

**シエラレオネ国
フリータウン電力供給システム
緊急改善計画
予備調査報告書**

**平成18年5月
(2006年)**

**独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部**

無償
J R
06-134

序 文

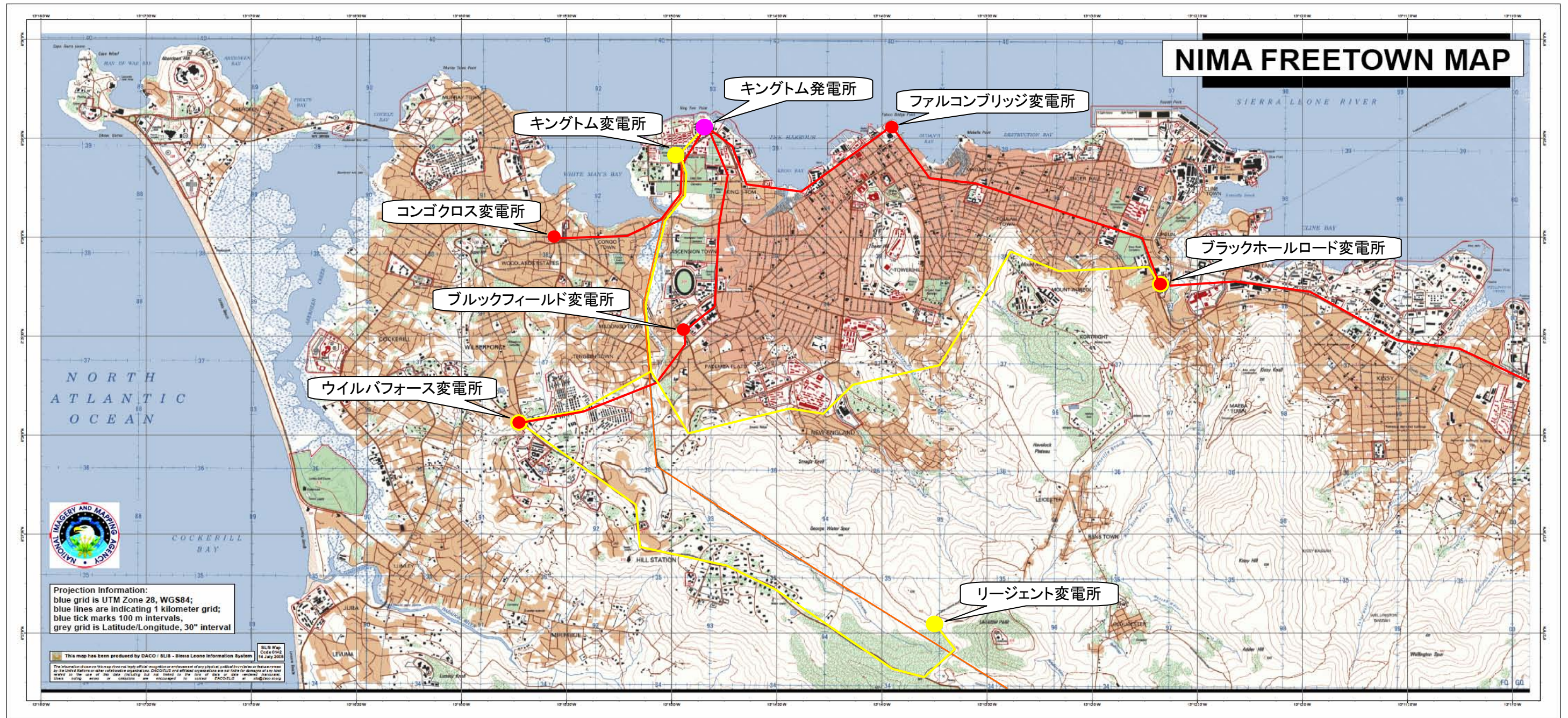
日本国政府はシエラレオネ国政府の要請に基づき、同国のフリータウン電力供給システム緊急改善計画にかかる予備調査を行うことを決定し、独立行政法人 国際協力機構は平成 16 年 3 月に予備調査団を現地に派遣するとともに、国内関係者との間で当該分野の支援計画について協議を重ねてまいりました。

この報告書が、今後予定される基本設計調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

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 18 年 5 月

独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部
部長 中川 和夫



- キングトム発電所
- 6箇所の11 kV 1次変電所
- 33 kV変電所(計画)
- 11 kV配電線(既設)
- 33 kV送電線(計画)
- 161 kV送電線(計画)



キングトム発電所:5MWx2台DEG設置
予定地



三菱重工製DEG発電機(5MW)建屋



燃料(HFO)タンクと受入ステーション



海水取水ポンプステーション



Mirrlees製発電機(6MW)



キングトム発電所監視制御盤



キングトム161/33 kV変電所



ウイルバフォース1次変電所



ウイルバフォース1次変電所にある
33/11 kV変圧器



キングトムからの33 kV送電線(左)と
ブンブナ水力方向への161 kV送電線(右)



リージェント1次変電所建設予定地点



MEP大臣とのミニッツ署名

主要用語一覧

【国際機関・シエラレオネ国官庁等】

BADEA : Arab Bank for Economic Development in Africa (アフリカ経済開発アラブ銀行)

DFID : Department for International Development (英国国際開発省)

EU : European Union (欧州連合)

ESCOM : South Africa Electric Power Corporation (南アフリカ電力公社)

GTZ : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (ドイツ技術協力公社)

MEP : Ministry of Power (エネルギー電力省)

MODEP : Ministry of Development, Economy and Planning (開発経済計画省)

NPA : National Power Authority (シエラレオネ電力公社)

UNIOSIL : The United Nations Integrated Office in Sierra Leone (国連シエラレオネ統合事務所)

WB : World Bank (世界銀行)

【技術用語等】

ACSR : Aluminum Conductor Steel Reinforced (鋼心アルミ電線)

DEG : Diesel Engine Generator (ディーゼルエンジン発電機)

D/L : Distribution Line(s) (配電線・配電網)

DO : Diesel Oil (軽油、ディーゼル油)

HFO : Heavy Fuel Oil (重油)

HV : High Voltage (高圧)

kVA : Kilo-Volt Ampere (キロボルトアンペア)

LV : Low Voltage (低圧)

MV : Medium Voltage (中圧)

MW : Megawatt (メガワット)

MWh : Mega Watt-hours (メガワット時)

NOx : Oxides of Nitrogen (窒素酸化物)

OJT : On the Job Training (オンザジョブトレーニング、実地訓練)

PCB : Poly-Chlorinated Biphenyl (ポリ塩化ビフェニル)

PIL : Paper Insulated Lead sheathed (油浸紙絶縁鉛被服)

PIU : Project Implementation Unit (プロジェクト実施ユニット)

PWP : Power and Water Project (電力・水計画)

SO₂ : Sulfur dioxide (二酸化硫黄)

XLPE : Cross-Linked Poly-Ethylene insulated (架橋ポリエチレン絶縁)

目 次

調査対象サイト位置図

関連写真

主要用語一覧

第 1 章 調査概要	1
1-1 要請内容	1
1-2 調査目的	1
1-3 調査団の構成	1
1-4 調査日程	1
1-5 主要面談者	2
1-6 調査結果概要	3
第 2 章 要請の確認	7
2-1 要請の背景と経緯	7
2-2 サイトの現状と問題点	7
2-3 要請内容の妥当性の検討	28
第 3 章 環境社会配慮調査	35
3-1 環境社会配慮調査必要性の有無	35
3-2 環境社会配慮調査のスクーピング	38
第 4 章 結論・提言他	42
4-1 協力内容スクーピング	42
4-2 基本設計調査に際し留意すべき事項等	44
4-3 技術協力との連携	45

添付資料

1. 協議議事録 (Minutes of Discussions)
2. 付図表リスト及び付図表一式
3. 収集資料リスト

第1章 調査概要

1-1 要請内容

シエラレオネ国（以下、「シ」国）政府からわが国に対する無償資金協力の要請書は2005年8月に発出された。主な要請内容は以下のとおりであり、要請金額は約22億円となっていた。

- (1) 10MW ディーゼル発電機（DEG）（5MW×2基）及び付帯設備の整備
- (2) 11kV 及び低圧配電網の改修
- (3) プリペイドメーターの設置

1-2 調査目的

本予備調査では、「シ」国政府よりわが国無償資金協力による整備要請あった総出力10MWのDEG整備と配電ロス低減を目的とした同市内配電網の改修について以下4点を調査し、基本設計調査に向けた対象コンポーネント設定にかかる予備的な検討と環境社会配慮の確認を行うことを目的とする。

- (1) キングトム発電所の既存DEG及び付帯設備の運営・維持管理状況の確認
- (2) フリータウン市内の既設配電網について、配電ロスの原因となっている既存配電機器の老朽化及び故障状況を調査のうえ改修範囲の優先順位
- (3) 上述の各ドナーによる新規電源の実現可能性及び完成時期と将来需要にかかる最新状況
- (4) 「シ」国環境関連法規の確認と本プロジェクト実施に当たっての環境社会配慮上の問題の有無

1-3 調査団構成

総括 林 宏之（JICA 無償資金協力部業務第一グループ運輸交通・電力チーム）
技術協力 米崎 英朗（JICA アフリカ部中西部アフリカチーム長）
電力計画／環境社会配慮 山口 昭生（電源開発株式会社）
変電設備計画 森 和義（株式会社エー・エス・エンジニアリング）

1-4 調査日程

3月5日（日）	出発（日本→アムステルダム）
3月6日（月）	アムステルダム→ブラッセル→フリータウン着
3月7日（火）	世界銀行（WB）、欧州連合（EU）、開発経済計画省（MODEP）、エネルギー電力省（MEP）表敬、シエラレオネ電力公社（NPA）表敬及び協議
3月8日（水）	キングタウン発電所及び配電網サイト調査、NPA と協議
3月9日（木）	NPA とミニッツ協議、配電網サイト調査
3月10日（金）	国連シエラレオネ統合事務所（UNIOSIL）、ドイツ技術協力公社（GTZ）表敬、NPA とミニッツ署名
3月11日（土）	カンビア県サイト調査

3月12日(日)	団内打合せ、資料整理
3月13日(月)	英国国際開発省(DFID)表敬、 JICA シェラレオネフィールドオフィスに報告 フリータウン→アクラ(林、米崎チーム長)
3月14日(火)	JICA ガーナ事務所及び在ガーナ国日本大使館へ報告 (米崎チーム長、林) 林: 帰国(3月16日成田着) 米崎チーム長: ガーナ国内連携プログラムサイト視察等を経て帰国~3月20日成田着 NPA 打合せ、発電計画サイト調査(以下、山口、森のみ)
3月15日(水)	NPA 打合せ、配電網サイト調査
3月16日(木)	NPA 打合せ
3月17日(金)	ルンギ発電所及びルンギ空港サイト調査
3月18日(土)	資料作成
3月19日(日)	資料作成
3月20日(月)	自家発電設備サイト調査
3月21日(火)	MEP-NEWPPCU 打合せ、資料整理
3月22日(水)	NPA 打合せ
3月23日(木)	ブンブナ PIU 打合せ
3月24日(金)	NPA 打合せ、MEP 及び NPA へ報告
3月25日(土)	資料整理
3月26日(日)	帰国(3月28日日本着)

1-5 主要面談者

(1) 開発経済計画省(MODEP)

Mr. Ibrahim Mohamed Sesay, Duputy Minister

(2) エネルギー電力省(MEP)

H.E. Lloyd Ado Doring, Minister

(3) シェラレオネ電力公社(NPA)

Mr. Patrick Tarawalli, Deputy General Manager

Mr. Denis Garvie, Director of Technical & Planning

Mr. V. B. Macauley, Generation Manager (Kingtom Power Station)

Mr. Rolf Achmus, Senior Expert for Diesel Power

(4) 世界銀行(WB)

Mr. James Sackey, Country Manager

(5) 欧州共同体(EU)

Ms. Lea Vuori, Head of Section, Infrastructure

(6) 国連シェラレオネ統合事務所(UNIOSIL)

Mr. Hagos, Acting Head

Mr. Merlijin van Waas, Economic Affairs Officer

(7) ドイツ技術協力公社 GTZ

Mr. Bryan Karanu, Project Manager

(8) 英国国際開発省 (DFID)

Mr. Richard Hogg, Head of Office

(9) 在ガーナ国日本大使館 中村参事官 高松一等書記官 坂口三等書記官

(10) JICA ガーナ事務所 村上所長 久下所員

(11) JICA シェラレオネフィールドオフィス 瀬戸口企画調査員 小竹専門家(MODEP)

1-6 調査結果概要

(1) 現地調査結果概要

1) フリータウン (ウエスタンエリア) の電力事情

シェラレオネ電力公社 (NPA) によるフリータウンを中心としたウエスタンエリアに対する電力供給は週 1 回数時間のみと極めて劣悪な状態であり、調査団がキングトム発電所のサイト調査を実施した期間も 1993 年度にわが国無償資金協力で整備したディーゼルエンジン発電機 (DEG) 1 台のみが稼動している状態であった。

その出力 3.5~4.0 MW は、以下に述べる推定需要の 1/10 以下であることから、優先順位の高い給水ポンプ場、病院、大統領事務所をはじめとする政府庁舎等の一部施設等のみままとった時間・量の電力を供給することで精一杯という状況であった。

各ドナー、主要な商店、レストラン、ホテル等はすべて自家発電設備 (小型 DEG) を有しているが、燃料代 (ディーゼルオイル : US\$0.90/L) を勘案すると負担は相当なものと推察されるため、NPA による安価で安定した電力供給が実現すれば、現在電力を使用していない一般家庭の待機需要家に加え、こうした大口需要家の切り替えにより電力需要が大きく伸びる可能性が高い。

また、現地調査結果と NPA や World Bank (WB) 等から得た情報を総合すると、ウエスタンエリアの現時点での潜在需要は少なくとも 35~40 MW 程度はあると考えられるため、キングトム発電所の既存 DEG の設備容量と、後述する他ドナーによる電源開発計画を考慮しても、わが国無償資金協力で DEG を増設する必要性、緊急性、妥当性はあると結論付けられる。

2) 他ドナーの協力状況

[WB]

Power and Water Project に US\$35mil.を手当てした。電力セクターには US\$20mil.が配賦されており、a)NPA の機構改革、b)配電ロス率 40%の改善、c)キングトム既存 DEG×3 台のリハビリを目的としている。後述のとおり、配電ロス率改善プロジェクトは今般無償資金協力のスコープと重複しないように留意する必要があるが、曖昧な部分もあるため、基本設計調査時にも継続確認する必要がある。

□ブンブナ (Bunbuna) 水力発電所は、5 期分けで最終出力 275 MW (保証出力 134 MW) を計画しており、現在は第 1 期 : 50 MW と第 2 期 : 40 MW のローン実行にかかる条件、すなわち、電力法改正による電力事業の NPA 独占を見直しや土地収用手続き等をシェラ

レオネ側が満たしていないため、第1期と同発電所の電力をウエスタンエリアに送電するための161 kV送電線の完成予定は当初の2007年12月から大幅に遅れる見込みである。なお、その後の増設計画は第3期：90 MW、第4期：45 MW、第5期：50 MWとなっている。

〔EU〕

Emergency Rehabilitation Projectとして、2.0mil. EUROを拠出済である。配電網リハビリのための資機材購入と施工が実施された模様（Loan Agreement及び最終評価報告書を手済）。EU本部より協力対象セクターの絞り込みについて指示が出ているため、電力セクターへのさらなる支援は少なくとも2008年まではないとのことであった。

〔南アフリカ：ESCOM〕

出力7.0 MW中古DEGをキングトム発電所に据付中であり、本年6月頃までには完了予定である。

〔アフリカ経済開発イスラム銀行：BADEA〕

既に協力が決定済のブラックホール・ロード（Blackhall Road）発電所向け7.56MWのDEGが2007年9月までに完成予定。

さらに第2期として、7.56 MW×2台（15.12 MW）をサウジアラビアとの協調融資で増設する計画があり、本年3月に暫定承認済で、6月にも正式決定する予定である。

3) キングトム発電所の現状

キングトム発電所には、わが国無償資金協力で整備した5.0 MWをはじめ、既存DEGが4台（総設備容量：29.7 MW）及びピーク負荷対応用1.2 MW DEGが3台ある。

しかしながら、老朽化や故障による出力低下により実際にベース負荷用として利用可能な容量は24 MW（ピーク時用の3台を全て稼働させても27 MW）であり、リハビリや定期点検による停止も考慮すると容量はさらに低下し、20 MW程度と見込まれている。

上述のとおり、現在ESCOMの支援で7.0 MWの中古DEGの据付が進んでいるものの、老朽化したDEGのスペアパーツ供給問題もあり、長期かつ安定的な電力供給の観点から既存DEGの更新が望まれているといえる。

なお、同発電所には、WBの資金により欧州人エンジニアが常駐し、運転・維持管理を支援している。

4) 基本設計調査及び無償資金協力本体事業実施にあたっての留意点

NPAとの協議の結果、DEGについては要請書のとおり5 MW×2台及び周辺機器となった。既述のとおり、他ドナーによる新規電源の整備計画を勘案しても、電力供給が決定的に不足しているフリータウンを中心とするウエスタンエリアの新規電源として必要であると考えられる。

同DEGの配置計画立案にあたっては、キングトム発電所内の廃油による土壌汚染、排水（オイルセパレーターは設置されているものの海に流している排水の水質チェックは必要であると思われる）及び排ガス等、自然環境に与える影響を十分に考慮する必要があるため、必要に応じ、一部共通設備の改修・増設の検討も必要になると思われる。

他方、配電網については要請書記載の 11kV のみならず、33kV についても、WB が整備予定のキングトム発電所からウイルバフォース（Wilbeforce）間の線路を近年急速に開発が進んでいるリージェント（Regent）まで約 5 km 延伸する旨の追加要請がなされた。低圧配電網による給電のため、ロス率が異常に高くなっていることに加え、アメリカ大使館をはじめとする各国大使館、ドナー及び比較的裕福な階層が多く居住するリージェント地区への電力の安定供給は、確実な電力料金徴収が見込めるという点で、NPA のキャッシュフロー改善にも資すると考えられることから、検討の余地はあると思われる。

ただし、WB による 33kV 配電網改修の確実な工程が現時点ではっきりしていないこと及び一部設備は内戦前の 1996 年頃までに設置されたものであるため、WB による補修で完全に機能するようになるのか不安も残ることから、基本設計時にはこれらの点に充分留意して調査する必要がある。

11 kV 配電網については、変圧器、スイッチ、ケーブル類等の数量をミニッツで確認した。WB との重複がないよう申し入れをしたうえで提出されたものであるが、基本設計時には再度重複の有無を確認するとともに、道路に埋設される地中線となることを考慮し、決して余裕があるとは云えないフリータウン市内道路における埋設工事が過度の交通渋滞を引き起こすことの無いように施工計画立案時には配慮が必要である。

415 V 低圧配電網の資機材については、原則としてシエラレオネ国側の負担事項であり、わが国無償資金協力の対象コンポーネントからは除外される旨を説明し、シエラレオネ国側の基本的な了解を得ている。他方、プリペイドメーターについては、こうしたシエラレオネ国の電力事情を考慮して適切な方法で導入が促されるよう検討していく必要があると思われる。

5) 技術協力との一体的実施

電力セクターにかかる技術協力としては、現在では未定であるが、短期専門家派遣による①要請案件の優先順位付け及び各ドナーとの調整、②フリータウン市内配電網改修状況のフォローアップと改修計画策定支援等が考えられる。

今後、電力セクターにおける主要ドナーである WB のプロジェクトを中心とした他ドナーによるプロジェクト及び本無償資金協力プロジェクトの本体事業実施の進捗状況も踏まえつつ、継続検討していくことが望ましい。

6) その他の調査結果

カンビア県及びルンギ地区の発電設備及び配電網整備については、コンサルタントにより可能な範囲で現況確認を行ったが、少なくとも現地視察を行ったカンビア県については、①小型の自家発電設備を有している施設が警察、病院、県議会の僅か 3 ヶ所のみであること、②既存上水道設備も使える状態にないこと及び③街の地図すら満足に無い状態であること等から、仮に要請内容を検討する場合でも、開発調査（M/P、F/S）レベルが必要と思われる。

(2) 結論要約

1) フリータウンの電力事情は要請書及びプロジェクト形成調査結果のとおり深刻な状況にあり、首都機能の回復には安定した電力供給が必須である。

既に他ドナーによる電力セクターのリハビリプロジェクトが実施されているものの、緊急的なリハビリに留まっているもの（EUによる市内配電網緊急リハビリプロジェクト）、電力事情の大幅な改善が期待されるものの実施の目処が立っていないに等しい状態にあるもの（WBによるブンブナ水力発電所プロジェクト）等、わが国無償資金協力による支援と重複するものは無く、その必要性、緊急性、妥当性は確認できたと考えられる。

したがって、可及的に速やかに基本設計調査を実施し、わが国無償資金協力によるスコープを確定のうえ、他ドナーとも情報を共有しつつ進めるべきと考える。

なお、配電網整備については、WBによるリハビリプロジェクトの進捗状況を慎重に確認のうえ、スコープを確定していく必要がある。

(2) 他方、415V以下の低圧配電網については、先方負担を原則とすることを確認済みであり、NPA幹部から大臣にも説明済みであるものの、同じく通常先方負担事項であるプリペイドメーターについては、これを設置することで貧困層でもその収入に応じて電力が使用可能となることから、トライアル的な意味合いでわが国無償資金協力の対象コンポーネントとすることの要否を継続検討する必要があると考える。

この点については、在ガーナ国日本大使館よりガーナ国ではプリペイドメーターを導入したものの、これを壊して不正使用している例もあるとの指摘があったことから、追加情報の収集も含めて検討していく必要がある。

第2章 シエラレオネ国電力セクターの状況

2-1 要請の背景と経緯

シエラレオネ国（以下、「シ」国）では、1991年に反政府軍（RUF）が蜂起して以来、反政府戦闘行為や軍事クーデターが続発、1996年に大統領選挙を経て就任したカバ大統領もギニアに脱出するなど内戦状態となった。

こうした内戦状態を打開すべく、1998年にECOWAS（西アフリカ諸国経済共同体：Economic Community of West African States）監視団がクーデター派を一掃し、カバ大統領の合法政権を復帰させるとともに、1999年10月には国連安保理が、政府勢力と反政府勢力の間の和平合意を実施するための「UNAMSIL（国連シエラレオネミッション）」を派遣して、ECOWAS諸国も両勢力の仲介を取り持った。

国際社会による和平プロセス実施の結果、2000年11月にはシエラレオネ政府とRUFとの間での停戦合意、さらに2001年5月に武装解除についての合意がなされた。2002年5月には大統領・国会議員選挙が平和裡に実施され、現職のカバ候補が再選されたことで、10年以上に亘る内戦に終止符が打たれ、本格的な復興段階に入った。

わが国は2004年にJICAプロジェクト形成調査団（包括的調査）を派遣し、人道支援から開発支援への援助重点の移行を確認したうえで、電力セクターについては、2005年6月～7月にインフラ（電力、道路、水）プロジェクト形成調査を実施し、首都フリータウン市周辺地域及びカンビア県などの現況を調査した。

この結果、フリータウン市内に電力を供給しているキングトムディーゼル（DEG）発電所について、総設備容量約30MWのところ、発電機本体及び付帯設備の老朽化などにより、発電効率が下がり、現在の発電可能最大出力は20MW程度となっていることが判明した。

他方、同市内の最大電力需要は2005年6月時点で既に約45MWと推計されていることに加え、配電網も老朽化が進行し、配電ロスが30%にもなっていることから、圧倒的な供給不足による計画停電が日常化し、週1日程度の電力供給を余儀なくされている。

さらに、シエラレオネ電力公社（NPA）は、今後も年率5%の電力需要の伸びを予想し、2007年完成を目標とした南アフリカ国政府及びアラブ開発銀行によるDEG（総出力14.65MW）の整備や世銀の一部支援によるBunbuna水力発電所（25MW×2基）改修により必要な容量を確保すべく対応している。しかしながら、これらDEG整備及び水力発電所改修が完了しても、特に乾季（4～5ヶ月間）における水力発電所の発電能力が18MWまで低下することから、予備率などを考慮すると依然として安定した電力供給には困難が伴う状態が続いている。

「シ」国政府はかかる状況に鑑み、首都機能回復には更なる新規電源の設置が不可欠であるとして、2005年から10年間で100MWの新規電源開発を計画し、その一部となる総出力10MWのDEG整備と配電ロス低減を目的とした同市内配電網の改修につき、わが国無償資金協力による整備を要請してきた。

これを受け、わが国は事前の調査を実施することとしたが、（1）キングトム発電所の既存DEG及び付帯設備の運営・維持管理状況の確認、（2）フリータウン市内の既設配電網

