

ガーナ共和国

電力省 (MoP)

ガーナ送電公社 (GRIDCo)

ガーナ共和国
首都圏電力流通強化計画
準備調査報告書

平成 27 年 8 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
八千代エンジニアリング株式会社
西日本技術開発株式会社

産公
JR(先)
15-070

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ガーナ共和国の「首都圏電力流通強化計画」にかか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および西日本技術開発株式会社の共同企業体に委託しました。

調査団は、平成25年12月から平成27年8月までガーナ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27年8月

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部
部長 植嶋 卓巳

要 約

① 国の概要

ガーナ共和国（以下、「ガ」国と称す）は、北緯4～11度、西経3度～東経1度と西アフリカ諸国のほぼ中央部に位置し、東はトーゴ共和国、西はコートジボアール共和国、北はブルキナ・ファソ国に囲まれ、南はギニア湾に面している。「ガ」国の全国人口は約2,550万人（2012年）である。国土面積は約23.8万km²と日本の約0.6倍で、国土の大部分は海拔300m以下の平地である。年間平均気温は25～30℃程度であり、熱帯性気候に属するため年間を通して湿度が高い。また、雨期は3月～7月であり、月間最高降雨量は180mm程度である。

「ガ」国政府は、持続的経済成長、貧困層削減、民主的政策の推進を目指し、1995年に、長期総合開発指針として「VISION 2020」を策定した。重点計画分野として、人的資源開発、経済成長、農村開発、開発のための環境整備を掲げ、電力分野については「500人以上の全集落への電力供給」を最終目標として開発を進めてきた。しかしながら、同国経済はカカオ、金、材木を主な輸出品とする典型的な一次産品依存型であり、国際市場動向の影響を受けやすく、2001年には重債務貧困に認定された。

② プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ガ」国は、全国電化計画、自立電化計画等を展開し、2011年末時点で世帯電化率72%と高い水準を達成した。一方、石油の商業生産開始（2010年）を背景とし、経済成長率15%を記録する等、今後も電力需要の大幅な増大が見込まれている。「ガ」国政府及び政府系電力事業者は、「送電マスタープラン」等を策定（2011年）し、今後の電力需要の成長を年率6.3%（2009年から2020年の全国平均）と見込んでいる。しかしながら、この成長に即した電力開発事業は難航しており、「ガ」国政府は、自立持続的な社会経済の発展を実現するため、特にその障害となっている首都圏の電力流通設備について、無償資金協力事業「首都圏電力流通強化計画」を我が国に要請した。

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（第1次現地調査）を2014年1月11日から2月19日まで「ガ」国に派遣し、同国関係者（主管官庁：電力省（MoP）、実施機関：ガーナ送電公社（GRIDCO）、協力機関：ガーナ配電公社（ECG））と要請内容の再確認、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、社会・経済効果、妥当性について検討した。また、JICAは協力範囲の再確認のため2014年8月25日に中間現地調査団を派遣した。その結果を踏まえ協力準備調査報告書（案）に取りまとめた。JICAは2015年2月21日から3月1日まで第2次現地調査（概要説明）調査団を「ガ」国に派遣し、協力準備調査報告書（案）の説明及び協議を行い、「ガ」国関係者との間で基本合意を得た。

調査の結果を基に策定した協力対象事業は、「ガ」国のアクラ首都圏の送配電・変電設備の改修及び新設に必要な資機材の調達・据付を行い、関連する施設の建設を行うものである。下表に基本計画の概要を示す。

プロジェクトの概要

区分	主要要請コンポーネント	数量・容量
調達／据付	1. アクラセントラル境界変電所 (1) 161/34.5 kV 変圧器 (2) 170 kV ガス絶縁開閉装置 (二重母線式) 1) 引込み用開閉装置 (屋外式) 2) 変圧器用開閉装置 (屋外式) 3) 母線連絡用開閉装置 (屋外式) 4) 計器用変圧器 (屋外式) (2) 33 kV ガス絶縁開閉装置 (二重母線式) 1) 161/34.5 kV 変圧器用開閉装置 (屋内式) 2) 33/11 kV 変圧器用開閉装置 (屋内式) 3) 33 kV 配電用開閉装置 (屋内式) 4) 母線連絡用開閉装置 (屋内式) 5) 母線分割用開閉装置 (屋内式) 6) 所内変圧器用開閉装置 (屋内式) 7) 接地変圧器用開閉装置 (屋内式) (3) SCADA 用通信設備	125 MVA×3 台 2 式 3 式 1 式 2 式 3 式 3 式 14 式 2 式 1 式 3 式 2 式 1 式
	2. アクラセントラル境界変電所一分岐点間 161 kV 送電線 (アチモタ線用 1 回線、マラン線用 1 回線) (1) 161 kV 架空線 (ACSR、複導体式、TERN) (2) 161 kV 地中ケーブル (XLPE、銅製、1 芯、1,600 mm ²)	亘長 約 3 km 亘長 約 0.4 km
調達	3. 調達資機材に係る保守用道具	1 式
	4. 調達資機材に係る交換部品	1 式
	5. 調達資機材に係る緊急交換品	1 式
建築	6. 調達資機材 (ガス絶縁開閉装置、変圧器、鉄塔等) に係る基礎	1 式
	7. アクラセントラル境界変電所の制御室建屋	1 棟

[出所] 準備調査団

④ プロジェクトの工期及び概略事業費

施工・調達業者契約認証まで非公表。本計画の工期は約 26 ヶ月である。

⑤ プロジェクトの評価

(1) 妥当性

本計画は「ガ」国の開発計画やエネルギー政策の実現に資するとともに、貧困層を含む一般国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。

(2) 有効性

1) 定量的効果

指標名	現状の数値 (2013 年)	目標値 (2021 年) 【供用開始 3 年後】	
		本計画無	本計画有
電圧階級 161/34.5 kV の 変電設備容量 (MVA) *1	726 MVA	1,233 MVA	1,608 MVA
送配電ロス (MW) *1	30 MW	70 MW	49 MW
年間 CO ₂ 排出削減量 *1	-	約 72,800 ton	

[備考] *1: アクラ首都圏内

2) 定性的効果

現状と問題点	本計画での対策 (協力対象事業)	計画の効果・改善程度
<p>1. アクラ首都圏では、電力設備の老朽化や過負荷のため頻繁に停電や電圧降下が発生し、以下に示すような問題点が挙げられる。</p> <p>①産業及び経済の発展を阻害している。</p> <p>②公共福祉施設、特に医療機関の運営に影響を及ぼしている。</p>	<p>アクラ首都圏に、下記の境界変電所の新設並びに送電線の建設を行う。</p> <p>1. 161/34.5 kV 変電設備 375MVA=125 MVA×3 バンク</p> <p>2. 161 kV 送電設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 架空線路 亘長 約 3.0 km (鋼製鉄塔 18 基) ・ 地中線 約 0.40 km 	<p>安定した電力供給が行われることで、産業並びに経済が活性化され公共福祉施設の安定した運営、医療サービスの向上により、地域住民（アクラ首都圏の住民約 184 万人）の生活環境が改善される。</p>
<p>2. 「ガ」国では電力需要が急増する一方で、送配電施設の容量不足や老朽化が著しく、供給不安定や送配電ロスの大いなる要因となっている。</p>	<p>同上</p>	<p>境界変電所を建設することで、電力供給における離接するアチモタ境界変電所及びマラン境界変電所への依存度が軽減される。また、供給不安定や送配電ロスのリスクが緩和される。</p>
<p>3. 「ガ」国では首都圏や大都市における電力供給の不安定化や電力不足は顕著であり、経済活動に深刻な支障となっているが、用地条件が厳しいため境界変電所建設が難しい。</p>	<p>狭小な土地に 170 kV 級の変電設備を据付するため、空気絶縁式の変電設備と比べて離隔距離を大幅に短縮できるガス絶縁開閉装置を採用する。</p>	<p>ガス絶縁開閉装置を導入により、省スペース化が図られ、コンパクト型境界変電所が可能となる。</p>

以上のように、本計画を実施することで多大な効果が期待されることから、協力対象事業に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。さらに本計画の実施および実施後の運営・維持管理についても、「ガ」国側の体制は人員・予算計画とも十分であり問題はないと考えられる。

目 次

序文

要約

目次

位置図／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	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-1
1-1-3	社会経済状況	1-3
1-2	無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-4
1-3	我が国の援助動向	1-4
1-4	他ドナーの援助動向	1-7

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員	2-1
2-1-2	財政・予算	2-4
2-1-3	技術水準	2-5
2-1-4	既設施設・機材	2-6
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-7
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-7
2-2-2	自然条件	2-9
2-2-3	環境社会配慮	2-12
2-2-3-1	環境影響評価	2-12
2-2-3-1-1	環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要	2-12
2-2-3-1-2	ベースとなる環境社会の状況	2-14
2-2-3-1-3	相手国の環境社会配慮制度・組織	2-14
2-2-3-1-4	代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討	2-18
2-2-3-1-5	スコーピング	2-20
2-2-3-1-6	環境社会配慮調査の TOR	2-23
2-2-3-1-7	環境社会配慮調査結果	2-24
2-2-3-1-8	影響評価	2-28
2-2-3-1-9	緩和策	2-31
2-2-3-1-10	環境管理計画・モニタリング計画	2-32
2-2-3-1-11	ステークホルダー協議	2-33

2-2-3-2	用地取得・住民移転	2-34
2-2-3-2-1	用地取得・住民移転の必要性	2-34
2-2-3-2-2	用地取得・住民移転に係る法的枠組み	2-34
2-2-3-2-3	用地取得・住民移転の規模・範囲	2-36
2-2-3-2-4	補償・支援の具体策	2-38
2-2-3-2-5	苦情処理メカニズム	2-38
2-2-3-2-6	実施体制	2-39
2-2-3-2-7	実施スケジュール	2-40
2-2-3-2-8	費用と財源	2-41
2-2-3-2-9	実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム	2-42
2-2-3-2-10	住民協議	2-43
2-2-3-3	その他	2-43
2-2-3-3-1	モニタリング・フォーム案	2-43
2-2-3-3-2	環境チェックリスト	2-44

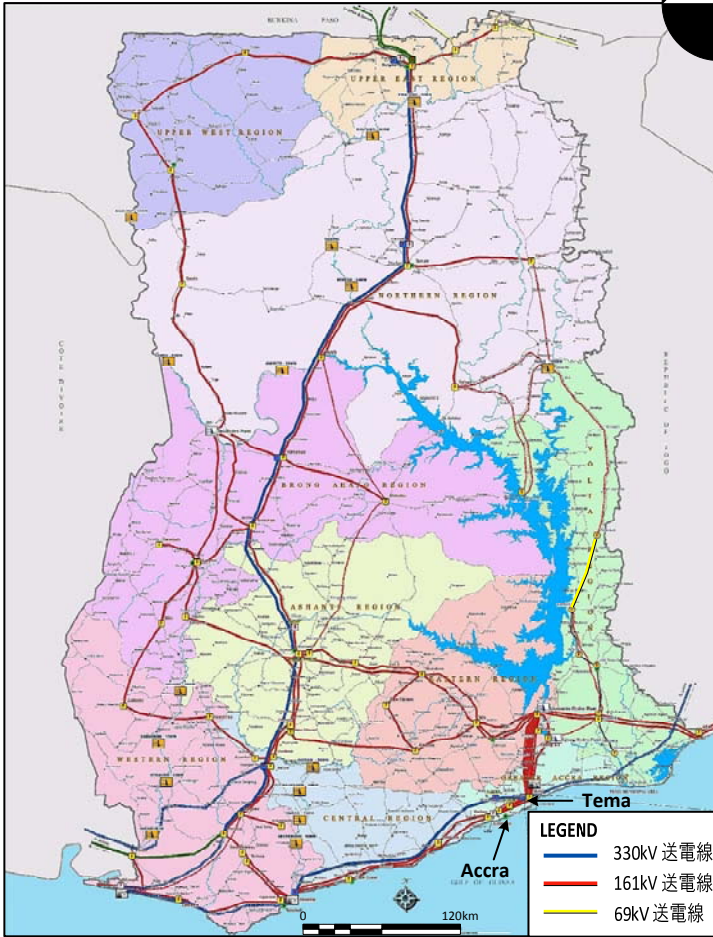
第3章 プロジェクトの内容

3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	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	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-1-1	基本方針	3-2
3-2-1-2	自然条件に対する方針	3-2
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-3
3-2-1-4	施工事情に対する方針	3-3
3-2-1-5	現地業者、現地資機材の活用に対する方針	3-3
3-2-1-6	実施機関の維持・管理能力に対する方針	3-4
3-2-1-7	施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針	3-4
3-2-1-8	工法/調達方法、工期に係わる方針	3-4
3-2-2	基本計画	3-5
3-2-2-1	計画の前提条件	3-5
3-2-2-2	潮流解析	3-15
3-2-2-3	全体計画	3-32
3-2-2-4	基本計画の概要	3-33
3-2-3	概略設計図	3-48
3-2-4	施工計画/調達計画	3-48
3-2-4-1	施工方針/調達方針	3-48
3-2-4-2	施工上/調達上の留意事項	3-49
3-2-4-3	施工区分/調達・据付区分	3-51
3-2-4-4	施工監理計画/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	初期操作指導・運用指導等計画	3-56
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-56
3-2-4-9	実施工程	3-57
3-3	相手国側分担事業の概要	3-57
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-59
3-4-1	基本方針	3-59
3-4-2	日常点検と定期点検項目	3-60
3-4-2-1	変電設備の日常点検と定期点検項目	3-60
3-4-2-2	送電線の日常点検と定期点検項目	3-60
3-4-3	交換部品購入計画	3-61
3-4-3-1	交換部品の対象設備	3-61
3-4-3-2	交換部品の調達計画	3-61
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-64
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-64
3-5-2	運営・維持管理費	3-65
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	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	4-3
4-4	プロジェクトの評価	4-3
4-4-1	妥当性	4-3
4-4-2	有効性	4-9

添付資料

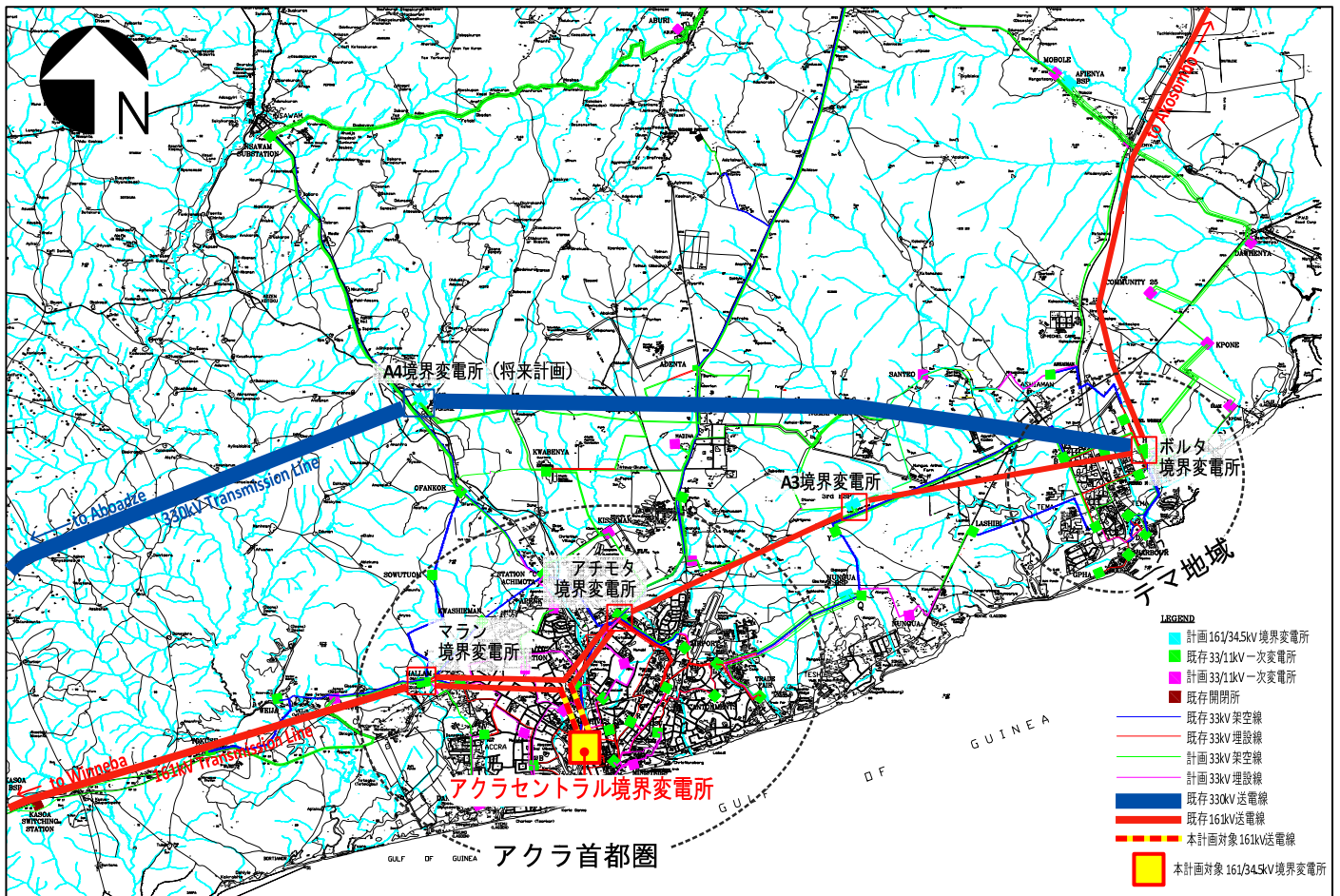
1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 参考資料/入手資料リスト
6. 概略設計図
7. フィールドレポート
8. 潮流解析の基礎データ
9. 環境社会配慮関連資料
10. JICA ガイドライン・世界銀行セーフガードと「ガ」国用地取得手続規定との乖離
11. コンポーネントカットに係る覚書（MOU）
12. 地形地質測量結果報告書（現地再委託）



■ ガーナ国の全国送電ネットワーク



■ アフリカにおけるガーナ国の位置



■ アクラ首都圏の電力流通設備

ガーナ国首都圏電力流通強化計画 計画対象地



ガーナ共和国首都圏電力流通強化計画
(アクラセントラル境界変電所の完成予想図)

サイト状況踏査 現況写真(1/2)

本計画の裨益性



ガーナ送電公社(実施機関)

本計画の実施機関は、ガーナ国全土の送電網を管轄するガーナ送電公社である。本計画で整備するアクラセントラル境界変電所は同国最大の変電所(変電容量:375 MVA)であるとともに、同国の社会経済を担う首都圏の電力供給を大幅に改善するものであるため、先方の期待は極めて大きい。



ガーナ配電公社(協力機関)

本計画のアクラセントラル境界変電所は、既存のグラフィックロード一次変電所敷地内に整備する。当該地域の一次変電所を管轄するのは、ガーナ配電公社である。本計画では、一部、ガーナ配電公社の管轄となる設備も供与するため、ガーナ配電公社を協力機関として実施体制に含める。



アクラ首都圏の商業施設

アクラ首都圏、特に、コトカ国際空港周辺では経済活動が活発化しており、大型ショッピングモール等の建設増加している。電力需要の急増が見込まれており、地域産業の安定的発展の観点からも電力供給改善は重要な課題である。



アクラ首都圏の政府庁舎周辺

アクラ中心市街地は政府庁舎地区、ビジネス地区、商業地区が集中しており、大きな電力需要地であるが、アチモタ及びマラン境界変電所の中間に位置するため、大きな配電損失を伴いつつ、下位の配電線で電力供給が行われている。



公共施設(ガーナ大学)

アクラ首都圏には、ガーナ大学等の高等教育施設、コレラブ病院等、レファレンス体制の上位の病院も存在する。本計画のアクラセントラル境界変電所は、次代を担う人材育成に資する教育施設、医療施設にも直接的に裨益する。



本計画対象サイト①(グラフィックロード一次変電所)

本計画のアクラセントラル境界変電所は、既存のグラフィックロード一次変電所敷地内に整備する。狭小な用地に「ガ」国最大の容量を有する変電所を建設するため、計画にあたっては省スペース化が図れるガス絶縁開閉装置を導入する。

サイト状況踏査 現況写真(2/2)

本計画の関連施設(変電設備)



グラフィックロード一次変電所の既存の 33 kV 開閉設備

グラフィックロード一次変電所の既存の 33 kV 開閉設備は、1960 年代に整備され老朽化が著しいとともに、本計画のアクラセントラル境界変電所と整合性のとれた容量が確保されていないため、本計画でこの増強も行う。



既存のアチモタ境界変電所(変電容量:330 MVA)

アチモタ境界変電所は、首都圏の境界変電所では最も歴史が古く、現状、設備容量は最大である。オイル絶縁開閉装置等、著しく古い方式の設備で運用されており、老朽化のみならず、短絡容量等の観点からも課題がある。



既存のマラン境界変電所(変電容量:264 MVA)

マラン境界変電所はアチモタ境界変電所に次いで、アクラ首都圏 第二の変電所として 2001 年に運転を開始した。本計画のアクラセントラル境界変電所はこの両変電所のちょうど中間に位置する箇所に建設される。



既存の A3 境界変電所(変電容量:132 MVA)

A3 境界変電所は、アクラ首都圏 第三の変電所として、2012 年に運転開始した。アクラ首都圏の拡大により需要が増大しているアクラ東部に位置する。需要増大に設備開発が迫り、既に設備増強に着手している。



本計画の 161 kV 送電線ルート

アベノール分岐点周辺の様子。現在、ガーナ送電公社は、アチモターマラン間 161 kV 送電線の増強事業に係る業者選定手続きを進めている。この増強事業により、本計画に必要な上位系統の送電容量は確保される。



既存の 33 kV 準送電鉄塔(計画対象地周辺)

本計画のアクラセントラル境界変電所への電力供給は、既存のアチモターマラン間 161 kV 送電線をアベノール地区で分割、分岐し、同変電所まで延伸することで確保される。首都圏の送電線整備事業であり新たに用地が確保できないため、既存の 33 kV 準送電線を撤去しその個所に整備する。

図表リスト

第1章

表 1-1-2.1	「ガ」国の電力セクター開発計画.....	1-2
表 1-1-3.1	「ガ」国の主要経済指標の推移.....	1-3
表 1-1-3.2	「ガ」国の貿易収支.....	1-3
表 1-1-3.3	「ガ」国の政府財務状況.....	1-4
表 1-3.1	我が国の電力分野への無償資金協力事業の概要.....	1-5
表 1-3.2	我が国の援助により実施された開発調査.....	1-7
表 1-4.1	他ドナーの援助.....	1-8

第2章

図 2-1-1.1	電力省の組織図.....	2-2
図 2-1-1.2	ガーナ送電会社の組織図.....	2-3
図 2-1-1.3	ガーナ配電会社の組織図.....	2-4
図 2-1-4.1	電力事業者間の責任区分点.....	2-6
図 2-2-2.1	アクラの年間降水量（2007年～2009年平均）.....	2-11
図 2-2-2.2	アクラの年間気温及び湿度（2007年～2009年平均）.....	2-12
図 2-2-3-1-1.1	本協力対象事業位置図.....	2-13
図 2-2-3-1-3.1	環境保護庁（EPA）組織図.....	2-16
図 2-2-3-1-3.2	「ガ」国における環境承認の手順.....	2-17
図 2-2-3-2-6.1	GRIDCo 技術部組織構成.....	2-40
表 2-1-1.1	「ガ」国における電力系統の運営体制.....	2-2
表 2-1-2.1	ガーナ送電会社の損益計算書.....	2-5
表 2-2-1.1	テマ港のバースの概要.....	2-9
表 2-2-3-1-1.1	協力対象事業コンポーネント概要.....	2-12
表 2-2-3-1-3.1	環境社会配慮関連法制度.....	2-15
表 2-2-3-1-3.2	想定される環境承認手続き工程.....	2-18
表 2-2-3-1-4.1	代替案の比較検討.....	2-19
表 2-2-3-1-5.1	スコーピング.....	2-21
表 2-2-3-1-6.1	環境社会配慮調査の TOR.....	2-23
表 2-2-3-1-7.1	環境社会配慮調査結果.....	2-24
表 2-2-3-1-7.2	騒音基準.....	2-27
表 2-2-3-1-7.3	鉄塔周辺状況.....	2-27
表 2-2-3-1-8.1	環境社会影響評価表.....	2-28
表 2-2-3-1-9.1	環境緩和策.....	2-31
表 2-2-3-1-10.1	モニタリング計画.....	2-33

表 2-2-3-2-3.1	計画鉄塔周辺の影響占有者数.....	2-36
表 2-2-3-2-3.2	計画鉄塔周辺の影響建物数.....	2-37
表 2-2-3-2-3.3	弱者と想定される世帯人員.....	2-37
表 2-2-3-2.4.1	エンタイトルメントマトリックス（案）.....	2-38
表 2-2-3-2-7.1	想定される実施スケジュールと組織の役割.....	2-41
表 2-2-3-2-8.1	RAP 実施費用概算.....	2-42
表 2-2-3-2-9.1	GRIDCo モニタリング体制案.....	2-43
表 2-2-3-3-1.1	モニタリング・フォーム案.....	2-43
表 2-2-3-3-2.1	送変電・配電セクター環境チェックリスト.....	2-45

第3章

図 3.1.2-1	プロジェクトの系統における位置付け.....	3-2
図 3-2-2-1.1	アクラ首都圏の電力流通設備の概況.....	3-6
図 3-2-2-1.2	アクラ首都圏 161 kV 母線の年間ピーク負荷の合計値推移.....	3-7
図 3-2-2-1.3	アクラ首都圏の電力需要想定.....	3-12
図 3-2-2-2.1	系統モデル構築範囲（潮流解析の初年度断面）.....	3-15
図 3-2-2-2.2	系統モデルおよび潮流解析結果（負荷条件：2013年5月7日時点）.....	3-18
図 3-2-2-2.3	ケース1（2016年断面：本計画を実施しない場合）.....	3-22
図 3-2-2-2.4	ケース2（2017年断面：本計画を実施しない場合）.....	3-23
図 3-2-2-2.5	ケース3（2018年断面：本計画を実施しない場合）.....	3-24
図 3-2-2-2.6	ケース4（2018年断面：本計画を実施する場合）.....	3-25
図 3-2-2-2.7	ケース8（2021年断面：本計画を実施する場合）.....	3-26
図 3-2-2-2.8	ケース1 1（2024年断面：本計画を実施、送電線増強を実施しない場合）.....	3-27
図 3-2-2-2.9	ケース1 2（2024年断面：本計画及び送電線増強を実施する場合）.....	3-28
図 3-2-2-2.10	ケース1 5（2027年断面：本計画及び送電線増強を実施する場合）.....	3-29
図 3-2-2-2.11	ケース1 6（2028年断面：本計画及び送電線増強を実施する場合）.....	3-30
図 3-2-2-2.12	アクラ首都圏内における一次変電所系統図.....	3-32
図 3-2-2-4.1	グラフィックロード変電所 33 kV 開閉装置の撤去・新設盤据付要領.....	3-35
図 3-2-2-4.2	SCADA システムの取り合い区分.....	3-36
図 3-2-4-4.1	事業実施関係図.....	3-54
図 3-2-4-9.1	事業実施工程表.....	3-57
図 3-4-1.1	送変電設備の維持管理の基本的な考え方.....	3-59
表 3.1.2-1	プロジェクトの概要.....	3-1
表 3-2-2-1.1	アクラ首都圏に配置される既設の境界変電所.....	3-6
表 3-2-2-1.2	アクラ首都圏内境界変電所の 161 kV 母線負荷（実績値）.....	3-7
表 3-2-2-1.3	「ガ」国の年間平均負荷と年間ピーク負荷及び負荷率.....	3-8
表 3-2-2-1.4	本計画に係る上位の開発計画.....	3-8
表 3-2-2-1.5	アクラ首都圏の電力需要想定.....	3-9
表 3-2-2-1.6	電力需要予測方法の方法と特徴.....	3-9
表 3-2-2-1.7	「ガ」国の人口及び実質 GDP の推移.....	3-10

表 3-2-2-1.8	「ガ」国の経済成長シナリオ.....	3-11
表 3-2-2-1.9	アクラ首都圏の境界変電所建設計画.....	3-13
表 3-2-2-1.10	アクラ首都圏の電力負荷の分布.....	3-14
表 3-2-2-2.1	潮流解析の基本方針.....	3-15
表 3-2-2-2.2	「ガ」国の発電設備.....	3-16
表 3-2-2-2.3	アクラ首都圏周辺の主要変電設備（2018年）.....	3-17
表 3-2-2-2.4	アクラ首都圏周辺の主要送電設備（2018年）.....	3-17
表 3-2-2-2.5	送変電設備の開発計画.....	3-19
表 3-2-2-2.6	各境界変電所の力率.....	3-19
表 3-2-2-2.7	短絡電流.....	3-21
表 3-2-2-3.1	気象条件.....	3-32
表 3-2-2-4.1	アクラセントラル境界変電所 日本側調達機材一覧表.....	3-37
表 3-2-2-4.2	グラフィックロード一次変電所 日本側調達機材一覧表.....	3-39
表 3-2-2-4.3	変圧器基礎架台.....	3-42
表 3-2-2-4.4	GIS 基礎架台.....	3-42
表 3-2-2-4.5	配線暗渠（1）.....	3-42
表 3-2-2-4.6	配線暗渠（4）（5）.....	3-42
表 3-2-2-4.7	制御棟.....	3-42
表 3-2-2-4.8	外部仕上げ表.....	3-43
表 3-2-2-4.9	内部仕上げ表.....	3-43
表 3-2-2-4.10	制御棟内部仕上げ表.....	3-44
表 3-2-2-4.11	架空線数量表.....	3-46
表 3-2-2-4.12	架空地線数量表.....	3-46
表 3-2-2-4.13	161 kV 送電線資材の数量表.....	3-47
表 3-2-4-3.1	負担事項区分.....	3-51
表 3-2-4-4.1	請負業者側派遣技師.....	3-54
表 3-4-2-1.1	標準的な変電設備機材の定期点検項目.....	3-60
表 3-4-3-2.1	本計画で調達する交換部品・試験器具・保守用道工具.....	3-61

第4章

図 4-4-1.1	アクラ首都圏の電力計画.....	4-5
表 4-4-1.1	アクラセントラル境界変電所のアクラ首都圏全体に対する容量比率.....	4-6
表 4-4-1.2	アクラ首都圏の社会機材概況.....	4-7
表 4-4-2.1	定量的効果.....	4-9
表 4-4-2.2	定性的効果.....	4-9
表 4-4-2.3	燃料別排出係数.....	4-10

略語集

BSP	Bulk Supply Point (境界変電所)
CHRAJ	Commission on Human Rights and Administrative Justice (行政司法委員会)
CIF	Cost Insurance & Freight (運賃保険料込条件)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
EAA	Environmental Audit and Assessment (環境監査・評価室)
EC	Energy Commission of Ghana (エネルギー委員会)
ECE	Environmental Compliance and Enforcement (環境順守施行部)
ECG	Electricity Company of Ghana Limited (ガーナ配電公社)
EIA	Environmental Impact Assess (環境影響評価)
EP	Environmental Permit (環境承認)
EPA	Environmental Protection Agency (環境保護庁)
ESA	Environmentally Sensitive Area (環境保全上脆弱な地域)
ESIA	Environmental and Social Impact Assessment (環境社会影響評価)
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)
GPRS	Ghana Poverty Reduction Strategy (貧困削減戦略)
GRIDCo	Ghana Grid Company Limited (ガーナ送電公社)
GSGDA	Ghana Shared Growth and Development Agenda (成長と開発アジェンダ)
HS	Harmonized Commodity Description Coding System (統計品目)
IEC	International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)
IMF	International Monetary Fund (国際通貨基金)
JEC	Japanese Electrotechnical Committee (電気規格調査会)
JICA	Japan International Cooperation Agency (独立行政法人 国際協力機構)
LVB	Lands Valuation Board (土地評価委員会)
LVD	Lands Valuation Division (土地評価部)
M/D	Minutes of Discussions (協議議事録)
MoEP	Ministry of Energy and Petroleum (エネルギー・石油省)
MoP	Ministry of Power (電力省)
NED	Northern Electricity Department (ガーナ北部地域配電公社)
NEDCo	Northern Electricity Distribution Company (北部地域配電公社)
NES	National Electrification Scheme (全国電化計画)
O&M	Operation and Maintenance (運転・保守)
OCB	Oil Circuit Breaker (油遮断器)
ODAF	Oil Directed Air Forced Cooling (導油風冷方式)
ODF	Optical Cable Distribution Frame (接続箱)
OJT	On the Job Training (実地訓練)
ONAF	Oil Natural Air Forced (油入風冷式)
ONAN	Oil Natural Air Natural (油入自冷式)

OPGW	Optical fiber composite overhead ground wire (架空地線)
PER	Preliminary Environmental Report (予備環境報告書)
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper (貧困削減戦略書)
PURC	Public Utilities Regulatory Commission (公益事業規制委員会)
ROW	Right of Way (公共用地)
RTU	Remote Terminal Units (遠隔端末装置)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition System (遠方監視制御システム)
SHEP	Self Help Electrification Project (自立電化プログラム)
SNEP	Strategic National Energy Plan (戦略的国家エネルギー計画)
TOR	Terms of Reference (手続事項)
USTDA	United States Trade and Development Agency (アメリカ貿易・開発機構)
VRA	Volta River Authority (ボルタ河開発公社)

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

ガーナ共和国（以下、「ガ」国と称す）政府は、持続的経済成長、貧困層削減、民主的政策の推進を目指し、1995年に、長期総合開発指針として「VISION 2020」を策定し、特に、経済開発の基盤となる電力セクター開発に力を入れてきた。同国のエネルギー資源利用に関する政策の立案を担うエネルギー委員会は、長期的なエネルギー政策の基本構想として、2005年に「戦略的国家エネルギー計画（Strategic National Energy Plan : SNEP）」を策定した。また、同国では、中期開発計画として2010年に、「成長と開発アジェンダ（Ghana Shared Growth and Development Agenda : GSGDA）」を策定した。「成長と開発アジェンダ」は、地理的、社会・経済階層的にわけ隔てのない、国家全体的な発展に資する経済成長の促進を大目標に、民間部門の競争力強化を重点課題とし、ビジネス（投資）環境改善に向けた様々な施策を提示している。農業の近代化と天然資源の管理及びインフラ設備にも重点的に取り組むとし、本計画のような首都圏の電力流通強化はその重要な計画となっている。

このような状況に鑑み、「ガ」国政府は、全国の送電系統を担うガーナ送電公社を中心に、2011年に策定した送電マスタープランに基づき送変電設備の開発事業を推進している。同マスタープランでは、同国内の電圧階級161kV以上に該当する全ての送電線に対し、2020年までの電力需要想定を行っている。設備容量、電圧降下等の観点から、全国の送電線に対し評価を行い、今後必要な電力開発事業を特定している。

これらの電力開発事業が実施されない場合、近い将来、それら境界変電所は同国の技術的基準を大きく逸脱することになるため、社会経済への裨益性等に配慮しつつ優先順位を明確にししながら、計画的にこれらを実施していくことが今後の課題である。しかしながら、本計画のような上位系統の電力流通設備の強化計画については、系統計画上を根幹をなすものであるが、送電系統を管轄するガーナ送電公社は資金確保に苦慮しており、マスタープランに基づく計画の実現が困難な状況にある。

「ガ」国政府は、ガーナ送電公社の自立持続的な事業運営の実現に向け、特に、その障害となっている首都圏の電力流通強化計画を我が国の無償資金協力事業として要請した。

1-1-2 開発計画

(1) エネルギー分野に係る国家開発計画

「ガ」国のエネルギー資源利用に関する政策の立案を担うエネルギー委員会は、長期的なエネルギー政策の基本構想として、2005年に「戦略的国家エネルギー計画（SNEP）」を策定した。また、地方電化事業については、全国電化計画（National Electrification Scheme : NES）、自立電化プログラム（Self Help Electrification Project : SHEP）が進められており、戦略的国家エネルギー計画の計画目標にも掲げられている「未電化地域の貧困削減のための近代的エネ

ルギーへのアクセス改善」が意欲的に進められている。各計画の概要を表 1-1-2.1 に示す。

また、低い料金設定に起因する厳しい財務状況により、配電部門は電力供給設備の更新、増強が十分に行われていない。係る状況を改善するため、同国政府は、電力損失低減、供給信頼度改善、過負荷低減を、全体的視野に基づき計画するため、我が国に開発調査「配電部門マスタープラン策定調査」を要請し、2008 年に調査が完了した。

本計画は「ガ」国の社会経済を担うアクラ首都圏の電力流通を大幅に強化するものであり、「戦略的国家エネルギー計画」の計画目標に示される「安定したエネルギー供給による経済活動の活性化及び経済成長の促進」に資する計画である。また、本計画のボトルネックとなる 33 kV 開閉設備も計画の一環として実施するため、「戦略的国家エネルギー計画」の「既存のエネルギー施設の統合、改良、拡張」にも資する。加えて、本計画は首都圏の電力流通における電力損失の低減にも資することから、「戦略的国家エネルギー計画」の「エネルギーの生産、供給、利用における環境へのインパクトの削減」に寄与する。

表 1-1-2.1 「ガ」国の電力セクター開発計画

開発計画	計画概要	計画期間 (策定年)
戦略的国家エネルギー計画 Strategic National Energy Plan : SNEP	水力発電を主要電源とする「ガ」国は 1990 年度の度重なる渇水により電力不足に見舞われ、エネルギー委員会は状況を改善するため長期的計画の作成に着手した。デンマークの支援を得て、同計画を策定した。 <計画目標> ・安定したエネルギー供給による経済活動の活性化及び経済成長の促進 ・既存のエネルギー施設の統合、改良、拡張 ・未電化地域の貧困削減のための近代的エネルギーへのアクセス改善 ・エネルギー供給源の多様化による、将来のエネルギーセキュリティの確保 ・再生可能エネルギーと省エネルギー技術の開発・利用促進 ・エネルギー基盤整備と供給における民間事業者の参入促進 ・エネルギーの生産、供給、利用における環境へのインパクトの削減 ・エネルギー分野の組織、人材、研究開発能力の強化 ・エネルギー分野の統治機能の強化 ・西アフリカ諸国の経済統合の一部としてエネルギー分野の統合の継続・促進	2006～2020 (2005)
全国電化計画 National Electrification Scheme : NES	国家開発計画「VISION 2020」に示される全国電化の推進を図る計画として策定された。500 人以上の全集落に対する電化を進めるものであり、計画最終年までに世帯電化率 70%の達成を目指している。計画期間 30 年間で 6 期に分けて進められており、2000 年に全国の 64 郡都を完了した。現在は第 4 期が進行しており、町村の電化を進めている。対象町村数 4,200 町村のうち 7 割が電化完了している。	1991～2020 (1989)
自立電化プログラム Self Help Electrification Project : SHEP	上記の NES の補完的な事業であり、NES の電化対象とならない町村まで配電線延伸を図るものである。住民からの資金供出をはかるとともに、他ドナーの援助を活用し、自立的に事業運営が行われている。SHEP-I で 50 町村、SHEP-II で 250 町村、SHEP-III で 1,429 町村が電化された。2008 年現在、SHEP-IV が進行しており、電化目標は、それぞれ、2,179 町村である。 <電化対象条件> ・中圧配電線から 20km 以内に位置している ・低圧配電線用の支持物（木柱）の資材費は住民が負担する ・住民の 3 分の 1 以上が屋内配電線設備を所有し電化を希望している	SHEP-I 1989～1994 SHEP-II 1989～1994 SHEP-III 1996～2005 SHEP-IV 2006～2010 (1989)

[出所] 準備調査団

1-1-3 社会経済状況

「ガ」国政府は、持続的経済成長、貧困層削減、民主的政策の推進を目指し、1995年に、長期総合開発指針として「VISION 2020」を策定した。重点計画分野として、人的資源開発、経済成長、農村開発、開発のための環境整備を掲げてきた。

同国政府は、世界銀行、国際通貨基金（International Monetary Fund：IMF）の指導のもと、2003年から2005年を対象とした貧困削減戦略書（Poverty Reduction Strategy Paper：PRSP）を策定し経済改善を図ってきた。その結果、重国債務救済の適用条件であるマクロ経済の安定化、貧困削減、財政支出管理の改善等の指標を満足し、2005年12月には多国間債務救済イニシアティブの一環として、IMFから3.81億USドルの債務免除を承認された。「ガ」国において、PRSPはGPRS（Ghana Poverty Reduction Strategy）と称され、引続き、2006年から2009年を対象としたGPRS-IIが2006年に策定されている。しかしながら、財政再建途上にある「ガ」国の財政事情は依然として厳しい状況にある。

表1-1-3.1に「ガ」国の主要経済指標の推移を、表1-1-3.2「ガ」国の貿易収支を示す。これまで、同国経済は、カカオ、金、材木が主な輸出品とする、農業、鉱業等に依存する典型的な一次産品依存型であり、国際市場動向の影響を受けやすい環境下にあった。しかしながら、表1-1-3.1に示すように、2010年の石油生産の開始以降、GDPの成長率が大幅に増大しており、GDPのセクター別比率においても、農林水産業が低下し、製造業の比率が増大している（サービス業はほぼ横ばい）。

一方、表1-1-3.2に示すように、2010年の石油生産の開始以降、輸出高も大幅に増大しているが、国内消費の活発化により輸出も大幅に増大しており、貿易収支の赤字は大幅に増大する結果になっている。

表 1-1-3.1 「ガ」国の主要経済指標の推移

項目	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
GDP（十億USドル）	25.8	32.2	40.0	40.4	44.2
GDP成長率（2006年基準）	4.0%	8.0%	15.0%	7.9%	7.4%
1人当たりのGDP（USドル）	1,089	1,331	1,613	1,591	-
人口（百万人）	23.7	24.2	24.8	25.4	-
GDPのセクター別比率（%）					
-農林水産業	31.8	29.8	25.3	22.7	21.3
-製造業	19.0	19.1	25.6	27.3	28.1
-サービス業	49.2	51.1	49.1	50.0	50.6

[出所] ガーナ統計局（Ghana Statistical Service）（人口データのみ世界銀行のホームページ）

表 1-1-3.2 「ガ」国の貿易収支

単位：百万ガーナセディ

項目	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
1.輸出	5,840	7,898	12,785	13,543	13,231
2.輸入	-8,046	-10,703	-15,838	-17,763	-18,510
3.貿易収支（1-2）	-2,207	-2,805	-3,052	-4,220	-5,279

[出所] ガーナ統計局（Ghana Statistical Service）

表 1-1-3.3 「ガ」国の政府財務状況

(単位：百万ガーナセディ)

項目	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
1. 歳入	6,048	7,739	11,530	14,099	18,404
(1) 原油収入	-	-	666	970	1,098
(2) 原油収入以外	4,947	6,659	9,654	11,969	16,033
(3) 対外援助	1,101	1,080	1,210	1,160	1,274
2. 歳出	7,521	10,461	12,052	18,375	24,947
(1) 経常支出	4,904	6,974	8,348	13,404	17,571
(2) 設備投資収支	2,616	3,486	3,704	4,971	7,376
3. 収支 (1-2)	-1,473	-2,722	-522	-4,276	-6,543
4. 対外債務	USドル 5,008	USドル 6,111	12,547	15,975	20,168

[出所] ガーナ統計局 (Ghana Statistical Service)

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

「ガ」国は、全国電化計画、自立電化計画等を展開し、2011年末時点で世帯電化率72%と高い水準を達成した。一方、2010年の石油商業生産開始を背景に、経済成長率15%を記録する等、今後も電力需要の大幅な増大が見込まれている。同国政府及び政府系電力事業者は、送電マスタープラン等を2011年に策定し、今後の電力需要の成長を年率6.3%（2009年から2020年の全国平均）と見込んでいる。しかしながら、この成長に即した電力開発事業は難航しており、同国政府は、自立持続的な社会経済の発展を実現するため、特にその障害となっている首都圏の電力流通設備について、無償資金協力事業「首都圏電力流通強化計画」を我が国に要請した。

1-3 我が国の援助動向

(1) 我が国の援助方針

「対ガーナ国別援助計画」に示されるように、我が国は、「ガ」国の貧困削減戦略（Ghana Poverty Reduction Strategy I/II：GPRS I/II）が目指す、貧困削減を伴った経済成長を対「ガ」国支援の基本開発目標としている。貧困削減を伴った経済成長を実現するために、重点開発課題として地方・農村部の活性化及び産業育成の二つが選定され、成果の持続性確保や自立的開発に不可欠な行政能力向上・制度改善を重点開発課題達成への貢献度を踏まえて選択的に支援する計画としている。重点開発課題を達成するため、次の4つの戦略プログラムが設定されている。

「地方・農村部の活性化」	戦略プログラム1	「農業振興」
	戦略プログラム2	「貧困地域における基礎生活環境の改善」
「産業育成」	戦略プログラム3	「民間セクターの開発」
	戦略プログラム4	「産業人材育成」

(2) 無償資金協力（電力セクター）

電力分野の無償資金協力としては、「ガ」国における持続的な社会経済開発のための基盤整備として1989年から2008年にかけて5次にわたる地方電化事業を実施している。これらの事業は、「ガ」国の全国電化計画（NES）の第1期から第4期に基づいて実施されたもので、郡都及び比較的需要の大きな町村を対象とした電化事業である。これら過去の無償資金協力

事業の概要を表 1-3.1 に示す。これら電化対象地域では、電化事業の実施以前は、工場、ホテル等限定された一部の需要家にディーゼル発電機が設置されたのみで、一般の住居及び商店等は未電化地域であった。事業実施後は、水供給に必要な電動ポンプや病院、学校への電力供給による住民の生活基盤が整備された他、トウモロコシの製粉工場、電動ミシンを使った縫製工場等への電力供給により地域経済の活性化に大きく貢献した事が確認されている。

表 1-3.1 我が国の電力分野へ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)	電化対象地域	事業概要
第1次協力 地方電化計画	1989年 6月 (8.26)	アシャンテ州クマシ市 ～ベクワイ市(郡都) 中央州トクセ市 ～セニアベラク市	1) 33kV 送電線新設 142km 2) 11kV 送電線新設 20km 3) 415/240V 低圧配電線新設 40km 4) 柱上変圧器 (33kV/415-240V) 38台 5) 33/11kV, 2.5MVA 変圧器 1台 6) 33/11kV, 1.0MVA 変圧器 2台 7) 配電盤開閉装置、他 1式
第2次協力 ボルタ河下流地 域電化計画	1993年 6月 (10.68)	ボルタ州	1) Asiekpe 変電所 69kV 送電線引出し口 1式 2) 69kV 送電線 (Asiekpe-Sogakope 間 1回線) 40km 3) Sogakope 変電所 (69/33kV、容量 15MVA) 1式
	1994年 9月 (国債:8.08)	グレイターアクラ州 ボルタ州	4) 33kV 配電線 120km 5) 橋梁上敷設電力ケーブル 1000m 6) 柱上変圧器 (33kV/415-240V) 42台 7) 工事用車両工具類 1式
第3次協力 アセセワ・イエ ジ地区電化計画	1996年 8月 (5.07)	東部州アセセワ地区	1) 33kV 送電線 103km 2) 低圧配電線 122km 3) 電力量計 単相 1,400台 3相 18台 4) 配電用変圧器 (33kV/415-240V) 26台 5) VHF/FM 中継器 1台 VHF/FM ハンディトランシーバー 10台 6) 維持管理用機材 ピックアップトラック 2台 ダブルキャブトラック 2台 5 トンクレーン付きトラック 1台 工具 1式
	1997年 7月 (6.05)	ブロング・アハフォ州 イエジ地区	1) 33kV 送電線 80km 2) 電圧調整器 (ブースタ) 約 5MVA 1台 (含む開閉機器) 3) 低圧配電線 110km 4) 電力量計 単相 1,200台 3相 22台 5) 配電用変圧器 (33kV/415-240V) 22台 6) VHF/FM 中継器 1台 VHF/FM ハンディトランシーバー 10台 7) 維持管理用機材 5 トンクレーン付きトラック 1台 工具 1式
第4次協力 地方電化計画	2002年 9月 (7.55)	アシャンテ州 ニナヒン地区	1) 33kV 送電線 60km 2) 電圧調整器 (ブースタ) 約 5MVA 1台 3) 配電用変圧器 (33kV/433-250V) 37台 4) 低圧配電線 393km

案件名	E/N 締結日 (E/N 額) (億円)	電化対象地域	事業概要
			5) 電力量計 単相 3,809 台 3 相 77 台 6) 維持管理用機材 3 トンクレーン付きトラック 1 台 工具 1 式
	2003 年 8 月 (3.06)	アシャンテ州 アマンシウエスト地区	1) 33kV 送電線 31km 2) 配電用変圧器 (33kV/433-250V) 14 台 3) 低圧配電線 114km 4) 電力量計 単相 1,529 台 3 相 30 台 5) 維持管理用機材 3 トンクレーン付きトラック 1 台 工具 1 式
第 5 次協力 地方電化計画	2006 年 8 月 (6.78)	東部州 西アキム地域	1) 11kV 配電線 線路長 99km 2) 配電用変圧器 (11kV/433-250V) 50kVA : 22 台 100kVA : 16 台 200kVA : 4 台 3) 自動再閉路遮断装置 1 台 4) 低圧幹線 456km
	2007 年 8 月 (6.78)	中央州 アッパーデンチラ地域	1) 33kV 配電線 線路長 29km 2) 11kV 配電線 線路長 22km 3) 11 kV/ 433- 250 V 変圧器 50 kVA 3 台 100 kVA 8 台 4) 33 kV/ 433- 250 V 変圧器 50 kVA 2 台 100 kVA 7 台 5) 33 kV 自動再閉路遮断装置 1 台 6) 低圧幹線路 580 km
太陽光を活用した クリーンエネルギー導入計画	2009 年 3 月 (6.10)	ガーナ大学付属野口記念 医学研究所	1) 太陽光発電モジュール: 315 kW 2) 太陽光発電モジュール用設置架台: 1 式 3) 接続箱: 1 式 4) 集電箱: 4 個 5) パワーコンディショナー : : 4 台 6) 昇圧用変圧器 : 1 台 7) 表示装置 : 1 式 8) 計装装置 : 1 式 9) 配線材料 : 1 式 10) 接地工事材料 : 1 式
配電設備計画	2013 年 5 月 (16.86)	北部州 タマレ地区	1. UDS 一次変電所建設 (1) 変圧器 (34.5/11.5kV, 7.5MVA) : 1 台 (2) 34.5kV 配電盤 : 2 面 (3) 11.5kV 配電盤 : 5 面 (4) 所内変圧器 (11.5/0.43kV, 100kVA) : 1 台 (5) 変電所建屋 (約 260mm ² 、平屋建て) : 1 棟 2. 34.5kV 準送電線 (タマレ境界変電所から UDS 一次変電所) : 約 19km (約 5km は地中ケーブル)

案件名	E/N 締結日 (E/N 額) (億円)	電化対象地域	事業概要
			3. 11.5kV 配電線 (UDS 一次変電所から既存 11.5kV 配電線接続) (1) UDS フィーダー : 約 0.2km (2) トロンフィーダー : 約 0.7km (3) シェシエグフィーダー : 約 0.3km 4. 34.5kV 配電盤の増設 (タマレ境界変電所) : 3 面
		ブロング・アハフォ州 スニヤニ地区	1. コトクロム一次変電所建設 (1) 変圧器 (34.5/11.5kV, 7.5MVA) : 1 台 (2) 34.5kV 配電盤 : 2 面 (3) 11.5kV 配電盤 : 5 面 (4) 所内変圧器 (11.5/0.43kV, 100kVA) : 1 台 (5) 変電所建屋 (約 260mm ² , 平屋建て) : 1 棟 2. 34.5kV 準送電線 (スニヤニ境界変電所からコトクロム一次変電所) : 約 8.5km (約 0.5km は地中ケーブル) 3. 11.5kV 配電線 (コトクロム一次変電所から既存 11.5kV 配電線接続) (1) 病院フィーダー : 約 4.3km (2) ニュードマフィーダー : 約 0.6km (3) チラフィーダー : 約 0.7km 4. 34.5kV 配電盤の増設 (スニヤニ境界変電所) : 3 面 5. リングメインユニット : 1 式

[出所] 各案件の基本設計調査報告書

(3) 技術協力

過去に「ガ」国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開発調査

実施年度	案 件 名	案 件 概 要
2005 ～ 2006 年	ガーナ北部再生エネルギー利用地方電化マスタープラン調査	「ガ」国において貧困者が多く生活している北部 3 州を対象として、再生エネルギー利用による地方電化計画のマスタープラン調査
2007 ～ 2008 年	ガーナ国配電部門マスタープラン策定調査	「ガ」国政府関係者、ガーナ電力会社 (ECG) 及びボルタ河電力公社北部電力局 (VRA) との協議と現地調査を通して、配電設備の拡充と電力品質の向上を図るためのマスタープラン調査。

