

国際協力事業団

シエラレオーネ共和国
国家電力庁

シエラレオーネ共和国

フリータウン電力供給改善計画

基本設計調査(補足調査)

報告書

平成5年5月

八千代エンジニアリング株式会社

無調一

93(1)

93-131

国際協力事業団 シエラレオーネ共和国

フリータウン電力供給改善計画
基本設計調査(補足調査)報告書

平成5年5月 八千代エンジニア

93(1)



国際協力事業団

25661

国際協力事業団

シェラレオーネ共和国
国家電力庁

シェラレオーネ共和国

フリータウン電力供給改善計画

基本設計調査(補足調査)

報告書

JICA LIBRARY



1111038(4)

平成5年5月

八千代エンジニアリング株式会社

序 文

日本国政府は、シェラレオーネ共和国政府の要請に基づき、同国のフリータウン電力供給改善計画にかかる基本設計調査（補足調査）を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成5年3月16日から4月2日まで外務省経済協力局無償資金協力課 森本康裕事務官を団長とし、八千代エンジニアリング㈱の団員から構成される基本設計調査団（補足調査）を現地に派遣しました。

調査団は、シェラレオーネ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調査を実施し、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。

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

平成5年5月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

今般、シェラレオーネ共和国におけるフリータウン電力供給改善計画基本設計調査（補足調査）が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約により、弊社が、平成5年3月8日より平成5年5月14日までの約2ヶ月に亙り実施してまいりました。今回の調査に際しましては、シェラレオーネ共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、通商産業省関係者には多大のご理解並びに御協力を賜り、お礼を申し上げます。また、シェラレオーネ共和国においては、国家電力庁関係者、在ガーナ共和国日本国大使館、在シェラレオーネ共和国日本総領事館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

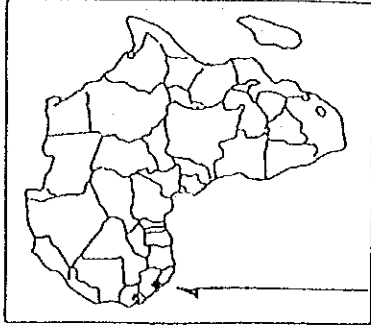
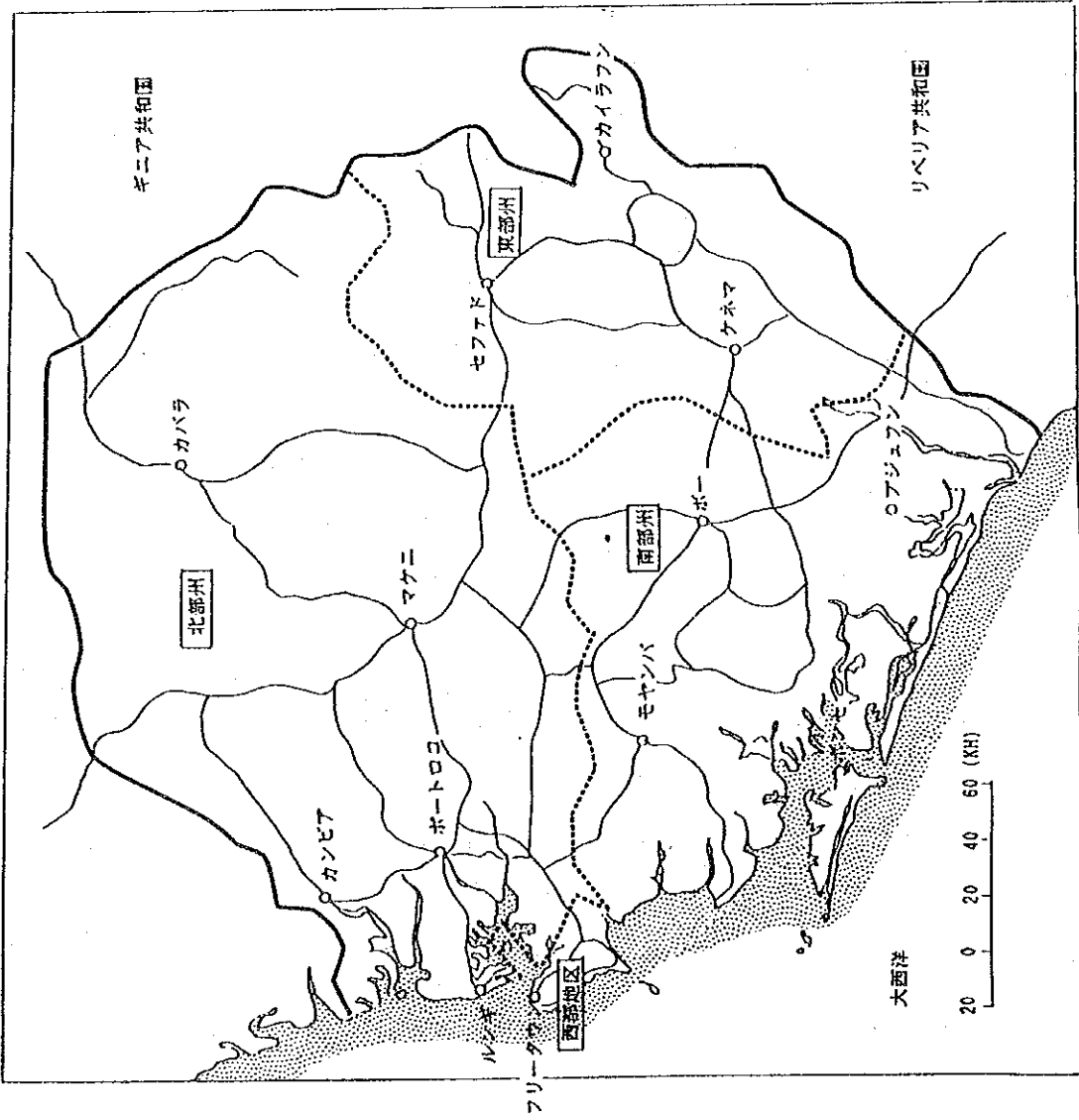
貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成5年5月

八千代エンジニアリング株式会社

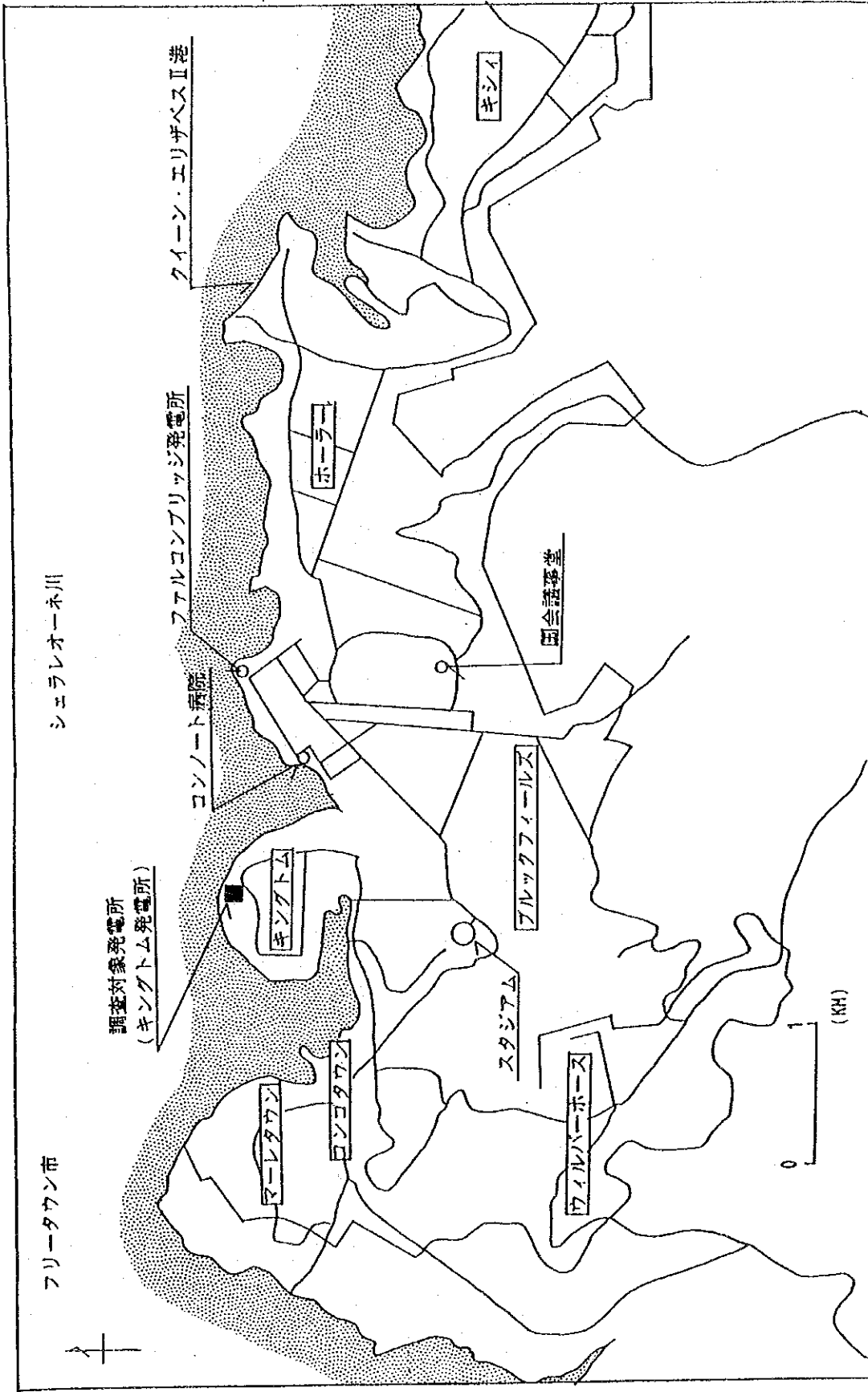
シェラレオーネ共和国フリータウン
電力供給改善計画
基本設計調査（補足調査）団

業務主任 西川 光久

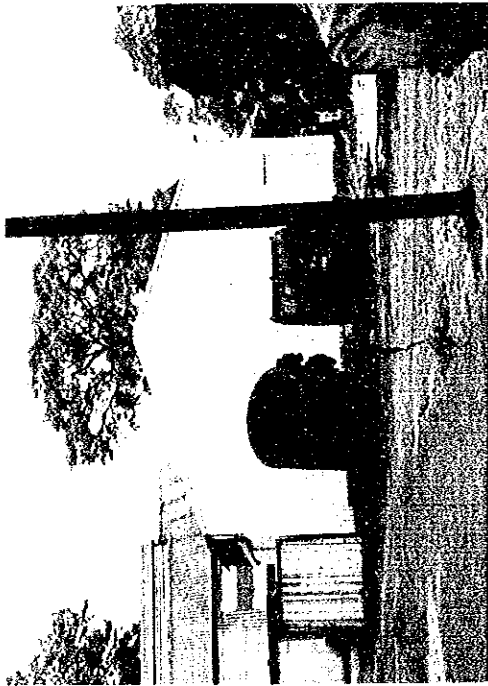


シエラレオーネ共和国

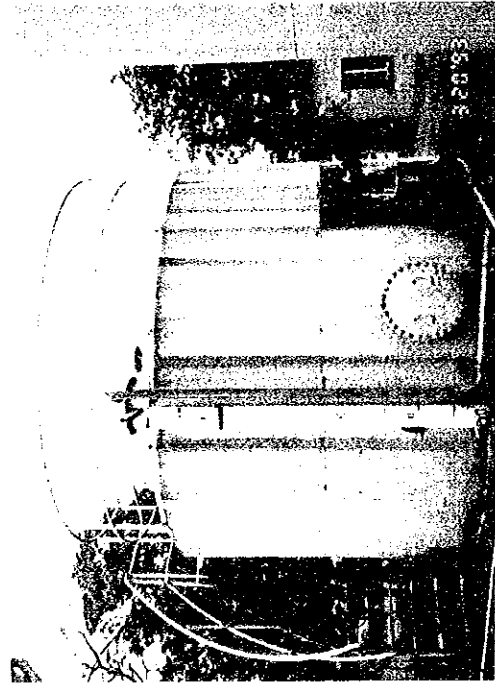
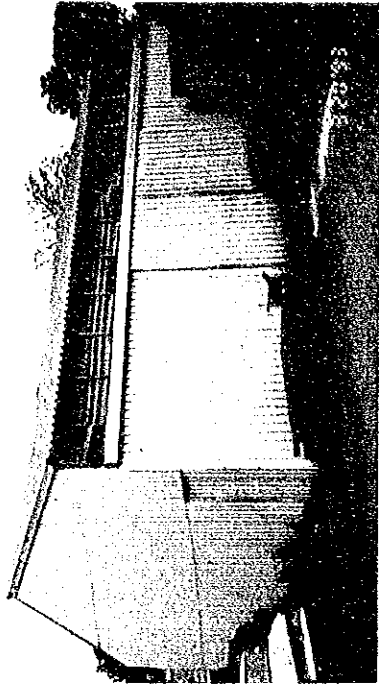
シエラレオーネ共和国位置図



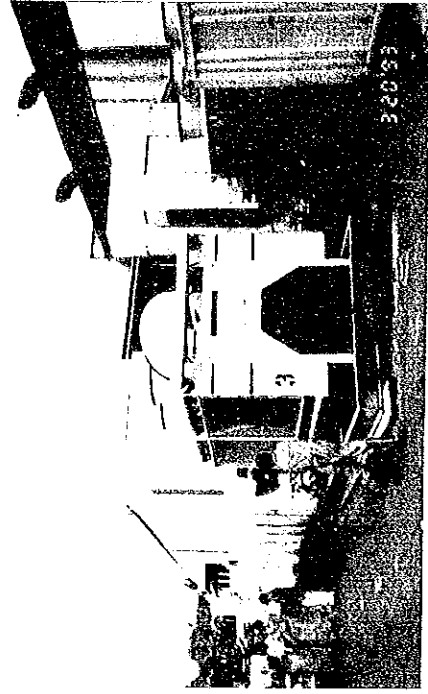
調査対象発電所位置図



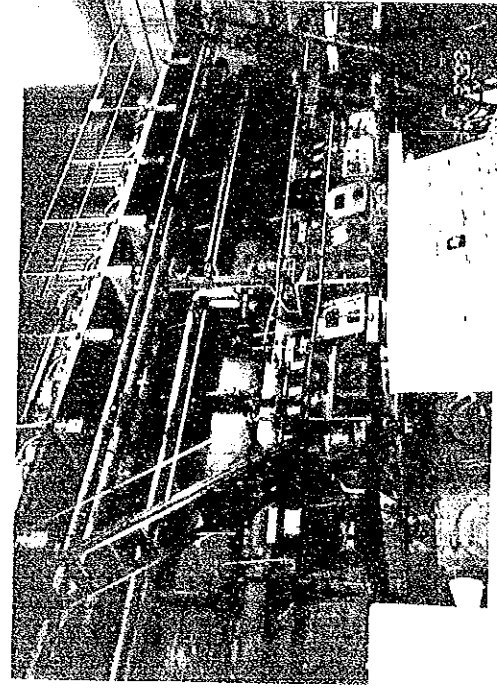
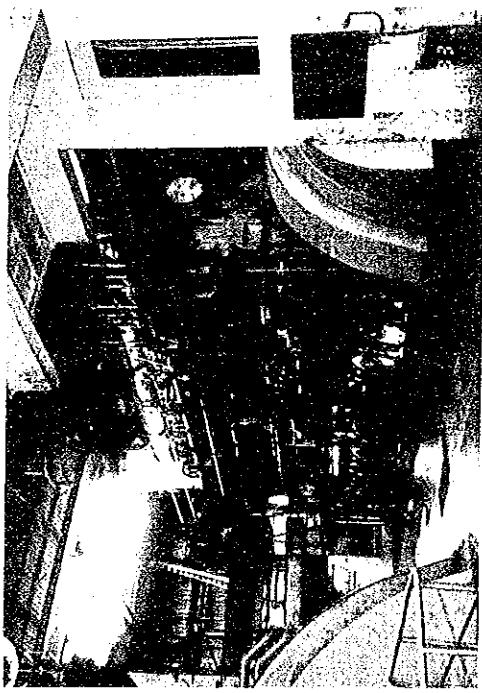
本言十画建設予定地
 (既設の倉庫等の移設及び整地工事は「シ」国側により行われる予定である)



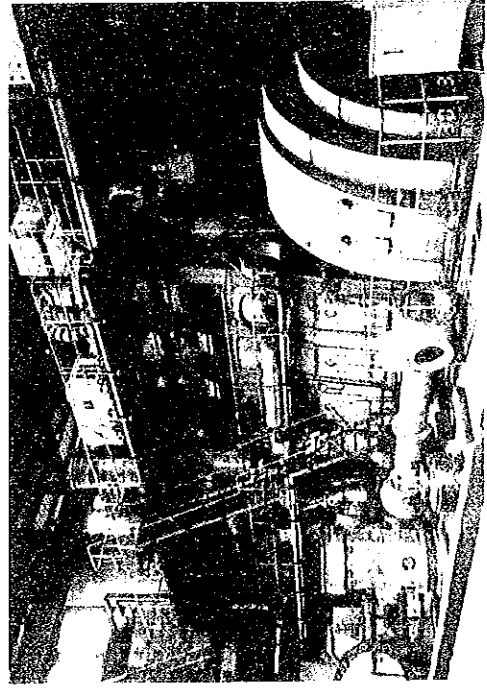
既設ディーゼルオイルタンク
 (本計画もこのタンクを使用する)