について、配電ロスの原因となっている既存配電機器の老朽化及び故障状況を調査のうえ改修範囲の優先順位を検討、(3) 上述の各ドナーによる新規電源の実現可能性及び完成時期と将来需要にかかる最新状況の調査、(4) 「シ」 国環境関連法規の確認と本プロジェクト実施に当たっての環境社会配慮上の問題の有無などを各々整理するために、基本設計調査実施に先立ち予備調査を実施する必要があった。

よって、本調査では上述各ポイントを整理したうえで、基本設計調査に向けた対象コンポーネント設定にかかる予備的な検討と環境社会配慮の確認を行い、予備調査報告書を取り纏めることを目的としている。

2-2 サイトの現状と問題点

2-2-1 フリータウン（ウエスタンエリア）の電力事情

(1) 電力需給の現状

シエラレオネ電力公社（NPA）によるフリータウンとその周辺に対する電力供給は、週1回数時間のみと極めて劣悪な状態であり、安定供給からは程遠い状況となっている。フリータウンの内戦前の人口は約50万人だったものが、内戦の影響で人口が流入し、現在約200万人に達する人口を抱えている。人口増に応じて増加する電力需要に対して、フリータウン中心付近に位置するキングトム発電所（Kingtom Power Station）がNPAの唯一の発電所である。公称出力33.3 MW、利用可能出力27.0 MWとしているが、リハビリ・保全等で利用できない発電設備もあり、ほとんどの時間はこの出力を大きく下回っている。そしてこのうち5～7%が所内電力として使われており、送配電損失を加えると40%近くが損失となっている。これに対し2005年6月時点の潜在電力需要は45 MWと推計されており、絶対的に発電容量が不足しているのに輪をかけて40%近くの損失により、フリータウンの電力供給は劣悪を極めている。この結果NPAは計画停電（選択負荷遮断）を全域で行っており、1週間に1度か2週間に1度、数時間だけ電気が来るといような状況が続いている。45 MWの潜在需要に対し、40%程度の損失がある場合には、70～75 MWの発電所出力を必要とする。70～75 MWの所要出力と27 MWを大きく下回る現在の発電可能出力とのギャップを少しでも埋めるべく、NPAは多くのドナーに緊急支援を呼びかけている。

(2) 計画停電（選択負荷遮断）

NPA の 1999 年～2005 年の発電電力量と発電可能電力量を図 2-1 に示す。

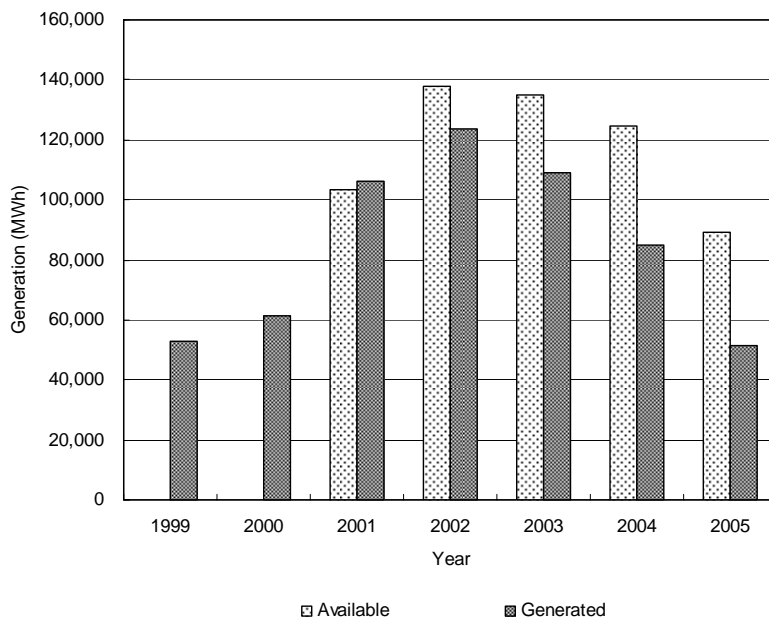


図 2-1 発電電力量と発電可能電力量

年間発電電力量は 2002 年の 123.5 GWh をピークとして、それ以降は徐々に低下し、2005 年には半分以下の 51.3 GWh*にまで落ち込んでいる。2002 年の年間 123.5 GWh は平均では 14.1 MW、2005 年の 51.3 GWh は平均では 5.9 MW の出力になり、近年になって著しく電力供給が落ち込んでいることが分かる。

2002 年の最大出力は、12 月 5 日 22:30 の 26.5 MW であり、日負荷曲線は図 2-2 に示すように、典型的な家庭需要による夜間ピークの様相を呈している。このときのピーク出力はキングトム発電所の全発電機が運転できたことにより達成されているが、それ以降は一部の発電機が修理・保全に入るなどにより、発電機の利用可能率が徐々に低下してきたことから、現在（2006 年 3 月）に至るまでピーク出力が更新されていない。参考のため発電設備利用可能率に暦時間数を乗じた発電可能電力量をグラフに併記した。2002 年以降は発電設備が利用可能であるにも拘わらず、実際には発電できていないことが分かる。これは、2002 年頃は配電網の不具合により発電出力を抑えたことが主な理由であったが、それ以降は燃料価格の高騰により、十分な発電燃料が調達できていないという理由が加わってきている。

*：推定値（2005 年 11 月と 12 月の発電電力量データが入手できなかったため、

1 月～10 月までの発電電力量を 12/10 倍して求めた推定値）

NPA Demand & Losses 5 Dec 2002

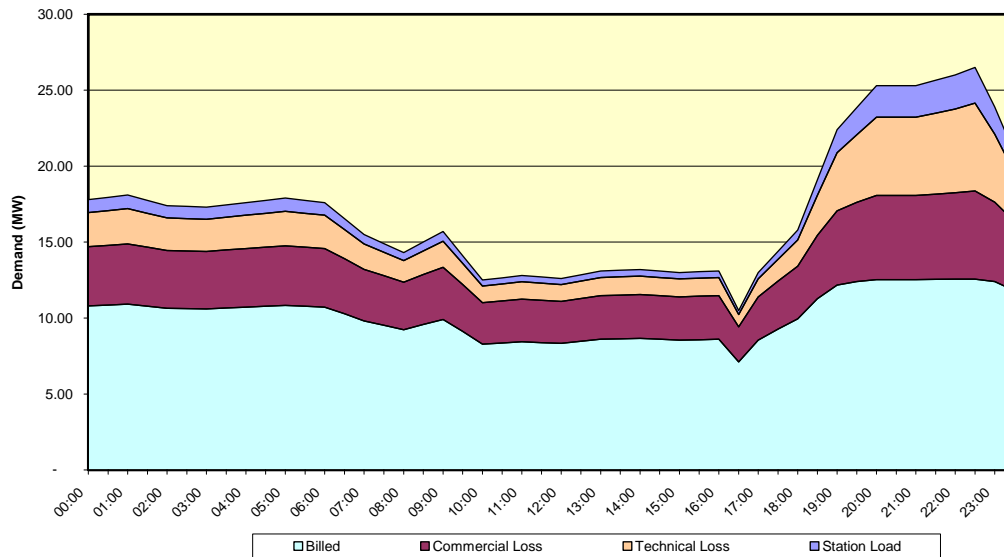


図 2-2 2002 年ピーク出力時の負荷曲線

2002 年 12 月 5 日の 26.5 MW ピーク出力時でも、需要家に届いた電力は 18.4 MW と推計されており、40 MW 程度と推計される潜在需要の半分程度しか供給できていない。その後のほとんどの時間はこれを大きく下回る発電出力であり、大規模な計画停電を余儀なくされている。計画停電では、必須供給先 (essential service) として大統領事務所・官邸 (Hill Station Lodge)、副大統領事務所・官邸 (Jamil Flat)、グマ給水ポンプ所 (Guma Pumping Station)、病院、官公庁ビルなどに優先的に供給している。これら政府機関については、政府の年度予算から電力料金を受け取っており、徴収漏れのないことから優先的に供給せざるを得ないようである。その他の事務所、商店や一般家庭などは、フリータウン市街をゾーン 1～4 までに区分して、時間区分毎に供給するなどの方針を設定している。昼は事務所などの多い地区を中心に、夜は一般家庭の多い地区を中心に供給しているとのことであった。確かに供給方針らしきものを記述した資料があるものの、しっかりした体系化はされておらず、調査団が面談中にも NPA の技術計画部長がトランシーバで配下の送配電部門に負荷変電所を名指しで遮断するよう指示するなど、その場その場の判断によらなければならない面があるようであった。将来的には給電指令所 (Load Dispatching Center) を設置して、給電マニュアルに従った公平な給電指令を目指すべきであるが、当面の緊急措置期間はやむを得ないものと思われる。需要に供給が追いつかないために行う計画停電は、ロードシェディング (Load Shedding) と言われ、数年前のカリフォルニア電力危機などでも変電所毎に輪番停電を行った例があるが、フリータウンでは一部を停電するのではなく、一部だけに供給するという状態が続いている。

(3) 自家発電設備と潜在需要

このように劣悪な NPA の電力供給に対して、電力を必要とする工場、病院、商店、レストラン、ホテルや一部の裕福な一般家庭などでは自家発電機 (小型 DEG) を所有している。

NPA 配電網と自家発電は手動開閉器で切り換えられるようにしているが、近年はもっぱら自家発電に頼らざるを得ず、燃料代（ディーゼルオイル：US\$0.90/L）を勘案すると運転経費は相当なものと推察される。NPA の重油焚き DEG による安価で安定した電力供給が実現すれば、現在電力を使用していない一般家庭の待機需要家に加え、工場やホテル等の大口需要家の切り替えにより、電力需要が大きく伸びる可能性が高い。

自家発電設備は、電気安全管理の面もあり NPA に登録料を払って登録することが義務付けられている。現時点で 35 MW 余りが登録されている。

NPA はウエスタンエリアの潜在需要を 45 MW と言っているが、30～40 MW と記述されている資料もある。2002 年 12 月に 18.4 MW の需要を記録した以上には確固としたデータはなく、発電所出力と 200 箇所余りの変電所への供給状態などから NPA が経験的に推計したものである。この推計は 35 MW を超える規模の自家発電容量があることから、かなり現実的な値であると思われる。

2-2-2 他ドナーの協力状況

(1) 世銀 (WB/IDA)

世銀は 1976 年から 4 回にわたり MC (Management Contract) を実施して、NPA の改革を試みた。2004 年 7 月には再び MC を含んだ 4 年間にわたる「電力・水プロジェクト (Power and Water Project: PWP)」が締結された。このプロジェクトは世銀資金の 35 MUS\$ が中心となり、アフリカ開銀 (IDB)、イスラム開銀 (BADEA)、シエラレオネ政府、NPA の資金を集めた総額 47 MUS\$ のプロジェクトである。

① 電力セクター改革

民間企業参入を可能にするための電力法・NPA 法の改正、電力セクター規制機関の設立、MEP にエネルギー政策立案機関 NEWPPCU (National Electricity and Water Policy Planning Coordination Unit) の設立、他

② キャパシティビルディング

NPA にプロジェクト実施機関 PIU (Project Implementation Unit) の設立、NPA の組織合理化、社員教育、電力損失低減計画策定、他

③ インフラ整備

キングトム発電所の発電機および補機・補助設備の改修、スペアパーツ調達、ウエスタンエリアの配電網整備、他

④ 環境影響低減策

キングトム発電所の大気汚染等のモニタリング、送配電設備の環境対策 (PCB 除去、送配電線地役権 (ROW) 確保)、他

⑤ プロジェクト管理

NPA の PIU の活動支援(スペアパーツ・工具調達、発電設備補機・補助設備の改善、送配電網整備、等の実施を世銀ガイドラインに従って実施することの支援)

これら PWP での実施項目のうち、特に③インフラ整備において、後段「2.3 キングトム発電所の現状」で述べるように既存発電設備のリハビリ・保全が実施されており、完了すれば既存設備の設備利用可能率は 27 MW に近い程度にまで回復するものと見込まれる。同様に「2.4 フリータウン送配電網の現状」で述べる 33kV 送電線の建設工事の再開などを計画しており、フリータウン送配電網の改善に資するものと期待される。

(2) 南アフリカ (ESCOM)

フリータウン電力供給の窮状から、長年世銀の MC を通じて支援してきた南アフリカ電力公社 ESCOM が、2006 年初頭に中古の Mirrlees 社製ディーゼル発電機を 1 台供給し、現在キングトム発電所で据付工事を実施している。2006 年 6 月には据付完了し、運転を開始する予定である。

(3) アフリカ経済開発イスラム銀行 (BADEA)

BADEA の融資により、2007 年 9 月までに 7.56 MW のディーゼル発電機 1 台をブラックホールロード変電所 (Blackhall Road Primary Substation) 構内に据え付ける計画が、既に BADEA のボードで決定されている。これに続く Phase II として、2007 年 12 月までに同じく 7.56 MW のディーゼル発電機 2 台をブラックロード変電所に据え付ける計画である。ブラックホールロードはかつて蒸気タービン発電機を備えた発電所であったが、現在は老朽化した建屋だけが残され、発電設備は撤去されている。同じサイト内に内戦前に建設された開閉設備が機能しており、1 次変電所 (Primary Substation) と称している。

現在 (2006 年 3 月) は Phase I (7.56 MW×1 台) のコンサルタント雇用の入札図書作成段階である。その後の供給・据付の入札、契約手続きを経て、機器製造、据付工事と進めることから、2007 年 9 月の竣工は困難ではないかと思われた。しかし NPA の技術計画部長によると、当初 NPA は 12 MW 程度の DEG を要請したのに対し、BADEA 側が 7.56 MW と詳細な数値を提示し、更に Phase II (7.56 MW×2 台) へと話しが進展したことから、実施段階においてはスムーズに進行するものと推察され、上記の工程で完了する可能性は十分にあるとのことである。先述の据付サイトに BADEA ミッションが来て、NPA と据付場所を協議して、蒸気発電所跡地ではなく、他の空き地を活用することなどを既に決めていたとのことである。本予備調査の現地調査実施中にも BADEA ミッションが来て、NPA で協議会を開催していたことから信憑性はあるものと思われるが、プロジェクトの推移をウオッチしていく必要があるものと思われる。

(4) ブンブナ水力プロジェクト

ブンブナ水力発電計画 (Bunbuna Hydroelectric Project: BHP) は、1970 年の電力セクター開発計画で、「シ」国における最もフィージブルな水力発電計画と評価された。1980 年には世銀の資金で設計書類が作成され、1982 年の暮れに工事が開始された。1988 年にはイタリア政府がダム土木工事の資金を、アフリカ開発銀行が発電設備・送変電設備工事への出資を決めている。しかし、全プロジェクトの約 85% が完了した 1993 年において、内戦の影響を受けてイタリア政府が借款契約のキャンセルを表明し、工事は中断された。

残り約 15%を完了するためには、91.8 MUS\$の資金と、20～24 ヶ月間の工事期間を要すると見積もられた。内戦が終結したことから、世銀のリードによりイタリア商業銀行の融資 38 MUS\$を中心とし、イタリア政府 19.9 MUS\$、世銀 12.5 MUS\$、OPEC 基金 8.4 MUS\$などの資金を集めて、総額 91.8 MUS\$によるプロジェクトの完工を目指している。

2005 年 8 月にはイタリア政府資金を使用して工事が開始されており、順調に進めば 2007 年 8 月には完了する。しかしイタリア商業銀行の資金を使用するには世銀のギャランティー発行が必要とされており、現在、世銀のガイドラインに従って、電力法改正による電力事業の NPA 独占見直しや、ブンブナ PIU 設立などの承認手続きが進められている。ブンブナ PIU 担当者によると、2006 年 6 月 15 日のギャランティー発行が見込まれている。

このプロジェクトのダム貯水池により一部の住居と農地が水没することになる。この住民移転補償や代替農地手配には世銀資金 12.5 MUS\$が充てられることになっている。影響を受ける住民 PAP (Project Affected Persons) は約 5,000 人であるが、大部分は農地の一部 (5～80%) が水没するものであり、代替農地による補償が可能である。住居移転を要するのは 1 家族約 30 人 (1 家族で 1 村落を形成している) だけとのことである。

ブンブナ水力地点から電力消費地であるフリータウンまで約 200 km の 161 kV 送電線を建設する計画であり、ほとんどの鉄塔は建設済みであるが、ごく一部が架線されただけで建設工事は中断している。161 kV 架空送電線には幅 30 m の地役権 (送電線所有者による権利設定 Right of Way: ROW) 設定が予定され、多くの住居移転が見込まれた。しかし、多くの先進国でも送電線からの安全距離さえ確保されていれば ROW = 30 m の範囲内においても住居移転の必要はないということで PIU と融資機関との合意が得られ、建物の移転を要するのは 6 件 (5 家族の住居と学校 1 件) と見積もられている。

去年 8 月に再開された工事を商業銀行資金で継続し、上述の環境対策を実施するには、この 6 月に予定されている世銀の承認手続きが必須条件である。一方、調査団が面談した世銀シエラレオネオフィスの Country Manager は、承認手続き、ギャランティー発行に対して慎重な姿勢で、プロジェクトに信頼できるタイムテーブルは存在せず、徐々に遅れて行く可能性がある、との見解であった。従ってこれらの経過をウオッチしていくことが極めて重要であると思われる。なお、ブンブナ水力計画では現在工事中の I 期工事で 50 MW (乾季ファーム出力は 18 MW) が見込まれており、将来的にはブンブナ地区の上流のイベン (Yiben) 地区に建設するダムと発電所により、最終出力 275 MW (乾季ファーム出力は 134 MW) が計画されている。

(5) 欧州共同体 (EC/EU)

かねてより欧州委員会 (European Commission: EC) は「シ」国電力セクター支援に取り組んできており、シエラレオネ EU オフィス (Delegation of the European Commission in Sierra Leone) を通して、2003 年～2004 年にかけて 1.99 mil Euro の送配電網緊急リハビリ計画 (Emergency Rehabilitation of the Transmission and Distribution) を実施した。

このプロジェクトにより、次の項目を実施している。

① ウェスタンエリア東部地域の電力供給復興

ウエスタンエリア東部集落であるロケル (Rokel)、ウォータールー (Waterloo)、ベンゲマ (Benguema) への 11 kV 配電網の復旧工事

② 中圧配電設備の改善

11 kV 配電変圧器、開閉ボード、柱上開閉器の設置・取替え

③ 低圧配電設備の改善

415/230 V ヒューズボード、木柱、電線、道路照明などの設置・取替え

面談した EU オフィスのインフラ課長によると、2003 年～2004 年にかけて実施した送配電網緊急リハビリは、予算が不十分なために限られた成果しかあげていない。もっと大規模な整備を実施する必要があるが、EU 本部より協力対象セクターの絞り込みについて指示が出ているため、電力セクターへのさらなる支援は少なくとも 2008 年まではないとのことであった。

2-2-3 キングトム発電所の現状

(1) 施設の概要と現状

キングトム発電所の発電設備は、表 2-1 に示す通りである。

表 2-1 各発電設備の仕様

	Sulzer4	Sulzer5	Mitsubishi 6	Mirrlees3	CAT (3 台)	合計
型式	8RNF68	8RNF68	16KU30A	KV12	3516	
運転開始年	1978	1980	1995	2002	2000	
燃料	HFO	HFO	HFO&DO	HFO&DO	DO	
設備容量(MW)	9.2	9.2	5.0	6.3	3 x 1.2	33.3
利用可能容量(MW)	7.0	7.0	4.5	5.5	1.0	27.0
容量低減率 (%)	24	24	10	13	17	
負荷用途	ベース	ベース	ベース	ベース	ピーク	

(注：HFO:重油、DO：軽油)

2006 年 3 月の状況は、Sulzer5 がリハビリ中であり、Mirrlees3 は、6000 時間計画保全を終了し、復帰したところである。Sulzer5 のリハビリは、下記 ESCOM 提供の発電機据付を優先しているため、その後、継続して実施される。従って、ピーク負荷用の CAT2 台 (Caterpillar 製) を除けば、ベース負荷用に使用できるのは、Sulzer4、Mitsubishi6、Mirrlees3 である。

表 2-1 の利用可能容量は公式の数値であり、実際には、Mitsubishi6 が、切削したクランクピンの制約から、メーカーから 90% 運転を示唆され、3.5MW をベースに運転し、日中、夜間のピーク時には、Sulzer4 を 6MW 程度で運転している状況であった。

キングトム発電所の発電設備及び各発電機に共通の所内補助設備の現状は、それぞれ付図表 1、付図表 2 に示す通りである。長期の運転で、排熱が通過する排気マニホールド、過給機、排熱ボイラーなどへの影響が大きい。Mitsubishi6 を除く排熱ボイラーは、10 年前に撤去され、別個の電気ヒータによる重油加熱装置を設置している。また、燃料系、冷却水系、圧縮空気系においても、ポンプ類で片肺運転（予備機なし）となっており、持続的な運転の支障となっている。

しかしながら、出力低減の大きな理由の一つである Sulzer4 及び Sulzer5 の排気マニホールドの損傷に対しては、予備品は入荷済みであり、Sulzer4 の計画保全あるいは Sulzer5 のリハビリの中で交換を実施する予定である。発電設備補機、補助設備の予備機の手配がなされているものもある。ESCOM の資金による海水取水ポンプ 4 台、冷却水ポンプ 3 台はすでに入荷し、取替工事を進めている。

以上から、発電能力の回復のため、順次、対策が実施されており、昨年 8 月の要請書 (Application) に記された発電設備の窮状は、本年秋以降、相当改善される見通しがある。

ESCOM が供給した Mirrlees Blackstone 社製のエンジン出力 6,910 kW のディーゼル発電機を 6 月完成の工程で据付工事中である。本ディーゼル発電機は、1974 年製造のものであり、詳細な仕様や、運転履歴は、NPA は入手していないが、発電能力向上に寄与する。

今回要請のあった、5 MW ディーゼル発電機 2 台の敷地として、旧 KHD 社の発電設備が撤去されたあとの 45.6 m×18.1 m の敷地を用意しているとのことである。

(2) 運転・維持管理の経歴と現況

Sulzer4 及び 5 は、運転開始以来 25 年以上、Mitsubishi6 も運転開始以来 10 年を経過している。その間、2000 年まで続いた内戦の影響を受けながら、運転・維持をしてきた。内戦の爪跡は、本発電所にも及び、過去の運転、故障・保全の記録を要求したが、せいぜい 2001 年以降の記録しか入手できず、累積運転時間については、発電機盤に表示されている記録が残っているだけである。

保全は、付図表 3 にまとめたように、メーカーから出された運転経過時間ごとの推奨保全項目をベースに、点検・清掃・交換などの計画を立てて、実施しようとはしている。しかしながら、付図表 4 から 7 に見るように、主要発電設備の過去 5 年間程の保全記録では、保全は「予防保全」(Preventive maintenance) とは言い難く、故障による頻繁な突発停止後、保全を行う「事後保全」あるいは Corrective Maintenance (修理保全) が中心である。

突発停止を機に、「計画保全」に突入させている場合も多い。そのため、停止期間が長期に亘る場合もある。例えば、2005 年に実施した Mitsubishi 6 の「9000 時間計画保全」も予備品の入荷遅れなどから、6 ヶ月も要している。(通常 1 ヶ月程度) また、Mitsubishi 6 は、1998 年 10 月から 2002 年 3 月まで、軸受温度上昇の原因の診断から、クランクシャフト交換に至るまでの間、強制停止に追い込まれた。これが Mitsubishi6 の年間平均運転時間 (表 2-3 参照) が他機に比べて極端に低くなっている原因となっている。

過去 5 年間の「利用可能率」を表 2-2 に示すが、2002 年をピークに、過去 3 年間減り続けており (総発電量も同様、図 2-1 に示す)、発電所としては深刻な出力不足の状況を示

している。発電出力の低下が、料金収入にも影響している面は否定できない。なお、「利用可能率」は、「計画保全」は含まず、年暦時間から計画保全時間を差し引き、残りの時間に対する突発停止による停止時間を差し引いた運転時間の割合である。

表 2-2 各機関の利用可能率（年平均％）

年	Sulzer4	Sulzer5	Mitsubishi 6	Mirrless3
2001	88.49	79.95	0	—
2002	92.22	71.07	66.99	62.36
2003	75.59	64.48	57.54	70.01
2004	70.78	78.47	55.35	70.10
2005	71.29	33.53	66.26	71.08

このような、突発停止多発の主な原因としては、

- ①予備品・消耗品が予算の制約で十分購入できず、計画的な停止による保全ができない。
- ②上記の理由もあり、保全の推奨運転時間を大幅に超えて運転継続し、結果的に突発停止となる。このことにより、エンジン部品、消耗品が損傷を受ける程度まで使用されることになり、寿命の短縮につながっている。
- ③国の基幹発電所としての“保全マネジメント”というべきものが不足していると思われる。1980年代に運転開始した当初は、ドイツを中心とする発電機メーカーのスーパーバイザーが常駐して、立ち上げたようである。その後、修理ごとの記録はあるものの、個別部品・部位、消耗品レベルまで「保全台帳」のようなものがなく、過去の保全・交換の実績をベースに次の保全計画を立案するなど木目細かい「マネジメントとしての保全」がなされている形跡がない。