[出所] 「ガーナ共和国太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画準備調査」報告書

1-4 他ドナーの援助動向

「ガ」国における各ドナーの援助を表 1-4.1 に示す。表 1-4.1 に示す通り、本計画と重複するプロジェクトはない。

表 1-4.1 他ドナーの援助

予定年	状態	機関名	案件名	被援助機関	金額	援助形態	概要
2013	計画	ミレニアム挑戦公社	自由連合盟約 第2期 エネルギーセクター監督体制構築支援	公益事業規制庁	1百万米ドル	無償	料金管理及び監督体制構築支援
2013	計画	ミレニアム挑戦公社	自由連合盟約 第2期 発電プロジェクト支援	ガーナ発電公社、 環境科学技術革新省	2.5百万米ドル	無償	(1) 対象サイト選定及び (2) IPP 事業に係る体制構築支援 (3) IPP 事業者との PPA 調整体制構築支援
2013	計画	ミレニアム挑戦公社	自由連合盟約 第2期 配電プロジェクト支援	ガーナ配電公社、 ガーナ北部配電公社	3.5百万米ドル	無償	(1) パイロットプロジェクト計画 (2) 配電事業者の企業財務調査 (3) 民間企業の配電事業への参画の可能性調査
2013	計画	ミレニアム挑戦公社	自由連合盟約 第2期 新規接続支援	ガーナ配電公社、 ガーナ北部配電公社	0.5百万米ドル	無償	都市郊外地域における配電網強化計画
2013	計画	ミレニアム挑戦公社	自由連合盟約 第2期 運転維持管理支援	TBD	0.25百万米ドル	無償	基礎情報収集調査
2013	計画	ミレニアム挑戦公社	自由連合盟約 第2期 社会配慮支援	ガーナ発電公社、 環境科学技術革新省	0.25百万米ドル	無償	公益事業に係る適正料金調査及び社会配慮支援
2013-2018	計画	アメリカ国際開発庁	配電網強化計画支援	環境科学技術革新省、 財務省 TBD	2.5百万米ドル		IPP/PPP 事業に係る法規制の整備支援
2013-2018	計画	アメリカ国際開発庁	配電網整備計画支援	ガーナ配電公社、 ガーナ北部配電公社			ガーナ配電公社及びガーナ北部地域配電公社に対する運転維持管理、事業実施体制強化支援
	計画	アメリカ国際開発庁	電力設備 運転維持管理 技術支援	環境科学技術革新省、 財務省			発電及び配電事業における PPP 事業促進支援
2013	計画	アメリカ貿易・開発機構	ガーナ配電公社 技術支援	ガーナ配電公社	0.6百万米ドル	無償	配電ロス低減に係る技術支援
2013	計画	アメリカ貿易・開発機構	ガーナ北部地域配電公社 技術支援	ガーナ北部配電公社	0.4百万米ドル	無償	配電設備の運転維持管理に係る技術移転
2013	計画	アメリカ貿易・開発機構	ガーナ送電公社 技術支援	ガーナ送電公社	0.8百万米ドル	無償	
	計画	アフリカ開発銀行	GEDAP 2	ガーナ発電公社、 ガーナ送電公社、 ガーナ配電公社		借款	準送電線網及び配電網強化
	計画	アフリカ開発銀行	IPP 事業促進支援事業 ガスコンバインド式火力発電所建設支援計画 (340 MW)		70百万米ドル	借款	

予定年	状態	機関名	案件名	被援助機関	金額	援助形態	概要
	計画	アフリカ開発銀行	ガスコンバインド式火力発電所への増強改造支援計画(220 MW)		60 百万米ドル	借款	
2011 - 2015	計画	ヨーロッパ連合	自立持続的的地方電化事業支援計画		2.2 百万ユーロ	無償	ジャトロファを活用したガーナ、ブルキナファソにおける未電化村落の電化支援
	計画	中国輸出入銀行	地方電化計画 (SHEP IV)	エネルギー・石油省	162 百万米ドル	借款	ボルタ州、グレーターアクラ州、アシャンティ州における地方部電化計画
2014-2018	計画	フランス開発庁	北部地域配電網強化計画	エネルギー・石油省、 ガーナ北部配電公社	40 百万ユーロ	無償 及び 借款	(1) ガーナ北部地域配電公社の事業計画策定支援 (2) ガーナ北部地域配電公社の営業力強化支援 (3) パイロットプロジェクト実施支援
	計画	ドイツ復興金融国庫	太陽光発電プロジェクト(12MW)	ガーナ発電公社	22.8 百万ユーロ	借款	北西部州を対象サイトとした太陽光発電システム整備支援計画
	計画	ドイツ復興金融国庫	西アフリカ広域送電網整備(WAPP) ガーナーコートジボアール 国際連系線整備計画	ガーナ送電公社	19.7 百万ユーロ	借款	
2014-2018	計画	スイス連邦経済省 経済事務局	技術協力プロジェクト	ガーナ配電公社	2.5 百万米ドル	無償	クマシ市を管轄するガーナ配電公社への運転維持管理技術に係る技術支援
2014-2018	計画	スイス連邦経済省 経済事務局	公益事業規制庁 技術支援	公益事業規制庁	0.2 百万米ドル	無償	ガス料金体制構築に係る技術支援
2014-2018	計画	スイス連邦経済省 経済事務局	北部地域配電網強化計画	ガーナ北部配電公社	6.0 百万米ドル	無償	配電ロス(テクニカルロス、ノンテクニカルロス)低減に係る技術支援 SCADA システム整備に係る技術支援
2014-2018	計画	スイス連邦経済省 経済事務局	配電網強化計画	ガーナ配電公社、 ガーナ北部配電公社	8.05 百万米ドル	無償	ガーナ配電公社及びガーナ北部地域配電公社を対象とした配電網強化計画
2012-2014	採択	フランス開発庁	ガーナ発電公社 技術支援 ポン水力発電所改修及び白 ボルタ・オチ河開発計画	ガーナ発電公社	50 百万ユーロ	借款	
2008-2012	採択	アフリカ開発銀行	GEDAP1 クマシ電力系統強化計画	ガーナ発電公社 ガーナ送電公社、 ガーナ配電公社	45 百万米ドル	借款	2 か所の境界変電所建設を含むクマシ市における準送電線網及び配電網強化

予定年	状態	機関名	案件名	被援助機関	金額	援助形態	概要
2007-2012	採択	アフリカ開発銀行	西アフリカ広域送電網整備 (WAPP) ガーナトーゴベナン国際連系線整備計画	ガーナ発電公社、 ベニン電力公社	23 百万米ドル	借款	3 国間の国際連系線の整備
	採択	アフリカ開発銀行	IPP 事業促進支援事業 火力発電所建設支援計画 (126 MW)		32 百万米ドル	借款	
2006-2009	採択	EIB, (WB)	西アフリカ広域送電網整備 (WAPP) 西アフリカ広域石油パイプライン整備 (WAGP)	西アフリカ広域 ガスパイプライン 公社	75 百万ユーロ		天然ガスの発電燃料及び将来的な他の用途への適用を視野に入れたナイジェリア、ガーナ、トーゴ、ベナンをまたぐ西アフリカ広域ガスパイプライン (亘長 681km) の整備事業
2009	採択	ヨーロッパ連合	ジャトロファを活用した再生可能エネルギー電源の開発支援計画		2.4 百万ユーロ		
2009	採択	ヨーロッパ連合	竹を活用した再生可能エネルギー電源開発支援計画		1.6 百万ユーロ		
2007 - 2010	採択	ORET / Netherlands	都市部 街灯普及支援計画	エネルギー・石油省	26 百万ユーロ		アクラ市及びクマン市における街灯普及計画
2010-2012	採択	スペイン政府	太陽光による地方電化計画	エネルギー・石油省	5 百万ユーロ	無償	
2009-2014	採択	スイス連邦経済省 経済事務局	公益事業規制庁 技術支援	エネルギー・石油省	0.96 百万米ドル	無償	
2009-2012	採択	スイス連邦経済省 経済事務局	ガーナ配電公社/ ガーナ北部配電公社 技術支援	エネルギー・石油省	0.63 百万米ドル	無償	配電ロス (テクニカルロス、ノンテクニカルロス) 低減に係る技術支援
2009-2014	採択	スイス連邦経済省 経済事務局	配電網増強計画	エネルギー・石油省	7.0 百万米ドル	無償	中央州における配電網増強計画
2009-2018	採択	スイス連邦経済省 経済事務局	運転維持管理支援契約	エネルギー・石油省	2.6 百万米ドル	無償	クマンにおけるガーナ配電公社の配電事業運営支援
2011-2012	採択	アメリカ国際開発庁	ガーナ送電公社 技術支援	財務省			IPP 事業普及を目的としたガーナ送電公社と IPP 事業者の契約締結に係る技術支援
2007-12	採択	世界銀行他	GEDAP	エネルギー・石油省、 ガーナ配電公社、 ガーナ発電公社	90 百万米ドル		

予定年	状態	機関名	案件名	被援助機関	金額	援助形態	概要
2007-10	採択	世界銀行他	西アフリカ広域送電網整備 (WAPP) 西アフリカ広域石油パイプライン整備 (WAGP)	ガーナ発電公社 ベニン電力公社	85 百万米ドル		
2008-2013	採択	アメリカ輸出入銀行	地方電化計画 (SHEP IV)	エネルギー・石油省	350 百万米ドル	借款	中央州、西部州、ブロングアファフオ州 1,200 村落電化計画
2011-2013	採択	中国輸出入銀行	地方電化計画	エネルギー・石油省	81 百万米ドル	借款	北西部州 400 村落電化計画
2011-2016	採択	中国商業銀行	地方電化計画	エネルギー・石油省	102 百万米ドル	借款	北部州 500 村落電化計画
2012-2014	採択	フランス開発庁	ガーナ発電公社 技術支援 ポン水力発電所改修及び白ボルタ・オチ河開発計画	ガーナ発電公社	50 百万ユーロ	借款	
2012-2015	採択	フランス開発庁 及び世界銀行	ガーナ送電公社 技術支援	ガーナ送電公社	141 百万ユーロ	借款	ガーナーブルキナファソ 330 kV 送電線整備 クマシーボルガタンガ 330 kV 送電線整備
2012-2015	採択	フランス開発庁	ガーナ送電公社 技術支援 クマシーボルガタンガ 330 kV 送電線開発計画	ガーナ送電公社	4.8 百万ユーロ	無償	
2006-2009	採択	フランス開発庁	GEDAP フレームワークに係る 地方電化庁及び地方電化基金設立支援	エネルギー・石油省	0.2 百万米ドル		(1) 地方電化庁体制構築に係る技術支援 (2) 地方電化事業に係る問題点の抽出支援
2010	採択	アメリカ国際開発庁	ガスセクターマスタープラン調査	エネルギー・石油省			ガスセクターマスタープラン調査
2010	採択	アメリカ国際開発庁	オイル・ガス分野ニーズ調査	エネルギー・石油省			エネルギーセクターワーキンググループと連携したオイル・ガス分野ニーズ調査

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

2014年1月23日にエネルギー・石油省、ガーナ送電公社、ガーナ配電公社、財務省、並びに、準備調査団間で署名された本計画に係る協議議事録（Minutes of Discussions：M/D）において、以下の実施体制とすることが同協議議事録で合意された。

責任省庁： 電力省（Ministry of Power：MoP）（2014年10月の省庁再編により、本計画の責任省庁はエネルギー・石油省から電力省へ移管された。）

実施機関： ガーナ送電公社（Ghana Grid Company Limited：GRIDCo）

協力機関： ガーナ配電公社（Electrical Company of Ghana Limited：ECG）

2-1-1 組織・人員

(1) 電力開発に係る政府機関

「ガ」国のエネルギー政策を所管する省庁は、電力省（Ministry of Power：MoP）であり、前述のとおり、同省が本協力対象事業の責任省庁となる。電力事業の計画策定、予算編成等を行っている。組織図を図2-1-1.1に示す。

これに対しエネルギー委員会（Energy Commission of Ghana：EC）が助言的役割を担う構造となっている。エネルギー委員会は、1997年エネルギー委員会法（法律541号）により設立された組織であり、その役割はエネルギー資源利用に関する規制と管理、それに関連する政策調整である。

また、公益事業者の事業運営に関しては、公益事業規制委員会（Public Utilities Regulatory Commission：PURC）が規制及び監督を行う体制となっている。公益事業規制委員会は、1997年公共規制委員会法（法律538号）により設立された組織である。その主な役割は、公共事業者の基準遵守状況の監視、料金体制に対するガイドラインの制定及び改定、電気料金改定の審査及び許可、公益事業者と需要家間の紛争の調停等である。すなわち、公益事業者及び需要家相互の利益保護、公益事業者の健全な発展を促進する役割を果たしている。

また、本計画が実施される場合、免税・通関手続き等が「ガ」国側負担事項となるが、当該手続きの管轄組織である財務省は、「配電設備整備計画」等、現在も、我が国の無償資金協力事業において同様の手続きを遂行しており、実施機関であるガーナ送電公社（GRIDCo）と協力し、迅速かつ適切に行われると判断される。

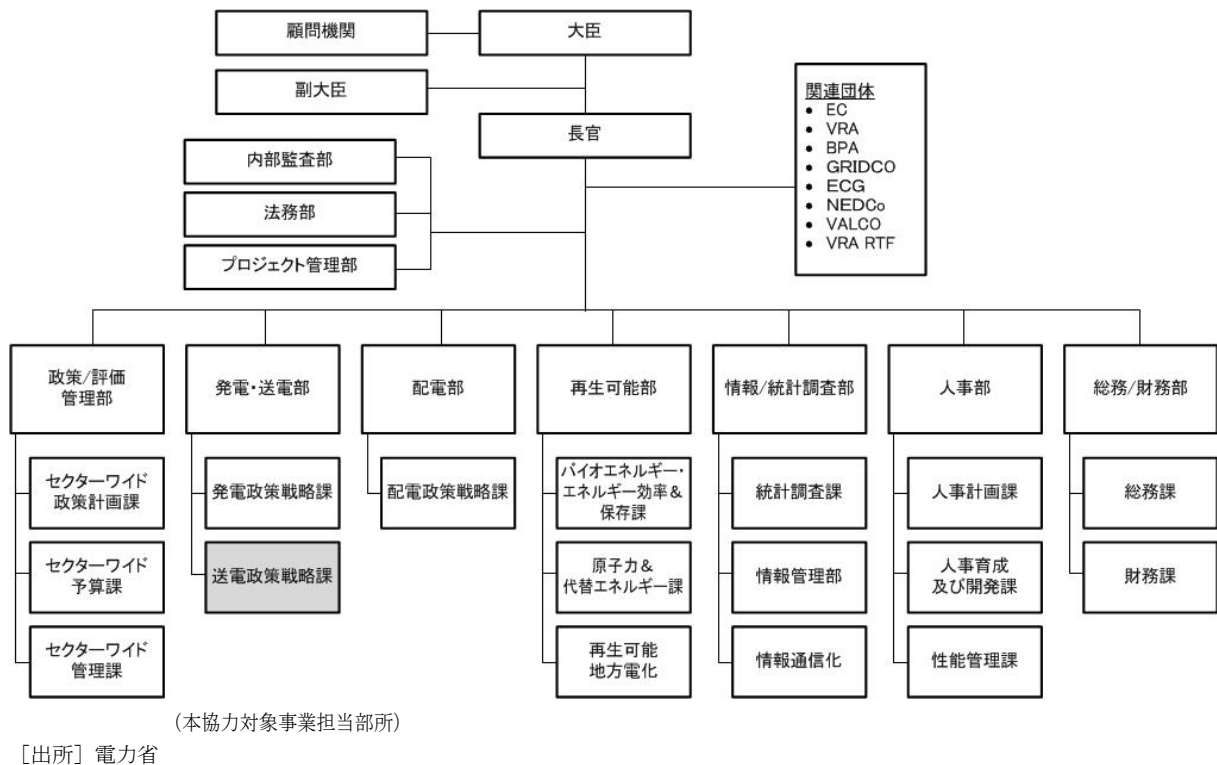


図 2-1-1.1 電力省の組織図

(2) 電力事業体制

「ガ」国の電力事業は、発電部門、送電部門、配電部門に分社化されている。各部門を担当する電力事業者を表 2-1-1.1 に示す。送電部門が、発電部門から供給される電力を 161kV（一部 69kV）の送電線により全国に流通し、境界変電所（Bulk Supply Point : BSP）を通じて配電部門に供給する構造である。配電部門については、ガーナ配電公社が、全国 10 州のうち都市部を含む 6 州（グレイターアクラ、ボルタ、東部、中央、西部、アシャンテ）に対して供給を行っている。残りの 4 州（北部、北東部、北西部、ブロング・アハフォ）に対しては、ガーナ送電公社が供給を行っている（巻頭資料参照）。

表 2-1-1.1 「ガ」国における電力システムの運営体制

部門	事業者	電圧階級
発電	ボルタ河開発公社 Volta River Authority : VRA	—
送電	ガーナ送電公社 Ghana Grid Company : GRIDCo	161 kV、69kV
配電	ガーナ配電公社 Electricity Company of Ghana : ECG ガーナ北部地域配電公社 Northern Electricity Distribution Company : NEDCo	33 kV、11kV 及び低圧 34.5kV、11.5kV 及び低圧

[出所] 準備調査団

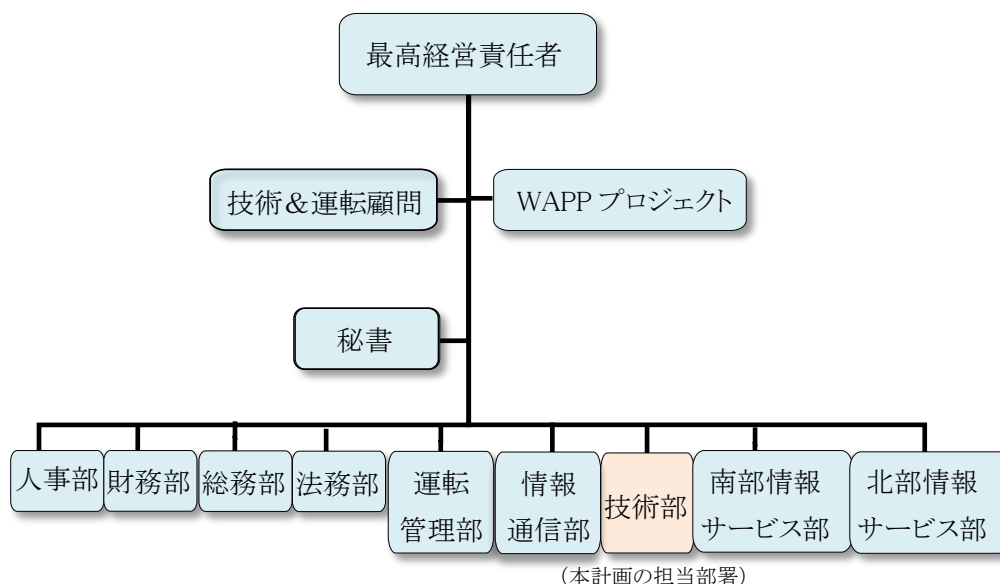
(3) ガーナ送電公社（実施機関）の概況

本計画の主なコンポーネントは、ガーナ送電公社の管轄となる設備容量 合計 375 MVA (125 MVA×3 台)、電圧階級 161/34.5 kV のアクラセントラル境界変電所、並びに同変電所への電力供給を行う 161 kV 送電線の建設である。この電圧階級の設備を管轄するのは、ガーナ送電公社であるため、同社が本計画の実施機関となる。

ガーナ送電公社は、1997年に、1993年企業法（法律461号）により1963年企業コードに基づく株式会社として登記された。その株式は全て政府により保有されている。ガーナ送電公社は、総延長約4,000 kmの330 kV及び161 kV（一部225 kV、69 kV送電線も運用されている）の送電線により電力流通を行い、51箇所の境界変電所（Bulk Supply Point : BSP）を通じて配電部門に電力供給している。商用系統の周波数は50Hzである。また、2012年時点で、225 kV国際連系線により、コートジボアール共和国から70,556 GWh程度輸入しており、161 kV系統により、トーゴ共和国、ベナン共和国等へ660 GWh程度輸出している。組織図を図2-1-1.2に示す。

本計画は実施機関であるガーナ送電公社本計画にとって初めての我が国の無償資金協力事業であるが、①「ガ」国のより上位の電力流通設備に係る計画であること、②「ガ」国の社会経済を担うアクラ首都圏の計画であること等、本計画の重要性から、ガーナ送電公社は、協力機関であるガーナ配電公社と密に本計画に係る連携体制を構築している。

なお、「ガ」国の環境社会配慮に係るガイドラインに基づき、送電事業は環境社会影響評価（Environmental and Social Impact Assessment : ESIA）の該当事業となる。ガーナ送電公社は、全国の送電網を管轄する事業実施体であるため、世界銀行、フランス開発庁等の支援を受けつつ多数の送電事業展開しており、環境社会配慮についても、世界銀行、JICAガイドラインと同等水準の環境社会影響評価に係るガイドラインを制定し、適切に実施してきた実績がある。本計画においても、ガーナ送電公社は環境保護庁（Environmental Protection Agency : EPA）の定める手続きを遵守し、既に環境社会影響評価に着手しており、2014年1月23日に署名した協議議事録に従い、2014年7月までに環境保護局より環境承認（Environmental Permit : EP）を取得すべく、環境社会影響評価を進めている。



[出所] ガーナ送電公社

図 2-1-1.2 ガーナ送電公社の組織図

(4) ガーナ配電公社（協力機関）の概況

本計画の主なコンポーネントは、ガーナ送電公社の管轄となる設備容量 合計 375 MVA (125 MVA×3 台)、電圧階級 161/34.5 kV のアクラセントラル境界変電所、並びに同変電所への電力供給を行う 161 kV 送電線の建設である。加えて、プロジェクト効果を発現するため、供用開始後はガーナ配電公社の管轄となる 33 kV 開閉設備の調達・据付も合わせて行う。

これを勘案し、本計画の実施体制に、実施機関であるガーナ送電公社と合わせて、ガーナ配電公社が協力機関として加わっている。

ガーナ配電公社は、1997 年に、1993 年企業法（法律 461 号）により 1963 年企業コードに基づく株式会社として登記された。その株式は全て政府により保有されている。ガーナ配電公社は、「ガ」国南部地域の 6 州へ電力供給を行っており、その組織図を図 2-1-1.3 に示す。同図に示すように、工務部の下部組織として、各州を統括する 9 支店（Regional Office）が設置されている。グレートアクラ州のアクラ東支店、アクラ西支店、テマ支店、アシャンティ州のアシャンティ東支店、アシャンティ西支店の他、各州を統括する中央州支店、東部州支店、西部州支店、ボルタ州支店の 9 支店である。

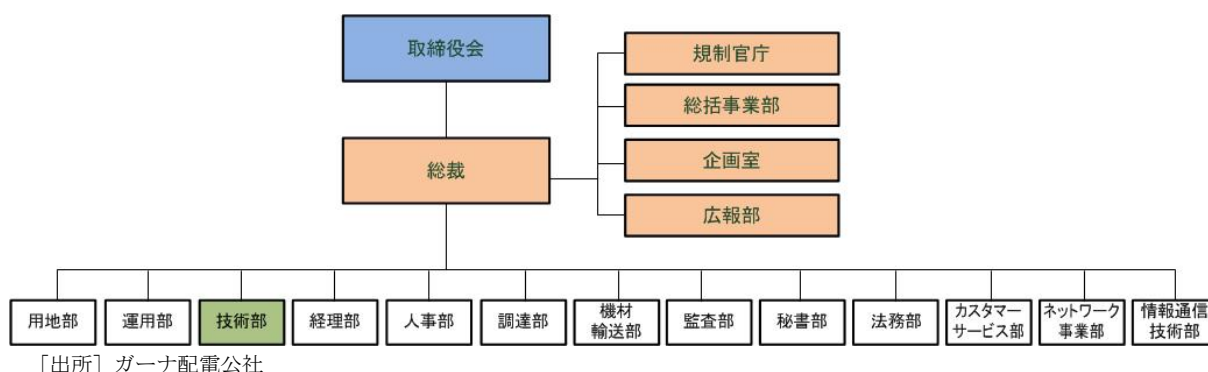


図 2-1-1.3 ガーナ配電公社の組織図

2-1-2 財政・予算

ガーナ送電公社の損益計算書を表 2-1-2.1 に示す。表 2-1-2.1 から、税引前当期純利益が 2010 年より黒字に転じており、自立持続的な電力事業を実現すべく、経営努力を行っていることが確認される。しかしながら、2012 年現在、税引後事業利益は 7 百万ガーナセディ（約 3 億円）程度であり、未だ、本計画のような境界変電所建設に投資を行えるような事業状態には程遠い。

送電マスタープラン等に従った電力開発にあたっては、ドナー支援が依存せざるを得ない状況であり、特に、自立持続的な電力事業の実現に向け、大規模な需要増加が見込まれているアクラ首都圏の電力流通強化への我が国の無償資金協力は必要不可欠な状況にある。

一方で、修繕費については、2008 年から 2012 年にかけて確実に増大させており、厳しい財務状況にあるものの、安定供給を実現すべく、運転維持管理の徹底に努めていることが伺える。

表 2-1-2.1 ガーナ送電公社の損益計算書

単位：千ガーナセディ

項目	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
売上高	74,703	80,764	164,950	235,620	271,751
営業原価	-47,017	-59,830	-88,501	-114,615	-168,920
人件費	-9,745	-14,355	-18,815	-32,892	-44,023
資材費	-307	-355	-513	-1,308	-13,080
修繕費	-3,315	-3,352		-11,741	-19,960
減価償却費	-15,716	-21,198		-29,131	-48,376
送電損失費	-17,933	-20,569		-39,543	-43,481
営業利益	27,686	20,934	76,449	121,005	102,831
販売費及び一般管理費	-43,579	-24,721	-14,951	-34,719	-38,090
その他収益	2,002	1,425	1,602	1,562	1,419
一般管理費	-45,581	-26,146	-16,553	-36,281	-39,509
営業外費用	-1,605	-3,071	-2,459	-2,435	-251
財務費用	-1,644	-3,915	-3,046	-3,231	-6,626
金融収益	39	844	587	796	6,375
税引前当期純利益	-17,498	-6,858	59,039	83,851	64,490
法人税等	-	-	-	-	-57,451
税引後当期純利益	-17,498	-6,858	59,039	83,851	7,039

[出所] ガーナ送電公社 年間報告書 2008年～2012年

2-1-3 技術水準

実施機関であるガーナ送電公社は、全国の境界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。

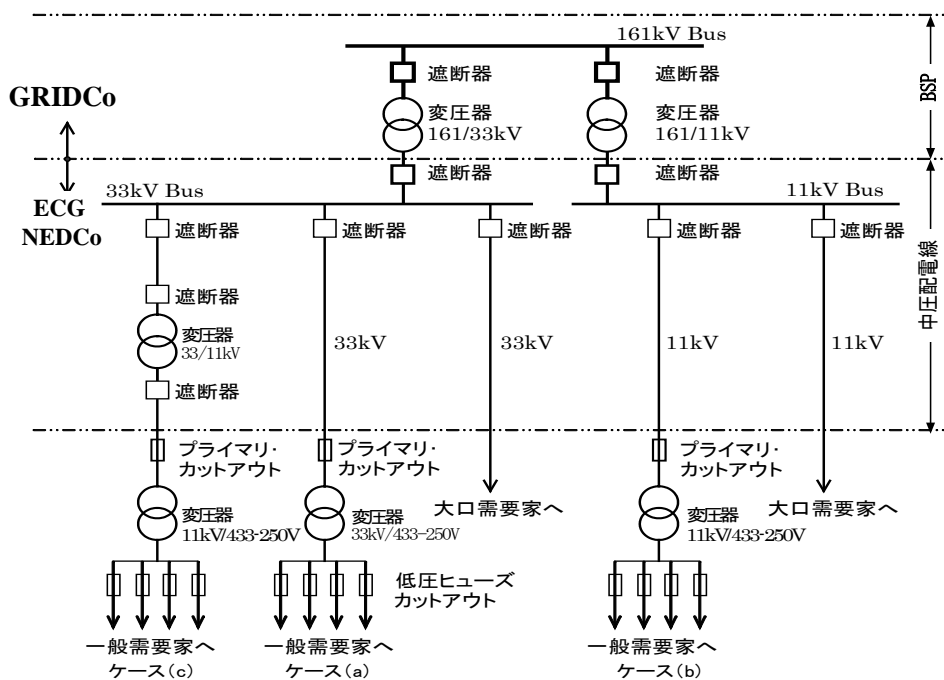
ガーナ送電公社において、送配電設備の運転維持管理、送配電設備計画及び運転維持管理計画については、本社が一括管理している。本社が全地域の事業所の統括を行う体制であり、系統保護に係わる基準を共有する等、下位系統である配電部門を管轄するガーナ配電公社との連系も十分に図られている。

本協力対象事業の実施機関であるガーナ送電公社（GRIDCo）及び協力機関であるガーナ配電公社（ECG）とともに、電気工学をバックグラウンドとする管理技術者が配置され、運用経験も十分に保有しており、電力設備の運用、計画に関する技術水準については問題無い。本協力対象事業で整備される送配電設備は、既設の送配電設備の水準と同程度であり、GRIDCo は、その運転維持管理を行う技術水準は十分保有している。

本協力対象事業においては、「ガ」国で初めてとなる 161 kV ガス絶縁開閉装置を含んでいるが従来の 161 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、運転維持管理上、必要となる技術は、これまで「ガ」国で適用されてきた機材の技術水準を大幅に超えるものではない。したがって、運営・維持管理を担当する GRIDCo は、本計画で調達予定の変電・送電設備の運転・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、GRIDCo の技術者及び運転・保守用員が 161 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こととする。

2-1-4 既設施設・機材

各電力事業者間の責任区分点を図 2-1-4.1 に示す。



[注記] ECG 供給区域については、33kV を 34.5kV に、11kV を 11.5kV に読み替える。

[出所] 準備調査団

図 2-1-4.1 電力事業者間の責任区分点

現在、アチモタ境界変電所、マラン境界変電所、A3 境界変電所が首都圏への電力供給を担っている。「ガ」国東部のアコソボ水力発電所を主要電源とし、西部のアボアゼ火力発電所が補完する水主火従の電源運用が行われている。

なお、ボルタ境界変電所及びアボアゼ発電所においては、161 kV から 330 kV に昇圧する単巻変圧器が設置され、この間が 330 kV 送電線 2 回線で接続され、すでに運用を開始している。

(1) 既設の変電設備及び開閉設備の概要

1) 境界変電所

境界変電所は 161 kV 変電設備と 161/34.5 kV 変圧器により構成されている。161 kV 変電設備は、原則として高い信頼性が得られる“ワンアンドハーフ”方式（遮断器 3 台に対して 2 回線の引き出しが可能）と呼ばれる母線方式が採用され、空気絶縁方式の変電機器（コンベンショナルタイプ）で構成されている。161 kV 遮断器には、油遮断器（OCB）及びガス遮断器（GCB）の 2 種類が見られるが、GRIDCo は、油遮断器については老朽化が著しいことから、設備を順次 GCB へ更新したいとしている。また、161 kV から 33 kV に降圧する電力用変圧器は、50/66 MVA（ONAN：自冷/ONAF：風冷）が標準的な容量である。送電線への引き出しでは、電力用ケーブルは一切使用されていなく、すべて架空線によって接続されている。

2) 一次変電所

一次変電所は 33 kV から 11 kV に降圧し、最終的に需要家へ電力を供給する変電所である。機器の構成は、33 kV 開閉装置、33 kV から 11 kV に降圧する変圧器及び 11 kV 開閉装置である。33 kV、11 kV 開閉装置とも空気絶縁方式であるが、33 kV 開閉装置においては、盤の高さがほぼ 4 m にも達する大型の盤が据付けられている。変圧器は 2 台の 20 MVA が標準的な容量である。配電線への引き出しについては電力ケーブル、または架空線方式が使用場所の条件により使い分けられている。

(2) 既設の送配電設備の概要

送電部門は、総延長約 4,000km の 161kV（一部 69kV）の送電線により電力融通を行い、39 箇所の境界変電所（Bulk Supply Point : BSP）を通じて配電部門に電力供給している。商用系統の周波数は 50Hz である。また、既設の送電線及び準送電線の鉄塔は一般的にラティス式が用いられている。一部、モノポール式もテマ周辺において採用されている。方式としては、大きく分けて引き通し鉄塔、角度鉄塔、終端鉄塔の 3 種類に分けられる。

アチモタ境界変電所とマラン境界変電所間は 161kV 送電線 2 回線 [ACSR TERN 430mm²、複導体（許容電流：約 1,750A）] が運用されており、アクラセントラル境界変電所には、その 1 回線を分岐して接続する計画である。

配電部門は、BSP で受電した電力を、ガーナ配電公社（ECG）は 33kV あるいは 11kV、ボルタ河開発公社 北部地域配電部（NEDCo）は 34.5kV あるいは 11.5kV の中圧配電網で流通している。

(3) 現地の標準的な施設工法

現地で建設中の建物の凡そ 9 割が鉄筋コンクリート造である。小規模な住宅、店舗では補強コンクリート造が用いられているが、規模的には少数である。平面的に大規模な工場では平屋の鉄骨造も見られるが、街中では見ることが少ない。積層の鉄骨造の建物は一軒も確認されなかった。地震の少ないアフリカには珍しく鉄筋コンクリートの壁を設けた多層階の建設中の建屋が多い。これには、1939 年に発生したマグニチュード 6.5 の地震の経験が生かされているとのことである。

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) 本計画対象サイトの周辺状況

1) 本計画のアクラセントラル境界変電所周辺のサイト状況

本計画のアクラセントラル境界変電所は、幹線道路（グラフィックロード）に囲まれた三角形形状のグラフィックロード一次変電所の敷地内に配置される。周辺の道路は舗装されており舗装状況も良好であることから、当該変電所への資機材の搬入にあたり特段の問題は無い。

本計画の 161 kV 送電線は、グラフィックロードに面した箇所（鉄塔番号 N18 番）で架空線から地下埋設ケーブルに立下げられた後、グラフィックロードに沿って本計画のアクラセントラル境界変電所まで約 580 m、地下埋設ケーブルで引込む。ルート上、道路横断並びに鉄道線路及び道路を横断する箇所があり、既設の雨水溝、33 kV ケーブル、通信用ケーブル等も存在するため、施工時には十分な注意が必要である、実施機関であるガーナ送電公社は、それらを管轄する機関と調整を行い、正式に工事許可を取得する必要がある。

なお、周辺に設置されている街路灯は、ソーラパネル式であるため、本計画の埋設線との干渉が懸念される埋設ケーブルはない。（図面 No.T-01 参照）

2) 本計画の 161 kV 送電線ルート上のサイト状況

161 kV 送電線ルート周辺のインフラの整備状況は、以下の通りである。

- ・鉄塔番号 N1 番から N9 番までのルート上：
アクラ市が所有するグラウンド(サッカー場)から幹線道路沿いに鉄塔が建設されるため、十分な空きスペースが確保されており、資機材の輸送並びに建設にあたり特段の問題は無い。
- ・鉄塔番号 N10 番から N13 番までのルート上：
鉄道線路に沿いに鉄塔が建設されるが、資機材の輸送並びに建設用車両の進入が困難であるため、本計画の資機材仮置き場であるガーナ配電公社のプロジェクト事務所の壁を一部撤去し、「ガ」国側が仮設搬入路を確保する。
- ・鉄塔番号 N14 番から N17 番までのルート上：
工場内に鉄塔が建設されるために「ガ」国側で工事許可の取得が必要である。工事許可が取得できれば、工場内へのアクセスは特段の問題は無い。
- ・鉄塔番号 N18 番周辺：
幹線道路沿いに鉄塔が建設されるため、資機材の輸送並びに建設にあたり特段の問題は無い。

(2) 港湾

「ガ」国で大型貨物船が接岸できる港湾としては、テマ国際港とタコラディ港があるが、アクラ首都圏から近郊（約 28 km）にあるテマ国際港が本計画の荷揚港になる。テマ国際港には荷揚バースが 12 箇所あり、最大のものは水深 11.5 m、全長 183 m である。同港のバースの概要を表 2-2-1.1 に示す。

「ガ」国全体の海運荷揚げ量の凡そ 70%を担う同港にはガントリークレーン 40 トンが 9 基備え付けられており、本計画の機材荷揚げ港として問題ない。

表 2-2-1.1 テマ港のバースの概要

岸壁名	水深(m)	全長(m)	岸壁名	水深(m)	全長(m)
荷揚げバース 1	11.5	183	荷揚げバース 8	7.2	183
荷揚げバース 2	11.5	183	荷揚げバース 9	7.2	183
荷揚げバース 3	7.6	146	荷揚げバース 10	7.4	183
荷揚げバース 4	7.6	183	荷揚げバース 11	7.6	183
荷揚げバース 5	7.5	183	荷揚げバース 12	7.6	183
荷揚げバース 6	7.2	183	揚油バース	9.6	244
荷揚げバース 7	7.2	183	専用バース	9.6	175

[出所] Ghana Ports Handbook 2005-2006

(3) 道路

テマ国際港からアクラ市までは片側 3 車線の高速道路が整備されている。また高速道路のインターチェンジから対象サイトまでの輸送ルートも幹線道路であり、舗装も整備されていることから問題はない。

(4) 通信

アクラ首都圏では、複数の携帯電話会社 (MTN 社、Tigo 社、Vodafone 社等) がサービスを提供しており、電話通信に問題はない。また、インターネットに関しても、主要ホテルには Wi-Fi サービスが完備されていることに加え、前述の携帯通信網を活用したインターネットサービスが提供されているため、インターネット通信にも問題はない。

(5) 上下水道

対象地域では給水網が整備されている。下水道は整備されていないことから、汚水排水は浄化槽を整備し浄化したうえで排水溝に流す必要がある。

(6) 電化状況

「ガ」国は、全国電化計画、自立電化計画等を展開し、2011 年末時点で世帯電化率 72%と高い水準を達成している。アクラ首都圏についてはほぼ 100%、電力へのアクセスが達成されており、電力流通設備の供給容量不足、設備老朽化等により停電が多発している状況にあるが、本計画に必要な工事用電力の確保に支障はない。

2-2-2 自然条件

(1) 計画地の位置、地質、地形等

アクラセントラル境界変電所の計画地はギニア湾海岸線から、コルレ川沿いに、北方 2.5km の位置にある。コルレ川河口から広がるラグーンがおよそ 2 km にわたって続き、それから重工業地区に指定された市街地が始まる。計画地からコルレ川までは凡そ 500m、重工業地区と軽工業地区の境目に位置するとともに、平らな低地 (洪積平野) と緩やかな河岸段丘の境目にもあたる場所である。

コルレ川河岸は目測によると約 4m の高さの堤防が築かれていて、この地域の氾濫の記録もないが、満潮と高潮、局部的豪雨が重なった時の一時的な洪水対策は考慮すべきである。

現に計画地グラフィックロード一次変電所の既設建屋（1962年竣工）は、1階床レベルがGL+1.5mで計画されており、それを参考に設計を進めるべきである。

計画地の地質は、砂質シルト、シルト質砂、粘土等が主体の地盤で、下位の20m～40mには堅い岩盤が確認される。地下水位はボーリング調査時点(2014年2月3日)でGL-1.6mであり、乾季にしてかなり高い。既設建屋の地下配線ピット部分も地下水による浸水が顕著で、防水対策並びに速やかな排水対策が地下部分に求められる。

(2) 敷地測量

計画変電所の全体敷地は3220 m²、底辺52m、高さ81m、上辺11mの丸みを帯びた台形をしている。既設変電所施設が配置されており、BSP完成後もECGがGraphic Road一次変電所として運営をすることから、新しいアクラセントラル境界変電所の有効敷地は凡そ1200 m²と境界変電所（BSP）として極端に狭小である。

敷地内で最も地盤レベルが高いのは南東角のゲートAで海拔6.8mであり、最も低いゲートB周辺の5.3mに対して凡そ1.5m高くなっている。敷地西北にコルレ川の支流末端があり、周辺全体の排水はその方向である北西に向かっている。

(3) 地質調査

地盤面から10m付近までは、砂及びシルト主体でN値が7～17と比較的安定な地盤である。11mより下位の地盤も、N値が8～40と安定するものの、N値20以上の地盤は20mより下位にならないと出てこない。堅固な岩盤は20m～40mにあり、敷地はその勾配のついた岩盤の上の洪積地にある。

本プロジェクトでは、荷重の大きな鉄板防音防火パネルに1台100トンを超える変圧器4台分合計600トンを支える鉄筋コンクリート製基礎架台（自重1,440トン強）や配電盤類（合計100トン）を積載する鉄筋コンクリート製基礎架台（自重350トン強）及び4層の管理棟（自重+荷重=960トン）の建設を計画している。

地質調査結果によれば地下水位は1.2m～1.8m（調査時点は乾季の末期）で、地下水位の季節変動を考慮すると地下水位の基礎工事への影響は免れないため、山留の鋼矢板使用等を施工計画に盛り込む必要がある。

(4) 地震

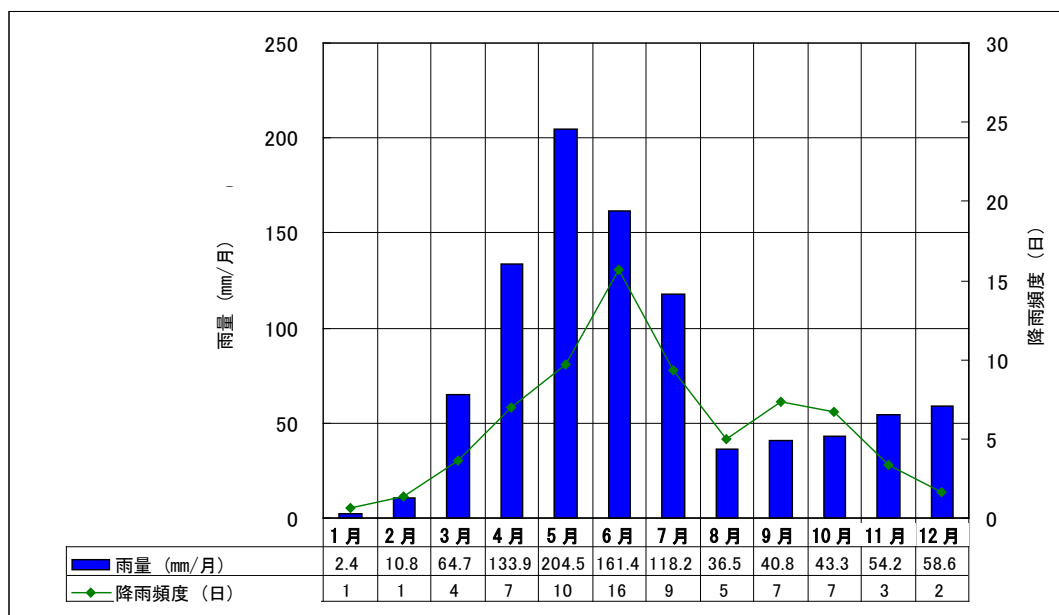
1939年6月22日にマグニチュード6.8の地震がアクラ沖20km、深さ13kmの海底で発生し、22人が死亡、130人が負傷、1500戸が倒壊した。1872年4月14日にマグニチュード4.9の地震が同じくAccra沖で発生したが被害は大きくなかった。最近でも1996年に地震があったことがECGより報告されている。想定地震力については現在震度4程度を想定した0.1（日本の基準の40%程度）の横方向の応力を考えていたが、安全を考え現地で採用されている0.12を採用する必要がある。

(5) 地下水質

地下水に海水の影響とみられる塩化物と、排水の影響とみられる硫化物が確認できる。地下構造物の設計にあたって対塩化物、対硫化物の影響を考慮する必要がある。

(6) 気象条件

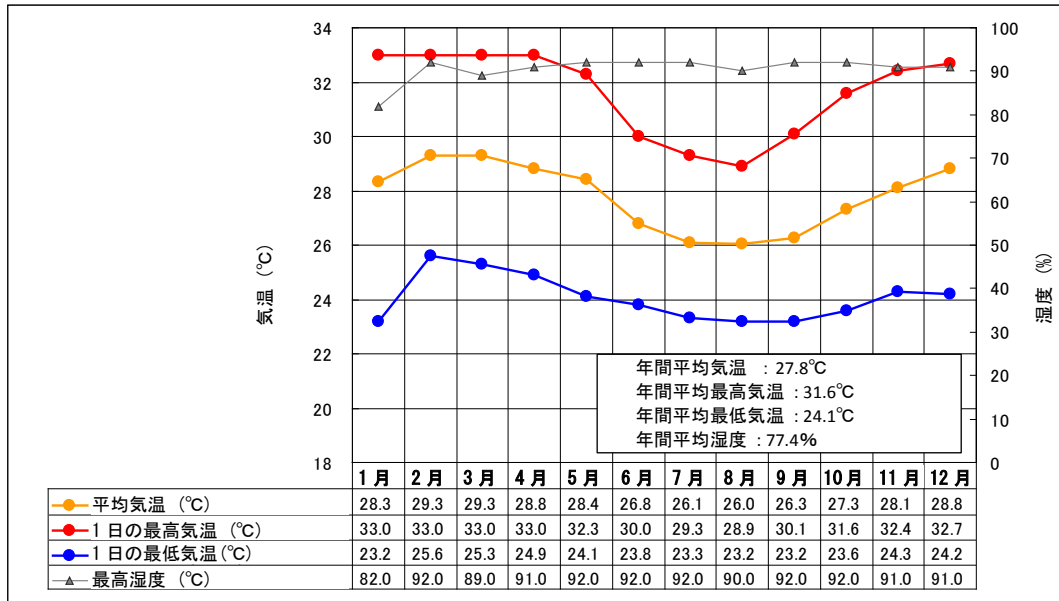
アクラの気候は、雨季と乾季があり、3～7月が雨季、8月～2月が乾季となっている。1月前後にはサハラ砂漠の砂を含んだハマターンと呼ばれる風が吹き寄せ、非常にほこりっぽくなる。図 2-2-2.1 にアクラの年間降水量（2007年～2009年平均）を示す。



[出所] ガーナ気象庁

図 2-2-2.1 アクラの年間降水量（2007年～2009年平均）

気温は1年を通して暑く、特に大乾季には最高気温 33℃（最低気温は 23℃程度）を記録する日も見られる。また最も涼しい雨季の8月の最高気温は 28℃（最低気温は乾季と同様で 23℃程度）である。1年を通して最高気温の差は 5℃程度である。湿度も1年を通して高く、1年平均で 80%弱となっており、最高湿度に関しては年中を通して 90%を越える日も多々見られる。図 2-2-2.2 にアクラの年間気温及び湿度（2007年～2009年平均）を示す。



[出所] ガーナ気象庁

図 2-2-2.2 アクラの年間気温及び湿度 (2007~2009 年平均)

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 環境影響評価

2-2-3-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

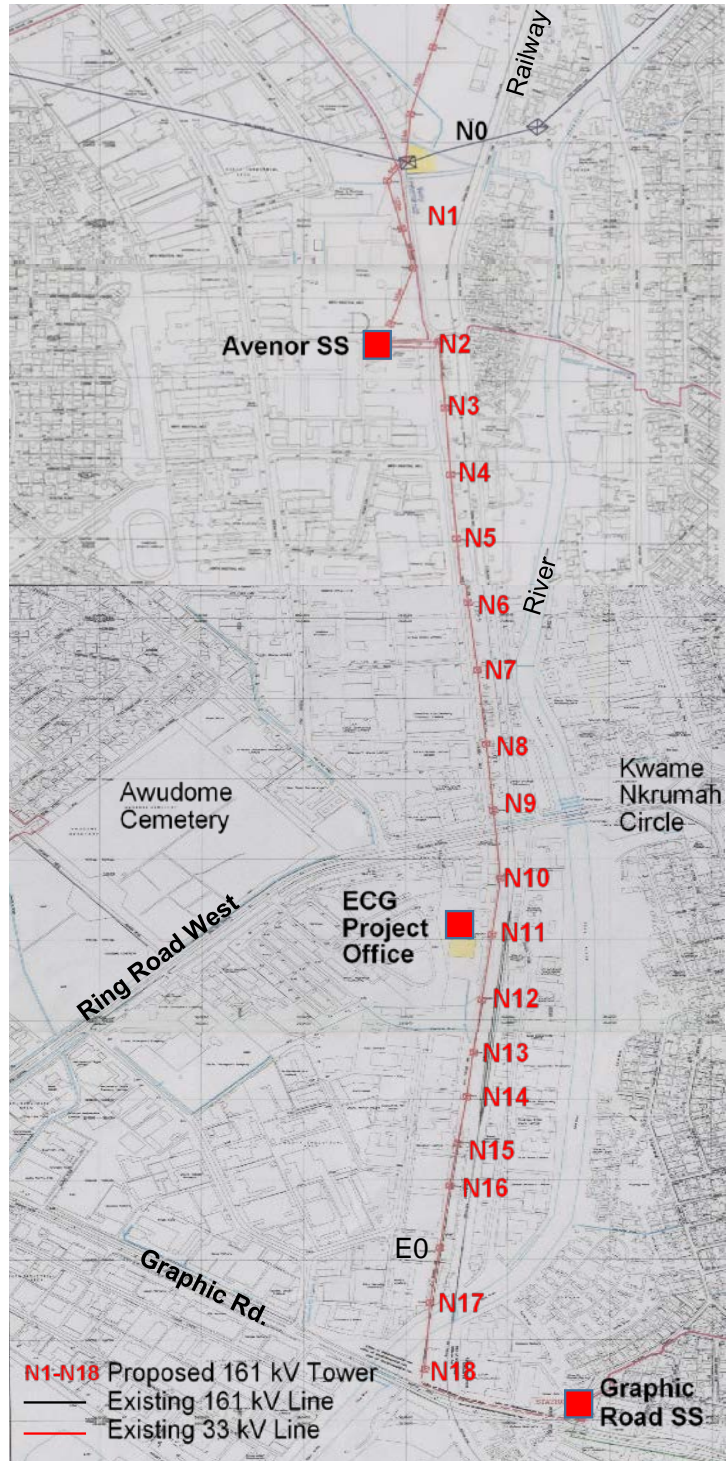
本協力対象事業コンポーネントの詳細は、第 3 章に記載されているが、その概要は表 2-2-3-1-1.1 の通りである。主に既設のグラフィックロード一次変電所敷地内におけるアクラセントラル境界変電所整備、及びこれに伴う同変電所から既設 161kV 送電線分岐点までの 161kV 送電線の設置となる。また、相手国側の負担事項として、既設 33kV 準送電線の撤去、及び既設グラフィックロード一次変電所内の 33kV 配電盤の撤去が行われる。

また、本協力対象事業の鉄塔位置を、その番号とともに図 2-2-3-1-1.1 に示した。なお、161kV 送電線ルートの詳細は、添付資料-6 の図 T-01 に示されている。

表 2-2-3-1-1.1 協力対象事業コンポーネント概要

分類	内容	規模
調達・据付	1. アクラセントラル境界変電所の整備 (1) 161/34.5 kV 変圧器 (2) 170 kV ガス絶縁開閉装置 (3) 33 kV ガス絶縁開閉装置(二重母線式) (4) SCADA 用インターフェース盤	125MVA 3 台 1 式 1 式 1 式
	2. 161kV 送電線の設置 (1) 161 kV 架空線 (2) 161kV 地中ケーブル	約 3 km 約 0.4 km
調達	3. 調達資機材に係る保守用道具	1 式
	4. 調達資機材に係る交換部品	1 式
建設	5. 調達資機材に係る基礎 ・ ガス絶縁開閉装置、変圧器 ・ 161 kV 送電鉄塔	1 式 18 本
	6. アクラセントラル境界変電所の制御室建屋	1 棟

[出所] 準備調査団



[出所] 準備調査団

図 2-2-3-1-1.1 本協力対象事業位置図

2-2-3-1-2 ベースとなる環境社会の状況

上記協力対象事業地の自然環境については、2-2-2 自然条件、社会環境については 1-1-3 社会経済状況で記述している。

本協力対象事業地は、アクラ市（グレートアクラ州におけるアクラ市のオカイコイサウス地区）の市街地で、海拔 10m 程度の平坦な地形であり、主に工場、整備場、バス駐車場、鉄道等が立地する地域である。周辺には、国立公園、保護区、歴史・文化的価値のある地区は認められない。

なお、ガーナ環境評価規則の別表 5 では、環境保全上脆弱な地域（ESA）は、以下のように示されている。ただし、その具体的な位置を示す資料は無く、それぞれの地域において把握するしかないが、本計画対象地域は、アクラ市市街地であるため、これらの ESA は認められない。

環境保全上脆弱な地域（ESA：Environmentally Sensitive Areas）

1. 法律により国立公園、流域保護区、野生生物保護区、及び野生生物保護区（宗教的に重要な森林を含む。）として定められた地域
2. 潜在的に観光地としての可能性を秘めた地域
3. 絶滅の危機に瀕している固有種の野生生物（動植物）の生息・生育地
4. 特有の歴史的、考古学的または科学的に重要な地域
5. 固有の文化を有するコミュニティによって伝統的に所有されている地域
6. 自然災害に侵されている地域（自然災害の頻発地、洪水、豪雨、地震、地すべり、火山活動等）
7. 森林火災の頻発地
8. 限界斜面を含む丘陵地帯
9. もともと農地として区分された地域
10. 帯水層への水源涵養地帯
11. 次のいずれかまたは複数に該当する水域（a. 家庭用水として開発された水域、b. 管理または保護された水域、c. 野生生物や漁業資源の涵養のための水域）
12. 次のいずれかまたは複数に該当するマングローブ生育地（a. 原始の状態で群生している地域、b. 主要な河川の河口に隣接する地域、c. 伝統的な漁場の近辺または隣接地、d. 海岸侵食、強風または高潮に対する自然緩衝として機能している地域）

2-2-3-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

(1) 「ガ」国における環境社会配慮関連法制度

「ガ」国における環境社会配慮関連法制度は、表 2-2-3-1-3.1 のようにまとめられる。特に、環境影響評価規則（Environmental Assessment Regulations 1999, LI 1652）が、環境影響評価の対象事業やその手順を定めており、「ガ」国における環境影響評価の基本法となっている。