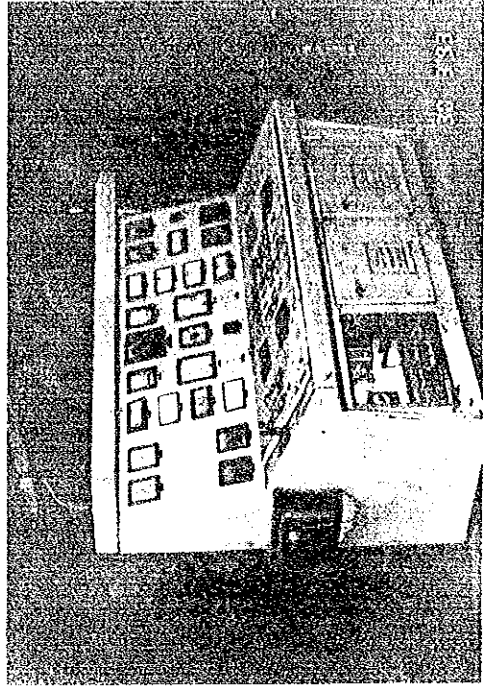
K11D 木七築屋外型発電設備
 (NEC、GTZ等の援助で派遣された専門家により修復されたがイン
 ジニアが高速仕様の為、A・ワールドへの電力供給は行っていない)

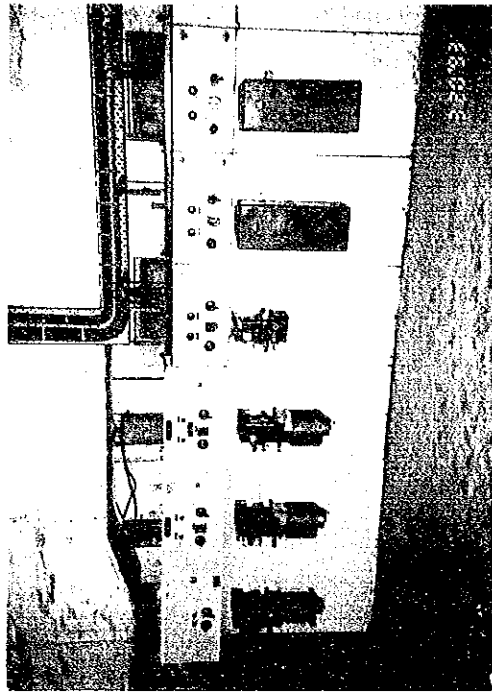
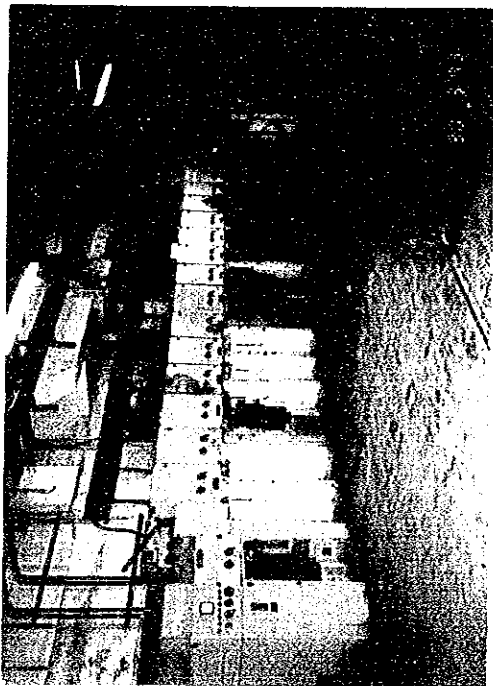


運転中のスル-ガ-社製発電設備
(BEC、GTZ等の援助で派遣された専門家により修復され、現在運転中)



運転休止中のマン社製発電設備
(世銀により撤去及び撤去後のスペースに5MWの新発電設備の設置が計画されている)





送電用遮断器盤
(EBC及びEIBによって修復・交換が計画されている)



コントロール室内部
(左側の操作盤の内、右側3面はMAN社製充電池設備で、現在使用されていない。送配電用遮断器と同様、EBC、EIBにより修復が計画されている)

要 約

要 約

シェラレオーネ共和国（以下「シ」国と称す）は西アフリカ沿岸部にギニア共和国とリベリア共和国に挟まれて位置し、国土面積は約 7.1万km²、人口は約 420万人（1991年現在、年間増加率 2.6%）、1人当りのGNPは、約 240ドル（1990/91年時点）で首都はフリータウン市である。

「シ」国の主要産業は、鉱業（ダイヤモンド等）と農業（ココア、コーヒー等）であるが、第2次国家開発計画を契機に自給自足体制の確立と、輸出振興の観点から農業を最優先産業と位置付けている。さらに1989/90年から実施された第3次国家開発計画においては、農業の生産拡大と共に、増大しつつある電力ニーズに対応するため、エネルギー事情の改善に力点を置いている。

しかしながら、「シ」国最大の公的電力部門である国家電力庁（National Power Authority : N P A）が運用している既設の発電設備は、老朽化が激しく、また、同国の財政状態の悪化から十分なスペアパーツが供給されておらず、既設発電設備の電力供給能力は電力需要を大幅に下廻った状況となっている。

このため、フリータウン首都圏を中心とした「シ」国の西部地区では、恒常的な電力カットを余儀なくされており、同地域の市民生活、経済活動、病院・学校等の社会福祉施設の運営等に極めて憂慮すべき事態が生じている。

このような状況を改善するため、1988年に「シ」国政府及びN P Aは、フリータウン首都圏の電力事情改善策として既設キングトム発電所の修復計画（修復工事後の総現有出力を約25MWに増強させる計画）を主体とする「首都圏電力事情改善計画」と「ブンブナ水力発電所（設備容量30.5MW）の新規建設計画」を策定した。しかし「シ」国の直面する財政難とこれらの事業の規模から一時に事業を実施することは不可能であることから、取敢ず緊急に必要な電力を供給するため、キングトム発電所における設備容量 5 MWの新設ディーゼル発電設備の建設計画について、「シ」国政府は日本国政府に対して無償資金協力を要請した。

この「シ」国政府の要請を受けて、日本国政府は本計画に関する基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、当該建設計画の内容、効果並びに無償資金協力案件としての妥当性等を検討する目的で基本設計調査団を1989年11月26日から12月25日まで「シ」国に派遣した。調査団は帰国後の国内解析を経て、フリータウン市内のキングトム発電所内に屋外型5MWディーゼル発電設備1基を建設することを主内容とする日本側協力案を策定した。

その後、「シ」国政府と世銀・IMF間の構造調整履行にかかる交渉が難航し、各援助国が電力セクターへの協調融資を差し控えたことから、本計画についても実施を見合わせていたが、1992年4月上旬に同国政府と世銀・IMF間で構造調整に関する合意が成立した。これを受けて「シ」国側より本計画に関する再開要請がなされたことから、前回の基本設計調査の内容を踏まえつつ、最適な協力内容・規模について再確認を行うとともに、世銀・EECとの調整をはかるため、日本国政府は本計画の補足調査の実施を決定し、国際協力事業団は、1993年3月16日から4月2日まで補足調査団を「シ」国に派遣した。

本補足調査団は「シ」国関係者及び世銀、EEC関係者と協議し、NPAが世銀の協力の下で1992年3月に策定した全体計画（「電力セクター修復計画」）に基づき、事業運営管理面の改善を計るとともに、キングトム発電所内の既設設備及び西部地区の送配電網の緊急的な修復に努力していることを確認した。

また世銀の協力によって策定された上記修復計画は、世銀、EEC、EIBの協調融資による実施が予定されており、併せて5MWディーゼル発電設備建設が日本の無償資金協力により協調の一環として実施されることが期待されている。

さらに本補足調査団は、現地調査を通じて、逼迫するフリータウン首都圏の電力事情を把握した。特に、NPAの配電計画において重要需要家として位置付けられており、さらに大多数の国民が利用する公共施設でありながら、現在の電力不足のために給電が停止されることの多い病院・学校等の社会福祉施設への憂慮すべき給電状況を認識し、本計画を緊急に実施する必要性を確認した。

また本計画の完成予想年を1995年とした場合の同社会福祉施設の想定需要電力は、「シ」国より要請のあった当該発電設備の設備容量（5MW）とほぼ等しいことから、当該発電設備の規模の妥当性を確認した。

本計画予定地であるキングトム発電所では、既設発電機建屋内に当該発電設備の設置スペースを早期に確保することが困難であることから、当該発電設備の設置予定地は所内の空地とし、建屋工事の不要な外覆付の屋外型ディーゼル発電設備を採用することで、建設工程の短縮を図るものとした。また、当該計画ではEEC、世界銀行等による実施が想定されている同発電所の全体修復計画にも支障や重複工事が生じない様、設計上特に配慮した。

本補足調査団が、帰国後、現地調査結果を基にとりまとめた本計画の基本事項は、以下のとおりであり、前回基本設計時の協力案と同一である。

事業概要

施設 設計 計画	<ul style="list-style-type: none"> ・屋外型ディーゼル発電設備（設備容量5MW、1式）の建設及び必要な基礎工事
	<ul style="list-style-type: none"> ・当該設備の運転に必要な下記の機械設備の建設 <ul style="list-style-type: none"> - 燃料供給設備 - 潤滑油設備 - 冷却水設備 - 蒸気設備 - 圧縮空気設備 - 給排気設備 - スラッジ処理設備 - 配管設備
	<ul style="list-style-type: none"> ・当該設備の運転に必要な下記の電気設備の建設 <ul style="list-style-type: none"> - 既設設備との接続用11KVしゃ断器盤 - 発電機側の11KVしゃ断器盤 - 現場制御盤 - 遠方制御盤 - 励磁装置 - 直流電源設備 - 補機用変圧機 - 接地設備 - 保守用通信設備 - 配線設備
	<ul style="list-style-type: none"> ・上記設備の試運転調整及び引渡し試験の実施
機計 材 調 達 画	<ul style="list-style-type: none"> ・本計画完了後の運転・維持管理に必要なスペアパーツの調達 ・当該発電設備の保守点検及び保守作業に必要な道工具の調達 ・OJT用教材の調達
O J T 計 画	<ul style="list-style-type: none"> ・日本の当該工事請負業者より派遣された技術者による教育の実施 ・クラスルームトレーニング（約1週間）によるO&Mの全体の流れと概要についての教育 ・本工事期間中（約4ヶ月）の実施訓練による運転・維持管理技術についての教育の実施

本計画の「シ」国側実施担当機関は、国家電力庁（NPA）発電部であり計画完了後の維持管理、運転も同部が実施する。

本計画を日本の無償資金協力で実施する場合、日本国側負担事業の概算事業費は、約11.7億円と見積られる。また「シ」国側負担事業の主なものは、予定地の一部にある既設倉庫の移転を含む建設用地の確保、及びトレーニングセンター用防音壁の設置であり、その概算費用は約27百万レオン（約5万US\$、1993年3月現在1US\$=537.1レオン）である。

本計画が実施される場合の所要期間としては、実施設計3ヶ月、資機材製作期間6ヶ月、現地工事期間10ヶ月が見込まれる。

なお、NPAは所定期日までに「シ」国側負担工事範囲である仮設資材置場を含む全ての工事用地を確保すること、また、日本側と協力して本計画を円滑に実施するために「シ」国側関係省庁、及び関係機関との連絡、調整等を実施する必要がある。

当該発電設備による売電収入は、年間稼働を80%と仮定しても、本計画完工想定年の1995年において約18.4億レオンと予想され、当該発電設備の年間想定維持管理費約15.4億レオンを十分に賄うことが可能であると判断される。

本計画実施による直接的効果としては、キングトム発電所の現有出力（約5MW）の大幅な上昇が見込まれる。これによりフリータウン首都圏の緊急的な電力事情が改善され、特に公共性の高い社会福祉施設の安定した運営と市民生活の向上に大いに寄与することから、本計画が日本国政府の無償資金協力によって実施されることの意義は大きく、十分な妥当性があると判断される。

— 目 次 —

	(頁)
第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	4
2-1 当該国の概況	4
2-1-1 位置及び地勢	4
2-1-2 人口及び面積	4
2-1-3 社会経済状況	4
2-2 当該セクターの概況	5
2-2-1 電力事業の行政組織	5
2-2-2 国家電力庁（NPA）の財務状況	8
2-2-3 全国の電力事情	10
2-3 関連計画の概要	15
2-3-1 国家開発計画	15
2-3-2 当該セクター開発計画	16
2-3-3 本計画の位置付け	20
2-4 要請の経緯と内容	21
2-4-1 要請の経緯	21
2-4-2 要請の内容	21
第3章 計画地の概要	22
3-1 計画地の位置及び現況	22
3-1-1 計画地の位置	22
3-1-2 調査対象発電所の現況	22
3-2 自然条件	27
3-2-1 気 候	27
3-2-2 砂あらし	27
3-3 社会環境	27
3-3-1 港 湾	27
3-3-2 道 路	27
3-3-3 通 信	27
3-3-4 生活環境	28
3-4 計画地における当該セクターの概要	28
3-4-1 フリータウン首都圏の電力事情	28
3-4-2 フリータウン首都圏の将来計画と電力需給バランス	32
第4章 計画の内容	34
4-1 目 的	34

4-2	要請内容の検討	35
4-2-1	計画の妥当性、必要性の検討	35
4-2-2	実施・運営計画の検討	35
4-2-3	他の援助計画との関係、重複等の検討	37
4-2-4	計画の構成要素の検討	39
4-2-5	発電設備規模の検討	40
4-2-6	設置場所の検討	41
4-2-7	技術協力の必要性の検討	42
4-2-8	協力実施の基本方針	43
4-3	計画の概要	43
4-3-1	実施機関及び運営体制	43
4-3-2	事業計画	44
4-3-3	計画地の位置及び状況	46
4-3-4	施設、機材の概要	46
4-3-5	維持管理計画	48
4-4	技術協力	50
第5章	基本設計	51
5-1	設計方針	51
5-1-1	自然条件に対する方針	51
5-1-2	建設事情に対する方針	51
5-1-3	実施機関の維持・管理能力に対する方針	51
5-1-4	施設・機材等の範囲、レベルに対する方針	52
5-1-5	施設建設上の設計方針	52
5-2	設計条件の検討	53
5-2-1	気象及びサイト条件	53
5-2-2	燃料の組成	54
5-2-3	冷却水の組成	54
5-2-4	発電電気方式	54
5-2-5	既設設備の利用	55
5-2-6	適用規格	55
5-3	基本計画	56
5-3-1	敷地・配置計画	56
5-3-2	施設計画	56
5-3-3	機材調達計画	77
5-3-4	O J T 計画	78
5-4	施工計画	80
5-4-1	建設事情及び施工上の注意	80
5-4-2	施工方針	81
5-4-3	施工監理計画	82
5-4-4	資機材調達計画	84
5-4-5	実施スケジュール	86
5-4-6	概算事業費	88

第6章 事業の効果と結論	90
6-1 効果	90
6-2 結論	91
6-3 提言	92
6-3-1 本計画実施上の提言	92
6-3-2 将来の電力運営に対する提言	92

添付資料

1. 調査団員名簿
2. 現地調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 協議議事録(Minutes of Discussions)
5. 補足調査詳細協議議事録
6. 屋内型発電設備検討条件書
7. カントリーデータ
8. フリータウン首都圏の電力需給予想表
9. 当該発電設備の想定運転収支

図 表 目 録

第 2 章

図 2-1	国家電力庁（N P A）組織図
図 2-2	国家電力庁（N P A）発電部組織図
図 2-3	全国の発電所及び送電線位置図
図 2-4	世銀の電力セクター修復計画による西部地区電力需給予測
表 2-1	「シ」国の貿易収支の経緯
表 2-2	「シ」国の主要経済指標
表 2-3	N P A の財務状況の推移（損益計算書）
表 2-4	現行電力料金表
表 2-5	N P A 年間予算（1992/93年）
表 2-6	N P A の発電設備と自家用発電設備の状況（計算値）
表 2-7	地方における発電所状況
表 2-8	世銀が予定している電力セクター修復における各国の援助予定項目
表 2-9	主な海外援助機関の調査レポート

第 3 章

表 3-1	キングトム発電所の停電回数の記録
表 3-2	キングトム発電所の平均停電時間（分/回）
表 3-3	キングトム発電所の保守点検計画（案）
表 3-4	キングトム発電所の現有出力
表 3-5	ファルコンブリッジ発電所の現有出力
表 3-6	フリータウン首都圏の需要家別の年間電力消費量の推移
表 3-7	キングトム発電所における将来計画
表 3-8	その他の将来計画
表 3-9	「シ」国西部地区電力需給バランス

第 4 章

図 4-1	キングトム発電所機器配置の現況と将来計画
図 4-2	事業構成要素相関図
図 4-3	当該発電設備の年間運転計画
図 4-4	発電設備の維持管理の基本的な考え方
表 4-1	「シ」国の要請内容と計画内容の比較
表 4-2	標準的な定期点検項目
表 4-3	当該発電設備による年間燃料消費量の想定
表 4-4	必要と思われる技術協力

第 5 章

図 5-1	事業実施関係図
図 5-2	実施スケジュール
表 5-1	キングトム発電所の燃料組成表
表 5-2	キングトム発電所の上水道組成表
表 5-3	当該プロジェクトに利用される既設設備
表 5-4	主要機器の概略仕様
表 5-5	資機材調達先

第 6 章

表 6-1	電力供給の現状と本計画実施後の効果
-------	-------------------

III 各 語

A D B	African Development Bank (アフリカ開発銀行)
E E C	European Economic Community (欧州経済共同体)
E C	European Community (欧州共同体)
E I B	European Investment Bank (欧州投資銀行)
E / N	Exchange of Notes (交換公文)
G D P	Gross Domestic Product (国内総生産)
G T Z	Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (西独技術協力公社)
G W h	Giga Watt Hour (= 1.000MWh = 1.000.000kWh)
I E C	International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議規格)
I S O	International Organization for Standardization (国際標準化機構)
J E C	Japanese Electrotechnical Commission (日本電気規格調査会標準規格)
J I C A	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
J I S	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
N P A	National Power Authority (国家電力庁)
O & M	Operation and Maintenance (運転・保守)
O J T	On the Job Training (実習教育)
U N D P	United Nations Development Programme (国連開発計画)

第 1 章 緒 論

第1章 緒 論

「シ」国の主要産業は、鉱業（ダイヤモンド等）と農業（ココア、コーヒー等）であるが、第2次国家開発計画を契機に自給自足体制の確立及び輸出振興の観点から、農業を最優先産業と位置付けている。さらに第3次国家開発計画においては、農業の生産拡大とともに、増大しつつある電力ニーズに対応するため、エネルギー事情の改善に力点を置いている。