などが、考えられる。

現在のキングトム発電所の保全担当者は、Mitsubishi 6、Mirrless3 のクランクシャフトの交換、排気マニホールドの交換、過給機のロータ交換などの大きな補修も経験し、Sulzer5 のリハビリを終えれば、保全というものに自信を得て、今後の維持管理に向かうことができる感触を持っているようであった。

(3) 余寿命についての考察

今回、NPA は、2×5 MW のディーゼル発電設備の要請の根拠として、既設の設備が「老朽化」していることを挙げている。そこで、今回の予備調査で検討することとした項目に、各発電機の余寿命についての検討がある。以下に挙げる要因の順序で、余寿命に及ぼす影響が大きいと考え、併せて各発電機設備の寿命に係わる要因について考察した。

①累積運転時間

ディーゼル発電機関では、運転時間に比例して磨耗するエンジンのシリンダー、ピストン（リング）は、交換可能であり、タービンブレードのような金属組織の疲労・劣化の分析による「余寿命診断」は難しい。そのため、振動と繰返し熱応力を受けるエンジン本体部分については、累積運転時間を第一の要因と考えた。

表 2-3 に各機関の運転実績を示すが、Sulzer4 及び 5 については、13 万時間を超えており、年間 6,000 時間の運転をベースとしても、20 年を超えており、ディーゼル機関の常識とされる 15 年あるいは 20 年の寿命をすでに超えている。

しかしながら、Sulzer4 及び 5 を見る限り、エンジンの本体部分は、決定的な損傷を受けているようには見えない。このことは、②のエンジンの特性の違いと関係しており、②で併せて検討する。

表 2-3 各機関の運転実績（2006 年 1 月末現在）

	Sulzer4	Sulzer5	Mitsubishi 6	Mirrlees3	CAT(3 台)
累積運転時間(hr)	133,934	134,749	24,519	18,128	各 9,500
運転開始年	1978	1980	1995	2002	2000
運転年数 (年)	26	25	10	4.	5
年間平均運転時間(hr)	5,151	5,390	2,452	4,532	1900

②エンジンの特性

3 種類の主要な機関の特性を表 2-4 に示す。

Sulzer の機関は、2 サイクル機関で、他の機関は、4 サイクル機関である。Sulzer は、気筒の配列も垂直な Inline 型で、ピストンロッドとカムロッドとの間にタイロッドがあり、他の機関のように、シリンダーライナーにはクランク回転による側面の圧力が働かない。また、低速度であり、最大燃焼圧力も低いため基本的には、シリンダーに優しい特性をもつ。その他の機関は、回転数もピストン速度も高く、最大燃焼圧力も高い。エンジンとしては、高効率を狙った、熱負荷の厳しい機関といえる。

2 サイクル機関と 4 サイクル機関の比較を付図表 8 に示す。

表 2-4 各機関の特性

項目	Sulzer	Mitsubishi	Mirrlees
サイクル	2	4	4
気筒・配列	8・Inline	16・V	12・V
シリンダー内径(mm)	680	300	381
ピストンストローク(mm)	1,250	380	457.2
エンジン容積 (L)	3229	430	621
平均ピストン速度(m/s)	6.25	9.5	9.14
毎分回転数(rpm)	150	750	600
最大燃焼圧力(kg/cm ²)	85	160	107
ストローク(mm) x 毎分回転数(mm・rpm) = 「走行距離」	187,500	285,000	274,300
試算：Sulzer のピストンが 150,000 時間の「走行距離」と同じ距離を走る時間(hr)	150,000	150,000x187,500 /285,000 =98,684	150,000x187,500 /274,300 =102,533

一つの指標として、ピストンの往復運動の時間当たりの距離を表 2-4 の「走行距離」の定義で、比較してみた。その結果、Sulzer のピストンが 15 万時間の間に動く「走行距離」に相当する同じ距離を他の機関が走行する時間を試算してみると、10 万時間前後となる。すなわち、毎年、同じ時間だけ運転する場合、Sulzer の機関の「寿命」年数は、他の 1.5 倍となる。その違いを一言で言い表すと、Sulzer は、ゆっくり動く機関であるのに対し、他の機関は、目一杯速く動く機関であるといえる。構造面、制御面から言っても、Sulzer が“ロバスト（頑健な）な機関”と言えるのに対し、他の機関は、扱い（運転・保全）に留意すべき“センシティブ（敏感な）な機関”と言える。

③過去の故障歴・保全歴

故障発生の際、部品の寿命に影響するような損傷やストレスを受けたことがないか、保全間隔も、部品や材料の劣化を促進する限度まで行き伸ばして運転を続けたようなことないかなどが寿命に影響を与える。

2002 年以降の Unplanned Maintenance の記録を見る限り、計画保全の開始を遅らせ、運転を継続した後の突発停止が多くある。予備品の入荷が遅れたり、他機関の保全の期間が長引き、運転継続している機関を計画保全に投入することができなくなったものと推察される。

また、燃料噴射弁の故障のように、同類の故障が他部品で連続して発生する例もあり、計画保全時の保全の漏れと思われる現象もあるが、すべてが寿命に影響するという事でもない。

④メーカーの予備品供給能力

キングトムの発電担当者を悩ませている問題である。Mitsubishi6、Mirrlees3 については、購入する側の予算がある限り入手はできるようであるが、Mitsubishi の予備品は納期が長いという不満がある。Mitsubishi の場合は、納期と価格の問題を除けば、窓口の三菱商事 Abidjan の対応は良いようである。

問題は Sulzer である。すでに Sulzer 社はエンジンの製造を止めており、予備品は Wartsila-Sulzer の名前で、Wartsila 社に引き継がれている。一部南アフリカで製作しているものもあるが、世界市場に出回っている Sulzer の予備品のストックを探すことになるも模様である。ユーザーとしては、非常に不安な状況であり、この点からも将来運転停止に追い込まれる危険性を内包していると言え、新しい発電設備の導入を切望する大きな要因となっている。

⑤保全マネジメント能力、保全担当者の力量

基幹発電所運営における保全マネジメント能力については、突発停止の多い理由の一つとして、問題があることは述べたが、保全担当技術者・技能者の力量が問題である。過去に、潤滑油を間違ったために大事故に至った例もあるという。

キングトムの技術者・技能者のほとんどが、隣接する Training Centre の修了者であるので、それなりの基礎教育（理論、実技）を受けた者である。ただし、内戦が激化した 1995

年以降の Off-JT はなされておらず、OJT のみで下級者を教育している状況であり、管理者側も、教育・訓練の必要性を意識しているとは見えなかった。マネジメント能力面での後継者育成、新人者への教育の必要性に言及しておいた。

なお、Training Centre の体制、カリキュラムについては、付図表 9 NPA トレーニングセンター概要に示す。

⑥ 発電機補機及び所内共通補助設備

補機・補助設備は、適切に修理・交換などの保全がなされれば、寿命のレベルに影響するものではない。付図表 1、2 に発電機補機及び所内共通補助設備の現状を示す。

発電機補機については、現状、燃料系を中心に片肺運転となっている部品が多いことは述べたが、Mitsubishi 以外の排熱ボイラーが使用できなくなっている状態は異常である。排熱が回収されていないことは、代替の電熱ヒータによる重油燃料 (HFO) の加熱を必要としており、長期の燃料消費率、採算性に影響を及ぼす。ディーゼル機関の 1kWh のための名目の燃料使用量は、悪化はしていないが、排熱が回収されていないため所内全体の補助設備の電気負荷増大、総合熱効率の低下につながっている。

今回、所内共通補助設備の中では、海水、冷却用水は、海水取水ポンプ、冷却水ポンプが新品に交換されることで、共通補助設備の寿命問題は大きくクリアされた。冷却水の PVC 配管、弁類の保守にも困難があるようであるが、決定的な要素ではなく、当然の通常の保全の対象である。

以上から、総合的判断すれば、Sulzer4 及び 5 については、今回のリハビリによりこれまでの主要部の損傷箇所の修復を終え、補機の片肺運転の解消がなされれば、それなりの安定的な状態を回復し、熱効率の低下の問題はあるにせよ、今後 3～4 年間は、現状の 6 MW 程度の出力を継続することができると判断する。その後は、緊急時、ピーク時対応のための予備力、保守リザーブ (予備) としても運用可能と思われる。

Mitsubishi6 Mirrlees3 については、未だ余寿命を云々する段階に来ていないが、基本的には、今後、高効率・高利用可能率を続け、さらに 10 年以上の運用が可能な潜在能力を有すると判断する。しかし、両機については、燃料、潤滑油の性質、冷却水の圧力・温度、軸受温度などなどの重要な管理項目の監視不徹底や、不完全な保全が原因で、思わぬ重大事故に繋がるおそれがあり、注意深い運転・保全が必要とされる。

なお、発電機、励磁機、変圧器の余寿命については、電気品の通常の寿命は、ディーゼル機関に比べると一回り長く、20 年、30 年のオーダーであるため、今回の検討には入っていないが、雨季における絶縁低下防止など丁寧な保全がなされるべきことは当然である。

(4) 組織・要員体制

キングトム発電所の組織図を、付図表 10 に示す。体制、要員数としては、十分すぎるものである。図中、Operation Staff 45 名は、シフトを組んでおり、11 名×4 班の体制である。

なお、Training Centre は、NPA 本部の、Administration 部門に属しており、キングトム発電所には属していない。

2-2-4 ウェスタンエリア配電網の現状

(1) 配電網の構造

NPA は唯一の発電所であるキングトム発電所で発生した電力を、フリータウンとその周辺に供給している。6 箇所の 1 次変電所 (Primary Substation と称する 11 kV 開閉所) と 200 箇所余りの変電所 (Substation と称する 1 次電圧 11 kV、2 次電圧 415/230 V の変圧器と開閉器) が、主に 11 kV 地中ケーブル (一部は 11 kV 架空配電線) で網目状 (多重リング状) に連結されている。200 箇所余りの変電所は、工場、病院、官公庁ビルなどの大型需要家では、そのサイト内に設置して 2 次電圧 415/230 V で供給しており、住宅や商店、事務所などの小規模需要家には、各変電所から低圧 415/230 V 配電線を伸ばして供給されている。

他の多くの国では発電所からは 66 kV、138 kV、230 kV などの高圧 (High Voltage) 送電線が出て、いくつかの変電所 (Substation) と接続され、変圧器で 33 kV、23 kV、11 kV などの中圧 (Medium Voltage) に落とすうえて、中圧配電線を通して需要家近くの変圧器で 415 V、230 V などの低圧 (Low Voltage) に落として供給される。1 次変電所 (Primary Substation) という場合は、より高い高圧から低い高圧、例えば 230 kV から 66 kV に落とす変電所を指す場合が多い。配電用変電所 (2 次変電所) は、66 kV 等の高圧から、11 kV 等の中圧に落とす変電所を指す。11 kV 等の中圧から 415/230 V の低圧に落とす設備は、いわゆる柱上変圧器や地上置きの変圧器であり、変電所とは言わない。フリータウンとその周辺は、11 kV で出力される発電所から、11 kV 配電網を通して需要家近くの変圧器で 415/230 V に落として供給するシステムである。

世銀プロジェクトで 33 kV 配電線の建設計画がある。33 kV は 11 kV と同じ中圧に区分され、高圧は送電線、中低圧は配電線と言われる場合が多いが、「シ」国では 33 kV 配電線を 2 次送電線 (Sub-transmission line) と言っている。この 33 kV 送変電プロジェクトが完成して初めて、ウイルバフォースやブラックホールロード、ウエリントンに現在の単なる 11 kV 開閉所から、33/11 kV 変電所となる。この報告書においては、原則的に「シ」国の言い方に従って記述するが、日本等の電力設備とは言い方が異なることに注意を要する。

(2) 配電網の状況

キングトム発電所と 6 箇所の 1 次変電所を示す配電システム図を図 2-3 に示す。

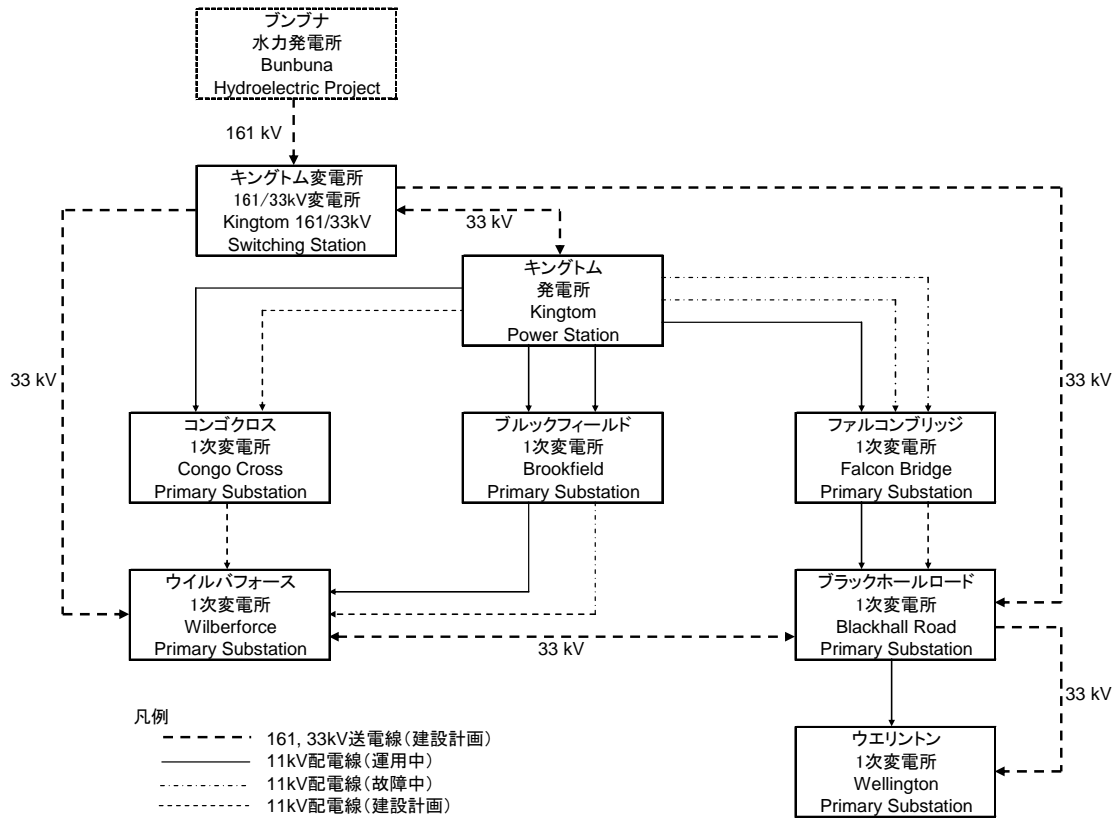


図 2-3 ウェスタンエリア配電システム図

この図では 1 次変電所間を直接連系する 11 kV 配電線 (Express Link) だけを表示しているが、この他に同じ 11 kV 配電線で 200 箇所余りの変電所を連結する回路がある。(図 2-5 参照) 11 kV 配電線は主に PIL ケーブル (Paper Insulated Lead sheathed underground cable 油浸紙絶縁鉛被服ケーブル) が使われている。現在では XLPE (架橋ポリエチレン) などのプラスチック絶縁ケーブルが主流で、各国のケーブルメーカーは PIL ケーブルの製造を取りやめていることから、NPA も順次 XLPE ケーブルに切り替えている。XLPE ケーブルは導体温度 90°C まで通電できるが、PIL ケーブルは 60°C 程度までしか通電できないことから、185 mm² 銅導体ケーブルで、通常は 250 A、最大でも 280 A を通電制限としており、1 回線あたり約 4 MW 程度しか送電容量がない。地中ケーブルは地下 1 m 程度に直接埋設されており、コンクリート板等による防護が施されていないこともあり、損傷を受けて地絡事故を起こすことが多い。修理には割り入れケーブルを必要とするが、適当なスペアケーブルがない場合は、アルミ導体ケーブルを使った箇所もある。また、修理接続には導体圧縮をせずに半田付け接続をしているため、ケーブル導体と同等の導電性が得られていないものもあり、各区間の通電容量は送配電部門が経験的に判断しているとのことである。地中ケーブルは事故復旧が難しいこともあり、部分的に架空配電線に切り替えている区間もあった。

1 次変電所間を直接結ぶ連系線に加えて、いくつかの変電所を通りながら他の 1 次変電所と繋がる配電線もあり、見かけ上多くの回線数があるにも拘わらず、損傷を受けた後も修復できていない回線が多い。そのためフリータウンの配電網はわずか 20 MW 程度、つまり正常な 185 mm² 銅導体 PIL ケーブルの 5 回線相当の送電容量しかない、とされている。このためキングトムやブラックホールロードの発電機増設計画に先立って、早急に配電網を整備する必要に迫られている。

(3) 配電網整備計画

内戦がフリータウンに達する前の 1995 年には、キングトム発電所とウイルバフォース、ブラックホールロード及びウエリントンの間をリング状に連系する 33 kV 送電線の建設工事が開始された（図 2-3 で太点線表示した部分、送電線ルートは付図表 14 を参照）。連系される 1 次変電所には 33/11 kV 変圧器や開閉器が据え付けられ、各変電所を結ぶ送電線の鉄塔建設が進められたが、内戦により中断され、そのまま放置されて現在に至っている。鉄塔は約 40% が建設され、残りの鉄塔材やがいし、電線類も NPA の倉庫に納入された。しかし、電線類は 11 kV 配電網の補修工事に使われたものが多く、変圧器も長く放置されて内戦中に銃弾を受けたものもある。工事再開にあたっては、放置されたこれら機器を調査し、必要な買い増しや補修を加える必要がある。

先述の世銀中心の資金による電力・水計画（PWP）により、この 33 kV 送電線建設を始めとして 11 kV 及び低圧の配電網を整備する計画があり、現在は入札図書を融資機関に同意申請している段階である。33 kV 送電線に使用する 150mm² ACSR（Aluminum Conductor Steel Reinforced 鋼心アルミ電線）は 350 A 程度の通電容量があり、33kV 送電線は 1 回線あたり 16 MW 程度の送電容量がある。33kV 送電線で主要な 1 次変電所を連系することにより、現状約 20 MW 程度のフリータウン配電網を早急に 60 MW に改善する計画としている。

(4) 配電網の損失率

発電所内で消費される電力と配電網のテクニカル損失、ノンテクニカル損失を合計すると 40% 程度が電力損失であると考えられている。PPA 社（Power Planning Associates Ltd）が実施した調査報告書によると、2002 年の電力損失の内訳は以下の通りである。

➤ 発電所内電力	5.3 %
➤ 11kV 配電線	2.9 %
➤ 11/0.4kV 変圧器	1.1 %
➤ 低圧配電線	9.5 %
➤ ノンテクニカル損失	21.9 %
➤ 合計	40.8 %

特に低圧配電線の損失とノンテクニカル損失が大きい。低圧（415/230 V）配電線の通電発熱によるテクニカル損失は、電線が細く、距離が長い場合に大きくなる。低圧配電線は通常 400 m 以下とすべきであるが、フリータウンでは 1,700 m にも達するものがある。

それでも一般に使用されている 70 mm²アルミ電線ならば 10 %近いような損失にはならない。しかし PPA 社の調査では、実際の需要家での配電電圧の測定などを実施して、3 相間電流アンバランスや不適切な電線サイズなどの損失原因を評価しており、実際的なものと思われる。

ノンテクニカル損失は、電力メーターを通さずに使用される電力、いわゆる盗電などによる損失である。盗電されにくい引込線の採用や、取り締まりの強化などの地道な取り組みにより改善するしか方法がない。

2002 年に 40.8 %と評価された損失率は、同じ PPA 社の 2004 年 3 月の調査では、35.5 %に改善されていたとの報告がある。今後も各種対策を進めることにより損失率を改善する努力を続けるべきである。

2-2-5 フリータウン市内自家発電設備

NPA との話合いで、約 25 箇所の自家発電設備保有者訪問の候補リストを入手。そのうち、業種が偏らないようにしながら、表 2-5 に示す 10 箇所を訪問調査した。それ以外に、4 箇所も訪問したが、マネジャー不在などの理由で、設備を見ることができなかった。

殆どの場合、CONNAUCHT 病院、YOUYI ビルを除き、NPA が構内に変電所を設置しているが、現在一部の容量を受電しているか、あるいは構内の自家発電は NPA とは切り離して、自家発電で賄っていた。製造業の場合は、特に、製造のプロセスが、電力の安定供給がない場合は、製造そのものが成り立たないため、受電容量の制限を受け、いつ遮断されるか分からない NPA の電力には依存していない。

キングトム発電所が最近購入したディーゼル油(軽油)の単価は、2,468Le(=約 90cent.) /リットルであり、この値段をベースに計算すると、自家発電は、減価償却費も入れて、kWh 当り 50 円相当にもなる。しかし、不安定な NPA より値段が高くとも、自家発電に頼らざるをえない状況であった。表 2-5 の 8 番目の G 社のように、2 MW の必要電力に対して、昼夜、自家発電機 (500 kVA) を 1 台で交互運転するため、生産量は 1/4 となっているため、NPA からの受電に期待しているとのことであった。

NPA の電力料金体系は、一般家庭優先の料金体系で、商業、公共機関、工業の順で高くなっており、工業用料金は、基本料金が一般家庭の 10 倍、kWh 比例でも約 2 倍となっており、大口の製造業を歓迎する体系にはなっていない。

NPA は、潜在的需要 45 MW のうち、自家発電からの転換で 10 MW 以上期待しているようであるが、それが達成されるためには、NPA の発電、送配電の安定化が前提となると思われる。

表 2-5 フリータウン地区自家発電設備訪問調査結果

No.	社名	地区	業種	自家発電機 (kVA)	NPA Supply S/S
1	Freetown Cold Storage Co.	George Brook	ソフトドリンクボ トリング	1 x 500 1 x 325	11kV, 630kVA
2	CONNAUCHT Hospital	Falcon-bridge	病院	1 x 225	11kV, 630kVA
3	I P A M		大学	1 x 825	
4	LEOCEM	Cline town	セメント 製造業	5 x 625	(あるが自家 発電で供給)
5	TAJCO	Cline town	鶏肉冷凍業	1 x 350 1 x 150 1 x 100	11kV, 800kVA
6	YOUYI Building		政府官庁ビ ル	2 x 85	11kV 2x500kVA
7	OKEYY Fishery Co.	Aberdeen	魚冷凍業	1 x 100	
8	G.SHANKERDAS &	Dockyard	プラスチック	2 x 500	11kV

	SONS(S.L.)LTD.		製造業		630kVA
9	SIERRA LEONE BREWEY	Wellington	ビール 醸造業	2 x 750	11kV 2x630kVA
10	HOTEL 510	Kissy	ホテル	1 x 550	11kV/ 500kVA
	合計			8,920	

2-2-6 カンビア県の発電設備と配電網

(1) 発電設備跡

内戦によって10年以上廃墟のままとなっている Power Station 跡には、焼損したディーゼル発電機 250 kVA 2 台の残骸があった。発電機新設には、建屋は、再利用可能であるが、修理が必要、屋外燃料貯蔵タンクは、3 基あわせて、25 m³程度あり、再利用の可能性はある。(詳細は Kambia 電力関係資料を参照。)

(2) 配電設備跡

カンビア発電所跡地には 33 kV 送電線の引き出し柱があったが、その周辺のカンビア市街には、所々に配電木柱が点在するのみで、電線は木柱に少し垂れ下がっているものを見かける程度であった。一方、カンビア市街地から約 20 km 離れたロクプル (Rokupr) にも発電所跡地があり、カンビア発電所跡地と同様の 33 kV 送電線の引き出し柱があった。カンビア村議長の話しによると、かつてカンビアとロクプルはこの 33 kV 送電線で連系されていたようであり、確かにその形跡が認められた。

2-2-7 ルンギ地区の発電設備と配電網

(1) 発電設備跡

ルンギ地区への入口である Ferry Terminal の施設用に、30 kVA のディーゼル発電機で、毎日、19-23 時、電力供給している

ルンギ国際空港に接した外部敷地に、ルンギ地区用の合計 7 基のディーゼル発電機および変電、配電設備の残骸があった。設備は、一部の変圧器を除き、全て破壊あるいは持ち去られていた。建物も、使い物にはならないくらい損傷しているが、外形はとどめている。発電機は、残った銘板から、1,000 kVA×3 台が設置されていたことが確認できた。