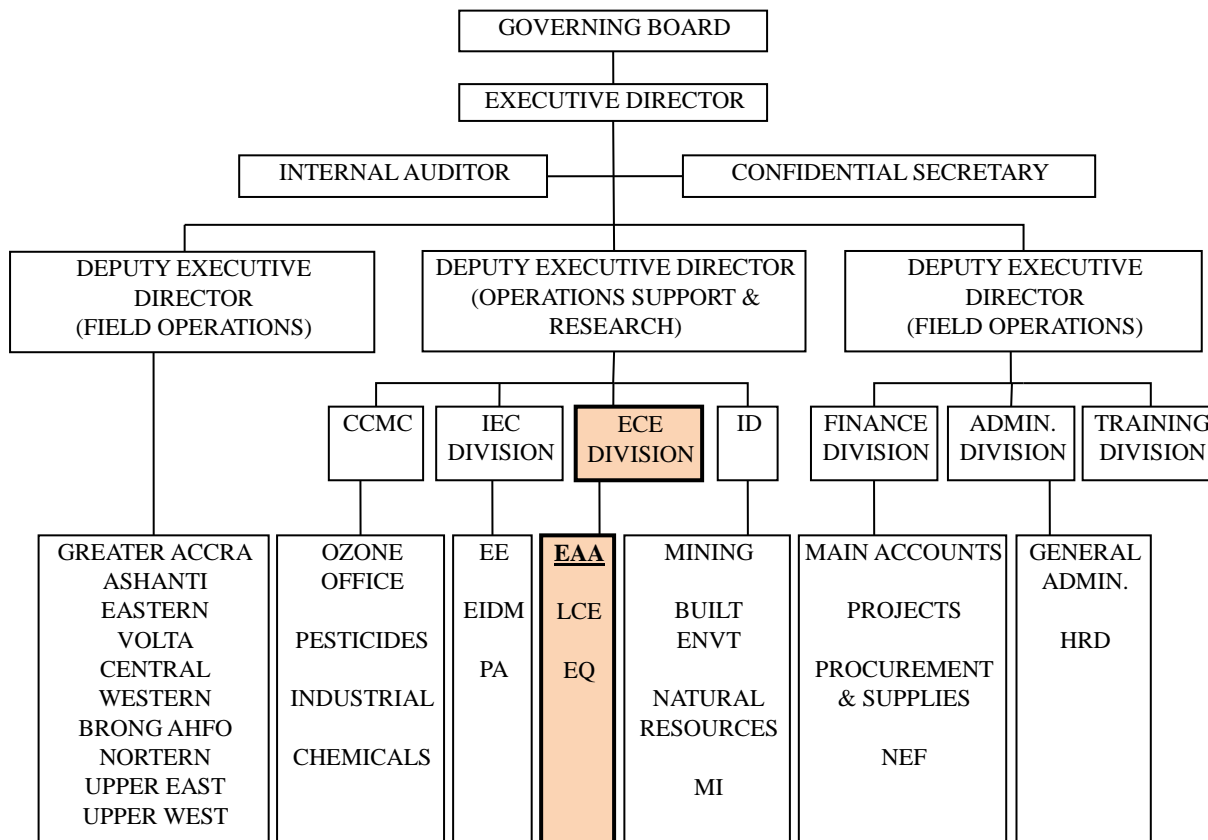
表 2-2-3-1-3.1 環境社会配慮関連法制度

分類	名称	施行年
Constitution	The Constitution of the Republic of Ghana	1992
Environmental Impact Assessment	The Environmental Protection Agency Act 1994 (Act 490)	1994
	Environmental Assessment Regulations 1999, LI 1652	1999
Protected Areas	Wildlife Reserves Regulations	1971
	Wildlife Conservation Regulations	1971
	Wetland Management (Ramsar Sites) Regulations	1999
Land Acquisition and Resettlement	The Land Title Registration Law 1986 (PNDCL. 152)	1986
	State Land Act (Act 125)	1962
	State Lands Regulations (LI 230)	1962
	The Lands (Statutory Wayleaves) Act (Act 186)	1963
	The Lands (Statutory Wayleaves) Regulations (LI 334)	1964
	The Ghana Land Policy	1999
	State Lands (Amendment) Act (Act 586)	2000
Cultural Heritage	The Cultural Policy of Ghana	2004
Guidelines	Environmental Assessment in Ghana, A GUIDE	1996
	Environmental Impact Assessment Procedures	1995
	Environmental Guidelines for Energy Sector	2007

[出所] 「ガ」国法規、環境保護庁 (EPA)

(2) 「ガ」国における環境影響評価制度の組織体制

「ガ」国において環境影響評価を管轄するのは、1994年に環境保護庁設置法 (The Environmental Protection Agency Act 1994, Act 490) によって設立された環境保護庁 (EPA) である。その中で、環境影響評価を担当するのは、図 2-2-3-1-3.1 に示すように、環境順守施行部 (ECE-Environmental Compliance and Enforcement) に属する、環境監査・評価室 (EAA-Environmental Audit and Assessment) である。



CCMC-Chemical Control and Management
 IEC-Information Education and Communication
ECE-Environmental Compliance and Enforcement
 EE-Environmental Education
 EIDM-Environmental Information and Data Management
 PA-Public Affairs

EAA-Environmental Audit and Assessment
 LCE-Legal Compliance Enforcement
 EQ-Environmental Quality
 HRD-Human Resource Development
 ID-Intersectoral Division
 MI-Manufacturing Industries

[出所] 環境保護庁 (EPA)、配電部門マスタープラン策定調査 (2008 年)

図 2-2-3-1-3.1 環境保護庁 (EPA) 組織図

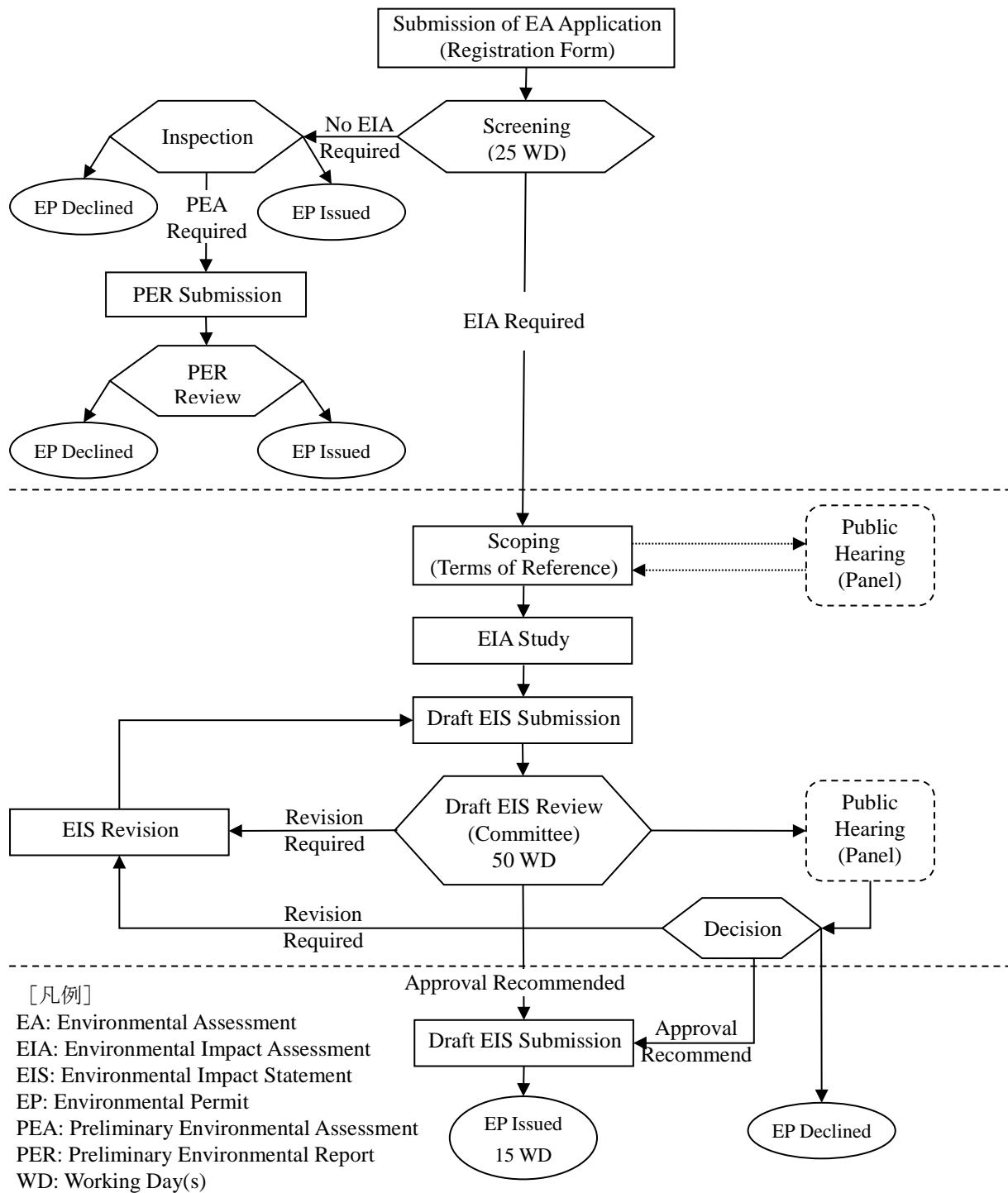
(3) 「ガ」国における環境影響評価手順

1) 環境承認手続き

「ガ」国では、環境影響評価規則 (Environmental Assessment Regulations 1999, LI 1652) が、環境影響評価の対象事業やその手順を定めている。同規則によれば、環境に影響を与える可能性のある事業を実施しようとする事業者は、事業実施の前に環境保護庁に事業登録し、環境承認 (EP : Environmental Permit) を取得する必要がある。

「ガ」国における全体的な環境承認手続きは、図 2-2-3-1-3.2 に示すとおりであり、事業者は、まず初めに環境保護庁指定の環境評価登録フォームに記入し、計画図等環境保護庁が求める添付資料とともに、環境保護庁地域事務所に提出する。登録された事業は、EIA 技術審査委員会により登録日から 25 実働日以内に審査され、「環境承認が出される」、「予備環境報告書 (PER : Preliminary Environmental Report)の提出が求められる」、「EIA の実施が求められる」。

る」、「事業が却下される」、いずれかの判断がなされる。



[出所] 環境保護庁 (EPA)、配電部門マスタープラン策定調査 (2008 年)

図 2-2-3-1-3.2 「ガ」国における環境承認の手順

2) EIA スクリーニング

環境影響評価規則の中では、発電と送電事業において環境影響評価 EIA が義務付けられる事業は、以下のように示されている。本計画は、アクラセントラル境界変電所における変電

施設の設置、及び 161kV 送電線の調達・据付であるため、EIA が想定される。

- 火力発電所
- ダム及び水力発電所の建設
- 国立公園内におけるコンバインドサイクル発電所の建設
- 原子力発電所の建設
- 送電線の建設

* 環境影響評価規則、SCHEDULE 2 (Regulation 3)、第 13 項より。

3) エネルギーセクター・環境影響評価ガイドライン

環境保護庁のエネルギーセクター・環境影響評価ガイドラインによれば、「70kV 以上の高圧線（架空線か地下埋設線かを問わず）は、EIA が求められる。よって、本計画の環境承認のためには、EIA が想定される。

(4) 本計画の環境承認（EP）手続き

「ガ」国における全体的な環境承認手続きは、図 2-2-3-1-3.2 に示すとおりであるが、本計画における事業実施者である GRIDCo が、本計画に求められる環境承認手続きを行う。GRIDCo は、既に本計画を環境保護庁に登録し、環境保護庁から ESIA (EIA) の実施を求められている。GRIDCo は、環境保護庁の指示に従い、以下のように想定される工程で、本計画の環境承認（EP）を得る予定である。

表 2-2-3-1-3.2 想定される環境承認手続き工程

No.	EIA 手順	工程	年
1	環境評価申請（環境評価登録フォーム）	10 月	2013
2	事業スクリーニング	12 月	
3	スコーピング（評価内容検討、公聴会を含む）	2 月	2014
4	環境社会影響評価調査	2 月 - 4 月	
5	環境社会影響評価報告書（案）提出	4 月	
6	環境社会影響評価報告書（案）審査（50 実働日内、公聴会を含む）	4 月 - 11 月	
7	審査後、環境社会影響評価報告書（案）再提出	12 月	
8	環境承認（15 実働日内）	2 月	2015

[出所] GRIDCo、準備調査団

2-2-3-1-4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

本協力対象事業地において、異なる鉄塔タイプ 2 案とゼロオプションを含めて、表 2-2-3-1-4.1 のように比較検討した。2 案の特徴は、従来型の 4 本足タイプの鉄塔（ラチスタタイプ）：代替案 1 と 1 本の柱状タイプの鉄塔（モノポール）：代替案 2 というものである。両タイプの大きな違いは、鉄塔の形状・構造にある。ラチスタタイプは、通常の 4 本足の鉄塔であるため、ほぼ人力で下から組み立てることができ、特別な機材や重機を必要としない。モノポールタイプは、1 本の柱状の構造で、10 メートル程度のパーツで組み立てていくが、これを吊り上げる特殊な重機（クレーン）や基礎構造物を深く設置するための掘削機が必要となる。

両タイプとも、首都アクラ中心部において、停電や電圧変動、電圧降下が改善され、安定した電力供給により、同地区への電力供給の安定化と効率化、送配電ロス低減などの効果が期待されることに変わりはない。ただし、構造的に特殊なタイプであるモノポール（代替案2）は、鉄塔基礎部分自体の面積は、ラチスタイプ（代替案1）よりも小さくできる半面、単価が高いため全体整備コストは高くなる。さらに、柱状の鉄塔を組み立てるため、特殊な大型クレーンと10メートル程度の鉄塔パーツを仮置きするスペースが必要となる。結果として、事業対象地において工事スペースを確保するためには、代替案1よりも、周辺の占有居住者、工場、道路交通への影響が大きくなる。

一方、通常の4本足の鉄塔であるラチスタイプ（代替案1）は、鉄塔基礎部分自体の面積は、代替案2よりも大きくなるが、整備コストは安く抑えることができる。さらに、ほぼ人力での作業となるため、特別な重機を必要とせず、工事用スペースを含めた必要用地は、代替案2よりも小さくて済む。結果として、既設鉄塔周辺に居住する占有者、工場、道路交通への影響は小さくなる。

自然環境面では、事業対象地が市街地に位置するため、特に自然環境への影響はないが、モノポール（代替案2）は、鉄塔の強度を保つため、基礎構造物の深さが、既設鉄塔やラチスタイプ（代替案1）のものより深くなるため、場所によっては帯水層への影響が懸念される。

協力対象事業を実施しないゼロオプションでは、現在の問題点である、首都アクラ中心部への電力供給の不安定性と非効率性、および送配電ロスを解決できず、ひいては、社会経済活動、生活環境や公共サービス劣化のリスクは低減されないだけでなく、今後増大していく可能性がある。

これらのことから総合的に評価すると、代替案1が適切であると判断される。

表 2-2-3-1-4.1 代替案の比較検討

No.	項目	代替案1	代替案2	ゼロオプション
①	161kV 送電線ルート	ほぼ全区間において、既設 33 k V 準送電線ルートを使い、その鉄塔位置に新規鉄塔を設置する。	同左。	—
②	アクラセントラル境界変電所位置	既設のグラフィックロード一次変電所内に設置する。	同左。	—
③	鉄塔タイプ	ラチスタイプ	モノポールタイプ	—
④	構造・工法	通常の4本足タイプの鉄塔であり、ほぼ人力で下から組み立てることができ、特別な機材や重機を必要としない。	1本の柱状の構造で、10メートル程度のパーツで組み立てていくが、これを吊り上げる特殊な重機（クレーン）が必要となる。また、基礎構造物を地中深く建設するための特殊な掘削機が必要となる。	—
⑤	既設需要家への裨益効果	◎	◎	×
		停電や電圧変動、電圧降下が改善され、安定した電力供給により、首都アクラ中心部への電力供給の安定化と効率	同左。	首都アクラ中心部への電力供給の安定化と効率化、送配電ロス低減への効果はない。

No.	項目	代替案 1	代替案 2	ゼロオプション
		化、送配電ロス低減などの効果が期待される。		
⑥	整備コスト	○	△	◎
		通常の組み立てタイプであるため、コストが安くなる。	鉄塔 1 本当たりのコストが、代替案 1 の少なくとも 3 倍以上となる。また、特殊な重機（クレーン）や掘削機が必要となり、総じて整備コストが高くなる。	整備コストゼロ。
⑦	社会環境	○	△	◎
		鉄塔基礎部分自体の面積は、代替案 2 よりも大きくなるが、ほぼ人力での作業となるため、工事用スペースを含めた必要用地は、代替案 2 よりも小さい。	鉄塔基礎部分自体の面積は、代替案 1 よりも小さくなるが、柱状の鉄塔を組み立てるため、特殊な大型クレーンが必要となり、事業対象地においてスペースを確保するためには、代替案 1 よりも、民家、工場、道路交通への影響が大きい。	社会環境への影響はない。
⑧	自然環境	○	△	◎
		アクラ市市街地の軽工業地域であるため、自然環境への影響はない。基礎構造物の最大深さは 2.3m 程度で、代替案 2 よりも帯水層への影響が小さい。	同左。ただし、基礎構造物の幅は 2m 程度で小さいが、深さは、鉄塔の強度を保つため、7 m 程度が必要となり、既設鉄塔や代替案 1 のものより深くなるため、帯水層への影響が想定される。	自然環境への影響はない。
⑨	評価	◎	○	×
		整備コストは、代替案 2 よりも安く、周辺住民や構造物への影響が少ない。	敷設コストは、代替案 1 よりも高く、周辺住民や構造物への影響が大きい。	社会・自然環境への影響はないが、首都アクラ中心部への電力供給は、不安定で非効率、送配電ロスも未解決なままで、社会経済活動、生活環境や公共サービスへのリスクは低減されず、今後増大する可能性がある。

[出所] 準備調査団

2-2-3-1-5 スコーピング

協力対象事業の主なコンポーネントは、アクラセントラル境界変電所における変電施設の設置、及び同変電所と既設 161kV 送電線分岐点までの 3.4km の 161kV 送電線の設置(鉄塔を含む)である。これにもとづき、現地踏査、関係者へのヒアリングにより、表 2-2-3-1-5.1 の様にスコーピングを行った。

表 2-2-3-1-5.1 スコーピング

No.	影響項目	工事前 工事中	供用時	想定される影響	
社会環境	1	非自発的住民移転	B-	D	工事前・工事中:協力対象事業の161kV送電線設置は、既設の33kV準送電線ルートを使用し、鉄塔幅を極力小さく設計しているため、大規模な非自発的住民移転は想定されない。ただし、既設鉄塔周辺には、簡易構造の小規模家屋が建てられている所がある。鉄塔設置のためには、鉄塔基礎部の開削や据え付け工事のためのスペースが必要となるため、このような場所では、非自発的住民移転あるいは一時的移転が発生する可能性がある。 また、相手国側の負担事項として、既設33kV準送電線の撤去、及び33kV準送電線地下埋設ケーブルの設置が伴うため、場所によっては、住民移転あるいは一時的移転が想定される。
	2	貧困層	B-	D	工事前・工事時:既設鉄塔周辺に居住しているのは、不法占有者であるため、送電鉄塔設置工事により、貧困層への影響が想定される。
	3	先住民族・少数民族	D	D	本計画対象地域には、先住民族・少数民族の居住地はないため、影響は無い。
	4	経済活動、生活・生計	B+/-	A+	工事前・工事時:上記非自発的住民移転、あるいは一時的移転の可能性により、生活・生計への影響が想定される。 一方、工事の多くは人力であるため、労働者としての地元雇用が期待される。また、彼らの飲食のため、近隣商店・飲食店への裨益が期待される。 供用時:電力の安定供給により、民家、産業への社会経済効果が期待される。
	5	土地利用、地域資源利用	D	D	協力対象事業は、既設変電所内におけるアクラセントラル境界変電所整備と延長3.15kmの送電線敷設であり、開発行為としては面的広がりがなく限定的なものである。よって、沿線土地利用、地域資源利用への大きな影響は見込まれない。
	6	水利用・水利権・入会権	D	D	本計画対象地域周辺には、湖沼・溜池等はないため、水利用・水利権・入会権への影響は無い。100mから200m離れて河川があるが、ゴミが散乱しており、水の利用は見られない。
	7	公共・生活施設・サービス	B-	A+	工事時:アクラセントラル境界変電所や送電線工事は、一部既設道沿道となるため、工事時には、資材の搬入等で交通渋滞が想定され、住民の移動に支障が出る可能性がある。ただし、鉄塔位置は部分的であり、同境界変電所予定地周辺には、公共・生活施設等は見られないため、公共・生活施設・サービスへの影響は限定的である。 供用時:電力供給の安定化により、公共施設・サービスが改善される。
	8	社会関係資本・社会組織	D	D	協力対象事業は、面的広がりがなく、事業地も限定的なものである。また、電力という公共サービスの改善であるため、社会関係資本・社会組織への影響は見込まれない。
	9	裨益等の不均衡	D	D	公共サービスとしての電力事情が改善されるため、裨益等の不均衡への影響は見込まれない。
	10	利害の対立	D	D	公共サービスとしての電力事情が改善されるため、利害の対立への影響は見込まれない。

	No.	影響項目	工事前 工事中	供用時	想定される影響
	11	遺跡・文化財	D	D	工事時：本計画対象地域には、特に配慮すべき遺跡・文化財はない。ただし、既設鉄塔近くに小さな礼拝所がある場所が見られる。工事による直接的な影響はないが、十分な説明が必要である。
	12	景観	D	D	本計画対象地域周辺には、貴重な自然景観や文化的景観は無いため影響は見込まれない。なお、送電鉄塔は、既設準送電鉄塔よりも高くなるが、同じルートを使用するため、既存景観を大きく改変するものではない。
	13	ジェンダー	D	D	協力対象事業の目的は、安定的な電力の供給であるため、特にジェンダーへの負の影響は見込まれない。
	14	子どもの権利	D	D	協力対象事業の目的は、安定的な電力の供給であるため、特に子供の権利への負の影響は見込まれない。
	15	災害(リスク) HIV/AIDS 等疫病	D	D	工事は主に人力で、地元雇用が想定されるため、災害発生リスクや労働者の大量流入による疫病発生の影響は見込まれない。ただし、地域外から労働者が雇用され、管理・教育不足である場合、HIV/AIDS の罹患等が懸念されるため、労働者や地元住民への啓発が求められる。
	16	労働環境	B-	D	工事時：送電鉄塔の敷設は、主に人力での作業で、ほとんど重機を使用しないが、鉄塔が高くなるため、作業員の労働環境を守る必要がある。
自然環境	17	保護区	D	D	本計画対象地域は、アクラ市の市街地であり、保護区は存在しない。
	18	生態系	D	D	本計画対象地域は、アクラ市の市街地であり、周辺に貴重な動植物は存在しないため、影響は見込まれない。
	19	水象	C-	D	協力対象事業は、湖沼・河川に整備するものではなく、河川を渡す場合は、架空や橋への敷設となるため、河川の流れや底質に影響を及ぼすものではない。 工事時：アクラセントラル境界変電所施設の建屋の地下部分は約2m、これに基礎構造部分が必要となるため、浅い帯水層への影響が想定される。また、161 kV 送電鉄塔の高さは約30メートルであり、基礎部が既設鉄塔よりも深くなる可能性があるため、場所によっては浅い帯水層への影響が想定される。
	20	地形・地質	D	D	本計画対象地域の地形は平坦であり、大規模な地形変革や土工は行わないため、地形・地質への影響は見込まれない。
公害	21	大気汚染	D	D	工事に用重機の使用は限定的で、送電線敷設工事は主に人力のため、大気汚染への影響は見込まれない。一般建設車両による排気ガスや、車両稼働時の粉塵の発生が想定されるが、工事請負業者に義務付けられる安全管理対策を実行することにより、大気汚染への影響を大幅に低減できる。
	22	水質汚濁	B-	D	協力対象事業は、大規模な地形変革や土工を行わないため、土壌流出による水質汚濁への影響は見込まれない。ただし、変圧器には絶縁油を使用するため、漏洩すると浅い帯水層に影響する可能性がある。
	23	土壌汚染	B-	D	資機材保管のための場所が1ヶ所必要となるが、既設の ECG Project Office 内に場所を確保し、周辺に汚染物質を流出させる影響は低減される。ただし、変圧器には絶縁油を使用するため、漏洩すると土壌汚染に影響する可能性がある。

No.	影響項目	工事前 工事中	供用時	想定される影響
	24 廃棄物	B-	D	本計画は、既設変電所内におけるアクラセントラル境界変電所整備と送電線敷設であり、多量の建設残土の発生は無いため、廃棄物による影響は見込まれない。なお、相手国側の負担事項として、既設 33kV 準送電線の撤去があり、解体された鉄塔や電線が廃材となる可能性がある。
	25 騒音・振動	D	B-	アクラセントラル境界変電所に設置する変圧器からは、大きな稼働音の発生が想定されているため、騒音の影響が見込まれる。
	26 地盤沈下	D	D	アクラセントラル境界変電所は、既設グラフィックロード変電所内に整備するため大規模ではなく、また送電鉄塔の設置も部分的であり、地盤沈下への影響は見込まれない。
	27 悪臭	D	D	変電・送電施設から悪臭が生じることは見込まれない。
	28 底質	D	D	本計画対象地域周辺には、河川・湖沼はないため、底質への影響は無い。
その他	29 事故	B-	D	工事時：送電鉄塔の敷設は、主に人力での作業で、ほとんど重機を使用しないが、鉄塔が高くなるため、鉄塔設置時および送電線を張る際に、作業員や部品の落下事故が発生する可能性がある。
	30 越境の影響、及び気候変動	D	D	本計画対象地域は、延長 3.15 km の線形で面的広がりがなく、工事は主に人力のため、越境の影響、及び気候変動への影響は見込まれない。

凡例：

A+/-：大きな影響が見込まれる。

B+/-：多少の影響が見込まれる。

C+/-：影響不明。今後の調査により判断される。

D：ほとんど影響は見込まれない。

[出所] 準備調査団

2-2-3-1-6 環境社会配慮調査のTOR

スコーピング結果を踏まえ、環境社会配慮調査の手続き事項（TOR）を表 2-2-3-1-6.1 のように検討した。

表 2-2-3-1-6.1 環境社会配慮調査の TOR

No.	影響項目	評価	調査項目	調査方法
1	非自発的住民移転	工事前・中 B-	<ul style="list-style-type: none"> 本協力対象事業による住民移転発生規模の確認 住民移転影響緩和策の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ローカルコンサルタントへの再委託による移転規模調査、住民移転計画案の作成 計画対象地の現地踏査
2	貧困層	工事前・中 B-	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	<ul style="list-style-type: none"> 同上
4	経済活動、生活・生計	工事前 B- 工事中 B+/- 供用時 A+	<ul style="list-style-type: none"> 同上 本協力対象事業サイトにおける土地利用と社会経済活動 裨益効果 	<ul style="list-style-type: none"> 同上 ローカルコンサルタントへの再委託による社会経済調査 統計など既存資料調査
7	公共・生活施設・サービス	工事時 B- 供用時 A+	<ul style="list-style-type: none"> 協力対象事業サイトにおける公共施設分布 裨益効果 	<ul style="list-style-type: none"> 計画対象地の現地踏査 統計など既存資料調査
16	労働環境	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> 労働安全対策 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査（労働関連法規、GRIDCo の工事契約マニュアルなど）
19	水象	工事時 C-	<ul style="list-style-type: none"> 協力対象事業サイト地下水位 	<ul style="list-style-type: none"> ローカルコンサルタント（測量）への再委託調査 計画対象地の現地踏査

No.	影響項目	評価	調査項目	調査方法
22	水質汚濁	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> 協力対象事業サイトの地下水位 変圧器の設置方法、絶縁油管理方法 	<ul style="list-style-type: none"> ローカルコンサルタント（測量）への再委託調査 計画対象地の現地踏査
23	土壌汚染	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> 協力対象事業サイトの地質 変圧器の設置方法、絶縁油管理方法 	<ul style="list-style-type: none"> ローカルコンサルタント（測量）への再委託調査 計画対象地の現地踏査
24	廃棄物	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> 既設鉄塔・電線の廃棄方法 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査（GRIDCo の工事契約マニュアルなど）
25	騒音・振動	供用時 B-	<ul style="list-style-type: none"> 騒音環境基準 アクラセントラル境界変電所（既設グラフィックロード一次変電所）周辺状況 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 計画対象地の現地踏査 アクラセントラル境界変電所整備の工法、変圧器の設計
29	事故	工事時 B-	<ul style="list-style-type: none"> 協力対象事業サイト周辺状況 工事時における事故発生緩和策 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査（GRIDCo の工事契約マニュアルなど） 施工管理コンサルタントへのヒアリング

[出所] 準備調査団

2-2-3-1-7 環境社会配慮調査結果

環境社会配慮調査の TOR に基づき、第一次現地調査における環境社会配慮調査結果を表 2-2-3-1-7.1 に示す。なお、「3-5 プロジェクトの評価」では、本協力対象事業による妥当性・有効性の検討により、期待効果を説明している。

表 2-2-3-1-7.1 環境社会配慮調査結果

No.	影響項目	調査結果
1	非自発的住民移転	<p>調査継続中。現地踏査の結果、表 2-2-3-1-7.3 のように計画 161kV 送電鉄塔（既設 33kV 準送電鉄塔）周辺の状況を確認した。本協力対象事業地は、計画 161kV 送電ルートのおおぼ中央部に位置する西リングロードから、北側と南側のサイトに大きく分けられる。北側サイトは、Outblohum 通りに平行しており、不法占有者の簡易構造の小規模住居や店舗、山羊市場やバス駐車場等で占められている。一方、南側サイトは、主に草地、不法占有者の簡易構造の小規模住居、工場敷地により占められている。</p> <p>占有者の構造物が最も密集しているのは、鉄塔番号 N6、N9、N14 の 3 か所である。N17 と N16 の間に位置する既設 33kV 準送電鉄塔は、プラスチック製品製造工場敷地内にあり、工場施設が近接しており、狭隘なスペースしかない。よって調査団は、工事中スペースの確保が困難と判断し、この位置に 161kV 送電鉄塔を設置しない計画とした。また、N18 は架空線から地下埋設ケーブルへの接続点となり、特殊な鉄塔設計が必要となるため、隣接する車両整備サービス事業所への影響が想定される。</p> <p>161kV 送電鉄塔は、既設の 33kV 準送電鉄塔の位置に建てる計画である。このように、同位置における鉄塔の建て替えではあるが、周辺には鉄塔設置工事のために、資材置き場、作業のためのアクセスや安全を考慮した十分な工事スペースが必要となる。そこで、調査団はこの用地規模を検討し、鉄塔を中心として最大 15×15 メートル四方と設定した。</p> <p>ローカルコンサルタントによる再委託調査により、この用地を占有する居住者を 2 月初旬時点において、その合計を 23 世帯、151 人と確認した。この居住者は、一時的を含む住民移転の対象となる。（詳細は、表 2-2-3-2-3.を参照。）</p> <p>相手国側の負担事項である 33kV 準送電線地下埋設ケーブルのルートは、GRIDCo・ECG より、用地取得と占有者・構造物への影響を最小化するため、公共用地を使い、北側では既設道路脇を通し、南側は線路脇を通す案が示された。これには、アクラ市と鉄道会社との同意形成が必要であるが、公式的には、GRIDCo が実施する ESIA で調査・合意され、最終的には、環境承認（EP）に盛り込まれるという見解を得た。また、埋設であるため、占有者が影響する場合でも工事中の一時移転となるとされており、対応策は、ESIA の中で作成される、GRIDCo の「送電線事業に</p>

No.	影響項目	調査結果
		おける環境社会影響管理方針」と「用地取得・住民移転方針（案）」に応じた RAP において検討される。
2	貧困層	上記 23 世帯は、不法占拠者であり、影響世帯へのヒアリングによる一か月当り世帯収入から算定すると、10 世帯の一人当りの日収入が、世界銀行の貧困ラインである 1.25 米ドルを下回っている。
4	経済活動、生活・生計	<p>上記 2 3 世帯（151 人）が所有する 67 の建物（住居兼用の店舗、あるいは住居）、及び、域外に居住する 9 世帯（25 人）が所有する 10 の建物（商業・店舗利用）、計 77 の建物が影響を受ける。また、この 10 の商業・店舗利用の建物は、ディストリクトに登録されたものである。これらの建物は、木製あるいは鉄製のコンテナ等の簡易な仮設の構造で、材料と大工を地元で調達して、2、3 週間程度で建てることのできるようなものである。平均的には、一棟当たり 2 部屋で 9 平方メートル程度の広さで、室内には電気はあるが、水道、トイレ、台所はない。基本的に屋外で煮炊きし、水道とトイレは、近隣の共同施設を利用している。</p> <p>23 の影響世帯へのヒアリング調査によれば、移転対象世帯の世帯主の職業の 4 割は、商店を営んでおり、その他は大工、売子、山羊販売、美容師、修理工、バイクタクシー、労働者、プラスチックのリサイクルである。平均世帯月収は、1,158 ガーナセディ（463 米ドル）と推定されるが、下は 72 ガーナセディ（29 米ドル）から、上は 3,360 ガーナセディ（1,344 米ドル）と差がある。また、商業・店舗利用の建物が影響する世帯の平均世帯月収は、8,840 ガーナセディ（3,536 米ドル）と推定される。</p> <p>一方、アクラセントラル BSP と送電線工事の多くは人力であるため、周辺の経済活動を大きく阻害することはない。また、穴掘りや電線を引く作業などの単純労働のため、40 人程度の投入量が想定され、これに対して地元雇用が期待される。また、周辺地域には多くの店が立地しているため、労働者に飲食サービスを提供するため、近隣商店・飲食店への裨益が期待される。</p> <p>また、「3-5 プロジェクトの評価」で説明されているように、アクラ首都圏中心地域において電力事情が改善され、住民生活や生計向上への効果、工場・事業所の経済活動発展への効果が期待される。</p>
7	公共・生活施設・サービス	<p>161 kV 送電線の地下ケーブルは、既設道路の公共用地である遠藤インフラ用地内に埋設するが、ここには電話回線も埋設されているため、工事時にはその位置を把握し、損傷しないようにする必要がある。また、地下ケーブルが道路を渡る場所では、開削あるいは、掘削機により開削せずに小規模なトンネルを掘る方式が想定されるが、沿道には水道管や排水溝があるため、工事には、これらを損傷する可能性がある。</p> <p>一方、161 kV 送電ルート内ではないが、その周辺には、小規模な教会やイスラム礼拝所、学校、コミュニティセンター等が立地しているため、工事によりその活動に影響しないよう、配慮が求められる。</p> <p>また、「3-5 プロジェクトの評価」で説明されているように、アクラ首都圏中心地域において電力事情が改善されるため、学校や病院を含む公共・生活施設・サービスへの効果が期待される。</p>
16	労働環境	<p>161 kV 送電鉄塔は通常の 4 本足ラチスタタイプであるため、その設置は主に人力での作業で、地上から組み立てていくことができる。基礎構造部分も、深さ 1.5m から 2.3m 程度、幅 6m から 7m 程度のサイズであるため、特殊な機材や重機を使用しない。ただし、鉄塔の高さが約 30 メートルとなるため、作業員の労働環境を守る必要がある。</p> <p>「ガ」国の労働法は、労働者の満足・安全・健康労働環境を確保することを雇用主に義務付けている。そのために、必要な情報、指示、研修、監理を提供することが義務付けられている。</p> <p>GRIDCo は、同社の「送電線事業における環境社会影響管理方針」において、工事の衛生・安全・環境社会環境管理のための条項を示している。その中には、労働者の安全・健康管理が含まれている。また、施工業者との契約に際し、これらの条項を含む、衛生・安全・環境社会環境管理計画の提出を義務付けている。また、施工管理コンサルタントと請負業者の安全・管理業務として、建設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ことが含まれている。よって、これらの法や規定を順守・実行することにより、労働環境は維持されるものと判断される。</p>

No.	影響項目	調査結果
19	水象	<p>アクラセントラル境界変電所（グラフィックロード一次変電所敷地内）の地下水位は、ボーリング調査時点(2014年2月3日)で、GL-1.6mであった。その他既設鉄塔2か所におけるボーリング調査の結果はまだ出ていないが、距離も離れていないことから、同じように浅い帯水層が想定される。本協力対象事業地は、ギニア湾海岸線から北方2.5kmの位置にあり、地質は、砂質シルト、シルト質砂、粘土等が主体であることから、洪積平野と想定され、この浅い帯水層も広範囲に広がっていることが推定される。</p> <p>一方、その水質は、海水の影響とみられる塩化物、及び排水の影響とみられる硫化物が確認されており、生活用水としては適していない。また、本協力対象事業地周辺は、既に市街化されており、住宅や事業所は水道水を利用し、不法占有者は、水を購入しているため、この浅いレベルの地下水利用はないと考えられる。</p> <p>また、アクラセントラル境界変電所の有効敷地は1,200m²で、うち建屋の建築面積は700m²程度であり、他の境界変電所に比べ、非常にコンパクトな設計となっている。161kV鉄塔の基礎構造物も、深さ1.5mから2.3m程度、幅6mから7m程度のサイズで、ほぼ150m間隔で18か所設置されるため、その位置・規模は限定的である。これらのことから、本協力対象事業地の帯水層は浅い位置にあるが、影響は限定されるものと考えられる。</p>
22	水質汚濁	<p>「水象」項目と同様に、地下水位は浅く、その水質は汚染が進みつつあるものと推定される。一方、調査団は、騒音低減のため、変圧器を金属閉鎖箱に設置する方式を提案しており、絶縁油もこの金属閉鎖箱に収められる。このように収められた絶縁油が漏洩することは稀であるが、もし漏洩した場合でも、変圧器の下には、これを受けるためのピットが設けられるため、絶縁油が域外に達することはない。</p> <p>また、絶縁油は、その品質を維持するため、空気に触れないよう、特殊な缶に入れて保管される。事業実施の際は、資機材保管のため、0.5ヘクタール程度の敷地が1ヶ所必要となるが、既設のECG Project Office内に場所を確保し、絶縁油もここに保管される。なおその他の主な資機材は、鉄塔部品、電線、ガイシ、変圧器であるため、周辺に汚染物質を流出する影響は見込まれない。このようなことから、水質汚濁への影響は限定的であると考えられる。</p>
23	土壌汚染	<p>ボーリング調査により、本協力対象事業地の地質は、砂質シルト、シルト質砂、粘土等が主体の地盤で、下位の20m～40mには堅い岩盤が確認されている。「水質汚濁」項目と同様に、変圧器の絶縁油は金属閉鎖箱に収められ、その下にはピットが設置される。また、設置までは、所定の場所で管理される。このようなことから、土壌汚染への影響は限定であると考えられる。</p>
24	廃棄物	<p>相手国側の負担事項として、既設33kV準送電線の18か所の鉄塔、及び約3,000m分の電線が撤去されるため、これらが廃材となる。GRIDCoは、同社の「送電線事業における環境社会影響管理方針」において、使用済み資機材の処理方法を規定している。撤去された既設の33kV準送電線の電線と鉄塔は、GRIDCo・ECG技術者がリサイクルできるかを判断し、自らリサイクルするか、リサイクルできないものは、所定の廃品業者に引き渡し処分する。</p>
25	騒音・振動	<p>アクラセントラル境界変電所には、屋外型の125MVA・161/34.5kV変圧器が3台設置される。NEMA規格（米国）によれば、このクラスの容量の変圧器では、通常85dB(A)の稼働音が発生するとされている。</p> <p>同変圧器を設置する既設グラフィックロード変電所敷地の周辺は、事業所などが多く住宅専用地区ではない。また、同敷地は道路に囲まれているが、1辺は事業所の倉庫と境界を接しているため、稼働音による騒音の影響が懸念される。</p> <p>一方、環境保護庁（EPA）より入手した「ガ」国の騒音環境基準では、のように規定されている。グラフィックロード一次変電所の土地利用区分は、軽工業地域に分類されることがGRIDCoより説明された。よって、調査団はその夜間の基準値：60dB(A)を順守する案として、変圧器を金属閉鎖箱に設置する方式を提案し、GRIDCoはその案を進めることに合意した。</p>

No.	影響項目	調査結果																																		
		表 2-2-3-1-7.2 騒音基準 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Zone</th> <th rowspan="2">Description of Area of Noise Reception</th> <th colspan="2">Permissible Noise Level in dB(A)</th> </tr> <tr> <th>DAY (6:00-22:00)</th> <th>NIGHT (22:00-6:00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Residential areas with low or infrequent transportation</td> <td>55</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>B1</td> <td>Educational (school) and health (hospital, clinic) facilities</td> <td>55</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>B2</td> <td>Areas with some commercial or light industry</td> <td>60</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>C1</td> <td>Areas with some light industry, places of entertainment or public assembly, and places of worship located in this zone</td> <td>65</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>C2</td> <td>Predominantly commercial areas</td> <td>75</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Light industrial areas</td> <td>70</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Predominantly heavy industrial areas</td> <td>70</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table> <p>[出所] EPA</p>	Zone	Description of Area of Noise Reception	Permissible Noise Level in dB(A)		DAY (6:00-22:00)	NIGHT (22:00-6:00)	A	Residential areas with low or infrequent transportation	55	48	B1	Educational (school) and health (hospital, clinic) facilities	55	50	B2	Areas with some commercial or light industry	60	55	C1	Areas with some light industry, places of entertainment or public assembly, and places of worship located in this zone	65	60	C2	Predominantly commercial areas	75	65	D	Light industrial areas	70	60	E	Predominantly heavy industrial areas	70	70
Zone	Description of Area of Noise Reception	Permissible Noise Level in dB(A)																																		
		DAY (6:00-22:00)	NIGHT (22:00-6:00)																																	
A	Residential areas with low or infrequent transportation	55	48																																	
B1	Educational (school) and health (hospital, clinic) facilities	55	50																																	
B2	Areas with some commercial or light industry	60	55																																	
C1	Areas with some light industry, places of entertainment or public assembly, and places of worship located in this zone	65	60																																	
C2	Predominantly commercial areas	75	65																																	
D	Light industrial areas	70	60																																	
E	Predominantly heavy industrial areas	70	70																																	
29	事故	<p>「労働環境」項目で説明されているように、鉄塔の高さが30メートルとなり、また鉄塔の間には構造物があるため、工事中、作業員の落下事故や、部品の落下による構造物の破損が想定される。</p> <p>「ガ」国の労働法は、労働者の満足・安全・健康労働環境を確保することを雇用主に義務付けている。そのために、必要な情報、指示、研修、監理を提供することが義務付けられている。</p> <p>GRIDCoは、同社の「送電線事業における環境社会影響管理方針」において、工事の衛生・安全・環境社会環境管理のための条項を示している。具体的には、粉塵・騒音・水系への影響低減・防止、汚水・廃棄物管理、資機材管理、土壌流出防止、水質管理、交通管理、安全・健康管理、公衆安全・事故防止、器物損傷管理などである。また、施工業者との契約に際し、これらの条項を含む、衛生・安全・環境社会環境管理計画の提出を義務付けている。</p> <p>また、施工管理コンサルタントと請負業者の安全・管理業務として、建設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ことが含まれている。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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全管理規定の制定と管理者の選任 ・建設機械類の定期点検の実施による災害の防止 ・工事用車両、建設機械等の運行ルート of 策定と徐行運転の徹底 ・労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行 <p>よって、これらの法や規定を順守・実行することにより、工事中の事故は低減されるものと判断される。</p>																																		

[出所] 準備調査団

表 2-2-3-1-7.3 鉄塔周辺状況

鉄塔番号	鉄塔タイプ	鉄塔位置	鉄塔間距離 (m)	周辺状況	備考
N0	GRIDCoにて施工。	緯度：5.584262° 経度：-0.219947°	-	①道路沿い。 ②トラックや一般車両の駐車スペース	住民移転可能性(無)
N1	耐張 (YY)	緯度：5.582600° 経度：-0.220268°	190.0	①アクラ市が所有するオープンスペース。	住民移転可能性(無)
N2	耐張 (YY)	緯度：5.579820° 経度：-0.220282°	310.0	①Otublohum Rd.沿い。 ②T字路のコーナー。 ③簡易構造の小規模店舗が隣接。	道路横断 住民移転可能性(中)
N3	耐張 (YY)	緯度：5.578316° 経度：-0.220180°	160.5	①Otublohum Rd.沿い。 ②大型バスの駐車場、簡易構造の小規模建物が隣接。	住民移転可能性(小)
N4	懸垂 (XX)	緯度：5.576812° 経度：-0.220021°	160.5	①Otublohum Rd.沿い。 ②簡易構造の小規模建物、山羊市場が隣接。	住民移転可能性(中)
N5	懸垂 (XX)	緯度：5.575289° 経度：-0.219864°	155.4	①Otublohum Rd.沿い。 ②大型バスの駐車場、簡易構造の小規模	住民移転可能性(小)

鉄塔番号	鉄塔タイプ	鉄塔位置	鉄塔間距離 (m)	周辺状況	備考
				模建物が隣接。	
N6	懸垂 (XX)	緯度： 5.573832° 経度： -0.219733°	181.3	①Otublohum Rd.沿い。 ②簡易構造の小規模家屋に囲まれている。	住民移転可能性 (高)
N7	懸垂 (XX)	緯度： 5.572297° 経度： -0.219612°	150.2	①Otublohum Rd.沿い。 ②大型バス・重機の駐車場、簡易構造の小規模建物が隣接。	住民移転可能性 (小)
N8	耐張 (YY)	緯度： 5.570694° 経度： -0.219432°	165.7	①Otublohum Rd.沿い。 ②大型バスの駐車場、簡易構造の建物が近接。	住民移転可能性 (小)
N9	耐張 (YY)	緯度： 5.569124° 経度： -0.219311°	150.2	①Otublohum Rd.沿い。 ②簡易構造の小規模家屋に囲まれている。	住民移転可能性 (高)
N10	耐張 (YY)	緯度： 5.567666° 経度： -0.219160°	150.2	①鉄道線路沿い。 ②長距離バスターミナル (壁) に近接。 ③草地。	道路横断 住民移転可能性 (無)
N11	懸垂 (XX)	緯度： 5.566368° 経度： -0.219313°	129.5	①鉄道線路沿い。 ②ECG Project Office 中央部 (壁) に近接。 ③草地。	住民移転可能性 (無)
N12	懸垂 (XX)	緯度： 5.564893° 経度： -0.219509°	150.2	①鉄道線路沿い。 ②ECG Project Office 南端部 (壁) に近接。 ③草地。	住民移転可能性 (無)
N13	懸垂 (XX)	緯度： 5.563630° 経度： -0.219680°	119.1	①鉄道線路沿い。 ②耕作地で野菜を栽培。	住民移転可能性 (無)
N14	耐張 (YY)	緯度： 5.562670° 経度： -0.219829°	98.4	①鉄道線路沿い。 ②簡易構造の小規模家屋に囲まれている。	住民移転可能性 (高)
N15	耐張 (YY)	緯度： 5.561550° 経度： -0.219956°	103.6	①鉄道線路沿い。 ②ESKAY Therapeutics LTD 裏手の壁に近接。 ③簡易構造の小規模家屋 (廃品回収業) に隣接。 ④公衆トイレに近接。	住民移転可能性 (中)
N16	耐張 (YY)	緯度： 5.560646° 経度： -0.220109°	145.0	①TOYOTA Ghana Workshop Limited 駐車場内。	工場内
E0	-	-	-	①LETAP Packaging Factory 内 ②工場の建築物が、既設の 33kV 鉄塔に近接しており、狭隘なスペースである。	工事用地が確保できないため、161 kV 送電線ルートから除外。
N17	耐張 (YY)	緯度： 5.557966° 経度： -0.220427°	258.9	①NAMCO Netherland African Manufacturing Co. (農機具製造業) の駐車場内。 ②壁と小規模建屋に近接。	工場内
N18	NEW タイプ	緯度： 5.556549° 経度： -0.220630°	145.0	①Grahic Road 沿い。 ②Car Service Workshop に隣接。	

[出所] 準備調査団

2-2-3-1-8 影響評価

第一次現地調査における環境社会配慮調査結果、及び現地再委託調査結果に基づき、本協力対象事業による環境影響を表 2-2-3-1-8.1 のように評価した。

表 2-2-3-1-8.1 環境社会影響評価表

分類	No.	影響項目	スコoping時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
社会環境	1	非自発的住民移転	B-	D	B-	N/A	工事前・工事中：161kV 送電鉄塔設置工事のために、資材置き場、作業のためのアクセスや安全を考慮した十分な工事スペースとして、鉄塔を中心に最大 15×15 メートル四方

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前	供用時	工事前	供用時	
			工事中		工事中		
							の用地規模を要する。2月初旬時点において、この用地を占有する居住者の合計を23世帯、151人と確認した。この居住者は、一時的を含む住民移転の対象となる。
	2	貧困層	B-	D	B-	N/A	移転対象世帯のうち、概算された10世帯の一人当りの日収入が、世界銀行の貧困ラインである1.25米ドルを下回っていた。
	3	先住民・少数民族	D	D	N/A	N/A	
	4	経済活動、生活・生計	B+/-	A+	B+/-	A+	<p>工事前：23世帯（151人）が所有する67の建物（住居兼用の店舗、あるいは住居）、及び、域外に居住する9世帯（25人）が所有する10の建物（商業・店舗利用）、計77の建物が影響を受ける。ただし、これらの建物は、木製あるいは鉄製のコンテナ等の簡易な仮設の構造で、材料と大工を地元で調達して建てたものである。</p> <p>工事中：アクラセントラルBSPと送電線工事の多くは人力であるため、周辺の経済活動を大きく阻害することはない。また、穴掘りや電線を引く作業などの単純労働のため、40人程度の投入量が想定され、これに対して地元雇用が期待される。また、周辺地域には多くの店が立地しているため、労働者に飲食サービスを提供するため、近隣商店・飲食店への裨益が期待される。</p> <p>供用時：アクラ首都圏中心地域において電力事情が改善され、住民生活や生計向上への効果、工場・事業所の経済活動発展への効果が期待される。</p>
	5	土地利用、地域資源利用	D	D	N/A	N/A	
	6	水利用・水利権・入会権	D	D	N/A	N/A	
	7	公共・生活施設・サービス	B-	A+	B-	A+	<p>工事中：161kV送電線の地下ケーブルを設置する場所では、埋設されている電話回線を損傷する可能性がある。また、地下ケーブルが道路を渡る場所では、沿道には水道管や排水溝があるため、これらを損傷する可能性がある。</p> <p>一方、161kV送電ルート内ではないが、その周辺には、小規模な教会やイスラム礼拝所、学校、コミュニティセンター等が立地しているため、工事によりその活動に影響しないよう、配慮が求められる。</p> <p>供用時：アクラ首都圏中心地域において電力事情が改善されるため、学校や病院を含む公共・生活施設・サービスへの効果が期待される。</p>
	8	社会関係資本・社会組織	D	D	N/A	N/A	
	9	裨益等の不均衡	D	D	N/A	N/A	
	10	利害の対立	D	D	N/A	N/A	
	11	遺跡・文化財	D	D	N/A	N/A	
	12	景観	D	D	N/A	N/A	
	13	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由	
			工事前	供用時	工事前	供用時		
			工事中		工事中			
自然環境	14	子どもの権利	D	D	N/A	N/A		
	15	災害(リスク) HIV/AIDS 等 疫病	D	D	N/A	N/A		
	16	労働環境	B-	D	B-	N/A	工事中：161kV 送電鉄塔は通常の 4 本足ラチスタ型であるため、その設置は主に人力での作業で、地上から組み立てていくことができる。基礎構造部分も深さ 1.5m から 2.3m 程度、幅 6m から 7m 程度のサイズであるため、特殊な機材や重機を使用しない。ただし、鉄塔の高さが約 30 メートルとなるため、作業員の労働環境を守る必要がある。	
	17	保護区	D	D	N/A	N/A		
	18	生態系	D	D	N/A	N/A		
	19	水象	C-	D	D	N/A	工事中：ボーリング調査の結果、地下水位は、-2m を超えており、浅い帯水層が確認された。本協力対象事業地は、ギニア湾海岸線から北方 2.5km の位置にあり、地質は、シルトや粘土等が主体であることから、洪積平野と想定され、この浅い帯水層も広範囲に広がっていることが推定される。 一方、その水質は、海水の影響とみられる塩化物、及び排水の影響とみられる硫化物が確認されており、生活用水としては適していない。また、本協力対象事業地周辺は、既に市街化されており、この浅いレベルの地下水利用はないと考えられる。 また、アクラセントラル境界変電所の新規建屋の建築面積は、他の境界変電所に比べ、非常にコンパクトな設計となっており、161kV 鉄塔の基礎構造物も、大規模なものではなく、ほぼ 150m 間隔で 18 か所設置され、その位置・規模は限定的である。よって、広範囲に広がる帯水層への影響は、想定されないものと考えられる。	
	20	地形・地質	D	D	N/A	N/A		
	公害	21	大気汚染	D	D	N/A	N/A	
		22	水質汚濁	B-	D	B-	N/A	工事中・供用時：地下水位は浅く、その水質は汚染が進みつつあるものと推定される。一方、調査団は、騒音低減のため、変圧器を金属閉鎖箱に設置する方式を提案しており、絶縁油もこの金属閉鎖箱に収められる。また、絶縁油は、その品質を維持するため、空気に触れないよう、特殊な缶に入れて保管される。よって、絶縁油揺曳による水質汚濁への影響は、限定的であると考えられる。
		23	土壌汚染	B-	D	B-	N/A	工事中・供用時：「水質汚濁」項目と同様に、変圧器の絶縁油は金属閉鎖箱に収められ、その下にはピットが設置される。また、設置までは、所定の容器と場所で管理される。よって、絶縁油揺曳による土壌汚染への影響は、限定であると考えられる。
		24	廃棄物	B-	D	B-	N/A	工事前：相手国側の負担事項として、既設 33kV 準送電線の 18 か所の鉄塔、及び約 3,000m 分の電線が撤去されるため、これらが廃材となる。ただし、撤去されたこれらの電線と鉄塔は、GRIDCo・ECG 技術者がリサイクルできるか

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
							を判断し、自らリサイクルするか、リサイクルできないものは、所定の廃品業者に引き渡し処分するため、影響は低減される。
	25	騒音・振動	B-	D	B-	N/A	<p>供用時：アクラセントラル境界変電所に設置される、屋外型の 125 MVA・161/34.5 kV 変圧器からは、NEMA 規格（米国）によれば、通常 85 dB(A)レベルの稼働音が発生するとされている。周辺には事業所などが多く、住宅専用地域ではないが、同敷地の 1 辺は、事業所の倉庫と境界を接しているため、騒音の影響が見込まれる。</p> <p>一方、GRIDCo より説明された同変電所の土地利用区分は軽工業地域であり、「ガ」国の騒音環境基準では、その夜の基準値が 60 dB(A)とされている。よって、これを順守する対策として、変圧器を金属閉鎖箱に設置する方式を提案し、GRIDCo の合意を得た。よって、騒音レベルは基準値以下に低減される。</p>
	26	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	
	27	悪臭	D	D	N/A	N/A	
	28	底質	D	D	N/A	N/A	
その他	29	事故	B-	D	B-	N/A	工事中：送電鉄塔の敷設は、主に人力での作業で、ほとんど重機を使用しないが、鉄塔の高さが 30 メートルとなり、また鉄塔の間には構造物があるため、工事中、作業員の落下事故や、部品の落下による構造物の破損が想定される。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	N/A	N/A	

凡例：

A+/-：大きな影響が見込まれる。

B+/-：多少の影響が見込まれる。

C+/-：影響不明。今後の調査により判断される。

D：ほとんど影響は見込まれない。

[出所] 準備調査団

2-2-3-1-9 緩和策

環境社会影響評価により、負の影響があると判断された環境項目の緩和策を、表 2-2-3-1-9.1 のように検討した。

表 2-2-3-1-9.1 環境緩和策

No.	影響項目	想定される影響	緩和策	実施機関
【工事前・工事時】				
1	非自発的住民移転	住民移転（一時的を含む）による資産の損失	<ul style="list-style-type: none"> ESIA を実施する中で、GRIDCo の「送電線事業における環境社会影響管理方針」と「用地取得・住民移転方針（案）」を基本とし、JICA 環境社会配慮ガイドライン、世界銀行の OP 4.12 を踏まえた RAP を作成し、これを実行する。 	GRIDCo、ECG、ローカルコンサルタント
2	貧困層	移転を伴う貧困占有者の収入・生計の損失	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	同上