しかしながら、総人口の2割近くが集中しているフリータウン首都圏において、1989年現在、電力の恩恵を受けているのは僅か25,000世帯にしかすぎず、しかも、ピーク時の最大需要電力約40MWに対し、総現有出力は僅か12.7MWにしかすぎなかった（現在状況は更に悪化しており、1993年3月現在の現有出力は11MWである）。このためこの数年間は恒常的に電力供給制限が行われており、住民の不満と経済活動への悪影響が高まっている。

この原因は、フリータウン首都圏内の発電所に設置されている発電設備の多くが老朽化しており、また十分なスペアパーツを備えておらず、満足な運転が不可能となっていることに起因している。

このような状況を改善するため、1988年に「シ」国政府及びNPAは既設キングトム発電所の修復計画（修復後の総現有出力を約25MWに増強する）を主体とする「首都圏電力事情改善計画」とブンブナ水力発電所（設備容量30.5MW）の新規建設計画を策定した。しかし、「シ」国の直面する財政的な逼迫からこれらの事業を一時に実施することは不可能であり、取敢ず緊急に必要な電力を供給するため、設備容量5MWのディーゼル発電設備の新設について、日本国政府に対して無償資金協力を要請をしてきたものである。

この「シ」国政府の要請に対し、日本国政府は、本計画に関する基本設計調査の実施を決定し、これを受けて国際協力事業団は、無償資金協力調査部 基本設計調査第一課 青木利道氏を団長とする基本設計調査団を平成元年11月26日から12月25日まで「シ」国に派遣した。

この調査の目的は、「シ」国より要請のあったキングトム発電所に対する当該ディーゼル発電設備（5MW）の建設計画を的確に把握し、プロジェクトの効果並びに無償資金協力案件としての妥当性等を検討することにあつた。調査団は帰国後の国内解析を経て、キングトム発電所内に屋外型5MWディーゼル発電設備1基を整備することを主内容とした日本側協力案を策定した。

しかしながらその後、「シ」国政府と世銀・IMF間の構造調整履行にかかる交渉が難航し各援助国が電力セクターへの協調融資を差し控えたことから、本計画実施の中断を余儀なくされていた。

1992年4月上旬に「シ」国政府と世銀・IMF間で継続協議されていた上記合意が成立したことを受けて「シ」国側より本計画に関する再開要請がなされたことから、前回の基本設計調査の内容を踏まえつつ、最適な協力内容・規模について再確認を行うとともに、世銀・EEC等との調整をはかるため、日本国政府は本計画の補足調査の実施を決定し、これを受けて国際協力事業団は、外務省経済協力局無償資金協力課 森本康裕氏を団長とする補足調査団を平成5年3月16日から4月2日まで「シ」国に派遣した。(添付資料-1に調査団員名簿を、また添付資料-2に現地調査日程を示す。)

なお、「シ」国では昨年4月下旬にクーデターによる政権交代があったが、新政権は民主プロセスをたどっていることから各ドナーとも援助方針に変更はなく、本計画についても、現政府は旧政権の政策を継承してその実施を要望している。

本補足調査団は「シ」国、世銀、EEC関係者との協議と現地調査を通して遍歴する「シ」国西部地区の電力事情の把握、NPA管理運営状況、キングトム発電所の現状調査、各援助機関の動向、建設事情等の調査を実施した。

NPAは現在、「シ」国政府が世銀・IMFとの構造調整プログラムの合意に基づき、世銀の主導で策定した「シ」国電力セクター修復計画に従って、組織、運営形態、料金徴収システム等の改善と、キングトム発電所既設設備及び送配電網の修復に着手しており、この修復計画は、世銀、EEC及びEIBの協調融資・援助を基本としている。なお、世銀の策定したこの修復計画には、日本の無償援助による5MWディーゼル発電設備建設の協調・援助が期待されている。各援助機関の主な分担は以下のとおりである。

- 世 銀 : ① NPAの運営・管理・組織を再構築するためのマネジメントコントラクトの実施
② 5MWディーゼル発電設備1基の建設(既設の故障中の設備の撤去を含む)
- EEC : フリータウン首都圏を中心とした西部地区の送配電網の整備・修復
- EIB : キングトム発電所内の既設設備、施設の修復
- 日 本 : 5MWディーゼル発電設備1基の建設

上記電力セクター修復計画の実施状況を踏まえ、調査団は本計画の要請の背景、目的等の要請内容の骨子について再確認を行うとともに、本計画の実施が世銀、EIB等により実施が予定されているキングトム発電所の既設発電設備の修復・更新計画に何ら支障を生じさせるものでなく、技術的にも以下の理由で協調が取れることが確認出来た。

- (1) 電力セクター修復計画は、フリータウン首都圏を中心とする西部地区の電力供給事情の抜本的改善を目的として世銀主導で策定されたものであり、本計画は既に同修復計画に組み込まれているため、日本の援助が、他援助と重複することはない。
- (2) 本計画で建設される発電設備は屋外の空地に設置されるため、修復・更新が予定されている発電建屋内の設備との干渉はない。
- (3) 既設設備の内、修復・更新の対象となっていない設備（オイルタンク、水タンク、接地電極、ケーブルルート等）は、本計画でも使用する予定であるため、本計画と重複する設備はない。

なお、本補足調査団は再確認された要請の背景、目的等の要請内容の骨子に基づいて、1993年3月25日に協議議事録（添付資料-4）を締結した。なお、添付資料-3に面談者リストを示す。

本補足調査団は帰国後、「シ」国の電力事情の現況、当該プロジェクト・サイトの現状、上位計画との関連性、並びに協力の妥当性、内容及び規模に留意し、ここにフリータウン電力供給改善計画基本設計調査（補足調査）報告書を作成した。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2-1 当該国の概況

2-1-1 位置及び地勢

「シ」国は、西アフリカの沿岸部に位置し、国土面積は71,740km²（1989年 Annual Statistical Digest による）である。

同国は、その国土を4つの州及び地区（北部州、南部州、東部州及び西部地区）に分割している。

この内、首都のフリータウン及びグレートフリータウンと呼ばれるいわゆる首都圏（フリータウン首都圏）は、西部地区に含まれている。首都には官庁及び商工業が集中しており、「シ」国の政治・経済の中心的役割を担っている。

また、首都フリータウン以外の西部地区には、大規模な商工業は無く、農業を中心とした市及び村が点在している。

なお、「シ」国は、1961年にイギリス連邦内の共和国として独立している。

2-1-2 人口及び面積

「シ」国の面積は71,740km²、内西部地区は557km²であり、1991年の総人口は約4.2百万人である。人口増加率は年間2.6%で、この増加率はサハラ砂漠以南の諸国の内では最も少ない。

2-1-3 社会経済状況

「シ」国の経済は、ボーキサイト、ダイヤモンド等の鉱業及びコーヒー、パーム油等の農業を基盤として成り立っている。

1983/84年より開始された第2次国家開発計画を契機に、自給自足体制の確立及び輸出振興の観点から農業を最優先産業と位置付けており、農業生産は拡大しつつある。

しかしながら、表2-1 に示すように「シ」国の貿易収支は常に赤字となっている。また、表2-2 に示すように消費者物価指数も年平均約1.8倍のインフレ上昇率を示しており、同国の経済状態は厳しい環境下にある。

なお、「シ」国の国民1人当りのGNPは、1991年時点で240ドル/人となっており、これは、1980年時点の約半分である。

表 2-1 「シ」国の貿易収支の経緯

(単位：百万米ドル)

項目	1985/86年	1986/87年	1987/88年	1988/89年	1989/90年	1990/91年
輸出総額	121.7	125.9	116.1	111.9	142.3	137.4
輸入総額	142.7	138.0	147.2	174.2	177.1	173.4
貿易収支	-21.0	-12.0	-31.1	-82.3	-34.8	-36.0

(出所：IDA REPORT 1992年3月)

表 2-2 「シ」国の主要経済指標

(単位：%)

	実 績			推定	予測
	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92
GDP	1.9	3.5	2.8	2.8	-5.0
輸 出 総 額	0.6	-17.8	16.9	-2.0	-1.0
輸 入 総 額	-2.9	15.1	1.4	-16.1	16.0
消費者物価指数	71.2	45.6	90.9	101.0	95.0

(出所：IDA REPORT 1992年3月)

2-2 当該セクターの概況

2-2-1 電力事業の行政組織

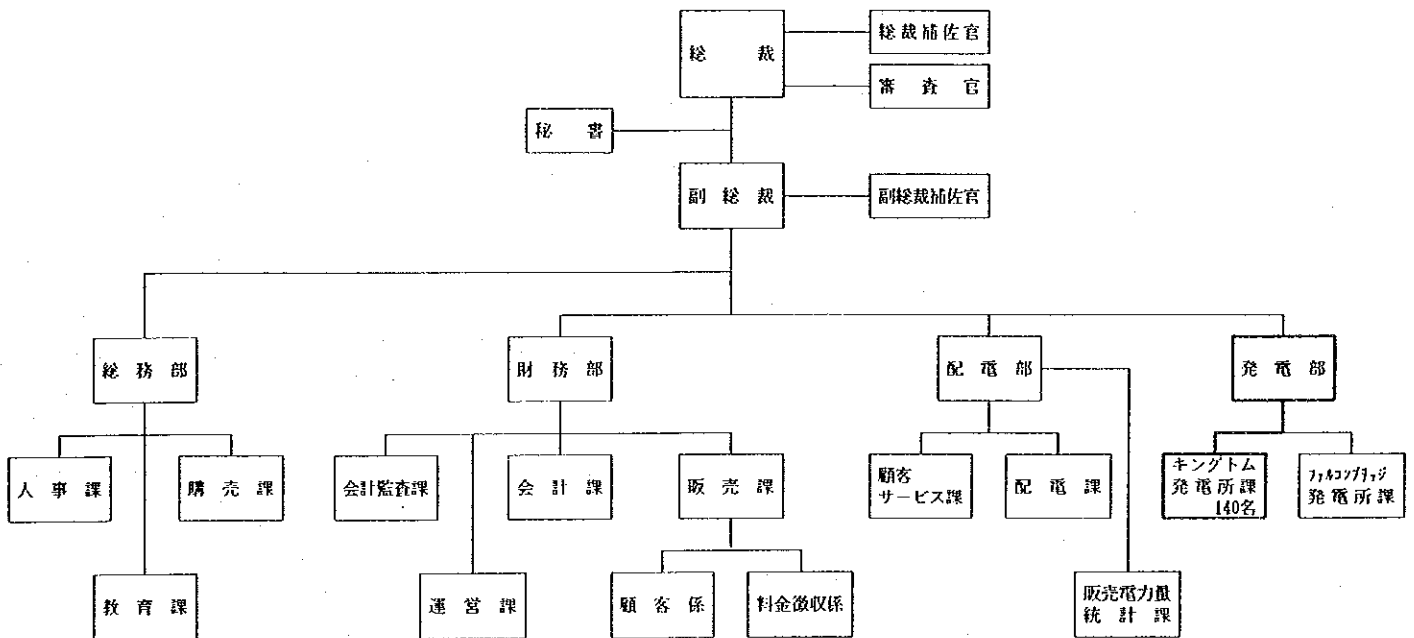
「シ」国における電力事業は、1982年に国家電力庁条例により設立された国家電力庁(NATIONAL POWER AUTHORITY;NPA)によって、ポー、ケネマ地区を除く発電所・送配電の計画、工事から電気料金の徴収まで一切の運営・管理が行われている。(ポー、ケネマ地区は1992年にNPAより分割され、「シ」国政府及びNPAも出資して設立されたポー、ケネマ電力供給会社によって事業が運営、管理されている)

NPAの前身は、1974年に電力エネルギー省内に設けられた電力担当部である。このためNPAは、現在でも同省(1991年に電力エネルギー労働省に改組された)の強い管理下であり、電力エネルギー労働省は、NPA委員会の委員の任命を行うとともに年間予算及び事業報告書などの審査を行っている。

NPAの総職員数は、1989年12月時点で1452名（内訳：職員1,269名、臨時職員183名）であったが、世銀主導の「シ」国電力セクター修復計画に基づき、NPAは1993年3月現在、職員総数を730名まで削減した。

図2-1に示すようにNPAの組織形態は、総裁、副総裁以下総務部、財務部、配電部及び発電部の4つの部に分割し運営されている。

この内、本計画の実施は、発電部キングトム発電所課が担当する。キングトム発電所課には、図2-2に示すように発電所長1名をトップに計140名の職員が従事している。

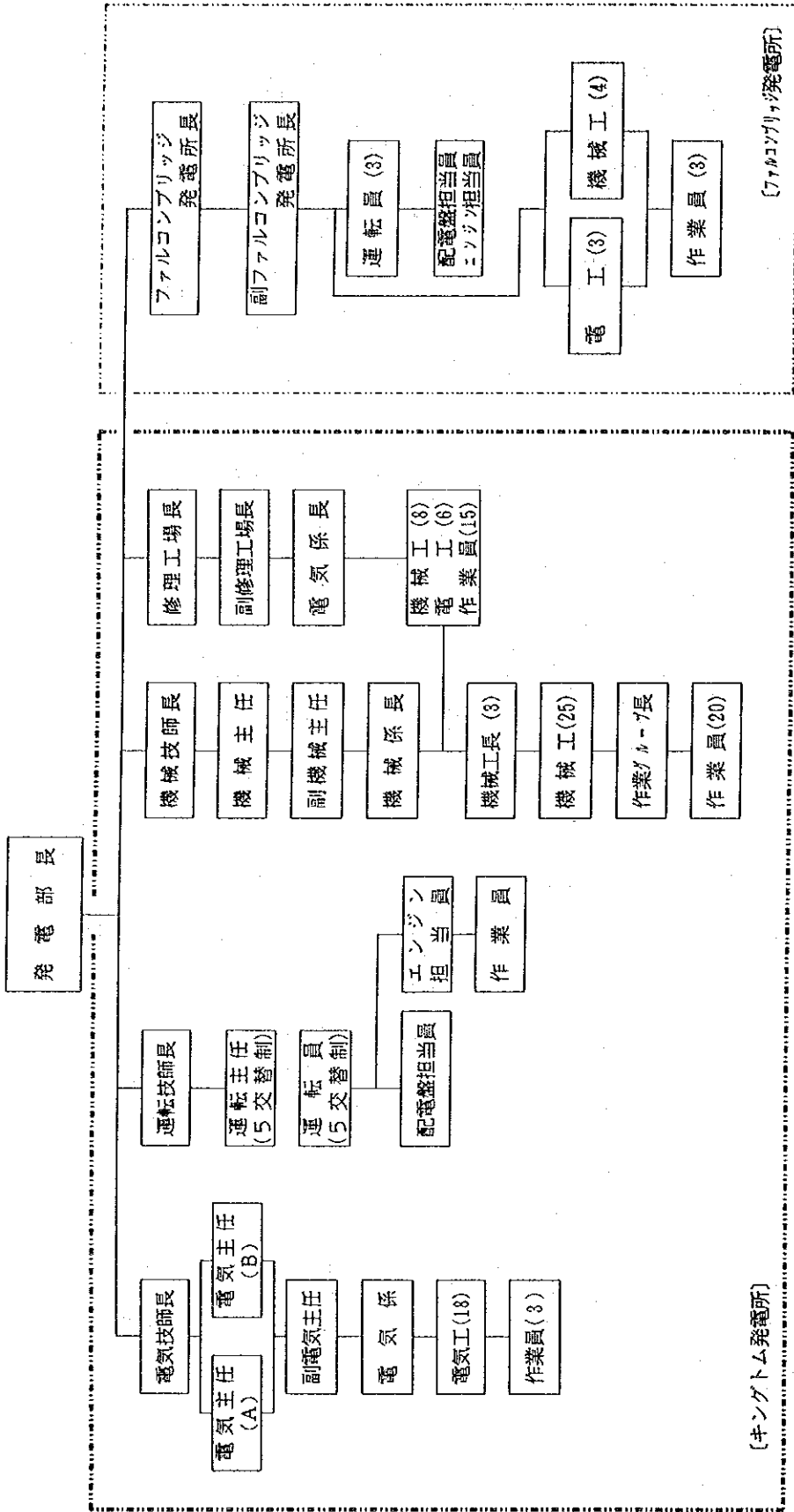


備考： 1) は本計画の担当部署を示す。

2) NPAの総職員数（1993年3月時点）は730名。

出所：NPA

図2-1 国家電力庁（NPA）組織図



出所：NPA

備考 1) 括弧内は本計画担当部所を示す。

2) キングトム発電所担当職員数 (1993年3月時点) は 140名

3) () 内は要員数

図 2-2 国家電力庁 (N P A) 発電部組織図

2-2-2 国家電力庁(NPA)の財務状況

NPAの財務状況を表2-3に示す。同表に示されるように1988/89年は営業収益がプラスであったが、1989/90年、1990/91年における燃料、人件費等、運転経費は、売電収入を上回っており、NPAは「シ」国政府の補助金を受けながら運営されている。

表2-3 NPAの財務状況の推移(損益計算書)

(単位：千レオン)

項 目	1988/89年	1989/90年	1990/91年
1. 売電収入	482,309	358,795	915,055
2. 運転経費			
2.1 燃料費	96,222	254,715	509,588
2.2 労務費	18,631	74,639	74,306
2.3 維持管理費	14,616	67,569	41,424
2.4 管理費	74,683	78,124	236,180
2.5 減価償却費	158,985	77,315	101,213
(小計)	(363,137)	(552,362)	(962,711)
3. 営業収益	119,172	△ 193,567	△ 47,656
4. 財務諸経費			
4.1 長期借入金	15,341	40,265	—
4.2 銀行借入金	2,817	35,092	19,993
4.3 為替差損	80,787	328,786	27,545
4.4 売電未収金	15,469	19,006	24,415
(小計)	(114,414)	(423,149)	(71,953)
5. その他収入	2,783	9,901	107,441
6. 経常収益	7,541	606,815	△ 12,168
7. 繰越損金	△ 167,664	160,123	△ 766,938
8. 繰延損金	160,123	766,938	△ 799,106

(出所：NPA提供資料)

