常は発生していない。しかし図 2-1-9 のように、稼働中の変圧器はフィンが黒ずんでフィン廻りからの油漏れがあり、また経年劣化から定格出力 69 MVA (TR 1; 30 MVA, TR 2; 39 MVA) に対して、最大 50 MVA (40 MW※力率 0.8) の供給能力しかない。また予備機の既設変圧器は劣化状態が不明であることから、本協力対象事業での使用は考えていない。

表 2-1-6 既設変圧器仕様

名称	状態	型式	電圧(kV)	定格容量 (MVA)	周波数 (Hz)	冷却方式	結線ベクトル
予備機	停止	2巻線, 3相	132/33	30	50	ONAF	-
TR 1	稼働中	3巻線, 3相	132/33/11	45/30/20	50	ONAF	YNd11, YNy0
TR 2	稼働中	3巻線, 3相	132/33/11	ONAN(ONAF) 45(59)/30(39)/20(26)	50	ONAN/ ONAF	YNd11, YNy0

[出所] TCN の情報を基に JICA 調査団が作成

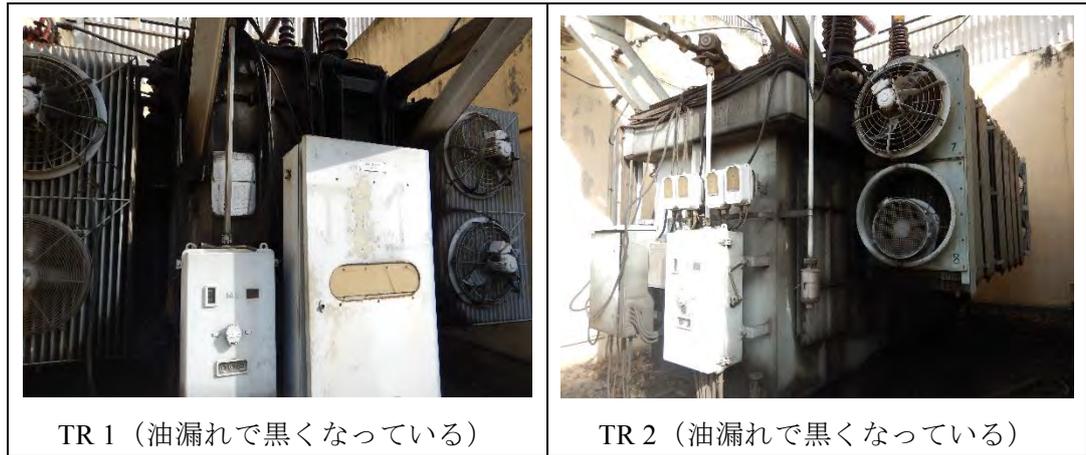


図 2-1-9 稼働中の変圧器の状態

(4) 33 kV 開閉設備

33 kV 開閉設備は表 2-1-7 に示す不具合があり運転に支障をきたしている。また増設に際して、同設備は欧州製 (Schneider 社製) であり、本邦製の 33 kV 開閉設備を増設する場合、列盤で増設するのが困難であるため、ケーブルにより接続する必要がある。

表 2-1-7 33 kV 開閉設備の不具合

33 kV 開閉設備パネル	状態	使用可否判定
ブスライザー	保護装置不使用、パネル表示無し、計器ゼロ表示	不明 (交換推奨)
引出しフィーダー (Tin Can Island)	運転中、計器ゼロ表示、アラーム表示、しゃ断器の引出し・引入れ不可	使用不可 (交換必要)
引出しフィーダー (Apapa Main 1)	運転中、計器ゼロ表示、アラーム表示、しゃ断器の引出し・引入れ不可	使用不可 (交換必要)
引出しフィーダー (Apapa Rd Local, TR 1 33/11 kV 15 MVA)	運転中、アラーム表示、しゃ断器の引出し・引入れ不可	使用不可 (交換必要)
変圧器二次側引込フィーダー (TR 1 132/33 kV 45 MVA)	電圧以外ゼロ表示、地絡表示、しゃ断器の引出し・引入れ不可	使用不可 (交換必要)
ブスタイ	運転中、計器ゼロ表示、開閉器クローズ表示、しゃ断器の引出し・引入れ不可	使用不可 (交換必要)
ブスライザー	運転中、パネル表示無し (動作ランプ点灯)、計器ゼロ表示	不明 (交換推奨)
引出しフィーダー (Apapa Rd Local, TR 2 33/11 kV 15 MVA)	運転中、計器表示不明、アラーム表示、TCS Fault 表示、CB inoperative 表示、しゃ断器の引出し・引入れ不可、遠隔操作不可、正常に動作しておらずしゃ断器操作は危険	使用不可 (交換必要)
引出しフィーダー (Naval Base)	不使用、リレーユニットが取り外されている、しゃ断器の引出し・引入れ不可	使用不可 (交換必要)
引出しフィーダー (Apapa Main 2)	運転中、計器ゼロ表示、アラーム表示、しゃ断器の引出し・引入れ不可	使用不可 (交換必要)
引出しフィーダー (Flour Mills)	不使用、しゃ断器の引出し・引入れ不可	使用不可 (交換必要)
変圧器二次側引込フィーダー (TR 2 132/33 kV 45 MVA)	運転中、電力量計故障、しゃ断器の引出し・引入れ不可	使用不可 (交換必要)

[出所] JICA 調査団

(5) 付帯設備

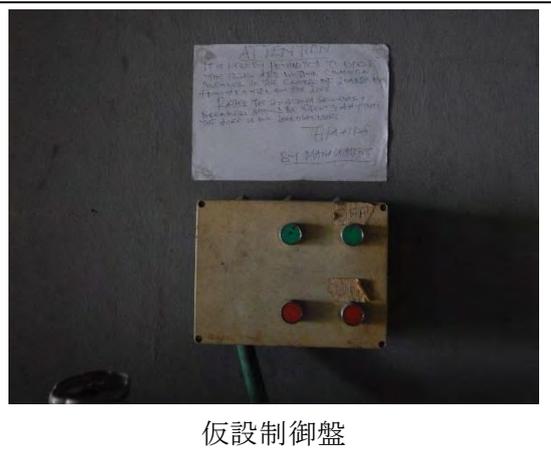
下記の設備は屋内に設置後、39年経過している。定期点検や保守がされていないためか機器の劣化状態が進み、ほとんど正常に作動していない。仮設開閉設備の仮設制御盤・リレーを追加して運用しているが、制御・監視機能が不十分なので早期の更新設備の導入が必要であると考えられる。

● 制御盤

132 kV の電圧計と 33 kV フィーダーの電力計が動作しているのみで、他は機能していない。132 kV 仮設開閉設備の操作は仮設制御盤にて行っている。



制御盤



仮設制御盤

● リレー盤 (使用停止状態)

既設リレー盤は使用しておらず、132 kV 仮設開閉設備用の仮設リレーが設置されている。

- DC 110 V バッテリー充電システム (稼働中)
- Power line carrier (PLC) システム (使用停止状態)
- 無線通信システム (稼働中)

有効電力、無効電力、電圧、電流、しゃ断器開閉状態の情報を上位変電所に送信

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路アクセス

資機材の輸送経路について、図 2-2-1 のように荷揚港として想定されるラゴス港からアパパロード変電所までは 2 km 程度と近く、道路の渋滞が頻発しているが特に問題はないと考えられる。アパパロード変電所の道路アクセスについては、図 2-2-2 のように、同変電所前は幹線道路 (ワーフロー) に面しており、輸送車及び建設機械の進入時の旋回半径について特に問題はないと考えられる。しかし同変電所の入口に地上高 4.7 m の歩道橋が架かっており、車輛の高さに制限がある。このため移動式変電所等の特殊車輛について車輛の高さを確認する必要がある。

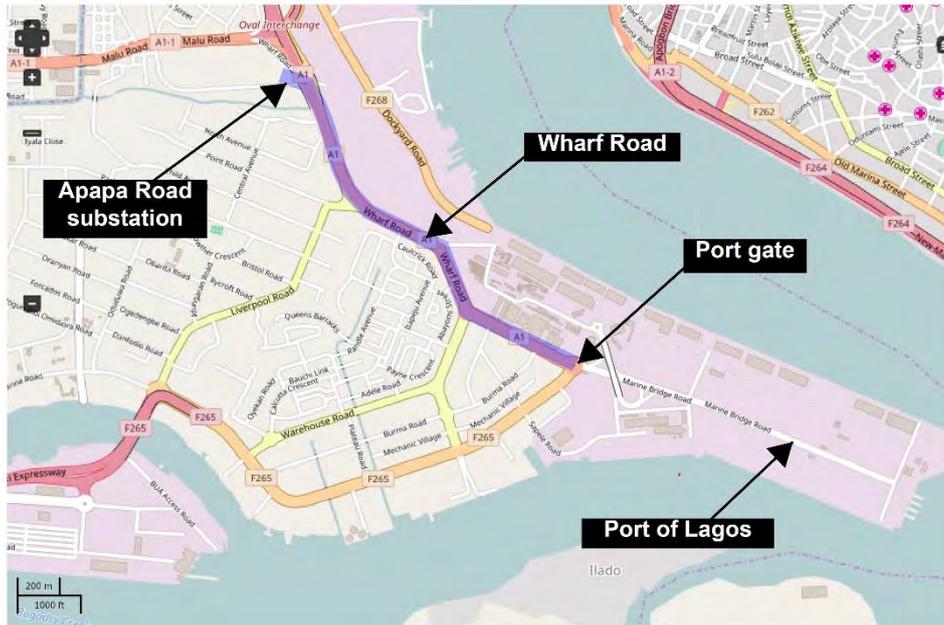


図 2-2-1 アパパロード変電所までの資機材輸送経路



図 2-2-2 アパパロード変電所の道路アクセス

(2) 上下水システム

アパパロード変電所の公共の上水システムは、以前機能していたが、現在は給水が停止している状態となっている。よって本事業の施工時は、工事用の給水タンクを設置する必要がある。また公共の下水システムは同変電所に存在しておらず。同変電所内の浸透式柵にて処理しているが、老朽化が進み正常に機能しているかは不明である。このため新設制御建屋にトイレを設置する場合、浸透式柵も新設する必要がある。しかしながら敷地内に新設浸透式柵を設置するスペースがないことから、新設トイレは設置しない方針とする。



図 2-2-3 アパパロード変電所の浸透式下水枞

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 位置及び地形

ナイジェリア国は、アフリカ西部、ギニア湾の最奥地に位置し、北にニジェール、北東にチャド湖を挟みチャド国、東にカメルーン国、西にベナン国と国境を接し、南は大西洋のギニア湾に面している。中央のジョス高原と東部国境のアダマワ高原を除けば、海拔 500m を越えない平坦地で、中央部を大河ニジェール川が南北に貫流し、河口に巨大なデルタを形成している。

ラゴス州は、ニジェール・デルタ西方の沿岸部に位置し、オグン川、オシュン川等、6つの河川の河口域にあたる。ラゴス州の面積の 40% は、潮汐帯、湿地、浜、河川、湾といった水域が占める。また、陸域は主に海岸平野、河口洲、バリア島等であり、陸域面積の 12% は波浪や氾濫で冠水しやすい低地帯である。

2-2-2-2 地質

ラゴス州内には、オグン川やニジェール・デルタから供給された砂や粘土、現地性石灰岩が水平-緩傾斜で厚く堆積している。

2-2-2-3 気候

ラゴス州はナイジェリア国南部の大部分と同じくケッペン気候区分における熱帯サバナ気候に属する。ラゴス州の雨期は年に 2 回あり、4 月から 7 月の長く激しい大雨期、9 月から 10 月にかけてのやや弱い小雨期がある。8 月は短い乾期に当たり、11 月から 3 月までは長い乾期となる。月間降雨量は、5 月から 7 月にかけて毎月 200 mm を越え、最も降雨量の少ない 12 月は 20 mm 程度の降雨量となる。乾期の最盛期である 12 月から 2 月上旬にかけては、サハラ砂漠から乾燥したハルマッタンと呼ばれる風が吹きつけ、ラゴス州に乾燥をもたらす。ラゴス州の観測史上の最高気温は 38℃、最低気温は 17℃である

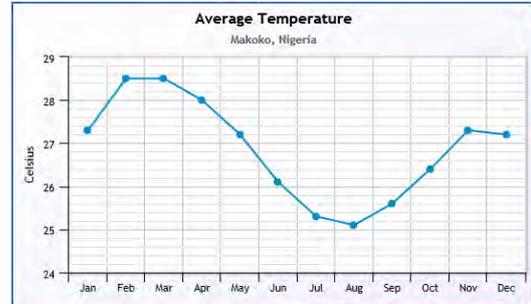
以下にラゴス州の気温（表 2-2-1 及び図 2-2-4）、最高気温（表 2-2-2 及び図 2-2-5）、最低気温（表 2-2-3 及び図 2-2-6）、降雨量（表 2-2-4 及び図 2-2-7）、風速（表 2-2-5 及び図 2-2-8）及び落雷（表 2-2-6 及び図 2-2-9）の図表を示す。

表 2-2-1 ラゴス州月平均気温（平年値）

Makoko 地区 単位：℃

月	平均気温	月	平均気温
1月	27.3	7月	25.3
2月	28.5	8月	25.1
3月	28.5	9月	25.6
4月	28.0	10月	26.4
5月	27.2	11月	27.3
6月	26.1	12月	27.2
		平均	26.9

[出所] weatherbase.com



[出所] weatherbase.com

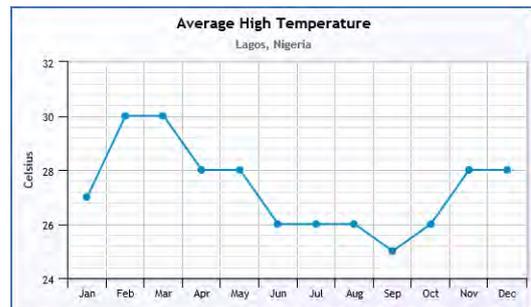
図 2-2-4 ラゴス州月平均気温（平年値）

表 2-2-2 ラゴス州月平均最高気温（平年値）

Ikeja 地区 単位：℃

月	最高気温	月	最高気温
1月	27.0	7月	26.0
2月	30.0	8月	26.0
3月	30.0	9月	25.0
4月	28.0	10月	26.0
5月	28.0	11月	28.0
6月	26.0	12月	28.0
		平均	27.3

[出所] weatherbase.com



[出所] weatherbase.com

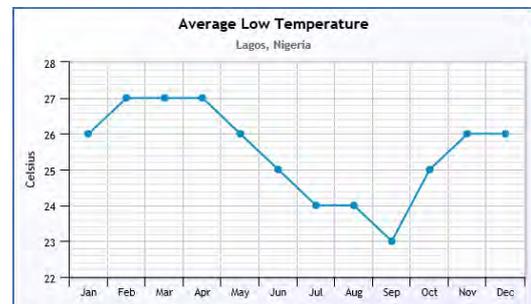
図 2-2-5 ラゴス州月平均最高気温（平年値）

表 2-2-3 ラゴス州月平均最低気温（平年値）

Ikeja 地区 単位：℃

月	最低気温	月	最低気温
1月	26.0	7月	24.0
2月	27.0	8月	24.0
3月	27.0	9月	23.0
4月	27.0	10月	25.0
5月	26.0	11月	26.0
6月	25.0	12月	26.0
		平均	25.5

[出所] weatherbase.com



[出所] weatherbase.com に基づき準備調査団作成

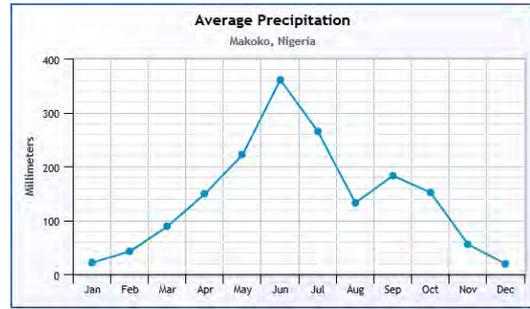
図 2-2-6 ラゴス州月平均最低気温（平年値）

表 2-2-4 ラゴス州降雨量（平年値）

Makoko 地区 単位：mm

月	降雨量	月	降雨量
1月	21.4	7月	264.9
2月	42.1	8月	132.1
3月	88.7	9月	182.6
4月	149.3	10月	151.4
5月	221.9	11月	55.2
6月	360.4	12月	18.8
		年間	1,688.8

[出所] weatherbase.com



[出所] weatherbase.com

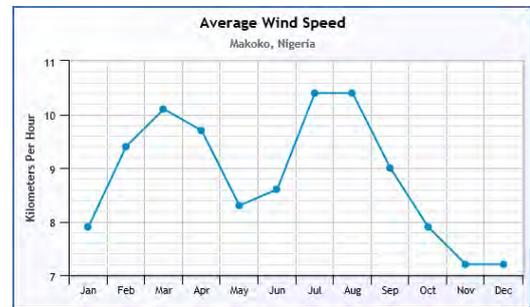
図 2-2-7 ラゴス州降雨量（平年値）

表 2-2-5 ラゴス州月平均風速（平年値）

Makoko 地区 単位：km/h (m/s)

月	風速	月	風速
1月	7.9 (2.2)	7月	10.4 (2.9)
2月	9.4 (2.6)	8月	10.4 (2.9)
3月	10.1 (2.8)	9月	9.0 (2.5)
4月	9.7 (2.7)	10月	7.9 (2.2)
5月	8.3 (2.3)	11月	7.2 (2.0)
6月	8.6 (2.4)	12月	7.2 (2.0)
		平均	8.9 (2.5)

[出所] weatherbase.com



[出所] weatherbase.com

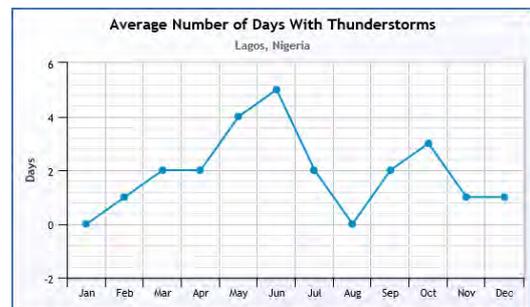
図 2-2-8 ラゴス州月平均風速（平年値）

表 2-2-6 ラゴス州落雷発生日数（平年値）

Ikeja 地区 単位：日

月	落雷日数	月	落雷日数
1月	0	7月	2
2月	1	8月	0
3月	2	9月	2
4月	2	10月	3
5月	4	11月	1
6月	5	12月	1
		年間	23

[出所] weatherbase.com



[出所] weatherbase.com

図 2-2-9 ラゴス州落雷発生日数（平年値）

2-2-3 アパパロード変電所周辺の産業需要家の電力使用状況

(1) ラゴス港

アパパロード変電所は、同変電所内に接続する配電用変電所からワーフ配電用変電所を経由してラゴス港に電力供給している。ワーフ配電用変電所は、APMターミナルとENL(General Cargo)へ、二つの11kVフィーダーにて接続し、2つとも港湾の作業エリアである。APMターミナルとENLは通常、配電線からの電力を利用し、停電時にバックアップとしてディーゼ

ル式自家用発電機を利用する。他の二つの 11 kV フィーダーは、砂糖や小麦粉を生産する工場であるダンゴーテとスタンダード フラワーミルズに接続されているが、バックアップとして利用される。通常、これらの工場はガス式自家用発電機を主電源として利用している。停電が頻発しているため、ラゴス港は高コストな燃料（約 125 NGN/kWh）のディーゼル式自家用発電機を使用しなければならない。このためラゴス港は自家用発電より安価な配電会社からの電力供給に、安定性と信頼性を求めている。APM ターミナルと EML の電力需要は約 3 MW であり、その 80%は APM ターミナルである。APM ターミナルと EML での電力の用途は、照明、事務室、空調、三相機器、監視カメラシステム、制御タワー、冷凍コンテナである。

(2) ティンキャンアイランド港

ティンキャンアイランド港にはティンキャンアイランド配電用変電所を經由して二回線のフィーダーが接続されており、一回線はアパパロード変電所からのフィーダー、他の一回線はアモウオドフィン変電所からキリキリ配電用変電所を經由したフィーダーとなっている。ティンキャンアイランド港には Nigeria Port Authority (NPA)、Joseph Dan、Ports Cargo、TICT そして Five Stars の五つの港湾会社がある。また同港内に Crown Flour Mills 及び BUA といった大型工場もある。三つの港湾会社は通常、配電線からの電力を利用し、ディーゼル式自家用発電機はバックアップとしている。アパパロード変電所はキリキリ配電用変電所にも電力供給しており、キリキリ配電用変電所から石油ガス産業に電力を供給している。

アパパロード変電所からのフィーダーは地中線であり、同変電所と同様に約 40 年が経過し、ケーブルは紙絶縁タイプで 20 箇所の接続部があり橋を通過する箇所もあるため、故障が多く発生している。一方、アモウオドフィン変電所からのフィーダーは架空電線でメンテナンス性もよいことから常時使用されており、アパパロード変電所からのフィーダーはバックアップとして使用されている。ティンキャンアイランド港の電力需要は約 1 MW 程度で、キリキリ配電用変電所とティンキャンアイランド港の電力需要は合計 18~20 MW となっている。ティンキャンアイランド港での電力の用途は、照明、事務所、冷凍設備であり、照明と冷凍設備は Port Cargo の電力需要の 80%を占める。

(3) フラワーミルズ・オブ・ナイジェリア

フラワーミルズ・オブ・ナイジェリアは配電線の電力を使用しておらず、安定性・信頼性の高いガス式自家用発電機を使用している。またバックアップとしてディーゼル式自家用発電機を使用している。同社は、配電系統からの電力コストがガス式自家用発電機の発電コストより安く、また安定性と信頼性が確保されれば、配電系統からの電力供給に切り替える意思はある。ガス式自家用発電機の発電コストについて、燃料単価は 24 NGN/kWh であり、これに減価償却費・メンテナンス費が加算される。配電会社の電力料金は、EKEDC の場合、産業向けで 36 NGN/kWh である。フラワーミルズ・オブ・ナイジェリアは、29 MW の電力需要があり、39 MW のガスタービン発電機と、46 MW のディーゼル発電機を所有している。また電源喪失時の電力供給を安定化させるための電力管理システムを導入しており、電力供給は安定している。フラワー・ミルズ・オブ・ナイジェリアのような大型産業企業は、ワーフ

ロード沿いにあるガスパイプラインを引込み、ガス式自家用発電機を所有している。しかしながらほとんどの中小産業企業は、発電コストの高いディーゼル式発電機を所有している。

(4) ウエスト・アフリカン・シーズニング社

味の素株式会社の海外法人であるウエスト・アフリカン・シーズニング社は、アパパ地区のラゴス港付近に工場があり、調味料を生産している。同工場は 1,000 kVA のガス式自家用発電機を 1 台、400～500 kVA のディーゼル式自家用発電機をバックアップとして 4 台所有している。同工場は、約 400 kVA の平均電力需要で、生産ラインを 24 時間操業している。以前は送電線の電力と自家用発電機の両方を使用していたが、停電時の生産ライン停止による製品への損傷とロスから、2012 年以降、自家用発電機のみで切り替えた。

(5) ウェスタン・ネイビー・コマンド

ウェスタン・ネイビー・コマンドはナイジェリア国の西部海軍部隊であり、アパパロード変電所から 700 m 離れた沿岸部にその本部及び艦艇の停泊港がある。同部隊はベニン国の国境からデルタ州までを、沿岸から排他的経済水域までの範囲でカバーし、ナイジェリア国憲法に基づきナイジェリア国を防衛することで、ナイジェリア国民の生命・財産を守っている。現在、アパパロード変電所から、33 kV フィーダー (Naval Base フィーダー) で架空線にて同海軍基地に接続されているが、同海軍が所有する 33/11 kV 変圧器の故障により、同フィーダーは接続されているが、使用されていない。このためアパパロード変電所に接続する配電用変電所から、別系統 (Apapa Local TR 2) の 11 kV フィーダーにて、同海軍基地に給電している状況となっている。同変圧器は同需要家の所有物につき復旧の目途は未確定となっている。同海軍基地の最大電力需要は 1.8 MW、平均電力需要は 1.4 MW であり、主に停泊している艦艇への電力供給、モーター、ポンプ、電気機器、空調、照明等に使用されている。同海軍基地では、頻発する停電と配電網 (変圧器・開閉器) の維持管理不足が問題となっている。また同海軍基地では、停電時のバックアップとしてディーゼル式自家用発電機を所有しているが、高コストな燃料費¹及び維持管理費と発電容量の不足が問題となっている。

¹ 配電網の電気料金 N 36/kWh に対し、ディーゼル式自家用発電機の発電単価は N 200 /kWh

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位計画との関連

ナイジェリア政府は、長期的な国家開発計画である Nigeria Vision 20: 2020 において、更なる社会・経済発展に必要なインフラ整備の内、特に電力セクターを重点分野と位置付けている。また、ブハリ政権が策定したナイジェリア経済復興成長計画においても、経済復興と成長を達成するため、電力を中心としたインフラへの投資の必要性を強調している。

本プロジェクトは、ナイジェリア最大の商業都市・港湾都市であるラゴスに位置するアパパロード変電所を改修・増強することにより、港湾及び産業エリアへの電力供給の安定化を図り、もって上述したナイジェリア政府の政策目標の達成に資するものである。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、変電所の改修・増強を行うことにより電力の安定供給を図り、もって社会経済活動の活性化に寄与するものである。

協力対象事業は、電力需要の大幅な伸びが予測されるラゴス州アパパ地区への電力供給の拠点となるアパパロード変電所において、132 kV 及び 33 kV 開閉設備の改修、並びに変圧器容量の増強を行うものである。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

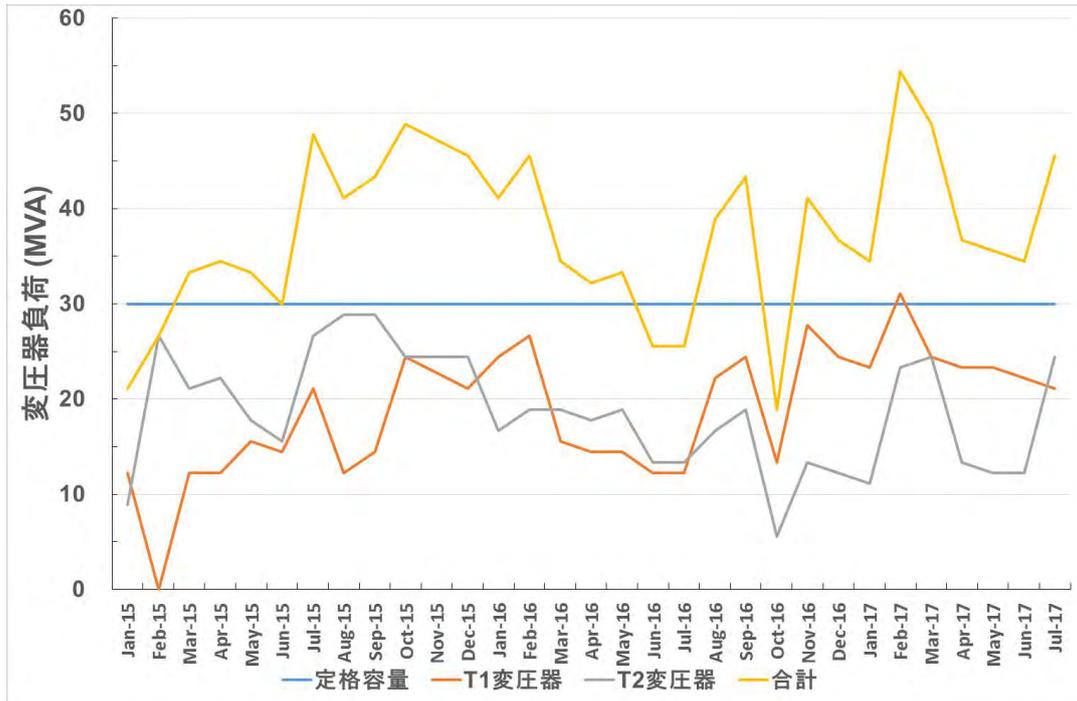
3-2-1-1 基本方針

本協力対象事業で調達される機材は、以下に示す電力需要予測及び電力系統解析並びにサイト周辺の自然・社会環境、先方実施機関の運転・維持管理能力を勘案して、規模と仕様を選定する。