No.	影響項目	想定される影響	緩和策	実施機関
4	経済活動、生活・生計	住民移転（一時的を含む）による収入・生計の損失	<ul style="list-style-type: none"> ESIA を実施する中で、GRIDCo の「送電線事業における環境社会影響管理方針」と「用地取得・住民移転方針（案）」を基本とし、JICA 環境社会配慮ガイドライン、世界銀行の OP 4.12 を踏まえた RAP を作成し、これを実行する。 	GRIDCo・ECG、ローカルコンサルタント
7	公共・生活施設・サービス	電話線、水道管、排水溝の損傷	<ul style="list-style-type: none"> 施工監理コンサルタントと請負業者は、電話会社や自治体と調整の上、沿道インフラ用地に埋設された電話回線や水道管、あるいは排水溝の位置を把握し、これらを損傷しないよう埋設ケーブル工事を行う。 	施工監理コンサルタント、請負業者
16	労働環境	変電施設・送電線工事の労働者の健康・安全	<ul style="list-style-type: none"> GRIDCo は「送電線事業における環境社会影響管理方針」に従い、施工管理コンサルタント・請負業者から提出される衛生・安全・環境社会環境管理計画を入札時に確認する。これに基づき、施工管理コンサルタントと請負業者は安全・管理業務を遂行し、労働者・住民の事故リスクを回避・低減する。 労働法に基づき、労働者に対して保護用備品を提供し着用を義務づけ、安全な労働環境を整える。 	GRIDCo・ECG、施工監理コンサルタント、請負業者
22	水質汚濁	変圧器の絶縁油漏れによる地下水の汚染	<ul style="list-style-type: none"> 絶縁油は変圧器と同様に、金属閉鎖箱に収められるが、さらに絶縁油漏れを防止するため、変圧器の下にピットを設置する。 	施工監理コンサルタント、請負業者
23	土壌汚染	変圧器の絶縁油漏れによる土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	同上
24	廃棄物	相手国負担により撤去される既設 33kV 準送電線の処理	<ul style="list-style-type: none"> GRIDCo・ECG は、撤去された既設 33kV 準送電線・鉄塔をリサイクルし、できないものは廃品業者に引き渡し処理する。 	GRIDCo・ECG
29	事故	送電線工事による労働者・住民の事故	<ul style="list-style-type: none"> 「労働環境」項目と同様である 電線の撤去や敷設は、空中で細いワイヤから太いものを段階的に通していくため、鉄塔間に落下防止ネットを張り、落下事故を防ぐ 	GRIDCo、施工監理コンサルタント、請負業者
【供用時】				
25	騒音・振動	アクラセントラル境界変電所の変圧器から発生する稼働音による騒音	<ul style="list-style-type: none"> 夜間の騒音基準値：60 dB(A)を順守するため、変圧器を金属閉鎖箱に設置する 	施工監理コンサルタント、請負業者

注：*GRIDCO

[出所] 準備調査団

2-2-3-1-10 環境管理計画・モニタリング計画

GRIDCo は、ESIA の中で環境管理・モニタリング計画を策定するが、本準備調査の中で環境緩和策にもとづき、モニタリング計画案を表 2-2-3-1-10.1 のように検討した。住民移転実施活動のモニタリングが主項目となる。また、環境保護庁は、通常環境承認（EPA）の中で、特に工事期間の影響緩和対策として、工事活動による公害影響に関わる管理・モニタリング事項を条件として付帯する。GRIDCo と工事請負業者は、この条件を満たすため、工事の影響（公害

や安全確保)を緩和する対策を含む環境管理計画を作成し実行する。これには通常、廃棄物処理、資材保管・管理、土壌流出防止、水資源安全管理、交通安全管理、健康・安全管理、構造物影響管理、騒音・振動管理などが含まれるため、本項目からは除外している。

GRIDCo では、技術部の環境課が主体となり、環境モニタリングを実施する。また、同部の土地管理課が、住民移転の実施活動をモニタリングする。なお、工事請負業者は、週報を GRIDCo に提出し、GRIDCo は、これをまとめて EPA にモニタリング・レポートを提出する。

表 2-2-3-1-10.1 モニタリング計画

No.	影響項目	項目	地点	時期・頻度	責任機関
【工事前・工事時】					
1	非自発的住民移転	影響住民との同意形成	計画 161kV 送電鉄塔周辺	住民移転実施期間	GRIDCo、土地委員会の土地評価部 (LVD)
		補償費支払の進捗	計画 161kV 送電鉄塔周辺	住民移転実施期間	GRIDCo、土地委員会の土地評価部 (LVD)
		影響住民移転の進捗	計画 161kV 送電鉄塔周辺	住民移転実施期間	GRIDCo
		構造物撤去の進捗	計画 161kV 送電鉄塔周辺	住民移転実施期間	GRIDCo
		苦情処理の状況	計画 161kV 送電鉄塔周辺	住民移転実施期間	GRIDCo、苦情処理委員会 (GRC)
【供用時】					
25	騒音・振動	変圧器からの騒音レベル d B(A)	アクラ・セントラル BSP	1 回/月 (供用後半年間)	GRIDCo、施工管理コンサルタント、請負業者

[出所] 準備調査団

2-2-3-1-11 ステークホルダー協議

GRIDCo は、ESIA の手順の中でステークホルダー協議を実施するが、2014 年 2 月 12 日に予備的なステークホルダー協議を開催した。GRIDCo 技術部の部長、電気系統計画課の系統計画担当者、土地管理課の環境担当者、ECG 電気系統計画課担当者を中心として、主に既設鉄塔周辺に居住する占有者に対して、本協力対象事業実施の背景、目的及びコンポーネントの内容等を説明し、質疑応答を行った。

GRIDCo 技術部部長は、25 人の参加者に対して、本協力対象事業の 161 kV 送電線は既設の 33 kV 準送電線の 15 メートルの ROW を使用し、アクラ市中心地区の電力供給を改善するため、JICA 無償資金協力を得て実施することを説明した。また、GRIDCo は、環境影響評価法 1999(LI 1652)に基づき、環境社会影響評価を実施し、影響住民の資産評価とともに住民移転計画を作成すること、提案された事業に関連する環境・社会問題を評価し、これを緩和するための措置を調査するために、環境社会影響評価と住民移転計画に着手する環境・社会調査の専門家を登用することが説明された。

参加した住民から出された主な質問は、事業の影響を受ける資産や生活への補償であった。これに対し GRIDCo 技術部部長は、GRIDCo の環境管理方針と企業責任に従い、事業によって影響を受ける個人の生活や地域社会への影響を緩和することを約束した。

2-2-3-2 用地取得・住民移転

2-2-3-2-1 用地取得・住民移転の必要性

(1) アクラセントラル境界変電所

アクラセントラル境界変電所は、既設のグラフィックロード一次変電所の敷地内に設置するため、用地取得・住民移転の必要性はない。

(2) 161kV 送電線

約 3.0 km の 161 kV 送電線（架空線）の設置は、新たな用地取得とこれに伴う住民移転を最小化するため、既設の 33kV 準送電線ルートを使用する。「ガ」国では、The Lands (Statutory Wayleaves) Act 1963 (Act 186)により、道路、電気・水道・ガス・下水・交通・通信などの公益施設、あるいは港・鉄道・路面軌道・空港に関わる施設整備について、公共用地（ROW）が設置されている。33kV 準送電線を所有する ECG の配電線建設マニュアルでは、33kV 準送電線の ROW は、幅 15 メートルとされている。そこで、161 kV 送電鉄塔をこの既設鉄塔と同じ位置に設置することにより、用地取得を必要とせず、可能な限り住民移転を最小限にとどめる計画とした。

一方、同位置における鉄塔の建て替えではあるが、周辺には鉄塔設置工事のために、資材置き場、作業のためのアクセスや安全を考慮した十分な工事スペースが必要となる。ただし、既設鉄塔周辺には、工場内の駐車場や不法占有者の簡易住居などがあるため、地上の鉄塔基礎部分のサイズを可能な限り小さくする鉄塔設計とし、住民移転をさらに最小化するように考慮した。加えて、工場内で狭隘なスペースにある既設鉄塔は、工場施設への影響を考慮し、新規鉄塔を設置しない計画とした。

なお、1 か所のみ新規の鉄塔を設置するが、アクラ市の所有するオープンスペースであるため住民移転は無い。ただし、GRIDCo は同市と用地の使用を調整することになる。また、約 0.4 km の 161kV 地下ケーブルの設置は、架空線区間と同様に用地取得・住民移転を最小化するため、既設道路脇の沿道インフラ用地内に敷設する。

2-2-3-2-2 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

(1) 用地取得・住民移転にかかる相手国制度の概要

ガーナの土地所有制度は、憲法、制定法、慣習法が基礎となっている。土地所有権の登録は、1986 年の土地所有権登録法（Land Title Registration Law 1986（PNDCL.152））に基づいて行われており、土地林業鉱業省（MLFM）が所管している。ガーナの土地制度では、現在でも慣習法が重要であり、土地所有権登録法では、慣習法を大きく次のように分類し、慣習法や部族法により土地の所有権が規定されていることが多い。

- 部族法に基づく土地所有権
- 部族法に基づく自由保有権・用益権
- 慣習法に基づく自由保有権

- 慣習法に由来する借地権
- 小作権等その他の権利

土地収用に関する法令としては、1962年に公布された土地法（2000年に改正）があり、土地収用の手続について定めている。用地取得や、建物の解体、耕作地の放棄、住民移転等が必要な場合には、土地委員会（Lands Commission）が、補償の必要性や補償額を決定することとされている。その中で土地補償額は、市場価格や再取得価格により査定されることが定められている。

また、GRIDCoは、2009年に「送電線事業における環境社会影響管理方針：Framework for Environmental and Social Management of Bulk Transmission Line Projects in Ghana」を作成しており、事業の環境管理システムを構築している。その中では、環境社会影響評価（ESIA）や用地取得・住民移転の方針を定められている。加えて、2012年には「用地取得・住民移転方針：Land Acquisition and Resettlement Policy Framework」を草案しており、GRIDCo内での最終審議を待つ段階にある。なお、これらGRIDCoの環境社会影響管理の枠組みには、世界銀行のセーフガードを適用することが示されている。

用地取得・住民移転に関わる主な法規は、以下のとおりである。

- Constitution of the Republic of Ghana, 1992
- State Lands Act, 1962 (Act 125)
- State Lands (Amendment) Act, 2000 (Act 586)
- The Lands (Statutory Wayleaves) Act, 1963 (Act 186)
- The Lands (Statutory Wayleaves) Regulations, 1964 (LI 334)
- State Lands Regulations, 1962 (LI 230)
- The Ghana Land Policy, 1999
- Framework for Environmental and Social Management of Bulk Transmission Line Projects in Ghana, 2009, GRIDCo
- Land Acquisition and Resettlement Policy Framework (Draft), 2012, GRIDCo

(2) JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

添付資料10のように、「ガ」国の法規、及びGRIDCoの「送電線事業における環境社会影響管理方針：Framework for Environmental and Social Management of Bulk Transmission Line Projects in Ghana」と「用地取得・住民移転方針（案）：Draft Land Acquisition and Resettlement Policy Framework」は、JICAガイドラインや世界銀行セーフガードが求めている住民移転方針をほぼカバーしており、大きな乖離は見られない。

(3) 本事業における用地取得・住民移転方針

上記のように、JICA ガイドラインや世界銀行セーフガードとの大きな乖離は見られず、特に GRIDCo の送電線事業における環境社会影響管理方針と用地取得・住民移転方針（案）は、世界銀行セーフガード（WB OP4.12）を順守する旨が明記されている。また、2014年1月23日に JICA 準備調査団、エネルギー省、財務省、GRIDCo および ECG によりサインされた MD においては、「ガ」国側が本事業を実施するうえで、JICA ガイドラインを順守することを了承している。よって、本協力対象事業の用地取得・住民移転方針は、GRIDCo の送電線事業における環境社会影響管理方針と用地取得・住民移転方針（案）を基本とする。

2-2-3-2-3 用地取得・住民移転の規模・範囲

(1) 人口

本対象事業に必要な用地は、既設の 33kV 準送電鉄塔の位置に建て替える 161kV 送電鉄塔周辺において、資材置き場、作業のためのアクセスや安全を考慮した十分な工事スペースとして必要となる、最大 15×15 メートル四方として、まず人口規模を確認した。

ローカルコンサルタントによる再委託調査により、この用地を占有する居住者を 2 月初旬時点において、表 2-2-3-2-3.1 のように確認した。その合計は、23 世帯、151 人であり、この居住者は、一時的を含む住民移転の対象となる。なお、これらの居住者は、既設 33kV 準送電線 ROW を不法占拠していることを認識している。

表 2-2-3-2-3.1 計画鉄塔周辺の影響占有者数

鉄塔番号	世帯数（世帯）	人口（人）
N1	0	0
N2	1	4
N3	0	0
N4	1	4
N5	0	0
N6	5	38
N7	0	0
N8	0	0
N9	9	71
N10	0	0
N11	0	0
N12	0	0
N13	0	0
N14	6	28
N15	1	6
N16	0	0
N17	0	0
N18	0	0
合計	23	151

[出所] 準備調査団

(2) 影響資産

上記 15×15 メートル四方において、23 世帯（151 人）が所有する 67 の建物（住居兼用の店

舗、あるいは住居)、及び、域外に居住する9世帯(25人)が所有する10の建物(商業・店舗利用)、計77の建物が影響を受ける。ただし、これらの建物は、木製、木・鉄・コンクリートを組み合わせたもの、あるいは鉄製のコンテナ等の簡易な準仮設の構造で、材料と大工を地元で調達し、およそ2週間から3週間で建てたものである。平均的には、一棟当たり2部屋で9平方メートル程度の広さである。室内には電気はあるが、水道、トイレ、台所はない。基本的に屋外で煮炊きし、水道とトイレは、近隣の共同施設を利用している。

表 2-2-3-2-3.2 計画鉄塔周辺の影響建物数

No.	構造物種別	用途	合計(世帯)
1	木造キオスク・木床・トタン屋根	商業・住居	9
2	鉄製キオスク・コンクリート床・トタン屋根	商業・住居	10
3	鉄製コンテナ・コンクリート床・トタン屋根	商業	7
4	木造家畜小屋	商業	3
5	木造家屋・木床・トタン屋根	住居	6
6	木造家屋・コンクリート床・トタン屋根	住居	42
合計			77

[出所] 準備調査団

(3) 生活状況

影響世帯へのヒアリング調査によれば、移転対象世帯の世帯主の職業の4割は、商店(中古衣料、プラスチック製品、スペアパーツ、靴、設備用品などの販売)を営んでおり、その他は大工、売子、山羊販売、美容師、修理工、バイクタクシー、労働者、プラスチックのリサイクルである。平均世帯月収は、1,158 ガーナセディ(463米ドル)と推定されるが、下は72 ガーナセディ(29米ドル)から、上は3,360 ガーナセディ(1,344米ドル)と差がある。また、商業・店舗利用の建物が影響する世帯の職業は、商人、労働者、スペアパーツ販売、設備用品販売、整備士、中古衣料販売などである。その平均世帯月収は、8,840 ガーナセディ(3,536米ドル)と推定され、3,840 ガーナセディ(1,536米ドル)から14,400 ガーナセディ(5,760米ドル)の幅であった。

(4) 社会的弱者

影響世帯へのヒアリングによる1か月当りの世帯収入から、1人当たりの収入を算定すると、10世帯が世界銀行の貧困ラインである1.25米ドルを下回っていた。また、社会的弱者が世帯主となっている世帯はないが、世帯構成員の中には、身体的障害を持つ者や年配者で、世帯に依存している者が、合計14人確認された。

表 2-2-3-2-3.3 弱者と想定される世帯人員

No.	タイプ	Valulnerability	合計(人)
1	高齢居住者(男性)	高齢あるいは精神的、身体的障害による依存者	4
2	高齢居住者(女性)	高齢あるいは精神的、身体的障害による依存者	3
3	高齢商業従事者(女性)	商店所有者でない、あるいは受持する商店を失う高齢者	2
4	年少居住者	精神的・身体的障害による依存者	5
合計			14

[出所] 準備調査団

2-2-3-2-4 補償・支援の具体策

上記の法規、及び GRIDCo の「送電線事業における環境社会影響管理方針」と「用地取得・住民移転方針(案)」により、GRIDCo は住民移転規模を最小化し、影響住民の生計を回復する。その補償・支援の具体策は、GRIDCo が作成する RAP で検討されるが、GRIDCo の方針にもとづき、本協力対象事業に対する補償・支援の方針、特に受給者用件、補償の算定方法に関わる方針は、以下のように想定した。

- ・ 損失タイプ：建物・構造物（住居、商店、事業所）の一部あるいは全撤去による損失、収穫前の作物の損失、移転に伴う収入損失、移転に伴う生計手段の損失、
- ・ 受給者用件：事業により影響を受ける全ての者（不法占有者を含む）
- ・ 補償条件：金銭補償、損失構造物の回復
- ・ 補償の算定方法：市場価格あるいは再取得価格による

表 2-2-3-2-4.1 エンタイトルメントマトリックス (案)

No.	損失タイプ	補償有資格者	補償資格（補償パッケージ）	実施課題・指針	責任機関
1	建築物の損失（住居・商業用）	建築物所有者	全面市場価格による建築物再建分の金銭補償	土地委員会の土地評価部（LVD）と GRIDCo による補償額と補償代替案の審査	GRIDCo、土地委員会の土地評価部（LVD）
2	商業用建築物移転による収入損失	商業用建築物所有者	5 か月間の損失手当としての金銭補償		
3	移動による収入・作業就労日の損失	居住世帯の世帯主	1 か月間の移行期間分の損失手当としての金銭補償		
4	商業建物登録の損失	商業建物登録した建築物の所有者	登録該当額の金銭補償		
5	建設工事による社会インフラの移転あるいは損傷	電話・上水・道路・排水溝等の社会インフラサービスのオーナーあるいはオペレーター	一時的移転あるいは現状回復	社会インフラサービスのオーナーあるいはオペレーターとの交渉と調整	施工管理コンサルタント、請負業者
6	建設工事による周辺コミュニティ・公共施設の損傷	周辺コミュニティ・公共施設の代表者・リーダー・管理者	施設復旧、再取得価格による金銭補償、復旧資材支給	周辺コミュニティ・公共施設の代表者・リーダー・管理者との交渉と調整	施工管理コンサルタント、請負業者

[出所] GRIDCo、準備調査団

2-2-3-2-5 苦情処理メカニズム

苦情処理メカニズムは、GRIDCo が実施する ESIA の中で作成される RAP において検討されるが、GRIDCo の「送電線事業における環境社会影響管理方針」と「用地取得・住民移転方針(案)」により、以下のような仕組みが想定される。

- ・ 苦情処理委員会（Grievance Redress Committee）：コミュニティ代表者、地方自治体、GRIDCo を主体として構成し、影響住民からの苦情処理に当たる。
- ・ 調停：苦情処理委員会によって苦情が解決でない場合、苦情を裁判にまで持ち込まないため、苦情申立人との合意に基づき、調停者を立てて苦情処理を行うことが、一つの

選択肢とされる。調停人としては、人権と行政司法委員会（Commission on Human Rights and Administrative Justice (CHRAJ)）や雇用社会福祉省（Ministry of Employment and Social Welfare）の社会福祉局（Department of Social Welfare）がある。

- 裁判所：苦情申立人が調停を望まない場合、裁判所に申し立て、その裁定を仰ぐことができる。

2-2-3-2-6 実施体制

(1) GRIDCo 技術部

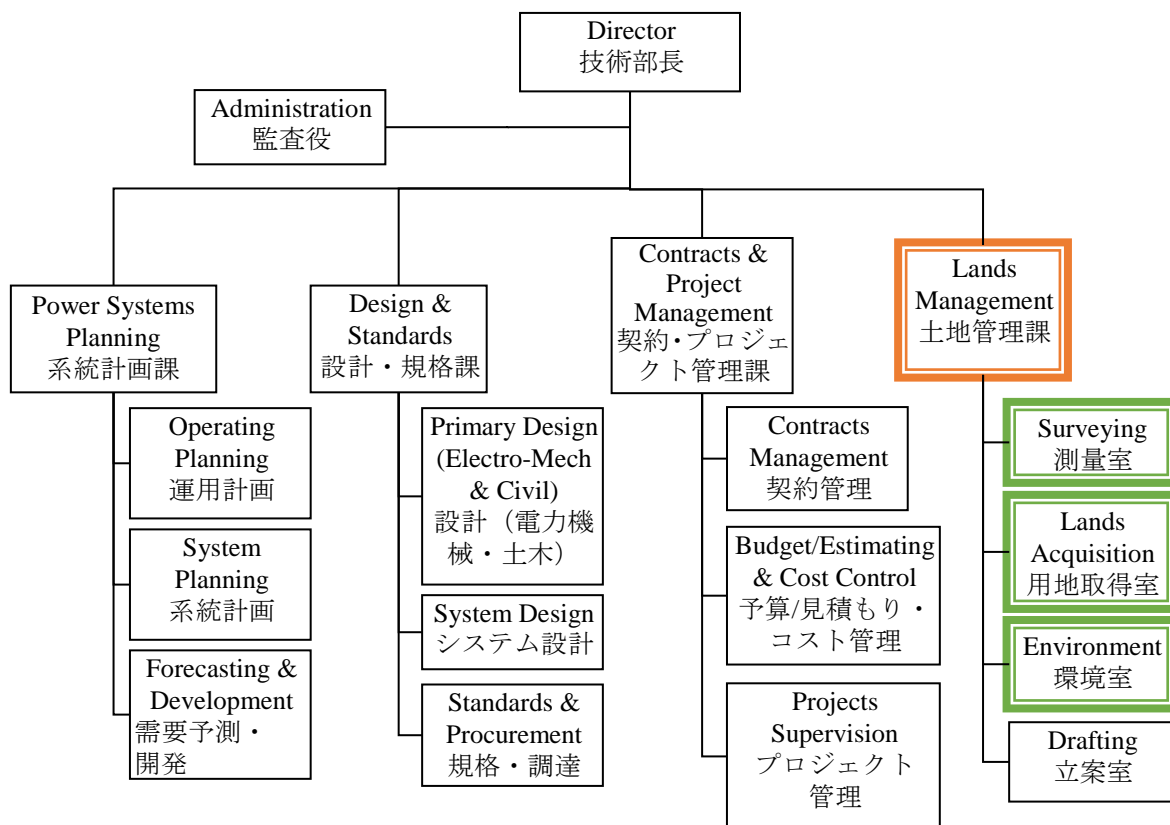
協力対象事業の実施者である GRIDCo における技術部が、用地取得・住民移転を実施する。その中でも、図 2-2-3-2-6.1 が示すように、土地管理課（Lands Management）が主体となる。各組織の役割は、以下のようにまとめられる。

- 環境室：ESIA 実施、EIS・RAP 作成、パブリックコンサルテーション、苦情処理、モニタリング・評価
- 用地取得室：ESIA 実施、EIS・RAP 作成、人口センサス・資産登録、影響資産・生計補償評価、住民説明・合意形成、補償費支払、苦情処理、モニタリング・評価
- 測量室：人口センサス・資産登録

(2) その他組織

GRIDCo 技術部以外の主な組織とその役割は、以下のとおりである。

- GRIDCo 財務部：予算措置
- 土地委員会（Lands Commission）の土地評価部（LVD：Lands Valuation Division）：人口センサス・資産登録、影響資産・生計補償評価、住民説明・合意形成、補償費支払
- 第三者査定人：影響資産・生計補償評価
- 苦情処理委員会：苦情処理
- 人権と行政司法委員会：苦情処理（調停）
- 雇用社会福祉省の社会福祉局：苦情処理（調停）
- 裁判所：苦情処理、最終判断



[出所] GRIDCo

図 2-2-3-2-6.1 GRIDCo 技術部組織構成

(3) 土地委員会土地評価部

土地委員会 (Lands Commission) の土地評価部 (LVD : Lands Valuation Division) は、公共事業の用地取得に関わる様々な資産を査定することを主目的とし、1986年に土地評価委員会 (LVB : Lands Valuation Board) として設立された。同土地評価部は、政府機関による用地取得に関し、土地、建築物、家具、付帯設備、在庫品、植物や機械を含む不動産を評価し、補償事項を決定することができ、また、これら不動産の評価について、政府機関に助言する。

なお、土地委員会 (Lands Commission) は、憲法第 258 条と土地委員会法 1994 年 (Act483) により、土地天然資源省に設立され、土地委員会法 2008 年 (Act767) により改定され、土地評価部を含む、調査・地図部、土地登記部と公共・帰属用地管理部により構成されている。同委員会は、公共用地や国家に帰属する土地を管理し、国の領域開発のための政策フレームに関し、個々の開発用地が関連する開発計画と調整するため、政府や地方自治体に助言することを主要業務としている。

2-2-3-2-7 実施スケジュール

実施スケジュールは、GRIDCo が実施する ESIA の中で作成される RAP において、最終的に検討されるが、GRIDCo の「送電線事業における環境社会影響管理方針」と「用地取得・住民移転方針 (案)」により、以下のような手順が想定される。

GRIDCo は、ESIA の中で影響住民への調査を実施し、RAP を作成するが、EN と GA 締結後、人口センサス、資産登録、補償費評価、補償策の検討に約 6 か月、これをもって影響住民との合意形成、補償費支払、移転を次の 6 か月で実施し、移転完了までおよそ 12 か月を想定している。一方、暫定的な事業工程では、既設 33kV 準送電線の撤去が、EN と GA 締結してからおよそ 14 か月後、161kV 送電線の建設が、20 か月後から予定されていることから、住民移転手続きは、本協力対象事業の工程に合わせて完了することが可能である。

表 2-2-3-2-7.1 想定される実施スケジュールと組織の役割

No.	Resettlement Steps	Responsible Organization	Expected schedule
A.	Pre-Resettlement Implementation Stage		
(1)	RAP Preparation	- GRIDCo Lands Management: Environmental Unit, Lands Acquisition Unit - Local Consultant	Through ESIA
(2)	Institutional Arrangements	- GRIDCo Engineering Department	
B.	Resettlement Implementation Stage		After EN/AG
(3)	Census and Inventory	- GRIDCo Lands Management: Surveying Unit, Lands Acquisition Unit - Lands Commission: Land Valuation Division - PAPs or PAP's representatives	About 6 months
(4)	Valuation of Lost Assets and Incomes	- GRIDCo Lands Management: Lands Acquisition Unit - Lands Commission: Land Valuation Division - Independent Valuers (Private Valuation Consultants)	
(5)	Compensation Entitlement	- GRIDCo Lands Management: Lands Acquisition Unit - Lands Commission: Land Valuation Division - Independent Valuers	
(6)	Negotiation and Consent	- GRIDCo Lands Management: Lands Acquisition Unit - Lands Commission: Land Valuation Division	About 6 months
(7)	Budget Disbursement	- GRIDCo Finance Department	
(8)	Payment and Relocation	- GRIDCo Lands Management: Lands Acquisition Unit - Lands Commission: Land Valuation Division - PAPs, Opinion leaders, an elder or chief	
C.	Cross-Culling Issues		
(9)	Public Consultation Meeting	- GRIDCo Lands Management: Environmental Unit, Lands Acquisition Unit	
(10)	Grievance Redress Mechanism (GRM)	- GRIDCo Lands Management: Environmental Unit, Lands Acquisition Unit - Grievance Redress Committee - Commission on Human Rights and Administrative Justice (CHRAJ) - Courts	
(11)	Monitoring and Evaluation	- GRIDCo Lands Management Environmental Unit, Lands Acquisition Unit	

[出所] GRIDCo、準備調査団

2-2-3-2-8 費用と財源

RAP 実施にかかる費用は、GRIDCo が実施する ESIA の中で作成される RAP で検討される。実際の補償評価は、土地委員会の土地評価部 (LVD) が中心となって行うため、本準備調査では、2014 年 3 月に実施した影響住民世帯への聞き取り調査、及び建築物の市場価格調査の結果、GRIDCo の見解を踏まえ、以下のことを想定して算定し、表 2-2-3-2-8.1 のように総額で約 138 万 6 千ガーナセディ (1 米ドル= 2.5 ガーナセディとして、約 55.4 万米ドル) と推計した。なお、この RAP 実施費用については、GRIDCo の財務部が予算措置を行う。

- 建築物補償費：影響が想定される計 77 の建築物について、再取得価格として、建築物の

構造に応じた材料費、運搬費、人件費などの市場価格から算定した。(添付資料 9-1 を参照。)

- 商業建物登録費：対象地では不法占拠ではあるが、商業専用の簡易建物 10 軒が、営業登録されていたため、この登録料を実勢価格で算定した。(添付資料 9-1 を参照。)
- 収入補償費：商業を営んでいる 19 世帯の生計手段が影響する可能性があるため、その補償として生計手段回復期間を 4 か月間、移行期間を 1 か月間として計 5 か月、また、移転の可能性がある 13 世帯の生計手段は影響しないが、移転のための移行期間の収入補償を 1 か月として算定した。(添付資料 9-2 を参照。)
- 社会的弱者補償費：14 人の社会的弱者について、世帯の一人当たり月收入から、世帯の生計手段回復期間を 4 か月間として算定した。(添付資料 9-3 を参照。)
- 技術経費：土地委員会の土地評価部 (LVD) が実施する補償額評価作業のため、その技術経費を補償費の 10%として算定した。
- GRIDCo による RAP 実施モニタリング体制を 3 人、建設期間を含む 2.5 年のモニタリング期間、実働日 700 日、一人当たり日費用を 120 ガーナセディと想定した。
- 予備費：予備費として、上記項目の合計の 10%を想定した。

表 2-2-3-2-8.1 RAP 実施費用概算

No.	項目	合計	
		(ガーナセディ)	(米ドル)
	建築物補償費		
(1)	木造キオスク・木床・トタン屋根 (商業・住居用)	25,000	10,000
(2)	鉄製キオスク・コンクリート床・トタン屋根 (商業・住居用)	120,000	48,000
(3)	鉄製コンテナ・コンクリート床・トタン屋根 (商業用)	136,500	54,600
(4)	木造家畜小屋 (商業用)	4,850	1,940
(5)	木造家屋・木床・トタン屋根 (居住用)	13,000	5,200
(6)	木造家屋・コンクリート床・トタン屋根 (居住用)	98,008	39,203
(7)	商業建物登録費	3,650	1,460
	収入補償費		
(8)	商業収入補償	502,800	201,120
(9)	移転期間収入補償	5,624	2,250
	その他		
(10)	社会的弱者補償費	58,639	23,456
(11)	技術経費 (建築物補償費(1)-(6)の 10%)	39,736	15,894
(12)	モニタリング費	252,000	100,800
	合計		
(13)	小計	1,259,807	503,923
(14)	予備費 (小計の 10%)	125,981	50,392
(15)	総計	1,385,788	554,315

注： 1 米ドル=2.5 ガーナセディ

[出所] GRIDCo、準備調査団

2-2-3-2-9 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

実施機関によるモニタリング体制は、GRIDCo が実施する ESIA の中で作成される RAP において、最終的に検討され、モニタリング体制が構築される。本準備調査では、GRIDCo の「送電線事業における環境社会影響管理方針」と「用地取得・住民移転方針 (案)」に基づき、表 2-2-3-2-9.1 のように RAP 実施モニタリング体制案を提案した。この中で、GRIDCo 技術部土地管理課が中心となって、RAP の実施活動をモニタリングする。土地管理課は、業務記録、資産

目録、補償費支払、苦情の記録一式を継続して管理する。また、LVD は、資産に対する法的な合意のために、ファイルのコピーを継続して管理する。なお、GRIDCo は、より大規模な送電線事業でモニタリング期間がさらに長期にわたる場合、あるいは必要に応じて外部モニタリングを実施することがある。

表 2-2-3-2-9.1 GRIDCo モニタリング体制案

担当部署	担当	モニタリング作業
土地取得	リーダー	1. チームリーダーとしての調整 2. 管理記録、インベントリー、評価、支払受領書、異議申立記録等の管理 3. 報告 4. その他必要作業
土地取得	スタッフ	1. 住民移転手続き 2. インベントリー、評価、同意形成、補償支払い、移転、用地確保 3. 異議申立記録 4. その他必要作業
環境	スタッフ	1. 安全衛生 2. 一般環境問題 3. 公衆衛生 4. その他必要作業

[出所] GRIDCo、準備調査団

2-2-3-2-10 住民協議

GRIDCo は、2-2-3-1-11 で説明されているように、技術部の部長、電気系統計画課の系統計画担当者、土地管理課の環境担当者を中心として、主に既設鉄塔周辺に居住する占有者に対し、予備的に住民協議を行った。占有者は、不法に居住していることを認識しており、事業実施に際し、移動することに同意を示している。ただし、住民協議の中で、参加した住民から出された主な質問は、事業の影響を受ける資産や生活への補償であった。これに対し GRIDCo 技術部部長は、GRIDCo の環境管理方針と企業責任に従い、事業によって影響を受ける個人の生活や地域社会への影響を緩和することを約束した。今後、GRIDCo は、ESIA を実施する中で、さらにステークホルダー協議を行い、その結果を RAP に反映する。

2-2-3-3 その他

2-2-3-3-1 モニタリング・フォーム案

モニタリング計画案にもとづき、モニタリング・フォーム案を表 2-2-3-3-1.1 のように検討した。

表 2-2-3-3-1.1 モニタリング・フォーム案

Monitoring Item: 1. Consent buildings with the PAPs					
Planned Number: households					
No.	Date	Location	Number of Households	Special Instructions (Questions & Answers, Opinions)	Frequency
1					After E/N and A/G, Monthly
2					
3					

No.	Date	Location	Number of Households	Special Instruction (Issues/Measures)	Frequency
Monitoring Item: 2. Progress of compensation payment Planned Number: households					
1					Monthly
2					
3					
Monitoring Item: 3. Progress of PAP relocation Planned Number: households					
No.	Date	Location	Number of Households	Special Instruction (Issues/Measures)	Frequency
1					Monthly
2					
3					
Monitoring Item: 4. Progress of structure clearing Planned Number: structures					
No.	Date	Location	Number of Structures	Special Instruction (Issues/Measures)	Frequency
1					Monthly
2					
3					
Monitoring Item: 5. Process of grievance redress					
No.	Date	Location	Number of petitioners	Special Instruction (Issues/Measures)	Frequency
1					Monthly
2					
3					
Monitoring Item: 6. Ambient noise level in dB(A)					
No.	Date	Location	Noise level in dB(A)	Special Instruction (Issues/Measures)	Frequency
1		Accra Central BSP			Monthly (a half year after the operation starts)
2					
3					

[出所] 準備調査団

2-2-3-3-2 環境チェックリスト

JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）にもとづき、送変電・配電セクターの環境チェックリストを用いて、表のように環境レビューを確認した。

表 2-2-3-3-2.1 送変電・配電セクター環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1) EIA 及び環境許認可	(a) 環境アセスメント評価報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) Y (d) N	(a) 「ガ」国において、EIA の対象事業や手順を定めている環境保護庁設置法にもとづく環境評価規則では、送電線建設には EIA が求められる。また、環境保護庁のエネルギーセクター・環境影響評価ガイドラインによれば、「70kV 以上の高圧線は、EIA が求められる。よって、本計画の環境承認のためには、EIA が想定される。なお、GRIDCo は 2013 年 10 月に、本計画を環境保護庁 (EPA) に登録し、同年 12 月に EPA より ESIA (EIA) の実施を求められている。 (b) GRIDCo 技術部は、ESIA (EIA) を 2 月より開始し、2015 年 2 月に環境承認 (EP: Environmental Permit) のを取得する見込みである。 (c) EP には、主に工事に関する付帯条件が示される。GRIDCo と施工業者により、付帯条件が満たされる。 (d) GRIDCo は、ESIA 実施の際、現地の所轄官庁に対し、ステークホルダーとしてコンサルテーションを実施し、合意を得る。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容及び影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) Y	(a) GRIDCo は、2 月にステークホルダー協議を実施し、住民代表から事業への理解を得ている。また、ESIA 実施期間においても、ステークホルダー協議が実施される。 (b) GRIDCo が実施する ESIA の中で、緩和策に反映される。
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	(a) 本計画では、協力事業対象地が市街地に位置するため、そのルートや鉄塔設置場所について、社会環境、特に住民移転への影響を最小化するために、技術的な見地とともに、代替案を検討した。そこで、必要用地に関わる鉄塔タイプにより代替案を設定し、その工法、コスト、工事に必要な用地を考慮して最適案を検討した。
2 汚染対策	(1) 水質	(a) 盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって周辺河川下流水域の水質が悪化するか。水質悪化が生じる場合、対策が用意されるか。	(a) N	(a) 本計画は、大規模な地形変革や土工は行わないため、水質が悪化するほどの土壌流出はない。また、土壌流出管理は、ESIA の環境管理計画、GRIDCo の請負業者契約規約において求められている環境管理計画の中で、その対策が盛り込まれる。
3 自然環境	(1) 保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) 本計画対象地域は、保護区内に立地しない。
	(2) 生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地 (珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等) を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。	(a)-(f) N	(a)-(f) 本計画対象地域は市街地であり、貴重動植物の生息地はない。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
		(c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断等に対する対策はなされるか。 (e) 事業実施に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種（従来その地域に生息していなかった種）、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れはあるか。これらに対する対策は用意されるか。 (f) 未開発地域に建設する場合、新たな地域開発に伴い自然環境が大きく損なわれるか。		
	(3) 地形・地質	(a) 送配電線ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はあるか。悪い場合は工法等で適切な処置が考慮されるか。 (b) 盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じるか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策が考慮されるか。 (c) 盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じるか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。	(a)(b) N (c) N	(a)(b) 本計画対象地域は、標高 10 メートル以下のほぼ平坦な地形で、大規模な地形変革や土工は行わないため、土砂崩壊や地滑りは生じない。 (c) 境界変電所建設のための基礎工事により、土壌が掘削され、その流出の可能性があるが、短期間であり、ただちに整地・締固めされるため、土砂流出への影響は小さい。また、土壌流出管理は、ESIA の環境管理計画、GRIDCo の請負業者契約規約において求められている環境管理計画の中で、その対策が盛り込まれる。
4 社会 環境	(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いが移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y (e) Y (f) Y (g) Y (h) Y (i) Y	(a) 鉄塔建設のため、その周辺において非自発的住民移転が生じる。ただし、移転を最小限に抑えるため、鉄塔タイプによる代替案を検討し、また、その設計も必要用地面積を最小化するため、技術的努力をした。結果として、22 世帯、151 人の移転住民を確認している。 (b) GRIDCo は、ESIA 実施中、補償額査定時等において、パブリックコンサルテーションを行い、影響住民に対し移転方針について説明する。 (c) GRIDCo が有する「送電線事業における環境社会影響管理方針」と「用地取得・住民移転方針（案）」に基づき、ESIA の中で RAP を作成する。同方針には、市場価格・再取得価格による補償、移転後の生計手段の回復を含む。 (d) GRIDCo が有する上記 2 つの方針に従い、補償金の支払いは移転前に行われる。 (e) GRIDCo は、ESIA の中で補償方針を含む RAP を作成する。 (f) GRIDCo が有する上記 2 つの方針に従い、社会的弱者に適切な配慮がなされる。 (g) GRIDCo は、ESIA 実施中に、パブリックコンサルテーションにより合意を得る予定である。 (h) GRIDCo 技術部の土地管理課が主体となり、実施体制を構築し、GRIDCo が予算措置を講じる。 (i) GRIDCo が持つ上記 2 つの方針に従い、モニタ

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
			(j) Y	リングが計画される。 (j) GRIDCo が有する上記2つの方針に従い、苦情処理の仕組みが構築される。
	(2) 生活・生計	<p>(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p> <p>(b) 他の地域からの人口流入により病気の発生（HIV等の感染症を含む）の危険があるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。</p> <p>(c) 鉄塔等による電波障害は生じるか。著しい電波障害が予想される場合は、適切な対策が考慮されるか。</p> <p>(d) 送電線を建設することによる線下補償等が国内法に従い実施されるか。</p>	<p>(a) Y</p> <p>(b) N</p> <p>(c) N</p> <p>(d) N</p>	<p>(a) 非自発的住民移転、あるいは一時的移転により、生活・生計への影響が想定される。ただし、GRIDCo が実施する ESIA の中で RAP が作成され、緩和策が実施される。また、工事により、道路交通や住民の移動への影響が見込まれるが、工事は主に人力で、短期間であるため影響は小さい。工事中の交通管理は、GRIDCo の請負業者契約規約において、契約時に求められている環境管理計画の中で、緩和策が明記される。</p> <p>(b) 本協力対象事業は、大規模ではなく、また、単純労働者は、地元雇用が期待されるため、他地域からの多量の人口流入は発生しない。ただし、他地域からの労働者による HIV 等の感染症のリスクはあるため、GRIDCo の請負業者契約規約の中で求められる環境管理計画にもとづき、労働者や地元民に対して啓発を行う。</p> <p>(c) 本計画は、既設送電線ルートを使用するため、鉄塔の住民の生活に影響するような電波障害は生じない。</p> <p>(d) 本計画は、既設一次変電所敷地、既設送電線ルートを使用するため、線下補償は生じない。ただし、補償が生じる場合は、GRIDCo が RAP に基づき実施する。</p>
	(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 本計画対象地域には、特に配慮すべき考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等はない。ただし、周辺には不法占拠ではあるが、簡易な礼拝所が見られるため、GRIDCo は、コンサルテーションを行う。
	(4) 景 観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策はとられるか。	(a) N	(a) 本計画対象地域周辺には、貴重な自然景観や文化的景観は無いため影響は見込まれない。また、送電鉄塔は、既設鉄塔よりも高くなるが、既設 33kV 準送電線ルートを使用するため、既設景観を大きく改変するものではない。
	(5) 少数民族、先住民族	<p>(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。</p> <p>(b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。</p>	(a)-(b) N	(a)-(b) 本計画対象地域には、少数民族、先住民族の居住地はない。
	(6) 労働環境	<p>(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。</p> <p>(b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。</p>	(a)-(d) Y	(a)-(d) 施工管理者と請負業者は、日本の会社となるため、その施工マニュアル、及び GRIDCo の請負業者契約規約の中で求められる環境管理計画にもとづき、当該国の労働環境に関する法律を順守し、安全衛生管理への適切な措置が講

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
		(c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。		じられる。
5 その他	(1) 工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）への緩和策があるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) N (c) Y	(a) GRIDCo の請負業者契約規約において、契約時に求められている環境管理計画の中で、工事による汚染の緩和策が明記される。 (b) 本計画地はアクラ市市街地であり、自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさない。 (c) 工事は、特殊な重機を使用しないが、境界変電所を設置する際、一部隣接道路を使用する場合があります。アクセス道路の交通量が多い場所もあり、特に道路交通への影響、ひいては近隣住民の移動、店舗の商業活動、事業所の活動などに影響を及ぼす。工事中の交通管理は、GRIDCo の請負業者契約規約において、契約時に求められている環境管理計画の中で、緩和策が明記される。
	(2) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等は適切か。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とその継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)-(b) Y (c) Y (d) Y	(a)-(b) 環境管理・モニタリング計画が、環境社会影響評価（ESIA）で計画される。 (c) GRIDCo 技術部の土地管理課が、モニタリング体制を構成し、GRIDCo と請負業者が予算措置をする。 (d) 請負業者は、毎週の報告書を GRIDCo に提出することが規定されている。また、環境承認（EP）の中で、事業者である GRIDCo が、EPA へモニタリング結果を報告することが明示される。
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、道路に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a) N	(a) 本計画は、3.4 km の送電線の敷設と既設一次変電所内の境界変電所の設置であるため、該当しない。
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) N	(a) 本計画は、3.4 km の送電線の敷設と既設一次変電所内の境界変電所の設置であるため、該当しない。

[出所] 準備調査団

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 上位目標とプロジェクト目標

ガーナ送電公社は、「ガーナ送電システムマスタープラン（Transmission System Master Plan for Ghana）」を2011年2月に完了しており、2020年までの「ガ」国全土を対象とした流通設備計画を策定している。また、ガーナ送電公社は、アメリカ貿易・開発機構（United States Trade and Development Agency：USTDA）支援のもと、2026年を目標年次とし、同マスタープランの改定作業を2012年12月に完了している。この改訂版のマスタープランが、本計画の上位計画となる。

しかしながら、この上位計画に即した電力開発事業は難航しており、「ガ」国政府は、自立持続的な社会経済の発展を実現するため、特にその障害となっている首都圏の電力流通設備について、無償資金協力事業「首都圏電力流通強化計画」を我が国に要請した。

3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は、電力流通設備の供給容量不足、設備老朽化等により経済活動に深刻な支障が生じているアクラ首都圏の現状を改善するため、同地域の流通設備の増強を図るものである。プロジェクトの概要を表3.1.2-1に、プロジェクトの系統における位置付けを図3.1.2-1に示す。

表 3.1.2-1 プロジェクトの概要

区分	主要要請コンポーネント	数量	
調達／据付	1. アクラセントラル境界変電所 (1) 161/34.5 kV 変圧器 (2) 170 kV ガス絶縁開閉装置（二重母線式） 1) 引込み用開閉装置（屋外式） 2) 変圧器用開閉装置（屋外式） 3) 母線連絡用開閉装置（屋外式） 4) 計器用変圧器（屋外式） (3) 33 kV ガス絶縁開閉装置（二重母線式） 1) 161/34.5 kV 変圧器用開閉装置（屋内式） 2) 33/11 kV 変圧器用開閉装置（屋内式） 3) 33 kV 配電用開閉装置（屋内式） 4) 母線連絡用開閉装置（屋内式） 5) 母線分割用開閉装置（屋内式） 6) 所内変圧器用開閉装置（屋内式） 7) 接地変圧器用開閉装置（屋内式） (4) SCADA 用通信設備	125 MVA×3 台 2 式 3 式 1 式 2 式 3 式 3 式 14 式 2 式 1 式 3 式 2 式 1 式	
	2. アクラセントラル境界変電所一分岐点間 161 kV 送電線 (アチモタ線用 1 回線、マラン線用 1 回線) (1) 161 kV 架空線（ACSR、複導体式、TERN） (2) 161 kV 地中ケーブル（XLPE、銅製、1 芯、1,600 mm ² ）	亘長 約 3 km 亘長 約 0.4 km	
	3. 調達資機材に係る試験器具・保守用道工具	1 式	
	4. 調達資機材に係る交換部品	1 式	
	5. 調達資機材（ガス絶縁開閉装置、変圧器、鉄塔等）に係る基礎	1 式	
	6. アクラセントラル境界変電所の制御室建屋	1 棟	
	調達		
	建築		

[出所] 準備調査団

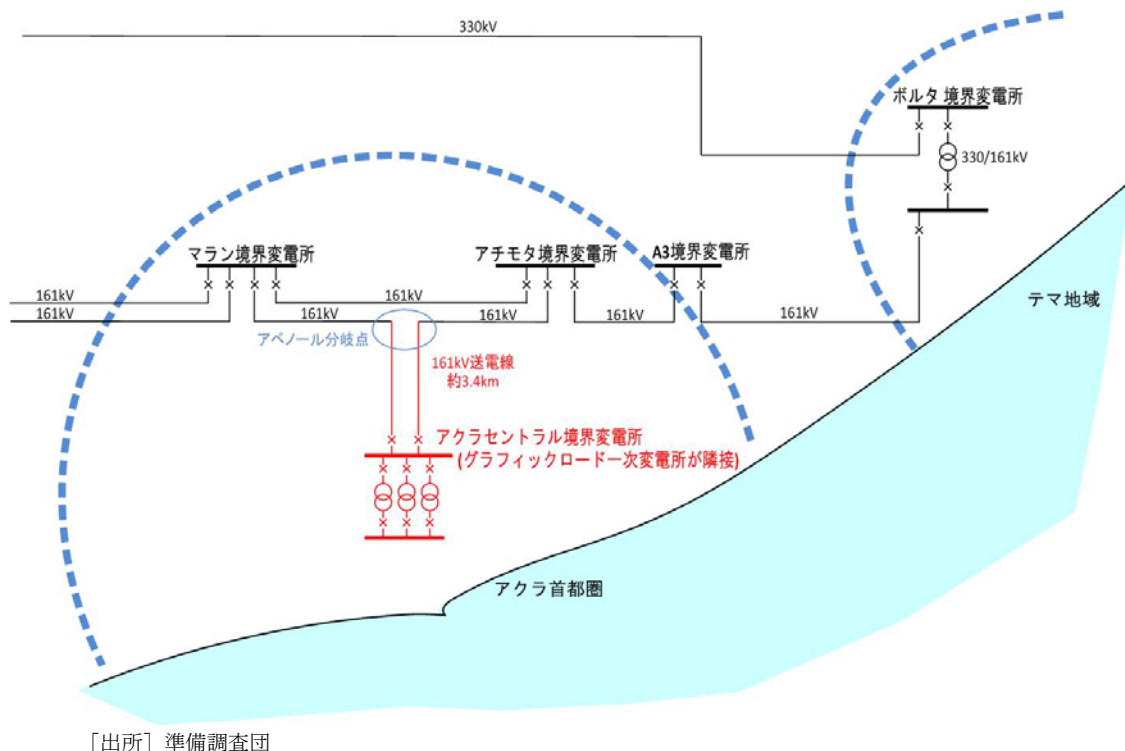


図 3.1.2-1 プロジェクトの系統における位置付け

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

本計画は「ガ」国の電力系統におけるより上位の電力流通設備に係る計画であると同時に、成長著しいアクラ首都圏の開発計画であることから、中長期的な視野から系統計画を行っておかなければ、下位の電力設備の運用、ひいては安定供給に支障をきたすことも懸念される。

本計画は緊急を要する無償資金協力事業であることと合わせて、この点留意し、供用開始後、設備寿命を全うする前に設備交換が必要となるような状況を回避すべく、プロジェクト評価の目標年次、設備計画の目標年次をそれぞれ慎重に設定する。

また、社会経済活動が活発に行われる地域での開発計画であることにも鑑み、計画段階で確実に環境社会配慮を行う方針とする。

3-2-1-2 自然条件に対する方針

(1) 温度・湿度条件に対して

本計画対象地のアクラ首都圏は、雨期が3月から7月であり、その他の期間は乾期である。アクラ首都圏内の気象は、最高気温は38℃（乾期）、最低気温は15℃（雨期）並びに雨季における平均湿度は97%となっており、乾期と雨期の特徴がはっきり分かれる気候である。本計画で採用される変電設備は、上記の気温・湿度を考慮するとともに、外気温及び直射日光による一時的な温度上昇並びに高湿度環境下で、機材が正常に動作し、運転維持管理に

支障のないように留意する。また、密閉された盤内に対しては、気温差による結露を防止するためにスペースヒーターを採用する。

(2) 天候条件に対して

本計画対象地のアクラ首都圏では、雨期における月間最高雨量は 180 mm 程度であるが、場所によってはスコールがあるため、変電設備の基礎に対しては約 1.5 m 高くする等の浸水対策を考慮する。また、本計画対象地では雨期に雷が発生することもあり、送電線鉄塔の架空地線の遮蔽角度は ガーナ送電公社基準である 15 度を採用し、遮蔽率を 95 %程度に抑える。鉄塔建設及び架線工事中に落雷事故の恐れもあるため、遠方で雷鳴が聞こえた際には一時作業を中断する等の安全配慮を行う。アクラセントラル境界変電所構内の変電設備を直撃雷から防ぐために、避雷針を本計画で整備する制御棟の屋上に設置する。

(3) その他の留意事項

本計画対象地は海岸から約 2.5 km に位置しているため塩害が懸念される。安定した電力供給を確保するため 161 kV 送電線に使用する碍子の表面漏洩距離並びに懸垂・耐張碍子の数は十分留意する。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

本計画対象地はアクラ首都圏であり、交通量の多い主要幹線道路沿いで、かつ軽工業地帯である。また、送電線の鉄柱建設位置には、電話、水道、下水等のインフラ設備が一部埋設されている。このため、工事中は、極力、周辺住民並びに交通の障害とならないように配慮すると共に、既設構造物並びに埋設物に障害を与えないように配慮する。また、送電線路設計に対しては、道路境界線沿いにある周辺の建築物等との安全離隔距離が保てるように配慮する。

3-2-1-4 施工事情に対する方針

本計画対象地はアクラ首都圏であり、大規模の各種商業施設や事務所ビル等の建設工事が行われており、電気工事会社を含むこれらの建設工事を扱う業者が複数社あり、一般的な建設工事における施工事情は良い。本計画の超高压変電設備・送電設備の工事を実施できる業者も複数社あり、サブコントラクターとして首都圏の工事業者を想定する方針とする。

3-2-1-5 現地業者、現地資機材の活用に対する方針

本計画用地が制限されているため、「ガ」国で初めての挿入となるガス絶縁開閉装置、導油風冷式変圧器等の採用が不可欠である。そのため、それらのシステムインテグレーション、据付工事における施工管理には、変電計画、送電計画に十分な技術を有する本邦技術者による統括が不可欠であり、施工体制の構築にあたっては、これに留意する。

しかしながら、「ガ」国の現地工事業者を対象とした市場調査及び実施機関の過去の工事発注資料によると、「ガ」国での工事労務者、工事車輛、建設工事機材等の調達は比較的容易である。また、本計画にて行う変電所建設・土木・建築工事・送電線建設工事のための技能工及び普通作業員は現地業者への発注が可能と判断されることから、本計画ではサブコントラクタ

一として現地業者を活用した施工計画とする。

なお、「ガ」国では変電所の土木・建築工事及び送電鉄塔基礎工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は現地調達が可能であることから、本計画では可能な限り現地調達資機材を採用する。

3-2-1-6 実施機関の維持・管理能力に対する方針

ガーナ送電公社は、本協力対象事業のような大規模な設備投資には苦慮しているものの、全国送電網の運転維持管理を安定的に行っており、系統運用については一定の技術水準を有している。本協力対象事業においては、ガス絶縁開閉装置等、「ガ」国に初めて導入となる設備を含んでいる。しかしながら、これらの設備については、従来の開閉設備等と内部構造が異なるものの、操作方法、系統保護機能等、運転維持管理上、必要となる技術は、これまで「ガ」国で適用されてきた機材の技術水準を大幅に超えるものではない。