この財務状況の悪化は、現行の電気料金が燃料油の高騰、労働賃金の上昇、為替レートの変動などにより発電コストが上昇しているにもかかわらず、適正な収入を得る料金制度へと適宜、改正されていないことが原因である。

この財務状況の悪化は、燃料の供給不足、さらには維持管理に必要なスペアパーツの不足を引き起こしている。

NPAは、この財務状況の改善を計るため、1990年に当時の電気料金を約1.8倍に上昇させ、更に昨年10月から表2-4に示す料金に改訂した。この改訂は為替

レートの変動、燃料油の輸入価格の変動に連動した適正な電気料金設定とするため、世銀を初め他の援助機関からの強い指導で行われたものである。改訂後の料金の平均は 100レオン/KWh (約0.182US\$/KWh=21円/KWh) で、これは日本の電気料金と比較してもほぼ同じ料金である。表2-5 に改訂された新料金を適用した営業収入の予測に基づくNPAの修正予算(案)を示す。

表2-4 現行電力料金表 (1992年10月1日改訂)

(1) 一般需要家 (タリフ分類1)		
0 - 50KWh	レオン	50.00 /KWh
51 - 200KWh	レオン	72.00 /KWh
200 KWh 以上	レオン	105.00 /KWh
最低料金	レオン	250.00 /月
(2) 小規模商工業 (タリフ分類2)		
0 - 50KWh	レオン	63.00 /KWh
51 - 200KWh	レオン	80.00 /KWh
200 KWh 以上	レオン	95.00 /KWh
最低料金	レオン	300.00 /月
(3) 病院、学校 (タリフ分類3)		
1 KWh 当たり	レオン	65.00 /KWh
最低料金	レオン	760.00 /月
(4) 教会、モスク (タリフ分類3A)		
1 KWh 当たり	レオン	98.00 /KWh
最低料金	レオン	760.00 /月
(5) 大規模商工業 (タリフ分類4) … (15KW以上)		
1 KWh 当たり	レオン	133.00 /KWh
最低料金	レオン	45,600.00 /月
KWデマンド	レオン	300.00 /KWh
(6) 街路灯 (タリフ分類5)		
1 KWh 当たり	レオン	194.00 /KWh
最低料金	レオン	760.00 /月
(7) 仮設設備 (タリフ分類6)		
1 KWh 当たり	レオン	194.00 /KWh
最低料金	レオン	5,000.00 /月
(8) 溶接設備 (タリフ分類7)		
1 KWh 当たり	レオン	194.00 /KWh
最低料金	レオン	8,000.00 /月

表2-5 N P A年間予算（1992/93年）

		(単位：千レオン)
項	目	予 算
1. 収 入		
1.1	売電収入	2,729,000
1.2	その他収入	22,000
	合 計	2,751,000
2. 支 出		
2.1	発電現価（含む直接経費）	1,961,000
2.2	配電現価（含む直接経費）	61,000
2.3	管 理 費（含む直接経費）	190,000
	合 計	2,212,000
3. 営業収入（1-2）		539,000
4. その他経費		
4.1	その他営業経費	129,000
4.2	原価償却費	90,000
4.3	営業外支出	39,000
	合 計	258,000
5. 経常収益（3-4）		281,000

2-2-3 全国の電力事情

(1) 事業用電力設備と自家用発電設備

ポー、ケネマ地区を除いた「シ」国の電力事業は、前述した(2-2-1参照)ように主としてN P Aによって発電所、変電所及び送配電設備など全ての事業用電力設備の運営が行われている。

しかしながら、大口電力需要家である鋳工業及び商業の多くはN P Aの供給する事業用電力が、電力供給力の不足のために停電が多く、安定した電力供給が期待できないことから、ディーゼルエンジン自家用発電設備を設置している。表 2-6に発電設備と自家用発電設備の運転状況を示す。

同表に示すように1991/92年における全国の自家用発電設備の総設備容量は、68.3MWであり、N P Aの管轄する全国の総発電設備容量（51.9MW）と比較すると1.3 倍の容量となっている。

なお、事業用電力設備による電化率は、概ね以下のとおりである。

全 国 : 約 6% (上記レポートによる)
 フリータウン首都圏 : 約32% (調査団算定)

表 2-6 N P A の発電設備と自家用発電設備の運転状況 (計算値)

区 分	出力 (MW)
国家電力庁 (N P A)	
西部地区	33.4
地方ディーゼル発電	14.5
ゴマ水力発電	4.0
小 計	51.9
自家用発電設備	
鋳 山	28.3
その他	40.0
小 計	68.3
合 計	120.2

(出所：世銀レポート 1992年 3月)

(2) N P A (事業用電力設備) の電力事情

「シ」国の事業用電力設備の送配電網は、キングトム発電所が位置するフリータウン首都圏の西部地区送配電系統の他に14の地方に小規模ディーゼル発電設備による送配電系統がある。

各送配電系統は、連系される事なく独立して電力を供給しており、全国的な送配電網を構成するには至っていない。

図 2-3に全国の発電所及び送電線位置図を示す。

凡例:

- ▲ NPAの運営するディーゼル発電所
- 水力発電所
- 既設送電線
- 計画送電線
- () 発電設備容量

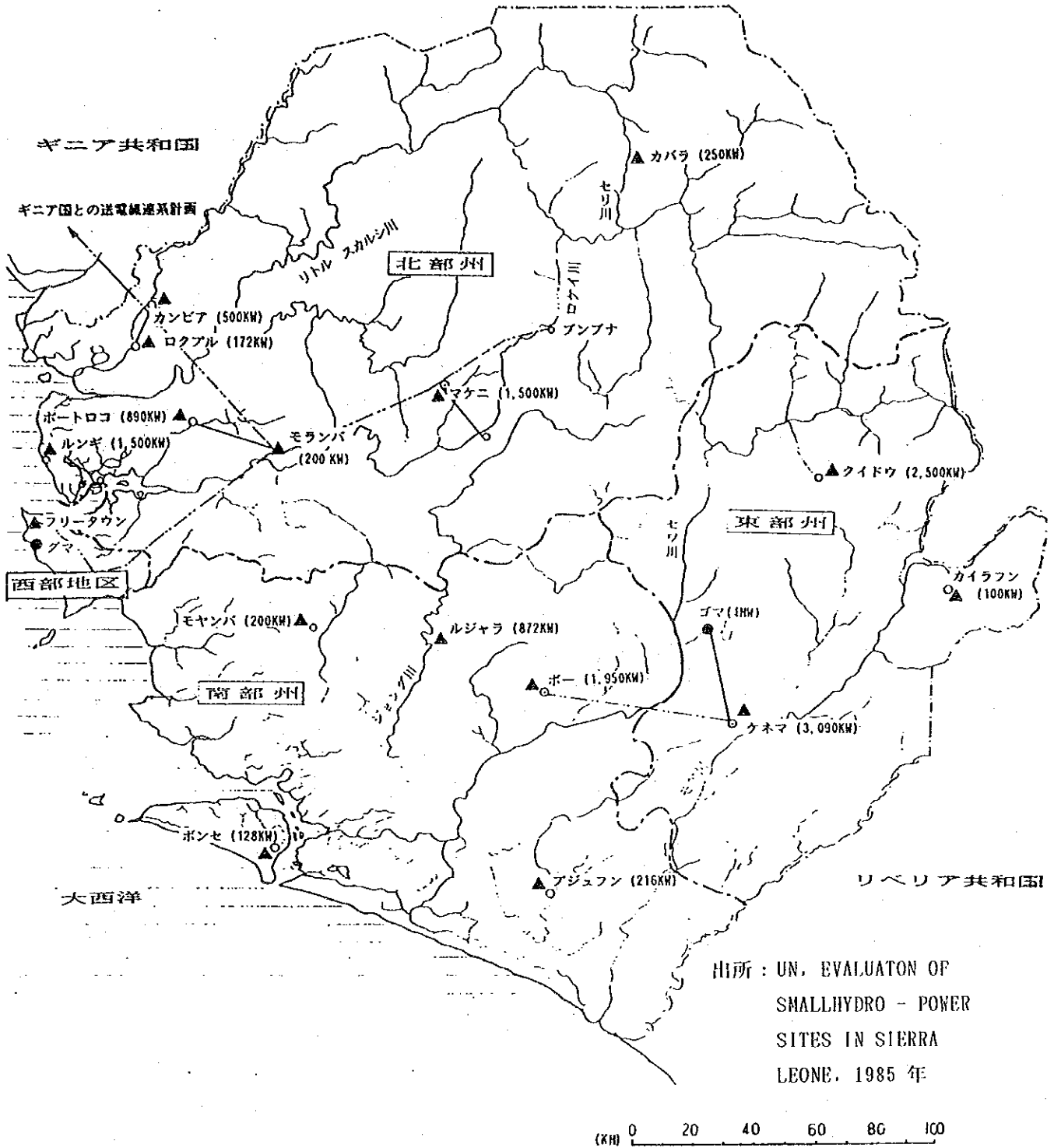


図 2-3 全国の発電所及び送電線位置図

1) 発電設備

NPAの運用する発電設備は、ディーゼル発電設備と水力発電設備があるが、現在の発電は、ディーゼル発電設備が主体となっている。水力発電所は中国の援助により建設されたゴマ水力発電所（設備容量:4MW）があるが、渇水期には出力が0.5MW となり安定した電力供給源とはなっていない。

全国最大規模の発電所は、調査対象発電所であるキングトム発電所（1993年3月時点で総設備容量50.2MW、現有出力11.0MW）である。

各地方の発電所の運転状況は、表 2-7に示すとおりである。また、各発電所位置は、図 2-3に示したとおりである。

表 2-7 地方における発電所状況

No.	地 名	設備容量 (KW)	最大電力 (KW)	電 圧 (V)	年間発電電力量(MWh)	
					1977 ~85年	1984 ~85年
1.	カンビア	500	100	415	(不明)	(不明)
2.	ロクプル	172	90	415	(不明)	(不明)
3.	ポートロコ	890	400	415	1,608	1,245
4.	ルンギ	1,500	980	415	(不明)	(不明)
5.	モランバ	200	150	400	589	517
6.	ルジャラ	872	380	415	(不明)	(不明)
7.	ボー	1,950	1,300	3,300	6,013	2,908
8.	ボンセ	128	100	415	(不明)	(不明)
9.	クイドウ	2,500	2,000	11,000	8,666	2,734
10.	カイラフン	100	98	415	(不明)	(不明)
11.	ケネマ	3,090	1,900	11,000	7,832	3,885
12.	ブジュフン	216	85	415	(不明)	(不明)
13.	マケニ	1,500	1,000	415	(不明)	(不明)
14.	カバラ	250	146	415	502	362
合 計		13,868	8,029	—	—	—

(出所：NPA)

なお、「シ」国は、河川が多く流れ、地形的にも起伏差がかなりある事から水力発電所の建設条件には非常に恵まれている。

UNDPレポート(ISSUE AND OPTIONS IN THE ENERGY SECTOR, 1986年)によれば全国規模の潜在的な水力発電による総設備容量は1,200MW と想定されていることから、外貨不足に苦慮している「シ」国政府は、渇水期以外のシーズンにおける将来の安定した電力供給源として水力発電所の建設が不可欠であるとしてブンブナ水力発電所計画を進めている。

2) 送配電設備

N P Aの採用している送配電電圧は、以下のとおりである。

送電系統 : 11KV 及び 3.3KV 50Hz

配電系統 : 415/240V 50Hz

既設送配電線は主として市街地では地中埋設ケーブル、地方では架空線方式にて布設されている。11KVの送配電網は1960年代に布設され、紙絶縁ケーブルで6ヶ所の変電所に接続されている。しかしながら多くのケーブルは既に絶縁不良等の失陥を持ち、発電所が修復されても電力を需要家に送配電するには、不充分的状況である。

各配電所の高圧開閉器盤も接点部分のサビ、老朽化により著しく機能が低下しているものがある。

さらに、送配電設備のメーター類の多くは、故障、不備等が数多く見受けられ、電力運用管理が充分に行われていない。さらに各需要家の電力量計のデータ読取りミスが多発しており、全体的な修復が必要と思われる。このメーター類の不備により売電収入が正確に徴収されておらず、フリータウン首都圏では10～15%の損失が、また全国規模に至っては20～25%の損失が発生しており、改善が望まれている。

現在33KVの送配電網はフリータウン首都圏では使用されていないが、電力供給改善を計る為には、11KV送配電網の修復と同時に、緊急な33KVの整備の必要性がある。

現在N P Aは電力セクター修復計画の一環として、E E Cの援助で西部地区送配電網全体の修復を計画しており、1994～1995年の2年間で、プライオリティの高い部分から修復に取りかかる予定である。

2-3 関連計画の概要

2-3-1 国家開発計画

「シ」国には、世銀／IMFによる構造調整プログラムの下で1992／93～1994／95年度を計画実施期間として3ヶ年公共投資開発計画を策定している。

同公共投資開発計画で提唱している目標は、以下のとおりである。

- 1) 貧困救済と基礎社会福祉の提供
- 2) 基礎インフラの修復、特に道路、電力、上・下水道、医療、初期教育施設の修復

上記の第1項は、貧困層の民生向上を目的としており、その主な具体策として① 農産物生産者の生活向上に25億レオン（約5億3千万円）、② 公的機関の従業員削減の遂行に15億レオン（約3億2千万円）、③ 制度改訂促進に59億レオン（約12億4千万円）等の予算を計上している。

第2項については以下の主な公共事業への投資を計画している。

－ 電力セクター修復計画	294億レオン（約61億7千万円）
－ プンプナ水力発電所建設	286億レオン（約60億円）
－ 道路補修・修復	181億レオン（約38億円）
－ 小、中学校修復	255億レオン（約53億6千万円）
－ 病院、ヘルスセンター修復	45億レオン（約9億5千万円）
－ ウォーターロー／マシアキ道路建設	67億レオン（約14億1千万円）
－ ログベル／パンラップ道路建設	61億レオン（約12億8千万円）
－ 都市／地方給水網整備	65億レオン（約13億7千万円）

この3ヶ年公共投資開発計画での総投資額は、1992／93年の価格で約2,395億レオン（約503億円）に達し、「シ」国政府は世銀に318億レオン（約66.8億円）、ECに302億レオン（約63.4億円）、アフリカ開発銀行に256億レオン（約53.8億円）、世界食糧機構に78億レオン（約16.4億円）等の援助を期待していると同時に、日本を含めた他の援助国、機関からの援助も期待している。この間、「シ」国政府独自財源による投資は190億レオン（約40億円）を予定している。

2-3-2 当該セクター開発計画

当該セクターの開発計画としては、1986年以降NPAに対してUNDP、世界銀行、ドイツのGTZ、EEC等、数多くの援助機関が調査を行っており、既設キングトム発電所の修復計画及び「シ」国の電力セクター（NPA）の開発計画が提案された。

これらの報告では、現在「シ」国が直面している電力事情の悪化の最大要因は、NPAの管理運営能力の欠落にあると指摘しており、NPAが将来的に安定した「シ」国の電力セクターとして運営を続けるには、抜本的な構造改革が必要である等、「シ」国の電力事情を長期的に再構築するための様々な提言・提案を行っている。

主な調査レポートの調査目的及び提言を表 2-9に示す。

これ等の開発計画は、2つの大きな要素により構成されている。一つは、同表に示す世界銀行及びEDF INTERNATIONALレポートによって提言されている組織改善によるNPAの管理運営能力向上計画であり他方は、GTZレポートに示される既設キングトム発電所の全面的な修復工事計画である。

しかし、これ等電力セクター修復計画は、「シ」国政府と各援助機関との調整が取れず、1991年まで、各援助は実現に至らなかった。その結果1991年7月にはキングトム発電所の発電電力量がゼロになった。

その後、継続されていた世銀／IMFと「シ」国政府の構造調整協議が1992年3月に合意に達し、この合意を基として、「シ」国政府は世銀が各国援助を整理統合して策定した“電力セクター修復計画報告書”に基づいて今後の同セクター開発を進展させることを決め、同年10月に「シ」国と世銀との間で電力セクター修復援助協定を締結した。

現在、各国の援助機関は、この世銀が策定した「シ」国電力セクター修復計画報告書を基本に援助を進めている。

2) 各国援助機関の動向

① E E C及びG T Zによる緊急修復計画

E E C及びG T Zは、上記の世銀の電力セクター修復計画策定以前から独自の緊急修復計画を実施しており1992年初頭から事業運営、施設設備の専門家をN P Aに派遣しN P A組織の要職に配置させ、技術協力を実施している。

同緊急援助計画は、老朽化、維持・管理不足等の要因でN P Aの発電設備の現有出力が大幅に低下し、1991年7月には発電々力量がゼロとなり、「シ」国の経済、産業活動が停滞したのを受けて、その改善を緊急に行うために実施されたものである。

現在まで緊急修復計画で派遣された専門家の指導の下、N P Aは45%以上の職員の削減、スルザー社製発電設備の出力アップ（5号機の出力を50%から85%まで回復させた）等の実績を上げている。

また、同緊急修復計画は当初1993年2月迄の実施予定であったが、世銀の協力による運営管理援助計画の実施が遅れている現状から、世銀、E I Bも共同で同緊急修復計画に参画することとし、1993年末まで継続されることとなった。

なお、専門家はドイツの民間コンサルタントから派遣されており、来年以降は世銀の援助で実施される運営管理援助計画で派遣される専門家に業務が引き継がれる予定である。この運営管理援助計画の期間は3年で、その後2年が追加契約期間となっている。

② 世銀の電力セクター修復計画

世銀が策定した電力セクター修復計画は次の3つの構成要素から成り立っており、「シ」国の電力セクターを包括的に改善することによって(-) フリータウン首都圏を中心とした西部地区の需要に見合う適切な電力供給力の再建と(二) 経済的に自立できるN P Aの基礎力の確立を目標としている。

世銀の電力セクター修復計画の構成要素

- (a) 既設発電設備の修復及び新設発電設備（2台）の建設
- (b) 送配電網の修復と増強
- (c) N P A要員への教育、運営、管理技術援助を含むN P A組織の強化

また、世銀は同修復計画における建設計画の内、各国の援助項目を表2-8のように設定し、各国の協調を求めている。なお、世銀は同修復計画の総事業費を約7,000万ドルと想定している。