3-2-1-1-1 電力需要予測

(1) 負荷調査

アパパロード変電所において、2015年1月から2017年7月までの期間で、2台の変圧器 (TR1・TR2) の合計負荷の実績を図 3-2-1 に示す。ナイジェリアでは、1月から4月の間が乾期となり気温が高く、電力需要が増加する。一方で、6月から9月の雨期の間は気温が低く、電力需要も低下する。



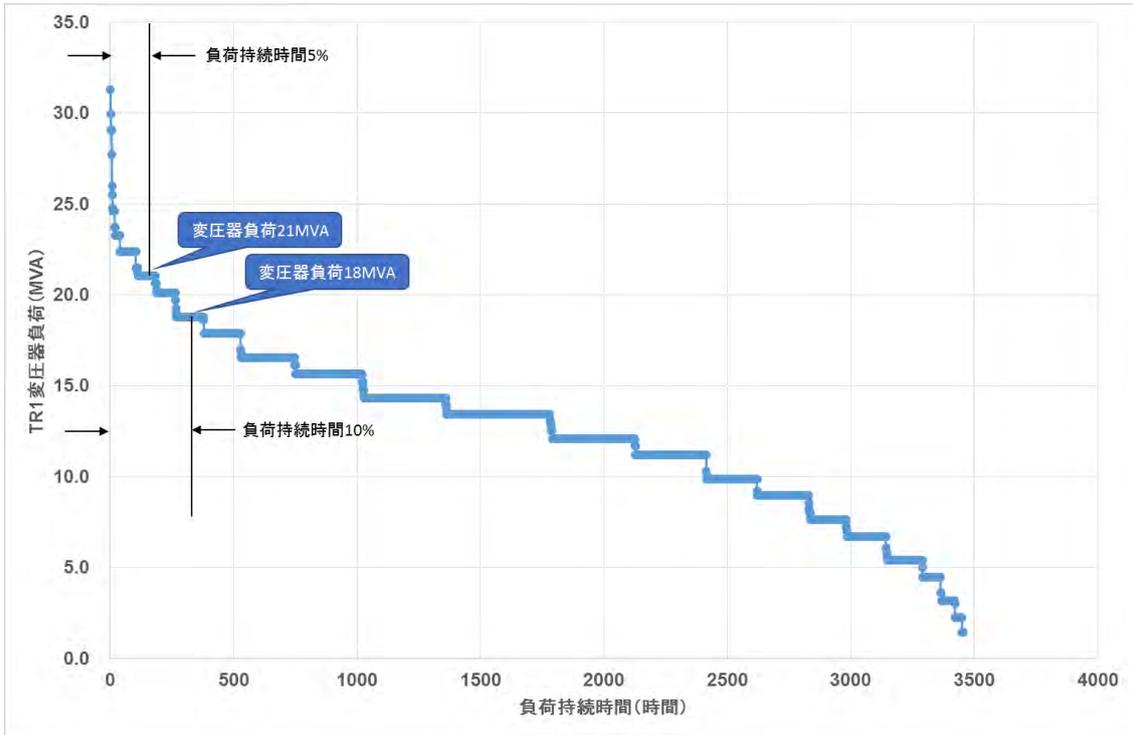
[出所] TCN

図 3-2-1 アパパロード変電所の変圧器最大負荷実績 (2015年1月~2017年7月)

次に以下の期間での、アパパロード変電所の各変圧器 (TR 1・TR 2) について、1時間毎の変圧器負荷の傾向を分析した。停電により供給停止を行っている時間を除き、1時間毎の変圧器負荷データを大きい方から小さい方に並べて負荷の持続時間をグラフ化した。

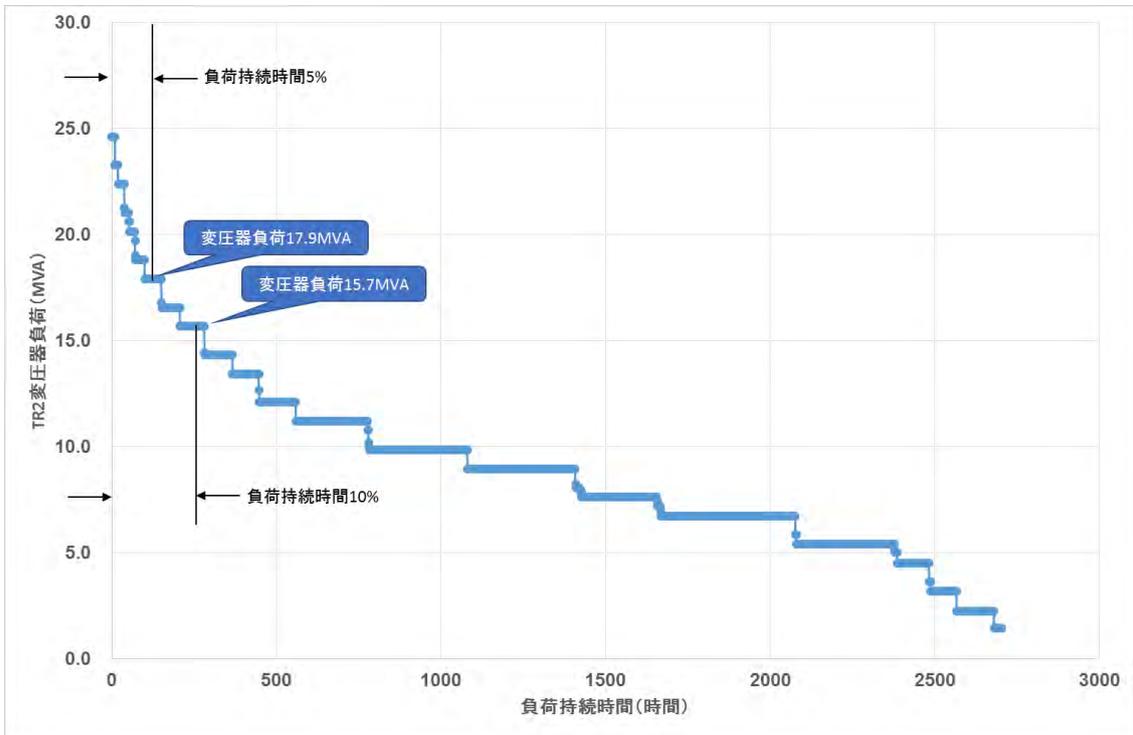
図 3-2-2 及び図 3-2-3 に TR 1 及び TR 2 変圧器の負荷を示す。

- 2016年12月1日~31日 (31日間)
- 2017年1月1日~1月31日 (31日間)
- 2017年2月1日~28日 (28日間)
- 2017年3月1日~3月31日 (31日間)
- 2017年4月1日~4月3日 (3日間)
- 2017年6月5日~6月30日 (26日間)
- 2017年7月1日~7月31日 (31日間)
- 2017年8月1日~8月5日 (5日間)



[出所] TCN

図 3-2-2 TR 1 変圧器負荷



[出所] TCN

図 3-2-3 TR 2 変圧器負荷

運転期間のうち、停電を除く総運転時間は TR 1 が 3,456 時間、TR 2 が 2,703 時間であっ

た。このうち TR 1 では、変圧器負荷が 21 MVA 以上となった期間は総運転時間の 5%、18 MVA 以上の期間は総運転時間の 10%であった。同様に TR 2 では、変圧器負荷が 17.9 MVA 以上となった期間は総運転時間の 5%、15.7 MVA 以上の期間は総運転時間の 10%であった。

運転期間における TR 1 の最大負荷は 31.3 MVA であるが、変圧器負荷が 30 MVA を越えたのは、総運転時間の 0.09%の期間であった。同様に TR2 の最大負荷は 24.6 MVA であり、24.6 MVA の負荷が発生したのは、総運転時間の 0.3%の期間であった。TR 1、TR 2 ともに、変圧器の最大負荷が発生するのは非常に短い時間であり、TR 1 では 95%の期間が最大負荷の 67% 以下、TR 2 では 95%の期間が最大負荷の 73%以下の負荷であった。

JICA が実施した「ナイジェリア国電力マスタープラン策定支援プロジェクト」(以後、JICA マスタープランという)において、配電会社別のピーク電力の伸び率を表 3-2-1 のように予測しており、本プロジェクトでは同表における Ikeja/Eko 配電会社のピーク需要の伸び率を採用して将来の需要を予測する。

表 3-2-1 配電会社別のピーク電力の伸び率

	Disco	2020/15	2025/20	2030/25	2035/30	2040/35	2040/15
1	Abuja	12.7	17.5	11.8	8.9	8.3	11.8
2	Benin	7.6	8.6	7	4.2	3.7	6.2
3	Enugu	6.6	7	4.4	1.7	1.2	4.1
4	Ibadan	9.5	10	8.3	5.5	5	7.7
5	Ikeja+EKO	7.8	6.1	6.7	3.9	3.3	5.5
6	Jos	7.9	10.2	10.8	1.9	1.4	6.4
7	Kaduna	8.7	13.5	14.1	5.2	4.7	9.2
8	Kano	11.3	12.7	13.4	10.5	6.3	10.8
9	P/H	9.1	11.5	7.2	4.4	3.8	7.2
10	Yola	9	12.4	13.1	10.1	3.5	9.6
	Country	8.8	10.2	9.1	6	5	7.8

【出所】 JICA「ナイジェリア国電力マスタープラン策定支援プロジェクト(インテリムレポート)」

アパパロード変電所の周辺には、配電系統から受電する一般需要家及び商工業需要家（港湾を含む）と、自家発電設備を有する工場等の産業需要家が存在する。自家発電設備を有する産業需要家は、停電により工場の生産ラインが停止すると大きな損害が発生するため、電力供給に高い信頼度を要求する。アパパロード変電所の改修により、同変電所からの電力供給の信頼度は向上すると考えられるものの、産業需要家が要求する高いレベルの信頼度を達成するためには、変電所の上流側の供給体制の改善（具体的には発電所へのガス供給の安定化や基幹系統の信頼度向上等）が必要となり、これを達成するためには一定の時間を要するものと考えられる。また、大口の産業需要家は専用のガスパイプラインを敷設して発電を行っており、コスト的にも系統からの受電と比較して遜色のないレベルであると推測される。¹

以上のことから、近い将来に自家発需要家が系統受電に切り替える可能性は低いと判断されるため、本プロジェクトの計画策定に使用するアパパロード変電所の需要は、自家発需要家の需要を除いた一般+商工業の需要とする。

¹ ガス発電を行っている産業需要家へのヒアリングの結果、発電にかかる燃料費は 23~27 ナイラ/kWh であった。Eko 配電会社の産業用電力の従量料金は、24~36 ナイラ/kWh である。（2017 年 8 月）

表 3-2-2 にはアパパロード変電所の最大負荷実績をベースとした変電所の将来負荷予測を、表 3-2-3 には負荷持続時間 5% の高負荷を除いた最大負荷実績をベースとした将来負荷予測を示す。電力供給設備は、最大負荷に対して不足のないよう設備容量を計画することが基本であるが、上述の通り最大負荷の発生する時間は全運転時間のうち僅かであることから、表 3-2-3 に示す「負荷持続時間 5% の高負荷を除いた最大負荷実績をベース」とした将来負荷予測を基に、更新する変圧器の容量を選定する。

変圧器の寿命は一般的に 20~30 年であり、設備寿命の中盤において負荷率が 100% 近くに達し、機器の新增設によりその後に増加する需要に対応することが一般的である。表 3-2-2 において、本プロジェクトが竣工する 2021 年から 10 年後の 2031 年の変電所負荷は 97 MVA に達する見込みであり、当初要請の変圧器容量 (45 MVA × 2 台) では、竣工から 8 年目の 2030 年に変圧器の増設が必要となる。これは、設備のライフサイクルにおいて負荷率が 100% に到達する時期が短いと言わざるを得ず、容量を一ランク上げた 60 MVA とすることが望ましい。

表 3-2-2 アパパロード変電所将来負荷予測
(最大負荷実績をベースとする)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
(1) 一般+商工業 (MW)	49	53	57	61	65	69	73	78	83	88	94	100	107	114	122	130
(2) 一般+商工業 (MVA)	54	59	63	68	72	77	81	86	92	98	104	111	119	127	135	144
(3) 自家発需要家 (MW)	60	65	70	75	80	85	90	95	101	108	115	123	131	140	149	159
(4) 自家発需要家 (MVA)	71	76	82	88	94	100	106	112	119	127	135	144	154	164	175	187
(5) 合計 (MW) (1)+(3)	109	118	127	137	145	154	163	173	184	196	209	223	238	254	271	289
(6) 合計 (MVA) (2)+(4)	125	135	145	157	166	176	187	198	211	225	240	256	273	291	311	332
伸び率 (%)	7.8	7.8	7.8	7.8	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
負荷力率 (一般+商工業)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
負荷力率 (自家発需要家)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85

[出所] JICA 調査団

表 3-2-3 アパパロード変電所将来負荷予測
(負荷持続時間 5% の高負荷を除いた最大負荷をベースとする)

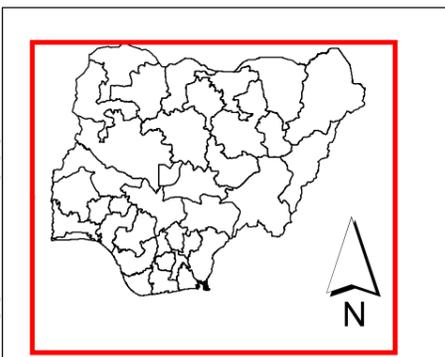
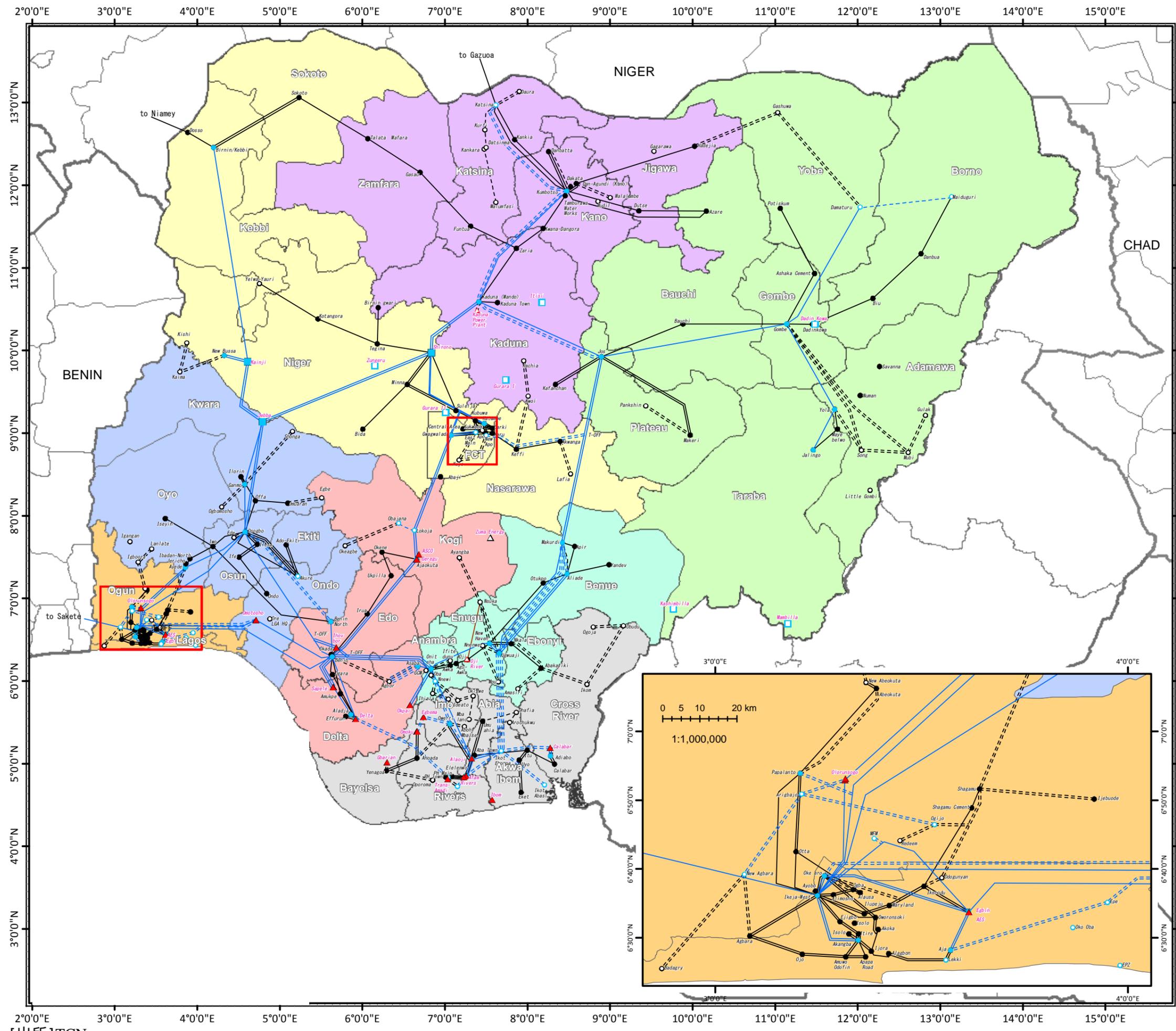
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
(1) 一般+商工業 (MW)	35	38	41	44	47	49	52	56	59	63	67	72	76	82	87	93
(2) 一般+商工業 (MVA)	39	42	45	49	52	55	58	62	66	70	75	80	85	91	97	103
(3) 自家発需要家 (MW)	60	65	70	75	80	85	90	95	101	108	115	123	131	140	149	159
(4) 自家発需要家 (MVA)	71	76	82	88	94	100	106	112	119	127	135	144	154	164	175	187
(5) 合計 (MW) (1)+(3)	95	102	110	119	126	134	142	151	160	171	182	194	207	221	236	252
(6) 合計 (MVA) (2)+(4)	109	118	127	137	146	154	164	174	184	197	210	224	239	255	272	290
伸び率 (%)	7.8	7.8	7.8	7.8	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
負荷力率 (一般+商工業)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
負荷力率 (自家発需要家)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85

[出所] JICA 調査団

3-2-1-1-2 電力潮流解析

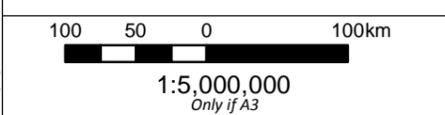
(1) 電力系統

図 3-2-4 にナイジェリアの電力系統を示す。330 kV 系統が地域間を結ぶ基幹系統を構成しており、132 kV 系統が地域供給系統を担っている。



- LEGEND**
- Power Plant**
- Hydro power Plant (Existing)
 - Hydro power Plant (Plan/Under construction)
 - ▲ Gas fired Power Plant (Existing)
 - △ Gas fired Power Plant (Plan/Under construction)
 - △ Coal Fired Power Plant (Plan/Under construction)
- Substation**
- 330/132kV Substation (Existing)
 - 330/132kV Substation (Plan/Under construction)
 - 132/33kV Substation (Existing)
 - 132/33kV Substation (Plan/Under construction)
- Transmission Line**
- 330kV Transmission Line (Existing)
 - - - 330kV Transmission Line (Plan/Under construction)
 - 132kV Transmission Line (Existing)
 - - - 132kV TL (Ppan/Under construction)
 - 66kV Transmission Line (Existing)
- TCN Transmission Regions**
- Area-1 (Lagos)
 - Area-2 (Osogbo)
 - Area-3 (Shiroro)
 - Area-4 (Benin)
 - Area-5 (Kaduna)
 - Area-6 (Bauchi)
 - Area-7 (Enugu)
 - Area-8 (Portharcourt)

Note:
Transmission Line Route and some of
Substations are not adapted to
the Coordinate System.



Coordinate System: GCS WGS 1984
Geodetic Reference System: WGS 1984
Unit: Degree

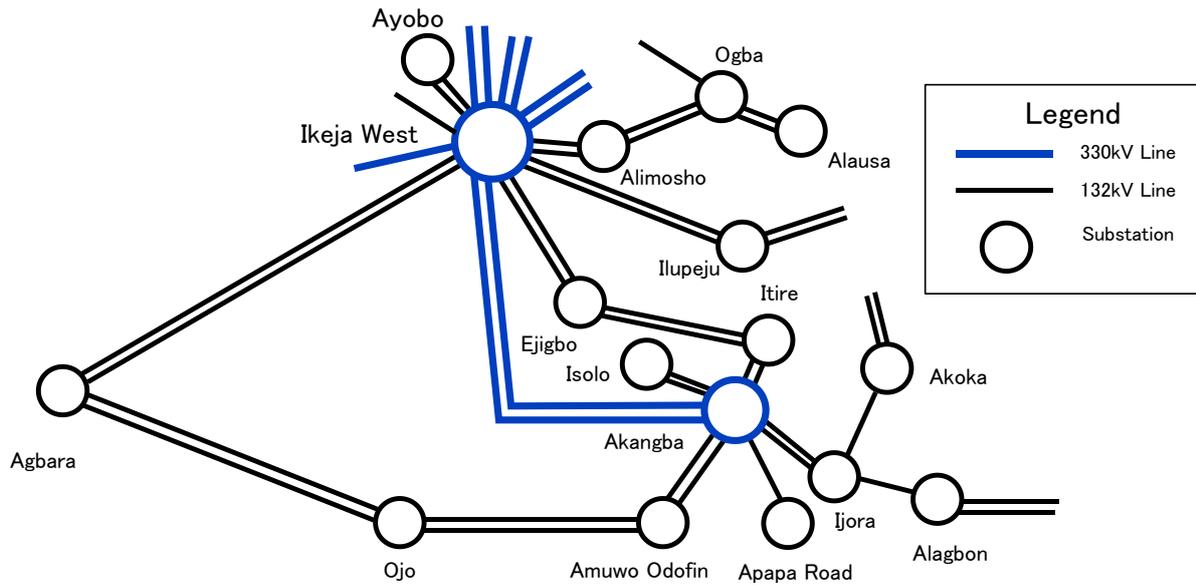
National Power Transmission
Network Diagram (2015)

図 3-2-4 ナイジェリアの電力系統

ラゴス州は全国需要の 70%を占めており、図 3-2-5 にラゴス系統の主要部分を示す。

プロジェクト対象のアパパロード変電所はナイジェリア最大港湾のアパパ港の港湾施設や周辺の一般需要に送電しており、電力の流れは以下のとおりである。

各地の発電所からラゴス州の主要な基幹変電所であるイケジャウエスト (Ikeja West) に集められた電力は 330 kV イケジャウエスト-アカンバ線により 330/132 kV アカンバ変電所まで送電され、さらに同所において 132 kV に降圧され、132 kV アカンバ-アパパロード線によりアパパロード変電所まで送電される。



[出所] TCN 提供系統解析データ

図 3-2-5 ラゴス州主要系統

(2) 送変電設備

ラゴス系統の送電設備を表 3-2-4 に変電設備を表 3-2-5 に示す。

表 3-2-4 ラゴス系統の送電設備

From	To	Length (km)	No. of Circuit	Conductor	No. of Conductor	Cross Section (mm ²)	Capacity (MVA)
330 kV							
Benin	Egbin	218	1	Bison	2	350 mm ²	777
Egbin	Ikeja West	62	1	Bison	2	350 mm ²	777
Benin	Omotosho	120	1	Bison	2	350 mm ²	777
Omotosho	Ikeja West	160	1	Bison	2	350 mm ²	777
Egbin	Oke Aro	55.8	2	Bison	2	350 mm ²	1554
Oke Aro	Ikeja West	27.9	2	Bison	2	350 mm ²	1554
Egbin	Aja	15	2	Bison	2	350 mm ²	1554
Ikeja West	Akangba	17.34	1	Bison	2	350 mm ²	777
Osogbo	Ikeja West	256.67	1	Bison	2	350 mm ²	777
Ikeja West	Olorunsogo	77	1	Bison	2	350 mm ²	777

From	To	Length (km)	No. of Circuit	Conductor	No. of Conductor	Cross Section (mm ²)	Capacity (MVA)
Olorunsogo	Ayede	60	1	Bison	2	350 mm ²	777
Ayede	Osogbo	119	1	Bison	2	350 mm ²	777
132 kV							
Aja	Alagbon	26	2	Bear	2	250 mm ²	242
Ikeja West	Oworonshiki	49	2	Bear	1	250 mm ²	242
Oworonshiki	Akoka	4	2	Bear	1	250 mm ²	242
Akoka	Alagbon	12.7	2	Bear	1	250 mm ²	242
Akangba	Amuwo	5	2	Bear	1	250 mm ²	242
Amuwo	Ojo	12.5	2	Bear	1	250 mm ²	242
Akangba	Apapa Road	8.3	2	Wolf	2	150 mm ²	180
Ijora	Akangba	8.3	2	Wolf	2	150 mm ²	180
Ayede	Shagamu	53.91	1	Wolf	1	150 mm ²	90
Shagamu	Ijebu Ode	40.32	1	Bear	1	250 mm ²	121
Ogba	Papalanto	44.28	1	Wolf	1	150 mm ²	90
Ikeja West	Agbara	32.04	2	Bear	1	250 mm ²	242
Ikeja West	Alimosho	18.36	2	Bear	1	250 mm ²	242
Ikeja West	Ejigbo	13.32	2	Bear	1	250 mm ²	242
Ikeja West	Otta	11.88	2	Bear	1	250 mm ²	242
Otta	Papalanto	11.88	2	Bear	1	250 mm ²	242
Egbin GS	Ikorodu	19.96	2	Bear	1	250 mm ²	242
Ikorodu	Egbin	19.5	2	Bear	1	250 mm ²	242
Ikorodu	Shagamu	35.16	1	Wolf	1	250 mm ²	180
Agbara	Ojo	16.37	1	Bear	1	250 mm ²	121
Akangba	Itire	3	2	Bear	1	250 mm ²	242
Itire	Ejigbo	8	2	Bear	1	250 mm ²	242
Ejigbo	Ikeja West	13	2	Bear	1	250 mm ²	242
Akangba	Isolo	9	2	Wolf	1	150 mm ²	180
Ikeja West	Ilupeju,	17	2	Bear	1	250 mm ²	242
Ilupeju	Maryland	3	2	Wolf	1	250 mm ²	180
Maryland	Ikorodu	20	2	Bear	1	250 mm ²	242
Papalanto	Abeokuta	35	1	Bear	1	250 mm ²	121
Alimosho	Ogba	19	2	Bear	1	250 mm ²	242
Ayede	Jericho	2	1	Wolf	1	150 mm ²	90
Ogba	Alausa	7.5	2	Bear	1	250 mm ²	242
Osogbo	Ilorin	78.46	1	Wolf	1	150 mm ²	90
Osogbo	Omuaran	47.53	1	Wolf	1	150 mm ²	90
Osogbo	Ayede	37.15	1	Bear	1	250 mm ²	121
Osogbo	Ife	33.13	1	Wolf	1	150 mm ²	90
Ife	Ondo	58.05	1	Wolf	1	150 mm ²	90
Osogbo	Ilesa	16.4	1	Wolf	1	150 mm ²	90
Osogbo	Akure	95	1	Wolf	1	150 mm ²	90