したがって、これらの設備の運転維持管理に係る技術移転については、各機材の特性、特徴、仕様を踏まえ、メーカーの技術者により、初期操作指導、運用指導を通じて図る方針とし、系統運用、系統保護等に主眼をおいたコンサルタントによる電力技術の移転に係るソフトコンポーネントは本協力対象事業に含めない方針とする。

3-2-1-7 施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

上述の諸条件を考慮し、本計画で調達する資機材、及びその据付け範囲、並びに技術水準については以下の方針に基づき策定する。

(1) 施設・機材等の範囲に対する方針

本計画では、設備計画の目標年次である供用開始後 10 年後の電力需要想定を踏まえ、アクラ首都圏の安定的な社会経済活動に資する施設・機材等の範囲に対する方針を策定する。日本国側の協力対象事業と「ガ」国側の負担工事のすみ分けについては、「ガ」国側の実施能力を超えないよう配慮する一方、「ガ」国側で行うほうが計画上、合理的な項目については先方と協議を行いながら先方負担工事とする。

また、経済的な設計とするために、資機材の仕様は可能な限り国際規格に準拠した標準品を採用し、必要最小限の設備構成・仕様を選定することとする。

(2) グレードの設定に対する方針

本計画で建設及び調達・据付けされる電力流通設備の設計にあたっては、既設の設備構成やガーナ送電公社の技術基準・工事マニュアルに則り、供与後の運転維持管理を担うガーナ送電公社の技術レベルを逸脱しないように留意する。

3-2-1-8 工法/調達方法、工期に係わる方針

本計画は、我が国の無償資金協力のスキームに基づいて実施されるので、交換公文及び贈与契約の期限内に据付けを完了する必要がある。また、所定の工期内で完工させ、境界変電所の

建設により期待される効果を発現させるためには、日本側工事と「ガ」国側負担工事工程の協調が取れ、かつ円滑な輸送方法、諸手続き等に配慮した工程計画を策定する必要がある。

本計画では、変電所の建設と 161 kV 送電線の建設を同時に実施することから、適切な班編成により、効率的な工事を実施するよう工程計画を立てるとともに、現地業者や技術者の精通した工法を採用し、安全かつ迅速に工事が進捗するよう実施体制を構築する必要がある。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 計画の前提条件

(1) 本準備調査における電力需要想定の目的

本計画の主要コンポーネントは、アクラ首都圏の電力流通強化を目的とするアクラセントラル境界変電所（電圧階級 161/34.5 kV、設備容量 125 MVA×3 台）の建設、並びに、同変電所への 161 kV 送電線（アチモタ行 1 回線、マラン行 1 回線の合計 2 回線）の整備である。

本準備調査において、潮流解析、他の開発計画との協調性評価等、電力流通設備計画の観点から本計画の妥当性、有効性の検証に係る基礎データとして、アクラ首都圏の電力需要想定を行い、計画の前提条件を明確にすることを目的とする。

(2) 本計画の目標年次

準備調査を通じて、その緊急性、裨益性等、本計画の無償資金協力事業としての妥当性・有効性が確認された。一方で、本計画は「ガ」国電力系統におけるより上位の電力流通設備に係る計画であると同時に、成長著しいアクラ首都圏の計画であることから、中長期的な視野から系統計画を行っておかなければ、下位の電力設備の運用、ひいては安定供給に支障をきたすことも懸念される。

供用開始後、設備寿命を全うする前に設備交換が必要となるような状況を回避すべく、設備計画の目標年次については、昨今の首都圏、都市部における上位系統の電力流通強化計画等、本計画と類似する無償資金協力事業との整合性も考慮し、設備計画の目標年次を供用開始後 10 年後とする。一方、本計画は緊急を要する無償資金協力事業であるため、裨益効果の評価等、プロジェクト評価の目標年次は供用開始後 3 年後とする。

供用開始年次：	2018 年（想定）
プロジェクト評価の目標年次：	2021 年（供用開始後 3 年後）
設備計画の目標年次：	2028 年（供用開始後 10 年後）

(3) 電力流通設備、電力需要、及び電力系統の負荷率の現状

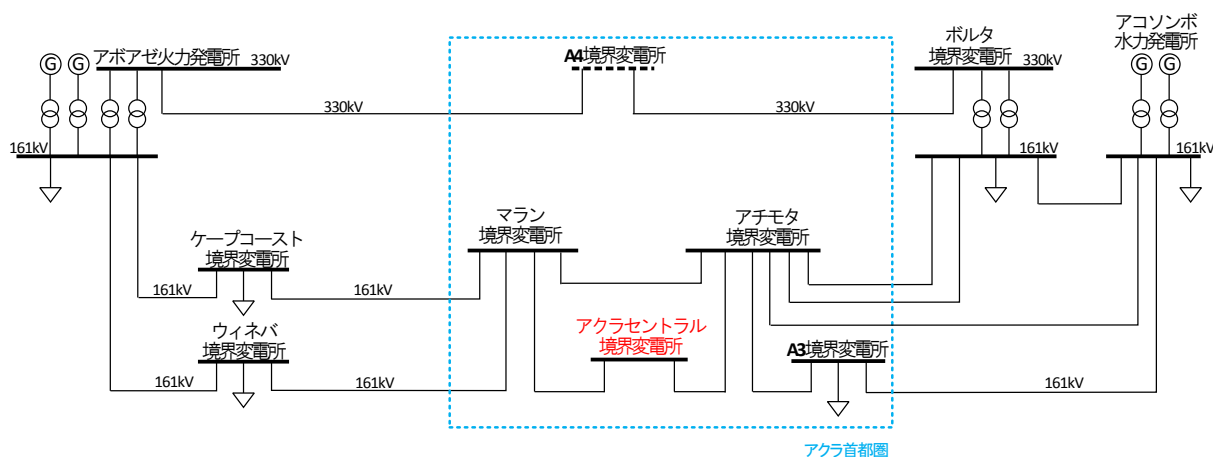
1) 電力流通設備の現状

アクラ首都圏の電力流通設備の概要を図 3-2-2-1.1 に示す。現在、アチモタ境界変電所、マラン境界変電所、A3 境界変電所が首都圏への電力供給を担っている。「ガ」国東部のアコンボ水力発電所を主要電源とし、西部のアボアゼ火力発電所が補完する水主火従の電源運用

が行われている。

アクラ首都圏の各境界変電所の設備容量を表 3-2-2-1.2 に示す。同表に示す通り現在の境界変電所の合計容量は 726 MVA であるが、首都圏の変電設備の供給容量が不足しているため、アクラ首都圏外側のウィネバ境界変電所から 161 kV 送電に加え、33 kV 準送電線を活用し、大きな電力損失を生じつつ、非効率にアクラ首都圏へ電力供給が行われている状況下にある。

この状況に鑑み、ガーナ送電公社は、2014 年末の運転開始を目指し、A3 境界変電所に設備容量 66 MVA の変電設備を 2 バンク（合計 132 MVA の増強）増強事業を行っている。「ガ」国経済は、2010 年の石油輸出の開始以降、社会経済は飛躍的な成長を見せており、それに連動する形で首都圏の電力需要も急激な成長を遂げている。図 3-2-2-1.1 に示すように、首都中心部への本計画のアクラセントラル境界変電所の整備、並びに、首都圏の拡大により徐々に発展を遂げている首都北部地域への A4 境界変電所の整備が喫緊の課題となっている。



[出所] 準備調査団

図 3-2-2-1.1 アクラ首都圏の電力流通設備の概況

表 3-2-2-1.1 アクラ首都圏に配置される既設の境界変電所

変電所	電圧階級	変圧器 タグ番号	設備容量	状態
アチモタ境界変電所	161 / 34.5 kV	5T1	66 MVA	運用中
	161 / 34.5 kV	5T2	66 MVA	運用中
	161 / 34.5 kV	5T3	66 MVA	運用中
	161 / 34.5 kV	5T4	66 MVA	運用中
	161 / 34.5 kV	5T5	66 MVA	運用中
	合計			330 MVA
マラン境界変電所	161 / 34.5 kV	37T1	66 MVA	運用中
	161 / 34.5 kV	37T2	66 MVA	運用中
	161 / 34.5 kV	37T2	66 MVA	運転中
	161 / 34.5 kV	37T2	66 MVA	運転中
	合計			264 MVA
A3 境界変電所	161 / 34.5 kV	A3T1	66 MVA	運用中
	161 / 34.5 kV	A3T2	66 MVA	運用中
	合計			132 MVA
合計容量			726 MVA	

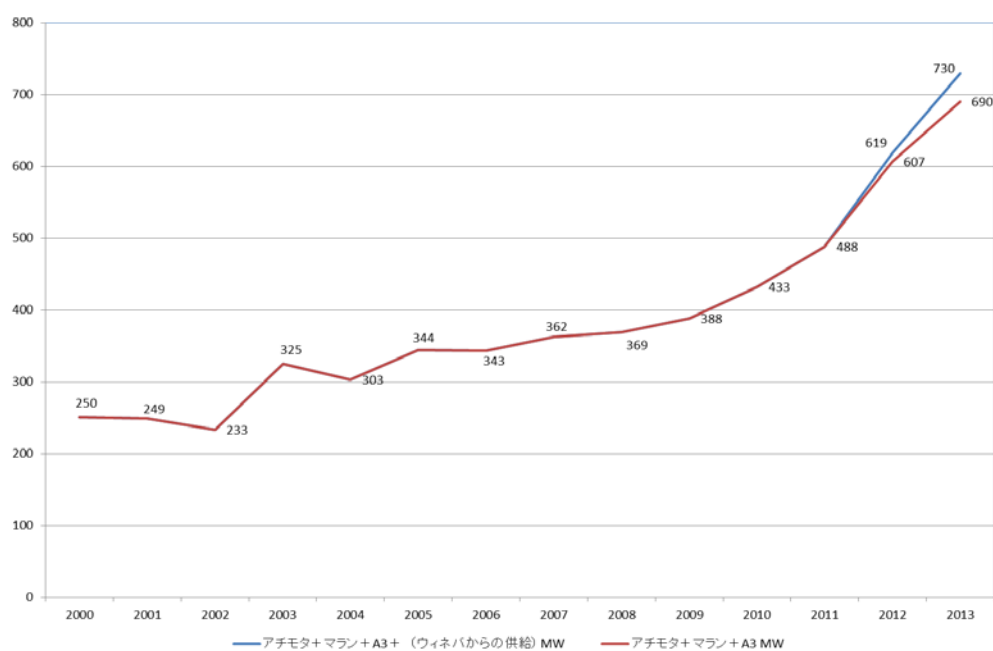
[出所] 準備調査団

2) アクア首都圏の電力需要の現状

2000年から2013年にかけて、アクア首都圏の各境界変電所の161 kV母線における年間ピークの合計値の推移を図3-2-2-1.2に示す。2010年以降、「ガ」国の社会経済の躍進と連動し、電力需要が大幅に増大している様子が確認され、2013年には、690 MWに達している。加えて、前述のようにアクア首都圏の境界変電所の設備容量がボトルネックとなり、アクア首都圏に電力供給が行えず、33 kV 準送電線を介して、ウィネバ境界変電所からアクア首都圏に供給している電力も加味すると、同図のように、2013年には730 MWにまで達している。

なお、実際のアクア首都圏の負荷の算定については上記の単純合計値に対し、同時使用率をかける必要がある点に留意する必要がある（「ガ」国の電力需要の2003年から2011年の同時使用率の平均値は92%程度である）。

また、表3-2-2-1.2に、アクア首都圏の各境界変電所の161 kV母線負荷を年間消費エネルギー基準（単位GWh）で示す。マラン境界変電所が2001年に運転を開始し、A3境界変電所が2012年運転を開始していることが確認される。



[出所] ガーナ送電公社

図 3-2-2-1.2 アクア首都圏 161 kV 母線の年間ピーク負荷の合計値推移

表 3-2-2-1.2 アクア首都圏内境界変電所の 161 kV 母線負荷（実績値）

単位：GWh/年

境界変電所	年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
アチモタ		1524	1398	1265	1423	1508	1607	1564	1572	1748	1787	1975	2117	2025	1850
マラン		-	208	415	339	371	410	502	449	612	667	774	844	1044	1184
A3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	396

[出所] ガーナ送電公社

3) 「ガ」国の電力システムの負荷率

アメリカ貿易・開発機構（United States Trade and Development Agency : USTDA）の支援のもと、2012年12月に取り纏められた技術評価報告書に示される「ガ」国の年間平均負荷と年間ピーク負荷及び負荷率を表3-2-2-1.3に示す。2000年から2011年の電力システムの負荷率の平均値は64%（国内需要）と算定されている。本計画の電力需要想定にあたっては、この数値を消費エネルギーからピーク負荷への変換に適用する。

表 3-2-2-1.3 「ガ」国の年間平均負荷と年間ピーク負荷及び負荷率

	年間平均負荷 (MW)	年間ピーク負荷 (MW)	負荷率
2003	640	1,007	64%
2004	685	1,064	64%
2005	732	1,169	63%
2006	769	1,277	60%
2007	732	1,299	56%
2008	845	1,345	63%
2009	914	1,432	64%
2010	1,005	1,615	62%
2011	1,076	1,668	65%
平均	764	1,202	64%

[出所] 技術評価報告書（Technical Assessment Report）, USTDA, 2012

(4) 本計画に係る開発計画 及び 既設の電力需要想定

1) 本計画に係る上位の開発計画

ガーナ送電公社は、表3-2-2-1.4に示すように、2011年11月に送電マスタープラン、2012年2月に発電マスタープランを策定し、「ガ」国全土の電力システムの開発を進めている。これらのマスタープランは、アメリカ貿易・開発機構（United States Trade and Development Agency : USTDA）の支援により、2012年12月にレビューが行われており、本計画にあたっては、この技術報告書と整合性を確保する必要がある。しかしながら、これらの上位計画は「ガ」国全土を対象としており、本計画のように、アクラ首都圏等、地域個別の開発にあたっては、各地域の系統構成、設備容量、需要分布等を再確認し、地域特性に順応させつつ、上位計画をブレイクダウンしていく必要がある。

なお、これらのマスタープランの目標年次は2020年から2030年の間であり、本計画のプロジェクト評価の目標年次（供用開始後3年：2017年運転開始とした場合2020年）、設備計画の目標年次（供用開始後10年：2017年運転開始とした場合2027年）と整合性が取れているため、相互検証を行うことにより、計画の妥当性、有効性の評価を確実に行うことが可能である。

表 3-2-2-1.4 本計画に係る上位の開発計画

上位計画に係る報告書	目標年次
「ガ」国送電マスタープラン報告書（2011年11月）	2020年
「ガ」国発電マスタープラン報告書（2012年2月）	2026年
アメリカ貿易・開発機構によるアフリカ東部送電線 フィージビリ ティ調査 技術評価報告書（2012年12月）	2026年

[出所] 準備調査団

2) 既存の電力需要想定

前述の上位計画では、計量経済学的手法に基づき全国の電力需要を算定し、ガーナ送電公社の経験則から各境界変電所の母線需要までブレイクダウンし、潮流解析を活用しつつ、今後の送電計画、発電計画を策定している。送電マスタープランに示されるアクラ首都圏の電力需要想定（ベースケース）を表 3-2-2-1.5 に抽出した。同表において、アチモタ境界変電所、マラン境界変電所、A3 境界変電所、A4 境界変電所の母線負荷の合計値がアクラ首都圏の総需要である（平均需要増加率 6.30%/年）。

表 3-2-2-1.5 では、アクラとテマの間に位置する A3 境界変電所（アクラ地域とテマ地域の間に位置しアクラ中心部から少し離れている）の需要が増大すると評価しているが、実際は、アクラ中心部の需要が大幅に増大しており、今回、アクラセントラル境界変電所が要請に至っている。このことから、アクラ首都圏等、地域個別の開発にあたっては、各地域の系統構成、設備容量、需要分布等を再確認し、地域特性に順応させつつ、上位計画をブレイクダウンしていく必要性が伺える。

本計画において、アクラ首都圏の最新の 161 kV 母線負荷データを踏まえるとともに、周辺地域から 33 kV 準送電線を活用した首都圏への電力供給等、全国レベルの需要推移からは確認できない潮流も考慮し、アクラ首都圏の電力需要想定をレビューする。一方で、上位計画に示される電力需要想定と大きな乖離が生じ、全体計画と整合性が失われないよう、平均需要増加率等について相互比較を行う方針とする。

表 3-2-2-1.5 アクラ首都圏の電力需要想定

境界変電所	項目	単位	実績値					想定値						
			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
アチモタ	母線負荷	MVA	288.4	324.7	285.0	285.0	285.0	285.0	285.0	285.0	285.0	285.0	285.0	285.0
マラン	母線負荷	MVA	91.8	86.3	159.5	62.0	71.5	80.0	90.5	101.7	113.5	126.0	139.2	153.3
A3	母線負荷	MVA	0.0	0.0	0.0	124.1	142.9	160.1	181.1	203.3	226.9	252.0	278.5	306.6
A4	母線負荷	MVA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	総需要	MVA	380.2	411.0	444.5	471.1	499.4	525.1	556.6	590.0	625.4	663.0	702.7	744.9

[出所]「ガーナ送電システムマスタープラン」をもとに準備調査団にて作成

(5) 本計画における電力需要想定の方法及び電力需要想定モデル

1) 本計画における電力需要想定の方法

電力需要予測の方法は、表 3-2-2-1.6 に示す二つの方法に分類される。本計画においては、前述のマスタープランと同様に、GDP、人口等、マクロ経済指標を収集することにより予測が可能な、計量経済学的アプローチによりモデルを構築し、電力需要想定を行う。

表 3-2-2-1.6 電力需要予測方法の方法と特徴

予測方法	必要データ	利点	欠点
エンジニアリング的アプローチ	設備仕様詳細 設備効率 設備運用データ (負荷率、需要率等)	膨大なデータ・資料に裏づけられているため、結果の背景を解釈しやすい。	設備現状、設備導入計画、運用計画等、膨大な基礎データを必要とする。
計量経済学的アプローチ	GDP、電力価格等の時系列データ	説明変数（外生値）の時系列データを収集すれば、容易に将来予測が可能である。	説明変数（外生値）をもとに将来予測を行っているため、結果の背景を説明し難い。

予測方法	必要データ	利点	欠点
			必要なデータの種類の少ないが、相当期間のデータ収集を必要とする。

[出所] 準備調査団

2) 電力需要想定モデル

前述の技術評価報告書において、送電マスタープラン、発電マスタープランの電力需要想定に関するレビューが行われている。マスタープランでは、「ガ」国の電力需要は実質 GDP、人口、一人あたり実質 GDP に相関性が強いと評価されていたが、技術評価報告書ではレビューが行われ、実質 GDP との相関性が最も強く、高い相関係数が得られると結論付けている。

本計画の対象地域は、政府機関、民間企業の本部事業所等が配置されるアクラ首都圏であり、「ガ」国の社会経済状況を最も反映する地域である。これを踏まえ、本計画の電力需要想定にあたっては、過去の推移における、実質 GDP とアクラ首都圏の電力需要の相関性を確認する。その結果、技術評価報告書に示される実質 GDP と「ガ」国の電力需要と同等の強い相関性が確認された場合、技術評価報告書と同様に以下に示す近似式により将来需要を想定する方針とする（ $a1$ 、 $a2$ 及び $a3$ は定数項）。

$$Ln(\text{年間消費エネルギー}_i) =$$

$$a1 + a2 \times Ln(\text{実質 GDP}_i) + a3 \times Ln(\text{年間消費エネルギー}_{i-1})$$

(6) 背景となる社会経済状況 及び 経済成長シナリオ

1) 電力需要想定背景となる「ガ」国の社会経済状況

本計画の電力需要想定に適用する「ガ」国の社会経済指標を表 3-2-2-1.7 に示す。同表は、前述の技術評価報告書において整理されているものであり、GDP は 2005 年を基準として実質 GDP としている（人口については米国 国税局、GDP については世界銀行のデータを参照している）。

表 3-2-2-1.7 「ガ」国の人口及び実質 GDP の推移

年	人口 (人)	実質 GDP (米ドル、2005 年基準)
1992	15,655,847	6,018,522,257
1993	16,141,178	6,310,420,587
1994	16,610,887	6,518,664,466
1995	16,992,937	6,786,739,258
1996	17,354,886	7,099,096,283
1997	17,722,810	7,396,999,769
1998	18,116,256	7,744,687,665
1999	18,520,249	8,085,453,654
2000	18,935,103	8,384,615,439
2001	19,357,355	8,720,000,057
2002	19,798,703	9,112,400,059
2003	20,250,113	9,586,244,863
2004	20,689,541	10,123,074,575
2005	21,126,090	10,720,336,364
2006	21,563,400	11,406,437,892
2007	21,996,825	12,143,084,616

年	人口（人）	実質 GDP（米ドル、2005 年基準）
2008	22,427,962	13,166,950,385
2009	22,858,579	13,780,416,117
2010	23,286,035	14,692,687,226
2011	23,714,498	16,690,892,880

[出所] 技術評価報告書（Technical Assessment Report）, USTDA, 2012

2) 「ガ」国の経済成長シナリオ

上位計画との整合性を図るため、「ガ」国の経済成長シナリオについても、前述の技術評価報告書を参照する方針とする。前述の技術評価報告書に示される「ガ」国の経済成長シナリオを表 3-2-2-1.8 に示す。

表 3-2-2-1.7 から算定されるように、人口については比較的緩やかな増加傾向であり、同表の期間において平均伸び率が 2%程度であるためそれをベースとし、その±0.2%をハイケース及びローケースとしている。

実質 GDP については、表 3-2-2-1.7 において、最も大きな成長を示した 2008 年及び 2011 年は 8%程度、最も成長が小さい 1994 年及び 2000 年は 4.0%、過去 5 年（2005 年から 2010 年）の平均伸び率は 6.5%となっている。これを踏まえ、表 3-2-2-1.8 の経済成長シナリオを想定している。

表 3-2-2-1.8 「ガ」国の経済成長シナリオ

項目	標準成長ケース	高成長ケース	低成長ケース
実質 GDP 成長率	+ 8.0%	+ 6.5%	+ 4.0%
人口伸び率	+ 2.2%	+ 2.0%	+ 1.8%

[出所] 技術評価報告書（Technical Assessment Report）, USTDA, 2012

(7) 電力需要想定モデルの検定

電力需要予測に使用した計量経済モデルは、（財）日本エネルギー経済研究所にて開発され、ASEAN 諸国で電力需要予測に使用されている経済予測シミュレーションソフトウェア Simple E（Expanded、V2008）で構築した。一般的に計量経済モデルは、多くの推計式や定義式の集合体として構築されるため、「モデルの妥当性」の検定が必要である。本準備調査における電力需要予測モデルの妥当性の検証は以下の指標を用いて行う。特に、決定係数については、前述の技術評価報告書において、実質 GDP と「ガ」国の電力需要との相関性は決定係数 0.97 以上が確保されているため、本計画の電力需要想定においても、同様の相関性を確保する方針とする。

- 決定係数（R2）：0.95 以上
- ダービン・ワトソン比：1.00～3.00 を目標とする。
- 係数の符号検定：経済原則との相関によるチェックを行う。

(8) アクラ首都圏の電力需要想定

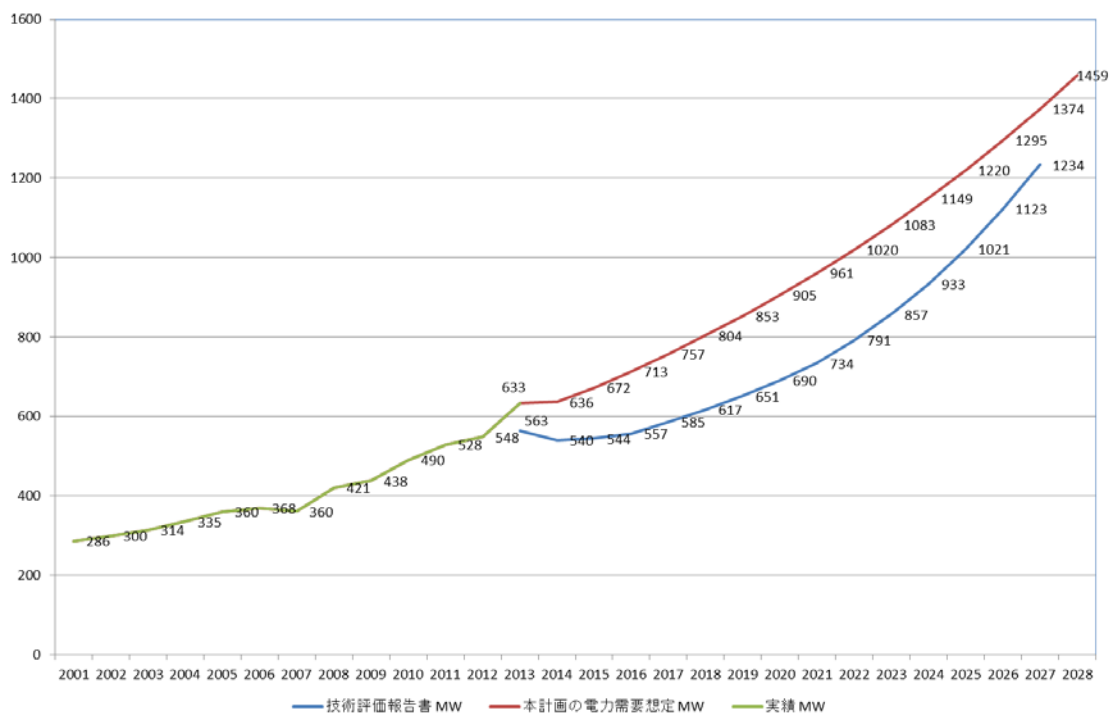
前述のソフトウェアを用いて、以上の方針を踏まえ、得られた電力需要想定に係る近似式を以下に示す。この近似式において、決定係数（R-square）については、0.974 が確保されて

おり、実質 GDP とアクラ首都圏の電力需要において、評価報告書で分析されている実質 GDP と「ガ」国の電力需要の相関性と同等の強い相関性が確認された。ダービン・ワトソン比に関しても、2.01 と 2 に極めて近い数値が得られており、構築したモデルにおいて攪乱項の系列相関性が無いことが確認された。

以上の検定結果から以下の近似式で示される近似モデルの妥当性が確認された。

$$\begin{aligned} \text{Ln}(\text{年間消費エネルギー}_i) = \\ -13.082 + 0.86707 \times \text{Ln}(\text{実質 GDP}_i) + 0.84191 \times \text{Ln}(\text{年間消費エネルギー}_{i-1}) \end{aligned}$$

この近似式から、表 3-2-2-1.8 の経済成長シナリオをもとに、アクラ首都圏の電力需要想定を行った結果、図 3-2-2-1.3 が得られる（負荷率 64%とする）。同図に合わせて、前述の技術評価報告書に示されるアクラ首都圏の電力需要想定（負荷率 64%としアクラ首都圏の境界変電所の 161 kV 母線負荷の合計値より算定）を示す。



[出所] 準備調査団

図 3-2-2-1.3 アクラ首都圏の電力需要想定

本計画の電力需要想定は、ウィネバ境界変電所からの 33 kV 準送電線を通じてアクラ首都圏に供給される電力も、実情に合わせて加味しているため、技術報告書の想定結果より若干高い結果となっている。

また、本計画の電力需要想定は、アクラ首都圏の地域特性を忠実に反映するため、過去 15 年程度のアクラ首都圏の電力需要想定とマクロ経済指標の相関性からモデルを構築している。そのため、技術報告書のモデルでみられる 2014 年における需要の減少等、実際のアクラ首都圏の現状から想定しにくい状況も改善されている。

本計画の電力需要想定における平均需要増加率は6%から6.5%程度であり、技術報告書で想定しているアクラ首都圏の増加率とも整合性が確保されている。

本計画にあたっては、得られたアクラ首都圏の電力需要想定を基礎データとし、潮流解析、他の開発計画との協調性評価等、本計画の妥当性、有効性の評価を行う。得られた電力需要想定において、プロジェクト評価の目標年次（2021年）の電力需要は949 MW、設備計画の目標年次の電力需要は1,459 MWと算定されている。

(9) アクラ首都圏の各境界変電所及び一次変電所の母線負荷への展開

準備調査を通じて確認された、本計画の設備計画の目標年次までのアクラ首都圏の境界変電所建設計画を表3-2-2-1.9に示す。潮流解析を行う基礎データとして、アクラ首都圏の負荷分布を想定する必要がある。既設のアチモタ境界変電所、マラン境界変電所、A3境界変電所に加え、表3-2-2-1.9に示す境界変電所を考慮し、本計画で得られた電力需要想定をもとに、アクラ首都圏の負荷分布を想定する。

表 3-2-2-1.9 アクラ首都圏の境界変電所建設計画

流通設備計画	設備容量	供用開始時期（計画）	実施確度
アクラセントラル境界変電所 建設	375 MVA（125 MVA×3 台）	2018 年	本計画
A4 境界変電所 建設	375 MVA（125 MVA×3 台）	2020 年	計画
A3 境界変電所 変電設備増強	132 MVA（66 MVA×2 台）	2014 年	契約締結

[出所] 準備調査団

アクラ首都圏の負荷分布については、変電設備の供給能力が逼迫しているため、境界変電所の供給先となる一次変電所を境界変電所の設備容量に合わせて分配するよう系統運用を行わなければ、電力供給を確保することができない。したがって、図3-2-2-1.3で得られた電力負荷を各境界変電所の設備容量で案分し、アクラ首都圏の負荷分布と想定する。表3-2-2-1.10に負荷分布の算定結果を示す。これを基礎データとし潮流解析を行う。

なお、表3-2-2-1.10において、アクラ首都圏の外側（図3-2-2-1.1参照）の負荷分布については、前述の技術報告書で想定している数字を採用している。

また、本計画でアクラセントラル境界変電所を首都中心部に整備することにより、これまで33 kV 準送電線網の末端であった同地域へ161 kV 送電線により電力供給することが可能となる。すなわち、アクラセントラル変電所の整備は電力供給能力の増強のみならず、配電ロス、電圧降下の低減にも資する計画である。

この効果を評価するため、アクラ首都圏については、アクラ首都圏の電力需要を33 kV 母線負荷まで展開し、潮流解析を行う方針とする。しかしながら、限られた準備調査期間で膨大な構成要素からなる配電設備の特性、将来計画を把握することは困難であるため、簡便性に留意し、既設の一次変電所に加え、現状確定している一次変電所建設計画を考慮し、設備容量で案分し各一次変電所の母線負荷まで展開する方針とする。その結果を添付資料8に示す。

表 3-2-2-1.10 アクラ首都圏の電力負荷の分布

	ケース	供用開始年次 (本計画無) (本計画有)					供用開始後 3 年後 (本計画無) (本計画有)					供用開始後 10 年後 (本計画有)								
		Case 0	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8	ケース9	ケース10	ケース11	ケース12	ケース13	ケース14	ケース15	ケース16		
	西暦	2013	2016	2017	2018	2018	2019	2020	2021	2021	2022	2023	2024	2024	2025	2026	2027	2028		
	運用年数	-5	-2	-1	0	0	1	2	3	3	4	5	6	6	7	8	9	10		
(●: 運用)	要請事項 (アクラセントラル境界変電所)					●		●		●		●		●		●		●		
	アボアゼ発電所 - ケーブコースト間 330 kV 送電線延長			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	A4境界変電所							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	ボルタ - アチモタ間 送電線容量増強 (LILAC => TERN)													●	●	●	●	●		
力率		0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87		
負荷	アクラ首都圏	(1)	MW	643.4	725.6	771.8	820.1	813.9	863.8	921.1	987.4	978.4	1040.6	1105.8	1174.2	1175.3	1250.7	1328.8	1410.9	1500.6
	需要	(2)	MW	632.8	713.3	757.1	803.6	803.6	853.0	905.4	949.4	961.0	1020.1	1082.7	1149.3	1149.3	1219.9	1294.8	1374.4	1459.0
	33kV 配電損失	(3)	MW	10.6	12.5	14.7	16.5	10.3	10.8	15.7	37.9	17.4	20.5	23.1	24.9	26.0	30.8	34.0	36.5	41.6
	(4)=(3)/(1)x100	(4)	%	1.6%	1.7%	1.9%	2.0%	1.3%	1.3%	1.7%	3.8%	1.8%	2.0%	2.1%	2.1%	2.2%	2.5%	2.6%	2.6%	2.8%
	アチモタ境界変電所	(5)	MW	290.60	277.10	294.40	312.60	217.10	230.50	187.40	271.30	198.90	211.30	224.40	238.40	238.40	253.40	268.90	265.70	303.50
	需要	(6)	MW	287.63	274.35	291.20	309.09	215.08	228.30	185.81	269.09	197.22	209.34	222.20	235.85	235.85	250.34	265.72	262.05	298.42
	33kV 配電損失	(7)	MW	2.97	2.75	3.20	3.51	2.02	2.20	1.59	2.21	1.68	1.96	2.20	2.55	2.55	3.06	3.18	3.65	4.08
	(8)=(7)/(5)x100	(8)	%	1.0%	1.0%	1.1%	1.1%	0.9%	1.0%	0.8%	0.8%	0.8%	0.9%	1.0%	1.1%	1.2%	1.2%	1.3%	1.3%	1.3%
	マラン境界変電所	(9)	MW	236.60	225.20	239.80	255.00	177.00	187.50	149.80	200.47	159.00	168.90	179.50	190.50	190.50	202.80	215.00	228.40	242.60
	需要	(10)	MW	230.11	219.48	232.96	247.27	172.07	182.64	148.65	188.87	157.73	167.47	177.76	188.68	188.68	200.28	212.58	225.64	238.54
	33kV 配電損失	(11)	MW	6.49	5.72	6.84	7.73	4.93	4.86	1.15	11.60	1.22	1.43	1.74	1.82	1.82	2.52	2.42	2.76	3.06
	(12)=(11)/(9)x100	(12)	%	2.7%	2.5%	2.9%	3.0%	2.8%	2.6%	0.8%	5.8%	0.8%	0.8%	1.0%	1.0%	1.2%	1.1%	1.2%	1.2%	1.3%
	A3境界変電所	(13)	MW	116.20	223.50	237.60	252.50	174.80	185.70	152.00	207.00	161.50	171.80	182.80	194.20	194.20	206.40	219.70	233.30	247.90
	需要	(14)	MW	115.05	219.48	232.96	247.27	172.07	182.64	148.65	201.61	157.78	167.47	177.76	188.68	188.68	200.28	212.58	225.64	238.54
	33kV 配電損失	(15)	MW	1.15	4.02	4.64	5.23	2.73	3.06	3.35	5.39	3.72	4.33	5.04	5.52	5.52	6.12	7.12	7.66	8.36
	(16)=(15)/(13)x100	(16)	%	1.0%	1.8%	2.0%	2.1%	1.6%	1.6%	2.2%	2.6%	2.3%	2.5%	2.8%	2.8%	3.0%	3.2%	3.3%	3.4%	3.4%
	アクラセントラル境界変電所 (本計画)	(17)	MW	245.00	260.10	211.50	245.00	260.10	211.50	224.50	238.40	253.00	268.70	268.70	285.20	302.80	302.80	321.40	341.20	
	需要	(18)	MW	244.41	259.43	211.15	244.41	259.43	211.15	224.12	237.69	252.50	268.02	268.02	284.48	301.96	301.96	320.51	340.25	
	33kV 配電損失	(19)	MW	0.59	0.67	0.35	0.59	0.67	0.35	0.38	0.51	0.50	0.68	0.68	0.72	0.84	0.89	0.89	0.95	
	(20)=(19)/(17)x100	(20)	%	0.2%	0.3%	0.2%	0.2%	0.3%	0.2%	0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	
	A4境界変電所	(21)	MW	220.40	308.60	234.50	250.20	266.10	282.40	283.50	302.90	322.40	342.10	365.40						
	需要	(22)	MW	211.15	289.86	224.12	237.89	252.50	268.02	284.48	301.96	320.51	340.25							
	33kV 配電損失	(23)	MW	9.25	18.74	10.38	12.31	13.60	14.38	15.48	18.42	20.44	21.59	25.15						
	(24)=(23)/(21)x100	(24)	%	4.2%	6.1%	4.4%	4.9%	5.1%	5.1%	5.5%	6.1%	6.3%	6.9%							
	ケーブコースト		MW	36.91	46.29	49.99	54.61	54.61	59.66	65.18	71.21	71.21	79.22	88.14	98.05	98.05	109.08	91.01	96.06	96.06
クボン		MW	25.57	32.06	34.63	37.83	37.83	41.33	45.16	49.33	49.33	54.88	61.06	67.92	67.92	75.57	84.07	88.73	88.73	
ニュー テマ		MW	227.24	258.11	258.11	258.11	258.11	258.11	258.11	258.11	258.11	258.11	258.11	258.11	258.11	258.11	272.42	272.42		
ウィネバ		MW	15.96	20.02	21.62	23.62	23.62	25.80	28.19	30.80	30.80	34.26	38.12	42.41	42.41	47.18	52.48	55.39	55.39	
クボン発電所		MW	0.52	0.48	0.49	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.52	0.52		
アコンソボ		MW	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.84	6.84	
スマルター2		MW	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00		
小計	A	MW	1022.1	1155.2	1209.1	1267.3	1261.1	1321.7	1390.7	1469.8	1460.8	1540.1	1624.2	1713.7	1714.8	1813.6	1887.5	1996.9	2086.6	
システム損失	アコンソボ - アボアゼ間の161kV 送電損失	B	MW	20.05	25.34	25.35	29.34	27.66	30.71	28.55	32.90	32.29	38.00	37.80	43.68	38.65	45.00	51.35	54.30	65.16
	アクラ首都圏 33kV配電損失	C	MW	10.61	12.49	14.69	16.48	10.28	10.81	15.70	37.94	17.38	20.53	23.07	24.95	26.05	30.84	34.00	36.55	41.60
	システム損失合計 (B+C)	D	MW	30.66	37.82	40.04	45.81	37.94	41.52	44.25	70.84	49.67	58.53	60.87	68.63	64.70	75.84	85.35	90.85	106.76
	D/F x 100	E	%	2.9%	3.2%	3.2%	3.5%	2.9%	3.1%	3.1%	4.7%	3.3%	3.7%	3.7%	3.9%	4.1%	4.4%	4.4%	5.0%	
合計 (A+D)	F	MW	1042.15	1180.58	1234.47	1296.59	1288.72	1352.40	1419.26	1502.70	1493.12	1578.05	1662.00	1757.35	1753.41	1858.61	1938.80	2051.16	2151.72	
備考					(a)		(b)		(c)		(d)		(d)		(e)					
	(a)	アクラ首都圏に電力供給する161/34.5 kV変圧器が過負荷。																		
	(b)	要請事項の運用開始予定。																		
	(c)	本計画のシステム損失軽減効果を確認するため、本計画未実施の場合の想定損失。																		
	(d)	ボルタ - アチモタ間の送電線が過負荷。供給支障を起こさないため、2024年までに送電線増強の必要あり。																		
	(e)	アクラ首都圏に電力供給する161/34.5 kV変圧器が過負荷。																		

[注記] ・需要想定のもと一次変電所の負荷配分を添付資料 8 と想定した場合の結果。負荷配分によっては配電損失が異なる場合がある。

・表 3-2-2-1.10 に示す損失は、今回の系統モデル範囲における損失であり「ガ」国全体を表したものではない。つまり、送電損失はアコンソボ水力発電所とアボアゼ火力発電所の間、配電損失はアクラ首都圏の 33kV 準送電線と 161/33.5 kV 変圧器の損失を表す。

3-2-2-2 潮流解析

本計画の妥当性、有効性を確認するため、供用開始から 10 年後までの期間（2018 年～2028 年）について潮流解析を行った（計画効果を評価するため、2016 年から解析）。その結果、今後の「ガ」国のアクラ都市圏における著しい需要成長に対して電力を供給するうえで本計画であるアクラセントラル境界変電所は不可欠であることが確認された。

(1) 本準備調査における潮流解析の目的および基本方針

本準備調査における潮流解析の目的は、我が国の無償資金協力事業として本計画の妥当性および有効性を確認することである。

潮流解析の基本方針を表 3-2-2-2.1 に示す。上記に示す目的から、「ガ」国全体を対象とするのではなく、本計画の対象地域であるアクラ都市圏を中心とし、アコソンボ水力発電所およびボルタ変電所／テマ火力発電所（アクラ首都圏の東側）からアボアゼ火力発電所（アクラ首都圏の西側）の範囲の送電設備と、アクラ首都圏の 33 kV 配電設備をモデル構築して潮流解析を行った。図 3-2-2-2.1 にシステムモデル構築範囲を示す。

表 3-2-2-2.1 潮流解析の基本方針

対象範囲	・アクラ首都圏（図 3-2-2-2.1 参照）
電 圧	・対象範囲における送電設備（161 kV、330 kV 変電所および送電線） ・アクラ都市部における 33 kV 配電設備（33 kV 一次変電所および 33 kV 準送電線）
需 要	・3-2-2-1 計画の前提条件に示す需要想定のとおり ・力率 87%（表 3-2-2-2.5）
主な解析断面	・本計画運用開始年（2018 年） ・プロジェクト評価の目標年次（2021 年） ・設備計画の目標年次（2028 年）
評価方法	・変圧器、送電線等の過負荷の有無確認 ・母線電圧 ±5% 以内 ¹ の確認 ・三相短絡電流の確認

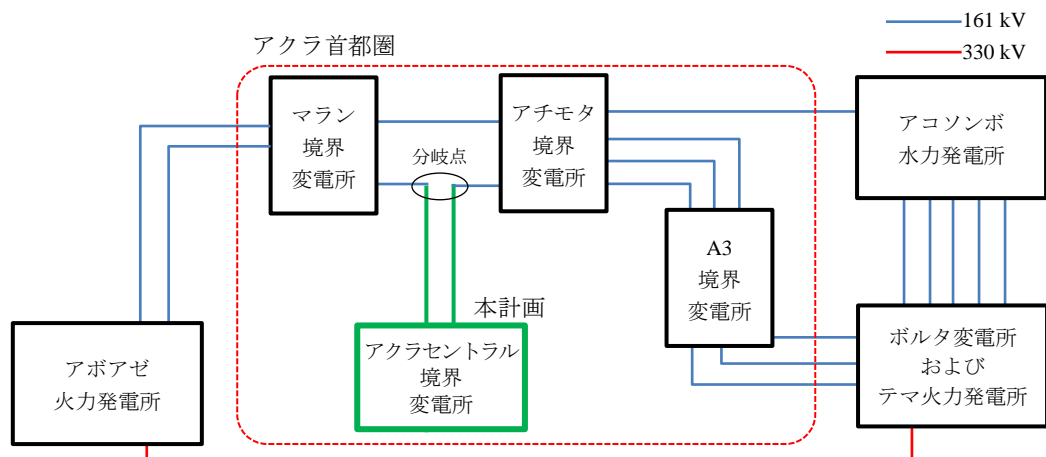


図 3-2-2-2.1 システムモデル構築範囲（潮流解析の初年度断面）

¹ 電圧許容範囲は健全時において常時公称電圧の±5%以内であると“NATINAL ELECTRICITY GRID CODE (October 2009)”の 12.10 項に規定されている。

(2) 系統データ

潮流解析を実施するにあたり、準備調査を通じて収集した主要な系統データを表 3-2-2-2.2 から表 3-2-2.4 に示す。本計画のコンポーネントを太線で囲んでいる。

なお、詳細データについては添付資料-8 に示す。

表 3-2-2.2 「ガ」国の発電設備

発電所	発電機	種類	運開年 ()は運開予定	定格容量
アコンボ	Akosombo G1	水力	1965	170.525 MW
	Akosombo G2	水力	1965	170.525 MW
	Akosombo G3	水力	1965	170.525 MW
	Akosombo G4	水力	1965	170.525 MW
	Akosombo G5	水力	1972	170.525 MW
	Akosombo G6	水力	1972	170.525 MW
アボアゼ T1	TAPCo GT1	ガスタービン	1998	120.4 MW
	TAPCo GT2	ガスタービン	1998	120.4 MW
	TAPCo HRSG	蒸気タービン	1998	123.5 MW
アボアゼ T2	TICo GT1	ガスタービン	2001	120.4 MW
	TICo GT2	ガスタービン	2001	120.4 MW
	TICo HRSG	蒸気タービン	(2015)	123.5 MW
アボアゼ T3	T1-G1	ガスタービン	2013	31 MW
	T1-G2	ガスタービン	2013	31 MW
	T1-G3	ガスタービン	2013	31 MW
	T1-G4	ガスタービン	2013	31 MW
	T1-G5 (HRSG)	蒸気タービン	2013	31 MW
アボアゼ T3 拡張	T2-G	ガスタービン	(2015)	120 MW
	T2-HRSG	蒸気タービン	(2015)	60 MW
アボアゼ T4	T4-G1	ガスタービン	(2018)	133.3 MW
	T4-G2	ガスタービン	(2018)	133.3 MW
	T4-HRSG	蒸気タービン	(2018)	133.3 MW
クボン	Kpong G1	水力	1982	45.9 MW
	Kpong G2	水力	1982	45.9 MW
	Kpong G3	水力	1982	45.9 MW
	Kpong G4	水力	1982	45.9 MW
ポネ	Kpone GT1	ガスタービン	(2014)	120.5 MW
	Kpone GT2	ガスタービン	(2014)	120.5 MW
	Kpone HRSG	蒸気タービン	(2016)	123.5 MW
アソグリ	Asogri(1) GT1	ガスタービン	2010	29.0 MW
	Asogri(1) GT2	ガスタービン	2010	29.0 MW
	Asogri(1) HRSG	蒸気タービン	2010	29.0 MW
	Asogri(2) GT1	ガスタービン	2010	29.0 MW
	Asogri(2) GT2	ガスタービン	2010	29.0 MW
	Asogri(2) HRSG	蒸気タービン	2010	29.0 MW
	Asogri(3) GT1	ガスタービン	(2016)	60 MW
	Asogri(3) GT2	ガスタービン	(2016)	60 MW
	Asogri(3) HRSG	蒸気タービン	(2016)	60 MW
	Asogri(4) GT1	ガスタービン	(2016)	60 MW
	Asogri(4) GT2	ガスタービン	(2016)	60 MW
	Asogri(4) HRSG	蒸気タービン	(2016)	60 MW
	テマ TT1PP	TT1PP GT1	ガスタービン	2009
CENIT GT		ガスタービン	2012	113.4 MW
TT1PP HRSG		蒸気タービン	(2017)	113.4 MW
テマ MRP	MRP GT1	ガスタービン	2007	47.3 MW
	MRP GT2	ガスタービン	2007	20 MW
	MRP HRSG	蒸気タービン	2007	15 MW
テマ TT2PP	TT2PP GT1	ガスタービン	2010	7.8 MW
	TT2PP GT2	ガスタービン	2010	7.8 MW
	TT2PP GT3	ガスタービン	2010	7.8 MW
	TT2PP GT5	ガスタービン	2010	13.1 MW
	TT2PP HRSG	蒸気タービン	2010	13.1 MW
ボニョレ 1	GT1	ガスタービン	(2016)	150 MW
	GT2	ガスタービン	(2016)	150 MW
	HRSG	蒸気タービン	(2016)	150 MW
ボニョレ 2	GT1	ガスタービン	(2017)	150 MW
	GT2	ガスタービン	(2017)	150 MW
	HRSG	蒸気タービン	(2017)	150 MW
ブイ	Bui1	水力	2013	133 MW
	Bui2	水力	2013	133 MW
	Bui3	水力	2013	133 MW
ワルグ	Pwalugu 1	水力	(2026)	24 MW
	Pwalugu 2	水力	(2026)	24 MW
ヘマン	Heman 1	水力	(2020)	46.5 MW
	Heman 2	水力	(2020)	46.5 MW
ジュアル	Juale 1	水力	(2020)	41.5 MW
	Juale 2	水力	(2020)	41.5 MW

[出所] ガーナ送電公社

表 3-2-2.3 アクラ首都圏周辺の主要変電設備（2018年）

変電所名	電圧	変圧器容量・台数	変圧器容量合計
A3 境界変電所	161/34.5 kV	66 MVA×4 台 (うち、66 MVA×2 台は 2014 年運用開始)	264 MVA
アチモタ境界変電所	161/34.5 kV	66 MVA×5 台	330 MVA
マラン境界変電所	161/34.5 kV	66 MVA×4 台	264 MVA
アクラセントラル境界変電所	161/34.5 kV	125 MVA×3 台	375 MVA
ボルタ変電所	330/161 kV	200 MVA×2 台	400 MVA
アボアゼ変電所	330/161 kV	200 MVA×2 台	400 MVA

(本計画)

[出所] ガーナ送電公社

表 3-2-2.4 アクラ首都圏周辺の主要送電設備（2018年）

送電線	電圧	亘長	導体	熱容量
アコソボ水力発電所－ボルタ変電所	161 kV	68 km×5 回線	LILAC (403mm ²)	213 MVA×5 回線
アコソボ水力発電所－アチモタ境界変電所	161 kV	93 km×1 回線	LILAC (403mm ²)	213 MVA×1 回線
ボルタ変電所－A3 境界変電所	161 kV	15 km×3 回線	LILAC (403mm ²)	213 MVA×3 回線
A3 境界変電所－アチモタ境界変電所	161 kV	11 km×3 回線	LILAC (403mm ²)	213 MVA×3 回線
アチモタ境界変電所－マラン境界変電所 ¹⁾	161 kV	12 km×2 回線	TERN (430mm ²) ×2 条	488 MVA×2 回線
アクラセントラル境界変電所－分岐点	161 kV	約 3 km×2 回線	TERN (430mm ²) ×2 条	488 MVA×2 回線
マラン境界変電所－アボアゼ火力発電所	161 kV	173 km×1 回線 190 km×1 回線	MISTLETOE (282 mm ²)	170 MVA×2 回線
アボアゼ変電所－ボルタ変電所	330kV	220 km×1 回線	TERN (430mm ²) ×2 条	1000 MVA×1 回線

(本計画)

1) 内、1 回線をアクラセントラル境界変電所向けに分岐

[出所] ガーナ送電公社へのヒアリングを基に準備調査団が作成

(3) 系統モデル構築

前述の系統データをもとに本計画のアクラセントラルを中心とした系統モデルを、発電、送電、配電及び産業用電力系統の設計、シミュレーション等を行う米国 OTI 社の系統解析ソフト ETAP で構築した。2013 年 5 月 7 日の「ガ」国の電力需給状況を入力した潮流解析結果を図 3-2-2.2.2 に示す。

実際のロードフローや母線電圧の状況と本潮流解析結果を照合し、本準備調査で構築した潮流解析モデルの妥当性が確認できたため、想定されるアクラ首都圏の系統計画に展開し、本計画の妥当性及び有効性を検証する。

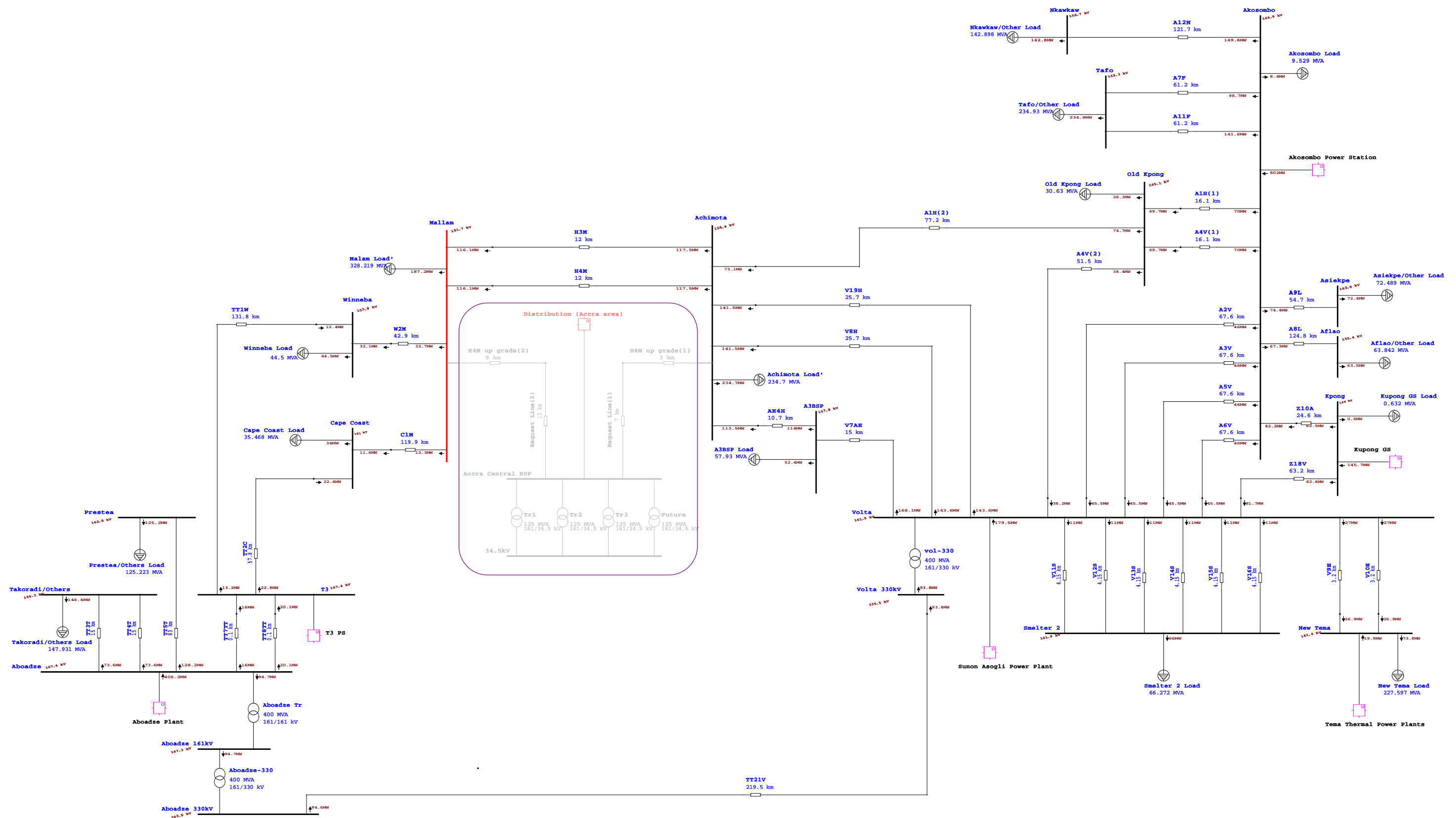


図 3-2-2.2 システムモデルおよび潮流解析結果 (負荷条件: 2013年5月7日時点)