表 2-8 世銀が予定している電力セクター修復計画における各国の援助予定項目

項 目	世銀	日本	E I B	E E C
運 営 管 理 援 助 計 画	○			
新規発電設備の建設計画	○ (5 MW)	○ (5 MW)		
既設発電設備の修復計画			○	
送 電 網 修 復 計 画				○
配 電 網 修 復 計 画				○

③ E E C の援助

E E C は世銀の策定した修復計画に基づき、送配電網の修復工事を援助する予定である。

フリータウン首都圏を中心とした西部地区の既設送配電網は、1960年代に整備されたが、老朽化と維持管理不足のため配電盤類の故障やケーブルの絶縁不良による配電事故が多く発生しており、13～15MWの送配電能力しかない。そのため、単に発電所の修復を行い発電能力を高めたとしても、送配電網の修復、整備無しに電力供給事情の改善に寄与することは不可能で、E E C は 6ヶ所の変電所を始め、送配電線から、外灯の修復まで一貫したシステムの修復に対する援助を計画している。既に入札図書の原案は独国のコンサルタントによって完成し、入札資格審査にもヨーロッパの4メーカーが参加しており、E E C 内部の決裁が取れ次第、1993年6～7月には入札図書の配布が行われ、入札、入札評価、契約を1993年内に行い、1994年初めから緊急性の高い地区から工事に着手予定となっている。

④ E I B の援助

E I B はキングトム発電所内の既設発電設備及びその補機の修復を援助する計画である。既に蓄電池設備の更新は1992年6月に行われ、廃油のためのオイルセパレータの工事にも着工し、更に既設のスルーザー社製No. 4、No. 5及びK H D社製発電設備の修復を前述の緊急修復計画で派遣された専門家の指導の下で実施している。今後E I B は排ガスボイラー、クレーン、発電建屋、冷却水設備、配電盤、コントロールパネル等の修復を順次援助して行く予定である。

表 2-9 主な海外援助機関の調査レポート

レポート標題 (略書)	調査実施機関	融資機関	調査年	調査目的及び提言の概要
Sierra Leone: Issues and Options in the Energy Sector (UNDP/World Bank Jointレポート)	世界銀行	UNDP: ENERGY Account	1986~87年	<p>調査目的 (1) UNDP/WBエネルギーセクター調査プログラムの一貫として調査された。 (2) エネルギーと経済及び各エネルギーセクター (石油、電力、薪) 毎の現状 (組織運営を含む)、将来計画を調査し問題点を指摘する。</p> <p>提言 (電力関連) (1) NPAのMEP (電力エネルギー省) からの独立。 (2) 発電コストをカバーできる料金体系の確立と設備の定期点検整備の為の予備品輸入に必要な外貨の割当て。 (3) MEPによる短、長期計画の立案。 (4) NPAの技師の給与の改善。 (5) NPAの上位管理部門の強化。 (6) 中間管理職育成計画の立案。 (7) 中間技術者育成の研修施設の建設。 (8) 予防保守と定期点検整備技術の習得のためのOJTの実施。</p>
DIESEL POWER STATION KING TOM (GTZレポート)	LAHMEYER INTERNATIONAL	GTZ	1987年	<p>調査目的 (1) キングトム発電所の修復を目的とし、現状の発電設備の技術面からの調査と問題点の指摘。 (2) 上記に関連する土木、建築工事の現況調査と問題点の指摘。 (3) 運転、維持、管理、修理、等の観点からのNPAの現況組織の調査と問題点の指摘。</p> <p>提言 (1) 修復工事は以下の順序で行う。 1. KHD社製発電設備 (含む補助設備) の修復及びホイストとクレーンの修復 11KV 配電盤の取替え。スラッジ及び排油処理設備の新設。 2. SULZER 社製発電設備 (含む補助設備) の修復。 3. MAN社製発電設備 (含む補助設備) の基礎の修復 (NO.1及びNO.2のみ) 4. MAN社製発電設備 (含む補助設備) の修復 (NO.1及びNO.2のみ) 5. 全ての建屋と外構の修復。 (2) 修復工事期間は17ヶ月、修復工事費は22,830 KDM (3) 修復工事期間に発電設備の運転管理、修復工事の指導の為、最低2人の外国人専門家の発電所常駐が必要。 (4) 修復工事と並行して、NPA組織の改良が必要。 (5) 予備品管理技術の取得と同時に、関連書類 (図面、仕様書を含む) 管理技術の取得が必要。 (6) 修復工事を安全で工事期間内に完了させる為、ヨーロッパの技師の指導で、発電所内の安全な清掃と、欠陥箇所の修理が必要。</p>
REHABILITATION OF THE ELECTRICITY SECTOR FACT FINDING STUDY (EDF INTERNATIONAL レポート)	EDF INTERNATIONAL	EEC	1988年	<p>調査目的 (1) セクターの制度、組織、財源、人材、及び技術上の問題点の調査と指摘。 (2) 組織改革、技術指導等を含む修復計画の作成。</p> <p>提言 (1) 緊急的対応策として6ヶ月間に次の対策を講じる。 1. 委員会のメンバーを変える。 2. NPAの技術、経営を独立させ、政府組織から切り離す。 3. 外国企業からの電気料金の徴収は外貨で行う。 4. NPAの管理機能を向上させるため、技術指導チームを組織内に受け入れさせる。 5. 政府はNPAの負債を緊急対応策が完了するまで、凍結する。 6. NPAの職員を3年以内に30%減らす対策を講じる。 7. 政府はNPAの改革が完了するまで、全ての税を免除する。 8. 政府は国営石油会社とNPAの仲裁をし、燃料費を最低限とし、また国際市場価格以下とする。 9. 政府は電気料金をNPAの再建が完了するまで、燃料代とインフレに合わせて自動的に変えられることを認めること。 (2) 短期的対応策として、12ヶ月から18ヶ月の間に、以下の対策を講じる。 1. 発電設備 (補機を含む) の修復工事の実施。 2. フリータウン首都圏の送配電網の修復工事の実施。 3. 正確な電力需要量等の需要家の情報を把握する為、需要家管理部門の組織改革の実施。 4. 総務、経理管理部門の効率向上を計る為、組織改革と設備増強の実施。 5. 発電設備開発を実施する為の設備の設置。 (3) 中期的対応策として、25ヶ月から36ヶ月の間に、以下の対策を講じる。 1. 地方センターの整備。 2. 発電設備開発計画の決定。 3. 新技術と管理方法の習得のための訓練センターの開発。 4. 設備機器の仕様の統一。 5. NPA給与体系の改善。</p>

2-3-3 本計画の位置付け

「シ」国は世銀／IMFによる構造調整プログラムの下、自国の経済的自立を実現するために電力を含む基礎インフラの修復に特に力を入れている。

5 MWのディーゼル発電設備を緊急的に整備する本計画は、同プログラムの目標の下に策定される緊急的対応策として、逼迫する電力事情の内、特に医療、教育等の社会福祉へ寄与する公共施設の社会基盤として、その役割を担うべき施設と位置付けられる。

また、世銀の策定した電力セクター修復計画においても本計画の発電設備の建設の必要性がうたわれており、図2-4に示すように同修復計画の電力需給予測においても本計画実施が「シ」国の電力供給力向上のために必要不可欠な設備となっている。

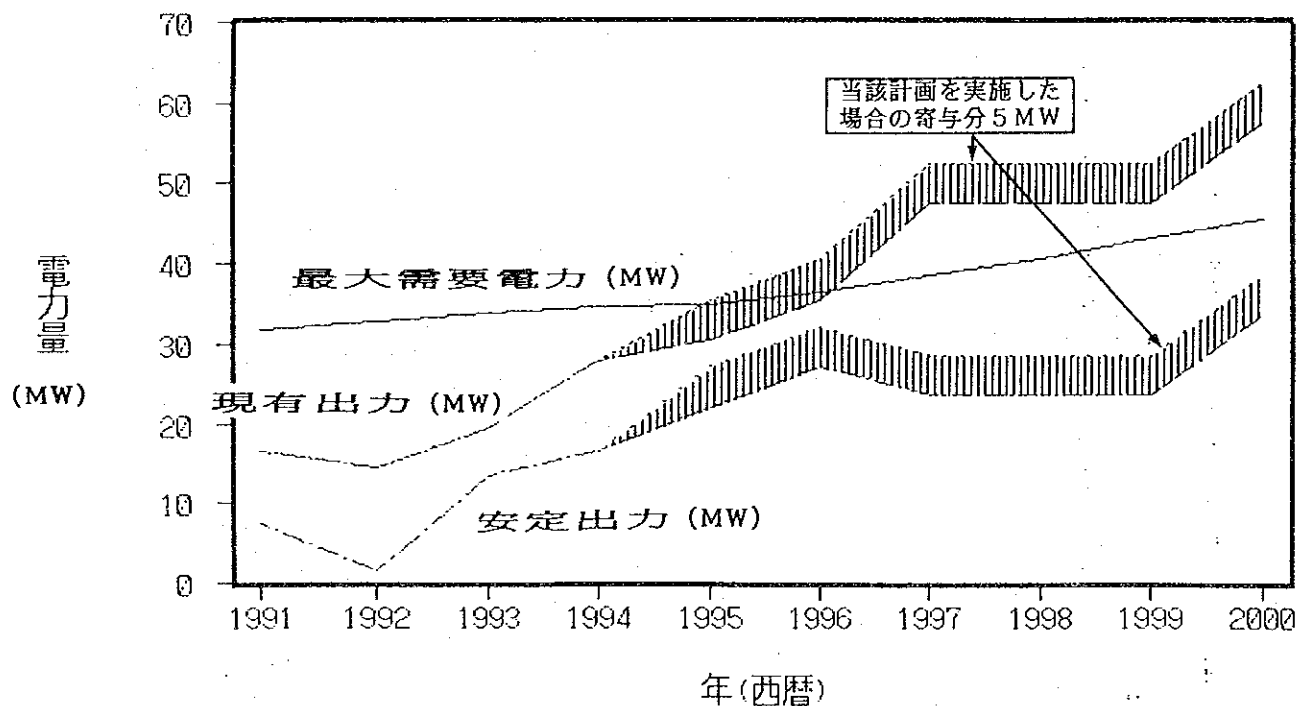


図 2-4 世銀の電力セクター修復計画による西部地区電力需給予測

2-4 要請の経緯と内容

2-4-1 要請の経緯

「シ」国では、近年電力ニーズが増大している一方、現在フリータウン首都圏を中心とした西部地区への唯一の電力供給源となっているキングトム発電所は老朽化が激しく、また外貨不足によるスペアパーツの供給不足、また適切な維持管理の欠如等が原因で発電機出力は低下し、同地区では恒常的な計画停電が繰り返されており、住民の日常生活、経済活動への悪影響が出ている。

「シ」国政府は緊急的に必要な電力供給力を確保し、上記の状況を改善するため、ディーゼル発電設備の新設について我が国に無償資金協力の要請を越したものである。

2-4-2 要請の内容

既設キングトム発電所における下記援助の実施

- 1) 設備容量5MW のディーゼル発電設備（必要な補機、電気設備を含む）の供与と据付工事
- 2) 上記発電設備の試運転調整及び引き渡し試験
- 3) 上記発電設備のスペアパーツ調達
- 4) 上記発電設備用基礎工事
- 5) 本計画実施期間中の「シ」国国家電力庁（N P A）の要員に対する当該発電設備に対する運転と保守点検方法の訓練及び技術移転

なお、N P A は既設発電所の出力低下の一つの要因は、資金不足によるスペアパーツの不足であると認識しており、このことから、当該発電設備を長期間、適切に維持管理し安定した運転を続けるために少くとも24,000時間分のスペアパーツの調達を熱望している。（世銀の電力セクター修復計画報告書では5年分約40,000時間分を提言している。）

さらに、N P A は当該発電設備が「シ」国の深刻な電力事情に対し、信頼性の高いベース供給力を安定して確保できる様に、当該発電設備の最適な維持管理技術の移転を強く望んでおり、工事期間中のO J T以外に日本国内での研修、並びに当該プロジェクトの完成後の専門家派遣を強く希望している。

第3章 計画地の概要

第3章 計画地の概要

3-1 計画地の位置及び現況

3-1-1 計画地の位置

プロジェクトサイトのキングトム発電所は巻頭図に示す如く、首都フリータウンの中心より約2km西方の海岸沿いに位置し、海拔は、約5mである。

3-1-2 調査対象発電所の現況

基本設計図SLB-01(5-3-2-(2)参照)に調査対象であるキングトム発電所の施設配置図を示す。

(1) 運転及び維持管理状況

当該発電所は設置されている設備数及び規模から判断しても面積的には、かなり狭い敷地となっている。また、燃料配管からの漏れが数多く見受けられ、かなりの場所に油が浸み出している。

当該発電所では前回の基本設計調査時(1989年12月)と変わらず、スルザー社製発電設備2台(No.4、No.5)で電力を供給している。この2台のスルザー社製発電設備は、慢性的なフリータウン首都圏の電力不足のため、定期的な整備を行う時間的余裕が無く、またNPAの資金不足によるスペアパーツの不足等により、満足な保守点検をせずに運転されてきたため、1991年7月には発電電力量がゼロになった。その後、昨年からのEEC等の援助(緊急修復計画)で派遣された専門家の指導の下、NPAは上記スルザー社製発電機(No.5)を修復し、現在はその1台(No.5)のみが設備容量の約85%(8MW)の現有出力で運転されている。また他の1台(No.4)は現在修復工事中で、本年5月末までに運転に入る予定とすることで、その時点でNo.5発電設備はもう一度修復をする必要があるとのことである。本年9月からこのスルザー社製発電設備2台の安定した運転が開始されることが、期待されている。

表3-1に当該発電所の停電回数記録を、また表3-2に平均停電時間を示す。

なお、NPAはこの現況を少しでも改善すべく定期保守点検計画を立案し実施するように努力を払っているものの、資金不足及び逼迫している電力事情等により実際には計画どおり実行されていない。表 3-3にNPAが作成した定期保守点検計画（案）を示す。

表 3-1 キングトム発電所の停電回数の記録

(単位：回)

	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年
1月	22	23	13	13	17	16
2月	41	30	12	18	16	
3月	45	22	18	27	21	
4月	38	14	20	40	16	
5月	38	11	7	25	21	
6月	38	10	14	14	39	
7月	34	14	24	20	23	
8月	29	16	35	5	37	
9月	57	2	30	8	54	
10月	87	7	25	12	37	
11月	18	1	21	21	53	
12月	36	5	14	21	62	
合計	483	155	233	224	396	16 (1月までの累計)

(出所：NPA提供資料)

表 3-2 キングトム発電所の平均停電時間（分／回）

年	1987	1988	1989
平均停電時間	22分	25分	30分

(出所：NPA提供資料)

表 3-3 キングトム発電所の保守点検計画（案）

発電設備	オーバーホール	定期点検
NO.4 (Sulzer社製)	1.5 ヶ月／年	0.5 ヶ月／年
NO.5 (Sulzer社製)	1.5 ヶ月／年	0.5 ヶ月／年
NO.6 (KHD社製)	0.75 ヶ月／年	0.5 ヶ月／年
NO.7 (KHD社製)	0.75 ヶ月／年	0.5 ヶ月／年
NO.8 (KHD社製)	0.75 ヶ月／年	0.5 ヶ月／年
NO.9 (KHD社製)	0.75 ヶ月／年	0.5 ヶ月／年

(出所：NPA提供資料)

(注1) 上記は、オーバーホール及び定期点検・修理のためにそれぞれ年間に休止を予定している期間を表す。

(注2) 実際には、フリータウン首都圏の逼迫する電力事情により上記予定は実施されていない。

(2) 既設施設の現況

1) SULZER社製ディーゼル発電設備（4～5号機）

(a) 発電設備

1979年と1980年に運転を開始したSULZER社製ディーゼル発電設備は2台共、1990年3月時点で、既にエンジン寿命の半分以上（4号機、83,000時間、5号機51,300時間）の運転を行っている。しかしながら、長年に渡る維持管理の欠如と、慢性的な電力不足のためにフル稼動を余儀無くされており、定期的な点検・保守を受けられなくなるなど非常に悪い運転状況にあり、現有出力は低下していた。

この現有出力低下は、ターボチャージャーの機能低下と冷却システムの不完全さが直接的な原因で、そのために定格出力の約50%まで低下し、1991年7月には発電々力量はゼロとなった。特に排ガスの温度は基準値の範囲外であり、燃料油もスチームシステムの欠陥により通常の120℃まで暖められていなかった。

水処理システムも全く働いておらず、このことが2次冷却システムを極端に悪くしていた。

しかし、1992年から開始されたE E C等の援助による緊急修復計画で、1993年3月現在、5号機は定格出力の約85%まで出力が回復し、4号機も2～3ヶ月以内には、修復を完了し、定常運転に入ると期待されている。

(b) 補助機械設備

補助機械設備も同様に非常に悪い状態で、エンジンを正常に運転出来ない状況にある。特に、燃料の保温、冷却システム、オイルトリートメント等の機能は著しく低下している。現在はE I Bの援助による全面的な修復を待っている状況である。

(c) 補助電気設備

コントロール部は欠陥があったり、時には働かないこともある。直流電源は緊急修復計画で、1992年に100AHが新設備に更新された。ケーブルルートは問題ないが、照明設備は欠陥があり不十分である。

2) M A N社製ディーゼル発電設備（1～3号機）

3台のマン社製ディーゼル発電設備とも、現在運転を停止している。1号機は70,000時間の運転後1985年に停止し、エンジンは取り外されており、発電機も取り外すことを計画中である。

2号機と3号機は1号機より状態は良く、2号機は1988年に運転を再開したほどであったが、予防点検の欠如と予備品の不足により現在はともに停止している。さらに、3台とも基礎に欠陥を持ち、修復工事を実施したとしても運転を再開することは難しく、NPAは世銀の援助による撤去、新設機への更新を計画している。

世銀も1992年3月付けの電力セクター修復計画審査報告書の中で、マン社製発電設備3台は、その補機を含めて、修復が不可能とし、5MW2台への取替えを計画している。

3) KHD社製非常用ディーゼル発電設備(6～9号機)