[出所] TCN

表 3-2-5 ラゴス州の変電設備

Substation	Rating (MVA)	Voltage (kV)	Substation	Rating (MVA)	Voltage (kV)
Aja	150	330/132/33	Oworon-shoki	60	132/33
	150	330/132/33		60	132/33
	150	330/132/33	Alagbon	66	132/33
	100	132/33		66	132/33
	60/40/20	132/33	Apapa Road	45/30/15	132/33
	20	132/11		45/30/15	132/33
	60	132/33		45/30/15	132/33
Akangba	90	330/132/13.8	Akoka	40	132/33
	90	330/132/13.8	Amuwo-Odofin	60	132/33
	90	330/132/13.8		30	132/33
	150	330/132/33		40	132/33
	60	132/33	40	132/34	
	60	132/33	Lekki	60	132/33
	60	132/33		60	132/34
	90	330/132/13.8	Ogba	60/40/20	132/33
150	330/132/33	60		132/33	
150	330/132	60		132/33	
Egbin	150	330/132	Ogba	45/30/20	132/33
	150	330/132		20	132/11
Ekeja-West	150	330/132/33	Alimosho	30	132/33
	150	330/132/33		60	132/33
	150	330/132/33		30	132/33
	150	330/132/33			
	150	330/132/33			
Akangba	40	132/33	Ejigbo	30	132/33
	40	132/33		30	132/33
Ilupju	15	132/11	Agbara	100	132/33
	45/30/15	132/33/11		45/30/15	132/33
	15	132/11		45/30/15	132/33
Ijora	30	132/33	Alausa	60	132/33
	30	132/33		45/30/15	132/33
	45/30/15	132/33/11		30	132/33
	30	132/33		60	132/33
Ojo	30	132/33	Otta	40	132/33
	60	132/33		60	132/33
	60	132/33		30	132/33
Isolo	60	132/33	Papalanto	40/30/20	132/33
	60	132/33		15	132/33
	45/30/15	132/33		15	132/33
Itire	30	132/33	Ayobo	30	132/33
	60	132/33		60	132/33
	40	132/33	Oke-Aro	60	132/34
				300	330/132/33

Substation	Rating (MVA)	Voltage (kV)	Substation	Rating (MVA)	Voltage (kV)
Maryland	22.5/30	132/33		300	330/132/33
	60	132/33		60	132/33
	30	132/33		60	132/33
Ikorodu	60	132/33	Sagamu	30	132/33
	60	132/33		30	132/33
	100	132/33			

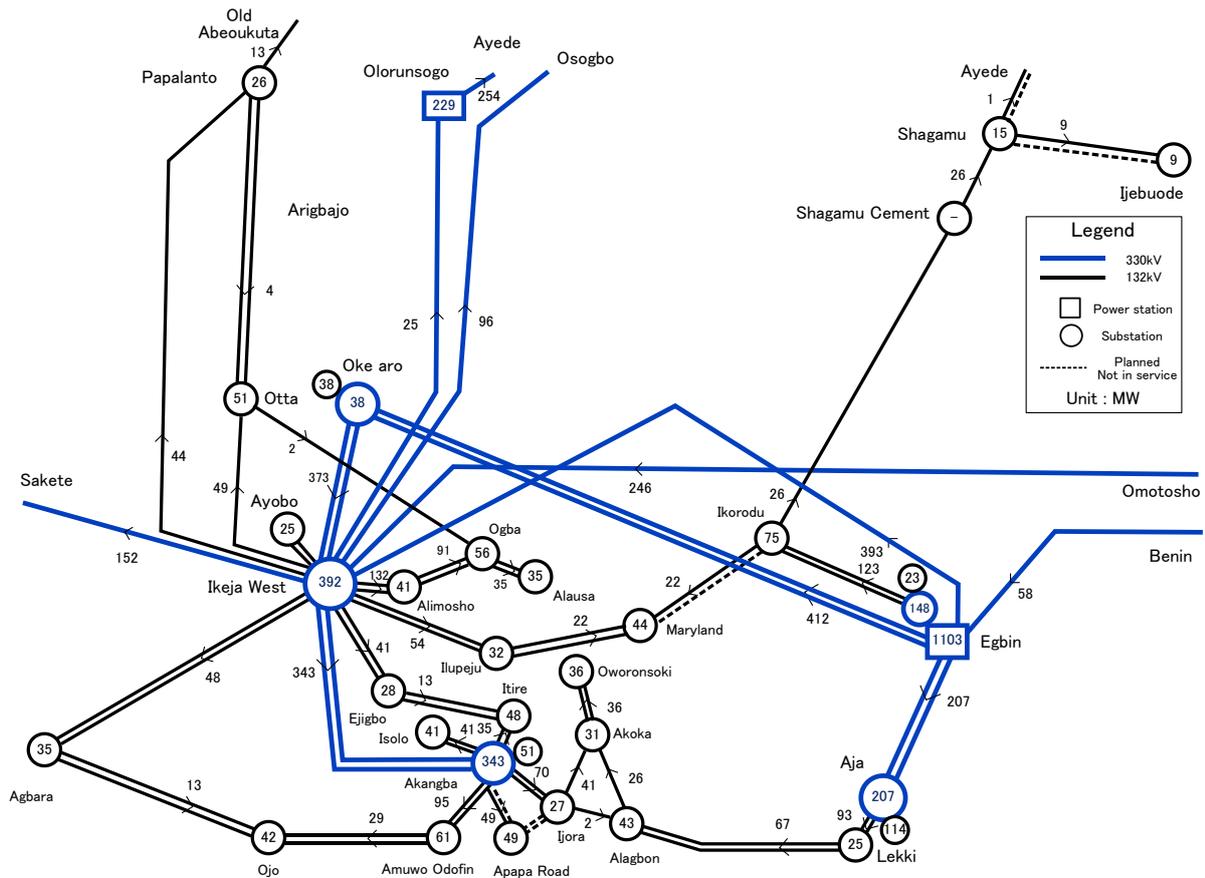
[出所] TCN

(3) 現状システムの系統解析結果

1) 電圧・潮流

TCN から 2017 年 2 月に提供を受けた、2016 年実績需要に基づき作成された系統解析用ファイルを基に、2017 年 2 月に記録したアパパロードの 2017 年の最大需要 49 MW を反映するとともに一部の誤りを修正し、2017 年ファイルを作成した。当ファイルはナイジェリア全土のシステムを模擬しており、模擬需要の合計は 4,580 MW である。

解析結果からラゴスシステムの潮流状況を図 3-2-6 に示す。



[出所] JICA 調査団

図 3-2-6 現状システムの潮流

1 回線あたりの最大潮流は、330 kV 送電線ではエグビンーイケジャウエスト線の 393 MW、132 kV 送電線ではイケジャウエストーアリモジョ線の 66 MW/1 回線であり、何れも送電容量 (330 kV 699 MW、132 kV 112 MW 力率 0.9 を仮定) に対し十分に小さく過負荷はない。

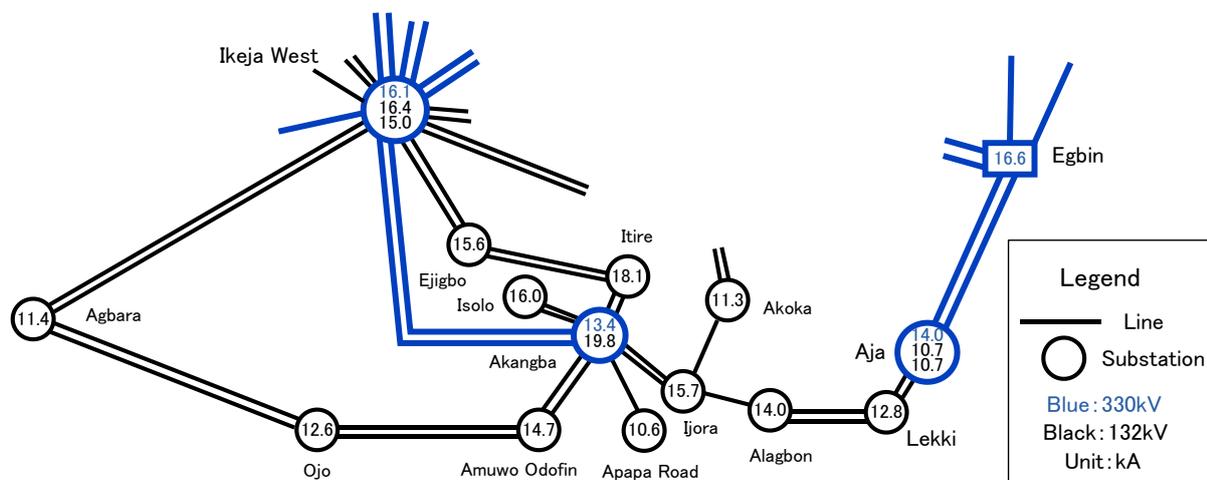
アパパロード変電所は 330 kV アカンバ変電所を供給源とし 8.3 km の 132 kV アカンバーアパパロード線により送電されている。アカンバーアパパロード線は 2 回線であるものの、アカンバ変電所においてアカンバーアモウオドフィン線の 1 回線から T 分岐され、1 回線のみが利用される変則的な運用がなされている。当送電線は潮流も小さく短距離であることから、電圧を見ると送電端のアカンバが 128.0 kV (基準電圧 132 kV の 97.0%)、受電端のアパパロードが 126.9 kV (96.1%) と電圧降下も小さく Grid Code に示されている 85%~110% の範囲内であり適正電圧が維持されている。

2) 事故電流

ラゴス系統のアパパロード変電所近傍の事故電流の解析結果を図 3-2-7 に示す。

330 kV 系統の最大値はエグビン発電所の 16.6 kA である。アパパロードの供給源であるアカンバ変電所は 13.4 kA であり、しゃ断器定格の 31.5 kA に比し十分小さく問題は無い。

132 kV 系統の最大値はアカンバ変電所の 19.8 kA であり、アパパロード変電所は 10.6 kA である。両変電所の既設しゃ断器定格は 40 kA であり問題は無い。



[出所] JICA 調査団

図 3-2-7 ラゴス系統の事故電流の現状

(4) 2021 年系統

1) 需要

アパパロード変電所の本計画完成時期は 2021 年と予想されるので当該年ならびに 2025 年を対象として系統解析を実施した。ナイジェリア全系の需要想定は世銀のマスタープランの中位ケースでは 2021 年に 11 GW、2025 年に 15 GW である。

一方 JICA マスタープランの需要想定では 2021 年 10,872 MW、2025 年 21,674 MW である。

JICA マスタープランの需要想定では後半年度は、電力事情の改善により潜在需要が顕在需要に変化すると想定しており、2021年～2025年は年平均18.8%と大きな伸び率となっている。

しかし今回実施した自家発を有する工場の聞き取り調査では、停電が頻発する電力事情から電力供給の安定化が達成されるまで系統電力の受電に期待せず自家発のみで工場負荷を賄う意向が多く工場から示された。電源不足ならびに低い系統の送電能力は短期間に改善することは困難と予想されるので、後半年度も潜在需要が存在するものとして、アパパロード変電所の負荷想定に用いた3-2-1-1-1章に示した伸び率を採用し、需要規模が2021年10.0GW、2025年14.6GWとして系統解析を実施した。また各変電所の負荷力率は2017年実績を用いた。

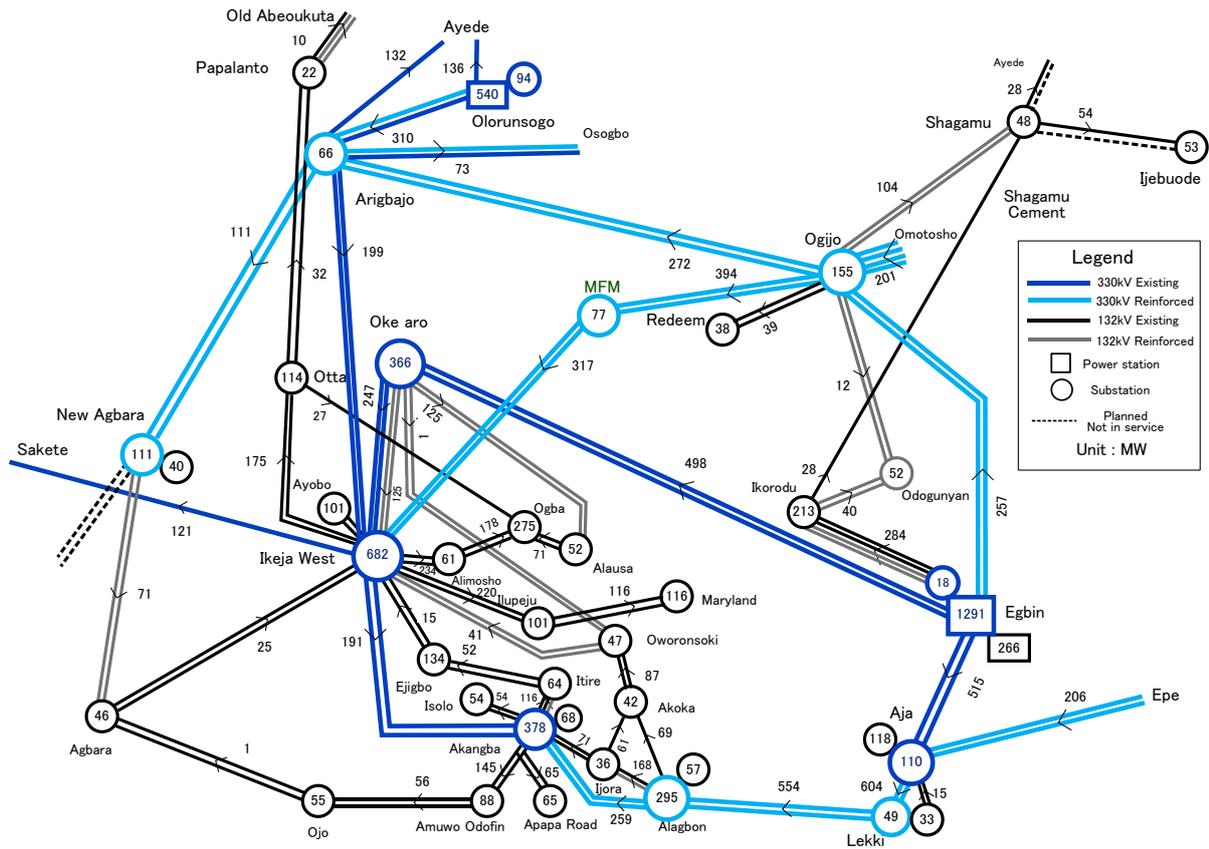
2) 電圧・潮流

2017年2月にTCNから提供を受けた系統ファイル（総需要10,092MW）を基に必要な追加・修正を行い系統解析用ファイルを作成した。

図3-2-8に潮流解析結果を示す。この図では濃色は2017年現在の既設設備、薄色は2017～2021年の増強設備を示している。図3-2-6と比較すると以下が分かる。

アパパロード変電所はアカンバーアモウオドフィン線からT分岐され2回線で送電されている。また系統規模の増大に対応して330kV系統が増強されており、特に330kVアジャーレッキアラグボンアカンバ線が完成しラゴス地域を1周する系統構成となっている。

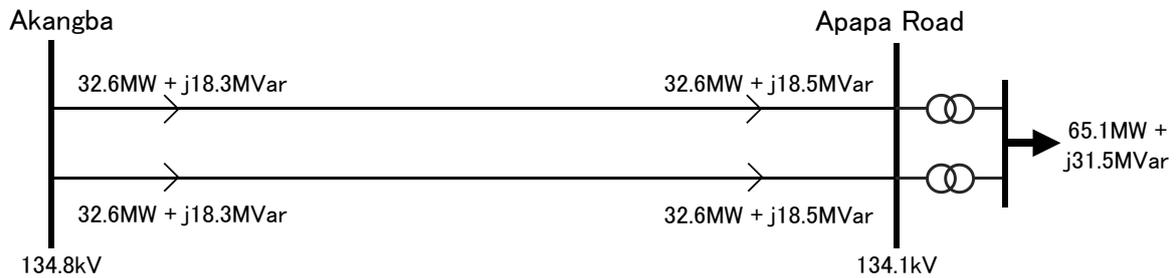
330kV系統の最大潮流はアジャーレッキ線の604MWであり1回線あたりの送電容量（常時777MVA、短時間855MVA）から1回線事故時にも過負荷は発生しない。アパパロード周辺系統の132kV送電線の最大潮流はアカンバーアモウオドフィン線の145MWであり、1回線事故時には126MWに減じるため短時間送電容量（138MVA）以内で有り過負荷は生じない。



[出所] JICA 調査団

図 3-2-8 潮流解析結果 (2021 年)

アカンバーアパパロード線の電圧および潮流状況を図 3-2-9 に示す。アパパロード変電所の負荷率は現状と同じ 0.9 とするとともに、当変電所の既設電力用コンデンサは撤去したと仮定した。1 回線あたりの送電容量は 90 MVA であり過負荷は生じないとともに、送電線での電圧降下は 0.7 kV と小さくアカンバ変電所において適正電圧が維持されればアパパロード変電所も適正電圧が維持されることを示しており、アパパロード変電所において電力用コンデンサ設置は不要であると言える。

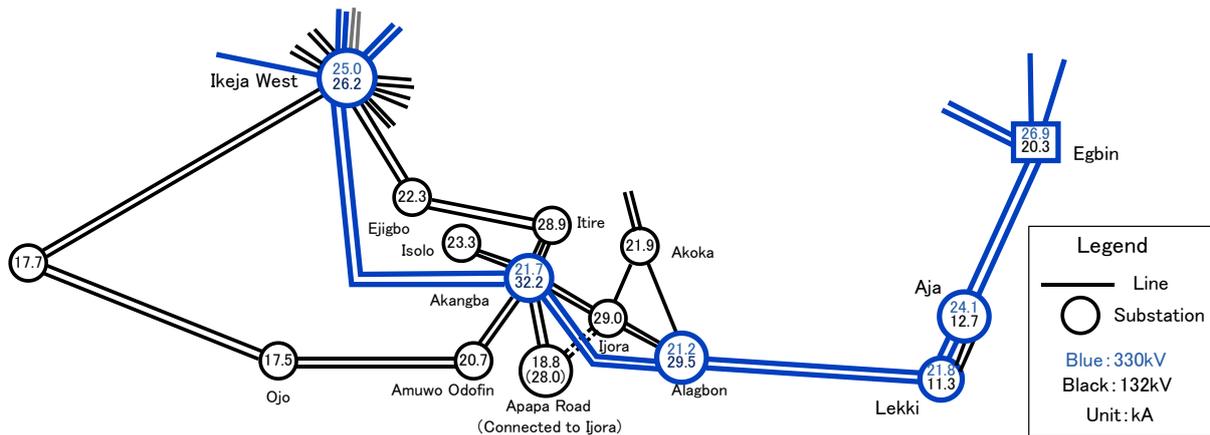


[出所] JICA 調査団

図 3-2-9 アカンバーアパパロード線の電圧および潮流状況

3) 事故電流

図 3-2-10 にアパパロード変電所近傍の事故電流解析結果を示す。132 kV 系統の事故電流はアカンバで 32.2 kA、アパパロードで 18.8 kA である。アパパロードーイジョラ線は 2017 年現在ほぼ完成しているにも拘わらず用地取得難航のため一部区間が未完成である。2021 年までに当線が完成したと仮定してアパパロード変電所がアカンバならびにイジョラの両変電所に連系された場合にはアパパロード変電所の事故電流は 28.0 kA となる。



[出所] JICA 調査団

図 3-2-10 アパパロード変電所近傍の事故電流

4) 安定度

安定度の解析条件は、送電線で 1 回線 3 相短絡事故が発生した後、Grid Code に基づき事故しゃ断時間 80ms 後に当該事故回線が開放されるものと設定した。なお 132 kV 送電線の事故しゃ断時間は裕度を考慮し 100 ms とした。本プロジェクトはアパパロード変電所増強事業であるので、アパパロード変電所の近傍の事故を対象として安定度解析を実施した。安定度解析条件を表 3-2-6 に示す。

表 3-2-6 安定度解析条件

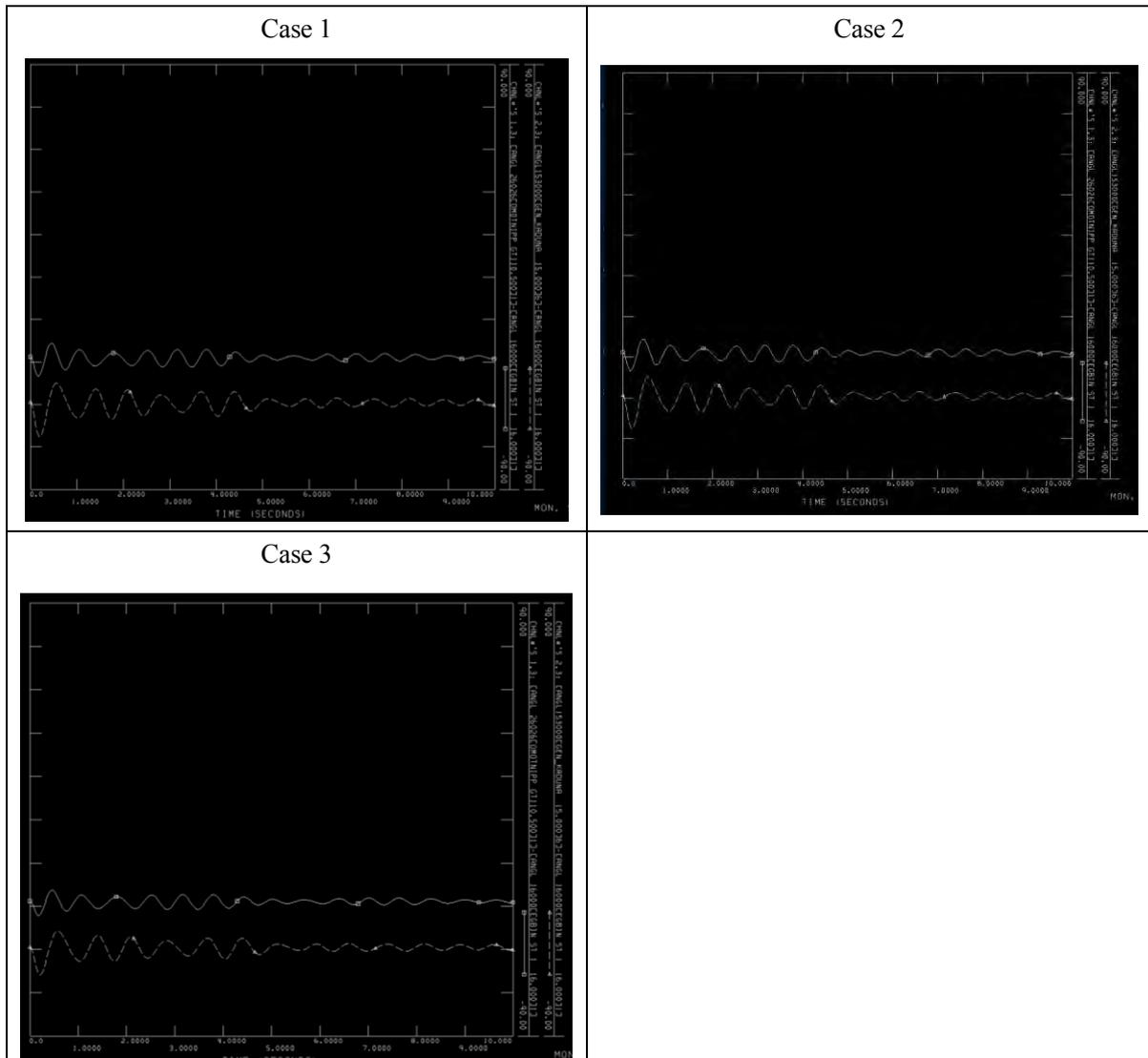
Voltage	Faulted point	Line opened	Fault clearing time	Case No.
330 kV	Nearest point from Akangba 330 kV bus	330 kV Akangba –Ikeja West	80 ms	1
		330 kV Akangba –Alagbon	80 ms	2
132 kV	Nearest point from Akangba 132 kV bus	132 kV Akangba – Apapa Road	100 ms	3

[出所] JICA 調査団

安定度解析結果を図 3-2-11 に示す。表は 0 ms に 3 相短絡事故が発生し 80 ms 後に事故クリア・送電線 1 回線開放された後の 10 秒間の全系の主要発電機の電圧位相の変動を示したものである。

安定度解析の結果、全てのケースで 3 相短絡事故による発電機動揺は時間と共に減少し収

束しており安定であることが確認された。



[出所] JICA 調査団

図 3-2-11 安定度解析結果

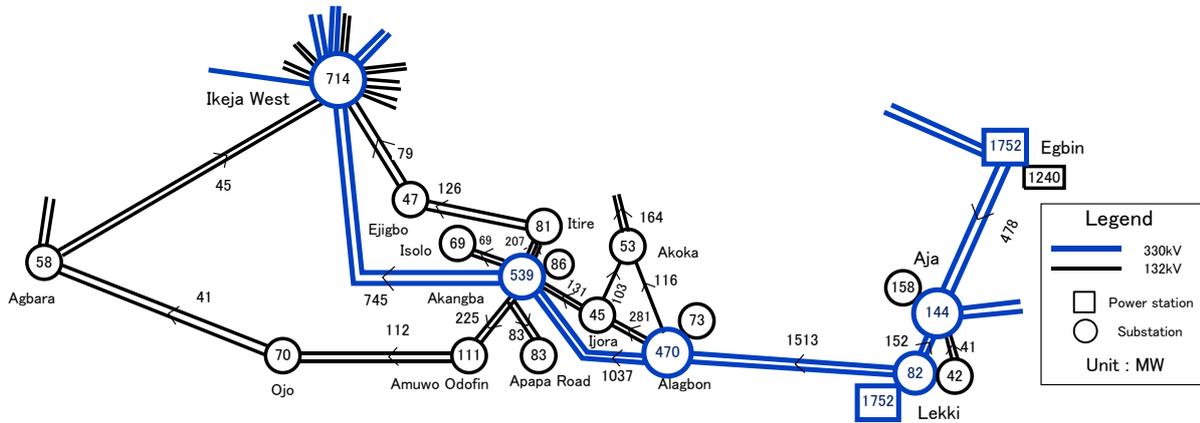
(5) 2025 年系統

潜在需要が存在するものとして需要規模は 2025 年 14.6 GW として系統解析を実施した。各変電所の負荷は、2021 年の負荷に 3-2-1-1 章に示した 2021 年から 2025 年の全国の伸び率 10.2% を採用して一律に増加させた。系統構成は図 3-2-8 に示した 2021 年系統を踏襲した。需要増加 4.6 GW に対応する電源開発は、候補電源の中からエグビンならびにレッキを選択し出力は両発電所とも 292 MW 6 台の合計 1,752 MW と仮定した。

1) 電圧・潮流

図 3-2-12 にアパパロード変電所周辺系統の潮流状況を示す。330 kV 系統の最大潮流はレッキ-アラグボン線の 1,513 MW であるが、この理由は当該送電線に比較的近いエグビンならびにレッキの電源開発を仮定したためである。また 132 kV 系統の最大潮流はアラグボン

ーイジョラ線（送電容量 330 MVA ）の 281 MW である。

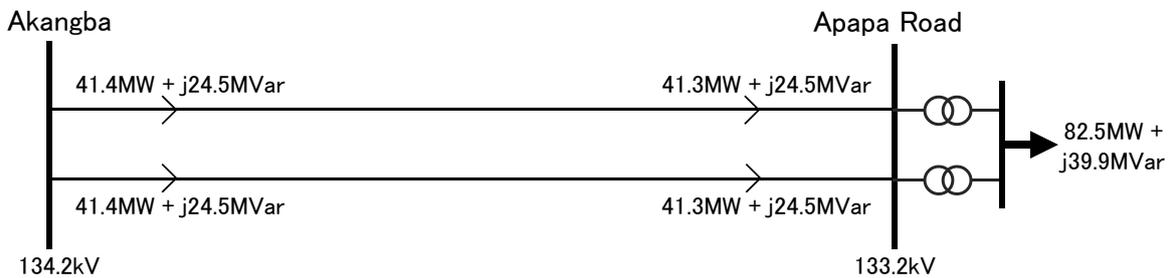


[出所] JICA 調査団

図 3-2-12 アパパロード変電所周辺系統の潮流状況（2025 年）

アカンバーアパパロード線の電圧および潮流状況を図 3-2-13 に示す。1 回線あたりの常時の送電容量は 90 MVA であり過負荷は生じない。1 回線事故開放時には 有効電力 82.8 MW、無効電力 49.0 MVar の潮流（皮相電力 96.2 MVA）が健全回線に流れるが、短時間送電容量 99 MVA 以下であり過負荷は生じない。