ルンギ国際空港用の発電設備は、いずれも英国社製で、380 V、下記の容量であった。

1×500 kVA ディーゼル発電機 (負荷増大時運転：稼動中)

2×630 kVA ディーゼル発電機 (ベース担当：稼動中)

1×275 kVA 屋外パッケージ型ディーゼル発電機 (故障して使用していない)

(詳細は、Lungi 地区電力関係参照)

(2) 配電設備跡

NPA から入手したルンギ地区のかつての配電系統図 (付図表 15) によると、旧ルンギ発電所から近隣の給水所、軍兵舎、病院などに 3.3kV 配電線で供給している。また、ロティファンク (Rotifunk) などの周辺村落には、11 kV 配電線が繋がっている。

現地調査では、ルンギ発電所跡の数 100 m 北側の給水タンク付近に 3.3/0.4 kV 変圧器と配電柱の残骸があり、ルンギ発電所から 2~3 km 南のロティファンク村には 11/0.4 kV 変圧器と開閉器の残骸があった。ルンギ発電所とロティファンク村間には、パンザーマスト製の電柱が多く残っていたが、電線はなかった。これらの形跡から、内戦前は NPA の配電系統図の通りの設備で周辺に電力を供給していたことが確認された。

2-3 要請内容の妥当性の検討

2-3-1 キングトム発電所 2×5 MW 発電設備

(1) 発電設備プロジェクト

2-2-1 項で述べたように、70～75 MW と推計される所要発電出力と、27 MW を大きく下回る現在の発電可能出力とのギャップを少しでも埋めるべく、NPA は多くのドナーに緊急支援を呼びかけている。その結果、2-2-2 項で述べたようないくつかの発電プロジェクトが進行中である。NPA の資料によると 2006 年～2007 年にかけて実現が見込まれている発電プロジェクトは表 2-5 の通りである。

表 2-5 発電設備プロジェクト (2006 年～2007 年)

プロジェクト名	供給場所	完成時期	公称出力	保証出力
ESCOM	Kingtom P/S	2006 年 6 月	7.0 MW	6.0 MW
BADEA Phase I	Blackhall Road P/S	2007 年 9 月	7.56 MW	6.5 MW
BADEA Phase II	Blackhall Road P/S	2007 年 12 月	15.12 MW	13.0 MW
Bunbuna Phase I	Kingtom S/S	2007 年 12 月	50.0 MW	18.0 MW
合計			79.68 MW	43.5 MW

保証出力 (Firm Capacity) では、現在の 27.0 MW とこの 43.5 MW を合わせると、合計は 70.5 MW になると見込まれている。

追加発電設備の必要性は、将来の電力需要想定と、確定しているプロジェクトを加えた発電設備量との関係、いわゆる需給ギャップを評価して検討される。NPA 作成資料でも NPA 自身の需要想定が記載されており、将来需要の増加率は、低、中、高の 3 ケースとして、各々 3%、4%、7%としている。特殊な点は、始点の 2002 年の需要値を、低、中、高の各々で、25 MW、30 MW、40 MW としている点である。現時点で実際的に潜在需要を満たしていないために、潜在需要そのものも、低、中、高の 3 ケースを考慮しているものである。

調査団が NPA 技術計画部長と討議した結果、低ケースの需要 20 MW、伸び 3%は、大規模な選択負荷遮断下で 18.4 MW の需要があったことや、GDP の伸び具合などからも現実的な値ではない。一方、7%の伸びは、潜在需要を満たすことを意識して、高めに設定されたものであり、もし一旦潜在需要を満足したならば、その後の伸びは 4%程度の中庸なものと考えて良いものと思われた。このことから、2005 年時点の潜在需要を 45 MW とし、その後は 4%の伸びとするのが中庸な考え方であると思われた。

進行中の発電プロジェクトの確実性に関しては、BADEA の投入時期に少し疑問が残るし、ブンブナ水力は 6 月の世銀の承認手続きを注視する必要はあるものの、この検討ではいずれも予定通りに投入されるものと見込むこととした。

(2) リザーブ発電設備と電力損失

前節で仮定した通りに発電設備プロジェクトが進行し、本要請通りに 2 台の 5 MW ディ

ディーゼル発電機が据え付けられる場合は、キングトム発電所に 7 台と、ブラックホールロード発電所に 3 台の、合計 10 台程度のディーゼル発電機になる。この場合には、そのうち 2 台程度が常時、リハビリ・保全などで利用できないものと考えなければならない。また、ディーゼル発電機は急激な負荷変動に応じて、その出力を柔軟に追随して増減することができないため、常時 1 台程度をスピニングリザーブとしてスタンバイさせておく必要がある。これらを考慮して、以下のリザーブ発電設備を、所要発電設備量に見込むこととする。

- | | |
|---------------|-------------------------|
| ➤ リハビリ・保全リザーブ | 12 MW (5 MW + 7 MW を想定) |
| ➤ スピニングリザーブ | 7 MW (Sulzer4 or 5 を想定) |
| ➤ リザーブ発電設備合計 | 19 MW |

発電所内電力と配電損失を合わせた電力損失は 40%程度と推計されているが、先述のように近年改善の兆しもある。ここでは今後の更なる改善があるものとして、少なめに見積もることとし、一律 30%を見込むこととする。

(3) 電力需給ギャップの評価

上記で述べた想定に従った 2015 年までの需給関係を図 2-4 に示す。

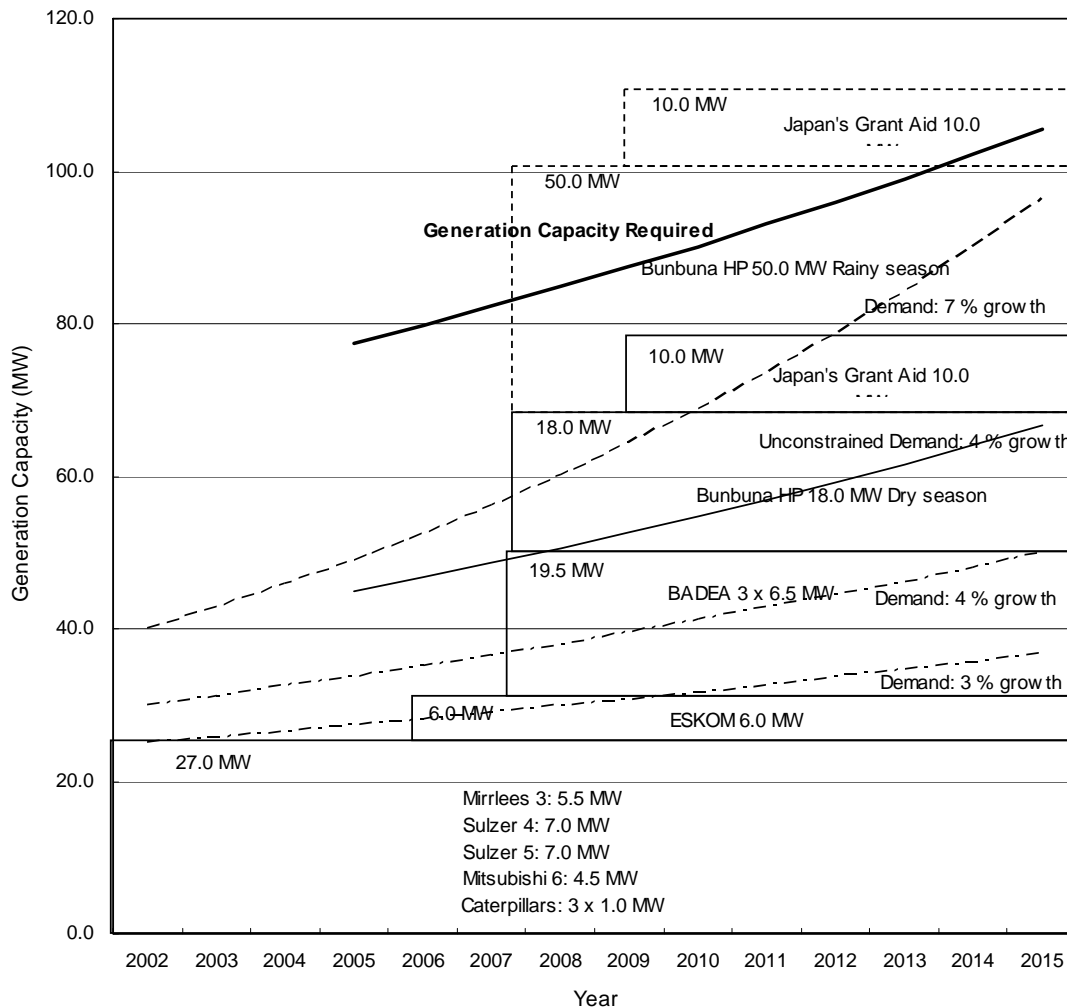


図 2-4 所要発電設備量と利用可能発電設備量

図 2-4 から分かるように、キングトム発電所の既存発電機、ESKOM、BADEA、ブンプナ水力の乾季保証出力が順調に加わったとしても、フリータウン及び周辺に必要な発電設備量とは常に 10 MW 以上の開きがある。このため、本要請通り 5 MW DEG 2 台が近年中に追加されたとしても十分とは言えず、NPA は安定した電力供給を実現するために、更なる発電設備の追加の努力を継続しなければならない。このことから、5 MW DEG 2 台は、電力供給システム緊急改善計画として、妥当なものであると言える。

なお、これは BADEA DEG やブンプナ水力が NPA の目論見通り進捗した場合であり、双方とも先述のような不確定要素が大きく、これらが遅延する場合には当面現状の劣悪な電力供給状態が継続されることになり、一刻も早く追加の DEG を据え付ける必要があることは言うまでもない。

(4) キングトム発電所に、2×5 MW のディーゼル発電設備を増設する意義

①国の基幹発電所として、ディーゼル発電で、安定的に負荷変動に対して柔軟性を持って対応しようとする場合には、それなりの規模と台数が必要である。いうまでもなく、ディーゼル機関は、他の熱機関に比べ、摺動部が多いため、保全間隔が短く、突発停止、計画停止を含めて、年間 6,000 時間程度の稼働がベースとなる。(暦時間に対する割合としては、68.5%) このことは、本年 7 月以降 (ESCOM 機の完成を含む) 5 台運転の場合には、年間の 5 台の延べ停止時間は、13,800 時間となり、年間 5,040 時間は、2 台停止している時間があり、その間の稼働台数は 3 台となる。

要請の 2 台が追加になり、7 台となった場合には、年間の延べ停止時間は、19,320 時間であり、年間 2.2 台分相当であり、努力如何では、常時 2 台停止、運転 5 台という状態が確保できる。これは約 25 MW 相当の発電対応が可能になる基幹発電所となる。基本的には、台数の多さは、運転の柔軟性の確保に繋がり、7 台程度保有することのメリットは大きい。

②今回、NPA が日本に 2×5 MW の要求をした背景には、既設 Mitsubishi と同容量の発電機を想定していることを意味する。現在、予備品手配のリードタイムの長い Mitsubishi のマシンを相手に保全に苦勞し、幾度かの大トラブルを克服し、保全の知識も手に入れたいま、その技術蓄積を生かしたいという意図があると思われる。

いうまでもなく、2 台が、既設と同一メーカー、同一型番の設備であれば、予備品・消耗品の互換性がえられるなど NPA 側のメリットは非常に大きい。わが国無償資金協力で調達されるコンポーネントは、(一定の要件を満たした特別な場合を除き) 銘柄指定は不可である旨を基本設計調査時に再度説明する必要がある。

2-3-2 ウェスタンエリア配電網整備

(1) 要請内容の経緯

2-2-4 項で述べたように、世銀の PWP 計画により、33kV 送電線建設などを整備して、現状では約 20 MW 程度の配電能力のウェスタンエリア配電網を、早急に 60 MW に改善する計画が進められている。60 MW の配電網は、45 MW の潜在需要と 30%程度の低圧配電網での損失 (14 MW) を考慮した場合には既に目一杯のものであり、要請の発電設備が運転開始される頃には既に配電網は容量不足を生ずることになってしまう。一般的に送配電系統は、発電する電力を安定して供給するために、発電設備と比較してそれ以上に十分な容量を有するように、余裕をもって計画されるべきものである。

このため NPA は発電設備の要請と合わせて、配電網整備を要請している。無償協力要請書では単に 11 kV 及び低圧配電機器と記述されていたが、調査団が訪問した際には、33kV 系統、11 kV 系統、及び低圧配電網の整備計画を、具体的な要請内容として NPA から提示された。その要請内容には、ウイルバフォースとウエリントン間を結ぶ亘長 18 km の 33 kV 送電線や、ウェスタンエリアの半島を一周する亘長 80 km の 33 kV 送電線などが含まれており、一見して緊急支援としての援助規模では実現困難と思われるものであった。そこで緊急を要し、優先順位の高いものに絞るよう求めたところ、署名済ミニッツの ANNEX 2 のとおり提示され、これを無償資金協力の検討対象とすることとした。

(2) 要請内容の現地調査結果

要請内容のうち最も費用を要するものは、ウイルバフォース (Wilberforce) 1 次変電所から、近年急速に開発が進んでいるリージェント (Regent) 地区までの約 5 km の 33 kV 送電線建設と、リージェント地区での新たな 1 次変電所建設計画である。リージェント地区には、アメリカ合衆国大使館を建設中であり、周辺には軍教育施設 (IMMAT) やシエラレオネ EU オフィスなどがある。周辺一帯には新興住宅が大規模に建設されており、フリータウンの比較的裕福な事務所や住宅がこの方面に伸びていることを伺わせるものであった。リージェント地区に新設する 1 次変電所の予定地は、建設中の合衆国大使館に隣接する場所に予定されている。

この 33 kV 送電設備計画は、世銀 PWP 計画で実施予定のキングトム発電所・ウイルバフォース 1 次変電所間を連系する 33 kV 送電線の建設が前提となる。この計画は先述のように、一旦建設が開始されて内戦で中断・放置された送電鉄塔や変圧器の現状を調査し、必要な修復を施すという、やや複雑な内容を含むものであり、その先の計画を無償資金プロジェクトとする場合には、PWP 計画の進捗状況を十分にウオッチする必要がある。

次の要請内容は、1 次変電所間を直接連系 (Express Link) する 11 kV 地中ケーブル配電線で、コンゴクロス・ウイルバフォース間の約 2.5 km と、ファルコンブリッジ・ブラックホールロード間の約 3.5 km である。(署名ミニッツ ANNEX 2 では、キングトム・コンゴクロス間と記されているが、世銀 PWP 計画との調整から、コンゴクロス・ウイルバフォース間に訂正して検討するよう現地調査期間中に要請された。) 他に、ロードンストリート (Rawdon Street) 変電所への 7 面パネル型開閉機器の据付け、イースタンポリス (Eastern Police) 変電所、アフリケナスロード (Africanus Road) 変電所、リバーサイドドライブ (Riverside Drive) 変電所、スプールロード (Spur Road) 変電所、ラムリービレッジ (Lumley Village) 変電所への 5 面パネル型開閉機器の据付け、以下は据付位置を明示していない 10 箇所の変電所への 4 面パネル型開閉機器の据付け、35 箇所の変電所への 315 kVA 変圧器とリングメインユニットの据付け、10 箇所の柱上開閉器の据付け、補修用の 11 kV XLPE 絶縁地中ケーブルなどである。

更に、低圧配電機器として、架空撚り合せケーブル、木柱、金具、がいしなどを要請している。また保守工具類として、地中ケーブル事故点標定車、小型クレーン付きトラックと作業車両、地中ケーブル接続工具キット、作業梯子などが記載されており、口頭では、電柱作業用のバケット車も必要と追加要請された。

(3) 妥当性の検討

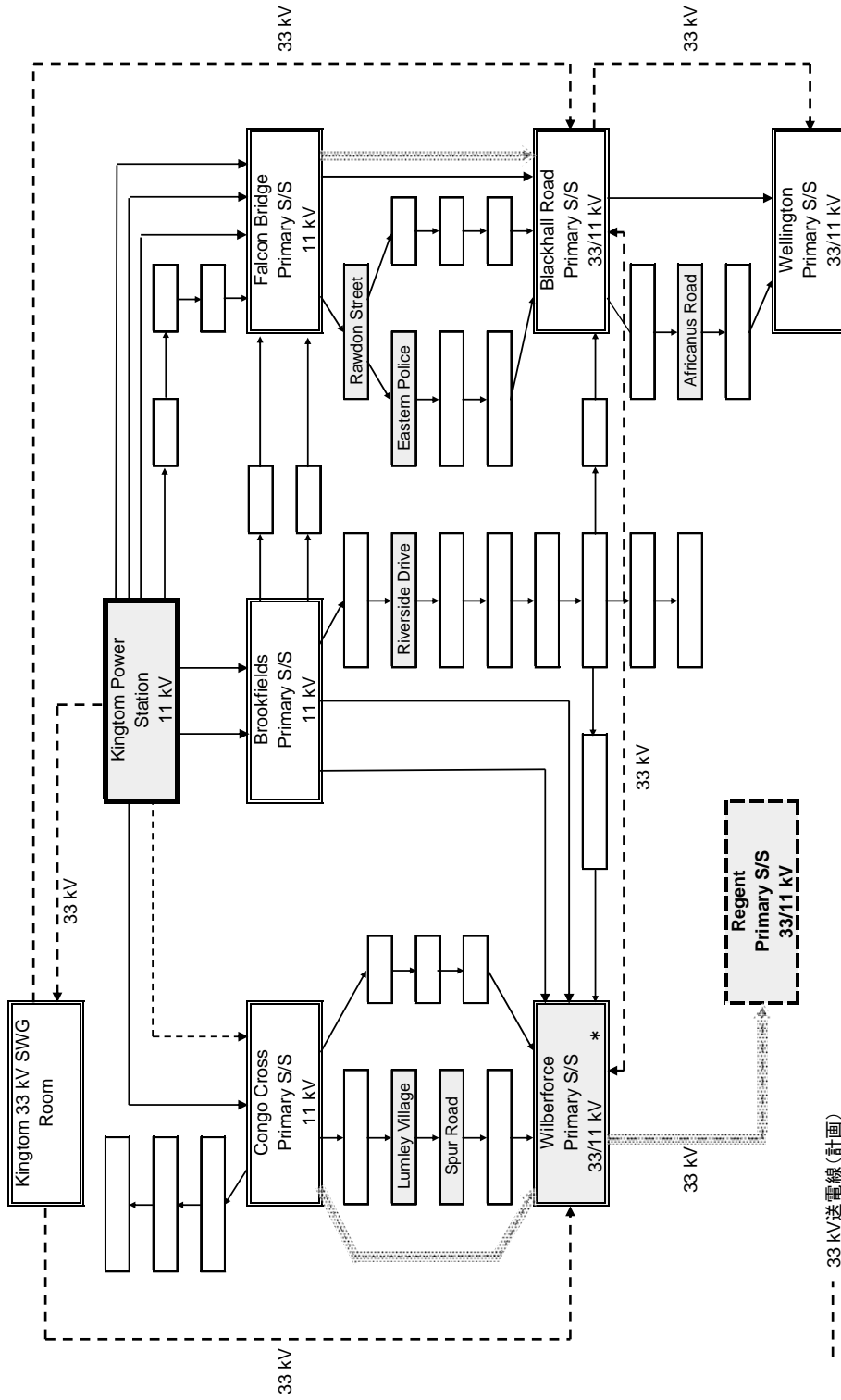
要請内容のうち、据付箇所が明確なものを図 2-5 の配電システム図に記載した。

33 kV システムに関するリージェント変電所と送電線については、急速に開発が進んでいる地区が対象であり、電気料金徴収が比較的容易と思われる中層階級の事務所や住宅が多いリージェント地区に安定した電力を供給しようとするものである。近年キャッシュフロー問題に苦しむ NPA の財務状況の改善が見込めることでもあり、先に述べた 60 MW 以上の配電網を緊急に整備する必要性からも、緊急改善計画として妥当なものと思われる。

11 kV システムにのうち据付場所が提示された 6 箇所の変電所へのパネル型開閉器に関

しては、図 2-5 で分かるように、まとまった地区に対するものではなく、虫食い状に既存設備の老朽化に対して取り替えを要望しているものである。取り替え要請の既存開閉器は 1955 年製のリングメインユニットであり、配電システム全体の機能面からも取り替えの必要性は認められる。しかしながら、日本の経済援助としての効果の評価や、プロジェクト実施面で困難が予想される。また、1 次変電所間連系地中ケーブル配電線に関しても、配電網の能力向上としての必要性は理解できるものの、世銀の PWP プロジェクトで取り溢した箇所の穴埋めを要請されているものと推察され、経済援助効果について疑問が残る。むしろ新設する 33 kV リージェント 1 次変電所から出る 11 kV 配電線や、それに付随する 11/0.4 kV 変電所を取り込む方が、プロジェクト効果が期待できるものと思われる。

以上のことから、11 kV システムは 33 kV システムのウイルバフォース・リージェント間に近い部分に限定したプロジェクト範囲を設定することが望ましいと思われる。



- 33 kV送電線(計画)
- 11 kV配電線(既存)
- 11 kV配電線(計画)
- 無償協力要請対象
- * 33kV引き出し開閉パネルのみ要請

図 2-5 ウェスタンエリア配電システム図

第3章 環境社会配慮調査

3-1 環境社会配慮調査必要性の有無

3-1-1 「シ」国の環境社会配慮対応能力

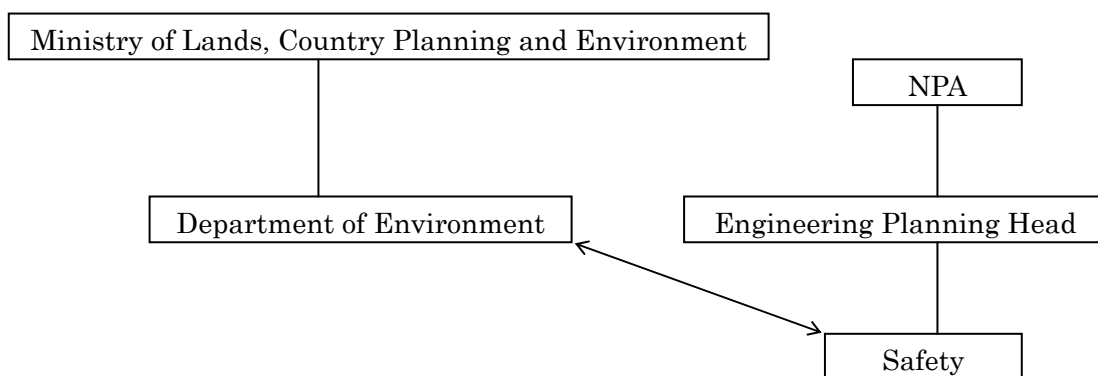
環境社会配慮について、「シ」国側実施機関および環境関連省庁の実施体制、対応能力などを確認した。JICA 環境社会配慮ガイドラインを踏まえ、既に「シ」国側が作成済みのキングトム発電所に関する環境影響調査報告書、および類似送配電網整備案件の環境影響調査報告書の内容を検討した結果、本プロジェクトが環境に重大な影響を与えるものではないことを確認した。

3-1-2 環境関係の行政機関

「シ」国における環境関係の行政機関は、土地国土計画環境省（Ministry of Lands, Country Planning and the Environment）にある「環境部（Department of Environment）」であり、環境省（Ministry of Environment）の扱いとしている。

しかしこの部には国レベルの業務に5人、地方レベルの業務に4人が従事しているだけで、従業員数も、彼らへのトレーニングも不十分であり、関連省庁等に環境決議を遵守させるには至っていない。

NPA の業務に関しては、NPA の技術計画部（Engineering Planning Head）安全課（Safety）課長が環境省の一員として、実務を管理している。



3-1-3 「シ」国環境関連法規の現状

「シ」国には直接環境のみ規定した法律はない。しかし「環境法」に相当するものとして、1993年に「国家環境アクションプラン（National Environmental Action Plan）」が制定され、その取り決めに従って、2000年に「環境保護決議（Environmental Protection Act 2000）」が制定されたが、それには何ら具体的な環境規制や環境基準などの取り決めはなされていない。

2002年には、土地国土計画環境省に「環境部」が設置されたが、関連省庁に環境決議を遵守させるには至っておらず、関連省庁等はプロジェクト実施にあたり、決議に規定された手続きを実施していない。従ってNPAは法的な制約はないとしているが、環境省の担当も兼ねている安全課長によると、ドナー（世銀）の融資条件に従った環境影響調査

を、キングトム発電所およびウエスタンエリア送配電網整備について実施してきており、今後もこれらの実績に従った調査を実施する予定とのことであった。

3-1-4 キングトム発電所の環境影響評価

(1) PWPの環境影響評価

第 2-2-2 項で述べた世銀の電力・水プロジェクト（PWP）にキングトム発電所の環境影響低減策が盛り込まれており、この中で Lahmeyer International GmbH 社（ドイツ）が環境影響調査を実施している。調査は Lahmeyer 社の監査団（Audit）によって実施され、2004 年 4 月に最終報告書が提出されている。その報告書では以下の点が指摘されている。