(a) 発電設備

4台のKHD社製非常用ディーゼル発電設備は1986年に運転を開始したが、運転開始2年後に、4台ともにクランクシャフト等の重要部分に欠陥が発生した。この原因は、基本的には高速エンジンの主燃料を重油としたことにあるのではないかと考えられている。

前回基本設計現地調査時に4台とも休止中であつたが、緊急修復計画で派遣された専門家の指導により、1993年3月現在、6号機、8号機は定格出力の約50%で運転可能な程度に修復された。しかしながら高速仕様の為、ベースロードへの電力供給は行っていない。

(b) 補助機械・電気設備

設備の殆どはおおむね良好であるが、エンジンの信頼性向上のためにいくつかの修理を継続的に行う必要がある。

4) 共通設備

(a) 共通機械設備

① 冷却水設備

シェラレオーネ川に設置されているポンプハウスから熱交換プラントまで、4台のポンプで海水が取水されている。熱交換された冷却水は発電機のクーラーまで配水されている。熱交換器プラントの状態は良好とは言えず、発電機の停止の原因となっている。EIBの援助で、1993年秋より修復工事が開始される予定である。

② 重油設備

シェラレオーネ川に設置されているバージとポンプハウスから2基の燃料タンクまで配管され、燃料油（重油）が供給・貯蔵されている。配管には多くの漏れがみられ、海水を含めた環境を汚染している。同時に配管ピットも油だらけで、新しいパイプを布設できる状態ではないが日本側としては、E I Bに依って修復されることを期待する。

③ ディーゼル油設備

ディーゼル油はタンクローリー車で燃料タンクに供給されている。オイル供給ポンプや配管にダメージが多く見られ、E I Bの援助によるポンプ、バルブ、コック等の完全な修復工事が予定されている。

④ 蒸気設備

発電機建屋内に唯一のボイラーが設置されているが非常に悪い状態であり、既設の発電設備に対しても容量的に不足している。この設備もE I Bの援助で更新が計画されている。

⑤ 飲料水設備

市内より上水道を引き込み、2基の水タンクに貯蔵しており、状況は非常に良好である。このタンクの水は消火用としても利用されている。

⑥ 消火設備

発電機建屋内の消火設備は、ディーゼルエンジン掛けのポンプが設置されているが、極端な油汚れのため、現状は全く稼動しない。本設備もE I Bの援助で修復が予定されている。

(b) 共通電気設備

11KV開閉器盤は、正常な動作が期待できない状態にある。これは、予備品の不足と、停電が多いため定期的な保守や清掃が行われていないためである。

また、中性点接地方式の改良が必要である。本設備は、E E Cの援助による送配電網修復計画の一環として、全面的に更新される予定である。

3-2 自然条件

3-2-1 気候

気温は、一年中ほぼ一定しており約27℃程度である。10～5月は干期であり平均月間降雨量は、100mm以下となる。雨期は、6～9月であり、特に、7～8月の平均月間降雨量は900mm以上に達している。

3-2-2 砂あらし

ハマダーンと呼ばれる砂あらしが11～3月に発生する。

3-3 社会環境

3-3-1 港湾

日本からの建設資機材を陸揚げする港としては、「シ」国のみならず、アフリカ大陸で最大の港であるクイーン・エリザベスⅡ港が考えられる。本港には大型船の接岸は可能であるが重量物を荷揚げ出来る十分な設備は無い（最大で25トン）。そのため本プロジェクトのディーゼルエンジン等重量物の陸揚げには、クレーン設備を載積した貨物船を使用する必要があると思われる。

3-3-2 道路

フリータウン市内の主要道路は舗装されているが、舗装状態は悪く、いたる所に穴が開いており、交通の障害になっている。

なお、クイーン・エリザベスⅡ港からサイトまでの輸送経路には橋が1ヶ所（キングトム橋）あるが、本プロジェクトでの重量物輸送時には、特に支障なく通行出来ると判断される。

3-3-3 通信

電話・テレックスの通信設備はあるものの通信状態は決して好い状況とは言えない。国際通信はシェラレオーネ国際通信会社（Sierra Leone External Telecommunication Limited:SLET）が担当し、テレックス、電報、ファックスをサービスしており、また国内通信も5千回線の自動交換器がフリータウンに整備されているが、国際、国内線ともキングトム発電所に新しく接続する端子は準備されていない。

3-3-4 生活環境

起伏に富むフリータウン市の低地部には、多くの住民が居住しており、スレート葺き共同住宅にて生活を営んでいる。また高台にはコンクリートブロック造りの高級住宅が建ち並んでいる。

上水道の水質は良好だが、ポンプ設備の不備、頻発する停電等により、高台まで給水できる十分な圧力は無く、高台住宅の多くは水タンクを建屋内に設置している。低地部の街路には、共同水栓が数多く設置されており、多くの住民が利用している。

フリータウン市内及び近郊にはいくつかのホテルが点在するが、自家用発電設備及びテレックス、電話設備等の付帯設備を有するホテルは少ない。

また、公共交通機関としては、現在運行されている鉄道は無く、市営及び民営バスが運行されている。

3-4 計画地における当該セクターの概要

3-4-1 フリータウン首都圏の電力事情

(1) 発電所の運転状況

「シ」国での公的電力供給機関であるNPAがフリータウン首都圏にて現在運用している発電所は、キングトム発電所及びファルコンブリッジ発電所の2つである。

その内ファルコンブリッジ発電所は、5台のディーゼル発電設備（総設備容量：5.5MW）が設置されているが、設備の老朽化及びスペアパーツの不足等の理由により現在5台の内の2台の発電設備のみが運転されている。（表 3-5参照）

しかし、それら稼動可能な発電設備は重油に比べ価格の高いディーゼル油を主燃料としている。そのため、NPAでは運転コストの経済的理由から、同発電所をキングトム発電所の発電設備が全停した場合の非常時に限り、キングトム発電所の発電設備の初期起動用（ブラックスタート用）の電力供給源として利用しており、一般の需要家へは、電力の供給を行っていない。

従って現在、フリータウン首都圏を中心とした西部地区への電力供給源としての発電所は、当該プロジェクトの対象であるキングトム発電所が唯一のものとなっており、同発電所の運転状況が「シ」国の経済、市民生活に与える影響は大きく、「シ」国におけるその位置付けは、非常に大きなものとなっている。

キングトム発電所には、表 3-4に示すように9台のディーゼル発電設備が設置されているが、この内3台の発電設備（製造メーカー：MAN社）は基礎の破損及び機械寿命等の原因により現在全く運転されていない。

現在、同発電所では、残り6台のディーゼル発電設備によって発電所の運用を行っているが、この内4台の発電設備（製造メーカー：KHD社）はディーゼルエンジンが高速回転仕様のため、非常用発電設備としての運転に限定しておりベース負荷への電力供給は行っていない。なお、キングトム発電所の各発電設備の配置図は、第4章 図 4-1及び基本設計図SLB-01(5-3-2-(2)参照)に示す。

上記理由により同発電所ではベース負荷時の電力供給を行える発電設備は最終的に9台の内2台のみ（製造メーカー：SULZER社）となっている。しかしながら、現在この2台の発電設備の内1台（4号機）は修理中であり稼動しておらず5号機1台（現有出力8MW）でフリータウン首都圏全体の電力をまかなっている。その結果1993年3月現在のフリータウン首都圏への電力供給バランスは、最大需要電力が約33.9MW（世銀推定）に対して、総現有出力がわずか11.0MWとなっており、22.9MW（最大需要電力に対して約68%）の電力供給不足となっている。

またNPAは、西部地区にグマダム水力発電所（設備容量：2.2MW）を所有しているが、故障のため1982年以降全く運転を行っていない。

表 3-4 キングトム発電所の現有出力

1993年3月時点

発電設備 No.	製造メーカー	運転開始年	設備容量(MW)	現有出力(MW)	備考
1	MAN社	1971	6.6	—	故障中
2	MAN社	1964	6.6	—	故障中
3	MAN社	1964	6.6	—	故障中
4	SULZER社	1978	9.2	—	修理中
5	SULZER社	1980	9.2	8.0	稼動中
6	KHD社	1986	3.0	1.5	非常用
7	KHD社	1986	3.0	—	故障中
8	KHD社	1986	3.0	1.5	非常用
9	KHD社	1986	3.0	—	故障中
	合計		50.2	11.0	

(出所：NPA提供資料)

表 3-5 ファルコンブリッジ発電所の現有出力

1993年3月時点

発電設備 No.	製造メーカー	運転開始年	設備容量(MW)	現有出力(MW)	備考
1	ENGLISH ELECTRIC社	1962	1.5	—	故障中
2	ENGLISH ELECTRIC社	1962	1.5	—	故障中
3	MIRRELES社	1976	1.0	—	故障中
4	MIRRELES社	1976	1.0	0.8	ブラックスタート 用
5	MIRRELES社	1976	1.0	0.8	ブラックスタート 用
合計			5.5	1.6	

(出所：NPA提供資料)

(2) 給電状況

上記(1)に示した様に、需要に比べ圧倒的に不足している電力供給力(最大需要電力に対し総現有出力が約32%程度)に対し、NPAは、フリータウン首都圏への計画的な停電を毎日行う事を余儀なくされている。

停電の実施及び給電開始等の需要家への配電計画は、ギングトム発電所より約5 km離れたブラックホールロードにあるNPAの配電部にて行っている。

同配電部には、発電出力及び配電網の状態等を遠方監視する設備が無いため、刻々と変化する電力需要と発電機の運転状況について発電所及び各変電所(合計6ヶ所)と無線連絡を取りながらそれぞれの情報を入手し、配電指令を伝えている。

なお、配電部の担当技師によれば、配電を優先的に受けられる重要需要家として以下のものがあるとしている。

- 病院、学校、浄水場、国会議事堂及び政府機関等。

しかしながら、本調査団がフリータウン市最大の国立病院（コンノート病院）において調査したところ、上記の様に病院はNPA配電計画の中で重要需要家として位置付けられてはいるものの、多くの市民が利用する公共福祉機関である国立病院でさえも逼迫した電力事情のため、毎日2時間程度の停電を余儀なくされている。同様に、同国の発展をささえる人材育成を目指し、教育に力を注ぐ「シ」国ではあるが、学校への給電もほとんどカットされているとのことであった。また、フリータウン市の主要道路に整備されている街路灯も電力不足のために1987年より全く使用されておらず、夜間は、無灯火状態となり治安の維持にも障害が発生している。この様な状況の下、首都圏では、毎日繰り返される停電により医療活動、市民生活及び経済活動が著しい制約を受けている。

なお、表 3-6にフリータウン首都圏における需要家別の電力消費量の推移を示す。

同表に示す通り、病院、学校の電力消費量は、1987/88年には、前年の1986/87年に比べ格段に下落しており、総現有出力の低下による電力不足から病院、学校等への計画停電が実施されている事を示している。

表 3-6 フリータウン首都圏の需要家別の年間電力消費量の推移

No.	分 類	タ リ フ 類	1984/85 年		1985/86 年		1986/87 年		1987/88 年	
			消費 電力量 (MWh)	割合 (%)	消費 電力量 (MWh)	割合 (%)	消費 電力量 (MWh)	割合 (%)	消費 電力量 (MWh)	割合 (%)
1	一般需要家	1	42.783	48.1	29.803	47.7	32.487	51.9	28.484	56.4
2	小規模商工業	2	8.600	9.7	7.145	11.4	6.727	10.7	5.540	11.0
3	病院、学校	3	13.766	15.5	6.418	10.3	6.367	10.2	116	0.2
4	教会、モスク	3A	7.092	8.0	3.306	5.3	3.280	5.2	60	0.1
5	大規模商工業	4	16.070	18.1	15.768	25.2	13.669	21.8	16,245	32.1
6	街 路 灯	5	405	0.5	20	0.0	10	0.0	0	0.0
7	仮 設 設 備	6	151	0.2	62	0.1	86	0.1	87	0.2
8	溶 接 設 備	7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.0
(合 計)			88,867	100.0	62,522	100.0	62,626	100.0	50,533	100.0

(出所：NPA提供資料)

備 考：病院、学校（タリフ3）の総消費電力量に占める割合

(1984年から1987年までの平均)：12.0%

3-4-2 フリータウン首都圏の将来計画と電力需給バランス

(1) 将来計画

NPAは「シ」国西部地区電力供給事情の改善を計る為に次の2つの計画を持っている。

- ① 世銀が他援助機関と協調しつつ計画・策定した「電力セクター修復計画」
- ② プンプナ水力発電所の新規建設計画（イタリア国政府等の援助により計画されている）

それぞれの計画内容を表 3-7及び表 3-8に示す。

上記各表に示す工事完了計画年次は世銀の策定した電力セクター修復計画報告書に示されている年次を示している。

表 3-7 キングトム発電所における将来計画

(単位：MW)

発電設備No.	製造メーカー	設備容量 (MW)	現有出力 (1993年3月現在)	修復後の計画出力	修復完了予定年月	援助機関	備考
4	SULZER	9.2	(修理中)	8.5	1993年6月	EIB	屋内型
5	SULZER	9.2	8.0	8.5	1993年12月	EIB	屋内型
6	KHD	3.0	1.5	3.0	1994年3月	EIB	屋外型
7	KHD	3.0	(故障中)	3.0	1994年3月	EIB	屋外型
8	KHD	3.0	1.5	3.0	1994年3月	EIB	屋外型
9	KHD	3.0	(故障中)	3.0	1994年3月	EIB	屋外型
-	未定	5.0	(計画中)	5.0	1995年2月	日本国	屋外型
-	未定	5.0	(計画中)	5.0	1995年12月	世銀	屋内型
合計		40.4	11.0	39.0			

表 3-8 その他の将来計画

プロジェクト名	工事完了計画年次	資金調達先	プロジェクト内容
プンプナ水力発電所建設計画	1997年3月	イタリア国政府 又は アフリカ開発銀行(ADB)	出力47MWの水力発電設備の新設

(出所：NPA提供資料)

備考：上記プロジェクトの土木工事はすでに開始されているが、機電設備の資金調達先は決定していない。

世銀の策定した「電力セクター修復計画」に基づいた2000年までの電力需給バランスは、表3-9 に示す通りである。

1997会計年度からブンブナ水力発電所が稼働を開始すれば、N P Aは最大需要電力以上の現有出力(Available Capacity)を保有することとなるが、1996年末でK H D社製発電設備4台の設備寿命が切れるので、安定出力(Firm Capacity)は最大需要電力以下となる。但し、その時点の安定出力は最大需要電力の65~75%となり、1992年の5%に比較し大幅に改善されると予想される。

表3-9 「シ」国西部地区電力需給バランス

単位：MW

	1991年 (実績)	1992年 (推定)	1993年	1994年	1995年	1996年 (計)	1997年 (画)	1998年	1999年	2000年
最大需要電力	31.9	32.9	33.9	34.5	34.8	36.4	38.5	40.5	43.1	45.5
現有出力	16.5	14.5	19.5	28.0	35.5	40.5	52.5	52.5	52.5	62.5
安定出力	7.5	1.5	13.5	16.5	27.0	32.0	28.5	28.5	28.5	38.5
最大需要電力 - 安定出力	24.4	31.4	20.4	18.0	7.8	4.4	10.0	12.0	14.5	7.0

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4-1 目的

第1章で述べた様に「シ」国の電力事情は、極めて深刻な状態にあり、恒常的に行われている電力供給制限は、住民の不満の増大と経済活動への悪影響をもたらしており、さらには、多くの市民が利用する病院、学校等の公共福祉施設の活動にも支障が生じている。

また、図2-4 および表3-9 に示したように、1992年現在の電力供給バランスは、需要の伸びに対し、スペアパーツ不足、事故等による発電設備の現有出力低下により過去最悪の状態となっている。また、世銀が策定した「電力セクター修復計画」が計画通り実施されても1994年の安定出力は最大需要電力の約48%にしかすぎず、N P Aは「シ」国西部地区への安定した電力供給を行うことは難しい状況である。

このことから、フリータウン首都圏では、1997年にブンブナ水力発電所が完成し総現有出力が最大需要電力に追いつくまで、現在行っている計画的な電力カットを繰り返し続けねばならない逼迫した状況が予想される。

「シ」国側はこれを憂慮し、緊急的に本計画設備を完成させ、特に現在逼迫した電力事情のため重要需要家であり市民生活に不可欠な公共施設であるにもかかわらず繰り返し電力カットを受けている社会福祉施設への安定した電力供給を実現させたい意向である。

本計画は、上記諸事情に鑑み、「シ」国電力事情に対する緊急的対応策として当該発電設備を建設し、もって社会基盤の1つとして同国の中枢地域としてのフリータウン首都圏における住民の安定した生活と社会福祉施設の運営維持を図ることを目的とする。

4-2 要請内容の検討

4-2-1 計画の妥当性、必要性の検討

既述(3-4-1参照)したようにフリータウン首都圏の電力事情の現状は、「シ」国の財政的逼迫さらには長期に渡る適切な維持管理の欠如により発電設備の現有出力が低下し、1992年には、最大需要電力(33MW)の約44%(14.5MW)の現有出力、約5%(1.5MW)の安定出力の電力供給しか行われていない極めて憂慮すべき事態となっている。

このため、同地域では、恒常的な電力カットを余儀なくされており、市民生活、社会福祉施設及び経済・産業活動に影響が生じている。

このような状態を放置し、適切な電力事情の改善と緊急的な対策を実施しなかった場合、住民の不満はさらに拡大し、住民生活に欠く事の出来ない医療活動及び教育活動の停滞をも引き起しかねない状況にある。

従って、本計画を緊急に実施し、適切な運用により社会福祉活動の停滞の防止を行うことが必要であると思われる。

また、前述した(3-4-2参照)将来のフリータウン首都圏を中心とした西部地区の電力需給バランスからも明らかなように、当該発電設備は現在計画されている2つの大きなプロジェクト(電力セクター修復計画及びブンブナ水力発電所新規建設計画)が完成した後も西部地区の電力供給体制の中でベース供給力を受持つと考えられる。このことから、本計画の早期実施はフリータウン首都圏を中心とした西部地区の安定電力確保を促進するものと考えられる。よって、住民のみならず「シ」国経済の安定と発展に寄与する意義は大きく、無償資金協力対象案件として妥当であると判断される。