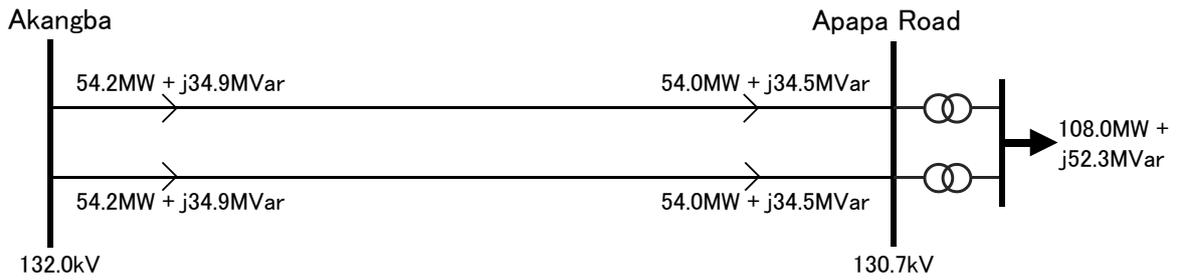
電圧降下は 1.0 kV と小さくアカンバ変電所において適正電圧が維持されればアパパロード変電所も適正電圧が維持される。



[出所] JICA 調査団

図 3-2-13 アカンバーアパパロード線の電圧および潮流状況

将来アパパロード変電所の負荷が変圧器容量（60 MVA 2 台）に見合う最終負荷となった場合の電圧および潮流状況を図 3-2-14 に示す。アカンバーアパパロード線の潮流は有効電力 108.4 MW、無効電力 69.8 MVar（皮相電力 128.9 MVA）となり 1 回線事故開放時には送電容量を超過するため増容量電線への張替等の対策が必要となる。電圧状況を見るとアカンバ変電所で送電電圧が 132 kV の場合、アパパロード変電所での受電電圧は 130.7 kV であり、電圧降下は 1.3 kV と小さくアパパロード変電所において適正電圧が維持される。このことはアカンバ変電所において適正電圧を維持すれば、アパパロード変電所でも電圧の適正化が可能であり、アパパロード変電所の電力用コンデンサは将来的にも不要であることを示している。



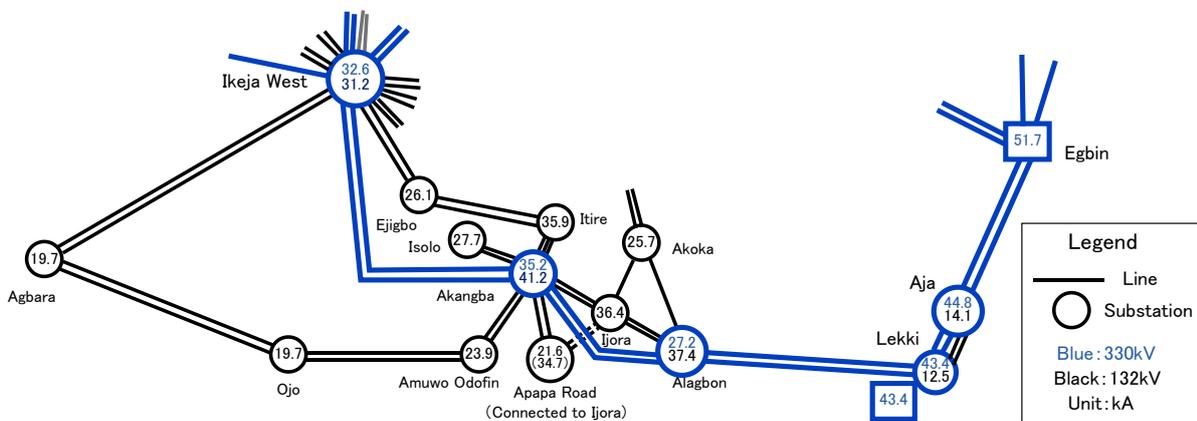
[出所] JICA 調査団

図 3-2-14 アカンバ変電所最終負荷時のアカンバーアパパロード線の電圧および潮流状況

2) 事故電流

図 3-2-15 にアパパロード変電所近傍の事故電流解析結果を示す。132 kV 系統の事故電流は、8 台の 330/132 kV 変圧器が全て併用されているアカンバで 41.2 kA、アパパロードで 21.6 kA である。アパパロード変電所がアカンバならびにイジョラの両変電所に連系された場合にはアパパロード変電所の事故電流は 34.7 kA となる。このため以下の理由によりアパパロード変電所の 132 kV しゃ断器のしゃ断容量は 40 kA 機器を採用する事とする。

- ・ 既設しゃ断器の定格は 40 kA であること
- ・ アカンバならびにイジョラの両変電所と連系する将来の系統運用の自由度を確保すること
- ・ しゃ断定格が 31.5 kA と 40 kA の機器の価格差が小さいこと



[出所] JICA 調査団

図 3-2-15 アパパロード変電所近傍の事故電流

(6) 結論

潮流、事故電流、安定度を対象とした詳細な系統解析によりアパパロード変電所の 60 MVA 変圧器 2 台は、電圧、潮流、事故電流ならびに安定度上の問題は無く有効に活用できることが判明した。

現状ではアカンバ変電所においてアカンバーアモウオドフィン線から 1 回線のみが T 分岐

され、アパパロード変電所は1回線にて送電されている。本プロジェクトの実施に対応して2回線 T 分岐し 2 回線で送電されるためアパパロード変電所の供給信頼度は向上する。しかし変則的な運用には変わりはないため、アカンバ変電所の 132 kV 母線を延長しアカンバーアパパロード線を母線に接続する改修工事を早期に実施することを推奨する。あるいは大部分が完成しているものの用地取得難航のため未完成のイジョラーアパパロード線を早急に完成させ、アパパロード変電所の供給源をアカンバならびにイジョラ変電所の 2 方向とすることで、供給信頼度向上と系統運用の自由度の拡大が実現する。

3-2-1-1-3 要請内容の妥当性

(1) 132 kV 開閉設備の更新

アパパロード変電所の 132 kV 開閉装置は、約 40 年前に設置された GIS (Gas Insulated Switchgear) である。しかし GIS 接続フランジの O リングやグリースの劣化により絶縁性が高い SF₆ ガスが漏れ、ガスしゃ断器の開閉性能が保持できないため、2012 年以降同 GIS は使用されていない。TCN の標準では、132 kV 変電所の母線は二重母線方式を採用することになっているが、現状では仮設の 1 台の開閉設備で 2 台の 132/33 kV 変圧器を保護する方式となり母線の形態を取ることができず、132 kV 変電所に求められる信頼度を満足できない。

しゃ断器の期待寿命は日本電機工業会によると約 26 年で、現在使用していない GIS は更新の時期である。

(2) 132/33 kV 変圧器の更新

132/33 kV 油入変圧器は鉄心と巻線が、絶縁油で満たされた容器内に収納されている。稼働中の既設屋外変圧器は 2 台 (TR 1、TR 2) で三次巻線となっている。また予備機として二次巻線変圧器が設置されている。

表 3-2-7 既設変圧器の仕様

名称	状態	電圧 (kV)	定格容量 (MVA)	冷却方式	製造年
-	停止	132/33	30	ONAF	1972 年
TR 1	稼働中	132/33/11	45/30/20	ONAF	1974 年
TR 2	稼働中	132/33/11	ONAN(ONAF) 45(59)/30(39)/20(26)	ONAN/ ONAF	1978 年

[出所] TCN の情報を基に JICA 調査団が作成

変圧器は一般的に電気設備を構成する主要機器で 15 年程度経過すると劣化診断が必要となり、更に経過すると総合劣化診断、機能アップ対策、延命化措置対策が必要となる。また 20～30 年経過すると更新時期を迎える。アパパロード変電所の変圧器は全てフィン部分等からのオイル漏れの跡があり、フィンや設置場所の敷石等が黒ずみ、オイルピットに絶縁油が残っている。また絶縁油コンサベータのブリーザの吸湿材 (シリカゲル) が青から白色に変化しており、変圧器内に多くの湿気が入り込んで絶縁油の劣化を進めていると推定できる。予備機は一次、二次ブッシングが取り外され、長期間未使用の状態で放置されている。

TR 1 及び TR 2 変圧器には自動電圧切替え装置が設置されており、運転中の変圧器の二次電圧を常に監視し、設定電圧範囲を逸脱した場合は自動的に無停電でタップを切換えて制御ができるようになっていた。現状では同装置が何らかの原因で作動せず、手動タップ切替え操作で電圧制御を行っている。なお絶縁油は鉱油使用となっているが 1970 年代製造の変圧器は有害物質のポリ塩化ビフェニール（PCB）を含有している可能性が高い。

このように 132/33 kV 油入変圧器の装備の不備や期待寿命約 27 年（日本電機工業会）を過ぎ約 40 年間稼働の TR 1、TR 2 変圧器は更新の時期と考えられる。更に、今後アパパ地区の電力需要は大きく伸びると期待されているが、現状の 132/33 kV 変圧器の容量では不足することが予想される。

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

(1) 温度・湿度条件に対して

本プロジェクトの対象サイトは、一年を通して日最高気温が月平均で 25.0℃から 30.0℃と高温である。したがって本プロジェクトで調達される変電設備は、この気温を考慮するとともに、外気温度及び直射日光による一時的な温度上昇、並びに高湿度に対して、機器が正常に動作し、運転・保守に支障のないように留意する。

(2) 降雨・落雷に対して

本プロジェクトの対象サイト周辺では、雨期には大量の降雨があるため、降雨によって据付機材の運用に支障をきたさないような排水対策が必要である。本プロジェクトにおける機材の据付場所は、変電所敷地内で概ね整地は行われているが、ナイジェリア側で実施する整地、レベリングの際、既設の敷地外周や周囲の排水溝へ排水されるための勾配が必要になる。落雷については、架構等の据付作業時の避雷措置を取るほか、変電設備には送配電線からの侵入雷に対する十分な保護設備の施設、避雷のための接地を確実に施す必要がある。

(3) 塩害について

本プロジェクトの対象サイトは、ラゴスのラグーンから 700 m の距離に位置しており、また産業地帯でもあるため、ラグーンから飛来する塩、工場からの排煙が発生しているため、塩害地域とみられる。よって本プロジェクトで導入する資機材は、耐塩害仕様とする。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

本プロジェクトの対象サイトが位置するラゴス市では、停電が頻発しており、発電所の建設や変電所の増設に民間資本の投資が誘起されており、電力事情の改善に対する期待は大きい。また本プロジェクトの対象サイトはナイジェリア最大の貿易港に電力供給をしており、また同サイト周辺は石油・セメント・製粉等の工場が密集しているエリアであり、ナイジェリアの経済に大きな影響を与えるとみられる。本プロジェクトで供与する機材は、ナイジェリアの社会経済情勢の長期的展望を鑑みて、ラゴス市の電力事情の改善に大きく寄与する必要がある。そのためには、単に資機材の調達といったハード面のみならず、電力供給設備の運用面での品質の向上についても技術移転等により、改善を図る必要がある。

3-2-1-4 建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針

ラゴス大都市圏内には、現地建設会社のみならず外資系建設会社が数多く存在し、大規模な工事から小規模なものに至るまで、多種多様な工事实績を有している。しかしながら、その品質管理や竣工に至るまでの工程管理に関する高度な技術・知見を有する技術者、技能工らの数は十分とは言い難い。このため、本プロジェクトにおける変電設備の基礎工事や据付工事の実施に当っては、高度な技術・知見を有する日本人技術者の施工管理を通して、品質・工程に係る技術及び機材の管理監督を確実に移転できるよう配慮することが重要である。

建設資材は、主要資材であるセメント・鉄筋・骨材をはじめ、鋼製建具、アルミ製建具の現地調達が可能である。ラゴス大都市圏内にはプラント製造の生コンクリート工場が存在するので品質確保の面から生コンクリートを使用したポンプ車によるコンクリート打設方式を採用する。

3-2-1-5 現地業者、現地資機材の活用に係る方針

(1) 現地建設業者

ラゴス大都市圏には、我が国の ODA 事業に参加した経験を有する現地業者、TCN の施設を建設した経験のある業者が複数存在するものの、施工品質・工程の確保、安全管理の徹底を図る意味からも、本邦企業の下請負施工業者として活用する。

(2) 現地コンサルタント

現地コンサルタントは、ナイジェリア国の建設事情、一般的な仕様及び工法等に精通しているため、本プロジェクトでは、日本人コンサルタントの補助とした施工監理の活用を用いる。

3-2-1-6 運営・維持管理に対する対応方針

TCN は、ナイジェリア全土を対象とした送電事業に分社化された 2012 年以降、送変電設備の建設及び運転・維持管理を順調に実施しており、本プロジェクトの調達機材と同等の設備を保有しているため、ある程度の運転・維持管理能力は有している。アパパロード変電所においては、メンテナンス要員は常駐しておらず、4 名のシステムオペレーターが交代で 24 時間の運転管理を行っている。メンテナンス時は同サイトを含むエリアを統括しているアジャ変電所エリアコントロールセンターよりメンテナンス要員（要員数 9 名）を派遣して対応している。図 3-2-16 に同センターの組織図を示す。現状、アパパロード変電所では、日常点検・定期点検・メンテナンスの記録が整理、保管が十分でなく、同変電所内の整理整頓がされていないなど、維持管理体制の改善の必要性が認められる。

ORGANISATION CHART OF AJAH SUB REGION

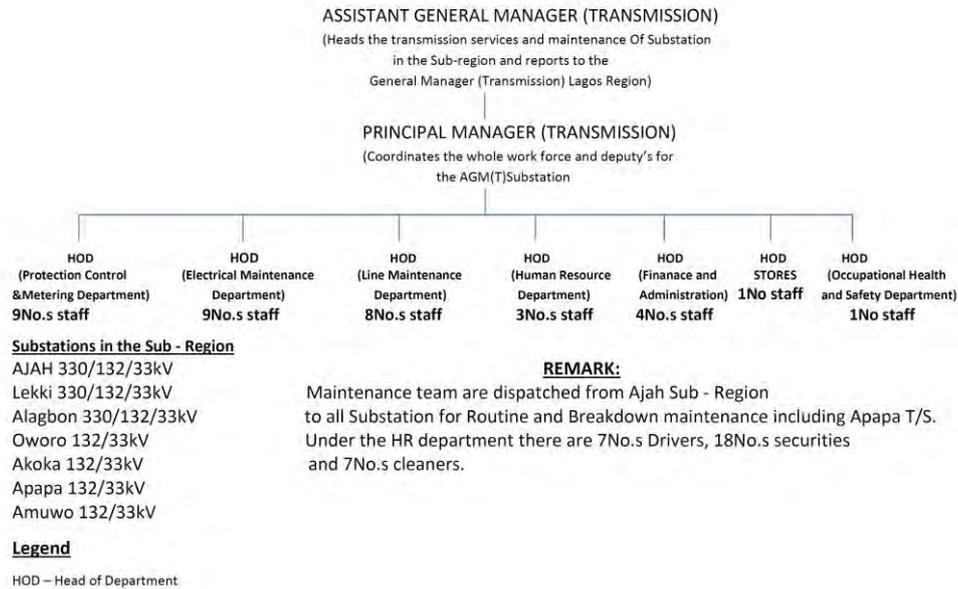


図 3-2-16 アジャ変電所エリアコントロールセンターの組織図

3-2-1-7 施設・機材等のグレードの設定に係る方針

上記の諸条件を考慮し、本プロジェクトの資機材の調達及び据付けの範囲、並びに技術レベルは、以下を基本方針として策定する。

(1) 施設・機材の範囲に対して

技術的及び経済的に適切な設計とするために、資機材の仕様は可能な限り IEC 等の国際規格に準拠した標準品を採用するとともに、少品種・少工種化とし資機材の互換性を図る等、必要最小限の設備構成、仕様、数量となるよう考慮する。

(2) 技術レベルに対して

本プロジェクトで調達する変電設備を構成する各機器の仕様は、本プロジェクト完了後に実施される運転維持管理部門の技術レベルを考慮し、複雑な構成とならないよう留意する。

3-2-1-8 工法／調達方法、工期に対する方針

本邦からナイジェリアまでの資機材は主に海上輸送となる。ラゴス港で荷揚げ後、アパパロード変電所までの陸上輸送（約 2 km）は常に渋滞している。更に、当変電所の進入路は高架道路の直下であり変電所の周辺には露天商が立ち並び変電所のゲートも狭いため資機材を運搬するトレーラーの走行には安全を考慮する必要がある。

現地工事に係わる工期については、主に下記の事項を考慮して策定する。

- ・ 工事は既存の変電所内の 132 kV 開閉機器が充電している付近にて行われるので、既存の 132 kV 開閉機器をフェンスで囲み感電を防止する必要がある。

- ・ 変電所内には 33 kV 及び 11 kV 埋設ケーブルが地表に露出している所がある。工事用車両がこれ等のケーブルに損傷を与えないように養生が必要である。
- ・ 既存の設備を生かしながら新設設備との切り替え作業が生じるので、切り替え時期と期間を既存設備の運用を把握して支障をきたさないように考慮する必要がある。
- ・ TCN が搬入する移動式変電設備をアパパロード変電所に搬入する時期を日本側の工事に支障が生じないように入札公示の 45 日前までに行うこととしているのでフォローが必要である。
- ・ アパパロード変電所内に放置されている資材（制御盤、コンテナ、しゃ断器、非常用発電設備収納建屋、車、他）の撤去または移設作業は日本側の工事に支障が生じないように入札公示の 45 日前までに行うこととしているのでフォローが必要である。
- ・ アパパロード変電所の構内には資機材置き場等の用地は確保できないので、アカンバ変電所内の用地を資材置き場として借用する必要がある。そのため、資機材の横持ち日数を考慮する必要がある。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 全体計画

3-2-2-1-1 設計条件

本プロジェクトの計画に係る設計条件は下記とする。

(1) 気象条件

変電設備、基礎の設計に適用する気象条件を表 3-2-8 に示す。

表 3-2-8 気象条件

項目	アパパロード変電所
地盤標高	海拔 10 m
周囲温度（最高）	38.0℃
周囲温度（最低）	17.0℃
周囲温度（平均）	27.3℃
最大風速	31.1 m/秒
年間降雨量（平均）	1,689 mm
地震力	考慮しない。
地耐力	150 kN/m ²

[出所] JICA 調査団

(2) 電気方式 (132 kV 系統)

表 3-2-9 132 kV 系統電気方式

項目	適用
系統電圧	132 kV (3 相 3 線式)
系統最大電圧	145.0 kV
系統最低電圧	118.8 kV
周波数	50 Hz
最大短絡容量	31.5 kA (1sec.)
接地系	直接接地方式
接地抵抗	1 Ω 以下

[出所] TCN 及びナイジェリア電力規制委員会 (NERC: Nigeria Electricity Regulatory commission)

(3) 設計条件

- ① 高度：1,000 m 以下
- ② 設計温度：40℃
- ③ 系統電圧 132 kV 系：132 kV±5%
33 kV 系：33 kV ±5%
- ④ 周波数：50 Hz ±0.2 Hz (ナイジェリア国グリッドコード許容変動)
- ⑤ 接地方式 132 kV 系：有効接地
33 kV 系：接地変圧器による接地

(4) 適用規格及び使用単位

本プロジェクトを計画する上での設計に当たっては、機器の主要機能については IEC 及び ISO 等の国際規格並びに日本規格を適用することとする。また使用単位は国際単位系 (SI ユニット) とする。

- ① 国際電気標準会議規格 (IEC)：電気製品全般の主要機能に適用する。
- ② 国際標準化機構 (ISO)：工業製品全般の性能評価に適用する。
- ③ 日本工業規格 (JIS)：工業製品全般に適用する。
- ④ 電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC)：電気製品全般に適用する。
- ⑤ 日本電機工業会 (JEM)：同上
- ⑥ 日本電気協会 (JEAC)：同上
- ⑦ 日本電線工業会規格 (JCS)：電線、ケーブル類に適用する。
- ⑧ 電気設備に関する技術基準：電気工事全般に適用する。

3-2-2-1-2 開閉装置の型式

屋外変電所で一般的に採用される気中絶縁型の開閉装置は、回路を空気及びがいしで絶縁するため空中で離隔距離をとる必要があり、変電所の機器配置に当り広い面積が求められる。変圧器などの主要設備の大半は屋外に設置し、配電盤などの制御機器のみを屋内またはキュービクルに配置する。気中絶縁型の開閉装置は建設費が安く、全ての機器が平面的に配置されることから運用開始後のメンテナンス性に優れている。しかしながら、アパロード変電所は敷地が狭隘で機器の設置可能面積が少ないため、132 kV 及び 33 kV の開閉装置に気中絶縁型を採用することは困難である。

GIS（Gas Insulated Switch：ガス絶縁開閉装置）は、しゃ断器・断路器・母線電線路・避雷器・計器用変成器・作業用接地装置などを絶縁性が高いガス（六フッ化硫黄：SF₆）が充填された単一の容器内に収めた縮小形開閉設備であり、気中絶縁型の開閉装置と比較して設置面積が約30-40%縮小できる。

以上のことから、本プロジェクトの132 kV及び33 kV開閉設備はGISを採用する。なお、GISは省スペースが図れ、安全性、信頼性が高い機器であるが、機器コストや工事費は高くなる。

3-2-2-1-3 変電所の配置計画

既存のアパパロード変電所の敷地内で132 kV/33 kV GISの更新、変圧器の設置、制御棟建屋の建設を行うこととし、将来的に132/33 kV変圧器、132/33 kV GISの増設が可能となる配置計画とする。アパパロード変電所の敷地は狭隘かつ人口密集地に位置しているため、GISの採用により以下の利点が図れる。

- ① 火災を発生させない防火性の優れた施設となる。
- ② 据え付け面積を最小化できる。
- ③ コロナ放電音等の騒音が小さくなる。
- ④ 周囲環境との調和を図れ、景観上のインパクト（Visual Impact）を与えない。
- ⑤ 送電系統との接続は鉄塔類が不要となり地中送電ケーブルが適用でき変電設備の縮小化が図れる。

なお変電所の機器配置は搬出入に支障のないようにすると共に、以下の各項目を考慮し設計する。

- ① 保守及び防火上、消防法の規程による機器間の最低保有距離を確保すること。
- ② 津波や洪水による浸水の恐れがある場合は、想定浸水深を考慮し、上層階への設置やその設置場所の水密扉化等の必要な浸水対策を施すこと。
- ③ 関係者以外が立ち入ることができない処置をすること。

3-2-2-2 機材計画

3-2-2-2-1 基本計画の概要

現在及び将来の電力需給状況の調査から電力機器の仕様の妥当性を検討した。また実施機関の設備・機材の使用実績及び整備状況を調査し、その調査結果を踏まえて策定した本計画の基本計画の概要を、表 3-2-10に示す。

表 3-2-10 基本計画の概要

機材番号	構成機材番号	機材名	単位	数量
AR	アパパロード変電所			
AR1	132 kV 送電線引込み機器			
	AR1-1	120 kV 避雷器	組	2
	AR1-2	132 kV ブロッキングコイル	台	2
	AR1-3	132 kV コンデンサ型計器用変圧器	組	2
	AR1-4	132 kV ケーブルヘッド	組	3
	AR1-5	132 kV 電力ケーブル	式	1
	AR1-6	132 kV 電力ケーブルサポート	式	1
AR2	132 kV GIS 及び変圧器			
	AR2-1	132 kV 引込み用 GIS	組	2
	AR2-2	132 kV 母線連絡用 GIS	組	1
	AR2-3	132 kV 計器変圧器用 GIS	組	1
	AR2-4	132 kV 変圧器用 GIS	組	2
	AR2-5	132/33 kV 変圧器	台	2
AR3	制御・保護装置			
	AR3-1	132 kV 引込み用 GIS 制御・保護盤	組	2
	AR3-2	132/33 kV 変圧器用 GIS 制御・保護盤	組	2
	AR3-3	132 kV 母線連絡用 GIS 制御・保護盤	組	1
	AR3-4	取引用電力量計盤（電力量計は客先支給）	面	1
	AR3-5	遠方監視制御装置（RTU）	面	1
	AR3-6	SCADA システム（変電所内用）	式	1
AR4	33 kV GIS			
	AR4-1	33 kV 変圧器受電用 GIS	面	2
	AR4-2	33 kV 配電用 GIS	面	6
	AR4-3	33 kV 母線連絡用 GIS		
	AR4-3-1	33 kV 母線連絡用 GIS（CB）	面	1
	AR4-3-2	33 kV 母線連絡用 GIS（Bus raiser）	面	1
	AR4-4	33 kV 計器変圧器用 GIS	面	2
	AR4-5	33 kV 電力ケーブル	式	1
	AR4-6	33 kV リングメインユニット	式	1
AR5	その他付帯設備			
	AR5-1	DC 110 V 用直流電源装置（常用・予備方式、直流分電盤含む）	式	1
	AR5-2	交流電源装置（常用・予備方式、交流分電盤含む）	式	1
	AR5-3	変電所接地設備	式	1
	AR5-4	接地用変圧器（所内用変圧器兼用）	台	2
	AR5-5	非常用発電機	台	1
	AR5-6	天井クレーン	式	1
	AR5-7	その他制御ケーブル等	式	1
AK	アカンバ変電所			
AK1	132 kV 送電線 T 分岐機材			
	AK1-1	132 kV 送電線ガントリー	式	1
	AK1-2	132 kV 送電線機材	式	1
MT	試験器具・保守用道工具			
	MT-1	変圧器絶縁油真空脱気装置（タンク等含む）	組	1
	MT-2	変圧器絶縁油耐圧試験器	組	1

機材番号	構成機材番号	機材名	単位	数量
	MT-3	保護継電器試験器	組	1
	MT-4	SF6 ガスハンドリングプラント (ガス絶縁開閉装置用)	組	1
	MT-5	電力測定器	組	1
	MT-6	高所作業台	台	1

3-2-2-2-2 機材一覧

アパパロード変電所に日本側が調達・納入する機材の仕様の一覧表を表 3-2-11 に示す。

表 3-2-11 アパパロード変電所 日本側が調達・納入する機材の仕様一覧表

番号	機材名	仕様	数量
AR	アパパロード変電所		
AR1	132 kV 送電線引込み機器		
AR1-1	120 kV 避雷器 (1) 適用規格 (2) 形式 (3) 定格電圧 (4) 放電電流 (5) 雷インパルス (放電耐量) (4/20 μ s) (6) 付属品	3 台/組 IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 屋外型、酸化亜鉛型 120 kV 10 kA 100 kA 動作回数表示装置 (各相)、架台、ODA プレートまたはステッカー、その他必要なもの	2 組
AR1-2	132 kV ブロッキングコイル (1) 適用規格 (2) 形式 (3) 最高使用電圧 (4) 定格雷インパルス耐電圧 (5) 定格電流 (6) 定格短時間耐電流 (7) 定格短絡時間 (8) インピーダンス (9) 通信周波数 (10) 付属品 (11) 設置個所	IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 結合型コンデンサ頭部縦据置形または縦つり下げ形タイプ 132 kV 35 kV 1,600 A 40 kA 1 sec. 通信周波数において 125 Ω 以上 152-504 kHz つり下げ金具、サージ抑制用ギャップ装置、ODA プレートまたはステッカー、その他必要なもの アパパロード変電所屋上	2 台

番号	機材名	仕様	数量
AR1-3	132 kV コンデンサ型計器用変成器 (1) 適用規格 (2) 形式 (3) 最高使用電圧 (4) 定格雷インパルス耐電圧 (5) 定格 1 次電圧 (6) 定格 2 次電圧 (7) 巻線数 (8) 商用周波数耐圧電圧 1 分 (9) キャパシタンス C1,C2 (10) 定格負担 (11) 精度 (12) 付属品 (13) 備考	3 台/組 IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 コンデンサ型, がいし漏れ距離: 31 mm/kV 以上 145 kV 650 kV $132/\sqrt{3}$ kV $110/\sqrt{3}$ V、 $110/\sqrt{3}$ V 2 275 kV メーカー推奨 100 VA 以上 Class 1.0/3P 架台、ODA プレートまたはステッカー、その他必要なもの PLC 通信用の信号入力を考慮すること。	2 組
AR1-4	132kV ケーブルヘッド 1.132 kV ケーブルヘッド (1) 雷インパルス耐電圧 (BIL) (2) 最小公称所要漏れ距離 (3) 部分放電 2. 端末処理材 3. 送電線からの引込線への接続線 4. 132 kV ケーブルヘッドから移動式変電所の接続線 5. 架台 6. 直線接続材 交換部品 その他特記事項	650 kV 31.5 mm/kV 5 pc 以下 1c - 400 mm ² CV ケーブル用、屋外耐塩型 ACSR ACSR High strength steel、溶融亜鉛鍍金、ODA プレートまたはステッカー ※120 kV 避雷器、132 kV ブロッキングコイル、132 kV コンデンサ型計器用変圧器と 132 kV ケーブル架台は共通架台とする。 ※移動式変電所用の架台を含むこと。 1c - 400 mm ² CV ケーブル用、屋外耐塩型 (1) 端末処理材 (GIS 側) : 3 個※AR1-4 の数量 3 組分 (2) 端末処理材 (変圧器側) : 3 個※AR1-4 の数量 3 組分 (1) 導体は銅とする。 (2) IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格	3 組