① 適用基準

「シ」国のアクションプランや環境決議には、具体的な環境規制や環境基準などの一般的な取り決めはなされていない。そのため、世銀ハンドブックやガイドライン等に従って評価する。

② 大気汚染

大気汚染物質排出モニタリングも環境大気質モニタリングもされていないため、燃焼機関に関するメーカーデータを使って評価した。

発電所から排出される NO₂ 濃度計算値は、最大で 197 μg / m³ であり、世銀基準値 400 μg / m³ を下回る。SO₂ 濃度計算値は、燃料油のイオウ含有量を 2.3 %wt 以下と仮定すると最大で 224 μg / m³ であり、世銀基準値 350 μg / m³ を下回る。粒子状物質の着地濃度計算値は 1.3 μg / m³ であり、世銀基準値 150 μg / m³ を大きく下回る。

主要大気汚染物質は排出レベルを定期的に測定すべきである。

③ 土壌および地下水または海水汚染

目視検査において明らかに油およびその他の化学物質がサイト内の土壌を汚染しており、一般的な世界基準を満たしていない。雨季には油水分離槽から油が溢れ、海岸に流出した。そのため、油水分離槽の周辺や海岸の排水口付近は油で汚染されている。

廃油槽から油が溢れて流出する事故が頻発している。取り扱い油量に比して廃油率が異常に高いことに起因している。

環境省の職員が油水分離槽からの溢水事故の後に調査を行ったが、何ら改善要求を出さなかった。

上記のうち③に関しては、現在は燃料油の漏油などの廃油は雨水ピットなどを経て、油水分離槽に集められ、廃油分は主廃油貯蔵槽にポンプで送られているが、完全な回収となっていない。キングトム発電所では、付図表 2-2 に示すような、廃油となった燃料油を新たに設置する槽において、加熱し、流動性を上げて、できるだけ燃料油としての回収を増加させる計画がある。この計画の実行にあわせて、廃油回収の増加とともに、油水分離槽から海に放出する水に油分が含まれないことを確実にすることが必要である。海への放出水の水質分析を含めて、PWP 計画による改善状況を把握し、必要に応じて追加改善措置を検討すべきである。

(2) 環境社会配慮調査必要性の有無

キングトム発電所では現在 ESCOM の 6.9 MW DEG を据付工事中である。この発電所増設に関して NPA は事前の環境影響評価を実施していない。環境保護決議が十分に発効していなことや、融資条件となっていないこともあるが、既実施の世銀資金による Lahmeyer による調査が公称出力 33.5 MW に対してなされており、今回 ESCOM の DEG が加わっても利用可能出力では 33.5 MW を超えない（既存利用可能 27.0 MW + ESCOM 6.5 = 33.5 MW）ことが主要因と思われる。

無償資金協力で 5 MW × 2 台を据え付けた場合は、明らかにこの 33.5 MW を超えるため、新たに環境影響評価を実施すべきであると思われる。しかし、Lahmeyer 調査から 10 MW の増設では特段新たに環境対策設備を設置する必要はないものと思われるが、同様の手法により確認すべきである。むしろ廃油処理、および環境モニタリングについて、世銀 PWP 計画による改善状況を確認することが重要であり、必要に応じ再度 IEE レベルの調査を実施する必要があると思われる。

3-1-5 フリータウン送配電網整備の環境影響評価

(1) PWP の環境影響評価

2-2-2 項で述べた世銀の電力・水プロジェクト（PWP）に、キングトム発電所に隣接する 161/33 kV 変電所と 3 箇所の 11 kV 1 次変電所間を 33kV 送電線で連系する計画を含む、フリータウン送配電網整備計画が盛り込まれている。この中で Refast Consulting 社（ガーナ）がブンブナ水力からの 161kV 送電線および 33kV 連系送電線に関する EIA を実施している。

この中で、「送電線プロジェクトには、環境保護決議の Part III section 14 ~ 37 に従って EIA を実施し、環境省が発行する EIA ライセンスを取得する必要がある。」と記されている。この 33 kV 連系送電線の一部は、ブンブナ水力発電所からの 161 kV 送電線と隣接しており、工事中断期間中にフリータウン市街地の送電線 ROW 内に多くの人が住むようになって、工事再開の大きな障害となっている。NPA はこの送電線 EIA とは別に住民移転アクションプラン（Resettlement Action Plan:）コンサルタントを雇用して調査を実施している。その初期調査によると 161 kV 送電線 ROW で 1,500 人、33 kV 送電線 ROW で 1,600 人の住民が影響を受けると見積もられている。しかしブンブナ水力 PIU との面談では、送電線 ROW 内であっても送電線との電気安全距離さえ確保すれば住居移転は必要とせず、住居移転が必要となるのは建造物 6 件（5 家族と 1 学校）だけとしている。このことから、33 kV 送電線についても同規模と推定され、補償交渉が順調に進捗すれば、短期間で解決される可能性もある。

(2) 環境社会配慮調査必要性の有無

WB による PWP 計画の 33 kV 送電線はブンブナ水力からの 161 kV 送電線と同様の扱いとなり、ROW 内に住む住民が多く存在することから、EIA の実施が必要となると思われる。NPA の総配電線設計基準による ROW 幅、絶縁離隔、電線地上高は表 3-1 の通りである。

表 3-1 NPA の送電線設計基準

	161 kV	33 kV	11 kV	LV (低 圧)
ROW 幅	30 m	10 m	-	-
絶縁隔離	1,500 mm	320 mm	220 mm	200 mm
電線地上高	7.0 m	6.0 m	6.0 m	5.0 m
建物との垂直隔離	不可 *	不可 *	不可 *	1.5 m
建物との水平隔離	15 m	2.0 m	2.0 m	2.0 m

*：電線の下には建物は建てられない

この基準で特徴的なのは、同じ中圧で 11 kV には設定されていない ROW が、33 kV では設定されていることである。これは、33 kV 送電線は 11 kV 配電線と類似するのではなく、161 kV 送電線に類似することを意味している。

日本では ROW (地役権) は 170 kV 以上の特別高圧送電線に対してのみ、両側最外電線より 3 m の幅として、住宅等の設置を禁じている。しかし多くの国では、高圧送電線に対しては 40 ~ 50 m 程度の ROW を設定し、建物や樹木を撤去することとしている場合が多い。これは、日本では電線が樹木の上を通過し、建物とも十分な電気安全隔離を確保しているが、他国では送電線は最低電線地上高をクリアする限界の高さの鉄塔を建設する場合が多いことによるものである。ROW は電線に弛みがあり、風により電線が横振れした時にも十分に電気安全隔離を確保する範囲を、一律に定めたものである。

PWP 計画のキングトム発電所と主要 3 変電所を連系する 33 kV 送電線は、標準径間 (標準的な鉄塔の間隔) が 200 m 程度のトラス構造鉄塔による送電線である。33 kV であっても道路沿いに 50 m 程度の間隔で電柱を建てて、電線を張る配電線構造でも建設できる。この場合は電線の弛みはごくわずかであり、ROW = 30 m は物理的な意味がなくなる。ブンブナ水力 PIU でも、電気安全距離を確保すれば ROW 内の住居移転は必要ないとの考えであることから、道路沿いの電柱による 33 kV 配電線は、ROW 内の住居移転は不要と思われる。

道路沿いの 33 kV 配電線は 11 kV 架空配電線とほとんど同じ構造であり、上述のとおり、設計による mitigation が十分可能であることから、新たに EIA を実施して環境省の EIA ライセンスを必要とするものとは思われない。しかしながら、ある程度の道路沿い樹木の伐採や枝の刈り込みを必要とすることなどから、基本設計時調査時に「シ」国の環境省に具体的な手続きを確認する必要がある。

3-2 環境社会配慮調査のスコーピング

3-2-1 キングトム発電所 2 × 5 MW ディーゼル発電設備

表 3-2 のスコーピング結果に示す通り、主要な環境影響は以下のものが考えられる。

(No.18: 大気汚染)

発電機増設により NO_x、SO₂、粒子状物質などが増加するので、既存 EIA の手法に従

って世銀基準値を超えないことを確認する必要がある。

(No.19: 水質汚濁)

現在は不適切な油（燃料油、潤滑油、廃油）処理や漏油事故などにより、油の海への流出が頻発している。発電機増設により取り扱い油量が増加し、漏油発生も増加する可能性がある。海への放出水の水質分析を含めて、PWP 計画による改善状況を把握し、必要に応じて追加改善措置を検討すべきである。

(No.20: 土壌汚染)

発電設備増設サイトでの漏油事故等により、土壌汚染が増加する恐れがある。水質汚濁と同様に、PWP 計画のモニタリング機器設置などの改善状況を把握すべきである。

(No.21: 騒音・振動)

発電機の増設により、騒音が増加する懸念がある。

(その他)

工事中は、発電機などの大型資機材運搬車両の通行時には交通整理を要する場合がある。その他の工事車両の通過により、フリータウン市内に一時的な交通混雑が発生することも考えられるが、影響はごくわずかである。

3-2-2 フリータウン配電網整備

表 3-3 にスコーピング結果を示す。

道路沿い約 50 m 毎の電柱による 33 kV 配電線の建設では、住居移転の必要は生じないものと思われる。道路沿いにある一部の樹木の伐採、または枝の刈り込みを行う必要が生ずるが、大規模なものではない。変電所の建設や配電線工事により、掘削土、伐採樹木、資機材包装物のような廃棄物が生ずるが、これも通常の住宅建設などのレベルと大差はない。工事中は、変圧器などの大型資機材運搬車両の通行時には交通整理を要する場合がある。その他の工事車両の通過により、フリータウン市内に一時的な交通混雑が発生することも考えられるが、影響はごくわずかである。また配電線工事には、作業者の電柱からの転落事故の可能性があるが、そのリスクは通常の保守作業と同レベルである。

配電線建設には道路沿いの樹木伐採か枝刈り込みの必要があるが、その樹木等に貴重種がいる可能性はほとんどない。変電所や配電線の工事中は、工事機械や工事車両等による騒音・振動の発生があるが、影響はごくわずかである。

従って、EIA/IEEの検討項目は特段ないものと思われる。

表 3-2 発電設備増設計画スコーピング結果

Environmental Items	Evaluation*			
	During Construction Period	After Completion		
Social Environment				
1.	Involuntary resettlement	D	D	No impact is expected.
2.	Split of communities	D	D	No impact is expected.
3.	Existence of indigenous people, minorities and nomads	D	D	No impact is expected.
4.	Occurrence of conflicts among communities	D	D	No impact is expected.
5.	Change of a basis of economic activities	D	D	No impact is expected.
6.	Change of living infrastructure	D	D	No impact is expected.
7.	Impact on traffic	C ~ D	D	Traffic control is necessary during construction work but the impact is only a little.
8.	Re-coordination of Water Resources and Fishing rights	D	D	No impact is expected.
9.	Impact on Historical Sites and Cultural Heritage	D	D	No impact is expected.
10.	Significant change of precious view	D	D	No impact is expected.
Natural Environment				
11.	Precious nature	D	D	No impact is expected.
12.	Precious species and indigenous flora and fauna	D	D	No impact is expected.
13.	Vegetation	D	D	No impact is expected.
14.	Change of topography and coastal zone	D	D	No impact is expected.
15.	Change of underground water	D	D	No impact is expected.
16.	Change of water flow and level in river, lake and sea area	D	D	No impact is expected.
17.	Change of water temperature in river, lake and sea area	D	D	No impact is expected.
18.	Air pollution	D	B	Emission of NO _x and SO ₂ will increase after the completion of the Project and the impact must be assessed.
19.	Water pollution	D	B	Present process and future accident may release oil and oily water to the marine and coastal environment.
20.	Soil contamination	D	B	Oil and chemical substances may contaminate the soil of site's area.
21.	Noise and vibration	D	B	Noise will increase after the completion of the Project. But the increase is only a little.
22.	Ground subsidence	D	D	No impact is expected.
23.	Offensive odor	D	D	No impact is expected.

Remarks)

Means item to be assessed in IEE if any.

Classification of Evaluation: "A": Serious impact is expected, "B": A little impact is expected, "C": Unclear, "D": No impact (Impact assessment is not necessary by EIA or IEE)

表 3-3 送配電網整備計画スコーピング結果

Environmental Items		Evaluation*		
		During Construction Period	After Completion	
Social Environment				
1.	Resettlement	C ~ D	C ~ D	Relocation of houses is avoidable with appropriate distribution line route selection.
2.	Economic activities	D	D	No impact is expected.
3.	Traffic and public facilities	C ~ D	D	Traffic control is necessary during construction work but the impact is only a little.
4.	Split of communities	D	D	No impact is expected.
5.	Cultural property	D	D	No impact is expected.
6.	Water rights and rights of common	C ~ D	C ~ D	Trees on the side of the road may be cleared.
7.	Public health condition	D	C ~ D	EMF effect is negligible.
8.	Waste	C ~ D	D	Construction works generate kinds of wastes.
9.	Hazards (Risk)	C ~ D	C ~ D	Erection works pose safety hazards of falling Possibility of collapse/cut of column/conductor
Natural Environment				
10.	Topography and soil condition	D	D	No impact is expected.
11.	Soil erosion	D	D	No impact is expected.
12.	Groundwater	D	D	No impact is expected.
13.	Hydrological situation	D	D	No impact is expected.
14.	Coastal zone	D	D	No impact is expected.
15.	Fauna and flora	C ~ D	C ~ D	Distribution line passes on the side of the road, which has little important species.
16.	Meteorology	D	D	No impact is expected.
17.	Landscape	D	D	No impact is expected.
Pollution				
18.	Air pollution	D	D	No impact is expected.
19.	Water pollution	D	D	No impact is expected.
20.	Soil contamination	D	D	No impact is expected.
21.	Noise and vibration	C ~ D	D	A little impact at construction stage
22.	Ground subsidence	D	D	No impact is expected.
23.	Offensive odor	D	D	No impact is expected.

Remarks)

Means item to be assessed in IEE if any.

Classification of Evaluation: "A": Serious impact is expected, "B": A little impact is expected, "C": Unclear, "D": No impact (Impact assessment is not necessary by EIA or IEE)

第4章 結論・提言他

4.1 協力内容スコーピング

4-1-1 フリータウン電力需給状況の評価

フリータウンとその周辺に電力供給するキングトム発電所の利用可能出力は 27.0 MW であるが、実際的にはほとんどの時間はこの出力を大きく下回っている。これに対し、2005 年の潜在電力需要は 45 MW 程度と推計されている。さらに送配電ロスが高いこともあり、電力需給状況は劣悪を極めてしている。このため、電力を必要とする工場、病院、商店、ホテルなどでは自家発電機（小型 DEG）を所有している。

このような状況下で、ESCOM DEG 7.0 MW、BADEA DEG 7.56 MW×3 台、およびブンブナ水力発電所 50 MW が 2007 年末までに運転を開始する見込みである。しかしながら、ブンブナ水力の乾季ファーム出力は 18.0 MW であることや、DEG の保全予備力、運転予備力を考慮すると、まだ発電設備は十分とはならず、要請のあった 5.0 MW DEG ×2 台は、電力供給システムへの緊急措置として必要なものであり、妥当なものであると判断する。

4-1-2 2×5 MW ディーゼル発電設備

1) 供給内容

- ①ディーゼルエンジン
- ②交流発電機
- ③励磁機
- ④発電機制御盤
- ⑤燃料供給システム（重油、軽油）
- ⑥潤滑油システム
- ⑦冷却水システム（風冷方式）
- ⑧圧縮空気システム
- ⑨排熱ボイラー・蒸気システム
- ⑩吸気・排ガスシステム
- ⑪スラッジ処理システム
- ⑫補機用電源及び起動盤
- ⑬直流電源
- ⑭ブラックアウト用発電システム
- ⑮保守用天井クレーン
- ⑯建屋及び基礎
- ⑰据付・配管・配線工事
- ⑱教育・訓練及び試運転指導

2) 要請の背景・条件等について、下記の通り確認した。

- ①既設の Mitsubishi のように、地下構造物を造らず、地上のみで完結すること。
- ②発電機用建屋も含むこと。

- ③ 収納すべき用地は、45.6 m×18.1 m で、付図表 11 Free space for new installation 2×5 MW に示す。
- ③ 冷却水は、海水を使用せず、淡水の make-up のみで済む循環方式で、風冷式（ラジエータ）方式とすること。
- ④ HFO の取合点、水の取合点は、付図表 11 に示す。
- ⑤ 発電出力の接続は、既設 11 kV の Switchgear（1 階）であり、付図表 2-4 に示す。
- ⑥ 監視制御盤も既設運転制御室（2 階）に設置。付図表 2-5 に示す。

4-1-3 ウェスタンエリア配電網整備

ウェスタンエリアの配電網は、キングトム発電所と 6 箇所の 1 次変電所、および 200 箇所余りの負荷変電所を網目状に 11 kV 配電網で連結しているが、損傷を受けた地中ケーブルが修復できていない箇所が多く、その配電能力は 20 MW 程度とされている。

世銀 PWP 計画で、ブンブナ水力からの電力を受電するキングトム変電所と、主要 3 箇所の 1 次変電所間を 33 kV 架空送電線で連系する計画であり、11 kV および低圧配電網の改修と合わせて、緊急に 60 MW 程度の配電能力に改善することとしている。33 kV 送電線は 1995 年に建設が開始されたが、内戦で建設が中断されている間に多くの内戦避難民などが送電線下に仮設住宅を建てて生活している箇所があり、環境対策が難航する可能性もある。また、計画されている 60 MW の配電能力では先述の発電設備容量に対して十分とは言えず、更に追加で配電網を整備する必要性が認められる。

要請内容は、NPA が世銀 PWP 計画と調整を取ったものであるが、その結果、PWP 計画で漏れた箇所を虫食い状に整備するようなものとなっている点は否めず、日本の経済援助としての効果が疑問視される面もある。しかし、要請内容の最重要部分である、ウイルバフォース変電所からリージェント地区に向かう 33 kV 送電線と、リージェント地区への 33 kV 変電所新設計画は妥当なものであると判断される。この区間に隣接するコンゴクロス・ウイルバフォース間 11 kV 地中送電線や、その周辺の変電所への開閉器パネルをプロジェクト対象に含めることは妥当と思われる。

以上から配電設備関係の優先順位は次のようになると考えられる。

- ① ウイルバフォース・リージェント間 33 kV 架空配電線(約 5 km)の建設
- ② リージェント地区に新設する 33 kV 変電所 (33/11 kV 5 MVA 変圧器、33/0.4 kV 接地変圧器、パネル型開閉器等、建屋を含む) の建設
- ③ ウイルバフォース変電所へのリージェント向け 33 kV パネル型開閉器据付け
- ④ コンゴクロス・ウイルバフォース間 11 kV 地中ケーブル配電線 (約 2.5 km) の建設
- ⑤ リージェント変電所とリージェント地区に新設する変電所間 11 kV 配電線の建設
- ⑥ リージェント地区に新設する 11/0.4 kV 変電所の建設
- ⑦ ラムリービレッジ変電所、スプールロード変電所へのパネル型開閉器の据付け
- ⑧ 上記設備の予備品、および組立工具類 (地中ケーブル事故点標定設備を含む)

4.2 基本設計調査に際し留意すべき事項等

4-2-1 キングトム 2×5 MW 発電設備

1) 確認を要する事項

①DO と HFO の Dual Fuel (既設) とすべきか。

②Black out start 方式か否か。

2) 基本設計緒元として、下記の成分を入手した。(基本設計時、再確認のこと)

①HFO の成分：付図表 12 燃料 (HFO) 成分比較に示す。

②冷却水として使用している市内飲料水(GUMA ダムから供給)成分:付図表 13 Fresh Water (市内飲料水) に示す。

3) 環境基準：既設に対して、環境アセスメントが実施された際の基準は、活気の World Bank の基準である。法的な強制力を含めて確認を要する。

4-2-2 ウェスタンエリア配電網整備

ウェスタンエリア配電網整備については、世銀 PWP 計画と同時期に平行して進めることになる可能性がある。署名ミニッツ ANNEX 2 の配電スコープは PWP 計画と重複がないよう申し入れをしたうえで提出されたものであるが、基本設計時には再度重複の有無を確認する必要がある。

配電網整備のうち最も優先順位の高いリージェント地区への 33 kV 送電線・変電所建設計画 (①～③) については、世銀 PWP 計画で整備するキングトム変電所・主要 3 箇所の 1 次変電所間連系計画が前提となる。予備調査の現地調査 (2006 年 3 月) 時は、入札図書原案の世銀への同意申請中であったが、その後の手続きの進捗と予定工事工程を把握することが重要である。33 kV 送電線については線下仮設住民への環境対応が懸案となると予想される。また、ウイルバフォース変電所構内に置いてある 33/11 kV 変圧器については、内戦中長期間放置されたものであり、PWP 計画において適切な機能チェックと必要な改修が施されるか否かも重要であると思われる。

③ウイルバフォース変電所へのパネル型開閉器の据付けは、PWP 計画で設置されるキングトム変電所、およびブラックホールロード変電所向けパネル型開閉器の母線と連結されるものであり、それらパネル型開閉器の構造を調査して、整合性を図る必要がある。

④コンゴクロス・ウイルバフォース間地中ケーブル工事については、道路に埋設されることになるため、決して余裕があるとは云えないフリータウン市内道路における埋設工事が過度の交通渋滞を引き起こすことの無いように施工計画立案時には配慮が必要である。

⑤415V 低圧配電網の資機材については、シエラレオネ国側の負担事項であり、わが国無償資金協力の対象コンポーネントからは除外される旨を説明し、MEP 大臣表敬時にも、NPA よりプリペイドメーターを含む低圧配電網は除外される旨が報告されているため、ミニッツには資機材調達につき日本側に再考を求める記載となっているものの、基本設計時にはこれらが先方負担事項となることを再度確認すればよい。

⑥他方、NPAの経営上の課題であるキャッシュフローの改善には、プリペイドメーター設置による確実な料金回収が必須であるが、WBもプリペイドメーターの供与は行わない予定である。経営状態の改善を求められているNPAがプリペイドメーターの設置無しに配電網の拡張を考える場合、確実に料金徴集が可能な供給先、即ち富裕層を優先した供給にばかり目を向けてしまう懸念もあるため、低所得者層でも収入に合わせた電力使用が可能となるプリペイドメーターについては、こうしたシエラレオネ国の電力事情を考慮して適切な方法で導入が促されるよう検討していく必要があると思われる。

4.3 技術協力との連携

本案件と技術協力との連携については、平成17年度から推進してきた「プログラム化」の推進を念頭に置き、戦略的で論理的なプログラム形成を行うべく、適宜関係部署との調整を図ることとするが、その際の留意点は以下の通りである。

(1) プログラムとしての位置付け

国別事業実施計画の援助重点2分野は、「平和の定着」及び「農村開発」となっているが、本案件は、都市部の電力整備がいずれ地方電化に裨益することから後者に、またさらにプログラム上は「インフラ整備」に包含されるものとする。

なお一般に、平成17年度に整理された現行のプログラムは、あくまで同一の開発課題を共有する案件の集まりに過ぎず、「効果的な援助実施」のツールとは必ずしもなっていないところ、今後はこれらのうち戦略性、目標と投入の間の論理性の高い案件群を、さらに個別のプログラムとして抽出し、案件検討の段階で優先的に取り扱うこととなっている。については、本案件についても技術協力との連携を強く意識しつつ戦略プログラムとしての案件構築を目指す。

(2) 想定される技術協力

平成18年度要望調査において、短期専門家「水・電力開発計画」の要望がなされたところ、双方の分野を充足する専門家のリクルートが事実上困難であることから先方政府と再調整を図り、その後分野を「電力」に絞った内容で正式要請書が接倒している。

については、当面同短期専門家による支援を技術協力の中心とするところ、業務内容としては、①国内包括的な電力事情改善に係る政府およびドナーとの調整と政策助言、②他の要請済案件のフォロー（今次調査で一部視察を行った）、③本案件について追加情報聴取と連絡調整、等が想定される。なお、その派遣時期については今後の基本設計調査や閣議決定のタイミングおよびE/Nの内容を勘案しつつ、タイムリーに行う必要があるところ、引き続き関係部署との調整を図っていく。

この他、想定しうる協力としては研修員受入れによるNPA技術者の受入れや、電力主要ドナーである世銀あるいは実績のある隣国ガーナと協調した現地セミナーなども視野に入れ、検討を行う。

また、現在準備中の技術協力協定には、ボランティア派遣も包括して締結を行う予定であり、米平和部隊も派遣について検討を開始するとの報に接しているところ、治安状況を睨みつつ将来的には直接・間接的な協力隊員との連携をも併せ検討することとする。

(3) 援助協調

今次調査においては、電力トップドナーの世銀のほか、EU、GTZ、UNDP および DfID 事務所に赴き意見交換を行った。ドナー間の連絡は良く図られているほか、日本・JICA のプレゼンスも大いに感じられた。特に、わが国がUNDP に資金を拠出した緊急無償「CEDP (紛争被災民コミュニティ支援プロジェクト)」のパートナーとして JICA が明記されたことは特筆に値するところ、初代企画調査員の瀬戸口氏はじめ小竹専門家のこれまでの努力を評価したい。

(4) 帰国研修員の活用

2005 年 10 月に来日した研修員は、全員が政府機関の中核で働いており、特に開発計画省副大臣 Sessey 氏は、小竹専門家のカウンタパートとして、ドナー会合の席でたびたび JICA の協力を評価する旨の発言を行うなど、日常よりバックアップしてくれている。

同氏には、今般早期の技術協力協定締結について、改めて善処をお願いした。(すでにわが国外務省から案手交済) これら帰国研修員は、今後 ODA を展開する上で、重要な役割を果たすことが期待できる。なお、同窓会も Sessy 氏を中心に近々発足する模様。

協議議事録 (Minutes of Discussions)

Minutes of Discussions
on Preliminary Study on the Project for
Urgent Improvement of Electric Power Supply System in Freetown
in Republic of Sierra Leone

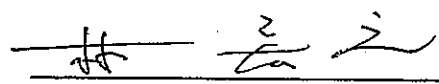
In response to the request from the Government of Republic of Sierra Leone (hereinafter referred to as "Sierra Leone"), the Government of Japan decided to conduct a Preliminary Study on the Project for Urgent Improvement of Electric Power Supply System in Freetown (hereinafter referred to as "the Project") and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA").