(4) ケーススタディおよび結果

ケーススタディ及び結果は以下のとおりである。

1) 開発計画および需要

ガーナ送電公社が現時点で計画している主要な送変電設備の増強を表 3-2-2-2.5 に示す。

表 3-2-2-2.5 送変電設備の開発計画

場所/区間	内容	供用開始
アクラセントラル 境界変電所	・ 本計画の内容 ・ 161/34.5 kV 125 MVA 変圧器× 3 台 新設	2018 年
A3 境界変電所	・ 161/34.5 kV 66 MVA 変圧器×2 台 増設 ・ ボルターアチモタ間の 161 kV 送電線 3 回線を A3 境界変電所へ随時引き込み	2014 年
アボアゼー ケーブルコースト	・ 330 kV 送電線の拡張	2017 年
A4 境界変電所	・ ボルタ変電所とアボアゼ火力発電所を結ぶ 330 kV 送電線のボルタ側から 30 km 付近に新規境界変電所の開発計画 ・ アクラ首都圏（北部）に電力を供給	2020 年 (計画)
ボルターアチモタ	・ ボルタ変電所とアチモタ境界変電所を結ぶ 161 kV 送電線の改良計画	(計画中)

[出所] 準備調査団

各変電所母線の電力需要については 3-2-2-1 項に示したデータを適用する。添付資料 8 に変電所ごとの需要データの詳細を示す。

なお、アメリカ貿易・開発機構が既存のマスタープランをレビューし取り纏めた技術評価報告書を踏まえ、力率についてはアクラ首都圏の平均値である 0.87 を採用する。前述の技術評価報告書に示される各地域の力率を表 3-2-2-2.6 に示す。

表 3-2-2-2.6 各境界変電所の力率

境界変電所	力率
アチモタ	0.87
マラン	0.87
ニュー テマ	0.87
ケンヤセ	0.92
クマシ	0.87
テッチマン	0.92
タマレ	0.92
サウラ	0.92
その他	0.90

[出所] “Transmission System Master Plan for Ghana”, ガーナ送電公社, 2011 年

2) 解析結果および本計画の効果の確認

以上の前提条件をもとに行った潮流解析の結果は前述の表 3-2-2-1.10 に取り纏めた。また、各年次の解析結果図を添付資料 8 に示す。

[1] 2016年：本計画の運用開始2年前

ケース1（図3-2-2-2.3）

- ・ 図に示す変圧器容量が定格の約95%を超えるもののアクラ首都圏への電力供給が可能。

[2] 2017年：本計画の運用開始1年前

ケース2（図3-2-2-2.4）

- ・ 本計画が実施されなかった場合、図に示す変圧器が過負荷となるためアクラ首都圏への電力供給に支障を生じる可能性がある。本計画のできるだけ早い時期での運用開始が期待される。

[3] 2018年：本計画の運用開始及び効果

ケース3（図3-2-2-2.5）

- ・ 本計画が実施されなかった場合、図に示す変圧器が過負荷となるためアクラ首都圏への電力供給に支障を生じる可能性がある。

ケース4（図3-2-2-2.6）

- ・ 本計画が実施されることでアクラ首都圏への電力供給支障を解消。
- ・ 系統モデル範囲の損失7.87 MWの低減効果あり。

[4] 2021年：プロジェクト評価の目標年次の評価

ケース8（図3-2-2-2.7）

- ・ 系統上の問題なく、アクラ首都圏に電力供給が可能。
- ・ ケース7は、仮に本計画が実施されない状態で既設設備の過負荷運用ができたと想定した場合に比べて、本計画が運用開始することで系統モデル範囲の損失21.17 MWの低減効果あり。

[5] 2024年：計画的な送電線増強の必要性

ケース11（図3-2-2-2.8）

- ・ 需要増加から2024年に、アクラ首都圏に電力を供給するボルタ変電所－A3境界変電所間の送電線3回線が過負荷となるためアクラ首都圏への電力供給に支障を生じる。

ケース12（図3-2-2-2.9）

- ・ ガーナ電力公社は送電線をLILACからTERNへの増強を予定はしているが、ボルタ変電所－A3境界変電所間の送電線3回線を増強が確実に行われれば、アクラ首都圏の電力供給支障はない。

[6] 2028年：設備計画の目標年次の評価

ケース16（図3-2-2-2.11）

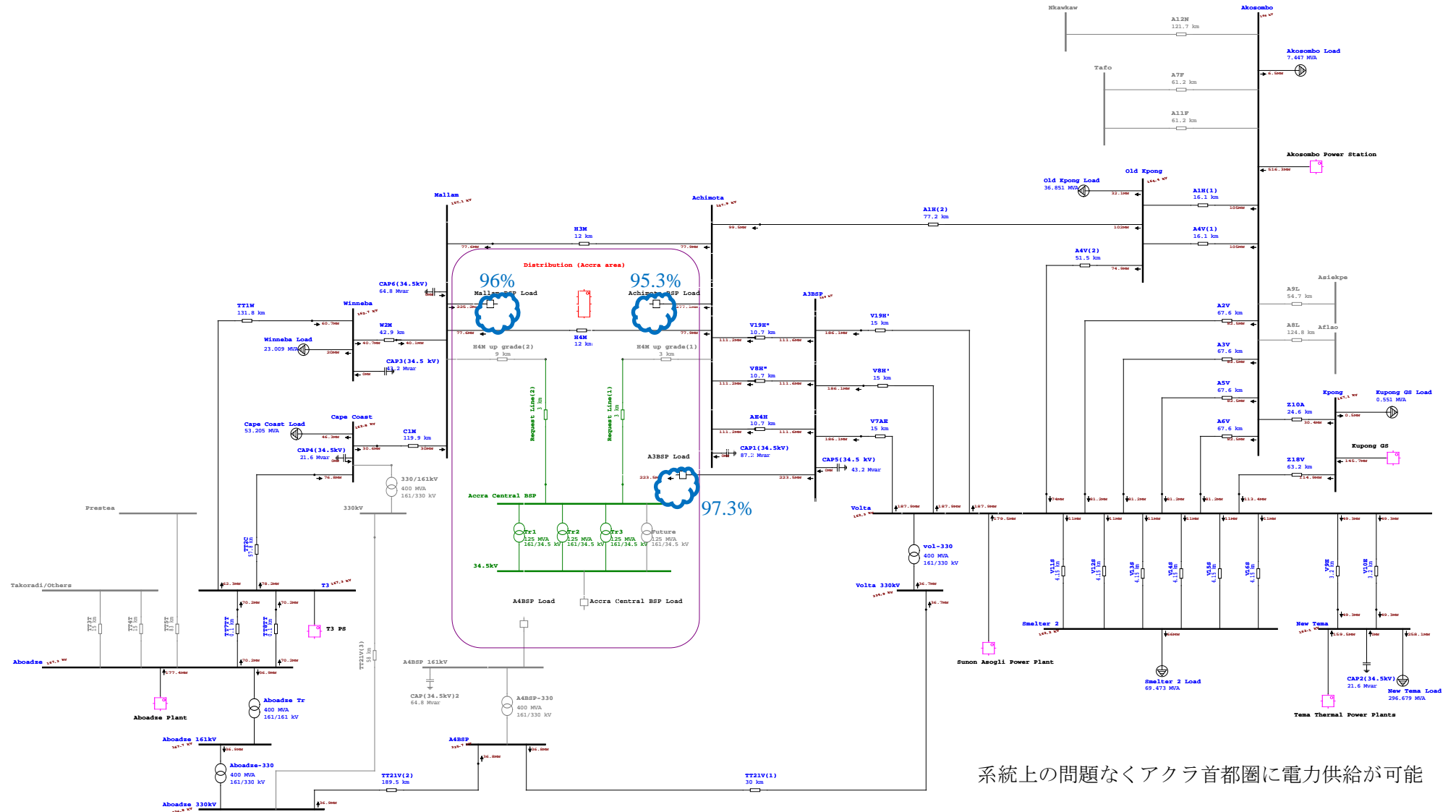
- ・ 目標年次の1年前（2027年）の需要想定に対しては、ケース15（図3-2-2-2.10）が示すとおり、系統上の問題なし（ただし、[5]で述べた送電線増強は必要）。
- ・ 2028年にはアクラ首都圏に電力を供給する変圧器が過負荷となるため、「ガ」国は2028年までにアクラ首都圏の変圧器を増設する必要がある。

3) 短絡電流の確認

表 3-2-2-2.2 に示す「ガ」国の発電設備をすべて並列させた状態（2028 年）で三相短絡電流を計算した。この結果を表 3-2-2-2.7 に示す。

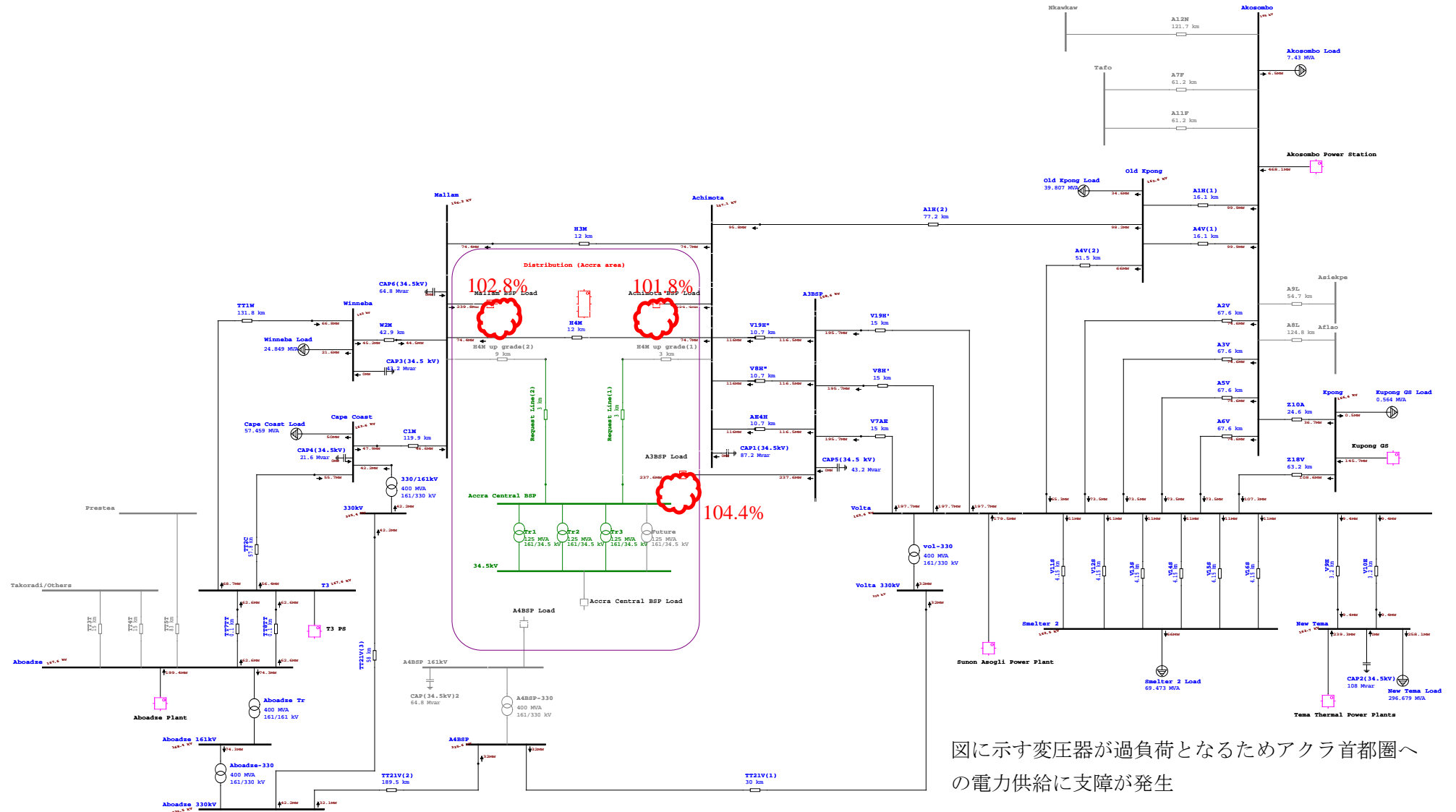
表 3-2-2-2.7 短絡電流

変電所	母線電圧	短絡電流
アクラセントラル 境界変電所	161 kV	17.2 kA
	34.5 kV（系統分離）	25.5 kA/14.3 kA
	34.5 kV（並列供給）	32.6 kA



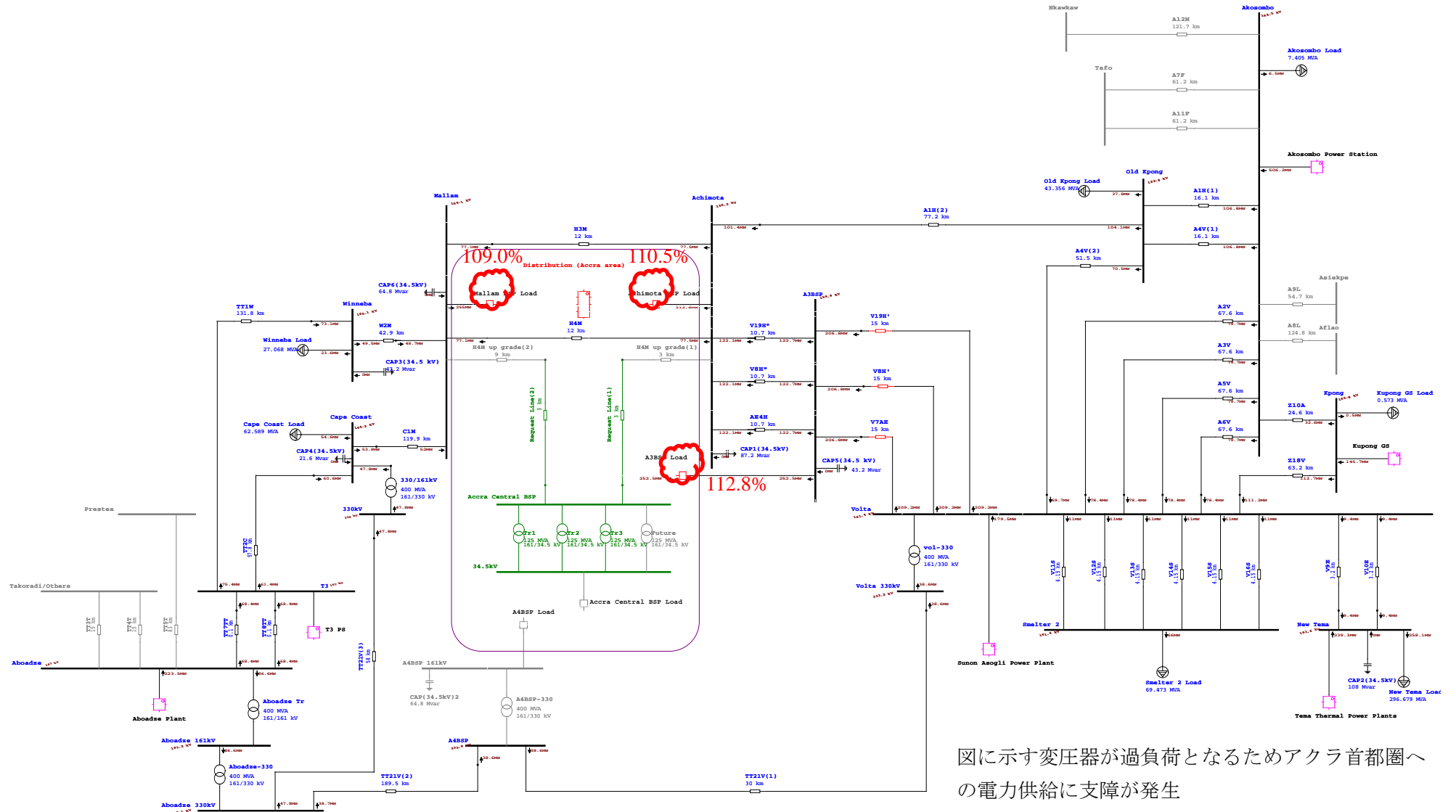
系統上の問題なくアクラ首都圏に電力供給が可能

図 3-2-2.3 ケース 1 (2016 年断面 : 本計画を 実施しない 場合)



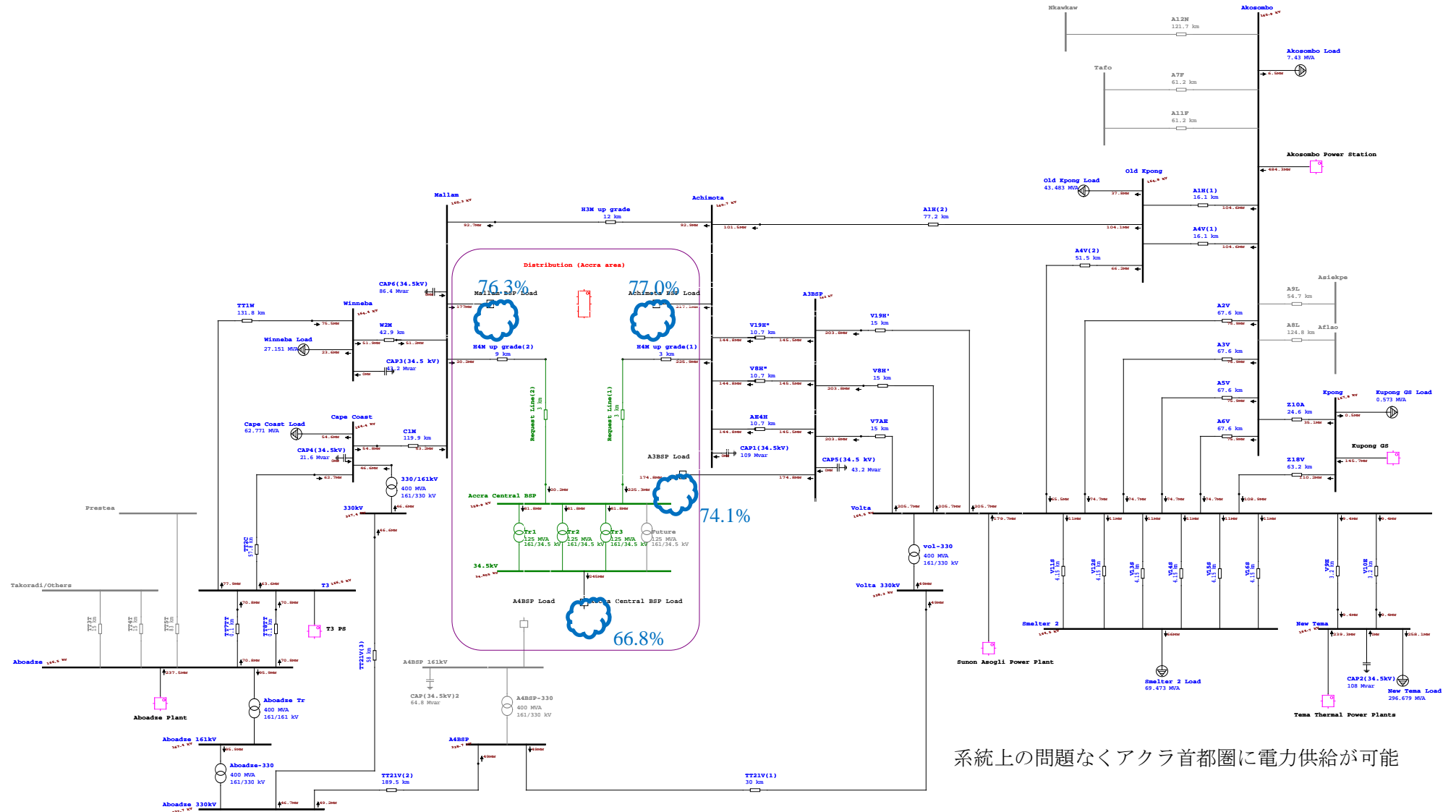
図に示す変圧器が過負荷となるためアクラ首都圏への電力供給に支障が発生

図 3-2-2.4 ケース 2 (2017 年断面 : 本計画を 実施しない 場合)



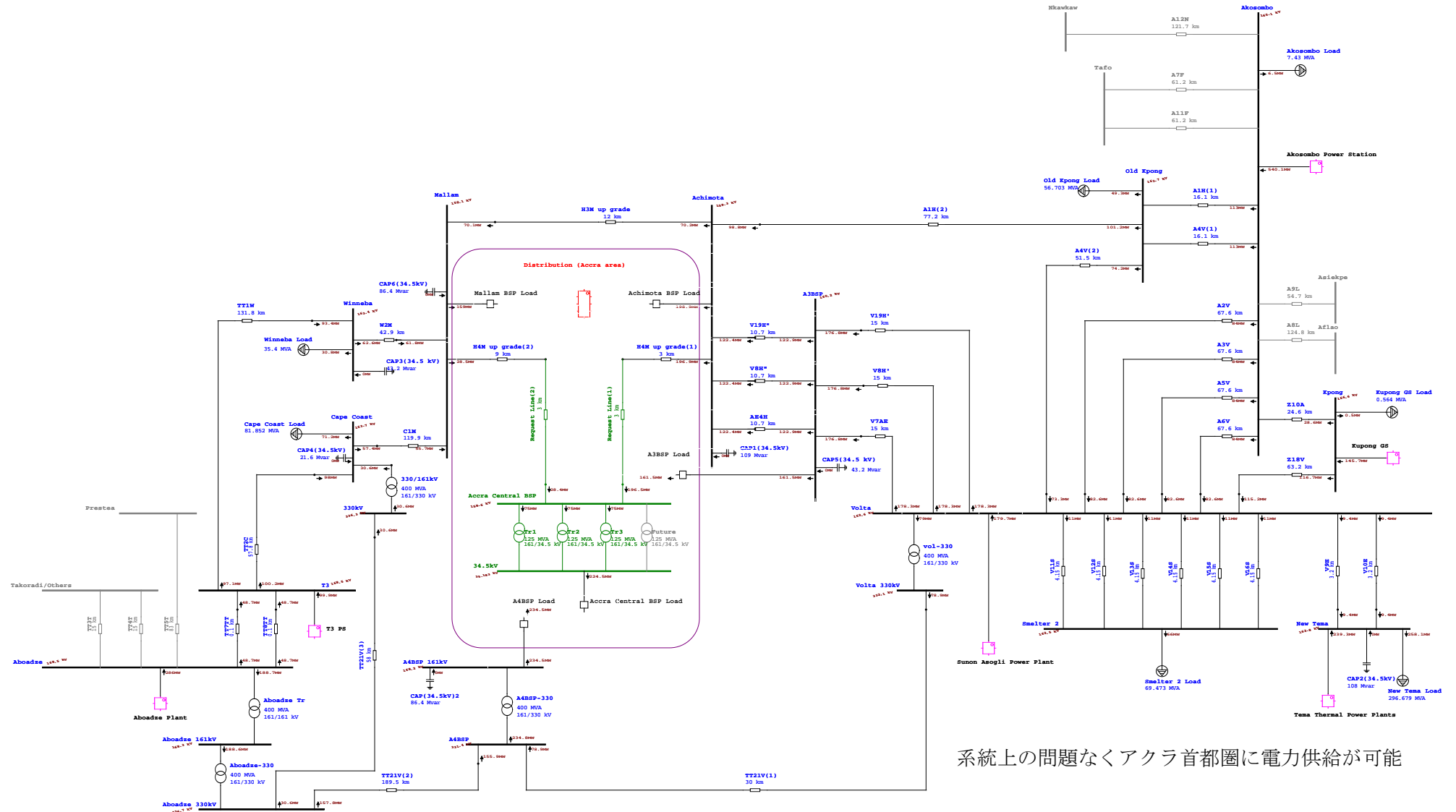
図に示す変圧器が過負荷となるためアクラ首都圏への電力供給に支障が発生

図 3-2-2.5 ケース 3 (2018 年断面 : 本計画を 実施しない 場合)



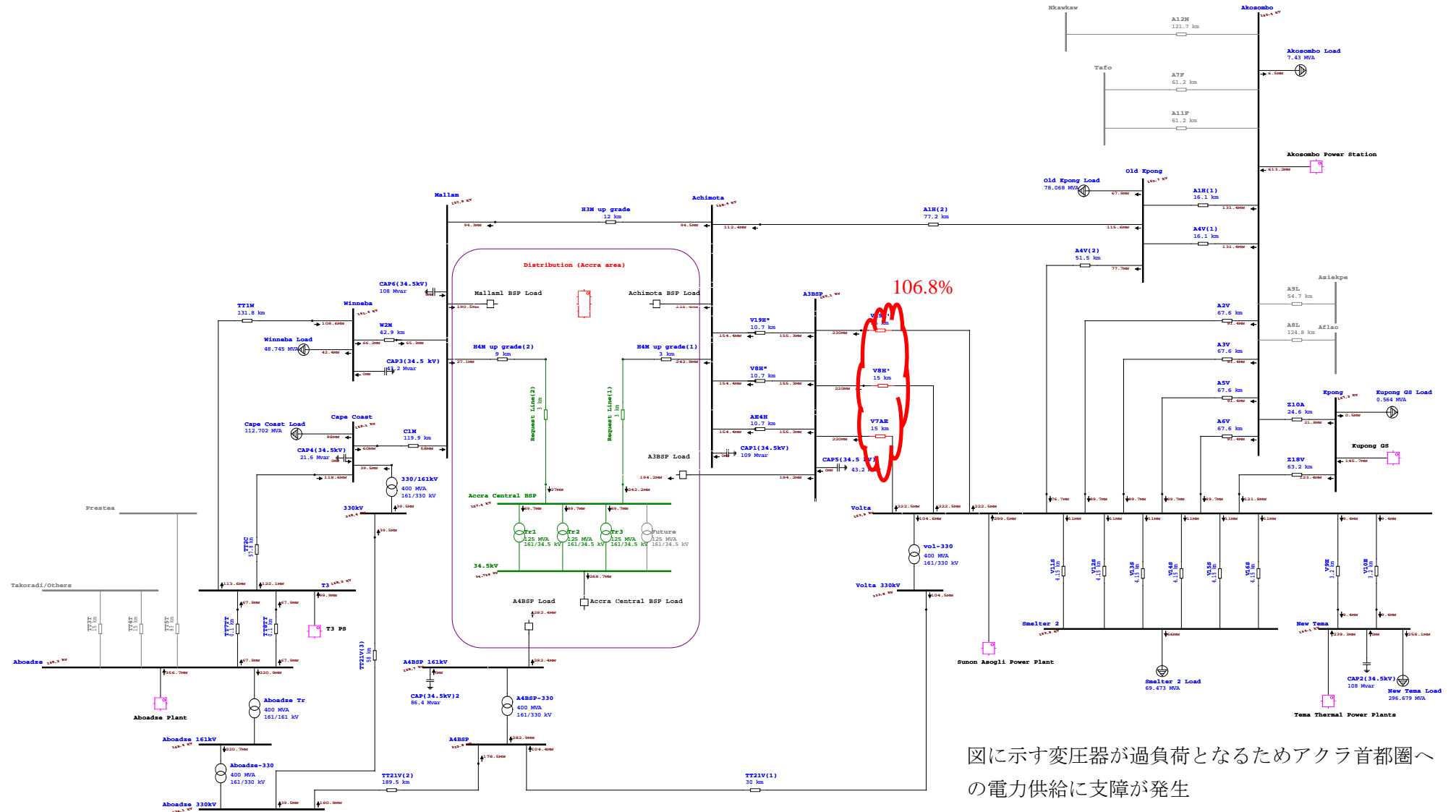
システムの問題なくアクラ首都圏に電力供給が可能

図 3-2-2.6 ケース 4 (2018 年断面 : 本計画を実施する場合)



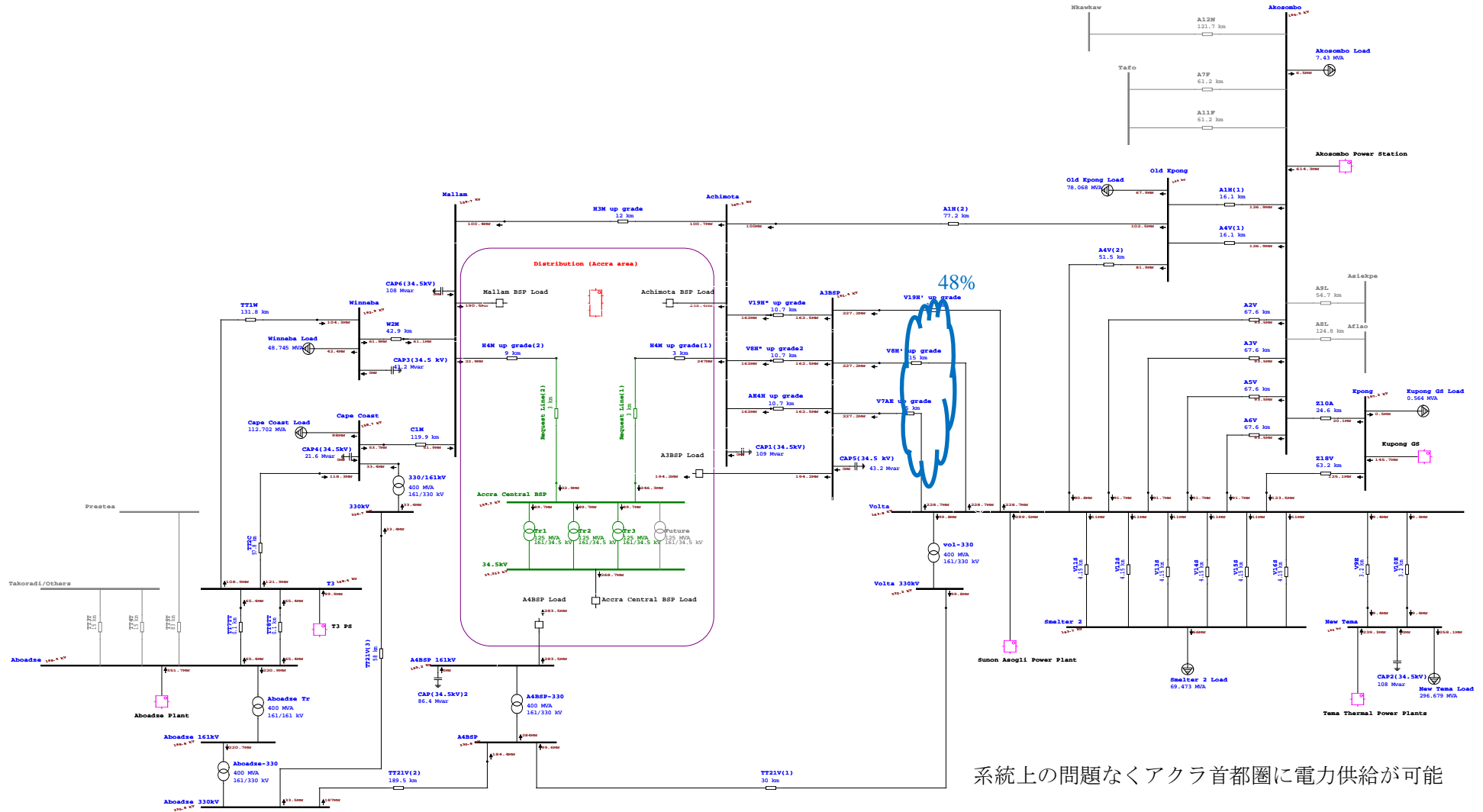
系統上の問題なくアクラ首都圏に電力供給が可能

図 3-2-2.7 ケース 8 (2021 年断面 : 本計画を実施する場合)



図に示す変圧器が過負荷となるためアクラ首都圏への電力供給に支障が発生

図 3-2-2.8 ケース 1 1 (2024 年断面 : 本計画を実施、送電線増強を実施しない場合)



系統上の問題なくアクラ首都圏に電力供給が可能

図 3-2-2-2.9 ケース 1 2 (2024 年断面 : 本計画及び送電線増強を実施する場合)

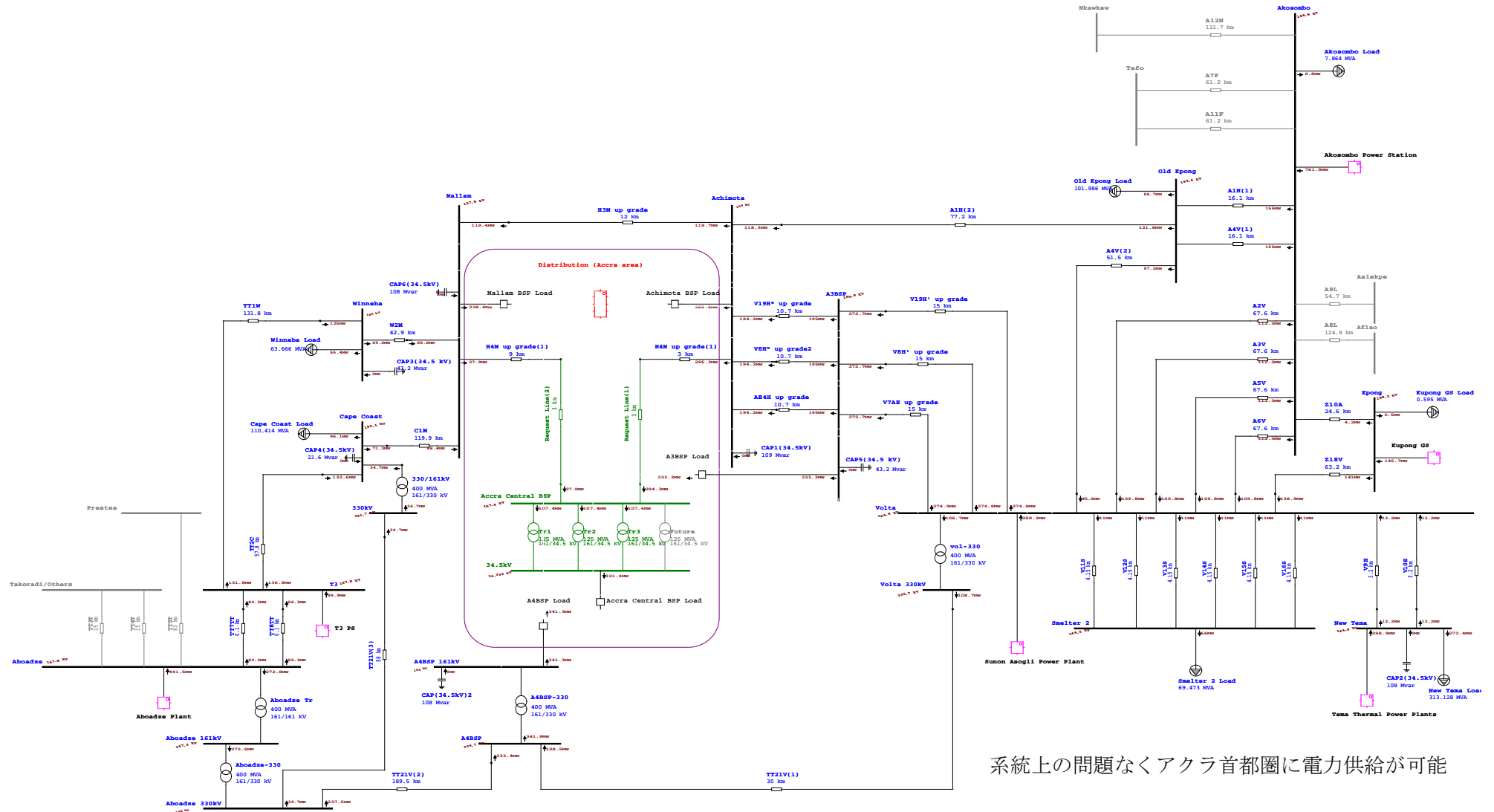
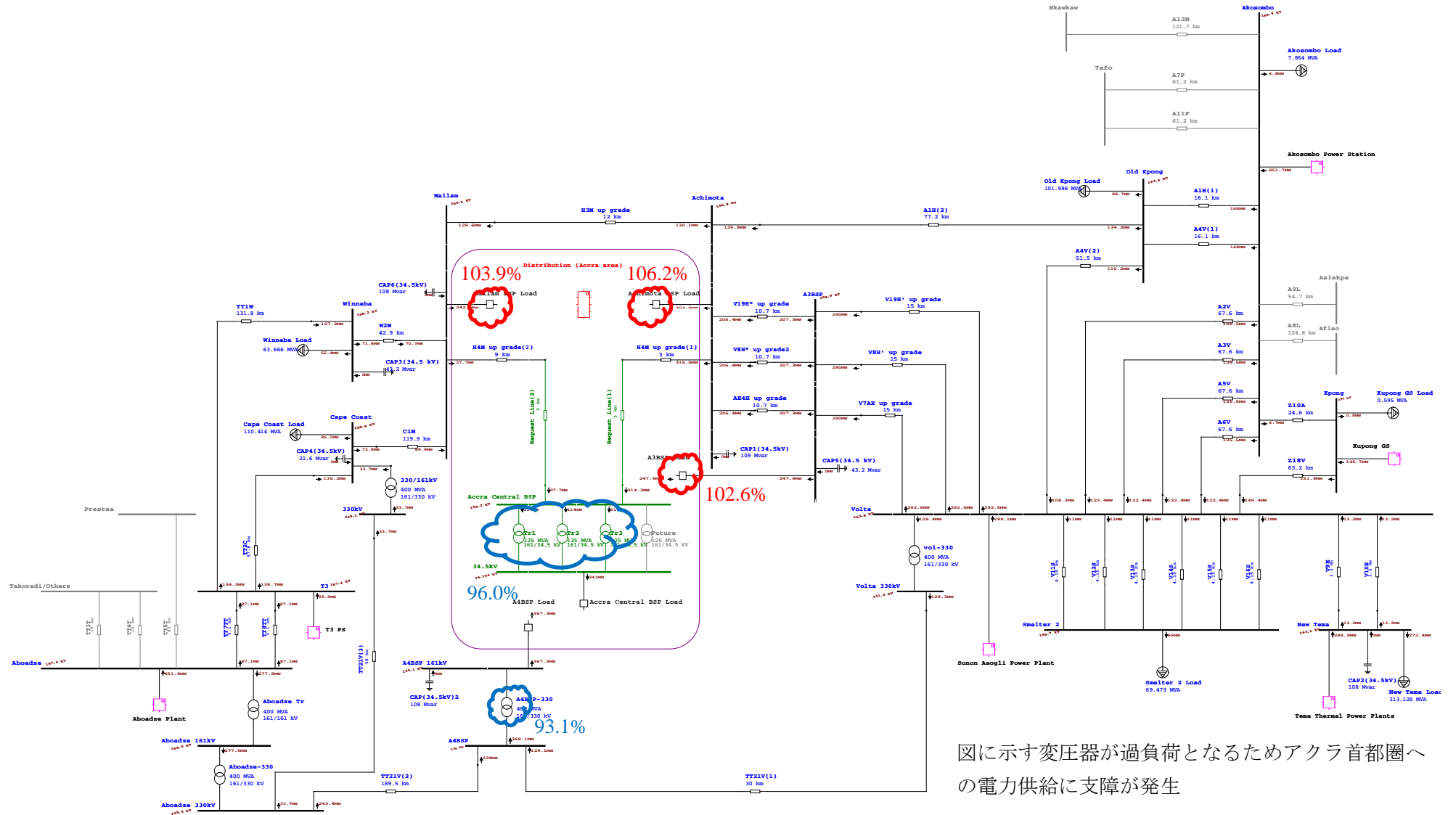


図 3-2-2-10 ケース 15 (2027 年断面 : 本計画及び送電線増強を実施する場合)



図に示す変圧器が過負荷となるためアクラ首都圏への電力供給に支障が発生

図 3-2-2.11 ケース 16 (2028 年断面 : 本計画及び送電線増強を実施する場合)

(5) 解析結果に対する考察及び提言

1) 考察

- ・ 2017年にはアクラ首都圏へ電力を供給する境界変電所（アチモタ、マラン、A3）の変圧器容量が過負荷となり電力供給に支障を生じることが想定されることから、本計画は緊急性の面からも妥当性がある。
- ・ 運用開始10年後の設備計画の目標年次までに「ガ」国はアクラ首都圏の変圧器を増設する必要があるものの、本計画を実施することで、この期間のアクラ首都圏に電力供給できることから、本計画は効果の持続性からも妥当性がある。
- ・ 需要地に境界変電所を新設することで損失の低減効果が見込まれる。なお、運用開始3年後のプロジェクト評価年次における損失の低減効果は21.17MWである。

2) 提言

- ・ 現状の送電系統では将来（本スタディでは2024年）、ボルタ変電所－A3境界変電所間の送電線3回線が過負荷となるため、アクラ首都圏への電力供給に支障をきたす可能性がある。ガーナ電力公社はこれらの送電線をLILACからTERNへの増強を予定しているが、アクラ首都圏への電力供給支障を起こさないように確実に増強する必要がある。
- ・ 現在、A3境界変電所へ随時引き込みを行っているボルタからの161kV送電線についても、確実に3回線が接続される必要がある。仮に3回線のうち1回線でも接続されない場合には、上記のボルタ変電所－A3境界変電所間の送電線が過負荷となる年度が早まることになり、それまでに増強されていない場合にはアクラ首都圏への電力供給に支障をきたす可能性がある。
- ・ 図3-2-2-2.12にアクラ首都圏内における一次変電所系統図を示す。同図に示すとおり、グラフィックロード変電所（33kV系統E変電所）は、アチモタBSPから33kV準送電線によりアベノール変電所を介して電力供給されていることがわかる。通常、グラフィックロード変電所－アベノール変電所間の33kV送電線は、アチモタBSP－アベノール変電所間33kV送電線のバックアップとして活用されているが、2020年にはアチモタ変電所が過負荷となってしまうため（添付資料8のA8-18参照）、本プロジェクトで計画しているアクラセントラルBSPからの電力供給に切り替える。その場合、既設のアチモタBSP－アベノール変電所間の33kV送電線はアクラセントラルBSP－アベノール変電所間33kV送電線のバックアップとなる。したがって、アベノール変電所との接続は電力品質、供給信頼度及び系統運用上の冗長性を確保するという観点では必要である。その際は、住民移転、民有地の取得の有無等を確認する必要がある。

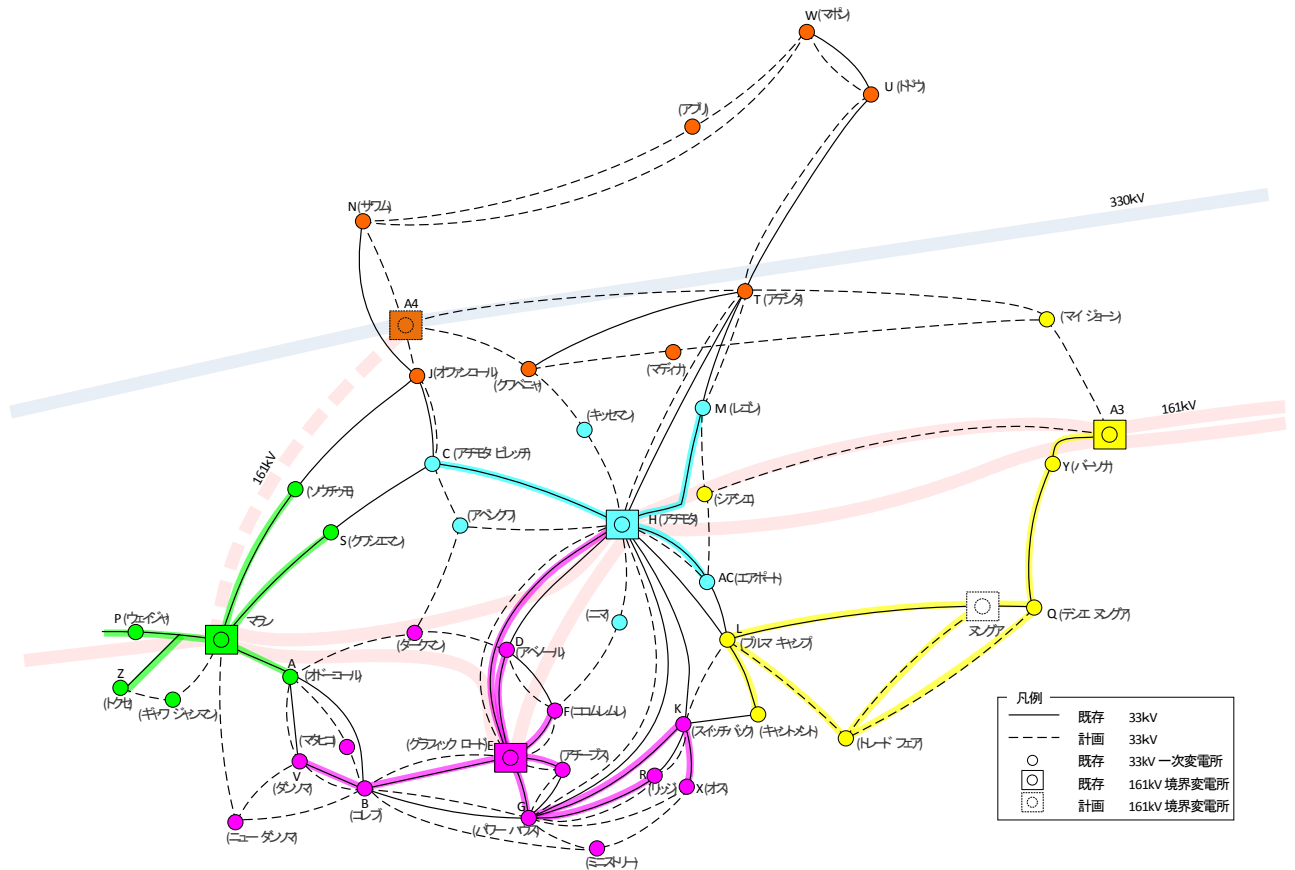


図 3-2-2-2.12 アクラ首都圏内における一次変電所系統図

3-2-2-3 全体計画

(1) 設計条件

本計画の設計条件は下記とする。

1) 気象条件

変電設備、建屋、基礎の設計に適用する気象条件を表 3-2-2-3.1 に示す。

表 3-2-2-3.1 気象条件

地区		アクラ首都圏
標高		5.3～6.8 m
外気温度	最高	38°C
	最低	15°C
	平均	25.2°C
最高湿度		97%
最大風速		26 m/s (通常 1 m/s～8 m/s)
降雨量 (月間最多)		178 mm
地耐力		7.0 - 8.0 ton/m ² (測量結果による)

[出所] BBC Weather Report、Kotoka International Airport Weather Station

2) 設計条件

- ① 系統電圧
 - 161 kV 系 : 161 kV±5%
 - 33 kV 系 : 33 kV ±5%
- ② 周波数
 - 「ガ」国グリッドコード許容変動 : 50 Hz ±0.2 Hz
- ③ 接地系
 - 161 kV 系 : 直接接地系
 - 33 kV 系 : 接地変圧器による接地

(2) 適用規格及び使用単位

変電所に関わるシステム及び送電設備については、基本的には IEC 規格、JEC 規格、またはこれら規格に相当する規格に従って設計されるものとする。

3-2-2-4 基本計画の概要

前述のように、本計画は、電力流通設備の供給容量不足、設備老朽化等により経済活動に深刻な支障が生じているアクラ首都圏の現状を改善するため、同地域の流通設備の増強を図るものである。プロジェクトの概要は表 3.1.2-1 に示した通りである。

(1) アクラセントラル境界変電所（新設）

1) 基本事項

「ガ」国側要請に基づき、170 kV 開閉装置については、敷地が狭小なことから屋外型ガス絶縁開閉装置（170 kV GIS）を採用する。本計画では、引込用（2組）、変圧器用（3組）、母線連絡用（1組）及び母線用計器用変圧器（2組）を設置するものとし、将来用として、引込用（1組）及び変圧器用（1組）のスペースを設けておく。

161 kV から 34.5 kV の降圧する主変圧器については、125 MVA 変圧器 3 台を設置するが、将来 1 台分の変圧器用スペースを設けておく。

グラフィックロード一次変電所の土地利用区分は軽工業地域に分類され、その区域の騒音環境基準値は以下の通りであることが、GRIDCo より説明された。

時間帯	規制値
昼間帯（06：00～22：00）	65 dB
夜間帯（22：00～06：00）	60 dB

[注記] NEMA 規格（米国）では、このクラスの容量の変圧器では、85 dB の騒音が通常値である。

上記の騒音に係る環境基準値（60 dB）を遵守するため、変圧器を金属閉鎖箱内に設置する方式を採用した。この方式の採用により、変圧器の 161/34.5 kV 両側のケーブル接続箇所は、屋外用ブッシング方式ではなく、エレファント方式（ケーブルボックス方式）を適用する。また、金属閉鎖箱が防火壁の役目を果たすため、防火壁は省略する。

33 kV 開閉装置については、コンパクト型である「屋内型ガス絶縁開閉装置 (C-GIS)」を新規に調達し、既設の 33 kV 開閉装置を撤去した後に設置する。この既設 33 kV 開閉装置の撤去にあたっては、その電力供給をできるだけ支障のないようにするため、図 3-2-2.1 に示す要領に従って工事を行う。

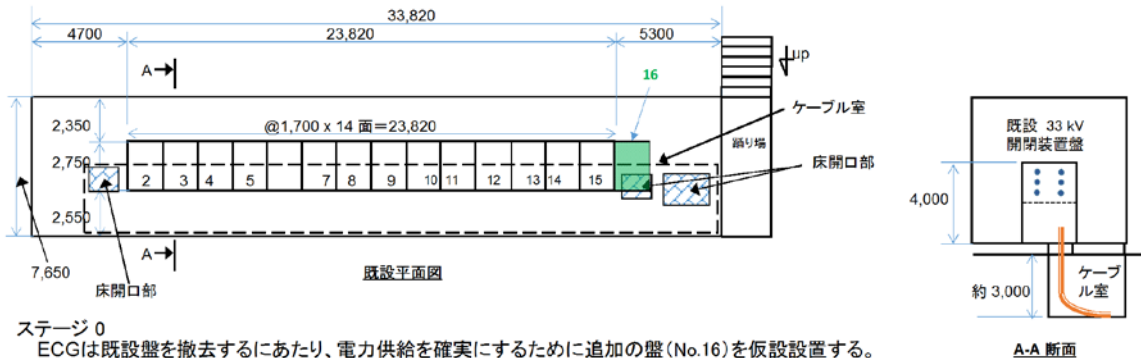
33 kV 電力ケーブルは、変電所外部に給電するケーブルを除き、下記区間を日本側で供給し、据付ける。

- 125 MVA 変圧器間 (3 台分)
- 所内変圧器間 (2 台分)
- 接地変圧器間 (2 台分)

尚、接地変圧器は、ECG の指定により既設建物の西側屋外に設置されるが、このケーブルルートについては、既設建物の明り取り用窓のひとつを使用する。

GRIDCo と ECG との取引電力量は 125 MVA 変圧器二次側回路 (33 kV 側) で計測されるが、GRIDCo 及び ECG それぞれに 1 台ずつ必要であるため、計 6 台が必要となる。この電力量計は 3 台ずつを GRIDCo 及び ECG が支給し、日本側で手配する電力量計盤に取り付ける。この電力量計盤はそれぞれ 1 面 (3 台実装、1 台分予備スペース) を製作し、新制御棟及び既設制御棟に設置する。

グラフィックロード変電所 33 kV開閉装置における撤去・新設盤据付工事要領（案）



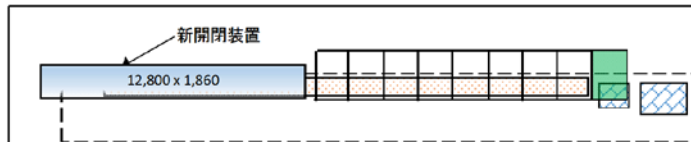
ステージ 0
 ECGは既設盤を撤去するにあたり、電力供給を確実にするために追加の盤(No.16)を仮設置する。
 この仮設置を実施するため、日本側は工事着手の3ヶ月前までの接続が必要である。

ステージ 1
 ECGにより、No. 2からNo. 7までの6面を撤去する。(盤撤去後も、残りの盤と追加設置した盤で電力供給を継続する)
 ECGは、日本側からの情報に従って、床開口の工事を行う。

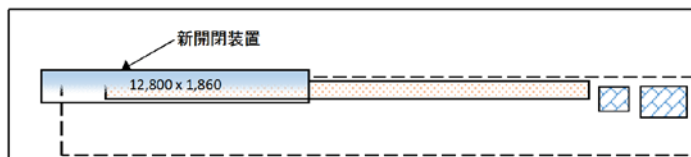


既設盤情報	
番号	配電線名称
2	OKASHIE-2
3	OKASHIE-1
4	AVENOR-II
5	(不使用中)
6	(上部母線のみ)
7	Measuring
8	Bus Coupler
9	TR. T31
10	ADABRAKA
11	CATHADRAL
12	TR. T32
13	KOTOBABI
14	AVENOR-I
15	LARTEBIKOSHIE

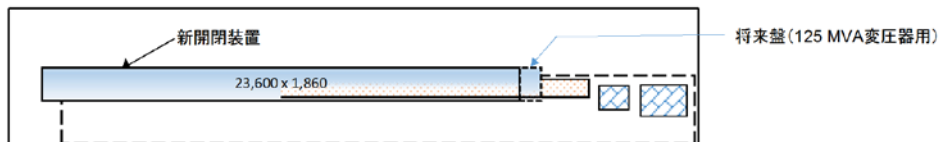
ステージ 2
 日本側により、15面の新盤の据付けを行う(母線連絡盤を必ず含むこと)。据付試験終了後、すぐに電力供給を開始する。(盤面数は変わることがある)
 尚、既設床開口部が床小梁で一部分が塞がれることが考えられるため、新盤の基礎を高くする。



ステージ 3
 ECGにより、No. 8からNo. 16までの9面を撤去する。
 ECGは、日本側からの情報に従って、残りの新盤の床開口の工事を行う。(必要な場合のみ)



ステージ 4
 日本側により、残り13面の新盤の据付けを行う。(盤面数は変わることがある)



- 注)
- 1) 本工事は数ヶ月間の作業となることが考えられるため、ECGは電力供給の継続に努力する。
 - 2) 新しい33 kV 開閉装置盤はメーカーによって大きさが異なるため、変更になることがある。
 - 3) 詳細のスケジュールについては、実施段階で調整を行う。