番号	機材名	仕様	数量
AR1-5	132 kV 電力ケーブル 1. 132 kV 電力ケーブル (1) 適用規格 (2) 形式 (3) 導体材 (4) 導体サイズ (5) 最高使用電圧 (6) 定格雷インパルス耐電圧 (7) 金属しゃへい (8) 金属シース (9) 保護層 (10) ケーブル端末処理 2. 端末処理材 (1) 適用規格 (2) 最小公称所要漏れ距離 (3) 部分放電 その他特記事項	IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 単心銅導体 CV ケーブル 銅 400 mm ² 145 kV 650 kV 銅テープ アルミシース ポリ塩化ビニル（又はポリエチレン） 6 箇所 IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 31.5 mm/kV 5 pc 以下 波付硬質ポリエチレン管及びハンドホールによる管路布設とすること。※ケーブル長さ 1,140 m	1 式
AR1-6	132 kV 電力ケーブルサポート (1) 適用規格 (2) 鋼材 (3) 塗装 (4) ケーブル仕様 (5) その他	IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 High strength steel 溶融亜鉛鍍金 132 kV 1C - 400mm ² CV ケーブル 3 本（3 相分）/回線×2 回線=6 本 ケーブル曲げ半径に留意すること。	1 式
AR2	132 kV GIS 及び変圧器		
AR2-1 AR2-2 AR2-3 AR2-4	132 kV ガス絶縁開閉装置 共通仕様 (1) 適用規格 (2) タイプ (3) 母線方式 (4) 接続 (5) 制御 (6) 仕様 ・ 定格電圧 ・ 最大電圧 ・ 定格周波数 ・ 定格母線電流 ・ 定格しゃ断電流	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 屋外型、3 相一括金属閉鎖型 複母線方式 ケーブル接続 制御室及び SCADA からの遠隔制御ができること。（注；現場制御盤は設置しない） 132 kV 145 kV 50 Hz 2,000 A 40 kA 以上	

番号	機材名	仕様	数量
	<ul style="list-style-type: none"> ・ガスしゃ断器動作責務 ・定格短時間耐電流 ・定格雷インパルス耐電圧 ・定格商用周波耐電圧 ・制御電圧 ・しゃ断時間 ・閉時間 ・補助接点 (7) 塗装 (8) 付属品 交換部品 その他特記事項	O - 0.3 sec. - CO - 3 min. - CO 40 kA (3 sec.) 以上 650 kV 以上 275 kV 以上 110 V DC 60 ms 以下 80 ms 以下 No: 7 以上、NC: 7 以上 屋外用重耐塩塗装仕上げ (塗装色 : N7 または RAL7033) 銘板、スペースヒーター、警報接点付 MCCB、キー付扉ハンドル、ODA プレート またはステッカー AR2-1 に含む (1) 屋外設置に耐える塗装仕様とすること。 (2) 将来用として、引込み用開閉装置 (2 組) 及び変圧器用開閉装置 (2 組) 用スペース を考慮する。 (3) GIS 搬入及びメンテナンス時のクレーン 定格荷重 (5 トン) を考慮する。	
AR2-1	132 kV 引込み用 GIS 1. しゃ断器 2. 断路器 3. 接地装置 ・投入容量付 ・保守用 4. 変流器 5. 避雷器 6. ケーブル接続用ユニット 交換部品	132 kV、2,000 A、40 kA- 3 sec.以上 132 kV、2,000 A、40 kA 132 kV、40 kA - 3 sec.以上 132 kV ・ 2,000-1,000/1 A、15 VA 以上、5P20 ・ 600-400/1/1/1 A、15 VA 以上、 Class 1.0/5P20/5P20 120 kV、10 kA 132 kV 1c - 400 mm ² CV ケーブル (1) しゃ断器用投入コイル : 1 個※AR2-1 の数量 2 組分 (2) しゃ断器用引き外しコイル : 1 個※AR2-1 の数量 2 組分 (3) 断路器/接地装置用投入用電磁接触器 : 1 個※AR2-1 の数量 2 組分 (4) 断路器/接地装置用開路用電磁接触器 : 1 個※AR2-1 の数量 2 組分 (5) 断路器/接地装置用インターロックコイル : 1 個※AR2-1 の数量 2 組分	2 組

番号	機材名	仕様	数量
		(6)スペースヒーター： 6個※AR2-1の数量2組分 (7)SF ₆ ガスシリンダー： 3個※AR2-1の数量2組分	
AR2-2	132 kV 母線連絡用 GIS 1.しゃ断器 2. 断路器 3. 接地装置(保守用) 4. 変流器 交換部品	132 kV、2,000 A、40 kA- 3 sec.以上 132 kV、2,000 A 132 kV 2,000/1 A、15 VA 以上、Class 1.0/5P20 AR2-1 に含む	1組
AR2-3	132 kV 計器変圧器用 GIS 1. 計器用変圧器 (単相型) 2. 接地装置 (保守用) 交換部品	132/√3 kV、110/√3 V、110/√3 V、100 VA 以上、Class 1.0/3P 132 kV AR2-1 に含む	1組
AR2-4	132 kV 変圧器用 GIS 1.しゃ断器 2. 断路器 3. 接地装置 (保守用) 4. ケーブル接続用ユニット 5. 変流器 交換部品	132 kV、1,250 A、40 kA- 3 sec.以上 132 kV、1,250 A、40 kA 以上 132 kV 1c - 400 mm ² CV ケーブル用 ・ 2,000-1,000/1 A、15 VA 以上、5P20 ・ 400/1//1 A, 15 VA 以上、Class 1.0/5P20/5P20 AR2-1 に含む	2組
AR2-5	132/33 kV 変圧器 (1) 適用規格 (2) 型式 (3) 定格容量 (4) 定格電圧 (5) 定格周波数 (6) 相数 (7) 冷却方式 (8) 結線方式 (9) 定格雷インパルス耐電圧 (10) 定格商用周波耐電圧 (1 分間)	IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 屋外型、負荷時タップ切替装置付、無圧密封式 60 MVA (ONAF) 1次電圧 132 kV、2次電圧 33 kV 50 Hz 3相 油入自冷式/風冷式 (ONAN/ONAF) ・ 1次側星型結線 (直接接地) ・ 2次側三角結線 (接地変圧器による接地) ・ ベクトルグループ ; YNd11 1) 1次側 650 kV 以上 2) 1次側中性点 125 kV 以上 3) 2次側 170 kV 以上 1) 1次側 275 kV 以上	2台

番号	機材名	仕様	数量
	<p>(11) インピーダンス</p> <p>(12) 負荷時タップ切替装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タイプ ・タップ電圧 ・タップ数 ・ステップ電圧 ・タップ位置外部出力 <p>(13) 変流器</p> <ul style="list-style-type: none"> ・変流器 (1次側中性点) ・ブッシング CT (2次側) <p>(14) 避雷器</p> <p>(15) 接続</p> <p>(16) 騒音</p> <p>(17) 塗装</p> <p>(18) 付属品</p> <p>交換部品</p>	<p>2) 1次側中性点 38 kV 以上</p> <p>3) 2次側 70 kV 以上</p> <p>約 13% (60MVA にて)</p> <p>真空バルブ式</p> <p>32 kV +5% (4 x 1.25%) - 15% (-12 x 1.25%)</p> <p>17 タップ</p> <p>1.25%</p> <p>現場表示、遠隔表示および変圧器並列運転用</p> <p>400/1/1/1/1 A、15 VA、 Class 0.5/5P20/5P20/Spare</p> <p>1,200/1/1/1/1 A、15 VA、 Class 0.5/5P20/5P20/Spare</p> <p>1次側、2次側に配置のこと。</p> <p>1) 1次側；ケーブル接続 (CV ケーブル：1 x 400 mm²/相)</p> <p>2) 2次側；ケーブル接続 (CV ケーブル：2 x 630 mm²/相)</p> <p>1) 最大 75 dB(A)※ONAN</p> <p>2) 最大 78 dB(A)※ONAF</p> <p>重耐塩塗装仕上げ (塗装色：N7 または RAL7033)</p> <p>絶縁油、警報接点付きブッフホルツリレー、LTC 油流リレー、警報接点付き油面計、警報接点 付き油温計、外部表示用油温検出エレメント・ 巻線温度検出エレメント、警報接点付き放圧 装置及び放圧槽、吸湿呼吸器、昇降用はしご、 LTC 用手動ハンドル、ODA プレートまたはス テッカー、他</p> <p>(1) 132 kV 側ブッシング： 1 本※AR2-5 の数量 2 台分</p> <p>(2) 33 kV 側ブッシング： 1 本※AR2-5 の数量 2 台分</p> <p>(3) ブッフホルツリレー： 1 個※AR2-5 の数量 2 台分</p> <p>(4) 油温計：1 個※AR2-5 の数量 2 台分</p> <p>(5) 油面計：1 個※AR2-5 の数量 2 台分</p> <p>(6) MCCB (各種)： 1 個※AR2-5 の数量 2 台分</p> <p>(7) 補助リレー (各種)： 1 個※AR2-5 の数量 2 台分</p>	

番号	機材名	仕様	数量
	消耗品 その他特記事項	(8) ヒューズ（各種）： 100%※AR2-5 の数量 2 台分 (9) ランプ（各種）： 100%※AR2-5 の数量 2 台分 (10) LED ランプ（各種、ソケット付）： 10%※AR2-5 の数量 2 台分 シリカゲル 3 缶（20 kg/缶） (1) 変圧器 2 台（T1/T2）で並列運転を可能にすること。 (2) 新設 2 台に加え、将来増設として 2 台の変圧器が計画されているため、そのスペースを確保すること。 (3) 132 kV、33 kV 側とも、エレファントタイプ（ケーブルボックス）接続とする。 (4) 接地用変圧器用の端子台を設ける事 (5) 放圧操作動作時に放出する絶縁油を収集する放圧槽により絶縁油の飛散を防ぐこと。 (6) 防油堤を設けること（釜場・水抜き弁付）。	
AR3	制御・保護装置		
AR3-1 AR3-2 AR3-3 AR3-4 AR3-5 AR3-6	制御保護装置共通仕様 (1) 適用規格 (2) 型式 (3) 盤構成 ・監視制御・保護盤 ・取引用電力量計盤及び SCADA 用インターフェース盤 (4) 制御電圧 (5) 計測機能 (6) 監視機能 (7) 操作機能	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 屋内型、金属閉鎖型自立盤 垂直自立型とし、前面：固定、後面：扉とする。132 kV 開閉装置監視盤の盤面にはミミック母線を貼り、その系統が分かるようにすること。 単独盤とし、電気室に設置する。 DC 110 V 132 kV 回線の電圧、電流、電力、無効電力等の計測及び表示（マルチファンクション型メータ使用） ミミック母線、132/33 kV 開閉装置の状態表示（33 kV は変圧器用しゃ断器、母線連絡しゃ断器及び母線区分しゃ断器のみ）、132/33 kV 変圧器タップ表示、故障警報表示、他 132 kV 開閉装置の操作（但し、切替スイッチを設置し、遠方操作を可能にすること）、	

番号	機材名	仕様	数量
	(8) 保護機能 (9) 付属品 交換部品 その他特記事項	132/33 kV 変圧器負荷時タップ切替器操作、他 送電線保護継電器、変圧器保護継電器、母線保護継電器、ロックアウト継電器、他 集合型警報表示器、警報接点付き MCCB、電流・電圧試験端子、ODA プレートまたはステッカー、他 AR3-1 に含む (1)盤内制御ケーブル用端子台については、その数量の 10%以上の予備を設けておくこと。 (2)開口部には防虫網を設置すること。	
AR3-1	132 kV 引込み用 GIS 制御・保護盤 1. 132 kV 引込み用 GIS 制御盤 (1) 操作機能 (2) 計測機能 (3) 監視機能 (4) 付属品 2. 132 kV 引込み用 GIS 保護盤 (1) 保護継電器 (2) 付属品 交換部品	132 kV 引込み開閉装置にある開閉機器の操作機能。安全な操作を実現するためのインターロック回路を設けること。 132 kV 引込み開閉装置で発生する電圧、電流、電力、無効電力等の計測および表示（マルチファンクション型メータ使用） 132 kV 引込み開閉装置にある開閉機器の状態表示、故障警報表示、他 集合型警報表示器、警報接点付き MCCB、他 1 面/組 21（距離継電器）、67（短絡方向継電器）、67N（地絡方向継電器）、78（搬送保護位相比較継電器）、79（交流再閉路継電器）、25（同期検出装置）、50/51（過電流継電器）、50/51N（地絡過電流継電器）、50BF（しゃ断機不動作対策継電器）、27（交流不足電圧継電器）、59（交流過電圧継電器）、86（ロックアウト継電器）、95（引外し回路監視継電器）、他 電流/電圧試験端子、警報表示灯、警報接点付き MCCB、他 (1) 保護リレー（各種）： 1 個※AR3-1 の数量 2 組分 (2) メーター（各種）： 1 個※AR3-1 の数量 2 組分 (3) スイッチ（各種）： 1 個※AR3-1 の数量 2 組分 (4) ランプ（各種）： 100%※AR3-1 の数量 2 組分 (5) LED ランプ（各種、ソケット付）：	2 組

番号	機材名	仕様	数量
	その他特記事項	<p>10%※AR3-1 の数量 2 組分</p> <p>(6) MCCB (各種) : 1 個※AR3-1 の数量 2 組分</p> <p>(7) 補助リレー (各種) : 3 個※AR3-1 の数量 2 組分</p> <p>(8) 電磁接触器 (各種) : 1 個※AR3-1 の数量 2 組分</p> <p>盤内制御ケーブル用端子台については、その数量の 10%以上の予備を設けておくこと。</p>	
AR3-2	<p>132/33 kV 変圧器用 GIS 制御・保護盤</p> <p>1.132/33 kV 変圧器用 GIS 制御盤</p> <p>(1) 適用規格</p> <p>(2) 操作機能</p> <p>(3) 計測機能</p> <p>(4) 監視機能</p> <p>(5) 付属品</p> <p>(6) その他</p> <p>2. 132/33 kV 変圧器用 GIS 保護盤</p> <p>(1) 保護継電器</p> <p>(2) 付属品</p> <p>交換部品</p> <p>その他特記事項</p>	<p>1 面/組</p> <p>IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格</p> <p>132/33 kV 変圧器開閉装置にある開閉機器の操作機能。安全な操作を実現するためのインターロック回路を設けること。</p> <p>132/33 kV 変圧器開閉装置で発生する電圧、電流、電力、無効電力等の計測および表示 (マルチファンクション型メータ使用)</p> <p>132/33 kV 変圧器開閉装置にある開閉機器の状態表示、故障警報表示、他</p> <p>集合型警報表示器、警報接点付き MCCB、他</p> <p>132/33 kV、60 MVA 変圧器用監視盤と集約される場合がある。</p> <p>1 面/組</p> <p>87T (比率差動継電器)、64REF (零相差動継電器) ※変圧器 1 次側・2 次側両方、50/51 (過電流継電器)、50/51N (地絡過電流継電器)、50BF (しゃ断機不動作対策継電器)、25 (同期検出装置)、27 (不足電圧継電器)、86 (ロックアウト継電器)、95 (引外し回路監視継電器)、他</p> <p>電流/電圧試験端子、警報表示灯、警報接点付き MCCB、他</p> <p>AR3-1 に含む</p> <p>盤内制御ケーブル用端子台については、その数量の 10%以上の予備を設けておくこと。</p>	2 組

番号	機材名	仕様	数量
AR3-3	132 kV 母線連絡用 GIS 制御・保護盤 1. 132 kV 母線連絡用 GIS 制御盤 (1) 操作機能 (2) 計測機能 (3) 監視機能 (4) 付属品 2. 132 kV 母線連絡用 GIS 保護盤 (1) 保護継電器 (2) 付属品 交換部品 その他特記事項	1 面/組 132 kV 母線連絡開閉装置にある開閉機器の操作機能。安全な操作を実現するためのインターロック回路を設けること。 132 kV 母線連絡開閉装置で発生する電圧、電流、電力、無効電力等の計測および表示（マルチファンクション型メータ使用） 132 kV 母線連絡開閉装置にある開閉機器の状態表示、故障警報表示、他 集合型警報表示器、警報接点付き MCCB、他 1 面/組 87B（母線保護差動継電器）、50/51（過電流継電器）、50/51N（地絡過電流継電器）、25（同期検出装置）、50BF（しゃ断機不動作対策継電器）、86（ロックアウト継電器）、95（引外し回路監視継電器）、他 電流/電圧試験端子、警報表示灯、警報接点付き MCCB、他 AR3-1 に含む 盤内制御ケーブル用端子台については、その数量の 10%以上の予備を設けておくこと。	1 組
AR3-4	取引用電力量計盤 （電力量計は客先支給） 1. 取引用電力量計盤 (1) 型式 (2) 制御電源 (3) 付属品 2. 33 kV 回路電力量計 (1) 積算電力量計 (2) 設置場所 その他特記事項	1 面 屋内型、金属閉鎖型。但し、前面は透明ガラスを使用し、積算電力量計が外部から見えるようにすること。 DC 110 V 銘板、盤内照明、温度制御型スペースヒーター、キー付扉ハンドル 6 台 客先支給品を現地にて取付け・配線する。 取引用電力量計盤 盤内制御ケーブル用端子台については、その数量の 10%以上の予備を設けておくこと。	1 面

番号	機材名	仕様	数量
AR3-5	遠方監視制御装置 (RTU) (1) 適用規格 (2) 型式 (3) 信号の種類 ・デジタル出力 ・デジタル入力 ・アナログ出力 ・パルス出力 (4) 付属品 (5) その他 その他特記事項	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 屋内型、金属閉鎖型 閉機器（しゃ断器、断路器及び接地装置）の 状態表示、変圧器タップ位置表示、各種継電 器の動作状態、各種警報信号。 開閉機器（しゃ断器及び断路器）の開閉信 号、他。 電圧、電流、有効電力、無効電力、周波数等 のアナログ信号 電力量のパルス信号。 銘板、盤内照明、温度制御型スペースヒータ ー、キー付扉ハンドル 計画されている将来用増設機器のための端子 台スペースを考慮すること。 盤内制御ケーブル用端子台については、その 数量の10%以上の予備を設けておくこと。	1 面
AR3-6	SCADA システム (変電所内用) 1. SCADAシステムソフトウェア (1) 監視機能 (2) 制御機能	1) 状態監視： モニターに単線結線図を表示し、開閉器 のon/off状態、電圧、電流、有効電力、無 効電力等の計測情報の表示を行う。また、 リレーロック等の切替スイッチの状態表 示、変圧器のタップ表示等、変電所運転に 必要な機器の状態表示を行う。 2) 警報・故障情報の表示： 機器故障、送電線事故、変電所事故等の警 報・リレー動作・しゃ断器等の自動トリッ プ、再閉路の成功/不成功等の警報・故障 表示をアラームとともに運転員に通報・ 表示する機能を有すること。 3) 電圧監視・過負荷監視機能： 電圧過電圧、電圧低下、送電線・変圧器の 各負荷が発生した場合に、システムで自 動監視を行い警報表示できる機能を有す ること。 1) 制御・選択： しゃ断器・断路器等の開閉器の制御、変圧	1 式

番号	機材名	仕様	数量
	<p>(3) 記録機能</p> <p>(4) 設定変更機能</p> <p>2. パーソナルコンピュータ又はワークステーション</p> <p>3. LCD モニター</p> <p>4. プリンター</p> <p>5. キーボード、マウス</p> <p>6. 入出力インターフェース</p> <p>7. アナログデータインターフェース</p>	<p>器のタップ制御、保護リレーの使用・ロック等、遠方制御可能な機器のON/OFF 制御ができること。操作は、選択・実行の2挙動動作で誤認・錯覚が防止できる方式であること。</p> <p>2) 接地装置等の非遠方制御機器の状態表示： 作業用接地等、手動で操作する機器については、運転員により、その状態が画面に表示できる機能をもつこと。</p> <p>1) 日報・月報記録： 変電所の電圧、有効電力、無効電力等の計測情報を日報および月報として、プリンターから印刷・記録できること。また、電子データとして、エクセルデータ等のファイル形態で電子データとして媒体に出力できること。</p> <p>2) 警報・故障情報のイベント記録： 変電所で発生した警報・故障情報をデータベースとして蓄積し、必要に応じてプリンターから印刷・出力できること。また、電子データとして、エクセルデータ等のファイル形態で電子データとして媒体に出力できること。</p> <p>3) 操作情報のイベント記録： システムで操作した変電所の操作情報をデータベースとして蓄積し、必要に応じてプリンターから印刷・出力できること。</p> <p>1) 電圧監視・過負荷監視設定機能： 電圧監視の上限、下限警報レベルの設定、送電線・変圧器の過負荷監視の数値設定ができること。</p> <p>2) データメンテナンス機能： 日報・月報に記録する項目の設定、記録する時間、配電線の名称変更等が設定できること。</p> <p>通常の監視制御のデータ処理を実行するにあたって、十分な処理能力を有すること。</p> <p>21 インチ以上 レーザープリンター 英字用 変電所機器との接点情報盤 電圧、電流等のマルチメータ計測情報</p>	

番号	機材名	仕様	数量
	ス 8. 光ファイバ接続インターフェース 9. 接続ケーブル類 10. 遠方監視制御伝送装置 (RTU 親局) その他特記事項	アパロード変電所内の光通信情報 各装置間の接続ケーブル アパロード変電所の監視情報を受信、および変電所制御項目の送信 (RTU 盤への接点信号出し) 適用規格 : IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格	
AR4	33 kV GIS		
AR4-1 AR4-2 AR4-3 AR4-4 AR4-5 AR4-6	33 kV GIS 共通仕様 (1) 適用規格 (2) 型式 (3) ケーブル取込み (4) 制御 (5) 保護継電器 (6) 共通仕様 <ul style="list-style-type: none"> ・ 定格電圧 ・ 定格周波数 ・ 定格母線電流 ・ 定格しゃ断電流 ・ しゃ断器動作責務 ・ 定格短時間耐電流 ・ 定格雷インパルス耐電圧 ・ 定格商用周波耐電圧 ・ しゃ断器 ・ 制御電圧 (7) 付属品 (8) その他 <ul style="list-style-type: none"> ・ 設置場所 交換部品	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 屋内型、金属閉鎖型配電盤 盤底部 制御室及び SCADA から遠方制御ができること。 保護継電器を各保護盤面に取り付けのこと。 デジタル型継電器 33 kV 50 Hz 2,000 A 以上 25 kA 以上 O - 0.3 sec. - CO - 3 min. - CO 25 kA (3 sec.) 以上 170 kV 以上 70 kV 以上 GCB 又は VCB DC 110 V (操作、モーター)、AC 240 V (ヒーター) 銘板、電流/電圧試験端子、スペースヒーター、警報接点付 MCCB、キー付扉ハンドル、ODA プレートまたはステッカー 制御棟 2F に設置する。 AR4-1 に含む	

番号	機材名	仕様	数量
AR4-1	33 kV 変圧器受電用 GIS 1. しゃ断器 2. 断路器 3. 接地装置 4. 計測・保護 ・計測 ・保護継電器 5. ケーブル接続用ユニット 交換部品	33 kV、1,250 A、25 kA- 3 sec.以上 33 kV、1,250 A、25 kA 33 kV ・マルチファンクションメーター（電圧、電流、有効/無効電力、電力量計）、33 kV 変圧器受電用の電圧検出装置（1 相分） ・50/51（過電流継電器）、50/51N（地絡過電流継電器）、67（短絡方向継電器）、67N（地絡方向継電器）、25（同期検出装置）、27（不足電圧継電器）、86（ロックアウト継電器）、95（引外し回路監視継電器）、他 1c - 630 mm ² CV ケーブル（2 条/相） (1) ランプ（各種）： 100%※AR4-1 の数量 2 面分 (2) LED ランプ（各種、ソケット付）： 10%※AR4-1 の数量 2 面分 (3) MCCB（各種）： 1 個※AR4-1 の数量 2 面分 (4) 保護継電器（各種）： 1 個※AR4-1 の数量 2 面分 (5) 補助リレー（各種）： 3 個※AR4-1 の数量 2 面分 (6) 電磁接触器（各種）： 1 個※AR4-1 の数量 2 面分 (7) トリップコイル（各種）： 1 個※AR4-1 の数量 2 面分 (8) 投入コイル（各種）： 1 個※AR4-1 の数量 2 面分 (9) スペースヒーター（温度制御付）： 1 個※AR4-1 の数量 2 面分 (10) メーター（各種）： 1 個※AR4-1 の数量 2 面分 (11) スイッチ（各種）： 1 個※AR4-1 の数量 2 面分	2 面
AR4-2	33 kV 配電用 GIS 1. しゃ断器 2. 断路器 3. 接地装置 4. 変流器	33 kV、1,250 A、25 kA - 3 sec. 33 kV、1,250 A 33 kV CT 比は負荷容量による（ダブルレシオ）、15 VA 以上、Class 0.5/5P20	6 面

番号	機材名	仕様	数量																					
	5. 計測・保護 ・計測 ・保護 6. 避雷器 7. ケーブル接続用ユニット 交換部品	・マルチファンクションメーター（電圧、電流、有効/無効電力）、33 kV 配電用 GIS 用の電圧検出装置（1 相分） ・50/51（過電流継電器）、50/51N（地絡過電流継電器）、79（再閉路継電器）、86（ロックアウト継電器）、95（引外し回路監視継電器）、他 33 kV フィーダー引出し口に配置のこと。 1c - 630 mm ² CV ケーブル（2 条/相） ※不使用端子は絶縁栓をつけること 表 接続先フィーダー <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>フィーダー名</th> <th>数量</th> <th>負荷容量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Apapa Main-1</td> <td>1</td> <td>15 MVA x 2</td> </tr> <tr> <td>Apapa Main-2</td> <td>1</td> <td>15 MVA x 1</td> </tr> <tr> <td>Tincan Island</td> <td>1</td> <td>7.5 MVA x 1</td> </tr> <tr> <td>Navel Base</td> <td>1</td> <td>2.5 MVA x 1</td> </tr> <tr> <td>Apapa Local (TR-1)</td> <td>1</td> <td>30 MVA</td> </tr> <tr> <td>ApapaLocal (TR-2)</td> <td>1</td> <td>30 MVA</td> </tr> </tbody> </table> AR4-1 に含む	フィーダー名	数量	負荷容量	Apapa Main-1	1	15 MVA x 2	Apapa Main-2	1	15 MVA x 1	Tincan Island	1	7.5 MVA x 1	Navel Base	1	2.5 MVA x 1	Apapa Local (TR-1)	1	30 MVA	ApapaLocal (TR-2)	1	30 MVA	
フィーダー名	数量	負荷容量																						
Apapa Main-1	1	15 MVA x 2																						
Apapa Main-2	1	15 MVA x 1																						
Tincan Island	1	7.5 MVA x 1																						
Navel Base	1	2.5 MVA x 1																						
Apapa Local (TR-1)	1	30 MVA																						
ApapaLocal (TR-2)	1	30 MVA																						
AR4-3-1	33 kV 母線用 GIS (CB) 1. しゃ断器 2. 断路器 3. 接地装置 4. 変流器 5. 計測・保護 ・計測 ・保護 交換部品	33kV、2,000 A、25 kA-3sec 33kV、2,000 A 33kV 2,000/1 A、15 VA 以上、5P20 ・33 kV 母線連絡用 GIS (CB)用の電圧検出装置（1 相分） ・50/51（過電流継電器）、50/51N（地絡過電流継電器）、25（同期検出装置）、86（ロックアウト継電器）、95（引外し回路監視継電器）、他 AR4-1 に含む	1 面																					
AR4-3-2	33 kV 母線連絡用 GIS (Bus riser) 1. 断路器 2. 接地装置 3. ケーブル接続端子台 4. 33 kV 将来増設用 GIS (Bus raiser) 交換部品 その他特記事項	33 kV、2,000 A 33 kV 2,000 A 33 kV GIS の将来増設のため、接続口を設けること。 AR4-1 に含む (1) 33 kV 母線連絡用 GIS (Bus raiser)用の電圧検出装置（1 相分）をつけること。	1 面																					