JICA sent to Sierra Leone the Preliminary Study Team (hereinafter referred to as "the Team"), headed by Mr. Hiroyuki Hayashi, Transportation and Electric Power Team of the Project Management Group I, Grant Aid Management Department, JICA, and is scheduled to stay in the country from March 6 to March 26, 2006.


The Team held discussions with the concerned officials of the Government of Sierra Leone.

In the course of the discussions, both sides have confirmed the main items described in the attached sheets.

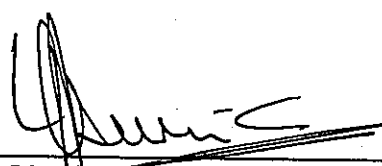
Freetown, March 10, 2006



Mr. Hayashi Hiroyuki
Leader
Preliminary Study Team
Japan International Cooperation Agency

 10-03-06

Mr. Foday K. Mannah
General Manager
National Power Authority (NPA)
Republic of Sierra Leone



H. E. Lloyd A. Durning
Minister
Ministry of Energy and Power (MEP)
Republic of Sierra Leone

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is to rehabilitate and extend electric power supply system in Freetown, Western Area.

2. Project Site

The Project sites are the Kingtom Power Station for Diesel Engine Generator (DEG) and associated ancillaries, and Western Area for Distribution Lines (D/L).

3. Responsible and Implementing Organizations

- (1) The Responsible Ministry is the Ministry of Energy and Power (MEP).
- (2) The Implementing Agency is the National Power Authority (NPA).
- (3) The organization chart of NPA is shown in Annex-1.

4. Items Requested by the Sierra Leonean Side

After discussions with the Team, the following items were requested by the Sierra Leonean side. JICA will assess the appropriateness of the request for Japan's Grant Aid and will report the finding to the Government of Japan.

- (1) 2 sets of 5 MW DEG and associated ancillaries
- (2) Construction of 33/11 kV D/L in Western Area as per Annex-2
- (3) Tools and spare parts for DEG and 33/11 kV D/L
- (4) Technical Training

5. Japan's Grant Aid Scheme

- (1) The Sierra Leonean side understands the Japan's Grant Aid Scheme explained by the Team as described in Annex-3.
- (2) The Sierra Leonean side will take the necessary measures, as described in Annex-4, for smooth implementation of the Project as a condition for the Japan's Grant Aid to be implemented.

6. Information Disclosure

Both sides agreed that information disclosure should be implemented regarding all the studies and surveys in accordance with due process stipulated the JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (hereinafter referred to as "JICA Guidelines").

7. Other Relevant Issues

- (1) The Team explained to the Sierra Leonean side that distribution systems beyond secondary terminal of distribution transformers including pre-paid meters should be excluded from the Project. The Sierra Leonean side request reconsideration of this aspect (material supply).

(2) The Sierra Leonean side should confirm procedures necessary for obtaining the general approval for the Project from the relevant Ministry(ies) and/or agency(ies) and report its results to the Team by March 22, 2006

(3) The Sierra Leonean side shall provide necessary number(s) of counterpart personnel to the Team during the period of the studies in Sierra Leone.

(4) The Sierra Leonean side should submit answers in English to the Questionnaire, which the Team handed to the Sierra Leonean side, by March 22, 2006.

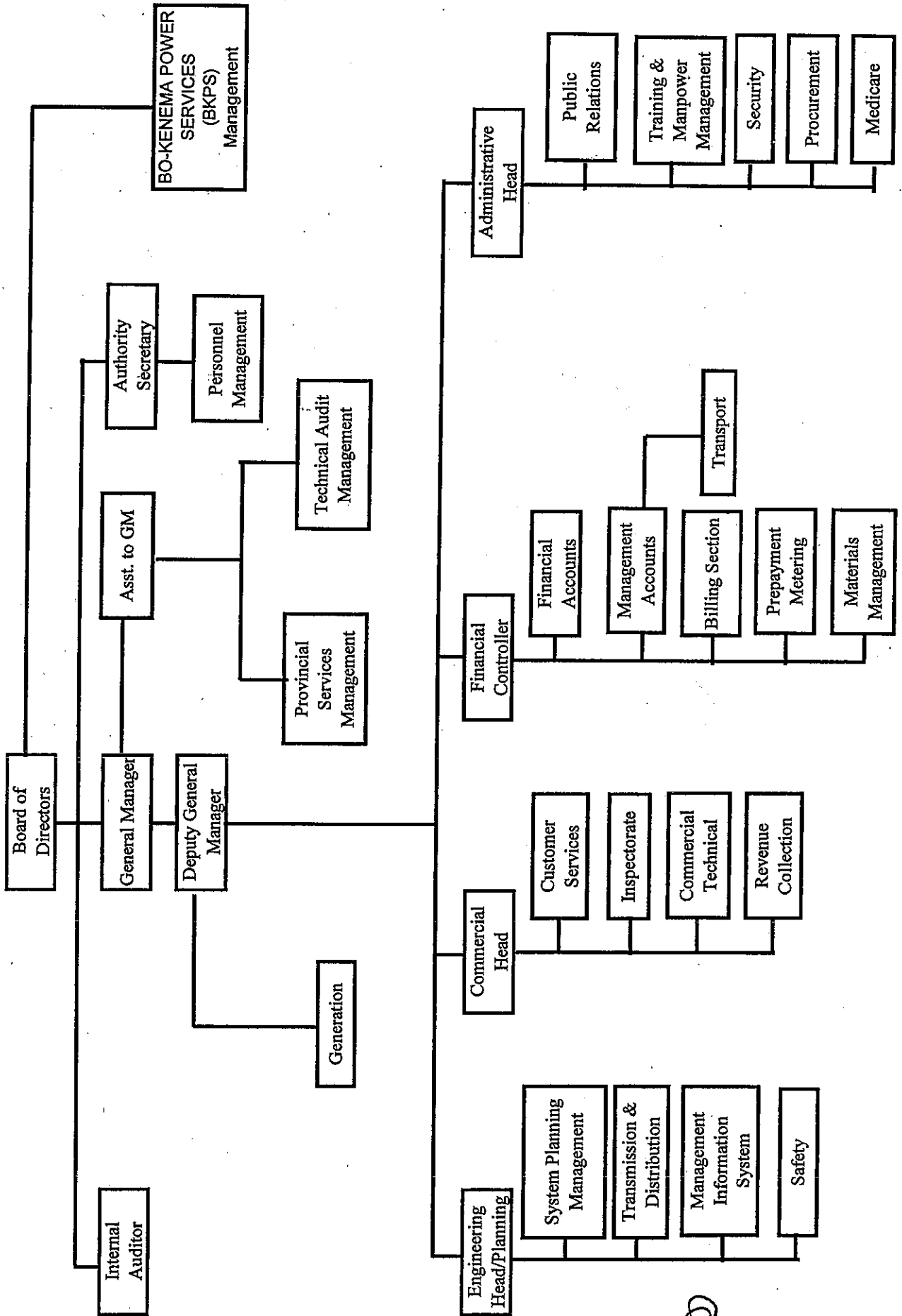
(5) The Sierra Leonean side requested the Team to carry out the training to NPA in Japan on operation and maintenance of new facilities as technical cooperation by JICA. The Sierra Leonean side understood that it is requested to submit the official request regarding the above-mentioned training with concrete contents of trainings through the JICA Sierra Leone Field Office.

88

1

2

**NATIONAL POWER AUTHORITY
ORGANISATIONAL CHART**



88

20

ANNEX 2

Requested facilities and /or equipment

33 kV Element

- (i) Supply, construct and commission 5 km 33 kV 3-phase 120 sqmm ACSR single circuit overhead line from Wilberforce primary substation to Leicester Road junction, Regent to supply existing load (over 3 MW) and rapidly developing area
- (ii) Supply, install and commission one 5 MVA 33/11 kV power transformer and one 200 kVA 33/0.4 kV earthing transformer at Regent Road/IMMAT junction
- (iii) Supply, install and commission one Calor Emag 33 kV panel complete with CB similar to existing at Wilberforce primary substation for Regent feeder
- (v) Supply, erect and commission protection panel for 5 MVA power transformer and 3 bay SF6 11 kV panel c/w CBs, protection and auto-recloser including dc supply for the Regent substation (includes 100 m x 3 x 1 core 185 sqmm 33kV XLPE copper cable, termination kits, etc.; 50 m x 2 x 3 x 1 core 185 sqmm copper 11kV XLPE cable, termination kits, etc.)

11 kV Element

- (i) Supply, install and commission a new 7 panel including one bus section SF6 or vacuum type 250 MVA switchboard c/w over-current, earth fault, autorecloser protection and battery/DC supply at Rawdon Street substation
- (iii) Supply, install and commission 5 No. 5-way SF6 type 250 MVA switchboards at Eastern Police, Africanus Road, Riverside Drive, Spur Road, Lumley Village, substations including 5 x 30 m 120 sqmm 11 kV, XLPE copper cables c/w jointing and termination kits and other accessories plus 5 sets extra jointing and termination kits each
- (iv) Supply, install and commission 10 No. 4-way SF6 type 250 MVA switchboards including 5 x 30 m 120 sqmm 11 kV XLPE copper cables c/w jointing and termination kits and other accessories plus 5 sets extra jointing and termination kits each
- (iv) Supply, install and commission 35 No. package substation units of 11kV, 250MVA comprising of 315 kVA distribution transformer, 3-way ring main unit and 4-way LV board c/w measuring instruments, CB and energy metering and sufficient spares for five years operation, and to include supply of cable, jointing and termination kits and other accessories required to connect into existing system
Note: LV cable - length 4 x 50 m; size 4 x 150 sqmm,,copper PVC/PVC or XLPE/PVC per unit and 11kV cable - 2 x 100 m, size 3 x 120 sqmm, copper XLPE per unit
- (v) Supply, install and commission 10 No. 3-phase pole-mounted sectionaliser c/w expulsion fuse gears and surge arrestors for main and tee-off lines
- (vi) Supply, install and commission 50 No. 3-phase expulsion fusegear c/w support brackets, insulators, various fuse links ratings {5A, 10A, 15A, 25A and 35A – 50 pkts each (3 per pkt)} and surge arrestors and 10 No. spare fuse carriers
- (vii) Supply, install 10 km of 11 kV, 3 x 240 sqmm, XLPE copper cable for installation of a new 3.5 km Kingtom power station to Congo Cross substation express link; installation of a new 3.5 km Falconbridge primary substation to Blackhall Road primary substation express link and part replacement of

- Brookfields/Wilberforce faulty underground cable link No. 2 cable fault plus spare for other faulty express links
- (viii) Supply, 10 km of 11 kV, 3 x 150 sqmm, XLPE copper cable for repair of a number of 11 kV underground distribution cable faults in the system plus spare
 - (ix) Supply of 3 km of 11 kV, 1 x 50 sqmm, XLPE copper cable for existing transformer connections
 - (x) Supply of 5 No. 800 kVA, 11/0.4kV, Dyn11, 3-phase, dry type transformers.

Low Voltage Element

- (i) Supply of 100 km of LV OH lines with aerial bundled (4 x 120 sqmm) XLPE Al cable with steel messenger c/w terminal & suspension support clamps, joint & termination kits, connectors and other necessary accessories including replacement of unsuitable poles.
- (ii) Supply, replacement and re-commissioning of 250 km of LV OH lines with aerial bundled (4 x 70 sqmm) XLPE Al cable c/w terminal & suspension support clamps, joint & termination kits, connectors and other necessary accessories including replacement of decayed or unsuitable poles.
- (iii) Supply of 2500 pcs. 9m creosoted medium wood poles
- (iv) Supply of 500 pcs. 12m creosoted medium wood poles
- (v) Supply lot of 10,000 D-Irons c/w cotter bolt & split pin
10,000 No. M16 x 250 galvanised bolt & nut with flat washer;
10,500 1kV brown porcelain shackle (reel) insulator for D-Iron
- (vi) Supply of 7,500 pcs. 1kV brown porcelain service (pin screw type) insulator
- (vii) Supply 200 km of house service connections with 16 sqmm concentric XLPE copper cable (16 sqmm phase conductor and 16 sqmm neutral conductors)
- (viii) Supply 125,000 pcs of LV non-tension compression joints (85,000 No. Cu/Al; 20,000 No. Cu/Cu; 20,000 No. Al/Al) various conductor sizes (25% thru joints & 75% teeoff joints)
- (ix) Supply, 70 No. 6-way LV distribution boards c/w measuring instruments (3 ammeters & voltmeter with selector switch); overload protection main circuit breaker; active & reactive energy metering; including cable tails and termination/jointing kits to replace the existing LV substation boards
- (x) (a) Supply of 3000 No. spare fuse links for existing LV distribution boards (1500 No. 350 Amps, 1500 No. 250 Amps)
- (b) Supply of 1500 No. spare fuse links for item (ix) LV distribution boards (750 No. 350 Amps, 750 No. 250 Amps)
- (xi) Supply of 10 km of 70 sqmm HD stranded round compact uninsulated copper conductor
- (xii) Supply of 10 km of 1 kV ABC 4 x 50 sqmm XLPE Al cable c/w 75 No. terminal support clamps & 350 No. suspension support clamps, 25 No. (4 per kit) joint kits and 75 No. (4 per kit) termination kits, 500 No. 25/70 Cu/Al & 300 No. 35/70 Al/Al straight and tee-off connectors, 150 No. 50 sqmm cable lugs and other accessories.

Tools & Equipment

- (i) Supply of a cable test van equipped with cable identification, fault diagnostic and locating, dc & ac insulation test equipment upto 70 kV, 7.5 kVA petrol generator set, etc.

85

Q

Q

- (ii) Supply of three vehicles and one 3-ton crane lorry
- (iii) Supply of 4 No. tool kits each complete for cable jointer incl. heavy duty gas torch, etc.; linesman and electrician
- (iv) Supply of extensible aluminium alloy ladder
11 & 33 kV OHL works – 3 sets of 3 x 5.5 m
LV OHL works – 10 sets of 2 x 5.5 m
- (v) Supply of extensible wooden ladder
LV OHL works – 12 sets of 2 x 5.5 m
- (vi) Supply of measuring instruments for load study and fault investigation:
 - (a) 3 No. portable power system analyser c/w accessories
 - (b) 6 No. Digital clampmeter type DCM 2000P c/w accessories
 - © 4 No. 5 kV dc Insulation Tester
- (vi) Supply of 6 No. extensible Pole pruner
- (vii) Supply of 4 No. 12 Vdc operated winch for fitting on vehicles
- (ix) Supply of 100 pairs of 2.3 mm thick 41.5mm long Class 2
Electrician/Linesman's Gloves each with p457 mm over sleeve and leather protector and safety harness
- (x) Supply of 6 No. Road Measuring wheel in m/dcm

All equipment should comply with the IEC standard and be suitable for use in the high temperature, high humidity tropical environment of Sierra Leone

Japan's Grant Aid Scheme

The Grant Aid scheme provides a recipient country with non-reimbursable funds to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

1. Grant Aid Procedures

Japan's Grant Aid scheme is executed through the following procedures.

Application	(Request made by a recipient country)
Study	(Basic Design Study conducted by JICA)
Appraisal & Approval	(Appraisal by the Government of Japan and Approval by Cabinet)
Determination of Implementation	(The Notes exchanged between the Governments of Japan and the recipient country)

Firstly, the application or request for a Grant Aid project submitted by a recipient country is examined by the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) to determine whether or not it is eligible for Grant Aid. If the request is deemed appropriate, the Government of Japan assigns JICA (Japan International Cooperation Agency) to conduct a study on the request. If the request is required further information, a Preparatory study would be conducted by JICA.

Secondly, JICA conducts the study (Basic Design Study), using (a) Japanese consulting firm(s).

Thirdly, the Government of Japan appraises the project to see whether or not it is suitable for Japan's Grant Aid scheme, based on the Basic Design Study report prepared by JICA, and the results are then submitted to the Cabinet for approval.

Fourthly, the project, once approved by the Cabinet, becomes official with the Exchange of Notes (E/N) signed by the Governments of Japan and the recipient country.

Finally, for the smooth implementation of the project, JICA assists the recipient country in such matters as preparing tenders, contracts and so on.

2. Basic Design Study

1) Contents of the Study

The aim of the Basic Design Study (hereinafter referred to as "the Study"), conducted by JICA on a requested project (hereinafter referred to as "the Project") is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by the Government of Japan. The contents of the Study are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the requested project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the Project's implementation.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid scheme from a technical, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed upon by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of a basic design of the Project
- Estimation of costs of the Project

The contents of the original request are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Basic Design of the Project is confirmed considering the guidelines of Japan's Grant Aid scheme.

The Government of Japan requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Study, JICA uses (a) registered consultant firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms. The firm(s) selected carry(ies) out a Basic Design Study and write(s) a report, based upon terms of reference set by JICA.

The consulting firm(s) used for the Study is(are) recommended by JICA to the recipient country to also work on the Project's implementation after the Exchange of Notes, in order to maintain technical consistency.



3. Japan's Grant Aid Scheme

1) Exchange of Notes (E/N)

Japan's Grant Aid is extended in accordance with the Notes exchanged by the two Governments concerned, in which the objectives of the Project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid, etc., are confirmed.

- 2) "The period of the Grant Aid" means the one fiscal year which the Cabinet approves the Project for. Within the fiscal year, all procedures such as exchanging of the Notes, concluding contracts with (a) consulting firm(s) and (a) contractor(s) and final payment to them must be completed.

However in case of delays in delivery, installation or construction due to unforeseen factors such as natural disaster, the period of the Grant Aid can be further extended for a maximum of one fiscal year at most by mutual agreement between the two Governments.

- 3) Under the Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased.

When the two Governments deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country.

However, the prime contractors, namely, consulting, contracting and procurement firms, are limited to "Japanese nationals". (The term "Japanese nationals" means persons of Japanese nationality or Japanese corporations controlled by persons of Japanese nationality.)

4) Necessity of "Verification"

The Government of recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by the Government of Japan. This "Verification" is deemed necessary to secure accountability to Japanese taxpayers.

5) Undertakings required of the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as the following:

- a) To secure land necessary for the sites of the Project and to clear, level and reclaim the land prior to commencement of the construction
- b) To provide facilities for the distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites



- c) To secure buildings prior to the procurement in case the installation of the equipment.
 - d) To ensure all the expenses and prompt execution for unloading, customs clearance at the port of disembarkation and internal transportation of the products purchased under the Grant Aid.
 - e) To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which will be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the Verified Contracts.
 - f) To accord Japanese nationals, whose services may be required in connection with the supply of the products and services under the Verified Contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work.
- 6) "Proper Use"
- The recipient country is required to operate and maintain the facilities constructed and equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.
- 7) "Re-export"
- The products purchased under the Grant Aid should not be re-exported from the recipient country.
- 8) Banking Arrangements (B/A)
- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). The Government of Japan will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.
 - b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to the Government of Japan under an authorization to pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.
- 9) Authorization to Pay (A/P)
- The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and Payment commissions to the Bank.



Major Undertakings to be taken by Each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1.	To secure land		•
2.	To clear, level and reclaim the site when needed		•
3.	To construct gates and fences in and around the site		•
4.	To construct the parking lot	•	
5.	To construct roads		
	1) Within the site	•	
	2) Outside the site		•
6.	To construct the buildings	•	
7.	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities		
	1) Electricity		
	a. The distributing line to the site		•
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	•	
	c. The main circuit breaker and transformer	•	
	2) Water Supply		
	a. The city water distribution main to the site		•
	b. The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	•	
	3) Drainage		
	a. The city drainage main (for storm, sewer and others) to the site		•
	b. The drainage system (for toilet sewer, ordinary waste, storm drainage and others) within the site	•	
	4) Gas Supply		
	a. The city gas main to the site		•
	b. The gas supply system within the site	•	
	5) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution frame/panel (MDF) of the building		•
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	•	
	6) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		•
	b. Project equipment	•	
8.	To bear the following commissions to the Japanese foreign exchange bank for the banking services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P		•
	2) Payment commission		•
9.	To ensure unloading and customs clearance at port of disembarkation in recipient country		
	1) Marine (Air) transportation of the products from Japan to the recipient country	•	
	2) Tax exemption and custom clearance of the products at the port of disembarkation		•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	(•)	(•)
10.	To accord Japanese nationals, whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract, such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work.		•
11.	To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies, which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contracts.		•
12.	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant.		•
13.	To bear all the expenses, other than those to be borne by the Grant, necessary for construction of the facilities as well as for the transportation and installation of the equipment.		(•)

B/A : Banking Arrangement, A/P : Authorization to Pay

付図表リスト

- 付図表 1 各発電設備の現状
- 付図表 2 所内共通補助設備（2006年3月20日現在）
- 付図表 2-1 Fuel Oil System
- 付図表 2-2 Waste Oil Recycle
- 付図表 2-3 Existing Cooling System
- 付図表 2-4 H/T Switch Gear Room
- 付図表 2-5 Measurement Control Room
- 付図表 3 各メーカーの推奨する保全項目
- 付図表 4 Sulzer4 保全経歴
- 付図表 5 Sulzer5 保全履歴
- 付図表 6 Mitsubishi 6 保全履歴
- 付図表 7 Mirrlees3 の保全履歴
- 付図表 8 4サイクル機関と2サイクル機関の比較
- 付図表 9 NPA トレーニングセンター概要
- 付図表 10 Kingtom Power Station の組織
- 付図表 11 Free space for new installation 2x5MW
- 付図表 12 燃料（HFO）成分比較
- 付図表 13 Fresh Water（市内飲料水）
- 付図表 14 33 kV 送電線計画ルート
- 付図表 15 ルンギ地区配電系統図

Kambia 電力関係資料

Lungi 地区電力関係資料

Summary of Draft Scoping for Grant Aid Project

現地収集資料リスト

付図表 1 各発電設備の現状

発電設備名	現状の特記事項
Sulzer 4	<ul style="list-style-type: none"> ①マニホールド変形・伸縮継手の繰返し損傷。 ②排熱ボイラー損傷（約 10 年前）、撤去。 ③ガバナー不調のため、運転に支障が出ている。 ④重油昇圧ポンプ 4 台（Sulzer4 及び 5 用）中、1 台稼動。 ⑤重油移送ポンプ 4 台（Sulzer4 及び 5 用）中 2 台良好。流量計が故障中。 ⑥冷却水系統：シリンダー冷却ポンプ 4A のみ良好。他は予備品待ち。 ピストン冷却水ポンプ 4B のみ良、他は予備品待ち。 ⑦空気圧縮機故障。（Sulzer5 と共用使用）
Sulzer5	<ul style="list-style-type: none"> ①排気マニホールド変形。 ②排熱ボイラー損傷（約 10 年前）、撤去。 ④重油昇圧ポンプ中 Sulzer5 用 2 台の予備品到着待ち。 ⑤重油移送ポンプ 1 台撤去済。1 台良好。 ⑥シリンダー冷却ポンプ、ピストン冷却水ポンプは全て故障し、予備品待ち。
Mitsubishi 6	<ul style="list-style-type: none"> ①当初納入の HFO 及び DO の Fuel Oil 移送ポンプは使用していない。 ②HFO の Purifier は、他機と共用している。 ③クランクカムピン切削の影響で、出力 10%低減を示唆されている。
Mirrlees 3	<ul style="list-style-type: none"> ①HFO 昇圧システム：流量計損傷。HFO→DO 切替時問題発生。 ②2 次冷却水ポンプ 2 台中 1 台故障。 ③排熱ボイラー支障あるが運転中。 ④空気圧縮機 2 台中 1 台故障。
Caterpillar	<ul style="list-style-type: none"> ①9000 時間の計画保全終了し、再稼動・試運転中に、No.1 が機械系トラブルで停止。現在、T&E 社に修理契約中。