4-2-2 実施・運営計画の検討

(1) 人員配置計画

当該プロジェクトの「シ」国の実施機関はNPAであり、担当部所は、発電部である。(2-2-1参照)

当該発電設備建設完了後の維持・管理・運営も同部所にて実施される予定である。同部所には、計140名の要員が従事している。なお、本プロジェクト完了後の当該発電設備の維持管理要員は、当該プロジェクトで実施するOJTにより既存要員の技術力向上と質的向上が図れると想定されることから、現在の要員数で当該発電設備の維持管理を行えると判断される。

(2) 維持管理費の検討

1) 年間運転収支

前述した(3-4-2参照)様に、当該発電設備は、建設完了後フリータウン首都圏を中心とした西部地区の電力供給のベース供給力を受持つと考えられる。この場合、当該発電設備の年間稼働率は概ね90%程度であり稼働時間は約8,000時間/年となると考えられるが安全を考慮して稼働率を80%(約7,300時間/年)とすると当該発電設備の運転に必要な維持管理費(支出)は、約15.4億レオンと想定される。

また、送電損失等の電力損失分を引いた売電による収入は概ね18.4億レオンと予想され、運転収支(売電収入-維持管理費)は、約3億レオンの黒字が見込まれる。

添付資料-9に各稼働率ごとの運転収支予想表を示す。

同表で明らかな様に、各稼働率において運転収支は、全て黒字となっており、当該発電設備の運転開始後の維持管理費は十分に確保できると判断される。

2) 将来用準備資金

発電所を運用する場合、発電設備の老朽化による機能低下を考慮し、発電設備を更新するための準備金が必要となる。本資金は減価償却費として計上する事が望ましい。

ここで、当該発電設備の耐用年数を15年とし、残存価格を零とした定額法により減価償却費を算定すると、当該発電設備の運転収支予想は添付資料-9に示すとおりとなる。

上表に示されるように当該発電設備の稼働率が80%以上の場合、運転収支は減価償却費を見込んだ場合でも黒字(稼働率80%で約3千万レオン)となり、将来用準備金を確保できると予想される。

4-2-3 他の援助計画との関係、重複等の検討

当該発電設備に関係する他の援助計画としては、前述した世銀が1992年3月付で策定した「電力セクター修復計画」がある。(第1章参照)

上記計画は、下記の様に分類される。

- ① 既設キングトム発電所の既設ディーゼル発電設備の修復工事計画
- ② フリータウン首都圏を中心とした西部地区送配電網修復工事計画
- ③ N P A の組織・経営面の再構築を図る計画

本計画は、N P A が管理するキングトム発電所に新設発電設備(10号機)を建設するものであり、建設計画並びに事業完了後の維持管理計画の両方について上記計画と関連性がある。

従って本計画の実施に当っては、上記計画の内容、実施時期等を適確に把握しつつ建設工事を進める必要がある。

(1) 建設計画上の検討

施設建設計画を実施するに当っては、下記に留意する事により、本計画と上記他計画との施設建設上での重複を回避する事が可能であり、本計画施設建設による他プロジェクトへの影響は無いと判断される。

- 1) 当該発電設備と既設設備(燃料系統、蒸気系統、冷却水系統及び配電系統等)との接続は、既設設備の現況とともにN P A が計画している既設設備の修復改善工事計画を考慮し、当該発電設備の設置により既設設備システム変更あるいは、新たな修復工事等が発生しない様に十分に留意して計画する。
- 2) 当該発電設備の設置場所は、N P A が計画している修復改善工事計画等の将来計画に影響を及ぼさない場所とする。

図 4-1 に当該計画と電力セクター修復計画に基づき、N P A が計画している世銀、E E C 等の援助による修復工事計画の区分けを示す。

(2) 事業完了後の維持管理計画上の検討

上記計画の内「③N P A の組織・経営再構築計画」の実施は、同計画でも指摘されている様に、現在「シ」国の直面している電力事情悪化の根源は、N P A の電力セクターとしての管理運営能力の欠落であると考えられることから、将来の「シ」国の電力事情の長期安定化を図るために不可欠と考えられる。

従って当該発電設備建設後は、NPAは、本プロジェクトで実施するOJTによるO&M技術を基礎にして当該発電設備の保守運転を行い、さらに、当該プロジェクトの上位計画として位置付けられる上記計画において構築される予定の電力セクターとしての運営技術を融合させ、最適な維持管理計画を策定し、電力事業運営を図る事が望まれる。

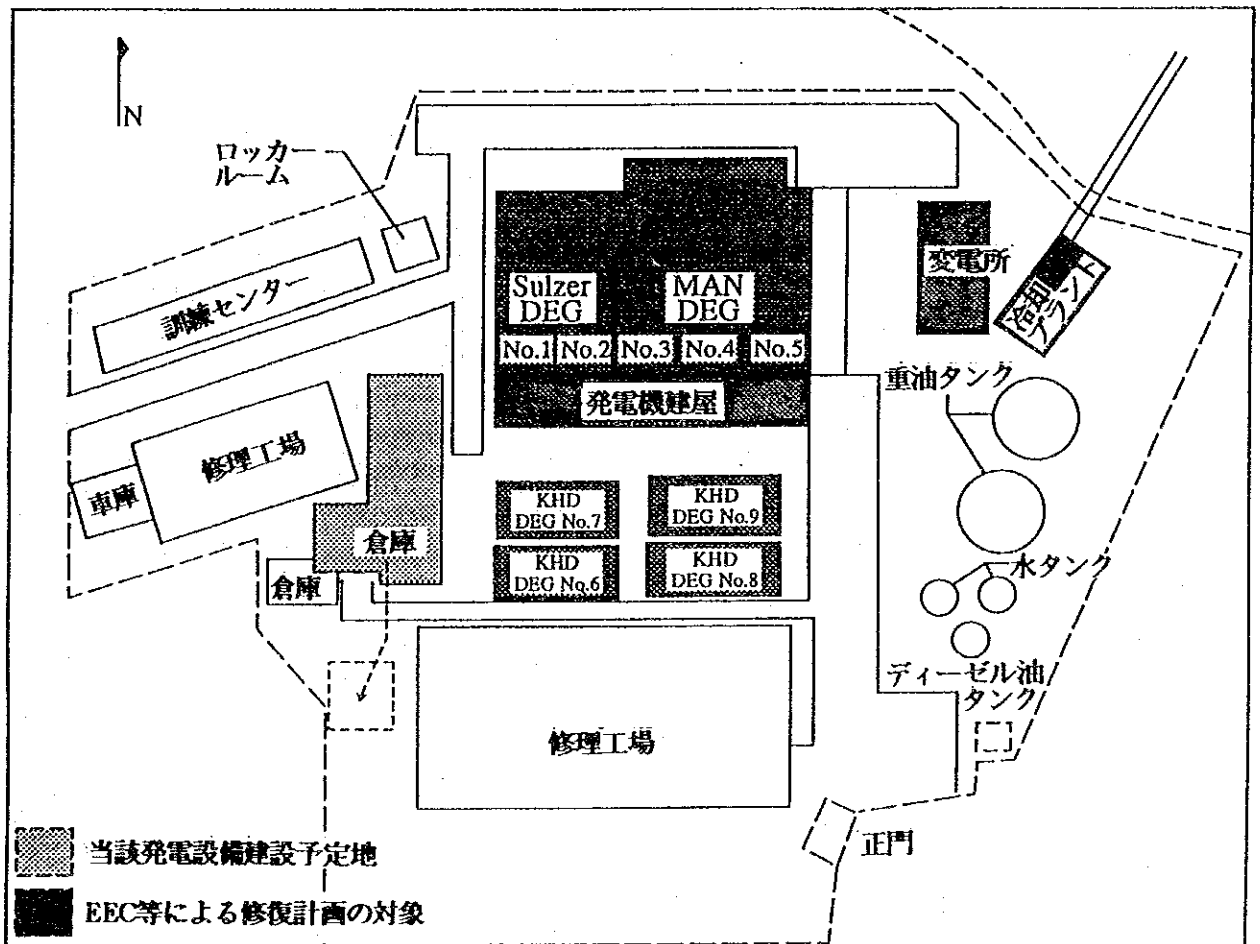


図 4-1 キングトム発電所 機器配置の現況と将来計画
(EEC等、各援助機関の援助項目については2-3-2項参照)

4-2-4 計画の構成要素の検討

本計画は、①設備容量5MWのディーゼル発電設備の建設、②スペアパーツの調達ならびに③O&M技術についてのOJTの実施の3要素から構成される。

これら3要素は、相互に有機的な関係があり、いずれか1つが欠けても本計画の実施効果は期待できないと判断される。

図4-2 に各構成要素の相関関係を示す。

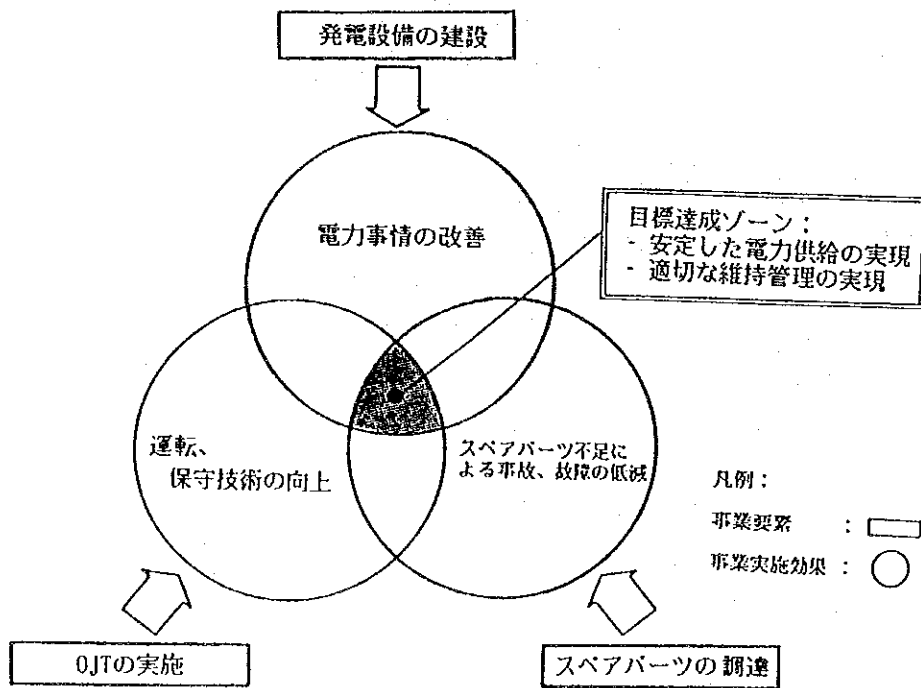


図 4-2 事業構成要素相関図

4-2-5 発電設備規模の検討

前述した(4-1参照)ように当該プロジェクトの目的は、緊急的な発電設備の建設による市民生活の向上、とりわけ病院・学校等の社会福祉施設の運営維持の安定化である。

従って発電設備規模の検討に当っては、当該発電設備による発電電力の供給先を病院・学校等とし、さらに、当該プロジェクトの運転開始を1995会計年度と仮定し、それに必要な設備容量を求めるものとする。

(1) 最大需要電力に対する社会福祉施設用需要電力の割合の検討

前述したフリータウン首都圏の需要家別の電力消費量の推移によれば、全電力消費量に対する病院、学校等の社会福祉施設の電力消費量の割合は、大幅な電力カットが実施された1987年以前までは概ね15～10%で推移しており、1984年から1990年までの平均は約12%となっている。

中小企業及び農業を主体として成立っている「シ」国の産業構造、社会生活状況から判断し、各需要家種別毎の需要電力の割合はそれぞれの消費電力量の割合とほぼ同程度と考えられる。従って、社会福祉施設用の需要電力は、当該地区の最大需要電力に対する、上記消費電力量の平均値(12%)と想定される。

また、前述した(2-3-1参照)公共投資開発計画に示した様に社会福祉の向上は、「シ」国の開発目標の一つでもある事から、産業の発展及び人口の増加に伴い社会福祉施設も整備されていくことが期待される。

この事から、最大需要電力の伸びに比例して社会福祉施設用需要電力も同様に伸びていくことが想定されるため、当該プロジェクトの運転開始予想年である1995会計年度に対しても上記率(12%)を適用することは妥当と考えられる。

(2) 想定最大需要電力

1995年会計年度におけるフリータウン首都圏の想定最大需要電力はNPAより提示のあった34.8MWとする。(添付資料-8「フリータウン首都圏の電力需給予想表」参照)

(3) 当該計画に必要な設備容量

上記検討結果に基づき当該計画に必要な設備容量を求めると以下のように想定される。

(1992年の想定最大需要電力)	(病院・学校の総電力 に対する負荷の割合)	(必要な設備容量)
34.8 MW	× 0.12	= 4.2 MW

当該発電設備の容量は、上式にて求められた必要な設備容量 (4.2MW) に対する標準的な発電設備の定格容量である 5 MWを選定する。

また、この 5 MWの設備容量は、世銀の策定した「電力セクター修復計画」の内で、日本の援助が期待されている新設発電設備の出力と同一である。

4-2-6 設置場所の検討

世銀の策定した電力セクター修復計画では既設発電建屋内に設置されている既設MAN社製発電設備 3 台の修復が不可能なため、それ等を撤去後、5 MW発電設備 2 台 (日本の援助で 1 台、世銀の援助で 1 台) を新設する計画となっている。

このため「シ」国側は当初、新設予定の 2 台の発電設備を互換性のある設備とし、運転維持管理、予備品の統一性を計るとともに、撤去された発電設備の場所に 2 台を並べて設置することを希望したが、本計画が我が国の無償資金協力で実施に移されたとしても、① 日本の無償資金協力と世銀の機材調達ガイドラインの違いにより、互換性のある設備が調達されることの保証は出来ないこと、更に② 仮りに既設発電建屋内に本計画の発電設備を設置する場合、その工事規模から「シ」国側負担工事となる既設MAN社製発電設備の撤去工事を、本計画の実施予定時期前までに完了することが困難であること、同様に③ 「シ」国側負担工事となる既設発電建屋及び同建屋内クレーン設備の修復が本計画実施時期前に完了する見込がないことが「シ」国側との協議を通じて確認された。

従って、緊急的な電力量の改善を目的とする本計画としては、発電機建屋の建設が不要であり、現地工事期間が短い屋外型ディーゼル発電設備を採用する。この場合の設置場所は、既設発電機建屋とトレーニングルーム及び修復工場で囲まれた敷地が建設用地として選択される。なお、当敷地には既設SULZER社製発電設備用スペアパーツ倉庫があるため、NPAは、本倉庫を自己資金により既設修理工場横の空地へ移設するとしており、上記建設用地は確保できる。

但し、本建設用地には、当該発電設備に流用できる基礎が無い場合、当該設備用の基礎を新たに建設する必要がある。

4-2-7 技術協力の必要性の検討

「シ」国は現在の直面している電力事情の悪化、とりわけ発電設備の現有出力低下の一要因が、適切な維持管理技術の不足であると認識している。

この事から、日本の無償資金協力により建設される当該発電設備を長期に渡って有効に活用し、同国の電力事情の改善に役立てるため、「シ」国は当該発電設備の維持管理に対する技術を、設備の構成及び組立てのいわゆる基礎技術から実際の運転・保守作業を通じての高度なO&M技術に渡るまでの幅広い技術の移転を強く希望しており、本計画が実際に無償資金協力として実行された段階で下記の実施に係る日本政府の援助を希望している。

- (1) 日本の国内での発電設備にかかる研修
- (2) 本計画完了後の当該発電設備のO&Mに関する専門家の派遣
(電気技師及び機械技師：各1名)

上記については、「シ」国の発電所の現状及びNPA職員の現況から判断し、必要性は非常に高いと考えられる。

4-2-8 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討により、その効果、現実性、「シ」国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断される。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

表 4-1に「シ」国の要請内容と計画内容の比較を示す。

表 4-1 「シ」国の要請内容と計画内容の比較

項 目	「シ」国の要請内容	本計画の内容
(1) 設備容量5MW のディーゼル発電設備（必要な補機、電気設備を含む）の調達と据付工事	○	○ (屋外型とする)
(2) 上記発電設備の試運転調整及び引き渡し試験	○	○
(3) 上記発電設備のスベアパーツ	○	○
(4) 上記発電設備用基礎工事	○	○
(5) 本計画実施期間中の当該発電設備のO & M技術に対するOJTの実施	○	○
(6) 日本国内での発電設備にかかる訓練の実施	○	(別途要請とする)
(7) 事業完了後の専門家派遣	○	(別途要請とする)

4-3 計画の概要

4-3-1 実施機関及び運営体制

当該プロジェクトの「シ」国の実施機関は国家電力庁（NPA）であり、担当部所は、発電部キングトム発電所課である。（2-2-1 参照）

当該発電設備の建設完了後の維持・管理・運営も同部所にて実施される予定である。（4-2-2 参照）

4-3-2 事業計画

(1) 計画方針

「シ」国は、①本計画実施による緊急的な電力供給改善と②運転開始後の適切な維持管理体制の強化を強く望んでいる。このことを考慮し、特に下記事項に留意して計画を策定する。

1) 施設建設計画

- (a) 電力不足を緊急的に改善することを目的とした設備容量 5 MW のディーゼル発電設備を新設する。
- (b) 建設工事期間を極力短くする。
- (c) 本計画の実施によって N P A が計画している他プロジェクトへ影響が生じ無い様に考慮する。
- (d) 既設設備の有効利用を図る。
- (e) 調達設備の機械寿命が長く、かつ調達後の維持管理が容易で費用も安くなる様に考慮する。
- (f) 既設設備と並列して設置される本計画の新設設備（配電設備及び遠方制御盤）は、外形等を既設設備と合わせる様にする等全体の景観を考慮する。
- (g) 調達後の運転・維持管理が容易になる様に、「シ」国より要請のあった保守用通信設備を設置する。
- (h) 本計画実施に伴う環境汚染が生じない様に考慮し、必要設備を備える。