番号	機材名	仕様	数量																		
		(2) 33 kV 将来増設用 GIS (Bus raiser)用の電圧検出装置 (1 相分) をつけること。																			
AR4-4	33 kV 計器変圧器用 GIS 1. 計器用変圧器 2. 計測・保護 ・計測 ・保護 交換部品	33/√3 kV、110/√3 V、110/√3 V、50 VA 以上、Class 0.5/5P20 ・電圧 ・50/51 (過電流継電器)、50/51N (地絡過電流継電器)、27 (不足電圧)、86 (ロックアウト継電器) AR4-1 に含む	2 面																		
AR4-5	33 kV 電力ケーブル 1.33 kV 電力ケーブル (1) 適用規格 (2) 型式 (3) 導体 (4) 金属しゃへい (5) しゃ水 (6) 保護層 (7) ケーブルサイズ 2. 端末処理材 (1) 適用規格 (2) 型式 (3) 最小公称所要漏れ距離 (4) 部分放電 交換部品 その他特記事項	IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル 圧縮銅撚り線 銅テープ しゃ水テープ ポリ塩化ビニル (又はポリエチレン) 表 ケーブルサイズ <table border="1" data-bbox="815 1178 1385 1451"> <thead> <tr> <th>From</th> <th>To</th> <th>ケーブルサイズ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>132/33 kV 変圧器</td> <td>33 kV GIS</td> <td>1c-630mm²x2 条 x3 相</td> </tr> <tr> <td>33 kV GIS</td> <td>リングメインユニット</td> <td>1c-630mm²x3 相</td> </tr> <tr> <td>33 kV GIS</td> <td>33/11 kV 変圧器</td> <td>1c-630mm²x3 相</td> </tr> <tr> <td>132/33 kV 変圧器</td> <td>接地用変圧器</td> <td>1c-240mm²x3 相</td> </tr> <tr> <td>移動式変電所</td> <td>既設 33kV スイッチギア</td> <td>1c-630mm²x3 相</td> </tr> </tbody> </table> IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル用、屋外型 31.5 mm/kV 5 pc 以下 (1) 端末処理材 (変圧器側各種) : 3 個 (3 相分) ※AR4-5 の数量 1 式分 (2) 端末処理材 (開閉装置側各種) : 3 個 (3 相分) ※AR4-5 の数量 1 式分 ピット内及び波付硬質ポリエチレン管に布設すること。※ケーブル長さ 3,360 m	From	To	ケーブルサイズ	132/33 kV 変圧器	33 kV GIS	1c-630mm ² x2 条 x3 相	33 kV GIS	リングメインユニット	1c-630mm ² x3 相	33 kV GIS	33/11 kV 変圧器	1c-630mm ² x3 相	132/33 kV 変圧器	接地用変圧器	1c-240mm ² x3 相	移動式変電所	既設 33kV スイッチギア	1c-630mm ² x3 相	1 式
From	To	ケーブルサイズ																			
132/33 kV 変圧器	33 kV GIS	1c-630mm ² x2 条 x3 相																			
33 kV GIS	リングメインユニット	1c-630mm ² x3 相																			
33 kV GIS	33/11 kV 変圧器	1c-630mm ² x3 相																			
132/33 kV 変圧器	接地用変圧器	1c-240mm ² x3 相																			
移動式変電所	既設 33kV スイッチギア	1c-630mm ² x3 相																			

番号	機材名	仕様	数量										
AR4-6	33 kV リングメインユニット (1) 適用規格 (2) 負荷開閉器 (3) 接地装置 (4) ケーブル接続ユニット (5) 接続先フィーダー (6) 付属品	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 33 kV, 1,250 A, 25 kA※ヒューズ付 33 kV 1c - 630 mm ² CV ケーブル (2 条/相) 表 接続先フィーダー <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>フィーダー名</th> <th>数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Apapa Main 1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Apapa Main 2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Tincan</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Navel Base</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> ODA プレートまたはステッカー	フィーダー名	数	Apapa Main 1	1	Apapa Main 2	1	Tincan	1	Navel Base	1	1 式
フィーダー名	数												
Apapa Main 1	1												
Apapa Main 2	1												
Tincan	1												
Navel Base	1												
AR-5	その他付帯設備												
AR-5-1	DC 110 V 用直流電源装置 (常用・予備方式、直流分電盤含む) 1. 直流電源装置 (1) 適用規格 (2) 型式 (3) 入力電源 (4) 構成 (5) 入力電圧 (6) 直流出力電圧 (7) 定格 (8) 定格出力電流 (9) バッテリー (10) 付属品 2. 直流分電盤 (1) 適用規格 (2) 型式 (3) 定格入力電圧	1 式 IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 屋内、金属閉鎖型、サイリスタ方式、常用・予備方式 接地用変圧器、非常用発電機 充電器、蓄電池を各 2 台構成とし、常用・予備方式で運用する。1 台故障時は自動的に健全側に移行すること。 三相 4 線式 AC415/240 V±10% 1) DC 110 V (±3 V) の出力電圧を負荷電圧補償装置 (シリコンドロップパー等) で調整 2) 中央監視システム/ソフト用電源 DC 48V はコンバータ等に変換すること 100%連続 50 A (計算書提出のこと) 制御弁式据置鉛蓄電池、200 Ah/10 Hr、54 セル (計算書提出のこと) 電流計、電圧計、不足電圧継電器、短絡・地絡保護継電器、故障表示灯、警報接点付 MCCB、負荷電圧補償装置、ODA プレートまたはステッカー、他 1 式 IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 屋内型、金属閉鎖型 DC 110 V	1 式										

番号	機材名	仕様	数量
	<p>(4) 電源分割</p> <p>(5) 付属品</p> <p>交換部品</p> <p>その他特記事項</p>	<p>各電源回路に適切に電源分割する。回路数に対して 20%以上の予備回路(MCCB 実装)を設けること。</p> <p>盤内照明、警報接点付 MCCB、ODA プレートまたはステッカー、他</p> <p>(1) MCCB (各種) : 1 個※AR5-1 の数量 1 式分</p> <p>(2) メーター (各種) : 1 個※AR5-1 の数量 1 式分</p> <p>(3) ランプ (各種) : 100%※AR5-1 の数量 1 式分</p> <p>(4) LED ランプ (各種、ソケット付) : 10%※AR5-1 の数量 1 式分</p> <p>(5) ヒューズ (各種) : 1 個※AR5-1 の数量 1 式分</p> <p>(1) 蓄電池システムは同容量で 2 系列用意し、バックアップ電源は非常用発電機とする。</p> <p>(2) 充電器・蓄電池システムは一方を常用機、もう一方を予備機として運用する。</p> <p>(3) 常用機が故障しても予備機がそれを全て補完して動作すること。</p> <p>(4) 蓄電池容量は停電後、3 時間以上の容量を確保すること。</p> <p>(5) 盤内制御ケーブル用端子台については、その数量の 10%以上の予備を設けておくこと。</p> <p>(6) 開口部には防虫網を設置すること。</p>	
AR-5-2	<p>交流電源装置 (常用・予備方式、交流分電盤を含む)</p> <p>1. 所内交流電源盤</p> <p>(1) 適用規格</p> <p>(2) 型式</p> <p>(3) 設置</p> <p>(4) 定格電圧</p> <p>(5) 定格容量</p> <p>(6) 定格周波数</p> <p>(7) 相数</p> <p>(8) 切替スイッチ</p>	<p>1 式</p> <p>IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格</p> <p>屋内型、自立垂直型、常用・予備方式</p> <p>制御棟 3F、屋内に設置する。</p> <p>415-240 V</p> <p>200 kVA</p> <p>50 Hz</p> <p>3 相</p> <p>所内変圧器 2 台及び非常用発電機で受電し、切替スイッチにて自動的に常用・予備方式で運用する。</p>	1 式

番号	機材名	仕様	数量
	<p>(9) 予備回路</p> <p>(10) 付属品</p> <p>(11) 変流器</p> <p>(12) 計器用変成器</p> <p>2.交流分電盤</p> <p>(1) 適用規格</p> <p>(2) 型式</p> <p>(3) 設置</p> <p>(4) 入力</p> <p>(5) 出力</p> <p>(6) 付属品</p> <p>交換部品</p> <p>その他特記事項</p>	<p>実回路数に対して 20%以上の予備回路 (MCCB 実装)</p> <p>盤内照明、積算電力量計、不足電圧継電器、短絡・地絡保護継電器、故障表示灯、警報接点付 MCCB、電圧計、電流計、ODA プレートまたはステッカー</p> <p>400/1 A、15 VA、Class 1.0</p> <p>※接地用変圧器 (所内用変圧器兼用) 2 次側及び非常用発電機出力側に設置</p> <p>440/√3 V、110/√3 V、50 VA、Class 1.0</p> <p>※接地用変圧器 (所内用変圧器兼用) 2 次側及び非常用発電機出力側に設置</p> <p>1 式</p> <p>IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格</p> <p>屋内型、金属閉鎖型</p> <p>制御棟 3F、屋内に設置する。</p> <p>AC 415/240 V±5%、3 相 4 線式</p> <p>3 相 AC 415 V および単相 AC 240 V</p> <p>ODA プレートまたはステッカー</p> <p>(1) MCCB (各種) :</p> <p>1 個※AR5-2 の数量 1 式分</p> <p>(2) メーター (各種) :</p> <p>1 個※AR5-2 の数量 1 式分</p> <p>(3) ランプ (各種) :</p> <p>100%※AR5-2 の数量 1 式分</p> <p>(4) LED ランプ (各種、ソケット付) :</p> <p>10%※AR5-2 の数量 1 式分</p> <p>(5) ヒューズ (各種) :</p> <p>1 個※AR5-2 の数量 1 式分</p> <p>(1) 盤内制御ケーブル用端子台については、その数量の 10%以上の予備を設けておくこと。</p> <p>(2) 瞬時停電を避ける必要のある AC 負荷 (SCADA・記録計等) については、無停電電源装置を設け瞬時停電を防ぐこと。</p>	
AR-5-3	<p>変電所接地設備</p> <p>1. 接地設備</p> <p>(1) 適用規格</p> <p>(2) 接地方式</p> <p>(3) 使用材料</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埋設用接地線 ・絶縁被覆接地線 	<p>IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格</p> <p>網状接地及び接地棒連結併用方式</p> <ul style="list-style-type: none"> ・軟銅より線 (A) もしくは同等品 ・ビニル絶縁電線 (IV) もしくは同等品 	1 式

番号	機材名	仕様	数量
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 接地棒 ・ 接続材料 <p>2. 避雷装置</p> <p>(1) 適用規格</p> <p>(2) 避雷針</p> <p>(3) その他資材</p> <p>その他特記事項</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 連結式銅被覆鋼棒 D14-1500 mm×2 本連結もしくは同等品 ・ T 型圧縮コネクタ又はボルトコネクタもしくは同等品 <p>IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 変電所内の変電機器への直撃雷を防ぐこと。 アルミニウム製 (300 mm) もしくは同等品。 必要であれば、自立型ポールを制御棟建屋の屋上に建てる。 雷保護用資材との接続用資材、既設接地網への接続用資材および既設機器との接続用資材 (接地線、接続端子、他) 既設接地系統に接続すること。</p>	
AR5-4	<p>接地用変圧器 (所内用変圧器兼用)</p> <p>(1) 適用規格</p> <p>(2) 型式</p> <p>(3) 設置</p> <p>(4) 定格電圧</p> <p>(5) 定格容量</p> <p>(6) 定格周波数</p> <p>(7) 相数</p> <p>(8) 冷却方式</p> <p>(9) 結線方式</p> <p>(10) 無負荷時タップ切替装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ タップ電圧 ・ タップ数 ・ ステップ電圧 <p>(11) 変流器 (1 次側)</p> <p>(12) 変流器 (1 次側中性点)</p> <p>(13) 変流器 (2 次側中性点)</p> <p>(14) 塗装</p> <p>(15) 付属品</p> <p>その他特記事項</p>	<p>IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 屋外型、無負荷時タップ切替装置付、密封式 屋外に設置する。 1 次電圧 33 kV、2 次電圧 415-240 V 200 kVA 50 Hz 3 相 油入自冷式 (ONAN) ZNyn11</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 33 kV±5% ・ 5 タップ ・ 2.5% <p>1,200/1/1 A、Class 5P20/5P20 1,200/1/1 A、Class 5P20/5P20 400/1/1 A、Class 5P20/5P20 重耐塩塗装仕上げ (塗装色: N7 または RAL7033) 1 次側・2 次側ともケーブルダクト、油面計、油温計、33 kV 屋外断路器、ODA プレートまたはステッカー、他 防火壁・防油堤を設けること (釜場・水抜き弁付)。</p>	2 台

番号	機材名	仕様	数量
AR5-5	非常用発電機 1. 本体 (1) 適用規格 (2) 型式 (3) 設置 (4) 定格電圧 (5) 定格容量 (6) 定格周波数 (7) 相数 (8) 切替スイッチ (9) 予備回路 (10) 付属品 2. 燃料タンク (1) 容量 (2) その他 交換部品 その他特記事項	IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格 屋外型、中速型ジーゼルエンジン、ユニットタイプ 屋外に設置する。 415-240 V 50 kVA 50 Hz 3 相 受電検出し停電時に自動で運転する。切替スイッチにて手動、自動方式で運用する。 実回路数に対して 20%以上の予備回路 (MCCB 実装) を設けること。 ODA プレートまたはステッカー 600 L 防油堤を設けること (釜場・水抜き弁付)。 (1) フィルタ : 1 個※AR5-5 の数量 1 台分 (2) ランプ : 1 個※AR5-5 の数量 1 台分 (1) 所内の各機器・設備への非常用交流電源、非常照明、Battery Charger の充電用として使用する。 (2) 発電機・燃料タンクは屋根付のこと。	1 台
AR5-6	天井クレーン (1) 適用規格 (2) 型式 (3) 定格電圧 (4) 定格周波数 (5) 定格荷重 (6) 揚程 (7) スパン (8) 走行全長 (9) 操作方法 (10) 巻上機 (11) 付属品	JIS または国際規格相当 オーバーヘッド形天井クレーン 415 V (三相) 又は 240 V (単相) 50 Hz 5 t 約 7.3 m ※132 kV GIS の搬入・搬出の取合い寸法により決定 約 8.2 m ※132 kV GIS の搬入・搬出の取合い寸法により決定 約 17.4 m ※132 kV GIS の搬入・搬出の取合い寸法により決定 床上運転式有線 6 点押ボタン式 始動緩衝装置付き ODA プレートまたはステッカー、他	1 式

番号	機材名	仕様	数量
	その他特記事項	(1) 132 kV GIS のメンテナンスにおいて、132 kV GIS の搬入・搬出が可能であること。 (2) 走行レール・サドル・ギヤードモータ・ガード・巻上機等を含む。	
AR5-7	その他制御ケーブル等 (1) 適用規格	IEC、JEC、JIS、JEM または同等規格	1 式
AK	アカンバ変電所		
AK1-1	132 kV 送電線ガントリー (1) 適用規格 (2) 形式 (3) 鋼材 (4) 送電線 (5) 付属品	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 門形鉄塔 High strength steel 溶融亜鉛鍍金 132kV、ACSR (Bear, 250 mm ²)、1 回線 相間: 4 m 以上 ガントリー間: 約 50 m ※ガントリー位置は送電線の張力検討により決定 ODA プレートまたはステッカー	1 式
AK1-2	132 kV 送電線機材 (1) 適用規格 (2) 送電線材 (3) 送電線長さ (4) がいし及び付属品	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 132kV、ACSR (Bear, 250 mm ²)、1 回線 約 300 m (100 m x 3 線) ・がいし ・引留クランプ ・ジャンパー線他	1 式
MT	試験器具・保守用道工具		
MT-1	変圧器絶縁油真空脱気装置 (タンク等含む) (1) 適用規格 (2) 定格周波数 (3) 油処理能力 (4) 付属品	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 50/60 Hz 4,000 L/hr ODA プレートまたはステッカー、他	1 組
MT-2	変圧器絶縁油耐圧試験器 (1) 適用規格 (2) 電源 (3) 出力電圧 (4) 付属品	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 3 相、400 V、50 Hz 0~60 kV ODA プレートまたはステッカー、他	1 組

番号	機材名	仕様	数量
MT-3	保護継電器試験器 (1) 適用規格 (2) 定格周波数 (3) 電流調整範囲 (4) 電圧調整範囲 (5) 付属品	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 50/60 Hz 0～50 A 0～300 V ODA ステッカー、他	1組
MT-4	SF₆ガスハンドリングプラント（ガス絶縁開閉装置用） (1) 適用規格 (2) 定格周波数 (3) SF ₆ ガス充填能力 (4) SF ₆ ガス吸引能力 (5) 付属品	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 50/60 Hz 5.7 m ³ /hr 5.2 m ³ /hr ODA プレートまたはステッカー、他	1組
MT-5	電力測定器 (1) 適用規格 (2) 仕様 (3) 付属品	IEC、JIS、JEC、JEM または同等規格 電流、電圧、周波数、電力（有効、無効）、 電力量、位相、力率等の測定 電圧、電流検出クランプを付属のこと。 ODA ステッカー、他	1組
MT-6	高所作業台（手動式） (1) 作業床高さ (2) タイプ (3) 乗員数 (4) 作業台手すり (5) 付属品	4.5 m 手動ウインチ式昇降作業台 1人 有り ODA プレートまたはステッカー、他	1台

3-2-2-2-3 制御棟建屋

(1) アパロード変電所の施設規模の算定

ナイジェリア国の建築に係る基準として主に英国基準「British Standards」を踏襲した「National Building Code (2006) (以下、「NBC」という)」を準用している。本プロジェクトにおいては、設計図書を TCN に提出し、TCN から関係機関に許認可申請を行い、承認を得ることとなる。よって、NBC 及び日本の設計基準を参照し、安全性と機能性を確保した施設設計を進めることとする。

本プロジェクトにより設置される施設の設計のため、地盤・地質調査を実施し、支持層となる長期許容支持力が得られる深度を設定する。更にナイジェリア国における建設技術の現状

を踏まえた設計を行うこととする。

施設設計条件は表 3-2-1 2 及び表 3-2-1 3 のとおりとする。

表 3-2-1 2 設計荷重 (日本建築設計基準)

固定加重	構造躯体及び仕上材の実重量		
積載荷重	部屋名	床用 (N/m ²)	架構用 (N/m ²)
	屋根	1,000	600
	コントロール室 (3F)	4,900	2,900
	33 kV GIS 室 (2F)	16,000	12,000
	33 kV ケーブル室 (MF)	2,900	2,600
	132 kV GIS 室 (GF)	10,000	8,000
	132 kV ケーブル室 (BF)	2,900	2,600
基準風速	31.1m/s		

[出所] JICA 調査団

表 3-2-1 3 施設設計条件

項目	内容	詳細
基礎構造	鉄筋コンクリートマット構造	設計基準強度 (Fc) : 24 N/mm ²
基礎深度	GL-3.25 m	長期許容支持力 : 150 kN/m ²
上部躯体構造	鉄筋コンクリートラーメン構造 コンクリートブロック帳壁	設計基準強度 (Fc) : 24 N/mm ² コンクリートブロック圧縮強度 : 4 N/mm ²
建築面積	約 230 m ²	
延床面積	約 1,070 m ²	地下階 (BF) を含む 5 層
最高高さ	約 21 m	避雷針の検討

[出所] JICA 調査団

なお、施設地下階には排水溝及び釜場を設け、接続するケーブルトレンチ等から雨水が施設内に浸入しても、排水できる設備を検討する。

(2) 施設の配置計画

アパロード変電所は、狭小な敷地内に既存変電設備が配置されており、新規の施設は、限られた狭小エリアに配置せざるを得ない。特に工事期間中、既存変圧器及び架空線は稼働状況にあるため、接触や感電事故の無いよう、施工時における作業動線、資機材搬入及び車両搬入等の安全面に十分に配慮した施工計画が必要である。

3-2-3 概略設計図

添付一 5 に概略設計図を示す。

3-2-4 施工計画/調達計画

3-2-4-1 施工方針/調達方針

本邦からナイジェリアまでの調達資機材の輸送は、海上輸送が主である。また、荷揚地となるラゴス港からプロジェクトサイトまでは 2 km 程度であるため、内陸輸送においては特に問題はない。現地作業に係る工期については、主として下記事項を十分考慮して策定する。

- ① 作業は既設変電所内の充電部に近いことから、既設設備の維持管理の内容、実施時期・期間等について事前に把握し、運転維持管理に支障をきたさず、かつ、既存施設の機能

を損なうことが無いよう配慮することが重要である。

- ② 過去の記録から連邦首都区、及び周辺地域の乾期及び雨期の期間、降雨量を事前に把握し、降雨時の作業を極力回避すべき土工やコンクリート工事等は、年間を通して最も雨量が多い5月から9月までの期間を避けて実施可能となるよう配慮する。
- ③ ナイジェリアでは、人口の約半数が回教徒であり、1ヶ月間に及ぶラマダン（年1回）や労働時間内における宗教儀式の励行によって、現場作業の効率低下が懸念される。実情を考慮したうえで工期設定を行うことが必要である。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) ナイジェリアの建設事情と技術移転

ナイジェリアでは建設工事に携わる作業員（労務者）の確保は可能であるが、工程、品質、安全管理等の専門技術を有する技術者や熟練技能工は少ない。したがって、日本の機材納入業者は必要に応じて日本から技術者または熟練作業員をナイジェリアへ派遣する必要がある。

(2) 現地資機材の活用について

現地での気象条件、TCN による運用に、長期に亘り耐えうる必要があることから、132 kV GIS、132/33 kV 変圧器、33 kV GIS、132 kV ケーブル等の主要機器は、本邦より調達することとする。一方、設備の基礎に要求される建設資機材については現地調達可能であることから現地業者、現地資機材を積極的に活用するよう配慮する。

(3) 安全対策について

本プロジェクトの対象サイトはラゴス市の中でも治安の悪い場所であるため、事業実施にあたっては、最新の治安情報にも留意しつつ、武装警官の配置、配車計画に係る安全対策費を適切に計上する。

(4) 免税措置について

本プロジェクトで調達する資機材に関する通関、及び関税の免税を受けるためには、事前に請負業者から FMPWH 経由で財務省（Federal Ministry of Finance : FMF）に免税の申請をしておくことが必要である。本プロジェクトの責任監督機関である FMPWH によると、事前の免税申請により関税及び内国税が免税となるが、これは還付方式ではなく税負担が発生しない完全免税方式が採用されるとしている。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本プロジェクトの実施において、日本側とナイジェリア側の詳細な負担事項の区分は、表 3-2-14 に示すとおりである。

表 3-2-14 負担事項区分

No.	負担事項	負担区分		備考
		日本側	ナイジェリア側	
1	移動式変電所設置場所の整備 ● 移動式変電所の設置場所の確保 (Mobil社の敷地を借用) ● 移動式変電所の搬入路をつくるための既設塀の撤去 ● 移動式変電所の搬入路に門扉を設置		○	
2	移動式変電所の設置		○	
3	移動式変電所のガードマンの配置		○	
4	プロジェクトサイト内の整地及び障害物の撤去 (1) アバパロード変電所 ● コンテナ・資材・車・鳥小屋・基礎・マンゴーの木等 ● 既設33 kVケーブルの移設 (2) アカンバ変電所 ● やぶの刈り払い及び整地		○	
5	仮設資機材置場用地及びフェンス・門扉の整備 ● アカンバ変電所 ● アバパロード変電所に隣接する鉄道用地		○	
6	仮設資機材置場における資機材の適切な保管及び安全管理	○		
7	工事期間中の一時的な停電対策		○	
8	工事中に必要な停電等に際しての需要家等への対応及び補償		○	
9	工事中の需要家に対する停電計画や安全対策実施時の連絡		○	
10	既設132 kV送電線の充電入切 (ジャンパー線接続部にて) ● アバパロード - イジョラ送電線 ● アカンバ - アバパロード送電線 (2回線の内、1回線のみ充電停止し、残りの1回線で給電)		○	
11	工事期間中の駐車場の確保		○	
12	工事事務所の設置	○		日本側工事業者用
13	残土及び工事排水の廃棄処理場所の提供		○	
14	資機材の製造・調達	○		
15	資機材の据付工事、調整・試験	○		
16	資機材の輸送、通関手続き及び諸税の取扱い (1) ナイジェリアまでの海上輸送 (2) 荷揚港での免税措置及び通関手続き (3) 荷揚港からプロジェクトサイトまでの内陸輸送	○ ○ ○	○	
17	現地調達資機材に係る付加価値税の免税手続き		○	
18	ナイジェリア国内への入国許可に必要な措置		○	
19	施設及び調達機材の適切な運用・維持管理		○	
20	無償資金協力に含まれない費用の負担		○	
21	銀行取極 (B/A) に基づく以下の手数料の支払い: (1) A/P授権手数料 (2) 支払手数料		○ ○	
22	許可取得のための必要な措置: - 据付工事に必要な許可 - 制限地区への進入許可		○	
23	変電設備据付工事 (1) 変電設備及び基礎 (2) 資機材の据付工事、調整・試験 (3) 工事エリアの安全フェンス (4) プロジェクトサイトへのアクセス道路	○ ○ ○	○	
24	移動式変電所及び既設変電所の切替		○	
25	既設接地変圧器の撤去		○	

No.	負 担 事 項	負 担 区 分		備 考
		日本側	ナイジェリア側	
26	プロジェクトサイト内の整地及び障害物の撤去 アパパロード変電所 ● 既設132/33 kV変圧器及び防火壁 ● 既設応急的開閉設備 ● 既設開閉機器及び制御小屋 ● 地下埋設物（ケーブルピット）の撤去		○	
27	既設非常用発電機の撤去		○	
28	既設接地設備の接地抵抗値（1Ω以下）の確認と確保 ● アカンバ変電所 ● アパパロード変電所		○	
29	調達される制御・保護盤に対する制御用電源の提供		○	
30	調達設備に対する照明灯の設置	○		
31	調達機材の初期操作指導及び維持管理に係る運用指導	○		
32	プロジェクトサイトにおけるプロジェクト関係者の安全確保		○	
33	アパパロード変電所制御棟建設工事	○		変圧器等基礎、非常用発電機下屋、外構
34	アカンバ変電所 ガントリー基礎建設工事	○		
35	移動式変電所の撤去及び新設機の施工		○	
36	日本人移動時の警護警官の雇上		○	
37	本計画の先方実施機関係の責任者の任命		○	
38	運転・維持管理・運用に関する指導	○		

[備考] ○印が担当を表す。

[出所] JICA 調査団

3-2-4-4 施工管理計画／調達監理計画

我が国の無償資金協力制度に基づき、コンサルタントは概略設計調査における基本設計の趣旨を踏まえ、実施設計業務・施工監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。本プロジェクトは、稼働中の既設変電所内の建設工事となり、現地にてTCNとの調整のもと、特に安全面には十分留意して監理を進めていく必要があること等から、コンサルタントは施工監理段階において現地に最低限1人の技術者を常駐させ、総合的な工程管理、品質管理、出来形管理、並びに安全管理を実施する。また、機材の据付、試運転・調整、引渡し試験等の工事進捗に併せて、他の専門技術者を派遣し、請負業者が実施するこれら工事の施工監理を行う。更に必要に応じて、本邦国内で製作される資機材の工場立会検査及び出荷前検査に国内の専門家が参画し、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