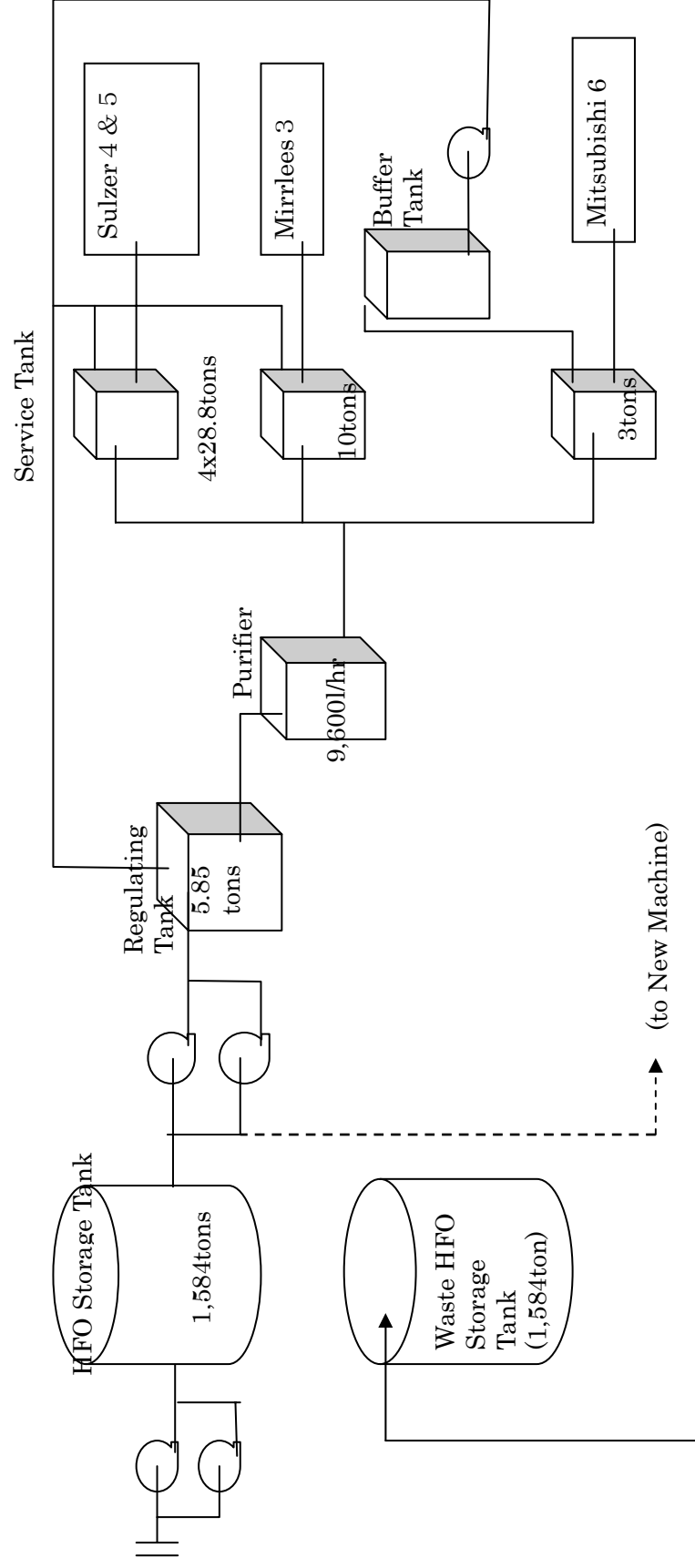
付図表 2 所内共通補助設備 (2006年3月20日現在)

系統	構成機器・容量	状態
燃料系統 (HFO:重油)	燃料受入ポンプ(1x37kW) 燃料貯蔵タンク(1x1,584tons) 移送ポンプ(2x5.5kW) レギュレータタンク (5.85tons) 清浄機(9,600L/hr) ドレインシステム 廃燃料貯蔵タンク (1x1,584tons)	燃料系統は、当初の設備からは、次の点で変更されている。(付図表 2-1: Fuel Oil System 参照) ①燃料貯蔵タンク 2基のうち、1基は廃油の貯蔵タンクとして使用されている。 ②各機ごとに設置されていた清浄機は、損傷し、4機用1台で共用している。 ③Sulzer4, 5, Mirrlees の排熱ボイラーが撤去されているため、十分な蒸気がえられず、レギュレータ、清浄機は、4機のエンジンに対し2台で共用している(うち1台は故障中)。蒸気の代わりに電気ヒータを使用。 ④廃油のリサイクルシステムを遊休中のタンクを使用して検討中。(システムは、付図表 2-2:Waste Oil Recycle) ⑤廃油が油水分離層に戻ってきたあと、水分は海中に流出し、油分は廃燃料貯蔵タンクに返却される。
燃料系統 (DO:軽油)	燃料受入用可搬エンジンポンプ 燃料貯蔵タンク (120tons) 移送ポンプ (1.1kW)	DO の用途が、Mirrlees3 の始動・停止用、Mitsubishi6 の緊急代替用に限定のため、簡易なシステムとなっている。
海水系統	海水取水ポンプ(4x75kW) ストレーナー (4台) 熱交換器 (4台、海水・淡水間、 30→39.8℃、 2660m ³ /hr) 海水配管	①ESCOM の援助で海水ポンプ 4台入荷、取替準備中。海水取水ステーションの周囲にプラスチック廃材等の漂着物多く、排除が必要。 ②順調に稼働中だが、漏水、エンドプレート発錆、オーバーホール必要 ③海水配管、特に問題なし。 (システムは、付図表 2-3:Existing Cooling System 参照)
冷却水 (淡水) 系統	貯水槽 送水ポンプ (3x160kW) 熱交換器 (44.5→34℃、2500 m ³ /hr) 配管	①ESCOM の援助で 3台のポンプ入荷。No 2 取替作業中。 ②他のポンプも軸受・ブッシング等損傷あり、今後取替要。(システムは付図表 2-3:Existing Cooling System 参照)

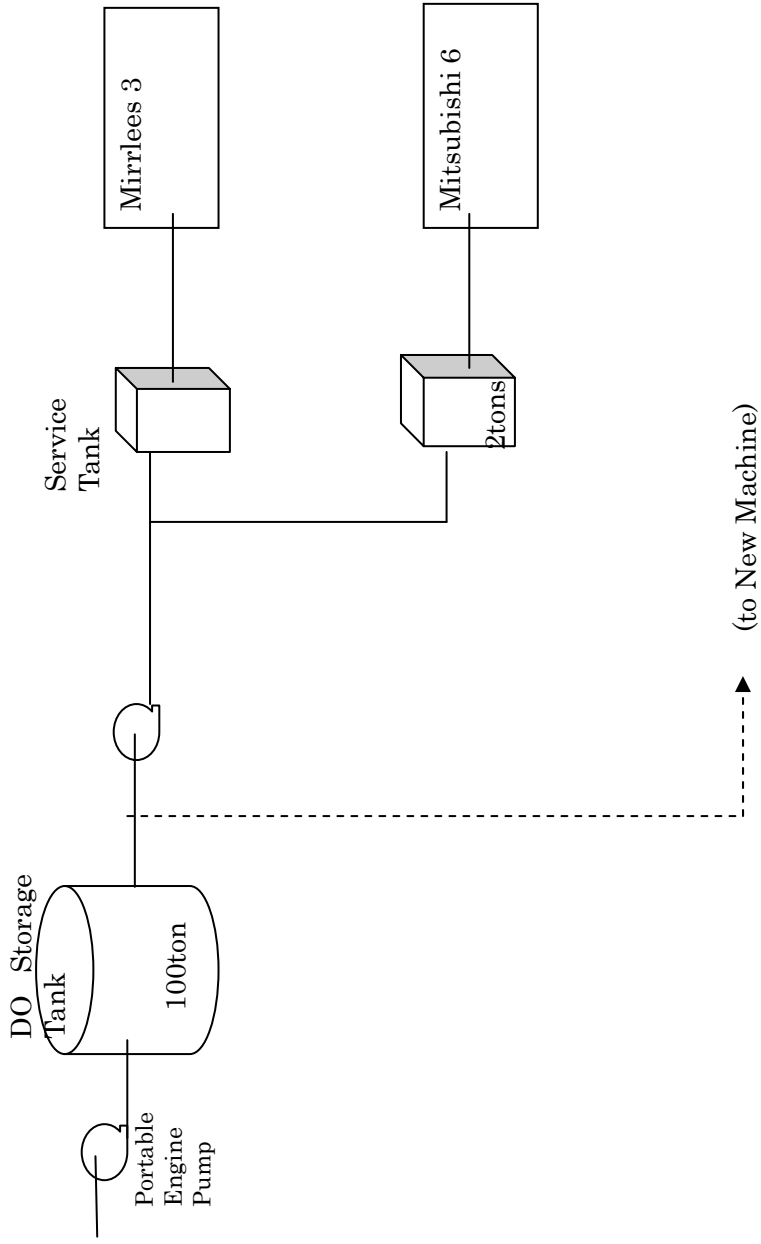
消火ポンプ系統	消火ポンプ 消火ポンプ配管 スプリンクラー	全ての消火ポンプが損傷。可搬型消火器に依存。スプリンクラーシステムも修理要。費用見積中。
11kV 配電盤	1 段積 19 面、ヨークシャー(英国) 製、SF6 ガス遮断器、25kA	発電所 1 階に設置。(レイアウト図は、付図表 2-4 H/T Switch Gear Room 参照)
監視制御盤	自立型及びベンチ型	発電所 2 階に設置。(レイアウト図は、付図表 2-5 Measurement Control Room 参照)
天井クレーン	35 トンクレーン 5 トンクレーン	海水ポンプ建屋の天井クレーンは、ESCOM の援助で交換。
Workshop	旋盤、ボール盤、平面研削盤、 溶接機など 噴射弁修理場・油圧試験機 電気試験盤、巻線乾燥炉など	機械・電気・油圧の保全用の工具中心に一応は揃っている。工作機械も修理用。

付図表 2-1 Fuel Oil System

HFO(Heavy Fuel Oil) System

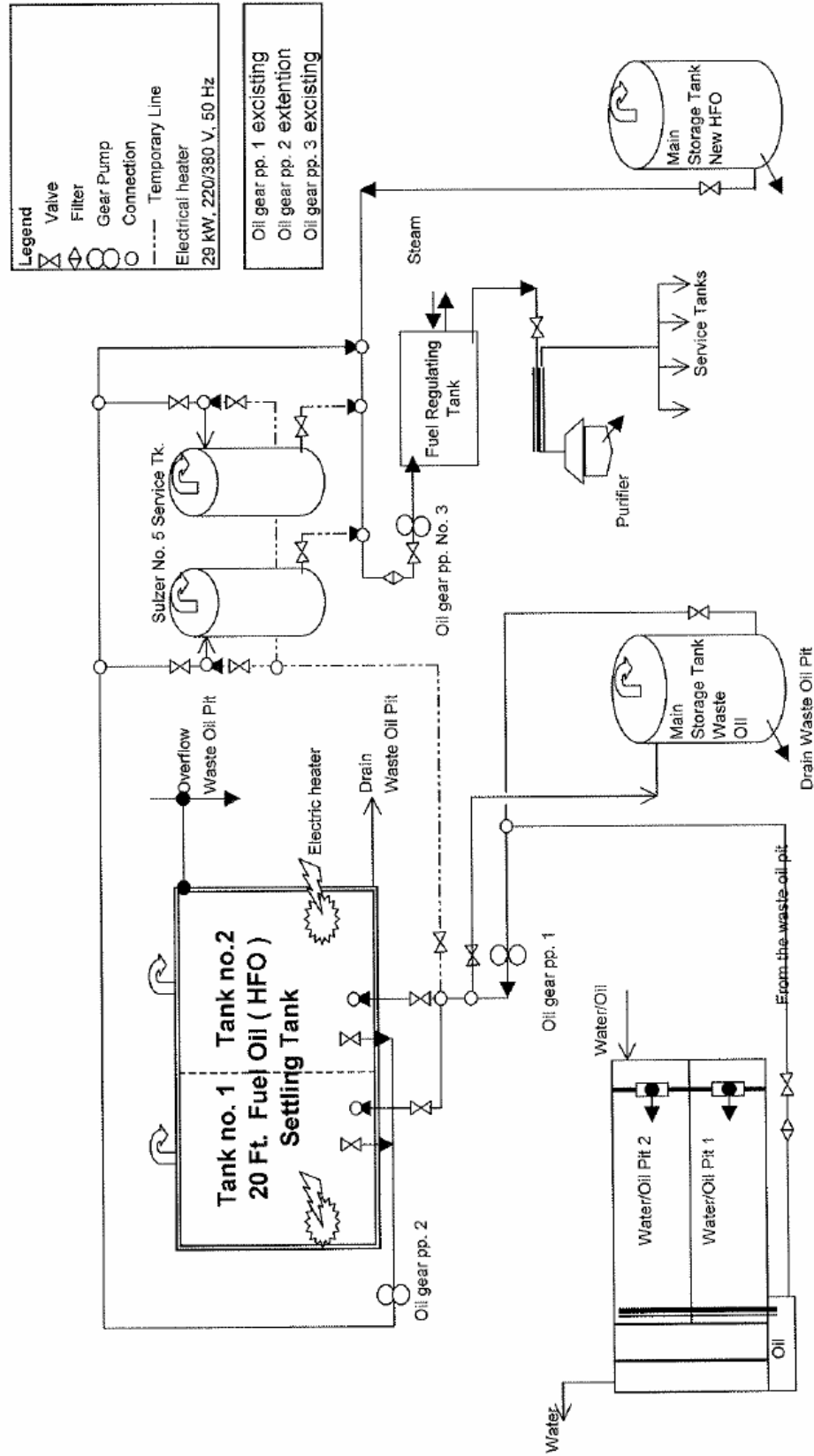


DO(Diesel Oil)System

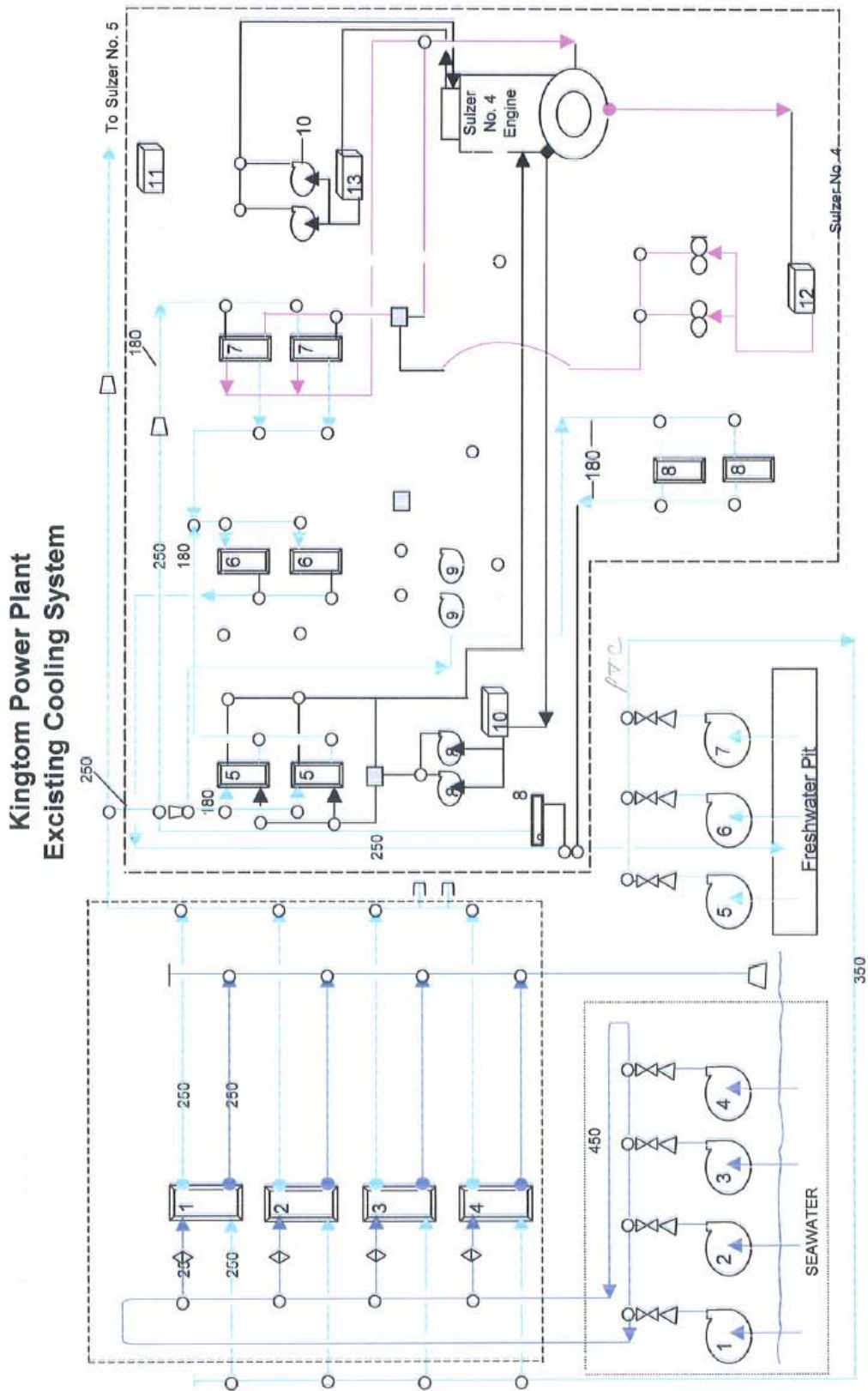


付图表 2-2 Waste Oil Recycle

Waste Oil Recycle Version 2



























付图表 2-3 Existing Cooling System



Kingtom Power Plant Existing Cooling System

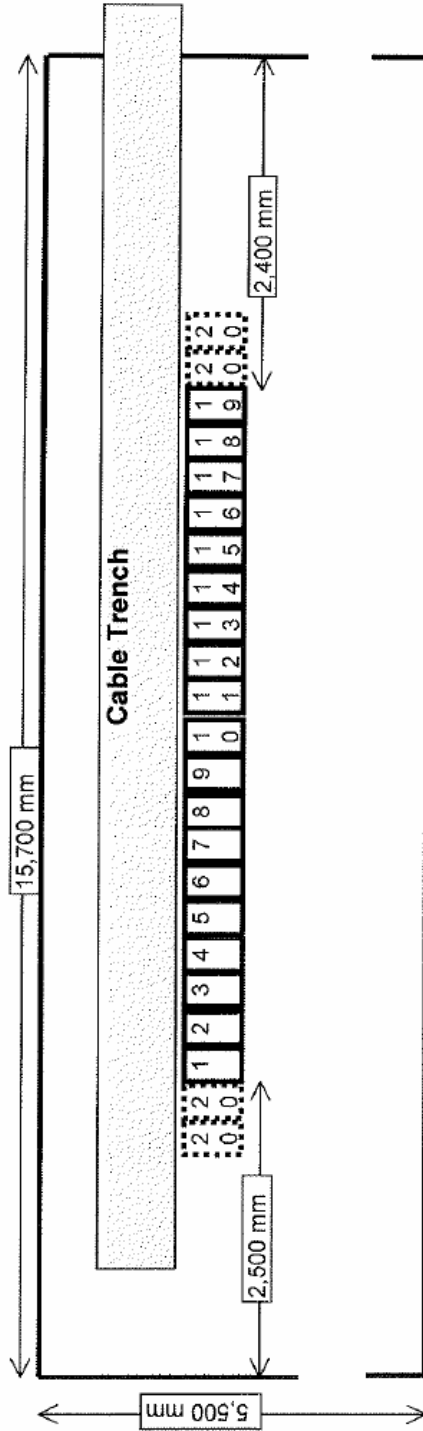
Legende

	Seawater pump no. 1 - 4	
	Freshwater pump no. 5 - 7	213.2 m ³ /h 34.1 m-H
	Piston cooling pump no. 8	
	Jacketwater pump no. 9	
	Injector cooling pump no. 10	
	Lube oil pump no. 11 - 12	
	Sea - Freshwater cooler no. 1 - 4 SW= 2660 m ³ /h -- 30--39.8 °C -- 0.7 bar FW= 2500 m ³ /h -- 44.5-34 °C -- 0.6 bar	
	Piston water cooler no. 5	 Piston cooling water tank no. 10
	Jacket water cooler no. 6	 Jacket water compensator tank no. 11
	Lube oil cooler no. 7	 Lube oil ground tank no. 12
	Valve	 Injector cooling water tank no. 13
	Non-return valve	 Charge air cooler no. 8
	Alternator air cooler no. 8	 Automatic thermostate
	—256— Diameter of pipe in mm	 Pipe reducer
		 Freshwater connection to former M.A.N. engines
		 Seawater filter
		 Flow direction

付图表 2-4 H/T Switch Gear Room

Kingtom Power Plant

H/T Switch Gear Room



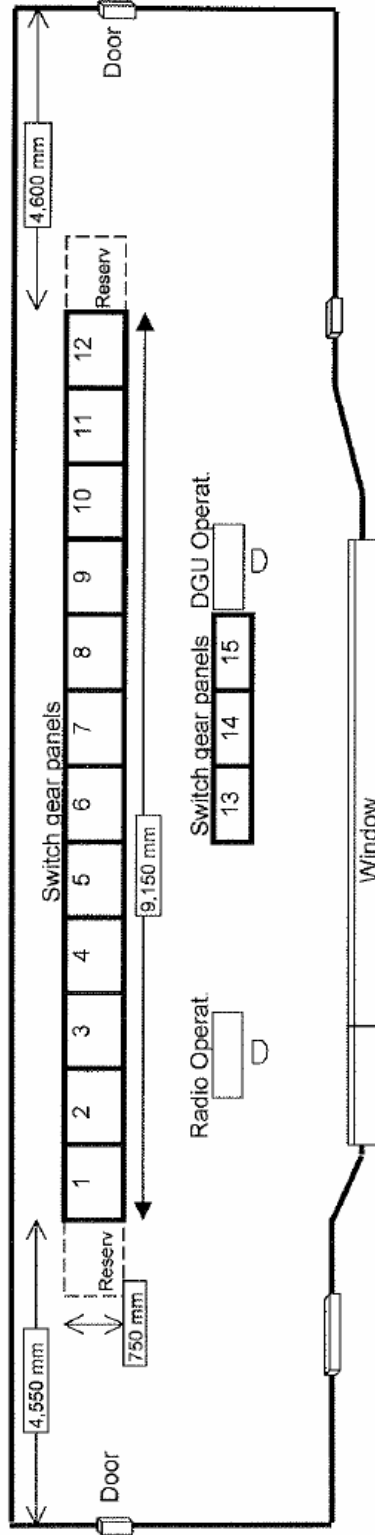
Yorkshire Switchgear YSF 6

11 KV	
1 = Station Transformer 2 (630 A)	11 = Metering/Neutraliser Bus A (630 A)
2 = Falcon Bridge 3 (630 A)	12 = Falcon Bridge 1 (630 A)
3 = Unit no. 6 Mitsubishi (630 A)	13 = Brooksfeld Feeder 1 (630 A)
4 = Mandalay Street (630 A)	14 = Unit no. 5 Sulzer (1250A)
5 = Freetown 161 KV Sub Feeder 2 (1250A)	15 = Congo Cross 1 (630 A)
6 = Brooksfelds Feeder 2 (630 A)	16 = Freetown 161 KV Sub Feeder 1 (1250A)
7 = Unit no. 4 Sulzer (1250A)	17 = Standby Sets (Deutz no. 3/4) (630 A)
8 = Falcon Bridge 2 (630 A)	18 = 11/33 KV Transformer (Mirrless no.3 (1250A)
9 = Metering/Neutraliser Bus B (630 A)	19 = Station Transformer no. 1 (630 A)
10 = Bus Section (Bus Switch) (630 A)	20 = Reserve place