図 3-2-2-4.1 グラフィックロード変電所 33 kV 開閉装置の撤去・新設盤据付要領

- ・ SCADA システムへの信号受け渡しのため、SCADA インターフェース盤を準備し、設置する。図 3-2-2-4.2 に示す通り、本盤への接続は「ガ」国側負担事項とする。

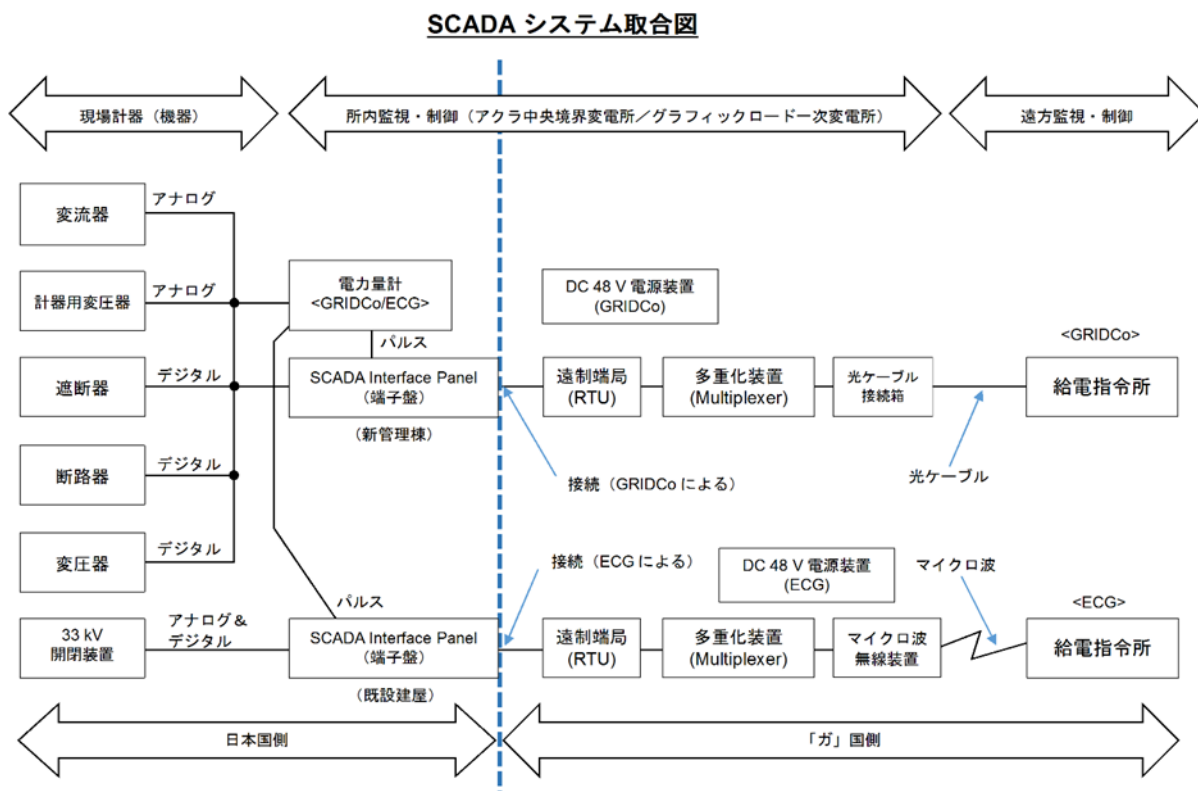


図 3-2-2-4.2 SCADA システムの取り合い区分

- ・ 接地網については新規に敷設し、既設の接地網との接続を考慮する。また、避雷設備については避雷針の設置等を検討する。

下記項目については、「ガ」国側の所掌とする。

- ・ 既設 33 kV 開閉装置盤の撤去
- ・ 既設 33 kV 開閉装置室の新規床開口部工事
- ・ 「ガ」国に設置される SCADA システムに関する下記項目；
 - 1) アクラセントラル境界変電所に新規に設置される RTU、多重送受信装置 (Multiplexer)、光端末装置、マイクロウェーブ装置及び光ケーブルを含むすべての通信設備。
 - 2) コントロールセンター (ガーナ送電公社及びガーナ配電公社) における監視制御に要求される追加機器の信号を受信するために必要な関連設備の改造。
 - 3) 通信設備 (RTU を含む) 用直流 48 V 用蓄電池及び充電器。

2) 変電設備の計画内容

アクラセントラル境界変電所に日本側から納入される機材を表 3-2-2-4.1 及び表 3-2-2-4.2 並びにアクラセントラル境界変電所単線結線図 (案) を DWG No. E-01 に示す。

表 3-2-2-4.1 アクラセントラル境界変電所 日本側調達機材一覧表

No.	機器／仕様項目	仕様	数量
AC1	<p>161/34.5 kV 変圧器</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 規格 ➤ 連続定格出力 ➤ 定格一次電圧 ➤ 電圧調整範囲 ➤ タップ数 ➤ 定格二次電圧 ➤ 冷却方式 ➤ 結線表示 ➤ %インピーダンス ➤ 定格雷インパルス耐電圧 ➤ 定格商用周波耐電圧 (1 分間) ➤ ブッシング型変流器 ➤ 中性点接地方式 ➤ 接続方法 ➤ 騒音 ➤ その他 	<p>IEC、JEC または同等規格</p> <p>125 MVA</p> <p>161 kV</p> <p>161 kV +/- 10%</p> <p>+/- 8 steps (17 taps)</p> <p>34.5 kV</p> <p>導油風冷方式 (ODAF)</p> <p>YNd11</p> <p>約 13%</p> <p>161 kV 側： 650 kV</p> <p>34.5 kV 側： 170 kV</p> <p>161 kV 側： 325 kV</p> <p>34.5 kV 側： 70 kV</p> <p>161 kV 線路側： 3 CTs</p> <p>161 kV 中性点： 1CT</p> <p>34.5 kV 線路側： 3 CTs</p> <p>161 kV 側： 直接接地方式</p> <p>34.5 kV 側： 接地変圧器による接地方式</p> <p>161 kV 側： ケーブル接続 (1 x 400 mm²/相)</p> <p>34.5 kV 側： ケーブル接続 (3 x 800 mm²/相)</p> <p>環境基準値 (60 dB) を遵守するため、変圧器を金属閉鎖箱に設置する方式を採用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 金属閉鎖箱の採用により、防火壁は設置しない。 - 金属閉鎖箱の採用により、161/34.5 kV ともエレファントタイプのケーブル箱接続を採用するため、ブッシングは屋外には出さない。 - 将来の No. 4 変圧器のためのスペースを設ける。 	3 台
AC2	<p>170 kV ガス絶縁開閉装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 規格 ➤ タイプ ➤ 定格周波数 ➤ 母線方式 ➤ 数量 ➤ 定格電圧 ➤ 定格電流 ➤ 定格しゃ断電流 ➤ 定格短時間耐電流 (短時間) ➤ 定格雷インパルス耐電圧 ➤ 定格商用周波耐電圧 (1 分間) ➤ しゃ断器 <ul style="list-style-type: none"> - 再閉路機能 - 動作責務 ➤ 変流器 <ul style="list-style-type: none"> - 送電線回線 - 変圧器回線 	<p>IEC, JEC または同等規格</p> <p>SF₆ガス絶縁、3 相一括型</p> <p>50 Hz</p> <p>複母線方式</p> <p>送電線回線 : 2 ベイ</p> <p>変圧器回線 : 3 ベイ</p> <p>母線連絡 : 1 ベイ</p> <p>計器用変圧器 : 1 ベイ (2 台)</p> <p>170 kV</p> <p>母線 : 3,150 A 以上</p> <p>母線連絡 : 3,150 A 以上</p> <p>送電線回線 : 2,000 A 以上</p> <p>変圧器回線 : 800 A 以上</p> <p>31.5 kA</p> <p>31.5 kA (3 sec.)</p> <p>750 kV</p> <p>325 kV</p> <p>有り</p> <p>O-0.3 sec.-CO-3 min.-CO (三相再閉路)</p> <p>4 CTs</p> <p>無し</p>	1 式

No.	機器／仕様項目	仕様	数量
	<ul style="list-style-type: none"> - 母線連絡 - 変流器二次電流定格 ➤ 計器用変圧器 ➤ その他 <ul style="list-style-type: none"> - 変圧器回線用避雷器 - 将来計画 	<p>2 CTs 1 A $161/\sqrt{3}$ kV/$115/\sqrt{3}$ V</p> <ul style="list-style-type: none"> - 変圧器回線にはすべて避雷器を設置する。 - 送電線回線 1 回線及び変圧器回線 1 回線のスペースを考慮する。 	
AC3	<p>161 kV 電力ケーブル</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 使用箇所 ➤ タイプ ➤ 芯数 ➤ 断面積 	<p>125 MVA 変圧器一次回路 架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル 単芯 *400 mm²、銅 *注) 断面積及びケーブル長は詳細設計により、変更される場合がある。</p>	*500 m
AC4	<p>制御・保護</p> <p>-1 制御・保護盤</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ タイプ ➤ 盤配置 <p>➤ 標準保護方式（推奨）</p> <ul style="list-style-type: none"> - 161 kV 送電線保護 - 161/34.5 kV 変圧器保護 - 161 kV 母線保護 - その他 161 kV 保護方式 <p>-2 電力量計盤</p> <p>-3 SCADA システム用インターフェース盤</p>	<p>両面式 前面： 161 kV 系統及び 125 MVA 変圧器電圧制御制御（ミミック母線、制御スイッチ、メーター、警報装置、他の制御部品を含む） 後面： 161 kV 保護継電器盤（161 kV 送電線保護、125 MVA 変圧器保護、161 kV 母線保護、その他）</p> <p>主保護：搬送継電方式（転送遮断装置含む） 後備保護：距離継電方式 電流差動方式／過電流方式 電流差動方式 遮断器不動作保護方式も使用する。</p> <p>1 面（3 台実装、1 台分予備スペース）を製作し、新制御棟に設置する。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 125 MVA 変圧器の二次側回路において、GRIDCo 及び ECG 用として電力量計各 1 台が設置し、測定する。 - 確度階級 0.2 を持った変流器を 1 回路に 2 台ずつ設置する。この変流器は 33 kV 開閉装置とは別に手配し、変流器は専用の架台に取り付けられ、33 kV 開閉装置下のケーブル室に設置する。計器用変圧器は二つの二次巻線（両巻線とも確度階級 0.2）を持ったものとし、1 回路に 1 台設置する。計器用変圧器は 33 kV 開閉装置内に収納する。 - 電力量計盤は GRIDCo 及び ECG 用に各 1 面製作され、新制御棟（GRIDCo 用）と既設建屋（ECG 用）にそれぞれ設置される。 - 電力量計は GRIDCo より 3 台支給され、日本側で電力量計盤に取り付ける。 <p>GRIDCo 所有の SCADA システムに送信するためのインターフェース盤で、デジタル入出力信号、アナログ入出力信号及びパルス出力</p>	<p>1 式</p> <p>1 面</p> <p>1 面</p>

No.	機器／仕様項目	仕様	数量
		信号のための端子台を内蔵する。本盤は新制御棟に設置する。	
AC5	その他		
-1	直流電源設備 ➤ 直流電圧 ➤ バッテリー容量	DC 125 V 700 Ah 以上	1 式
-2	交流電源設備 ➤ 交流電圧 ➤ 所内変圧器	AC 415/240 V (三相四線式) 容量： 200 kVA (2 台) AC 分電盤 (1 面) を含む。	1 式
-3	変電所接地	接地線、専用端子、避雷針、他必要な材料を含む。	1 式

表 3-2-2-4.2 グラフィックロード一次変電所 日本側調達機材一覧表

No.	機器／仕様項目	仕様	数量
GR1	33 kV ガス絶縁開閉装置 ➤ 規格 ➤ タイプ ➤ 定格電圧 ➤ 定格周波数 ➤ 母線方式 ➤ 数量 ➤ 定格電流 ➤ 定格しゃ断電流 ➤ 定格短時間耐電流 (時間) ➤ 定格雷インパルス耐電圧 ➤ 定格商用周波耐電圧 (1 分間) ➤ しゃ断器 - 再閉路機能 - 動作責務 ➤ 変流器 - 定格二次電流 ➤ 計器用変圧器 ➤ 保護継電器 ➤ 標準保護継電方式 - 33 kV 受電盤保護 (125 MVA 変圧器)	IEC、JEC または同等規格 SF6 ガス絶縁タイプ、垂直自立盤 36 kV 50 Hz 複母線方式 - 125 MVA 変圧器盤 : 3 面 - 33/11 kV 変圧器盤 : 3 面 - 33 kV 配電線盤 : 14 面 - 母線連絡盤 : 2 面 - 母線分割盤 : 1 面 - 所内変圧器盤 : 3 面 - 接地変圧器盤 : 2 面 注) メーター、保護継電器は盤面に取り付ける。また、4 台目の 125 MVA 変圧器盤用スペースを設ける。 - 母線 : 2,500 A - 母線連絡盤 : 2,500 A - 母線分割盤 : 2,500 A - 送電線盤 : 1,250 A - 125 MVA 変圧器盤 : 2,500 A - 33/11 kV 変圧器盤 : 630 A 40 kA 40 kA (3 sec.) 170 kV 70 kV 有り O-0.3 sec.-CO-3 min.-CO (三相) 5A 33/√3 kV / 110/√3 / 110/3 V 及び 33/√3 kV/110/√3 V デジタル型継電器 50/51, 50/51N, 27DC, 86, 95	28 面

No.	機器／仕様項目	仕様	数量
	<ul style="list-style-type: none"> - 33 kV 配電線保護 - 33 kV 母線連絡盤保護 - 33/11 kV 変圧器保護 - 33/0.4 kV 所内変圧器保護 <p>➤ 基礎</p>	<p>21, 67/50/51, 67/50/51N, 27DC, 79, 86, 95 21, 50/51, 50/51N, 27DC, 86, 95 50/51, 50/51N, 87, 27DC, 86, 95 50/51, 50/51N, 86, 95</p> <p>【器具番号の説明】</p> <p>21 : 距離継電器 27DC : 直流不足電圧継電器 50/51 : 過電流継電器 (瞬時/限時) 64 : 地絡過電圧継電器 67 : 交流電力方向継電器 79 : 交流再閉路継電器 86 : ロックアウト継電器 87B : 母線保護用差動継電器 87L : 送電線用差動継電器 87T : 変圧器用差動継電器 95 : 引外し回路監視継電器</p> <p>新しい 33 kV 開閉装置のケーブル接続が、既設の床小梁で塞がれる可能性があるため、基礎の嵩上げを行う。</p>	
GR2	<p>33 kV 電力ケーブル</p> <p>-1 125 MVA 変圧器二次側</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ タイプ ➤ 芯数 ➤ 断面積 ➤ 相あたりの条数 <p>-2 所内変圧器</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ タイプ ➤ 芯数 ➤ 断面積 ➤ 相あたりの条数 <p>-3 接地変圧器</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ タイプ ➤ 芯数 ➤ 断面積 ➤ 相あたりの条数 	<p>架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル 単芯 800 mm²、銅 3 条/相</p> <p>架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル 三芯 240 mm²、銅 1 条/相</p> <p>架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル 単芯 500 mm²、銅 1 条/相</p> <p>注) 接地変圧器のケーブルルートは、既設建物の明り取り用窓のひとつを使用する。</p>	<p>3,000 m</p> <p>400 m</p> <p>400 m</p>
GR3	<p>制御関連</p> <p>-1 電力量計盤</p> <p>-2 SCADA システム用インターフェース盤</p>	<p>1 面 (3 台実装、1 台分予備スペース) を製作し、既設制御室に設置する。 注) 詳細は AC4-2 を参照。</p> <p>ECG 所有の SCADA システムに送信するためのインターフェース盤で、デジタル入出力信号、アナログ入出力信号及びパルス出力信号のための端子台を内蔵する盤で、既設制御室に設置される。</p>	<p>1 面</p> <p>1 面</p>

No.	機器／仕様項目	仕様	数量
GR4 -1	その他 直流電源装置 ➤ 直流電圧 ➤ バッテリー容量	DC 110 V バッテリー及び充電器盤が既設バッテリー室に設置される。 DC 110 V 500 Ah 以上	1 式
-2	接地変圧器 ➤ 規格 ➤ 電圧 ➤ 連続定格電流 ➤ 定格短時間耐電流 ➤ 定格短時間 ➤ 零相インピーダンス ➤ ベクトルグループ ➤ 冷却	IEC、JEC または同等規格 33,000 V 0 A 1,060 A/相 10 sec. 19.1 Ω ジグザグ巻線 (ZN) 油入自冷 (ONAN)	2 台

3) 変電所建屋及び付帯設備建設計画

アクラセントラル境界変電所をグラフィックロード一次変電所構内に建設する。125 MVA 変圧器 3 台分及び将来用 1 台分のスペースを確保した基礎架台（長さ 28.8 m、幅 15.3 m、地下配管、配線ピット）、170 kV GIS 7 ベイ分及び将来用 2 ベイ分のスペースを確保した基礎架台（長さ 22.4 m、幅 9.3 m、地下配線ピット）、及びこれら主要機器のコントロール機器を収納する制御棟（地下 1 階、地上 3 階）、並びにこれら施設間と既設建屋（グラフィックロード一次変電所制御棟）を地下で結ぶ地下暗渠、及びこれら施設の付帯設備を建設する。対象敷地は底辺 48.1 m 高さ 46.1 m の 3 角形状をしており、面積約 1300 m²とアクラのほかの境界変電所と比較すると極端に狭小である。そのため機材選定にあたり狭小地用として変圧器には導油風冷方式を採用し、170 kV 開閉装置には GIS が採用されるため、施設計画にあたっては制御棟を積層型として建築面積を縮小し、更に所内変圧器を屋上に配置した。また配線暗渠 (2)、(3) を変圧器の基礎内に収納して建築面積を減じた。主要施設の概要は以下の通りである。

主要施設

制御棟：地下 1 階、地上 3 階、鉄筋コンクリートラーメン構造、

建築面積約 110 m²、延床面積約 340 m²

変圧器基礎架台：地下 1 階、鉄筋コンクリート壁式構造、

建築面積約 432 m²、延床面積約 373 m²

GIS 基礎架台：地下 1 階、鉄筋コンクリート壁式構造、

建築面積約 188 m²、延床面積約 146 m²

配線暗渠 (1)、(4)、(5)：地下 1 階、鉄筋コンクリート箱型構造

諸施設の主要機能と建築計画は以下のとおりである。

表 3-2-2-4.3 変圧器基礎架台

部屋名	面積	設備／仕様
配線暗渠 (2)		照明、換気設備、配線ラック、排水路、床グレーチング
配線暗渠 (3)		照明、換気設備、配線ラック、排水路、床グレーチング
配管ピット		照明、換気設備、配管ラック
オイルピット		床壁：防水耐油モルタル金罫
合計	373 m ²	

表 3-2-2-4.4 GIS 基礎架台

部屋名	面積	設備／仕様
配線ピット		照明、換気設備、配線ラック、排水路
階段		床壁：防水モルタル金罫
合計	187 m ²	

表 3-2-2-4.5 配線暗渠 (1)

部屋名	面積	設備／仕様
配線暗渠 (1)		照明、換気設備、配線ラック、排水路
合計	30 m ²	

表 3-2-2-4.6 配線暗渠 (4) (5)

部屋名	面積	設備／仕様
配線暗渠 (4)		照明、換気設備、配線ラック、排水路
配線暗渠 (5)		照明、換気設備、配線ラック、排水路
合計	112 m ²	

表 3-2-2-4.7 制御棟

階	部屋名	面積	設備／仕様
BF	配線ピット室		照明コンセント、換気設備、配線ラック、排水路
	受水槽室		照明コンセント、換気設備、配管ラック、排水路
	電気配線室(1)		照明コンセント、配電盤
	階段室		照明コンセント、避難誘導灯
	小計	110 m ²	
GF	コントロール盤室 (1)		照明コンセント、換気設備、空調設備、配線ピット
	監視員室 (1)		照明コンセント、換気設備、空調設備、配線ピット
	玄関階段室		照明コンセント、防潮扉、避難誘導灯
	トイレ		照明コンセント、トイレ洋便器、洗面器、掃除用シンク
	電気配線室 (2)		照明コンセント、配電盤
	小計	110 m ²	
1F	コントロール盤室 (2)		照明、換気設備、空調設備、フリーアクセスフロアーH=300
	蓄電池室		照明、換気設備、空調設備、フリーアクセスフロアーH=300
	階段室		照明コンセント、避難誘導灯
	シャワー室		照明コンセント、換気設備、シャワー、洗面器、掃除用シンク
	電気配線室 (3)		照明コンセント、配電盤
	小計	110 m ²	
2F	コントロール盤室 (3)		照明、換気設備、空調設備、フリーアクセスフロアーH=300
	監視員室 (2)		照明、換気設備、空調設備、フリーアクセスフロアーH=300
	階段室		照明コンセント、避難誘導灯
	トイレ		照明コンセント、トイレ洋便器、洗面器、掃除用シンク

階	部屋名	面積	設備/仕様
	電気配線室 (4)		照明コンセント、配電盤
	小計	110 m ²	
RF	階段室		照明コンセント、避難誘導灯
	電気配線室 (5)		照明コンセント、配電盤
	小計	18 m ²	
	合計	458 m ²	

諸施設の主な外部仕上げは以下のとおりである。

表 3-2-2-4.8 外部仕上げ表

施設名	部位	仕様
変圧器基礎架台	外部床	防水コンクリート直押え (勾配 1/100) の上防水モルタル金鍍
	変圧器オイル受け	防水コンクリート直押え (勾配 1/100) の上防水モルタル金鍍
	外壁	防水コンクリート打ち放しの上 (フカシ 15mm) アクリル吹付タイル
GIS 基礎架台	外部床	防水コンクリート直押え (勾配 1/100) の上防水モルタル金鍍
	階段床	防水モルタル金鍍、ステンレスノンスリップ
	外壁	防水コンクリート打ち放しの上 (フカシ 15mm) アクリル系吹付タイル
配線暗渠	外部床	防水コンクリート直押え
制御棟	屋根 (1)	アスファルト防水 3 層、スタイロフォーム t=50、押えコンクリート t=100 伸縮目地@2000 内外
	屋根 (2)	コンクリート直押え (勾配 1/50) の上ウレタン塗膜防水
	外壁	コンクリート打ち放しの上 (フカシ 15mm) アクリル系吹付タイル
	バルコニー床	コンクリート直押え (勾配 1/50) の上ウレタン塗膜防水
	窓	アルミサッシ既製品
	玄関・通用口	ステンレス框戸
	搬入口ドア	ステンレス框戸
	堅樋	铸铁管 100φ
	ルーフトレイン	铸铁製

諸施設の主な内部仕上げは以下のとおりである。

表 3-2-2-4.9 内部仕上げ表

施設名	部屋名	部位	仕上げ
変圧器基礎架台	配線暗渠(2),(3)	床下	防水コンクリート直押え (勾配 1/100) の上防水モルタル金鍍
		床	ステンレス・グレーチング
		壁	防水コンクリート打ち放し
		天井	防水コンクリート打ち放し
	オイル配管ピット	床	防水コンクリート直押え (勾配 1/100)
		壁	防水コンクリート打ち放し
		天井	防水コンクリート打ち放し
	オイルピット	床	防水コンクリート直押えの上エポキシ樹脂塗膜防水
		壁	防水コンクリート打ち放しの上エポキシ樹脂塗膜防水
天井		防水コンクリート打ち放し、ステンレスグレーチング表し	
GIS 基礎架台	配線ピット	床	防水コンクリート直押え (勾配 1/100)
		壁	防水コンクリート打ち放し
		天井	防水コンクリート打ち放し
配線暗渠(1),(4),(5)	オイル配管ピット	床下	防水コンクリート直押え (勾配 1/100) の上防水モルタル金鍍
		床	ステンレスグレーチング

施設名	部屋名	部位	仕上げ
		壁	防水コンクリート打ち放し
		天井	防水コンクリート打ち放し

表 3-2-2-4.10 制御棟内部仕上げ表

階	部屋名	床	壁	天井
BF	配線ピット室	コンクリート直押え	コンクリート打ち放し	コンクリート打ち放し
	受水槽室	コンクリート直押え	コンクリート打ち放し	コンクリート打ち放し
	電気配線室 (1)	コンクリート直押え	コンクリート打ち放し	コンクリート打ち放し
	階段室	モルタル金鏝	モルタル金鏝	モルタル金鏝
GF	コントロール盤室 (1)	300 角タイル貼	モルタル金鏝 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	監視員室 (1)	300 角タイル貼	モルタル金鏝 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	玄関・階段室	300 角タイル貼	モルタル金鏝 EP 塗装	モルタル金鏝 EP 塗装 軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	トイレ	300 角タイル貼	200 角タイル貼り	軽鉄下地 Flexible B 6mmEP 塗装
	電気配線室 (2)	モルタル金鏝	コンクリート打ち放し	コンクリート打ち放し
1F	コントロール盤室 (2)	フリーアクセスフロア	モルタル金鏝 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	蓄電池室	フリーアクセスフロア	モルタル金鏝 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	階段室	300 角タイル貼	モルタル金鏝 EP 塗装	モルタル金鏝 EP 塗装 軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	シャワー室	300 角タイル貼	200 角タイル貼り	軽鉄下地 Flexible B 6mmEP 塗装
	電気配線室 (3)	モルタル金鏝	コンクリート打ち放し	コンクリート打ち放し
2F	コントロール盤室 (3)	フリーアクセスフロア	モルタル金鏝 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	監視員室 (2)	フリーアクセスフロア	モルタル金鏝 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	階段室	300 角タイル貼	モルタル金鏝 EP 塗装	モルタル金鏝 EP 塗装 軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	トイレ	300 角タイル貼	100 角タイル貼り	軽鉄下地 Flexible B 6mmEP 塗装
	電気配線室 (4)	モルタル金鏝	コンクリート打ち放し	コンクリート打ち放し
RF	階段室	300 角タイル貼	モルタル金鏝 EP 塗装	モルタル金鏝 EP 塗装 軽鉄下地 PB12mmEP 塗装
	電気配線室 (5)	モルタル金鏝	コンクリート打ち放し	コンクリート打ち放し

(2) 161 kV 送電線の基本計画

1) 計画内容

161 kV 送電線の計画内容は、アベノール分岐点からアクラセントラル境界変電所間 (約 4 km) のアチモター回線及びマランー回線の資材調達及び建設である。

161 kV 送電線は、架空線（鉄塔 N0 から N18）並びにケーブル引留鉄塔（N18）からアクラセントラル境界変電所内の 161 kV ガス絶縁開閉装置までの 161 kV 地中ケーブルで構成される。

2) 161 kV 送電線の設計条件

a) 気象条件

項目	設計値
海拔	50 m 以下
導体温度	-
最低温度	10 °C
通常温度	28 °C
最高温度	80 °C
風速	31.1 m/s
地震係数	水平 0.12G
地耐力	10 ton/m ² （測量結果による）

b) 電気条件

項目	設計値
導体最低離隔距離	-
対地間	1,500 mm
相間	3,000 mm
導体高さ（注 1）	-
一般	7.5 m
水路	7.5 m
道路横断	8.5 m
遮蔽角（架空地線 と導体間の角度）	15 度
最低沿面距離（注 2）	25 mm/kV
等価塩分付着量	0.25 mg/cm ²

[注記]

1. 導体高さは、導体温度 65 °C で設計する。
2. 最低沿面距離は IEC 規格による“重汚染レベル III”を適応する。

3) 161 kV 送電線設備計画

161 kV 送電線は、既設 33 kV 準送電線ルート上の占有範囲内に建設する。

a) 支持物（鉄塔）

鉄塔は、経済性、施工性（狭小地に建設するのでクレーン等の重機を必要としない）の観点から、ラチス型の鉄塔を設計する。

鉄塔の位置は、既設 33 kV 準送電線の鉄塔の位置に建設する。

鉄塔の強度は、ACSR 複導体または ACSR 単導体と OPGW 端導体が断線時にも耐えるよう設計する。

安全率は、導体が最大張力の時に、懸垂型で 1.1 倍、耐張型で 1.2 倍で設計する。

鉄塔の接地抵抗値は、10 オーム以下とする。

鉄塔の形式は、以下の三種類となる。

- ・ 直線鉄塔（懸垂型）（角度：0-2 度）
- ・ 角度鉄塔（耐張型）（角度：0-20 度）
- ・ ケーブル引留鉄塔（角度：0-20 度）

b) 架空線（導体）

使用される導体は、ガーナ送電公社が標準としている ACSR TERN 複導体（アルミニウム：402.8 mm²，全体：430 mm²）とする。設計数量と調達数量の詳細を表 3-2-2-4.12 に示す。

表 3-2-2-4.11 架空線数量表

項目	数量
① 161 kV 送電線距離（鉄塔 N0 から N18 間）	3,000 m
② 弛み度（3%）①x0.03	90 m
③ 設計数量（①+②）x2 導体 x3 相分 x2 回線	37,080 m
④ ジャンパー線数量	補給数量に含む
⑤ 補給数量（10%）③x0.1	3,708 m
⑥ 調達数量合計 ③+⑤	40 km

c) 碍子

使用される碍子は、IEC60383-1 同等品とする。

d) 架空地線及び光ケーブル

架空地線（OPGW）は、ガーナ送電公社が標準としている OPGW（48 芯、型式：G655）を採用する。設計数量と調達数量の詳細を表 3-2-2-4.13 に示す。

表 3-2-2-4.12 架空地線数量表

項目	数量
① 161 kV 送電線距離（鉄塔 N0 から N18 間）	3,000 m
② 弛み度（3%）①x0.03	90 m
③ 設計数量（①+②）x2 回線	6,180 m
④ 補給数量（10%）③x0.1	618 m
⑤ 調達数量合計 ③+④	6.8 km

遮蔽角度は、ガーナ送電公社が標準としている 15 度以下とする。

光ケーブルは、ケーブル引留鉄塔（N18）からアクラセントラル境界変電所内の制御室内にガーナ側で手配する接続箱（ODF: Optical Cable Distribution Frame）までの間（約 650 m）を布設する。

e) 161 kV 地中ケーブル

161 kV 地中ケーブルは、ケーブル引留鉄塔（N18）からアクラセントラル境界変電所内の 161 kV ガス絶縁開閉装置までの間（約 580 m）を布設する。

当該ケーブルは、地中直埋とし、埋設深さは 1.3 m とする。道路横断部及び鉄道横断部はケーブルを電線管で保護する。

表 3-2-2-4.13 161 kV 送電線資材の数量表

番号	項目	仕様	数量
TL1	鉄塔 1) 形状 2) 型式 3) 安全率 4) 接地抵抗	鋼材、ラティス型 懸垂型 (角度 0-2 度) 耐張型 (角度 0-20 度) ケーブル引留型 (角度 0-20 度) 懸垂型 : 1.1 倍 耐張型 : 1.2 倍 10 オーム以下	7 基 10 基 1 基
TL2	架空線 (導体) 1) 型式 2) サイズ	ACSR TERN (アルミニウム : 402.8 mm ² 、全体 : 430 mm ²)	40 km
TL3	碍子 1) 規格 2) 碍子の直径 3) 表面沿面距離 4) 材質 5) 色 6) ボールソケット連結 7) 雷インパルス耐電圧 8) 商用周波注水耐電圧 9) 課電破壊荷重 10) 碍子数	IEC60383-1 または同等品 254 mm 懸垂碍子 320 mm 磁器 茶色 16mm 110 kV (1 個) 40 kV (1 個) 120 kN (1 個) 17 個/相	1 式
TL4	架空地線及び光ケーブル 1) 架空地線の型式 2) 芯数 3) 光ケーブルの型式	OPGW 48 芯 G655 または同等品	6.8 km (OPGW) 1.4 km (光ケーブル)
TL5	161 kV 地中ケーブル 1) 型式 2) サイズ 3) 導体 4) 芯数 5) 外装 6) 外装の色 7) 鍍装	XLPE 1,600 mm ² 銅 単芯 PVC、防蟻付 黒色 直埋用アルミニウム鍍装又は同等品	3.8 km (0.58 km x 3 相 x 2 回線 x 110 %)

4) 「ガ」国側の工事

「ガ」国側の 161 kV 送電線に係わる主な工事内容は以下の通りである。

- a) 161 kV 中間鉄塔 (Tower N0) を建設する。
- b) 導体 (ACSR TERN 430 mm² 複導体) を鉄塔 (N1) に接続する。
- c) 架空地線 (OPGW) を鉄塔 (N1) に接続する。
- d) 光ケーブルをアクラセントラル境界変電所内の制御室内の盤内 (ODF: Optical Cable Distribution Frame) に接続する。
- e) 161 kV 送電線の建設車両が通行できるような仮設道路を鉄道に沿って建設する。
- f) 161 kV 送電線 (ケーブル) の道路横断並びに鉄道横断に係わる許可を関係署より取得する。

3-2-3 概略設計図

本計画の概略設計図は、以下の通りであり、添付資料 6 に示す。

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本計画は、我が国の無償資金協力の枠組みに基づいて実施されるため、我が国政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文(E/N)及び JICA と「ガ」国との贈与契約(G/A)が取り交わされた後に実施に移される。以下に本計画を実施に移す場合の基本事項及び特に配慮を要する点を示す。

(1) 事業実施主体

「ガ」国側の本計画実施の監督責任機関は、電力省 (MoP) である。また、当該設備の供用開始後の運用維持管理は、本計画の実施機関であるガーナ送電公社 (GRIDCo) が担当する。本計画を円滑に進めるために、MoP 及び GRIDCo は、本計画を担当する責任者を選任し、日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡及び協議を行う必要がある。

選任された GRIDCo の本計画責任者は、本計画に関係する MoP 及び GRIDCo 職員、並びに計画対象地域の住民に対して、本計画の内容を十分に説明・理解させ、本計画の実施に対し協力するように啓蒙する必要がある。

(2) コンサルタント

本計画の機材調達・据付工事を実施するため、日本のコンサルタントが GRIDCo と設計監理業務契約を締結し、本計画に係わる実施設計と施工監理業務を実施する。また、コンサルタントは入札図書を作成すると共に、事業実施主体であるガーナ送電公社に対し、入札実施業務を代行する。

(3) 請負業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従って、一般公開入札により「ガ」国側から選定された日本国法人の請負業者が、本計画の建設並びに資機材調達及び据付工事を実施する。

請負業者は本計画の完成後も、引き続きスペアパーツの供給、故障時の対応等のアフターサービスが必要と考えられるため、当該資機材及び設備の引渡し後の連絡調整についても十分に配慮する必要がある。

(4) 技術者派遣の必要性

本計画は、既設のグラフィックロード変電所内において、土木・建築工事、変電設備据付工事を行う変電所建設工事と、約 4 km に及ぶ 161 kV 送電線建設工事からなる複合工事であり、ガーナ配電公社が実施する 33 kV 配電設備との関係も必要となるため、お互いに調整のとれた施工が必要である。また、それら各種工事の大部分が並行して実施されるため、工程・

品質・出来形及び安全管理のため、我が国の無償資金協力のスキームを理解し、工事全体を一貫して管理・指導出来る現場主任を日本から派遣することが不可欠である。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 「ガ」国の建設事情と技術移転

前述（3-2-1-4 参照）したように、アクラ首都圏及び「ガ」国第2位の都市クマシ市等の都市部では、総合建設業者や電気工事会社が複数社あり、「ガ」国内での労働者、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達並びに、本計画の施設建設工事及び送電線路建設工事の土木工事は、現地業者への発注が可能である。但し、本計画の納期を確実に守ること、並びに「ガ」国では初めて採用される 161 kV ガス絶縁開閉装置及び工場並びに住宅密集地域に建設される 161 kV 送電線の工事情形を考慮すると、工程管理、品質管理及び安全管理のためには、日本人技術者の現地派遣は必須である。

(2) 現地資機材の活用について

「ガ」国では、基礎工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は品質・納期に対する管理が必要であるものの、現地調達が可能であり現地調達品の採用例が多い。このため、施工計画の策定にあたっては、現地産業の育成を考慮し、可能な限り現地で調達可能な資材を採用することとする。一方、本計画で必要な変電設備・送電用機材は「ガ」国で製作しておらず、輸入に頼ってため、これらの機材については日本または第三国から調達する。

(3) 安全対策について

「ガ」国では治安上の問題は比較的少なく、本計画対象地域は都市部に位置していることから、アクセスが良く、モニタリング等が容易に行える地域に位置している。ただし、日没以降での工事は避け、資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には十分留意する必要がある。

(4) 免税措置について

1) 「ガ」国の免税手続き

「ガ」国では、原則的に還付方式ではなく、事前申請を行い支払いの免除を受ける完全免税方式が採用されている。財務省 税務局（Tax Policy Unit, Ministry of Finance）に責任省庁から以下の書類提出を行い、免税手続きが行われる。

- 責任省庁からの財務省にあてた免税申請に係る書簡
- 実施機関からの責任省庁にあてた免税申請に係る書簡
- 機材一覧表（CIF価格が記載されていること）
- 交換公文（Exchange of Note）及び贈与契約（Grant Agreement）の写し
- 業者契約書（JICA認証済み）の写し

免税は国会の承認が必要であるため、上記の申請を行った後、2～3 か月程度要する。申請に必要な書類は、上記であるため、業者契約書の JICA 認証が得られた段階で、申請が可

能である。したがって、業者契約の認証が行われた段階で速やかに免税に係る申請を行うことが望ましい。

2) 仮免税手続き

上記のように、免税の承認は国会で行われ、長い期間を要するため、工程管理の観点から、仮免税（Interim Waivor）手続きが必要不可欠な現状にある。仮免税手続きに必要な書類は以下の通りであり、船荷証券と梱包明細書が必要なため、船積み毎に申請が必要である。

- 船荷証券 (Bill of Lading)
- 商業送り状 (Comercial Invoice)
- 梱包明細書 (Packing List)

仮免税手続きには、上記の書類が必要であり、上記の書類の準備には積出港において機材の船上渡しが必要である。したがって、実施機関は、船積み後、積み荷が被援助国の荷揚げ港に入港するまでの限られた期間に、実施機関は、仮免税手続きを完了する必要がある。

「ガ」国では、政府の財務状況の悪化を受け、無償資金協力事業では免税が前提条件であるが、免税の適用についても厳しく管理される現状にある。「

3) その他税制度

輸入通関税（統計品目コードにより運賃保険料込条件価格の10～20%課税）、消費税（輸入物品に関しても運賃保険料込条件価格に対し17.5%課税）等、諸税の合計は本船渡条件(FOB)価格の40%程度にまで達する金額である。実施機関は、税務庁（Ghana Revenue Authority）に正確な税額算定に必要な書類をそろえて提出し、免税額を確認する必要がある。

また、「ガ」国は西アフリカ経済共同体（Economic Community of West African States : ECOWAS）に加盟しているため、「ガ」国の輸入税に加え、ECOWASへの物品の輸入に課税される税金の免除を受ける必要がある。実施機関は、「ガ」国の輸入税の免税手続きに加え、これに係る免税申請を通産省（Ministry of Trade and Industry）に行う必要がある。

なお、「ガ」国では通関手続きを簡便化するため、GC ネット（Ghana Community Net : GC Net）と呼ばれる Web システムを構築しているが、その利用に係る諸税を納税（FOB 価格の0.46%）する必要がある。これについては免税が廃止されているため、「ガ」国側は負担する必要がある。

加えて、本計画では、建築物の塗料、変圧器の絶縁油等、危険物の調達が含まれるが、これらの「ガ」国への輸入に関しても、環境許可（Environmental Permit）を受ける必要がある。実施機関は、対象物の製品データシート等、必要書類を請負業者から入手し、これらの諸手続きを迅速に対応していく必要がある。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

我が国と「ガ」国側の施工負担区分の内、既設グラフィックロード変電所内での161 kV変電所及び161 kV送電線については、日本側で機材調達、据付工事・試験・調整及び必要な土木工事を実施する。「ガ」国側は、既設グラフィックロード変電所内の整地、33 kV準送電線の撤去作業、33 kV地中ケーブル敷設工事等を担当する。なお、詳細な我が国と「ガ」国側の施工負担区分は、表3-2-4-3.1に示すとおりである。

表 3-2-4-3.1 負担事項区分

No.	負 担 事 項	負 担 区 分		備 考
		日本国側	「ガ」国側	
1*	(1) プロジェクトサイト（新設変電所及び161 kV送電線ルート）用地の確保		○	
	(2) プロジェクトサイト内の整地及び障害物の撤去		○	161 kV送電線ルート上の一時的な市場等の移設を含む。
2*	新設変電所建設工事			
	(1) 建屋、TR基礎、GIS基礎、配線ピット	○		鉄筋コンクリート造
	(2) 門扉及びフェンス	○	○	GIS防火壁は日本側
	(3) 駐車場	○		
	(4) プロジェクトサイト内の道路	○		
3*	新設変電所用附帯設備工事			
	(1) 電気工事			
	a) 引込工事	○		屋上TRから2階AC盤
	b) 幹線動力設備	○		2階AC盤から各階分電盤へ配線
	c) 電灯コンセント設備	○		
	e) 火災警報設備			
	(2) 水道工事			
	a) 水道本管からサイトへの引込工事		○	
	b) サイト内給水	○		受水槽、給水ポンプ及び高置タンク
	(3) 冷房換気設備工事			
	a) ルームエアコン設備工事	○		
	b) 室内換気設備工事	○		
	(4) 排水工事			
	a) サイト外の排水		○	
	b) サイト内の汚水雑排水（トイレ等）	○		浄化槽（10人槽）設置を含む
	c) サイト内の雨水排水	○		既存雨水排水を活用する。
	(5) ガス工事			
	(a) サイト内へのガス供給		○	不要
	(b) サイト内のガス供給	○		不要
	(6) 電話工事			
	a) 建屋内の主分電盤（MDF）までの接続		○	
	b) 主分電盤（MDF）からの電話工事	○		
	(7) 家具			
a) 一般家具		○		
b) プロジェクト用備品	○			
4*	資機材の輸送、通関手続き及び諸税の取扱い			
	(1) 「ガ」国までの海上輸送（空輸）	○		
	(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	○		搬入場所：プロジェクト近隣のガーナ配電公社プロジェクトオフィス資機材置場	
5*	現地調達資機材に係る付加価値税の免除		○	
6*	「ガ」国内への入国許可に必要な措置		○	
7*	施設及び調達機材の適切な運用・維持管理		○	

No.	負 担 事 項	負 担 区 分		備 考
		日本国側	「ガ」国側	
8*	無償資金協力に含まれない費用の負担		○	
9*	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		○	
10*	プロジェクト実施に必要な環境社会配慮の予算確保及び実施		○	
11	以下に示す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		○	プロジェクト実施前に取得する
12	仮設資機材置場用地及びフェンス・門扉の確保		○	プロジェクト近隣のガーナ配電公社プロジェクトオフィス資機材置場を利用
13	工事期間中の駐車場の確保		○	
14	工事用事務所	○		日本側工事業者用
15	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	○		
16	161 kV送電線ルート沿いの工事作業用地の確保及び交通整理		○	
17	既設架空線/地中ケーブルまたはパイプの移設及び許可取得（電力、電話、水道、下水等）		○	必要に応じ
18	地中ケーブル敷設における道路及び鉄道横断工事の許可取得		○	必要に応じ
19	残土及び工事雑水の廃棄場所の提供		○	
20	資機材の製造・調達	○		
21	資機材の据付工事、調整・試験	○		「ガ」国側は調達機材に含まれる測定器及び保守用道具を日本側工事業者へ貸与する。
22	工事期間中の一時的な停電作業		○	
23	グラフィックロード変電所での既設33 kV配電盤撤去工事の際の仮設繋ぎ替え工事		○	仮設33 kV配電盤、ケーブル等の資材含む
24	161 kV送電線（架空線、架空地線、光ケーブル）の接続点での接続工事		○	
25	33 kV準送電線（鉄塔、基礎、架空線、地中ケーブル等）の撤去工事		○	
26	調達機材の初期操作指導及び維持管理に係る運用指導	○		
27	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		○	
28	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		○	
29	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		○	

[注記] ○印が担当を表す。番号の * 印は、M/D 記載項目を示す。

3-2-4-4 施工監理計画／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。本計画は、変電所建設工事及び送電線工事と複合的な工事で既設変電設備との連携も多く、現地にてガーナ送電公社及びガーナ配電公社との調整のもと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、出来形管理及び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それらの施工監理を行う。更に必要に応じて、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、現場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。

(2) 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様に指導を行う。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（資機材工場製出来高及び土木・建築工事現場出来高）**
- ② **資機材搬入実績確認（変電・送電資機材及び土木・建築工事資機材）**
- 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**

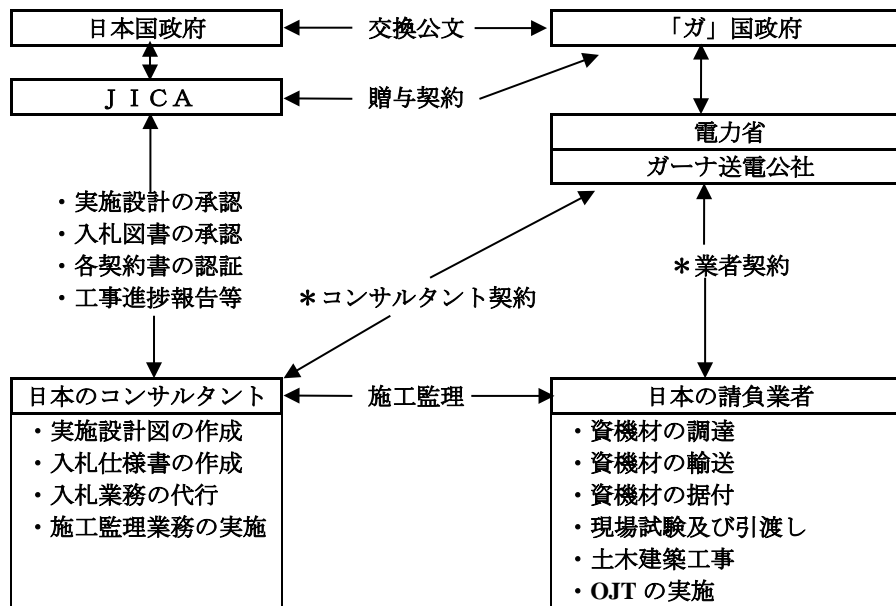
(3) 安全管理

請負業者の責任者と協議・協力し、建設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 **工所用車輛、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**

(4) 計画実施に関する全体的な関係

施工監理時を含め、本計画の実施担当者の相互関係は、図 3-2-4-4.1 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 の認証が必要である。

図 3-2-4-4.1 事業実施関係図

(5) 施工監督者

請負業者は、既設変電所内の新設変電所工事及び 161 kV 送電線工事に資機材を調達・納入すると共に、当該工事に係る土木・建築工事を実施する。また同工事実施のために、請負業者は「ガ」国現地業者を下請け契約により雇用することになる。従って、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。

本計画の変電設備及び送電線工事の規模・内容から、最低限、表 3-2-4-4.1 に示す請負業者側技術者の現場常駐が望ましい。

表 3-2-4-4.1 請負業者側派遣技師

派遣技師名	人数	業務内容	派遣期間
検査要員-1	1	送電機材製作図確認・照合・検査立会等	図面承認期間及び機材試験期間
検査要員-2	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
現地調達管理要員 1	1	工事全般の管理、関係機関との協議・調整・承認取得、通関手続き終了後納入調整業務、労務管理、経理事務、安全管理総括	全工事期間
現地調達管理要員 2	1	送配電機材の管理、関係機関との協議・調整・承認取得、労務管理、安全管理	送電工事期間
現地調達管理補助 (現地傭人：機材他全般)	1	現地調達要員の補助	現地調達管理要員の滞在期間

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、本計画で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・製作図と現場出来高の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

本計画で調達・据付が行われる変電設備用資機材は、「ガ」国では製造されていないため、「ガ」国では変圧器、配電盤等、電力流通の用に供する設備は、欧州製、日本国製等から調達している。近年では、インドや中国製品がガーナ送電公社の変電設備に導入され始めているが、日本国製及び欧州製への信頼は高い。

特に、本計画の供用開始後の運転維持管理を担うガーナ送電公社及びガーナ配電公社は、過去の我が国の無償資金協力事業で調達した日本製の変圧器並びに配電用機材が十数年経過した現在もなお、健全に稼働していることから日本国製を高く評価している。また、その運転維持管理を通じて、品質の高さ、並びに日本メーカーのアフターサービス体制にも信頼が置いている。このため、本計画の主要機材についても実施機関であるガーナ送電公社は日本製の採用を強く要望している。

また、本計画は用地的制約がある首都圏の電力開発事業であり、対象サイトは既設のグラフィックロード一次変電所の敷地内である。狭小な用地への大規模な変電所の整備であり、特に電圧階級 161 kV の開閉設備については、省スペース化が図れるガス絶縁開閉装置を屋外に据付ける計画である。本計画のように、屋外式を採用する場合、設備を収容する建築物に要する面積を削減することが可能である。

170 kV ガス絶縁開閉装置（複母線式）については、日本国製の他、欧州製が市場に出回っているが、欧州製について屋内式が一般的であり、日本製は屋外式、屋内式とも市場に一般的に出回っており、屋外仕様の技術も成熟度が高く、優位性がある。この点を考慮し、本計画では、日本製の屋外式 ガス絶縁開閉装置を採用する。

しかしながら、本計画の調達機材のうち 161kV 及び 33kV 系統は、ヨーロッパでは標準的な

階級であるものの、わが国では 154kV 及び 22kV 系統に相当し、絶縁の違いから遮断器、電線、地中ケーブル等の配電盤に係る資機材に関しては、日本製の価格競争が劣ることが予想される。このため、161kV 及び 33kV 電線・地中ケーブル及び 33kV 配電盤は、日本製に加えて DAC 諸国及び ASEAN 諸国からの調達も可能として競争性を確保することとする。

上記から、本計画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

工事用資機材：セメント、砂、コンクリート用骨材、コンクリートブロック、煉瓦、鉄筋、木材、ガソリン、ディーゼル油、工事用車輛、クレーン、トレーラー、その他仮設用資機材

(2) 日本国調達資機材

1) 変電設備用資機材

161/34.5 kV 変圧器、161 kV ガス絶縁開閉装置、所内変圧器、直流設備、低圧配電盤等

2) 送電線用資機材

161 kV 送電線資機材（鋼材、碍子等）

(3) 日本または第三国調達資機材（DAC 諸国及び ASEAN 諸国）

161kV 及び 33kV 電線・地中ケーブル及び 33kV 配電盤

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本計画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。ガーナ送電公社は、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。選任されたガーナ送電公社の技術者は、計画に参加できなかった他の職員に対して、技術を水平展開し、ガーナ送電公社の維持管理能力の向上に協力する必要がある。また、変電設備の運用や送電線資機材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、技術指導及び工程管理を行わせる必要がある。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

ガーナ送電公社は、本協力対象事業のような大規模な設備投資には苦慮しているものの、全国の送電網の運転維持管理を安定的に行っており、系統運用については一定の技術水準を有している。本協力対象事業においては、ガス絶縁開閉装置等、「ガ」国に初めての導入となる設備を含んでいるが、これらの設備は、従来の開閉設備等と内部構造が異なるものの、操作方法、系統保護機能等、運転維持管理上必要となる技術は、これまで「ガ」国で適用されてきた機材の技術水準を大幅に超えるものではない。したがって、これらの設備の運転維持管理に係る技術移転については、各機材の特性、特徴、仕様を踏まえ、メーカーの技術者により、初期操作指導、運用

指導を通じて図の方針とし、系統運用、系統保護等に主眼をおいたコンサルタントによる電力技術の移転に係るソフトコンポーネントは本協力対象事業に含めない方針とする。

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 3-2-4-9.1 に示すとおりの実業実施工程とする。

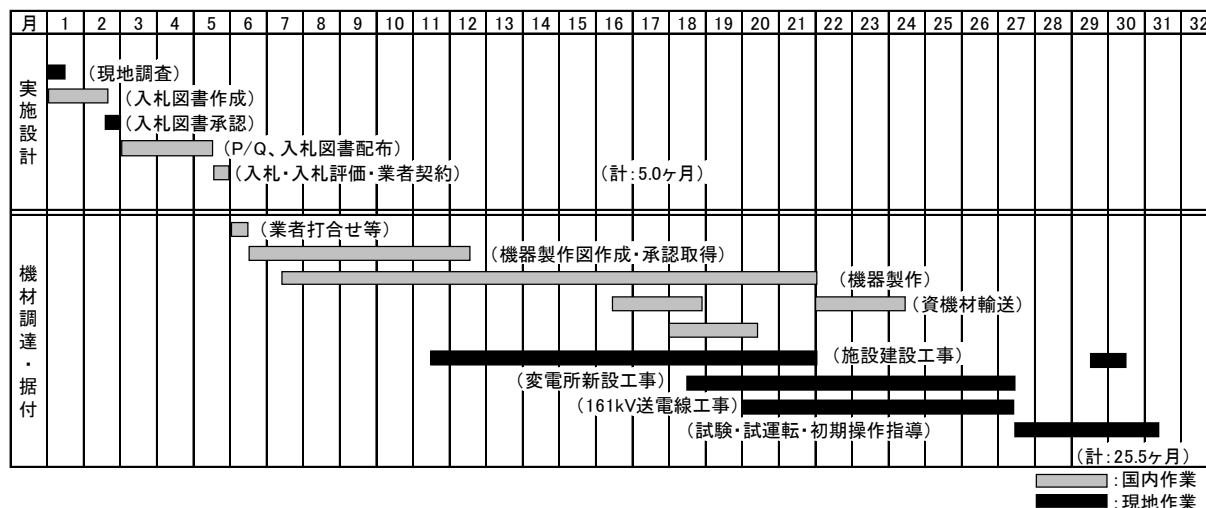


図 3-2-4-9.1 事業実施工程表

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、「ガ」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「ガ」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) 新設変電所建設、161 kV 送電線の建設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

(12) 工事事務所、資機材置き場、仮設用地の無償提供

(13) 変電所、送電線建設に必要な用地の整地

(14) 増強・増設・新設変電所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

(15) 161 kV 送電線新設工事のための仮設道路建設

(16) 既設 33kV 準送電線ルート上の樹木、作物の伐採

(17) 該当送電鉄塔に設置されている不要な碍子や架線などの撤去及び修復

「ガ」国側負担工事

(18) 33 kV 準送電線設備撤去工事

(19) 161 kV 送電線工事（分岐点における架線取外し工事、161 kV 送電線鉄塔（N0）の建設工事、161 kV 送電線鉄塔架線工事（N0→N1）等を含む）