(1) 施工監理の基本方針

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

1) 工程管理

請負業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程及びその実際の進捗状況との比較を各月または各週に行い、工程遅延が予測されるときは、請負業者に対

し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の納入が完了するように指導を行う。計画工程と進捗状況の比較は主として以下の項目による。

- ① 工事出来高確認（資機材工場製作出来高及び土工工事現場出来高）
- ② 資機材搬入実績確認（変電資機材及び土工工事資機材）
- ③ 仮設工事及び建設機械準備状況の確認
- ④ 技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数の確認

2) 品質、出来形管理

製作・納入・据付けられた資機材及び建設された施設が、契約図書で要求されている資機材及び施設の品質、出来形を満足しているかどうかを、下記項目に基づき管理を実施する。品質、出来形の確保が危ぶまれるときは、コンサルタントは直ちに請負業者に訂正、変更、修正を求める。

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

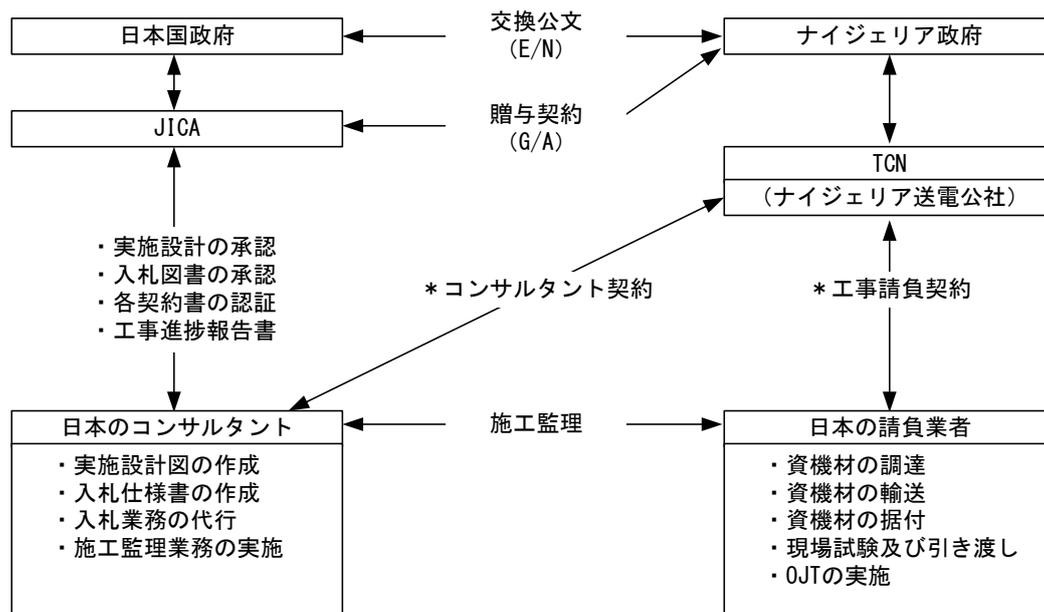
3) 安全管理

本プロジェクトは運転中の既設変電所内の工事となるため、工事中の充電部からの十分な隔離の確保や夜間の停電工事の実施等、工事中の安全管理を十分に考慮する必要がある。コンサルタントは請負業者の責任者と協議・協力し、据付工事期間中の現場での労働災害及び、第三者に対する事故を未然に防止するための安全管理を行う。現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

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

(2) 計画実施に関する全体的な関係

施工監理時を含め、本プロジェクトの実施担当者の相互関係は、図 3-2-17 のとおりである。



〔備考〕 コンサルタント契約及び業者契約は JICA の認証が必要となる。
 〔出所〕 JICA 調査団

図 3-2-17 事業実施関係図

(3) 施工監督者

機材納入業者は、既設変電所内の変電設備の調達・据付工事を実施すると共に、当該工事に係る機器基礎、制御棟建屋の建設工事を実施する。請負業者はナイジェリアの現地業者と下請け契約を交わし、現地の作業員が同工事を実施することになる。請負契約に定められた工事工程、品質、出来形の確保及び安全対策について、請負業者は下請け業者にもその内容を徹底させる必要があるため、請負業者は海外での類似業務の経験を持つ技術者を現地に派遣し、現地業者の指導・助言を行うものとする。

本プロジェクトの変電設備の規模・内容から、最低限、表 3-2-15 に示す機材納入業者側技術者の現場常駐と業務従事体制が望ましい。

表 3-2-15 請負業者側業務従事体制

派遣技師名	人数	業務内容	派遣期間
現地調達管理要員	1	工事全般の管理、関係機関との協議・調整・承認取得、OJT 実施責任者、資機材調達管理、通関手続きの実施、労務管理、経理事務、変電所における機材据付工事の管理	全工事期間
施工管理技術者(電気保安)	1	機材据付工事における電氣的な安全管理	機材据付期間
施工管理技術者(建築)	1	建築・機材基礎工事の施工管理	建築・機材基礎工事期間
施工管理技術者(設備)	1	建築設備の施工管理	建築設備工事期間
検査要員	1	変電機材製作図確認・照合・検査立会等	図面承認期間及び機材試験期間

派遣技師名	人数	業務内容	派遣期間
現地調達管理要員 補助（現地備人）	1	雑役	全工事期間
ガードマン	3人 程度	調達資機材、建設機器、車両等の警備	調達資機材の到着から据付完了まで

[出所] JICA 調査団

3-2-4-5 品質管理計画

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

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

3-2-4-6 資機材等調達計画

本プロジェクトで調達・据付けられる変電設備用機材は、ナイジェリアでは製作されていない。本プロジェクトの主要機材は無償資金協力制度に基づき日本製品とする。ただし、日本製品の採用に当たってもナイジェリアの技術者による当該設備の運転・維持管理の容易性、予備品調達や故障時対応等のアフターサービス体制の有無に配慮して選定する必要がある。

上記から、本プロジェクトで使用する資機材の調達先は下記のとおりとする。

(1) 現地調達資機材

セメント、コンクリート用細・粗骨材、鉄筋、木材、ガソリン、ディーゼル油、工事用車両、クレーン、トレーラー、運転管理用コンピュータ、その他仮設用資機材を含む工事用資機材

(2) 日本国調達資機材

132 kV GIS、132/33 kV 変圧器、33 kV GIS を含む主要変電設備設備用機材

(3) 第三国調達資機材

33 kV ケーブル

3-2-4-7 施工時の工事安全対策

「ODA 建設工事等安全管理ガイドンス」(2014年9月)(以下、「安全管理ガイドンス」)の趣旨を踏まえて業務を行う。施工計画の策定に際して、工事中の安全確保について、安全管理ガイドンスの安全施工技術指針及びナイジェリアの建築基準(Federal Republic of Nigeria National Building Code)に留意するとともに、必要な安全対策を講じるものとする。

ナイジェリアでは、各地で民族、地域、宗教間の紛争や暴動、イスラム過激派及び反政府武装勢力による騒擾事件やテロが発生しており、貧富の格差拡大や銃器等の蔓延などにより、一般犯罪も多発している。このため工事期間中は、ガードマン、警護警官の配置、通信手段の確保等の必要な安全対策措置を講じる。

尚、当該地区(ラゴス港周辺)は、特に危険な地区ではないことになっているが、準備調査時に確認した状況では港や内陸輸送の荷役に携わる労務者がたむろしており、一般の現地人からは当該地区が危険である旨のアドバイスを受けている。従って工事期間中は護衛警官を付けるものとする。

3-2-4-8 初期操作指導・運用操作指導等計画

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

3-2-4-9 実施工程

我が国の無償資金協力制度に基づき、図 3-2-18 に示すと通りの事業実施工程とした。

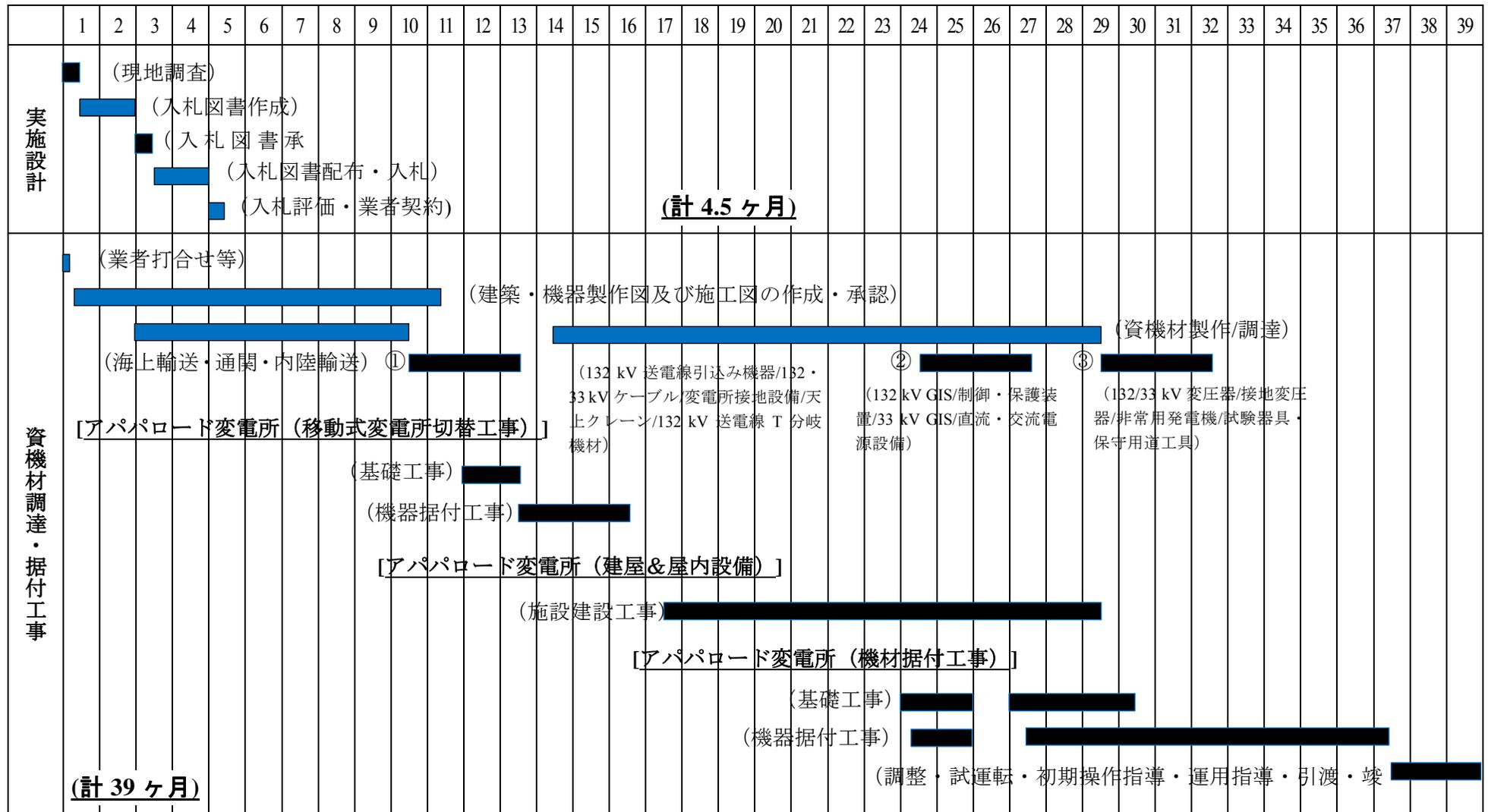


図 3-2-18 事業実施工程

3-3 相手国側分担事業の概要

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

共通事項

- (1) 本プロジェクトに必要な情報及びデータの提供
- (2) 本プロジェクトに必要な資機材のナイジェリア国の港に於ける迅速な荷下ろし措置と、通関及び免税措置の実施
- (3) 本プロジェクトに必要な資機材及び派遣された日本人に対する免税措置と便宜供与
- (4) 本プロジェクトに必要な資機材調達及び日本法人及び日本人への事業税等の免税と免税措置
- (5) 日本の外国為替公認銀行における口座開設費用と支払手数料の負担
- (6) 日本国の無償資金協力に含まれず、本プロジェクトの実施に必要な全ての費用の負担
- (7) 本プロジェクトの運転・維持管理技術を移転するための専門技師の任命と、建設工事期間中の工事確認と資機材の品質検査への立会い
- (8) 日本国の無償資金協力で建設・調達された施設・機材の適切な使用と維持管理の実施
- (9) 変電所の改修により影響を受ける住民への補償並びに合意取得
- (10) 工事中の需要家に対する停電計画の広報と連絡
- (11) 環境モニタリングの実施

準備工事

- (1) 工事事務所、資機材置き場（アパパロード変電所に隣接する鉄道公社用地・アカンバ変電所）、仮設用地の無償提供及びフェンス・門扉の確保
- (2) 変電所の改修に必要な用地の整地
- (3) アパパロード変電所及びアカンバ変電所の用地内にある廃棄物、不要な既設構造物などの撤去及び移設
- (4) 既設設備の解体及び機材の処分
- (5) 建設用地（サイト、アクセス道路、資機材仮置場）の確保
- (6) 変電所のフェンスおよびゲートの建設
- (7) 電気室内の家具・備品
- (8) 変電所建設終了後のアクセス道路の整備・維持管理
- (9) アパパロード変電所及びアカンバ変電所における SCADA 用通信回線の据付、試運転・調整、初期操作、運用操作
- (10) アカンバーアパパロード送電線の設備（電線・がいし・架空地線・鉄塔・金物等）に不備があった場合の修復

ナイジェリア国側負担工事

- (1) 移動式変電所の移動及び既設変電所から移動式変電所への接続及び切替
- (2) 既設電力ケーブル・既設制御ケーブル等の既設地下埋設物の移動及び撤去
- (3) 既設変圧器及び既設仮設開閉設備の撤去工事

- (4) アパパロード変電所での既設送電鉄塔と既設建屋屋上の引込線との接続
- (5) アカンバ変電所での新設 T 分岐の電線と既設鉄塔及び既設ガントリーとの接続及び切替
- (6) 新設 33/0.4 kV 接地変圧器から既設 0.4 kV 配電設備への接続
- (7) 新設 33 kV GIS から既設 33/11 kV 変圧器及び既設 11 kV 配電盤への接続及び切替 (EKEDC との調整を含む)

3-4 課税項目と免税手続き

3-4-1 課税項目

日本法人(日本人)がナイジェリアで資機材の輸入を伴う建設プロジェクトを実施する場合、想定される課税項目、関税及び諸費用は以下の通りである。

(1) 法人所得税 (Companies Income Tax (CIT))

1) 税率・計算方法

- 税率 30%。
- ナイジェリア国における課税所得に 30%を乗じて計算される。

2) 根拠法

Companies Income Tax Act, Cap C21 LFN 2004 (CITA)

(2) 個人所得税 (Personal Income Tax)

1) 税率・計算方法

課税対象額に対し、以下の各段階に応じた税率が適用される。

First	NGN 300,000	7%
Next	NGN 300,000	11%
Next	NGN 500,000	15%
Next	NGN 500,000	19%
Next	NGN 1,600,000	21%
Above	NGN 3,200,000	24%

2) 根拠法

Personal Income Tax Act, Cap P10, LFN 2004, as amended (PITA)

(3) Pension Contribution

1) 税率・計算方法

企業側に従業員総額給与の 10%、従業員に 8%が課税される。

2) 根拠法

Pension Reform Act 2014 (PRA)

(4) National Housing Fund (NHF) Contribution

1) 税率・計算方法

従業員の基本給の 2.5%。

2) 根拠法

National Housing Fund Act 1992 (NHFA)

(5) National Health Insurance Scheme (NHIS) Contribution

1) 税率・計算方法

企業側に従業員の基本給に最低でも 10%、従業員に基本給の 5%が課せられる。

2) 根拠法

National Health Insurance Scheme (NHIS) Act 1999、National Health Insurance Scheme (NHIS) Operational Guideline 2012

(6) Industrial Training Fund (ITF) Contribution

1) 税率・計算方法

年間の給与コストの 1%

2) 根拠法

Industrial Training Fund Act 2007, as amended (ITFA)

(7) Employee Compensation (EC) Scheme Contribution

1) 税率・計算方法

月間の給与コストの 1%

2) 根拠法

Employee Compensation Act (ECA) 2010

(8) 付加価値税 (Output VAT :企業主体により課されるもの)

1) 税率・計算方法

課税対象品目の対価の 5%

2) 根拠法

Value Added Tax Act, Cap V1, LFN 2004, as amended (VATA)

(9) 付加価値税 (Input VAT: 企業主体の購買により支払われるもの)

1) 税率・計算方法

課税対象品目の対価の 5%

2) 根拠法

Value Added Tax Act, Cap V1, LFN 2004, as amended (VATA)

(1 0) 輸入税 (Import Duty)

1) 税率・計算方法

税率は、輸入品目のタリフの分類に従い、適用利率が決定される。輸入品の CIF 価格に適用利率を乗じて算定される。

2) 根拠法

The 2015-2019 ECOEAS Common External Tariff

The Customs, Excise, Tariff, etc. (Consolidation) Act No.4 1995, as amended (CETA)

(1 1) Port Development Levy (Surcharges)

1) 税率・計算方法

輸入税の 7%

2) 根拠法

General Nigerian Import Guidelines

(1 2) Comprehensive Import Supervision Scheme Charge (CISS)

1) 税率・計算方法

輸入品の FOB 価格の 1%

2) 根拠法

General Nigerian Import Guidelines

(1 3) ECOWAS Trade Liberalisation Scheme (ETLS) Levy

1) 税率・計算方法

輸入品の CIF 価格の 0.5%

2) 根拠法

ECOWAS Regulations

(14) Value Added Tax (輸入に関連するもの)

1) 税率・計算方法

輸入品の CIF 価格に国外またはナイジェリア国に輸入する理由により賦課されたあらゆる税・賦課金額を加算した額の 5%

2) 根拠法

Value Added Tax Act. Cap V1, LFN 2004, as amended (VATA)

(15) 源泉徴収税 (Withholding Tax deducted from the entity's income)

1) 税率・計算方法

5%。ベンダーまたはコントラクターへの支払に対し控除される。

2) 根拠法

Companies Income Tax Act. Cap C21 LFN 2004 (CITA)

(16) 源泉徴収税 (Withholding Tax to be deducted by entity when paying its suppliers or vendors)

1) 税率・計算方法

- サプライヤーの収入に対して課税される。
- 取引の種類に応じ以下のとおりに分類される。

表 3-4-1 取引種類と税率

取引の種類	企業 (%)	個人 (%)
Dividend, Interest, Rent & Director's fees	10	10
Professional Fees	10	5
Technical/Management/Royalty	10	5
Commission/Consutancy Fees	10	5
Construction	5	5
Other contracts	5	5

2) 根拠法

Companies Income Tax Act, Cap C21 LFN 2004 (CITA) and the Personal Income Tax Act, Cap P10, LFN 2004, as amended (PITA)

3-4-2 免税手続き

(1) 法人所得税 (Companies Income Tax : CIT)

1) 担当機関

①The Presidency、②The Federal Ministry of Finance、③The Federal Inland Revenue Service (FIRS)

2) 手続

The Federal Ministry of Finance 経由で The Presidency に対し、申請書を提出する。

- ・申請書では以下の情報を記載する。
 - a) ナイジェリア国におけるプロジェクトの詳細
 - b) 免税の正当化事由
 - c) その他関連資料

申請審査後、The Presidency は決定通知を行う。

3) 必要期間

1～6 か月

4) 第三期教育税 (Tertiary Education Trust Fund : TETF)

CIT 免税により TET も免税される。しかし、TET 免税を確実にするため CIT 免税と並行して申請する。

(2) 個人所得税 (Personal Income Tax)

1) 担当機関

①The Federal Ministry of Finance、②The Relevant SBIR (States Board of Internal Revenue): 雇用者が課税居住者となっている州(State)

2) 手続き

ナイジェリア国で実施されるプロジェクトの詳細と免税される正当理由を記載した申請書を The Ministry of Finance に提出する。

3) 必要期間

1～6 か月

(3) Pension Contribution

現時点では、ナイジェリア従業員に対する免税のメカニズムはなし。ただし、海外駐在員にはナイジェリア国の年金システムは任意である。

(4) National Housing Fund (NHF) Contribution

現時点では、ナイジェリア従業員に対する免税のメカニズムはなし。ただし、海外駐在員には登録の必要はない。

(5) National Health Insurance Scheme (NHIS) Contribution

現時点では、ナイジェリア従業員に対する免税のメカニズムはなし。ただし、海外駐在員には登録の必要はない。

(6) Industrial Training Fund (ITF) Contribution

現時点では、免税のメカニズムはなし。

(7) Employee Compensation (EC) Scheme Contribution

現時点では、免税のメカニズムはなし。

(8) 付加価値税 (Output VAT: 企業主体により課されるもの)

1) 担当機関

①The Federal Ministry of Finance、②The Federal Inland Revenue Service

2) 手続き

免税のメカニズムは存在しない。

3) 必要期間

N/A

(9) 付加価値税 (Input VAT: 企業主体の購買により支払われるもの)

1) 担当機関

①The Federal Ministry of Finance、②The Federal Inland Revenue Service

2) 手続き

ナイジェリア国で実施されるプロジェクトの詳細と免税される正当理由を記載した申請書を The Ministry of Finance に提出する。The Ministry が免税を適当と判断した場合、購買品または輸入品に係る VAT の免税することができる。大臣は免税通知を新聞で公報する。

3) 必要期間

1～6 か月

(10) 輸入税 (Import Duty)

1) 担当機関

①The Federal Ministry of Finance、②The Nigeria Customs Service

2) 手続

2つの方法がある。①Temporary Importation (TI) 制による免税、および②総合免税制による免税

a) TI 制による免税

- ・ The Nigeria Customs Service に以下の書類を物品輸入開始前までに提出する。
 - 信用ある銀行の保証状
 - 賃貸借契約(Hire Agreement) または所有権証書
 - 物品の設置場所であるプロジェクトの詳細
 - 輸入物品を説明する技術的マニュアル

- TI 承認を求めるカバーレター
- 過去 3 年間の事業者および 3PL の通関証明書（または免税措置）
この TI 体制の下では、物品は最大 2 年間（すなわち最初 1 年間と延期の可能性がある 6 か月の 2 回の延期）、同国で保留され、その後保証が release される。

b) 総合免税制

- ・ 送電に従事する事業者は、CETA (Customs, Excise, Tariff etc. (Consolidation) Act) と 2016 FPM (Fiscal Policy Measures) での特許の規定に基づいて関税免除を申請しうる。
- ・ 特許からの免税を受けるために、輸入物品に関連する省と協議の上 The Minister of Finance に正式な申請書を提出する必要がある。免税に必要な書類は以下のとおり。
 - The Corporate Affairs Commission（適用される場合）との登録証明
 - 供給代理人とナイジェリア政府間の、The Minister of Finance または The Minister of State for Budget and National Planning が正式に署名した MOU（合意書）
 - 輸入物品の価値を示すプロフォーマインボイス
 - その他 The Ministry of Finance が要求する必要書類
- ・ The Minister が免税を適当と判断した場合には、The Minister は輸入関税を日本法人に対し免税する。
- ・ 上記に係らず、ETLS の保護下での ECOWAS 地域からの輸入物品は無税無枠となる。供給者は輸入物品に係る ETLS 証明書（当該物品が ECOWAS 地域に由来するものであること）を得る必要がある。

3) 必要期間

3～12 か月

(1 1) Port Development Levy (Surcharges)

1) 担当機関

The Nigeria Customs Service

2) 手続

TI 制では Nigeria Customs Service が免税措置を行う。総合免税制では、免税措置がないものと認識されている。

3) 必要期間

1～3 か月

(1 2) Comprehensive Import Supervision Scheme Charge (CISS)

1) 担当機関

The Nigeria Customs Service

2) 手続

(1 1) に同じ

3) 必要期間

1～3 か月

(1 3) ECOWAS Trade Liberalisation Scheme (ETLS) Levy

1) 担当機関

The Nigeria Customs Services

2) 手続

TI 制では The Nigeria Customs Services が免税を行う。ただし、ローカル銀行から銀行保証状が必要（手数料は銀行ごとに異なる）。総合免税制では、免税措置がないものと認識されている。

3) 必要期間

N.A.