2) 機材調達計画

- (a) 本計画実施後の当該発電設備を安定した状態で運転するために、必要なスペアパーツ及び工具等の機材を調達する。
- (b) 運転の安全性を向上させるための資機材（防音ヘッドカバー等）を調達する。
- (c) 習得した技術が復習できるよう、教材等を調達する。

3) O J T 計画

- (a) O & M の一連の流れを理解させ、実施すべき保守作業の位置付けを把握させる。
- (b) 建設工事で派遣された技術者による実習教育を行う。

4) 当該発電設備の運転計画

前述した(4-2-2(2)参照)様に、当該発電設備は、フリータウン首都圏を中心とした西部地区の電力供給のベース供給力を受持つと考えられる。

この事から、当該発電設備の運転計画は下記条件にて設定されるのが妥当である。

年間稼働率：約90%

年間稼働時間：約7800時間

また、当該発電設備の適正な運転に必要な定期点検項目は後述する(4-3-5参照)維持管理計画に示すとおりである。

この定期点検項目を考慮し、上記運転条件の下での当該発電設備の初年度の年間運転計画は図4-3に示すとおりである。

項目	月												備考	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
運転期間														運転時間計：331日間 点検による運転停止時間計：34日間
2500 - 3000時間ごとの点検実施時期 (点検所要時間：8日間)				☒ (8日間)				☒ (8日間)				☒		
7500 - 8000時間ごとの点検実施時期 (点検所要時間：18日間)												☒ (18日間)		

備考：年間稼働率90%の場合を示す。

図4-3 当該発電設備の年間運転計画

4-3-3 計画地の位置及び状況

本計画で設置される発電設備の必要面積は約 400㎡である。現地調査の結果、巻頭の当該発電所施設配置図に示すように、発電機建屋とGTZの援助により建設されたトレーニングルーム及び修理工場で囲まれた空地が本プロジェクトの建設用地として選択された。しかし、この空地だけでは、必要な面積を確保出来ないため、NPAと協議の結果、既設のSULZER社製発電設備用スペアパーツ倉庫を移設し、また現在使用されていないレンガ造りの倉庫を撤去して本プロジェクトの必要面積を確保することとした。(いずれの工事も「シ」国側の負担工事)。なお、SULZER社製発電設備用スペアパーツの倉庫の移設先については、NPAと協議の結果、当該発電所施設配置図に示すとおりとした。

4-3-4 施設、機材の概要

当該発電設備の建設計画及び資機材調達計画の概要は、以下のとおりである。

(1) 施設建設計画

- 1) 屋外型ディーゼル発電設備（設備容量 5 MW, 1 式）の建設を行う。
- 2) 当該設備の運転に必要な下記の機械設備の建設を行う。
 - (a) 燃料供給設備
 - (b) 潤滑油設備
 - (c) 冷却水設備
 - (d) 蒸気設備
 - (e) 圧縮空気設備
 - (f) 給排気設備
 - (g) スラッジ処理設備
 - (h) 配管設備
- 3) 当該設備の運転に必要な下記の電気設備の建設を行う。
 - (a) 既設設備との接続用 11KV しゃ断器盤
 - (b) 発電機側の 11KV しゃ断器盤
 - (c) 現場制御盤
 - (d) 遠方制御盤
 - (e) 励磁装置

- (f) 直流電源設備
- (g) 補機用変圧器
- (h) 接地設備
- (i) 保守用通信設備
- (j) 配線設備

4) 上記設備の試運転調整及び引渡し試験を行う。

(2) 機材調達計画

- 1) 当該発電設備の定期点検（オーバーホール）のサイクルが一巡する運転時間分のスペアパーツを調達とする。
- 2) 当該発電設備の保守点検及び保守作業に必要な道工具を調達する。
- 3) O J T用教材を調達する。

(3) O J T計画

N P A技術者に対して：

- 1) 日本の当該工事請負業者より派遣された技術者により教育を行う。
- 2) クラスルームトレーニング（約1週間）によりO&Mの全体の流れと概要について教育する。
- 3) 本工事期間中（約4ヶ月）の実施訓練により運転・維持管理技術について教育する。

4-3-5 維持管理計画

(1) 基本方針

発電所の維持管理に当っては、需要に即応して安定的に電力を供給するために、設備の運転・保守（O&M）及び設備環境の保全が不可欠である。

現在の「シ」国の逼迫した電力事情の一要因は、既述した（3-1-2 参照）したように既設設備の予防保全と適切な維持管理の不足である。この現状の改善と当該発電設備が持つ性能及び機能を維持し、フリータウン首都圏への安定した電力供給を行うためには、発電設備の信頼性、安全性及び効率性の向上を柱とした適切な予防保全と維持管理の実施が望まれる。

図 4-4に維持管理の基本的な考え方を示す。

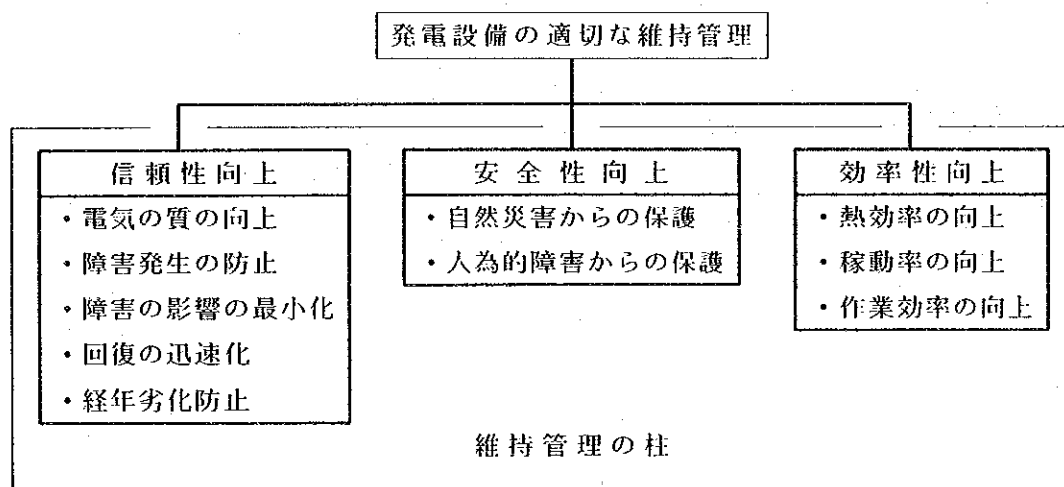


図 4-4 発電設備の維持管理の基本的な考え方

上記を踏まえ、当該発電設備の維持管理計画は、次の基本方針の下に実行される必要がある。

基本方針：

- ① 予防保全の実施
- ② 管理の一元化
- ③ 記録、資料の情報化と将来計画への反映

本プロジェクトにおいては、「シ」国は上記基本事項を念頭に、工事期間中に日本の請負業者により実施されるOJTを通じ習得されるO&M技術と運転保守マニュアルに従って事業完了後の運転・保守を実施する必要がある。

(2) 定期点検項目

当該発電設備の標準的な定期点検項目は、表 4-2に示すとおりである。

「シ」国関係者は、同表に基づいて当該発電設備の維持管理計画を策定し、キングトム発電所全体の運用計画の中に位置付ける必要がある。

表 4-2 標準的な定期点検項目

	点検区分	主な作業項目
デ イ ー ゼ ル エ ン ジ ン	毎日の点検	-燃料油面、潤滑油サンプタンク油面、潤滑油タンク油面確認 -ジャケット水タンク水面、始動空気槽圧力確認
	1000時間ごとの点検	-各部ボルト及びナットの締付状態の確認 -燃料、潤滑油フィルター洗浄
	2500～3000時間ごとの点検	-排気弁、始動弁、燃料弁、燃料ポンプの確認 -ピストン及びライナー確認
	7500～8000時間ごとの点検	-ピストン、シリンダーライナーの確認及びガスケットの交換 -ピストンリング、油カキリング、O-リング交換 -シリンダヘッド分析及びガスケットO-リング交換 -吸排気弁チェック及び排気弁O-リング交換 -燃料噴射弁チェック及びノズル取替 -過給器の分解・点検、ボールベアリング等の取替 -潤滑油サンプタンク油取替（分析結果により）
	16000 時間ごとの点検	前述7500～8000時間の点検及び取替作業に加え下記 のものを点検交換する。 -クランクピンベアリング点検及び交換 -排気弁ローテーター点検及び交換 -機付潤滑油ポンプ分解及び交換
発 電 機	毎日の点検（運転中）	-各部目視点検及び異状音の有無と各部温度状況の確認
	1ヶ月ごとの点検	-異状振動の有無 -潤滑油フロー状況及び軸受部漏油状況の確認 -簡単な清掃
	1年ごとの点検	-絶縁抵抗測定及びリード線、接続部点検 -スペースヒーターなど付属品点検 -軸受部目視点検及び清掃

(3) 燃料油調達計画

当該発電設備の運転に必要な主燃料（C重油）の年間想定消費量は表 4-3に示すとおりである。

NPAは、当該発電設備の運転に支障のない様に、同表に示す燃料油の調達計画を策定し、実施する必要がある。

表 4-3 当該発電設備による年間燃料消費量の想定

項 目	単 位	稼 働 率				
		75%	80%	85%	90%	95%
C重油1時間当りの消費量	Q /hr	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131
C重油年間消費量	Q /年	7,327,329	7,815,818	8,304,307	8,792,795	9,281,284

備考：当該発電設備の燃料消費量は0.21kg/kWhとした、またC重油の仕様は下記のとおりとした。

- C 重 油 比 重 : 0.95
- キングトム発電所内C重油の低位発熱量 : 9,970kcal/kg
- ISO 規格のC重油発熱量 : 10,200Kcal/Kwh

4-4 技術協力

技術協力の必要性については、前述した(4-2-7参照)とおりであり、当該発電設備完成後に適切な維持管理を実施し所定の効果を得るためには、日本の技術協力の実施によりO&M技術の移転を計画する必要があると判断される。

必要と思われる技術協力の概要は表 4-4に示すとおりである。

表 4-4 必要と思われる技術協力

項 目	目 的	備 考
日本国内での発電設備にかかる研修	エンジンの基礎知識の習得	
専門家の派遣	本プロジェクト完了後の当該発電設備のO&Mに関する技術指導	機械技師 1名 電気技師 1名

第5章 基本設計

第5章 基本設計

5-1 設計方針

5-1-1 自然条件に対する方針

(1) 温度条件に対して

当該地域の気温は最高で38℃、最低で20℃、年間平均で26℃と一年中ほぼ一定して温暖である。

当該発電設備は、外覆付の屋外型ディーゼル発電設備であるため、当地の外気温度に対して外覆内温度を機器の動作及び運転、保守に支障のない温度に保つように換気設備計画等に留意する。

(2) 降雨条件に対して

当該地の6月～9月は雨季で、7月、8月は月間降雨量が900mm以上に達することもあり、安全上現地作業は出来ない。このため、雨季をさけた期間に機器の据付、コンクリート工事、埋設工事等を行うなど工程計画上の留意が必要である。

5-1-2 建設事情に対する方針

建設計画の選定に当たっては、可能な限り現地の資機材等を調達する事を原則とするが、現地には大型の工事が少ない事等の事情もあり、砂・砂利等の骨材を除いて十分な資機材が確保できない。従って、その他の資機材は日本または第三国より調達する。

また、当該発電設備の建設には熟練した技術が要求されるため、技術者は日本より派遣するものとする。

5-1-3 実施機関の維持・管理能力に対する方針

現在の「シ」国の主力発電設備はディーゼル発電設備である。従ってNPAは、本発電設備の運転、保守について慣れていると考えられるため、当該発電設備は、ディーゼル発電設備とする。さらに、NPAの財務状況を考慮して(2-2-2参照)、発電設備の運転経費が極力低くできるような経済設計を行う。

5-1-4 施設、機材等の範囲、レベルに対する方針

上述の諸条件を考慮し、本計画の施設建設、調達資機材の範囲及び技術レベルは、以下を基本方針とする。

(1) 施設、機材等の範囲に対する方針

①発電設備の建設、②スペアパーツ等の資機材の調達及び③OJTの実施を通じて、本計画の目的(4-1参照)である社会福祉施設への安定した電力供給が達成できるように設備構成、資機材の種類・員数及びOJTの内容を選定する。

(2) 技術レベルに対する方針

当該発電設備の各機器の仕様については、NPAが維持管理に慣れている既設設備の技術レベルを逸脱しない様に留意する。

さらに、本計画で実施するOJTは、NPAの保有するO&M技術を基礎として当該発電設備の運転、故障記録等のデータを分析し、適切な対応を計画実行できる(予防点検の実施)レベルまでの技術力育成を方針とする。

5-1-5 施設建設上の設計方針

上述の基本方針と、キングトム発電所の敷地形状、既設発電機建屋及び機器配置の現況、電気及び機械設備の運転状況、さらに将来計画を勘案し、検討した結果、下記を施設建設の設計方針とする。

(1) 当該発電設備の設置場所は、NPAが計画している修復改善工事計画等の将来計画に影響を及ぼさない場所とする。

(2) 既設発電機建屋内には、当該発電設備用の設置スペースが建設開始時期までに準備出来ないと予想される為、当該発電設備は屋外に設置する。さらに現地工事期間を極力短くするために発電機建屋が不要であるディーゼル発電機廻りに外覆を備えた屋外型発電設備とする。

(3) 当該発電設備により発電された電力は既設の11KV配電設備を通じて供給する。

(4) 当該発電設備と既設周辺設備（燃料系統、蒸気系統、冷却水系統及び配電系統等）との接続は、周辺設備の現況とともにN P Aが計画している周辺設備の修復改善工事計画を考慮し、当該発電設備の設置により周辺設備にそのシステムの変更を余儀無くさせたり、新たな修復工事等が発生しない様に十分に留意して設計を行うものとする。

また、上記留意事項を踏まえ、当該発電設備への利用が可能と判断される周辺設備については、最大限に利用する。

(5) エンジンの型式は、配置スペースを縮少できる中速型とする。

(6) 主燃料は既設発電設備と同じ燃料であり経済的にも安価な重油とする。

(7) 当該発電設備の設計・製作においては、資機材のほとんどが日本より調達される計画であるため(5-4-4参照)日本の規格・基準を摘要することを原則とする。

5-2 設計条件の検討

計画の規模、仕様の策定に当り、前述の諸条件を検討した結果、下記設計条件を設定する。

5-2-1 気象及びサイト条件

- 1) 周囲温度 : 最大38℃
- 2) ディーゼル発電機外覆 : 最大45℃
の内部温度
- 3) 相対湿度 : 最大98%
- 4) 平均年間降雨量 : 約 3,500mm
7月～8月は約 900mm/月
6月及び9月は約 300mm/月
- 5) 風 速 : 最大 120km/h (33.3m/s)
- 6) 地 震 : 特に考慮しない
- 7) 塩害対策 : 主要機器外装に対策を行う
- 8) 粉塵対策 : ハマダーンを考慮する
- 9) 地耐力 : 10ton/m²以上 (G T Z 報告書による)
- 10) 防音対策 : 機側1mで75db以下とし、技術訓練所に影響を与えない様、対策を行う。

5-2-2 燃料の組成

現在、キングトム発電所で使用されている燃料は、重油とディーゼル油があり各組成の内、主な項目は以下のとおりである。それぞれJIS規格のC重油及びA重油に相当する。

表 5-1 キングトム発電所の燃料組成表

項 目	単 位	重 油	ディーゼル油
比 重 (60° F)	—	17.36	32.0
動 粘 度 (50℃)	ストークス (cSt)	380.0	3.5
流 動 点	℃	5	-20 以下
引 火 点	℃	92	106
硫 黄 分	%	0.47	0.13
水 分	%	0.02以下	0.02 以下
灰 分	%	0.02	0.02 以下
発 熱 量	Kcal/kg	9,970	10,250

5-2-3 冷却水の組成

現在、キングトム発電所へ給水されている上水道の組成の内、主な項目は、表 5-2に示すとおりである。

表 5-2 キングトム発電所の上水道組成表

項 目	単 位	上 水 道
P H 値 18℃	—	7.0
電気伝導率	μs/cm	23.0
塩素イオン	cl ⁻ mg/l	1.86
全 硬 度	CaCO ₃ mg/l	5.7
シ リ カ	mg/l	2.82

5-2-4 発電電気方式

発電電気方式は、3相3線 11KV 50Hzとする。

5-2-5 既設設備の利用

前述5-1-5の方針に基づいて検討した結果、当該発電所の既設共通設備の内、本計画に関連し、利用される設備は表5-3に示すとおりである。

表 5-3 当該プロジェクトに利用される既設設備

	項 目	利 用 目 的
機 械 設 備	① 重油タンク (407,000ガロン×2基)	主燃料用として使用する。
	② ディーゼル油タンク (11,000 ガロン×1基)	発電機の起動・停止用として使用する。
	③ 消火用水タンク	冷却水及び蒸気用として使用する。(但し、蒸気用は本タンクの水を軟水装置に通した後使用する)
	④ 排水溝	廃油、スラッジ処理後の排水を接続する。
	⑤ 蒸気供給用ヘッダー (既設発電機建屋内)	余剰蒸気を接続し、重油タンクのボトムヒーターに利用する。
電 気 設 備	① 11KV配電設備 (発電機建屋内に設置)	既設配電系統と当該発電設備を接続する。
	② バッテリー設備	既設配電設備と接続される遮断器の開閉等設備の操作・運転に必要な操作用電源として既設バッテリー設備を使用する。
	③ 接地システム (接地極)	既設の接地極に本計画の接地線を接続する。
	④ ケーブルピット (発電機建屋内)	発電機建屋内のケーブルピット、ケーブルラック等を本計画のケーブル敷設用として使用する。

5-2-6 適用規格

本計画の設計に当って次に示す規格を適用するものとする。

- (1) 日本工業規格 (J I S)
- (2) 電気学会 電気規格調査会標準規格 (J E C)
- (3) 社団法人 日本電気工業会規格 (J E M)
- (4) 日本電線工業会規格 (J C S)
- (5) 電気設備に関する技術基準
- (6) 国際電気標準会議規格 (I E C)
- (7) 国際標準化機構 (I S O)