(20) 33 kV 配電盤撤去工事（33 kV 仮設配電工事等を含む）

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 基本方針

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 3-4-1.1 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・据付けられ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。

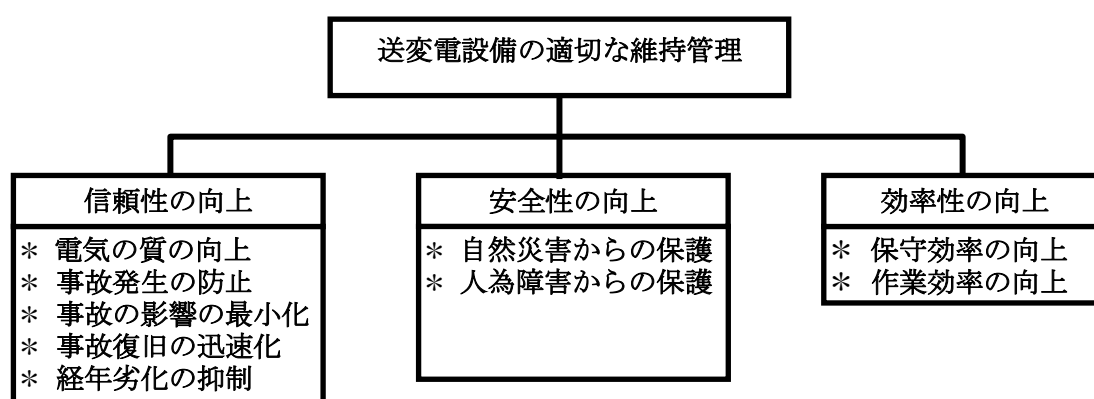


図 3-4-1.1 送変電設備の維持管理の基本的な考え方

本計画においては、据付工事及び試験調整期間中に日本の請負業者により派遣される技術者によって、当該変電設備及び送電設備の運転・維持管理に関する OJT を実施する計画である。併せて日本側から必要な交換部品、試験器具、保守用工具及び運営・維持管理マニュアルを供与し、供用開始後の運営・維持管理体制について提案することにより、十分その効果を発揮することが可能である。

なお、本計画で調達される設備は、ガーナ送電公社及びガーナ配電公社が運転維持管理にあたるが、ともに、十分な電力技術を有する人員を保有しており、本計画対象サイトに専属で要員を配置できる組織・体制も有している。

3-4-2 日常点検と定期点検項目

3-4-2-1 変電設備の日常点検と定期点検項目

本計画で調達・据付けされる変電設備の標準的な定期点検項目は、表 3-4-2-1.1 に示すとおりである。同表に示すとおり、上記設備の点検は、①機材の異常発熱、異常音等を人間の五感により毎日点検する“巡視点検”、②各機材のボルト等の締付け状態、絶縁物の表面汚損状態等、日常の巡視点検では出来ない荷電部の点検を行う“普通点検”、及び③各機材間のインターロック機構等の機能点検及び計器類の精度維持を実施する“精密点検”に分類される。通常、普通点検は1～2年に1度、精密点検は4年に1度程度実施される。また、配電盤等に内蔵されているヒューズ、計器、リレー等の性能劣化、絶縁性能の劣化、接点の摩耗並びに特性が変化する部品は、普通点検及び精密点検時に、部品の特性と使用頻度を確認した上で、適宜交換することが望ましい。

表 3-4-2-1.1 標準的な変電設備機材の定期点検項目

点検項目	点検内容 (方法)	巡視点検	普通点検	精密点検
設備外観	開閉表示器、開閉表示灯の表示状況	○	○	
	異常音、異常臭の発生の有無	○	○	
	端子部の加熱変色の有無	○	○	
	ブッシング、碍管の亀裂、破損の有無及び汚損の状況	○	○	
	設置ケース、架台等の発錆状況	○	○	
	温度異常の有無 (温度計)	○	○	
	ブッシング端子の締付け状況(機械的チェック)	○	○	
操作装置 及び 制御盤	各種計器の表示状況	○	○	○
	動作回数計の指示		○	○
	操作函、盤内の湿潤、さびの発生の有無及び汚損の状況		○	○
	給油、清掃状況		○	○
	配線の端子締付け状況	○	○	○
	開閉表示の状態確認		○	○
	漏気、漏油の有無		○	○
	操作前後の圧力確認 (SF6 ガス圧等)		○	○
	動作計の動作確認		○	○
	スプリングの発錆、変形、損傷の有無 (手入れ)	○	○	○
	各締付け部ピン類の異常の有無		○	○
補助開閉器、継電器の点検 (手入れ)		○	○	
直流制御電源の点検	○			
測定・試験	絶縁抵抗の測定		○	○
	接触抵抗の測定			○
	ヒータ断線の有無		○	○
	継電器動作試験		○	○

3-4-2-2 送電線の日常点検と定期点検項目

161 kV 送電線の維持管理は、日常の巡回点検により事故・損傷・破損個所を発見し、直ちに修復作業を実施することが需要家への最も重要なサービスである。また、送配電線路の樹木等への接触による地絡事故等が予想される時は、予め樹木の伐採等の予防措置を取る必要がある。

以下に主な日常巡回時の点検項目を示す。

- ① 電線の切断の有無
- ② 碍子の破損の有無
- ③ 電線と樹木等の接触の有無
- ④ 鉄塔の破損の有無
- ⑤ 鉄塔の傾斜の有無

3-4-3 交換部品購入計画

3-4-3-1 交換部品の対象設備

日常の運用において消耗・劣化し、定期的に交換が必要となる部品とし、1年間に必要となる数とする。本計画で調達する交換部品は以下の設備を対象とする。

- ① 170 kV 及び 33kV ガス絶縁開閉装置
- ② 161/34.5 kV 変圧器
- ③ 監視・制御・保護装置
- ④ 直流電源装置
- ⑤ 交流分電盤
- ⑥ 161 kV 及び 33 kV ケーブル端末材

3-4-3-2 交換部品の調達計画

本計画では、最低限必要な1年分の交換部品を日本側にて調達する計画であり、その項目は表3-4-3.1のとおりであるが、「ガ」国は、本計画完了後の1年後までに、必要な交換部品の購入費用を予算化する必要がある。

本計画では、表3-4-3-2.1に示すような新規に設置される変電・送電設備を適切に運営維持管理するために必要な試験器具及び保守用道工具を調達する。

表 3-4-3-2.1 本計画で調達する交換部品・試験器具・保守用道工具

ガーナ送電公社 (GRIDCo) 用：交換部品一覧表

番号	交換部品名	単位	数量
1.	170 kV ガス絶縁開閉装置		
(1)	しゃ断器用投入コイル	個	1
(2)	しゃ断器用引き外しコイル	個	1
(3)	断路器／接地装置用投入用電磁接触器	個	1
(4)	断路器／接地装置用開路用電磁接触器	個	1
(5)	断路器／接地装置用インターロックコイル	個	1
(6)	スペースヒーター	個	6
(7)	SF6 ガスシリンダー	個	3

番号	交換部品名	単位	数量
2.	161/34.5 kV 変圧器		
(1)	161 kV ブッシング	本	1
(2)	34.5 kV ブッシング	本	1
(3)	ブッフホルツリレー	個	1
(4)	油温計	個	1
(5)	油面計	個	1
(6)	MCCB (各種)	個	1
(7)	補助リレー (各種)	個	1
(8)	ヒューズ (各種)	個	100%
(9)	ランプ (各種)	個	100%
(10)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
3.	監視・制御盤		
(1)	メーター (各種)	個	1
(2)	スイッチ (各種)	個	1
(3)	ランプ (各種)	個	100%
(4)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
(5)	MCCB (各種)	個	1
(6)	補助リレー (各種)	個	3
(7)	電磁接触器 (各種)	個	1
4.	変圧器電圧調整制御		
(1)	変圧器電圧調整器	個	1
(2)	MCCB (各種)	個	1
(3)	メーター (各種)	個	1
(4)	ランプ (各種)	個	100%
(5)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
(6)	ヒューズ (各種)	個	1
5.	161/34.5 kV 変圧器保護		
(1)	保護継電器 (各種)	個	1
(2)	MCCB (各種)	個	1
(3)	ランプ (各種)	個	100%
(4)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
(5)	ヒューズ (各種)	個	1
6.	161 kV 送電線保護		
(1)	保護継電器 (各種)	個	1
(2)	MCCB (各種)	個	1
(3)	ランプ (各種)	個	100%
(4)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
(5)	ヒューズ (各種)	個	1
7.	161 kV 母線保護		
(1)	保護継電器 (各種)	個	1
(2)	MCCB (各種)	個	1
(3)	ランプ (各種)	個	100%

番号	交換部品名	単位	数量
(4)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
(5)	ヒューズ (各種)	個	1
8.	直流電源装置		
(1)	MCCB (各種)	個	1
(2)	メーター (各種)	個	1
(3)	ランプ (各種)	個	100%
(4)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
(5)	ヒューズ (各種)	個	1
9.	交流分電盤		
(1)	MCCB (各種)	個	1
(2)	メーター (各種)	個	1
(3)	ランプ (各種)	個	100%
(4)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
(5)	ヒューズ (各種)	個	1
10.	161 kV ケーブル	個	
(1)	屋外用 161 kV ケーブル端末処理材 (各種、3 相/組)	組	1
(2)	屋内用 161 kV ケーブル端末処理材 (各種、3 相/組)	組	1

ガーナ配電公社 (ECG) 用 : 交換部品一覧表

	交換部品名	単位	数量
1.	33 kV 配電盤		
(1)	ランプ (各種)	個	100%
(2)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
(3)	MCCB (各種)	個	1
(4)	保護継電器 (各種)	個	1
(5)	補助リレー (各種)	個	3
(6)	電磁接触器 (各種)	個	1
(7)	トリップコイル (各種)	個	1
(8)	投入コイル (各種)	個	1
(9)	スペースヒーター (サーモスタット付き)	個	1
(10)	メーター (各種)	個	1
(11)	スイッチ (各種)	個	1
2.	直流電源装置		
(1)	MCCB (各種)	個	1
(2)	メーター (各種)	個	1
(3)	ランプ (各種)	個	100%
(4)	LED ランプ (各種、ソケット付)	個	10%
(5)	ヒューズ (各種)	個	1
3.	33 kV ケーブル		
(1)	屋外用 33 kV ケーブル端末処理材 (各種、3 相/組)	組	1
(2)	屋内用 33 kV ケーブル端末処理材 (各種、3 相/組)	組	1

ガーナ送電公社用及びガーナ配電公社用：試験器具・保守用道工具一覧表

No.	品名	単位	数量
(1)	変圧器絶縁油真空脱気装置(タンク等含む)	式	1
(2)	変圧器絶縁油耐圧試験器	式	1
(3)	保護継電器試験器	式	1
(4)	SF ₆ ガスハンドリングプラント(ガス絶縁開閉装置用)	式	1

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

(1) 日本側負担経費

施工・調達業者契約認証まで非公表。

(2) 相手国側負担経費

*****. *万米ドル (約***百万円)**

「ガ」国側の負担事項内容、および金額は以下に示すとおりである。

- ① 住民移転費用： *. * 万米ドル (約*. *百万円)
- ② 環境承認手続きに係る費用： *. * 万米ドル (約*. *百万円)
- ③ 新設変電所に係る費用： *. * 万米ドル (約*. *百万円)
(用地の整地、障害物の撤去、既設設備の移設および接続など)
- ④ 161kV 送電線に係る費用： *. * 万米ドル (約*. *百万円)
(用地の整地、障害物の撤去など)
- ⑤ アベノール一次変電所及びグラフィックロード一次変電所間の 33kV 配電線撤去に係る費用： *. * 万米ドル (約*. *百万円)
- ⑥ 33kV 配電線に係る費用： *. * 万米ドル (約*. *百万円)
(33kV 配電盤取替および新設変電所との接続など)
- ⑦ 電力量計調達に係る費用 (GRIDCo 及び ECG 各 3 セット)： *. * 万米ドル (約*. *百万円)
- ⑧ アクラセントラル境界変電所内の SCADA システムにおける調達及び据付に係る費用： *. * 万米ドル (約*. *百万円)
- ⑨ 予備費 (上記①～⑧項の小計の 10%)： *. * 万米ドル (約*. *百万円)

(3) 積算条件

- ① 積算時点：平成 26 年 2 月
- ② 為替交換レート：1 米ドル=103.45 円
(2013 年 11 月から 2014 年 1 月までの TTS 平均値)

- ③ 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。
- ④ その他：本プロジェクトは、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。

3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトの対象地域における既設の変電所および送配電線は、ガーナ送電公社及びガーナ配電公社が維持管理している。本プロジェクトで新設される変電所および送電線は、供与開始後、ガーナ送電公社及びガーナ配電公社が運転・維持管理を担うことになる。本プロジェクトで新設されるアクラセントラル境界変電所については、既に運転員が配属されているため、新たな雇用の必要はない。変電所以外の新設する送電線については同地域事務所が現状の要員で対応する事になる。

なお、本プロジェクトで新設される変電所を健全に運用するためには表 3-4-3-2.1 に示す交換部品および消耗品を常備する必要がある、同地域事務所は必要に応じて予算化（約**百万ドル/年：機材費の*%程度）しておく必要がある。GRIDCo の 2012 年の修繕費は 4.3 百万ドルであり、その 9%程度であるため、本プロジェクトで更新・新設される変電所の維持管理費は予算内で確保できると考えられる。

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

変電所用地の取得、準送電線下用地の占有に対する補償、協力対象事業実施に係る環境許可の取得等が事業実施のための前提条件であり、概略を以下に示す。「ガ」国側は必要な手続きを進めており、過去に同様の配電設備に係る我が国の無償資金協力の経験もあることから、特段の懸案はない。

- 1) 161/34.5 kV 変電所用地については未使用の公共用地に建設予定である。
「ガ」国側は、建設予定地と所有する各公共機関から使用許可を取得する必要がある。
- 2) 「ガ」国側は、161kV 送電線計画ルート上の沿道インフラ用地 (Road Reserve) を使用する区間について、各市の都市計画局や土地所有者の許可を取得する必要がある。
- 3) 「ガ」国側は、161kV 送電線計画ルート上の既設 33 kV 準送電線の通行権領域 (Way Leave) 内を使用する区間について、同送電線を所有するガーナ配電公社の許可を取得する必要がある。

「ガ」国側は、「ガ」国環境保護庁に本協力対象事業の事業登録を行い、事前環境評価 (Preliminary Environment Report) 等の必要な手続きを経て、環境許可 (EP) を取得する必要がある。

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

(1) 工事着工前

- 実施機関は、日本国側の工事に先立ち、既に入札手続きを進めているアチモタ BSP とマラン BSP 間の本計画設備への電力供給を許容する送電線の増強工事を円滑に完了すること。また、同工事において本計画設備用の接続鉄塔を整備すること。また、実施機関は、同工事の一環として、本協力対象事業の 161 kV 送電線と取合いを行うための接続用鉄塔 (本計画における鉄塔番号「N0」) を整備する必要がある。
- 実施機関及び協力機関は、本計画にあたって必要な計画停電を、適宜、計画並びに実施する必要がある。また、その計画停電に係る諸手続き、需要家への通知、補償、苦情処理等を自らの責任において対処する必要がある。
- 実施機関及び協力機関は、仮設等の措置を講じ、既設のグラフィックロード一次変電所 電気室の既設の 33 kV 開閉設備を 14 面のうち西側から 6 面を、日本国側が全供与数 28 面の 33 kV 開閉設備のうち 15 面の据付工事に着工する前に、自らの負担工事として撤去する必要がある。

実施機関及び協力機関は、日本国側の据付け工事が完了するまで、仮設等の措置、及び、残りの既設の 33 kV 開閉設備 8 面で運用を行う状態を継続できる必要がある。

また、同様に、実施機関及び協力機関は、既設の残りの 8 面を同様の要領で撤去し、日本国側が残りの 13 面の 33 kV 開閉設備を完了するまで、日本国側が先立って整備し、運

転を開始した前述の 33 kV 開閉設備 15 面で運転を継続できる必要がある。

なお、実施機関及び協力機関は、上記の既設の 33 kV 開閉設備の撤去と合わせて、既設の開閉設備建屋の構造に配慮しつつ、日本国側が供与する 33 kV 開閉設備にあった開口部を床面に設ける必要がある。

この手順については、事業実施段階において納入機材の仕様が明確になった時点で、開口部の寸法、手順については、当事者間で精査する方針とする。

- 実施機関及び協力機関は、グラフィックロード一次変電所変電所において、本計画設備の設置予定箇所に既設され、日本国側工事の支障となる設備（ケーブルカルバート、リングメインユニット、33 kV キャパシタ等）を日本国側工事前に撤去する必要がある。
- 実施機関及び協力機関は、自らの負担工事として、日本国側が 161 kV 送電線の整備に着工する前に、既設のアベノール一次変電所からグラフィックロード一次変電所までの 33 kV 準送電線（鉄塔基礎も含む）を撤去する必要がある。
- 実施機関及び協力機関は、送電線、準送電線、配電線の道路、鉄道横断埋設工事を関連機関に申請し、日本国側工事前に許可を取得すること。
- 実施機関及び協力機関は、日本国側に合計 6 台（ガーナ送電公社用 3 台、ガーナ配電公社用 3 台）の取引用電力量計を調達し、日本国側に供給する必要がある。
- 実施機関は、必要に応じ住民移転計画にもとづき、円滑に住民移転を行う必要がある。

(2) 工事期間中

- 実施機関及び協力機関は、ガーナ配電公社のプロジェクト事務所の敷地内に本計画用に資機材仮置場用地（約 5,000 m²）を確保する必要がある。また、実施機関及び協力機関は、資機材仮置場から線路に沿った本協力対象事業の 161 kV 送電線の計画ルートへのアクセス路を工事車両の通行を考慮し整備する必要がある。
- 実施機関及び協力機関は、161 kV 送電線の鉄塔の計画用地（当該用地は実施機関及び協力機関の所有である）が位置する事業所への進入、及び当該用地における工事許可等を、その事業所の管轄者等から取得する必要がある。
- 実施機関は、工事による地域住民への影響をモニタリングし、必要に応じ工事活動を改善する必要がある。

(3) 工事完了後、供用開始後

- 日本国側が調達する最終接続用資材を活用し、実施機関がアチモタ境界変電所ーマラン境界変電所間の 161 kV 送電線 増強工事の一環として調達・据付けする接続用鉄塔（本計画における鉄塔番号「N0」）と日本国側が調達・据付けする終端鉄塔（本計画における鉄塔番号「N1」）の接続工事を自らの負担工事として実施する必要がある。
- 実施機関は、アクラセントラル境界変電所において、日本国側が整備する SCADA 接続

盤と既設の SCADA 通信網を自らで資機材を調達し最終接続作業を行う必要がある。

- 実施機関は、日本国側が調達・据付けする終端鉄塔（本計画における鉄塔番号「N1」）に整備する接続箱において、自らで資機材を調達し、光ファイバーケーブルの最終接続作業を行う必要がある。
- 実施機関及び協力機関は、フェンス及び出入口（門）等、グラフィックロード一次変電所の敷地境界設備の整備を本計画設備のレイアウトに合わせて自らの負担工事として行う必要がある。
- 実施機関及び協力機関は、本協力対象事業で整備する 33 kV 開閉設備 28 面のうち送出しフィーダー、33/11 kV 変圧器フィーダーについては、自らの負担作業として、保護継電器の試運転・調整・運転開始作業を行う必要がある（単体試験は日本国側負担作業）。

4-3 外部条件

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

(1) 上位目標に対して

- ・ 地方電化に関する政策が変更されない。
- ・ 政治・経済が安定している。

(2) プロジェクト目標に対して

- ・ 運営維持管理が持続的に行われる。
- ・ 料金徴収・財政支援が継続される。
- ・ 施設のセキュリティが確保される。

(3) 期待される成果に対して

- ・ 発電設備が十分に稼働する。
- ・ 運営・維持管理計画が実施される。
- ・ 接続費用・電気料金を住民（政府）が負担できる。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

以下に示す通り、本計画は「ガ」国のエネルギー政策並びに電力政策の実現に資するとともに、貧困層を含む対象地域の住民、公共施設に裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高いと判断される。

(1) 緊急性

電力開発は、主に以下の観点から行われる。

- ① 電力需要に対する供給容量の確保
- ② 供給予備力の確保等を通じた供給信頼度（停電時間の低減等）の改善

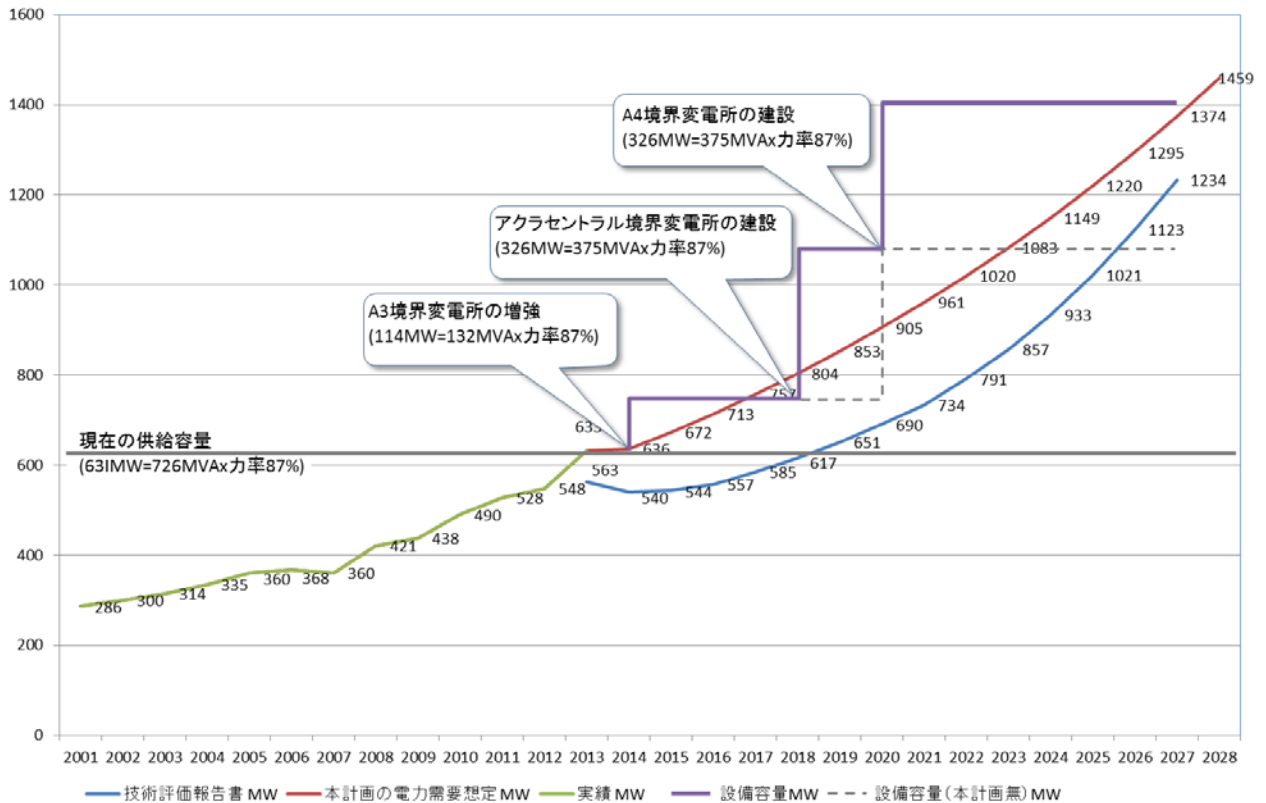
③ 電力システム構成の改善等を通じた電力品質の改善

上記のうち、①「電力需要に対する供給容量の確保」は安定供給の根本的な事象であり、最も緊急性が高い。

「3-2-2-1 計画の前提条件」に示したように、アクラ首都圏の境界変電所の流通設備の容量が不足しているため、アクラ首都圏の境界変電所から電力供給が行えず、遠方（アクラ首都圏から 40 km 程度）のウィネバ境界変電所から 33 kV 準送電線を介して大きな送電損失を伴いながら、アクラ首都圏に電力供給を行う等、厳しい現状におかれている。

このように、将来的な需要増加に対する供給容量の確保以前に、電力需要に対する供給容量が不足している現状にあり、前述の①が緊急的に必要な状況下にある。

本準備調査を通じて確認、精査したアクラ首都圏の電力計画を図 4-4-1.1 に示す。同図に示すように、本計画のアクラセントラル境界変電所が 2018 年に計画通り運転開始されない場合、現在、ガーナ送電公社が既に着手している A3 境界変電所の増強計画だけでは、本計画のプロジェクト評価の目標年次である供用開始後 3 年後（2021 年）以前に、2017 年からアクラ首都圏の電力供給は立ちいかない状況となるため、その緊急性は極めて高いと判断される（2015 年に交換公文を締結した場合、本計画には、入札及び建設工事に約 31 か月を要するため、運転開始は 2018 年となる）。



[出所] ガーナ送電会社の情報を基に準備調査団にて作成

図 4-4-1.1 アクラ首都圏の電力計画

また、「3-2-2-1 計画の前提条件」に示したように、供用開始後、設備寿命を全うする前に設備交換が必要となるような状況を回避すべく、設備計画の目標年次については、本計画と類似する無償資金協力事業との整合性も考慮し、設備計画の目標年次を供用開始後 10 年後としている。図 4-4-1.1 に示すように、ガーナ送電会社が 2020 年の運転開始を目指して、資金調達を模索している A4 境界変電所の増強計画とあわせて、本計画を実施しない限り、設備計画の目標年次において、電力需要に対し流通設備の容量は根本的に不足する見込みであり、緊急的な観点からのみならず、中長期的観点からも本計画の実施は必要不可欠な現状にある。

(2) 裨益性

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

本計画は、2010 年の「ガ」国における石油生産開始以降、電力系統における供給支障が深刻な問題となっている、「ガ」国のアクラ首都圏における電力流通強化計画である。不足している電力流通設備の供給容量の増強は、供給支障による機会費用の観点からの経済的損失に対する根本的な解決策であり、その裨益性は極めて高い。

図 4-4-1.1 に示したように、アクラ首都圏の電力供給において、本計画のアクラセントラル境界変電所は、電力計画上、緊急性が高く、供給容量確保の観点から必要不可欠であることが確認される。同図に示すアクラ首都圏の電力計画では、2020 年中に A4 境界変電所が運転

開始を見通しているが、同年、A4 境界変電所が運転開始の直前時点では、電力需要 905 MW に対し、流通設備に関しては供給容量 1,072 MW (=1,233 MVA×力率 87%) 程度にとどまっており、設備負荷率 84%に達している。アクラ首都圏の老朽化した電力流通設備の現状を踏まえると、万一の供給事故に対する十分な供給予備力が確保されているというより、常態化している設備故障に対する待機設備が確保されているという判断が妥当である。

設備計画の目標年次である 2028 年に至っては、供給容量 1,388 MW (=1,608 MVA×力率 87%) に対し電力需要 1,459 MW となっており、設備負荷率 105%に達している。したがって、2028 年にはアクラ首都圏の電力供給は立ちいかない状況となるため、「ガ」国は 2028 年までにアクラ首都圏の変圧器を増設する必要がある。

以上のように、プロジェクト評価の目標年次、設備計画の目標年次、いずれの断面においても、アクラ首都圏の電力流通設備において十分な供給予備力が確保されているとは言い難く、常用運転設備もしくは常態化している設備事故に対する待機運転設備の確保にとどまっているという状況である。すなわち、アクラ首都圏の電力供給において、アクラ首都圏の境界変電所の流通設備は、常時、直接的に電力供給に寄与している側面が強い。アクラセントラル境界変電所（設備容量 375 MVA）のアクラ首都圏全体の流通設備容量に対する容量比率を表 4-4-1.1 に示す。

表 4-4-1.1 アクラセントラル境界変電所のアクラ首都圏全体に対する容量比率

目標年次	首都圏全体	アクラセントラル境界変電所	容量比率	備考
プロジェクト評価 供用開始後 3 年後 (2021 年)	1,233 MVA	375 MVA	約 30%	A4 境界変電所の 運転開始が遅れた 場合
設備計画 供用開始後 10 年後 (2028 年)	1,608 MVA	375 MVA	約 23%	

[出所] ガーナ送電会社の情報を基に準備調査団にて作成

政府機関、病院、学校等の公共サービスを提供する施設、貧困層も含む一般住民、国の経済を担う企業等の社会経済活動において、その基盤となっている電力エネルギーの供給に対し、本計画で整備するアクラセントラル境界変電所は、表 4-4-1.1 のように、プロジェクト評価の目標年次（2020 年）時点で、30%程度、貢献することが確認される。アクラ首都圏の人口（1 日あたりの所得 1.25 米ドルを下回る人口も含む）、公共施設数、社会経済概況を表 4-4-1.2 に示す。本計画により整備される電力流通設備は、これらアクラ首都圏の社会経済活動の約 3 割に対し直接的に裨益する見込みであり、支援額原単位に対する裨益効果は極めて高い。

表 4-4-1.2 アクラ首都圏の社会機材概況

	項目	数量
人口（人）	総人口	約 1,840,000
	所得 1.25 米ドル以下の人口	約 552,000 (30%)
世帯数（世帯）	一般世帯	165,828 (16%)
	商業施設	127,480 (12.3%)
	工業施設	653,986 (63.1%)
	政府施設	89,132 (8.6%)
医療施設（箇所）	病院	28
	ヘルスセンター	130
	その他	60
教育施設（箇所）	一次教育	246
	二次教育	95
	三次教育	45

[出所] ガーナ統計局

(3) 運転維持管理能力

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

本協力対象事業においては、ガス絶縁開閉装置等、「ガ」国に初めての導入となる設備を含んでいるが、これらの設備は、従来の開閉設備等と内部構造が異なるものの、操作方法、系統保護機能等、運転維持管理上必要となる技術は、これまで「ガ」国で適用されてきた機材の技術水準を大幅に超えるものではない。

したがって、これらの設備の運転維持管理に係る技術移転については、各機材の特性、特徴、仕様を踏まえ、メーカー技術者により、初期操作指導、運用指導を通じて、納入メーカー毎に異なる操作方法等の部分について確実に技術移転を行えば、納入機材に対する「ガ」国側の運転維持管理能力の観点からは問題はない。

加えて、2010年の石油生産の開始以降、電力需要が著しく増大しており、本計画対象地であるアクラ首都圏だけでなく、他の地方都市でも、用地的制約の観点から省スペース化が図れるガス絶縁開閉設備の導入は予想される。本計画で導入するガス絶縁開閉設備の導入及びそれに係る技術の移転は、我が国の技術力の有効活用とともに、今後を見据えた「ガ」国の技術力向上に資するものである。

(4) 上位計画に資するプロジェクト

ガーナ送電公社は、2020年を目標年次とし、2011年2月に「送電マスタープラン」を策定し、2012年12月にはアメリカ貿易・開発機構（United States Trade and Development Agency：USTDA）の支援のもとレビューを行っている。「3-2-2-1計画の前提条件」に示したように、同マスタープランは「ガ」国全土を対象として策定されているため、アクラ首都圏等、地域個別の開発計画にあたっては、各地域の設備構成、設備容量、需要分布等を策確認し、地域特性に順応させつつ上位計画をブレイクダウンしていく必要がある。

この点に留意し、本準備調査を通じて策定したアクラ首都圏の流通設備に係る電力計画が

図 4-4-1.1 である。この上位計画において、本計画のアクラセントラル境界変電所（設備容量 375 MVA）は、表 4-4-1.1 に示すように、アクラ首都圏全体の流通設備容量に対する容量比率において、プロジェクト評価の目標年次（2021 年）時点で 30%程度、設備計画の目標年次（2028 年）時点で 23%程度寄与する見通しであり、上位計画の達成に対し大きく貢献すると判断される。

(5) 我が国の援助方針との整合性

「対ガーナ国別援助方針」に示されるように、本計画のような「経済インフラ（電力、運輸交通）」に対し、「可能な限り我が国の技術力を生かして支援する」ことを方針として掲げている。

本計画の主要なコンポーネントは、首都圏の既設の一次変電所の狭小な敷地内に「ガ」国最大となる境界変電所を建設することである。したがって、用地的制約、周辺への騒音排出の低減の観点から、屋外式ガス絶縁開閉装置、金属閉鎖箱に収められた大容量の導油式風冷方式変圧器等の採用が不可欠である。安定供給を要求される電力設備としての用途に留意した場合、ガス絶縁開閉装置、変圧器といった主要機材については、欧州製、日本国製が考えられる。

ガス絶縁開閉装置については、欧州製は標準仕様として屋内式を採用している場合が一方、日本製は屋内式、屋外式、いずれも標準的に市場で得られ、屋外式に係る納入実績も多数あり、実証に基づく技術も確立されている。また、変圧器に関しても、省スペース化及び騒音低減が図れる、金属閉鎖箱に収められた大容量の導油式風冷方式変圧器は、島嶼国という我が国の特性上、首都、地方都市において、多数導入されており、高い品質が実現されている。

このように、本計画は、「ガ」国の社会経済を支える首都圏の電力の安定供給に資するとともに、我が国に優位性がある技術力も活用される観点からも我が国の無償資金協力事業としての妥当性が高いと判断される。

(6) ノンテクニカルロス（盗電）の低減効果

ガーナ配電公社は、プリペイド式メーター導入による電気料金徴収率改善、需要家巡視プログラム（盗電摘発）によるノンテクニカル損失の低減等、事業運営改善を行っており、これらは徐々に成果を挙げている。プリペイド式メーター導入数の増加とともに電気料金徴収率は改善し、電力損失についても、ノンテクニカルロス等の低減により、損失率は序々に改善している。本協力対象事業に加え、電気料金改定等、制度面の改善を含む、これらのガーナ配電公社の自助努力が継続的に行われることにより、配電事業の自立持続的発展が達成されることが期待される。

4-4-2 有効性

本計画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 4-4-2.1 定量的効果

指標名	現状の数値 (2013 年)	目標値 (2021 年) 【供用開始 3 年後】	
		本計画無	本計画有
電圧階級 161/34.5 kV の 変電設備容量 (MVA) *	726 MVA	1,233 MVA	1,608 MVA
送配電ロス (MW) *	30 MW	70 MW	49 MW
年間 CO ₂ 排出削減量 *	-	約 72,800 ton	

[備考] *: アクラ首都圏内

(2) 定性的効果 (プロジェクト全体)

表 4-4-2.2 定性的効果

現状と問題点	本計画での対策 (協力対象事業)	計画の効果・改善程度
1. アクラ首都圏では、電力設備の老朽化や過負荷のため頻繁に停電や電圧降下が発生し、以下に示すような問題点が挙げられる。 ①産業及び経済の発展を阻害している。 ②公共福祉施設、特に医療機関の運営に影響を及ぼしている。	アクラ首都圏に、下記の境界変電所の新設並びに送電線の建設を行う。 1. 161/34.5 kV 変電設備 375MVA=125 MVA×3 バンク 2. 161 kV 送電設備 ・架空線路亘長約 3.0 km (鋼製鉄塔 18 基) ・地中線 (約 0.40 km)	安定した電力供給が行われることで、産業並びに経済が活性化され公共福祉施設の安定した運営、医療サービスの向上により、地域住民 (アクラ首都圏の住民約 184 万人) の生活環境が改善される。
2. 「ガ」国では電力需要が急増する一方で、送配電施設の容量不足や老朽化が著しく、供給不安定や送配電ロスの大きな要因となっている。	同上	境界変電所を建設することで、電力供給における離接するアチモタ境界変電所及びマラン境界変電所への依存度が軽減される。また、供給不安定や送配電ロスのリスクが緩和される。
3. 「ガ」国では首都圏や大都市における電力供給の不安定化や電力不足は顕著であり、経済活動に深刻な支障となっているが、用地条件が厳しいため境界変電所建設が難しい。	狭小な土地に 170 kV 級の変電設備を据付するため、空気絶縁式の変電設備と比べて離隔距離を大幅に短縮できるガス絶縁開閉装置を採用する。	ガス絶縁開閉装置を導入により、省スペース化が図られ、コンパクト型境界変電所が可能となる。

(3) 本協力対象事業による温室効果ガス削減量の算定

1) 電力損失低減による二酸化炭素削減効果

電力損失低減による温室効果ガス削減量については、表 4-4-2.3 に示す燃料別排出係数を用い、以下の方法により求める。

- ① 低減される電力損失 [GWh/年]を求める。
- ② 低減される電力損失 [GWh/年]×3,600 [GJ/GWh]÷ 電源設備の熱効率 (0.45)
=低減される発熱量 [GJ/年]
- ③ 低減される発熱量 [GJ/年]×排出係数×44/12=CO₂排出削減量

表 4-4-2.3 燃料別排出係数

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

[出所] 環境省/経済産業省(2013.5)“温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(ver3.4)”

前述の定量的効果より、本協力対象事業の実施により、21MW(=70-49)程度損失が改善すると仮定すると、2013年の負荷実績から、前述の方法に従い、ガスコンバインド発電設備用の化石燃料である天然ガスの使用削減にと仮定し、CO₂排出削減量を算定した結果、約 72,800 トンとなる。

1. 調査団員・氏名

(1) 第一次現地調査

氏名	担当業務	現職
相良 冬木	総括	独立行政法人 国際協力機構 産業開発・公共政策部 資源・エネルギー グループ 資源・エネルギー第一課
野上 一成	業務主任／電力計画①	八千代エンジニアリング (株)
小宮 雅嗣	副業務主任／電力計画②	八千代エンジニアリング (株)
酒村 建治	変電設備	西日本技術開発 (株)
玉井 昌幸	送電設備	八千代エンジニアリング (株)
林 達也	潮流解析	西日本技術開発 (株) 【九州電力 (株)】
堀米 康男	施設計画	八千代エンジニアリング (株) 【(有) 堀米設計】
黒羽子 強平	施工設計／積算	八千代エンジニアリング (株)
大村 健	環境社会配慮	八千代エンジニアリング (株) 【パセツト (株)】

(2) 第二次現地調査

氏名	担当業務	現職
小宮 雅嗣	業務主任／電力計画①	八千代エンジニアリング (株)
玉井 昌幸	送電設備	八千代エンジニアリング (株)

2. 調査行程

(1) 現地調査行程 (第一次現地調査)

No.	2014年 月日	曜日	調査内容				宿泊地	調査概要
			JICA団員	コンサルタント団員				
				業務主任グループ 野上、小宮	変電グループ 酒村、堀米、林	送電グループ 玉井、黒羽子(堀米)		
1	1月11日	土		●移動{成田12:25→フランクフルト16:40 by JL-407}			フランクフルト	コンポーネントに係る協議に係る事前確認
2	1月12日	日		●移動{フランクフルト13:50→アクラ19:35 by LH-566}			アクラ	
3	1月13日	月		●9:00 JICAガーナ事務所表敬及び本調査行程、内容の説明・協議、 ●10:30 エネルギー・石油省(MoEP)表敬、調査行程説明 ●13:00 ガーナ送電公社(GRIDCo)表敬・協議(インセプションレポート、調査行程説明、無償スキーム概要、「ガ」国側便宜供与、現地調査手法等説明・協議、要請内容、設備方針及び容量・増強計画の確認)、サイト調査(調査対象変電所の環境現況調査を含む) ●16:00 ガーナ配電公社(ECG)表敬・協議			アクラ	
4	1月14日	火		●GRIDCo訪問・協議 ●サイト調査(調査対象送電線の環境現況調査)			アクラ	
5	1月15日	水		●サイト調査(グラフィックロード一次変電所) ●161kV送電線ルート調査(分岐点 - グラフィックロード一次変電所:約4km) ●玉井、堀米移動{成田12:25→フランクフルト16:40 by JL-407}			アクラ 玉井、堀米:フ ランクフルト	
6	1月16日	木		●サイト調査(ECGプロジェクトオフィス) ●161kV送電線ルート調査(分岐点 - グラフィックロード一次変電所:約4km) ●玉井、堀米移動{フランクフルト13:50→アクラ19:35 by LH-566} ●小宮移動{成田12:25→フランクフルト16:40 by JL-407}			アクラ 小宮:フランク フルト	
7	1月17日	金		●GRIDCo訪問・協議 ●小宮移動{フランクフルト13:50→アクラ19:35 by LH-566}	環境社会配慮に係る制度・組織の調査		アクラ	
8	1月18日	土	●移動{成田22:00→ドバイ5:00 by JL-5095}	●サイト調査(グラフィックロード一次変電所) ●161kV送電線ルート調査(分岐点 - グラフィックロード一次変電所:約4km)			アクラ JICA:機中泊	
9	1月19日	日	●移動{ドバイ07:25→アクラ12:25 by EK-787} ●団内協議	●団内協議、資料整理			アクラ	
10	1月20日	月	●8:30 JICAガーナ事務所協議 ●10:00 財務省(MoF)表敬 ●11:00 MoEP次官表敬 ●12:00 ECG表敬 ●14:30 GRIDCo表敬・協議(ECG同席)、無償資金協力スキーム、「ガ」国負担事項、全体工程等の説明				アクラ	コンポーネントに係る協議・合意
11	1月21日	火	●要請内容、協力対象に係る、スキーム、「ガ」国負担事項(続き) ●サイト調査	●環境社会配慮に係る制度・組織の調査			アクラ	
12	1月22日	水	●9:00 M/D(案)の提出・協議 ●14:00 他ドナー・関係機関訪問 ●サイト調査	●サイト調査(グラフィックロード一次変電所) ●161kV送電線ルート調査(アクラセントラル境界変電所 - アベノール一次変電所:約4km)			アクラ	
13	1月23日	木	●9:00 M/D(案)の協議・修正 ●15:00 M/D署名(MoF、MoEP、GRIDCo) ●小宮移動{アクラ21:30→フランクフルト05:20+1 by LH-567}	●サイト調査(グラフィックロード一次変電所) ●161kV送電線ルート調査(アクラセントラル境界変電所 - アベノール一次変電所:約4km) ●社会環境配慮及び測量・ボーリングに係る現地業者との協議			アクラ 小宮:機中泊	

No.	2014年 月日	曜日	調 査 内 容				宿 泊 地	調 査 概 要	
			JICA団員	コンサルタント団員					
				業務主任グループ 野上、小宮	変電グループ 酒村、堀米、林	送電グループ 玉井、黒羽子(堀米)			環境社会配慮 大村
14	1月24日	金	<ul style="list-style-type: none"> 11:00 在ガーナ日本国大使館(EoJ)へ報告 14:00 JICAガーナ事務所へ報告 JICA移動{アクラ18:35→ドバイ06:20+1 by EK-788} 小宮移動{→フランクフルト05:20 by LH-567} 小宮移動{フランクフルト20:25→成田15:55+1 by JL-408} 	<ul style="list-style-type: none"> サイト調査(アクラセントラル境界変電所、アベノールー次変電所及び他変電所) 161kV送電線ルート調査(アクラセントラル境界変電所 - アベノールー次変電所:約4km) 		アクラ 小宮: フランクフルト JICA:機中泊			
15	1月25日	土	<ul style="list-style-type: none"> 移動{→ドバイ06:20 by EK-788} 移動{ドバイ2:55→成田17:20+1 by JL-5096} 	<ul style="list-style-type: none"> サイト調査(アクラセントラル境界変電所及びアベノールー次変電所) サイト調査(他変電所) 小宮移動{→成田15:55 by JL-408} 	<ul style="list-style-type: none"> 161kV送電線ルート調査(マラン境界変電所 - 計画A4境界変電所:約15km) 	アクラ 小宮:機中泊 JICA:ドバイ			
16	1月26日	日	<ul style="list-style-type: none"> 移動{→成田17:20 by JL-5096} 	<ul style="list-style-type: none"> 団内協議、資料整理 		アクラ			
17	1月27日	月		<ul style="list-style-type: none"> サイト調査(アチモタ境界変電所及びマラン境界変電所) サイト調査(他変電所) 	<ul style="list-style-type: none"> 161kV送電線ルート調査(アクラセントラル境界変電所 - アベノールー次変電所:約4km) 測量・ボーリングに係る現地業者との契約 	アクラ	概略設計		
18	1月28日	火		<ul style="list-style-type: none"> サイト調査(アチモタ境界変電所及びマラン境界変電所) 資料整理 		アクラ			
19	1月29日	水		<ul style="list-style-type: none"> サイト調査(マラン境界変電所及び計画A4境界変電所) サイト調査(他変電所) 	<ul style="list-style-type: none"> 161kV送電線ルート調査(アクラセントラル境界変電所 - アベノールー次変電所:約4km) 	アクラ			
20	1月30日	木		<ul style="list-style-type: none"> サイト調査(G一次変電所) 資料整理 	<ul style="list-style-type: none"> 社会環境配慮に係る現地業者との契約 通関手続き調査及び資機材市場調査 	アクラ			
21	1月31日	金		<ul style="list-style-type: none"> MoEP訪問、電力セクター構造改革に係る調査 電力需給状況調査(MoEP) 	<ul style="list-style-type: none"> GRIDCo訪問・協議 ECC訪問・協議 	アクラ			
22	2月1日	土		<ul style="list-style-type: none"> サイト調査(補足調査)、資機材市場調査 		アクラ	概略設計に係る協議・合意		
23	2月2日	日		<ul style="list-style-type: none"> フィールドレポートの作成 団内協議、資料整理 		アクラ			
24	2月3日	月		<ul style="list-style-type: none"> ECC訪問・協議 フィールドレポートの作成 補足資料・データの収集 		アクラ			
25	2月4日	火		<ul style="list-style-type: none"> フィールドレポートの作成 補足資料・データの収集 		アクラ			
26	2月5日	水		<ul style="list-style-type: none"> フィールドレポートの作成 補足資料・データの収集 市場調査 		アクラ			
27	2月6日	木		<ul style="list-style-type: none"> サイト調査(GRIDCoと161kV送電線ルート確認) GRIDCo訪問・協議 フィールドレポートの作成 補足資料・データの収集 		アクラ			
28	2月7日	金		<ul style="list-style-type: none"> ECCとの協議 フィールドレポートの作成 		アクラ			
29	2月8日	土		<ul style="list-style-type: none"> フィールドレポートの作成 団内協議、資料整理 		アクラ			
30	2月9日	日		<ul style="list-style-type: none"> フィールドレポートの作成 団内協議、資料整理 		アクラ			

No.	2014年 月日	曜日	調査内容				宿泊地	調査概要	
			JICA団員	コンサルタント団員					
				業務主任グループ 野上、小宮	変電グループ 酒村、堀米、林	送電グループ 玉井、黒羽子(堀米)			環境社会配慮 大村
31	2月10日	月		<ul style="list-style-type: none"> ・サイト調査(アチモタBSP、マランBSP、A3BSP) ・GRIDCoよりフィールドレポートの承認取得 ・測量・試掘・ボーリング報告書精査・受領 				アクラ	報告書作成報告
32	2月11日	火		<ul style="list-style-type: none"> ・ECGよりフィールドレポートの承認取得 ・現地調査結果概要の作成 				アクラ	
33	2月12日	水		<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査結果概要の作成 ・国家開発計画、社会経済状況に係る情報収集 ・港湾、輸送ルート調査 ・収支状況、電気料金に係る調査協議 				アクラ	
34	2月13日	木		<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査結果概要の作成 				アクラ	
35	2月14日	金		<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査結果概要の作成 				アクラ	
36	2月15日	土		<ul style="list-style-type: none"> ・サイト調査(補足調査)、団内協議及び資料整理 				アクラ	
37	2月16日	日		<ul style="list-style-type: none"> ・サイト調査(補足調査)、団内協議及び資料整理 				アクラ	
38	2月17日	月		<ul style="list-style-type: none"> ・JICAガーナ事務所へ第一次現地調査結果報告 ・移動(アクラ21:30→フランクフルト05:20+1 by LH-567) 				アクラ	
39	2月18日	火		<ul style="list-style-type: none"> ・移動(→フランクフルト05:20 by LH-567) ・移動(フランクフルト20:25→成田15:55+1 by JL-408) 				機中泊	
40	2月19日	水		<ul style="list-style-type: none"> ・移動(→成田15:55 by JL-408) 					

(2) 現地調査行程 (第二次現地調査)

No.	2015年 月日	曜日	調査内容		宿泊地	調査概要
			コンサルタント団員(小宮、玉井)			
1	2月21日	土	<ul style="list-style-type: none"> ・玉井移動(成田12:25→フランクフルト16:40 by JL-407) 		フランクフルト	準備調査報告書に係る協議・合意
2	2月22日	日	<ul style="list-style-type: none"> ・玉井移動(フランクフルト14:20→アクラ19:55 by LH-566) 		アクラ	
3	2月23日	月	<ul style="list-style-type: none"> ・サイト調査 ・小宮移動(ヤンゴン19:50→バンコク21:45 by TG-306) ・小宮移動(バンコク23:40→フランクフルト05:30 by TG-920) 		アクラ 小宮: 機中泊	
4	2月24日	火	<ul style="list-style-type: none"> ・JICAガーナ事務所表敬訪問協力準備調査報告書(案)資料の内容説明 ・電力省(MoP)、財務省(MoF)、ガーナ送電公社(GRIDCo)及びガーナ電力公社(ECG)に表敬訪問及び協力準備調査報告書(案)資料の提出 ・小宮移動(→フランクフルト05:30 by TG-920) ・小宮移動(フランクフルト14:20→アクラ19:55+1 by LH-566) 		アクラ	
5	2月25日	水	<ul style="list-style-type: none"> ・MoF、GRIDCo及びECGに協力準備調査報告書(案)及び機材仕様書(案)の説明・協議 ・協議議事録(M/D)の提出・説明・協議 		アクラ	
6	2月26日	木	<ul style="list-style-type: none"> ・MoPに協力準備調査報告書(案)の説明・協議 ・サイト調査 		アクラ	
7	2月27日	金	<ul style="list-style-type: none"> ・協議議事録M/Dの署名 ・JICAガーナ事務所への報告 ・移動(アクラ21:55→フランクフルト05:20+1 by LH-567) 		アクラ	
8	2月28日	土	<ul style="list-style-type: none"> ・移動(→フランクフルト05:20 by LH-567) ・移動(フランクフルト19:10→成田14:40+1 by JL-408) 		機中泊	
9	3月1日	日	<ul style="list-style-type: none"> ・移動(→成田14:40 by JL-408) 			

3. 関係者(面会者)リスト

財務省

Ministry of Finance (MoF)

Mr. Kwadwo Awua-Peasah	Director of External Resources Mobilization-Bilateral
Mr. Florian Assenga	Senior Human Resources Officer
Mr. Tulimbumi Abel	Legal Officer
Mr. David M. A. Quist	Head of Cooperation
Mr. Edward Obiri-Yeboah	Assistant Economics Officer
Ms. Matilda M. Annor	Economics Officer

エネルギー・石油省 (第1次現地調査時)

Ministry of Energy and Petroleum (MoEP)

Prof. Thomas Mba Akabzaa	Chief Director
Ing. Stephen Kwakye Doku	Director of Power
Mr. Solomon Adjetejey	Deputy Director of Power

電力省 (第2次現地調査時)

Ministry of Power (MoP)

Ing. Stephen K. Doku	Director, Generation & Transmission
Ing. Chris K. Anaglo-Mawunegbloe	Deputy Director, Power

ガーナ送電公社 本社

Ghana Grid Co. Ltd (GRIDCo), Head Office

Ing. William Amuna	Chief Executive
Ing. Ebenezer Kofi Essienyi	Manager of Design and Standards
Mr. Suraj O. Amadu	Advisor, Engineering & Operations
Mr. Isoyor Kubih	Senior Electrical Engineer
Mr. Vincnt Boachie	Manager of Special Project
Mr. Rasheed Baisie	Assistant Electrical Engineer Planning
Mr. Kassim Abubalkar	Principal Engineer
Mr. Benjamin Ntsin	Manager of Power System Planning
Mr. Abdul Samed Ibrahim	Senior Electrical Engineer
Mr. Martin Kodjo	Principal Geodetic Engineer
Mr. Fredrick Okang	Principal Electrical Engineer
Mr. Kwame O. Boadi	Senior Electrical Officer

ガーナ送電公社 アチモタ境界変電所

Ghana Grid Co. Ltd (GRIDCo), Achimota BSP

Mr. M. Kjug	Regional Engineer
-------------	-------------------

ガーナ配電公社 本社

Electricity Company of Ghana (ECG), Head Office

Mr. William Hutton-Mensah	Managing Director
Ing. Tetteh A. Okyne	Director of Operations
Mr. S. Boakye Appiah	Director of Network
Mr. Julius Kwame Kpekpena	Director of Engineering
Mr. Kwadwo Ayensu Obeng	Div. Manager Planning
Mr. Stephen Akuoku	Economist
Mr. Alex Boamah	Deputy Manager of National AC Control Program

ガーナ配電公社 プロジェクト事業所

Electricity Company of Ghana (ECG), Project Office

Mr. Godfred Mensah	Ag. General Manager of System Planning
Mr. Osei Yaw Adofo	General Manager of Design
Mr. Samuel Odame	General Manager Sub-transmission
Mr. David Asiedu	Assistant Electrical Engineer of Design
Mr. Frank Antwi Boakye	Electrical Engineer
Mr. Abass B. Wilson	Senior Geodetic Engineer

ガーナ配電公社 G 変電所

Electricity Company of Ghana (ECG), Substation G

Mr. Kamuah Hammond	Control Operation
Mr. Kurt Festus Prange	Control Operation

世界銀行ガーナ事務所

The World Bank Ghana Office

Mr. Carol Litwin, Senior Energy Specialist	Senior Energy Specialist
--	--------------------------

フランス開発庁

Agency of France for Development

Ms. Mareva Bernard-Herve	Project Officer
Mr. Marianne Klarsfeld	Project Officer

在ガーナ日本国大使館

Embassy of Japan in Ghana

定本 憲明	一等書記官
-------	-------

JICA ガーナ事務所

JICA Ghana Office

牧野 耕司

住吉 央

田中 務

白倉 紀

櫻井 理

田澤 大樹

竹内 知成

金谷 俊秀

Mr. Joshua Biliwi Mabe

所長

次長

次長

所員

企画調査員（インフラ）

企画調査員（経済インフラ開発）

所員

プロジェクト形成アドバイザー

Programme Officer (Infrastructure Sector)