(1 4) Value Added Tax (輸入に関連するもの)

1) 担当機関

① The Federal Ministry of Finance、②The Federal Inland Revenue Service

2) 手続

The Minister of Finance にプロジェクトの詳細と免税正当化事由を記載した書状を提出する。The Ministry が免税を適当と判断した場合、購買品または輸入品に係る VAT の免税することができる。大臣は免税通知を新聞で公報する。

3) 必要期間

1～6 か月

(1 5) 源泉徴収税 (Withholding Tax deducted from the entity's income)

1) 担当機関

①The Presidency、②The Federal Ministry of Finance、③The Federal Inland Revenue Service

2) 手続

法人所得税免税事業者は自動的に免税となる。

3) 必要期間

1～6 か月

(16) 源泉徴収税 (Withholding Tax to be deducted by entity when paying its suppliers or vendors)

1) 担当機関

The Federal Inland Revenue Service

2) 手続

免税のための特別なメカニズムはない。ただし、ナイジェリアでのプロジェクトに関する書類、さらに重要なのは The Presidency からの CIT 免税通知を付して免税に向けて FIRS に書面を提出することができる。

3) 必要期間

1～2 か月

3-5 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-5-1 基本方針 (実施体制、要員)

(1) 実施体制

本計画対象地域内の需要家への電力供給信頼度を向上させ、安定した電力供給運営を行うためには、送変電設備の適切な運転・保守 (O&M) 及びそれらの周辺環境の保全が不可欠である。このため、各設備の事故発生率を低減させ、信頼性、安全性及び効率性の向上を目指した適切な予防保全と維持管理の実施が望まれる。図 3-5-1 に送変電設備の維持管理に関する基本的な考え方を示す。これにより、本計画で調達・据付ける機材及び建設される施設の維持管理は、予防保全を中心に実施する必要がある。

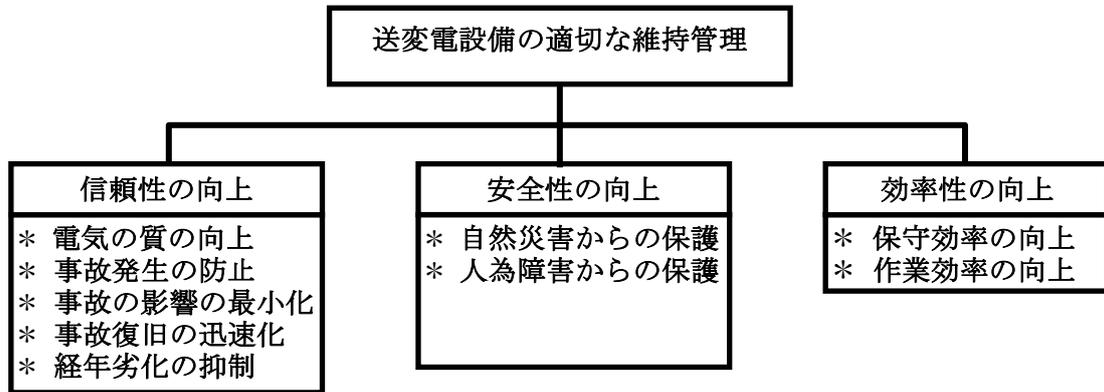


図 3-5-1 送変電設備の維持管理の基本的な考え方

(2) ラゴス地域の保守管理組織

ラゴス地域の保守管理組織は Lagos Regional Office が全体的に管理している。アパパロード変電所はアジャ変電所が管理している。

現在アパパロード変電所にはオペレーターが 8 人、メンテナンスが 5 人の配置となっている。

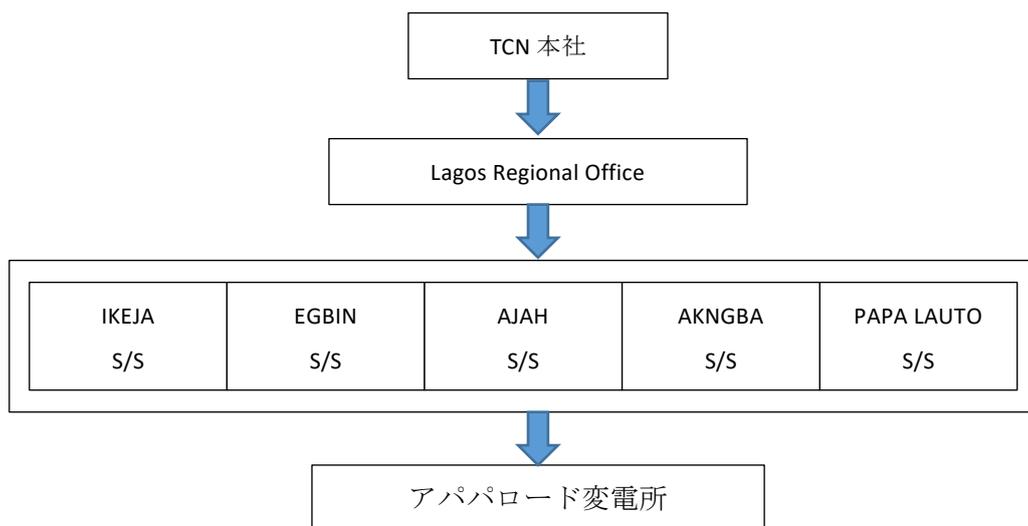


図 3-5-2 ラゴス地域の保守管理組織

3-5-2 日常点検と定期点検方針

TCN は送電の安定を目的とした変電所設備の運転維持管理の経験を有しており、当該設備の運転維持管理に係る最低限の知識・技術は持っている。そのため、本プロジェクトにおいては運営維持管理に必要な点検項目及びその実施スケジュールにつき再確認し、初期操作指導・運用指導後から円滑に TCN による運転維持管理段階に迅速に移行できるよう計画する方針とする。

(1) 変電設備の日常点検と定期点検項目

本プロジェクトにて据付ける電力設備及び付帯開閉・保護制御設備を含む変電設備を持続的に運用するためには日常の保守、点検が欠かせない。運転管理者が実施する点検には大きく分けて下記の3点検がある。

- ① 変電設備完成時、運転開始前の検査、点検
- ② 運転開始後の日常点検
- ③ 運転後ある期間経過した後の定期点検

① 変電設備完成時、定期点検時の点検項目

本変電設備完成時の点検と、定期点検時の点検項目はほぼ同一である。点検項目と測定項目を表 3-5-1 に示す。変電設備の完成時の検査、点検に関しては 3-2-4-8 項の「初期操作指導・運用指導等計画」に記載する。

② 日常点検

本変電設備は他の変電設備と同様に投入・開放等の運用操作が必要となる。

132 kV 系統電圧の低下や遅れ無効電力の増加を確認し、それらの安定化のために本変電設備を手動で投入する。系統電圧の上昇、遅れ無効電力の低下が十分な状態になったことを確認し、本変電設備を手動で開放する。運転初期は可動部を持つしゃ断器や断路器の不具合が発生することがあるので、毎日稼働状況を点検する必要がある。本変電設備運転初期(OJT

期間中)、運転管理者は機材据付業者の日本人技術者と本変電設備を巡回し、点検箇所、点検の技能を習得する。

本変電設備は遠方操作による運転が可能であるが、日常点検することにより設備の異常を速やかに発見することができる。

日常点検は、運転開始後1ヶ月間は、目視点検により毎日実施する。その後は毎週1回程度実施する。点検項目を表3-5-1に示す。

表 3-5-1 日常点検項目

点検対象	点検項目
ガスしゃ断器、断路器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表面の汚れ、破損 ・ 外箱の腐食、錆 ・ 外部配線の損傷 ・ 入り切り表示の確認 ・ ガス圧力の確認
計器用変流器、 コンデンサ形計器用変成器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表面の汚れ、破損 ・ 外箱の腐食、錆 ・ 外部配線の損傷 ・ 漏油の有無
避雷器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表面の汚れ、破損 ・ 外箱の腐食、錆 ・ 外部配線の損傷 ・ 動作回数確認
制御盤、リレー盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外箱の腐食、錆 ・ 換気ロフィルタの掃除 ・ 指示計器、表示の確認 ・ 設置環境（温度）
電力用ケーブル・終端末	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表面の汚れ、破損
直流電源装置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外箱の腐食、錆 ・ バッテリー液漏れの有無 ・ 指示計器、表示の確認
接地	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配線の損傷

[出所] JICA 調査団

運転管理者は日常点検を実施するときに日常点検記録ノートを作成と保管を励行する。

更に、運転管理者は表3-5-1に示す日常点検項目を確認したあと、点検結果を記録する点検記録ノートに記載し、保管する。記録をとることにより各機器の異変を感知できる。

③ 定期点検

一般的な定期点検項目と測定項目を表3-5-2から表3-5-7に示す。

定期点検は、ある期間運転した後にシステムを停止し、各機器の点検と表に示す測定項目を測定する。定期点検は運転開始から1年、3年、6年、12年（以降さらに6年、12年）経過した年に実施する。検査、点検をした結果は、必ず記録を作成し保管しておくことが必要である。

表 3-5-2 ガスしゃ断器の定期点検項目

点検対象	点検項目	普通点検 A	普通点検 B	精密点検 A	精密点検 B
		1 年	3 年	6 年	12 年
ガスしゃ断器	構造点検、清掃 開閉動作試験 絶縁抵抗測定	○	○	○	○
	接触部の点検手入れ しゃ断部・支持がいしの点検清掃 操作機構部の点検と注油 最低動作電圧測定		○	○	○
	ガス密度スイッチ動作圧力測定 空気圧力スイッチ動作圧力測定 開閉時間の測定 主回路抵抗測定			○	○

[出所] JICA 調査団

表 3-5-3 断路器の定期点検項目

点検対象	点検項目	普通点検 A	普通点検 B	精密点検 A	精密点検 B
		1 年	3 年	6 年	12 年
断路器	主回路抵抗測定	○	○	○	○
	構造点検、清掃 開閉動作試験 絶縁抵抗測定	○	○	○	○
	接触部の点検手入れ アークホーンの点検・損耗調査 動作部分の点検と注油 接地線とその接続部点検		○	○	○

[出所] JICA 調査団

表 3-5-4 変流器・変成器の定期点検項目

点検対象	点検項目	普通点検 A	普通点検 B	精密点検 A	精密点検 B
		1 年	3 年	6 年	12 年
計器用変流器、 コンデンサ形計器 用変成器	タンク・FT カバー、油面 の点検手入れ、清掃	○	○	○	○
	ブッシング・端子の点検、 清掃 絶縁抵抗測定	○	○	○	○
	接地線とその接続部点検		○	○	○
	2 次・3 次回路の点検 塗装部の点検		○	○	○

[出所] JICA 調査団

表 3-5-5 避雷器の定期点検項目

点検対象	点検項目	普通点検 A	普通点検 B	精密点検 A	精密点検 B
		1 年	3 年	6 年	12 年
避雷器	外観・構造の点検、清掃 主回路接続部の点検、清掃 絶縁抵抗測定	○	○	○	○
	制御回路締付部の点検、清 掃 漏洩電流測定			○ ○	○ ○

[出所] JICA 調査団

表 3-5-6 保護盤・制御盤の定期点検項目

点検対象	点検項目	普通点検 A	普通点検 B	精密点検 A	精密点検 B
		1 年	3 年	6 年	12 年
保護盤、制御盤	収納箱の外部・内部点検、清掃	○	○	○	○
	ファン・フィルターの点検、清掃	○		○	○
	制御回路締付部の点検、清掃 接地導体の点検手入れ 塗装部の点検		○	○	○
	ファン・フィルターの交換			○	○
	ヒューズ (EF,f 等) の交換				○

[出所] JICA 調査団

表 3-5-7 直流電源装置の定期点検項目

点検対象	点検項目	普通点検 A	普通点検 B	精密点検 A	精密点検 B
		0.5 年	1 年	5 年	8~12 年
直流電源装置 (充電装置)	塵埃汚損の清掃 各種設定値の確認 入出力電圧値と電流値の測定 絶縁抵抗測定 シーケンス試験 収納箱の換気	○	○	○	○
	無負荷電圧補償回路の動作確認 直流出力電流特性の測定 充電切替器・タイマーの動作確認 整流器出力波形観測 自動均等・停電復電時動作試験		○	○	○
	サイリスタ・ダイオードの特性確認試験 制御回路の電圧と波形の観測 各種充電電圧の調整範囲測定 自動定電圧特性の精密測定 計器の校正			○	○
	各回路の部品と動作の精密点検及び部品交換				○
直流電源装置 (バッテリー)	全セルの単電池電圧の測定 全セルの電解液液温・比重測定	○	○	○	○
	亀裂、漏液の有無 端子・接続部の腐食の有無 減液警報・センサー等の損傷の有無 内部電極の変形亀裂脱落の有無 電解液の量、濁り、変色の確認 液中比重計・温度計の損傷	○	○	○	○

点検対象	点検項目	普通点検 A	普通点検 B	精密点検 A	精密点検 B
		0.5 年	1 年	5 年	8~12 年
	有無端子・接続部の点検、 増締め 活物質の沈殿量の確認 浮動充電時の充電電圧の確認 均等充電の実施				
	容量試験 (必要により) 電解液の比重調整 (必要により) 液替え活性化			標準的期待 寿命(制御弁 式据置鉛蓄 電池)MSE 式 :7~9 年	同左

[出所] JICA 調査団

3-6 プロジェクトの概略事業費

3-6-1 協力対象事業の概略事業費

ナイジェリア国の施工負担区分に基づく経費内訳は、以下に示す積算条件において、次のとおりと見積もられる。ただし、ここに示す概略事業費は暫定値であり、必ずしも交換公文上の供与限度額を示すものではなく、協力対象事業の実施が検討される時点において更に精査される。

(1) 相手国側負担経費

① アパパロード変電所

1) 移動式変電設備用地借上・塀撤去	5.1 万 US\$	(約 5.75 百万円)
2) 移動式変電設備の移設	0.9 万 US\$	(約 1.02 百万円)
3) 変電所内撤去作業 (コンテナ、車両、他)	4.0 万 US\$	(約 4.51 百万円)
4) 既存 33 kV、11 kV ケーブル移設	2.0 万 US\$	(約 2.26 百万円)
5) 仮設資材置場用地の確保	1.3 万 US\$	(約 1.47 百万円)
6) 132 kV 送電線の切替作業	0.1 万 US\$	(約 0.11 百万円)
7) 既存変電所から移動式変電設備への切替作業	1.0 万 US\$	(約 1.13 百万円)
8) 既存接地変圧器撤去作業	1.6 万 US\$	(約 1.81 百万円)
9) 非常用発電機小屋撤去作業	1.6 万 US\$	(約 1.81 百万円)
10) 既存 132/33 kV 変圧器・防火壁・応急的開閉設備撤去作業	5.5 万 US\$	(約 6.21 百万円)
11) 移動式変電設備から新設変電設備への切替作業	1.0 万 US\$	(約 1.13 百万円)
12) 移動式変電設備の撤去・新設塀の施工	2.3 万 US\$	(約 2.60 百万円)
13) ガードマン (移動式変電設備の見張り)	9.2 万 US\$	(約 10.38 百万円)
14) 取引用電力量計の調達	0.6 万 US\$	(約 0.68 百万円)
15) 33 kV ケーブル接続替え (6 フィーダー)	14.6 万 US\$	(約 16.47 百万円)
16) 警官 (日本人警護)	8.81 万 US\$	(約 9.94 百万円)

② アカンバ変電所

1) やぶの刈り払い・整地	4.5 万 US\$	(約 5.08 百万円)
---------------	------------	--------------

- | | |
|--|----------------------------|
| 2) 132 kV 送電線の架線接続作業 | 0.9 万 US\$ (約 1.02 百万円) |
| 3) 銀行口座開設手数料 (B/A) 及び代理支払手数料 (A/P) | 3.0 万 US\$ (約 3.38 百万円) |
| 4) 貿易自由化税 (ECOWAS Trade Liberalisation Scheme Duty: ETLIS) 及び統一輸入監督税
(Comprehensive Import Supervision Scheme : CISS) | 20.5 万 US\$ (約 23.13 百万円) |
| 相手国側負担経費 | 88.51 万 US\$ (約 99.87 百万円) |

(2) 積算条件

- a) 積算時点 : 2017 年 8 月
- b) 為替交換レート :
1 US ドル = 112.83 円 (2017 年 5 月から 2017 年 7 月までの TTS 平均値)
1 US ドル = 304.75 ナイラ (2017 年 5 月から 2017 年 7 月までの TTB 平均値)
- c) 施工・調達期間 : 詳細設計並びに機材調達・据付の期間は施工工程に示したとおりである。
- d) その他 : 本協力対象事業は、日本国政府の無償資金協力のスキームに従い実施される。

3-6-2 運営・維持管理費

本協力対象事業で調達される変電設備の維持管理費（交換部品及び消耗品の購入費用）は、概略事業費の内訳から機材費の1%/年程度であり、年間127,000 US\$程度となる。これはTCNの年間修繕実績（15,380,000 US\$※2014年）の1%未満であり、TCNは運営・維持管理面において、財務的に問題はないとみられる。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

事業実施開始までに、既設アパパロード変電所敷地内の新設変電設備建設予定地については、以下の前提条件が必要となる。

① 移動式変電所の設置場所の確保

移動式変電所を設置するための用地を Mobil Oil Nigeria Plc から借用する。また既設塀を撤去し移動式変電所の搬入ルートが確保されていること。

② 移動式変電所の移設

他の変電所にある移動式変電所を本プロジェクトの設置場所に移設する。また運搬時に必要な養生（絶縁油の抜油及び絶縁物の吸湿防止のため乾燥空気置換等）を行い、移設後は絶縁油の真空脱気注油及び試験を行い、運転が可能な状態としておくこと。

③ 既設障害物の撤去及び整地

本プロジェクトを開始するにあたって障害となる既設障害物（コンテナ・車・基礎・鳥小屋・制御盤・マンゴーの木）を撤去し、新設変電設備建設予定地の整地が行われていること。

④ 既設 33 kV/11 kV ケーブルの移設

本プロジェクトを開始するにあたって障害となる既設 33 kV/11 kV ケーブルが移設されていること。

⑤ 仮設資材置場の用地の用地確保及びフェンス・扉（施錠付）の設置

仮設資材置場として、アパパロード変電所裏の鉄道用地及び、アカンバ変電所内の用地が確保されていること。なおアカンバ変電所内の仮設資材置場にはフェンス・扉（施錠付）が設けられていること。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの全体計画を達成するためにナイジェリア国が実施すべき事項は以下の通りである。

- ① 本協力対象事業で日本側が調達・据付を行う変電設備が最大限に利用されるよう、日常の運用・維持管理を適切に行う必要がある。
- ② 本協力対象事業で建設される変電設備の運用・維持管理要員の配置と教育・訓練を計画的に実施し、電力供給システム全体の運転が円滑に開始されるよう配慮する必要がある。
- ③ 本協力対象事業で建設される変電設備の維持管理のために必要となるスペアパーツ、消耗品類を遅滞なく調達・補充のための予算を確保し、定期的なメンテナンスを確実に実

施する必要がある。

- ④ 予防保全の導入・実施により、変電設備の波及事故等の重大事故を未然に防止する必要がある。

4-3 外部条件

本プロジェクトの給電エリアでの、頻発する停電の原因として、アパパロード変電所の変圧器容量不足と故障及び老朽化した変電設備の事故による停電、アカンバーアパパロード送電線の1回線送電の事故による停電（2回線送電によるバックアップ機能がないため）、そして発電所の供給電力の不足が大きな要因となっている。本プロジェクトによりアパパロード変電所が改修されることで、アパパロード変電所及びアカンバーアパパロード送電線に起因する停電は大幅に改善されるが、発電所の供給電力不足による停電の問題は改善されない。このため同変電所の改修による効果を最大限に発現させる外部条件として、発電所の供給電力の増加があげられる。

発電所は以下の①～③に示す制約のため、発電設備容量に対し実際に発電できる電力は大幅に低くなっている。

- ① 発電の燃料となるガスの供給量の不足
- ② 発電設備の故障により稼働率の低下
- ③ 販売電力料金の回収率が低く発電会社の経営が悪化し、発電運用に支障を来している。

よって発電所の供給電力の増加のためには、以下の必要性がある。

- i) ガスパイプラインの整備によるガス供給量の増加
- ii) 発電設備の適切な運転・維持管理による稼働率の向上
- iii) 配電会社の電力料金徴収率の向上による、発電会社の運営の健全化。

これらの制約をクリアすれば、ラゴス周辺の既設発電所だけでも2025年には、現在の供給可能電力の約3倍に当たる3,700 MW（出所：TCN 2016年計画）の発電量が期待できる。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

以下に示す通り、本プロジェクトはナイジェリア国の開発計画や経済復興成長計画の実現に資するとともに、ナイジェリア国の住民に裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高いと判断される。

(1) 裨益人口

本計画の実施により、アパパ地区の住民約22.3万人（National Population Commission of Nigeria, 2006 census）に対し、安定した品質の良い電力が供給される。

(2) 緊急性

現在、アパパロード変電所の 132kV GIS は故障により機能が完全に停止しているため、132 kV GIS の代替として、応急的に回路をバイパスしてガスしゃ断器等を設置し、仮受電の状態となっている。

よって同変電所は本来必要とされる設備（保護装置・開閉装置・計器・監視制御盤）を欠いているため、系統保護機能・監視制御機能・保守性を失い、変電所としての役割を果たしていない。このためアパパロード変電所内部及び外部（送電系統）で事故が発生した場合、応急的なしゃ断器で対応するか、上位変電所のアカンバ変電所の系統保護機能で対応することとなり、事故が人身事故や広範囲な停電に発展する危険性がある。また同事故から復旧するまでの間、需要家側（ラゴス港、ティンキャンアイランド港、産業エリア、一般家庭、海軍施設）では長時間の停電となり、自家用発電機が使用されることとなる。結果として、港湾事業・産業・家庭生活は、自家用発電機の高コストな燃料による経済的な問題を抱えることになる。

次に、同変電所は電路を区分するための負荷開閉器及び断路器を欠いているため、保守及び運用が困難である。また同変電所は 35 年以上運転をしてきており、主変圧器を含む全ての変電設備において老朽化が進み更新が必要となっている。ナイジェリア国において、電力供給不足は深刻な状況であり、将来的に、発電所・送電設備の増強に伴って、変電設備を増設する必要がある。しかし同変電所は変電所の役割（系統保護機能・監視制御機能・保守機能）を果たしていないため、大幅な変圧器増設は困難であり、電力供給不足を改善できない状態にある。従って、本プロジェクトの緊急性は高い。

(3) 港湾施設・産業・一般家庭への貢献

1) 港湾地域への貢献

ラゴス州はナイジェリア国の主要港湾都市であり、アパパ地区に位置する港湾エリアはラゴス港とティンキャンアイランド港に分かれている。ラゴス港は、国際レベルの道路及び鉄道網と、小麦・セメント・精製オイル・コンテナ・冷凍貨物を扱う港湾施設を有し、多くの顧客が利用するターミナルとして、同国最大の港湾施設となっている。ラゴス港は同国の総コンテナ輸入量の 40% を占めており、同国ひいてはアフリカ全土にとって、貿易の要となっている。またティンキャンアイランド港は、ラゴス港に次ぐ同国第二位の港湾であり、総コンテナ輸入量の 30% を占めている。港湾施設では、船舶の安全航行のための夜間照明や監視システム、冷凍設備、港湾運用システム等の動力として、電力は重要なインフラとなっている。しかしながら配電網からの電力供給は、停電が頻発し信頼性が低いため、港湾施設では停電時、バックアップとして自家用発電機が使用されている。自家用発電設備は燃料コストが高いため、港湾運営において問題となっており、また配電網からの電力供給においても、頻発する停電の割に電気料金が高いといわれている。本プロジェクトにより、電力供給の信頼度が向上するため、ラゴス港及びティンキャンアイランド港の港湾運営の改善への貢献が期待される。

2) 産業への貢献

アパパ地区には日系企業の工場として、味の素株式会社（調味料パッキング工場）やサンヨー食品株式会社（即席めん工場）がある。またアパパ地区の港湾施設を利用する日系企業は、表 4-4-1 に示すように多数進出している。ナイジェリア国の企業としては、フラワーミルズ・オブ・ナイジェリア（製粉能力 8,000 トン/日以上※世界最大レベルの工場）、Dano（食品）、Bua（砂糖・セメント）等の大型工場を始め、多数の石油・ガスプラントが密集している。産業においても、電力不足と頻発する停電によって生産ラインが停止することで、経済的損失が発生することから、大中小企業のほとんどが自家用発電設備を使用している。ディーゼル式自家用発電設備の場合、高い燃料コストのため製造コストが上昇し、産業の国際競争力は低下し、事業撤退や従業員解雇へとつながり、結果的にナイジェリア国の産業が崩壊することとなる。本プロジェクトにより、低コストで安定した電力が産業に供給できるようになると、ナイジェリア国の経済及び産業の復興への貢献が期待される。

表 4-4-1 港湾施設を利用する日系企業

分類	企業名	取扱品目
①在アパパ企業	味の素	調味料（調味料パッキング）※自社工場保有
②在アパパ周辺企業	ヤマハ	バイク（組立）、船舶機器※自社工場保有
	CFAO （豊田通商出資）	自動車、家電製品、プラスチック、設備、医薬品、食品、飲料、ボールペン・髭剃り製造※自社工場保有
③Apapa, Tincan 港使用企業 （ナイジェリアオフィス保有）	ホンダ	自動車（組立）、バイク（組立）、汎用機※自社工場保有
	双日	自動車、鉄鋼
	太知	電気機器
	西澤	鉄鋼、設備、日用品（文房具等）
	丸紅	鉄鋼、設備、化学品
	三菱商事	鉄鋼、設備
	伊藤忠商事	自動車、鉄鋼
	豊田通商	設備、化学品
④Apapa, Tincan 港使用企業 （ナイジェリア代理店使用、 自社オフィスなし）	日産	自動車
	トヨタ自動車	自動車
	スズキ自動車	自動車、船舶機器
	横浜タイヤ	タイヤ
	カネカ	日用品（ウィッグ）
	パナソニック	電気機器
	DAIKIN	電気機器
	MAKITA	工具
	川商フーズ	缶詰（GEISHA）
	SONY	電気機器

[出所] JICA

3) 一般家庭への貢献

一般家庭の多くは、頻発する停電の際、小型のガソリン式自家用発電機をバックアップとして使用している。しかしながら自家用発電機の燃料費は高いため、低所得者の家計に大きな負担となっている。このため本プロジェクトにより停電が減少すれば、燃料費の負担軽減となり家庭経済の改善に貢献する。

(4) 運営・維持管理能力

TCN では、GIS 及び変圧器の運用・維持管理を日常的に実施しており、本協力対象事業と同種の設備の運転・維持管理については経験を有している。このため、本協力対象事業で調達、据付が行われる変電設備は、TCN の保有する技術力で十分に運用・維持管理が可能であり、本計画の実施上、特段の問題はない。

更に本協力対象事業では機材納入業者による OJT を実施することにより、更なる運営・維持管理能力の向上が期待される。

(5) ナイジェリア国の開発計画に資するプロジェクト

ナイジェリア国の国家開発計画「Nigeria Vision 20: 2020」において、インフラ整備（電力・運輸）を最優先課題の一つとして掲げている。またナイジェリア経済復興成長計画（ERGP : NIGERIA ECONOMIC RECOVERY & GROWTH PLAN 2017-2020）において、世界的に競争力のある経済の達成を戦略目標とし、ナイジェリア経済の競争性を阻害する要因の一つとして脆弱なインフラを挙げており、電力、道路、鉄道、港湾、インターネット（ブロードバンド）等のインフラへの投資の必要性を強調している。本プロジェクトは電力インフラの整備として、これらの開発計画に資するものである。

(6) 環境社会面への影響

本プロジェクトにて導入する変電設備の環境社会面への影響については、変圧器からの軽微な騒音と、変圧器事故時の漏油が上げられる。変圧器からの騒音については日本の騒音規制法の基準値以下〔敷地境界線で 55 dB(A)以下〕としている。また変圧器の事故時の絶縁油の漏油については、漏油を収集する放圧槽及び防油堤を設けて対策している。加えて変電設備は GIS 化されているため、既設の仮設開閉設備に比べ、周辺環境と調和がとれている。以上のことから本プロジェクトは、環境社会面において特段の影響を与えるものではない。

(7) 我が国の無償資金協力のスキーム

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

4-4-2 有効性

本プロジェクトの実施により期待される効果は、以下のとおりである。

(1) 定量的効果

表 4-4-2 定量的効果

成果指標	基準値 (2017 年)	目標値 (2024 年) 【事業完成 3 年後】
アパパロード変電所受電端電力量 (GWh)	119	212
配電先需要家 1 軒あたりの事故停電回数 (回/年) *1	132	80
配電先需要家 1 軒あたりの事故停電時間 (時間/年) *1	1,228	400

*1: アカンバ変電所より上位系統の要因（発電所の発電電力不足を含む）による停電を除く

(2) 定性的効果 (プロジェクト全体)

表 4-4-3 定性的効果 (プロジェクト全体)

現状と問題点	本プロジェクトでの対策 (協力対象事業)	プロジェクトの効果・改善程度
<p>1. 配電網からの電力供給は、停電が頻発し信頼性が低いため、港湾施設では停電時、バックアップとして自家発電機が使用されている。自家発電機は燃料コストが高いため、港湾運営において負担となっている。また停電による不安定な電力供給は港湾の生産性・効率を低下させ、国際競争力を低下させている。</p>	<p>アパパロード変電所の故障および老朽化した変電設備を更新し、アカンバーアパパロード送電線を1回線から2回線化して信頼性を向上させることで停電を減らす。</p>	<p>停電が減少するため、ラゴス港及びティンキャンアイランド港にて発電コストの高いディーゼル式自家発電機の使用を減らすことにより、港湾運営が経済的に改善する。また停電の減少による電力供給の安定化から、港湾の生産性・効率が向上することで、貨物の荷揚げ・通関にかかる時間を短縮し、国際競争力は向上する。結果として港湾施設の貨物取扱量が増加し、ナイジェリア国の経済は成長する。</p>
<p>2. 配電網からの電力供給は、停電が多く不安定であるため、ほとんどの産業において自家発電機を使用されている。ディーゼル式自家発電機の場合、高い燃料コストにより製造コストが上昇し、産業における国際競争力は低下していき、事業撤退や従業員解雇へとつながり、結果的にナイジェリア国の産業が崩壊することとなる。また配電網からの供給電力は、産業の電力需要に対して、大幅に不足しているため、産業の成長を妨げ、ナイジェリア国の経済成長を阻害している。</p>	<p>アパパロード変電所の故障および老朽化した変電設備を更新し、アカンバーアパパロード送電線を1回線から2回線化して信頼性を向上させることで停電を減らす。また変圧器容量を増強することで供給電力を増加させる。</p>	<p>本プロジェクトによる電力供給の安定化は、産業の生産性・生産コストを改善し、国際競争力を向上させ、結果的にナイジェリア国の経済及び産業の復興に貢献する。</p>
<p>3. 頻発する停電により、一般家庭の多くは、小型のガソリン式自家発電機をバックアップとして使用している。しかしながら自家発電機の燃料費は高いため、低所得者の家計に大きな負担となっている。また不安定な電力供給は電気料金不払いの一因であり、電気料金徴収率の低下から、発電所の運営資金が不足し、結果的に供給電力不足となり負のサイクルをつくっている。</p>	<p>アパパロード変電所の故障および老朽化した変電設備を更新し、アカンバーアパパロード送電線を1回線から2回線化して信頼性を向上させることで停電を減らす。</p>	<p>本プロジェクトによる停電の改善は、自家発電機の使用を減らすことで、発電用燃料費の負担を軽減させ、特に低所得者層の家庭経済の改善に貢献する。また電力供給の安定化により、顧客満足度が向上し、電気料金徴収率が改善する。</p>