付图表 2-5 Measurements Control Room

Kingtom Power Plant

Measurements Control Room



1 = Metering Panel

2 = Feeder Panel

3 = Feeder Protection Panel 1

4 = Feeder Protection Panel 2

5 = Automatic Voltage Regulator Sulzer No. 4

6 = Operation Panel Sulzer No. 4

7 = Common Synchronising Panel no. 1

8 = Common Synchronising Panel no. 2

9 = Operation Panel Sulzer No. 5

10 = Automatic Voltage Regulator Sulzer No. 5

11 = Operation Panel Mirrless No. 3

12 = Synchronisation Panel Mirrless No. 3

13 = KHD Operation Panel (Table height - Engine Scrap)

14 = Collective Alarm Panel Mitsubishi No. 6 (Table height)

15 = Operation Panel Mitsubishi No. 6 (Table height)

Extension of the panels are possible, floor have to be opened

No Scale

付図表 3 各メーカーの推奨する保全項目

(経過時間単位：Hr)

Sulzer		Mitsubishi		Mirrlees	
経過時間	内容	経過時間	内容	経過時間	内容
150		2500	シリンダーカバー開放点検、燃料噴射弁点検、クランク軸変形測定、燃料ポンプデフレクター交換、ターボチャージャー接続部点検、燃料制御リンク部品点検、エンジン空気入口マニホールド、クランク室内部点検、エンジン固定ボルト増締、	Weekly Or 各 150 毎	排気弁点検、緊急停止ギヤ・燃料制御ギヤ・ガバナ連結機構に注油、制御空気潤滑点検、クランクケース真空・ドレインファンフィルター点検、燃料弁冷却システム点検、
500	潤滑油点検、ピストン冷却部清掃				500
1500	冷却水点検、燃料噴射弁試験、			1000	クランクケース抽気フィルタ清掃、重油弁注油、主軸受・終端軸受ナット点検、安全装置点検、過給機潤滑油交換
3000	エンジン潤滑油分析、燃料噴射弁清掃、クランク軸の変形測定、燃料フィルタ清掃	5000	2500 時間の点検項目に加えて、ピストン清掃点検、ピストンリング 2 個交換、	1500	エアフィルタ清掃、シリンダー最高圧点検、弁間隙測定、
		7500	2500 時間の点検項目に加えて、シリンダー排気弁座交換、燃料噴射弁ノズル交換、吸入空气管ガスケット類交換、ピストンリング交換、クランクピン軸受交換、主軸受（下部）交換、スラスト軸受点検、クランク軸ピン・ジャーナル部研磨、燃料ポンプデフレクター交換、燃料系統点検、過給機軸受点検・伸縮継手交換、起動空気系統点検、燃料制御リンク部品点検、その他補助機構点検	3000	吸気冷却器清掃点検、クランク軸芯チェック・記録、排気弁清掃・研磨、シヤクット水、潤滑油冷却器点検、燃料噴射弁清掃
6000-8000	噴射弁・安全弁点検、連結棒軸受間隙、シリンダー・ピストン開放点検、カムシャフト及び関係弁・起動弁点検	10000	2500 時間の点検項目に加えて、燃料噴射弁ノズル交換、起動空気制御弁点検	6000	カム軸ローラー弁点検、連結棒軸受間隙・固定子点検、シリンダーヘッド炭素除去・水冷部、各種弁類点検、シリンダーシヤクット洗浄、シリンダー内部の磨耗点検、燃料制御機構点検、燃料フィルタ清掃、燃料ポンプ点検、ガバナ点検、潤滑油制御弁、クランクケース清掃
12-20000	主軸受・連結棒軸受点検シリンダー内径測定、クロスヘッド間隙点検、過速度遮断関係機器点検	12500	2500 時間と同じ	12000	主軸受磨耗点検、カム軸・ローラー・軸受点検、吸気マニホールド点検・Oリング交換、本体ボルト点検締付、連結棒・油路清掃、ピン間隙、軸受磨耗点検、クランク軸・軸受磨耗・寸法点検、クランク軸バランスウェイト確認、シリンダー水シヤクットスケール除去、シリンダーライナー清掃・磨耗点検、排気マニホールド、会館、消音器点検、キヤ点検、ガバナ駆動ゴムクッション点検、潤滑油ポンプ・系統点検、ピストン炭素除去、油冷却部清掃、ピストンリング間隙点検、起動システム点検・試験、T/C 点検、燃料弁冷却系統清掃、過速度ガバナ清掃
		15000	7500 時間の項目に加えて、主軸受（上下）・スラスト軸受交換、燃料ポンプ・プランジャー・同スプリング・出口弁交換、過給機スラスト・ジャーナル軸受・空気入側伸縮継手交換、燃料系統弁座、スリーブ交換		
		22500	7500 時間の項目に加えて、ピストン締付ボルト交換、連結棒ボルト交換、過給機ノズル・出側カバ付交換、		
4 year	スラスト軸受点検、連結棒張力点検、ガバナ駆動間隙・ガタ点検	30000	15000 時間の項目に加えて、シリンダーカバー吸気弁座交換、燃料噴射弁交換、ピストンピンブッシュ交換、シリンダーライナー交換、その他の補機バアリング交換	18000	ダンパーオイルシール交換、全部分清掃、間隙測定
				50000	ダンパーバネ部交換

付図表 4 Sulzer4 保全経歴

年	年間停止時間(hr)	年間利用可能率(%)	主な停止理由、計画保全、突発停止・修理状況
1979			運転開始、その後、記録不詳。
1999～2000		88.49	WB の援助で、Lahmyer International が実施した 発電所全体の Rehabilitation Package の中で、8 個の主軸受の交換を含む計画保全を実施
2002		92.22	6000-8000 時間計画保全実施。振動分析実施
2003		75.59	12000 時間計画保全実施。4 月突発停止。発電機ロータコイル損傷修復。12 月突発停止により、燃料系など大幅な補修実施。
2004		70.78	3～5 月、燃料噴射系、シリンダーヘッド・ライナー等突発故障多く、補修作業。6～8 月燃料系、排気系故障多し。
2005		71.29	2 月から、エンジン主要部（燃料噴射系、水冷部など）の故障多し。排気マニホールドの故障が重症であり、過給機を含め修理・交換準備しながら運転。稼働率低下。

付図表 5 Sulzer5 保全履歴

年	年間停止時間(hr)	年間利用可能率(%)	主な停止理由、計画保全、突発停止・修理状況
1980			運転開始、その後、記録不詳。
1998			大修理。
2000			1 月：過給機ロータシャフト交換。
2001		79.95	5 月：本停止から、次月計画保全につながる。 6 月：計画保全（1998 年の大修理から 20,588 時間の時点で 9,000 時間目の大修理を実施）シリンダーライナー、ピストン、吸気系統、ターボチャージャー、冷却系、燃料系、潤滑系
2002		71.07	8 月：突発停止。全面的な保全実施。 12 月：突発停止。ピストン、シリンダーライナー等保全。
2003		64.48	1～2 月：突発停止後、計画保全：英国人コンサルタントによる振動計測の結果により実施。クロスヘッド、主軸受交換など。発電機保全。
2004		78.47	7 月：48 時間計画保全。 10 月：48 時間計画保全。
2005		33.53	4 月：排気マニホールド・伸縮継手等に大規模故障。一部修理、一部予備品到着待ちで停止継続中（2006 年 3 月）

付図表 6 Mitsubishi 6 保全履歴

年	年間停止時間(hr)	年間利用可能率(%)	主な停止理由、計画保全、突発停止・修理状況
1995			運転開始
1995-2001			(記録不詳) 1998年10月：クランク軸ピン7番温度上昇のため停止。ラメヤー社に調査依頼。クランク軸ピン7番8番、主軸受損傷。その後、クランクシャフト交換決定・手配。大修理(リハビリ)実施決定。
2002		66.99	4月：リハビリ終了、運転再開。8月を除き運転順調。
2003	5,139	57.54	2～3月：突発停止後、燃料系、シリンダー関係修理 6月：シリンダージャケット冷却水重油混入。燃料噴射弁関係清掃。 7月：空気圧縮機部品到着で修理。シリンダーカバー水漏れ修理。 8～10月運転停止： 10月：機械・電気全面保全。燃料弁ブッシュ予備品不適合加工。重油清浄機部品到着・保全。 11月：燃料噴射弁故障、シリンダーカバー水漏れ・交換。 12月：前月と同様の保全。
2004	5,913	55.35	1～2月：燃料噴射弁故障、シリンダーカバー水漏れ。 3月：性能不全のため全面修理(オーバーホール)実施決定。 4月～7月第1週まで：計画保全。20時間運転後、シリンダーカバー故障により、再度停止。 7～10月：シリンダーヘッド予備品到着待ちで停止。 11月：シリンダーヘッド、燃料噴射弁等修理。重油清浄機故障、再開できず。
2005		66.26	1月：シリンダーヘッド、排気ガス系統故障多し。 2月：吸気フィルター、吸気冷却機清掃。 7月～(2006年1月)：前回オーバーホールから13,356.9時間の時点から、9,000時間目の計画保全を実施。クランクピン No.2 に対し、メーカーと連絡取りながら、硬度確認しながら切削(6mm)。その後、メーカーより、出力90%に低減の指示受ける。
2006			2月：運転再開。

付図表 7 Mirrlees3 の保全履歴

年	年間停止時間(hr)	年間利用可能率(%)	主な停止理由、計画保全、突発停止・修理状況
2002		62.36	2月：運転開始 5～7月：突発停止。(記録なし)
2003		70.01	2月：計画保全 8～9月：計画保全(6000時間保全) 11月：1000時間保全
2004		70.10	1月：1000時間保全 4月：1000時間保全 7～9月：突発停止後に、12000時間保全。 12月：1000時間保全
2005		71.08	1～4月：突発停止。過給機1台交換。 6月：1000時間保全 9月：3000時間保全 11月：1000時間保全。
2006			2月～：6000時間計画保全のため停止中。

付図表 8 4サイクル機関と2サイクル機関の比較

	4サイクル機関	2サイクル機関
利点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 燃料の損失が少なく熱効率が高い 2. 掃除作用が確実である。 3. シリンダーの寿命が長い。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 同一シリンダーの容積で高い出力が得られる。 2. 構造簡単で、取り扱いが容易である。 3. はずみ車は小さくてすむ。
欠点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 構造が複雑で容積も大きい。 2. 大きなはずみ車が必要である。 3. サイクル機関に比べ、同じ容積なら馬力は少なくなる。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 排気の排出が不十分となりやすく、排気ポートが汚れれば一層悪くなる。 2. 圧力の高い掃気を送り込む装置が必要である。 3. 行程の20%以上が排気ポートのために使用されることから、有効行程がそれだけ小さくなる。

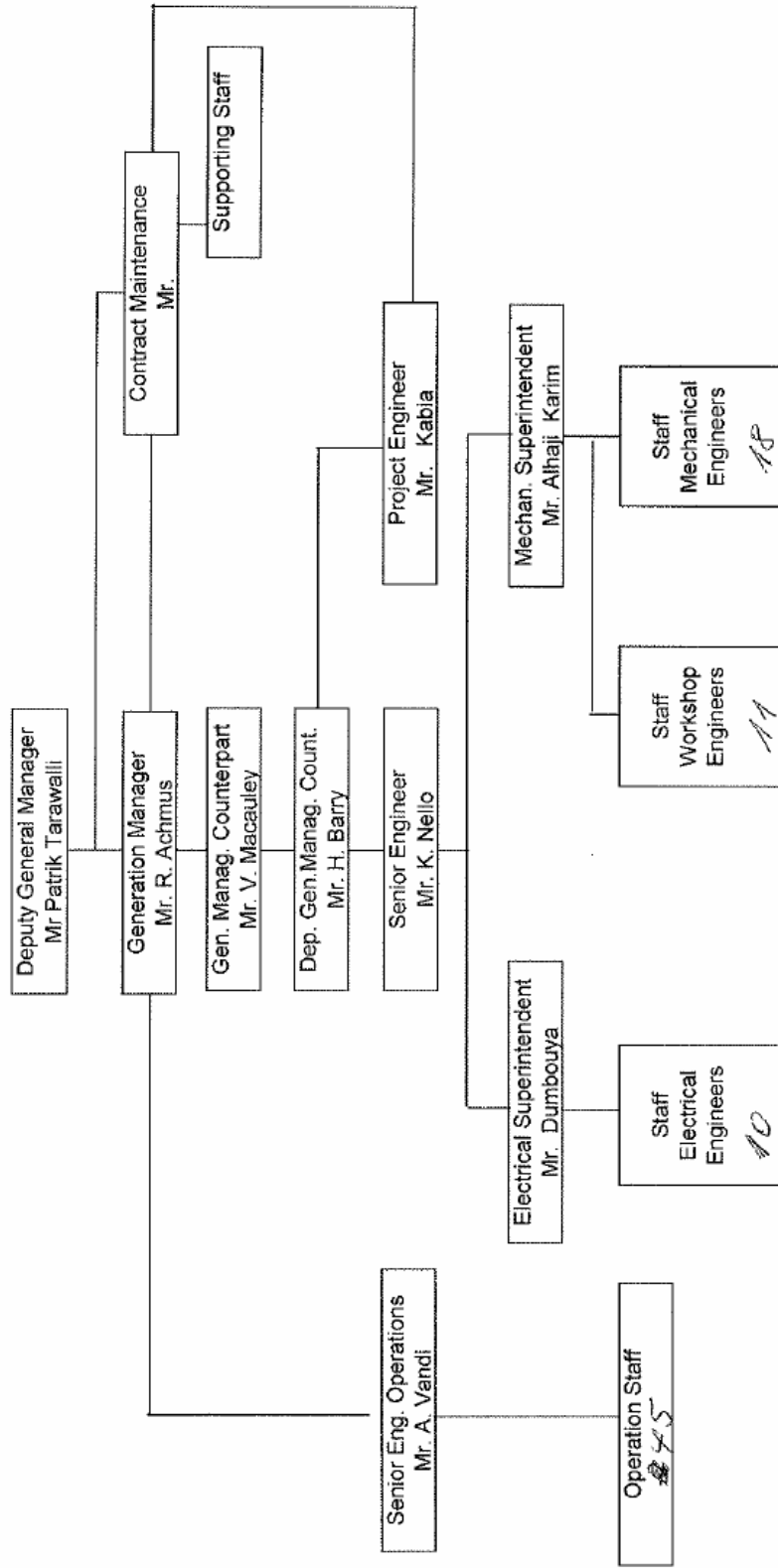
(出典：長谷川静音著「船用ディーゼル機関教範」成山堂書店刊)

付図表 9 NPA トレーニングセンター概要

内容
<p>1. NPA 本部の Administration Head に属しており、Kingtom Power Station の敷地内にある。</p> <p>2. 本 Centre は、1984 年、ドイツ政府の援助で建てられたものであり、内戦 2 年間の休止があった。15 回の修了者を輩出。座学用の教室棟と実技訓練用の Work Shop から構成されている。</p> <p>3. 教育訓練のコースは、機械と電気に分かれており、教師側は、機械、電気とも各 Head of Instructor の他各 4 名の Instructor がいる。</p> <p>4. コースは 3 年制で、各学年、機械、電気各 14 名の Trainee がいる。</p> <p>5. カリキュラムは、1 年目は、機械・電気共通で 3 ヶ月間は、Basic の勉強をし、その後分かれて、理論と実技を同時にやりながら学ぶ。 2 年目は、週に 1 回水曜日のコースであり、配属先（就職先）から来る。 3 年目は、Work Shop で理論と実技を Full time で学ぶ。</p> <p>6. 3 年間のコース修了時には、下記の内容を記した、Certificate が授与される。</p> <p>1) 電気コースの場合には、修了科目として、</p> <p style="padding-left: 20px;">Theory: Electrical Calculation Electrical Technology Electrical Technological Drawing Electronics Protection & Regulator</p> <p style="padding-left: 20px;">Practical: Basic Metal Works Installations Control Circuit Line & Cable Network Winding Electric Appliances Repair Projects Work</p> <p>2) 機械のコースの場合には、</p> <p style="padding-left: 20px;">Mechanic General: Technological Mathematics Workshop Technology Technical Drawing Diesel Technology Basic Electricity</p> <p style="padding-left: 20px;">Practical: Bench Work Gas 6 Arc Weld Diesel Fitting Machining Pipe Fitting Projects</p> <p>7. 本 Centre 修了後は、NPA に就職が保証されているわけではなく、開所後何年かは、NPA の採用はあったものの、その後は、採用なく、各自が、民間会社などの就職口を探す必要がある。</p> <p>8. Work Shop は、機械と電気に分かれており、3 年生と 1 年生が合同で使用しており、上記コース修了のための設備が古いものがあるが、揃っていた。</p>

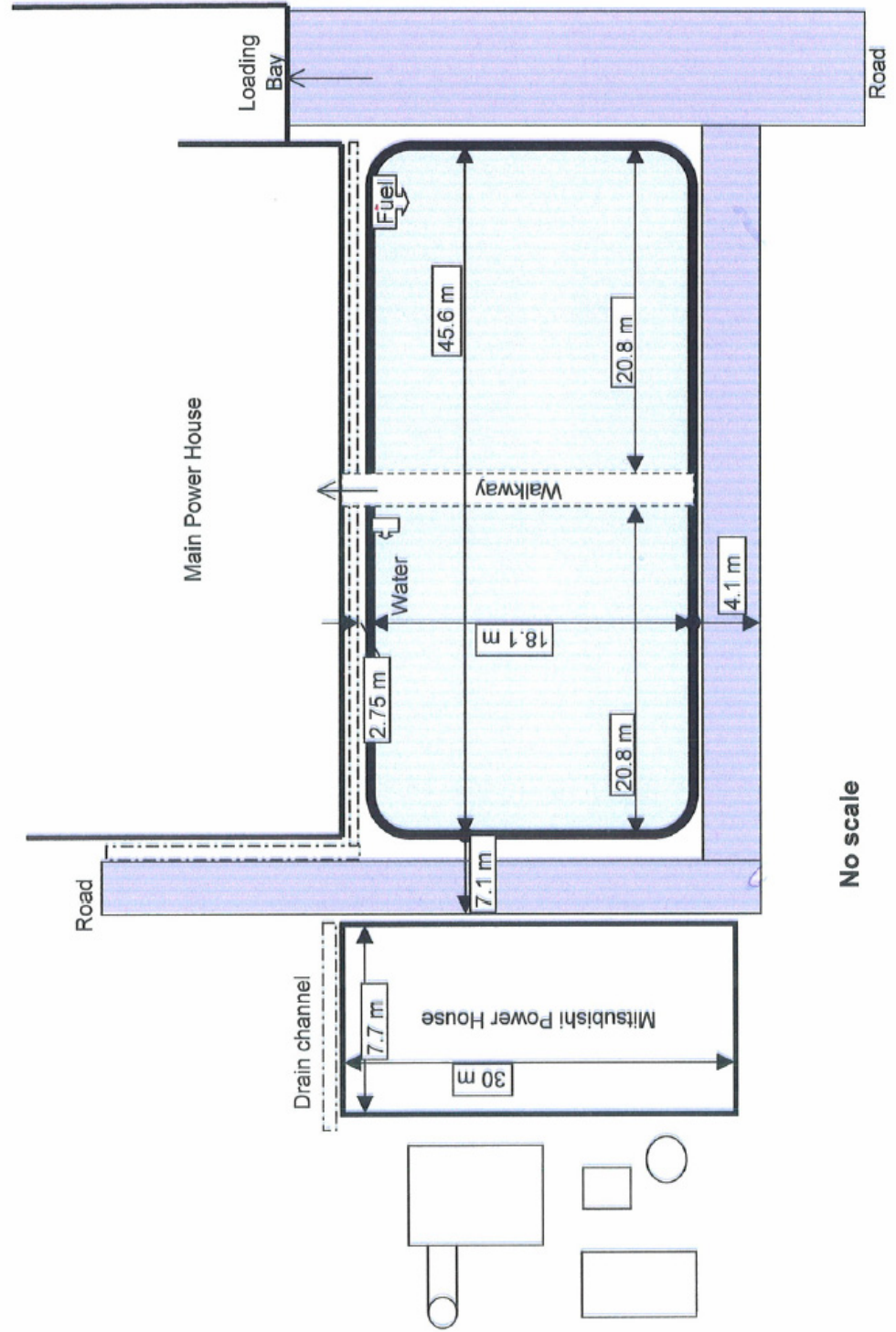
付図表 10 Kingtom Power Station の組織

Emergency Restructuring - Generation Division / Kingtom Power Station



付图表 11 Free space for new installation 2 x 5 MW

Kingtom Power Plant
Free space for new installation 2X 5 MW



No scale

付図表 12 燃料（HFO）成分比較

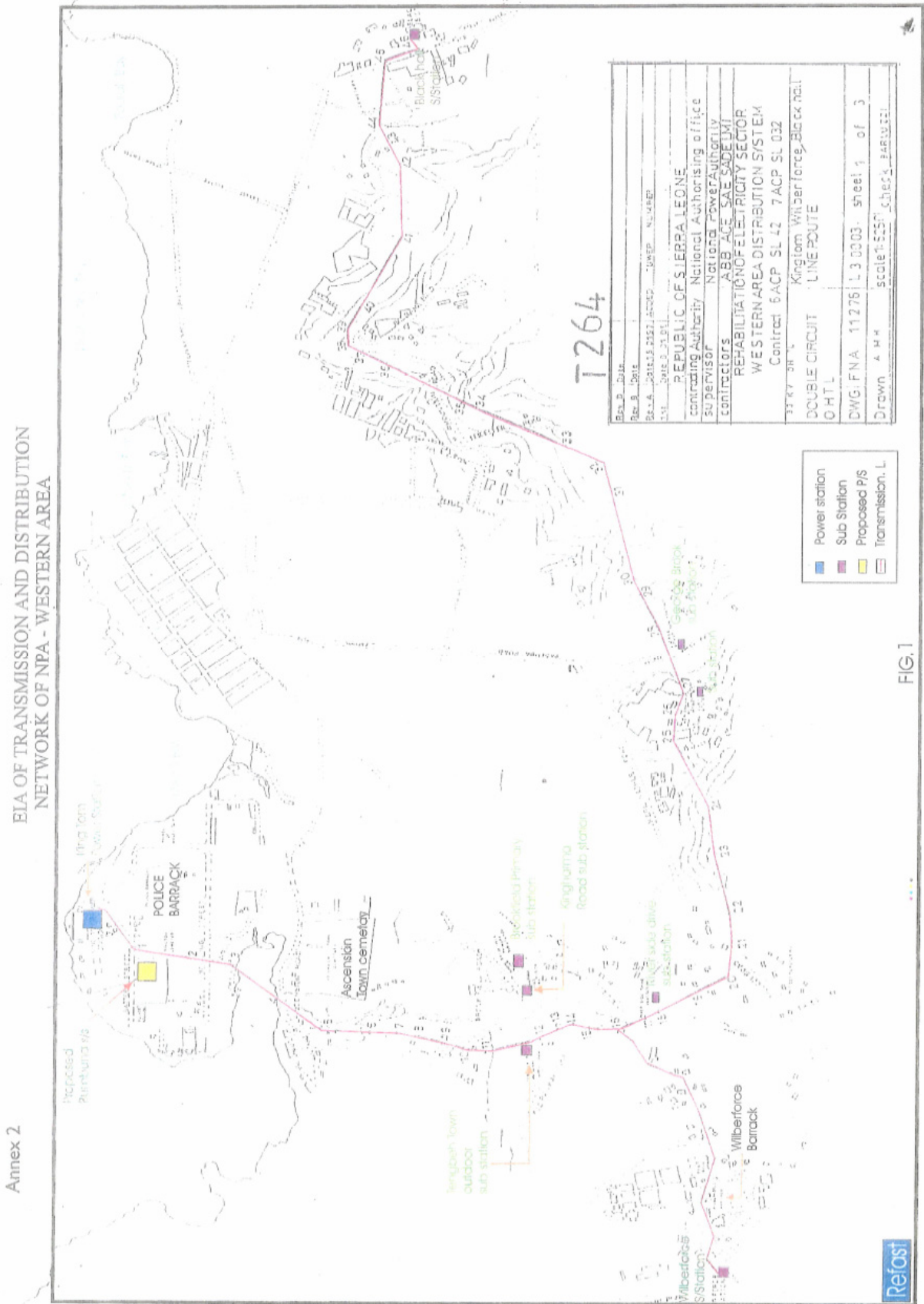
成分	キングトム（NP データ） < 最大値 >	重油 3 種 1 号（C 重油） (JIS K2205)
比重 (kg/l)	0.96	
動粘度 at 50°C (cst)	175	250
動粘度 レッドウッド秒 at50°C	1300	
流動点 (°C)	23.9	
引火点 (°C)	65.6	70
残留炭素分 (%wt)	12.0	
水分 (%vol)	1.0	0.5
灰分 (%wt)	0.12	0.1
沈殿物 (%wt)	0.25	
全硫黄分 (%wt)	2.5	3.5
バナジウム (ppm)	150	
ナトリウム (ppm)	80	
アスファルト (%wt)	3	

付図表 13 Fresh Water（市内飲料水）

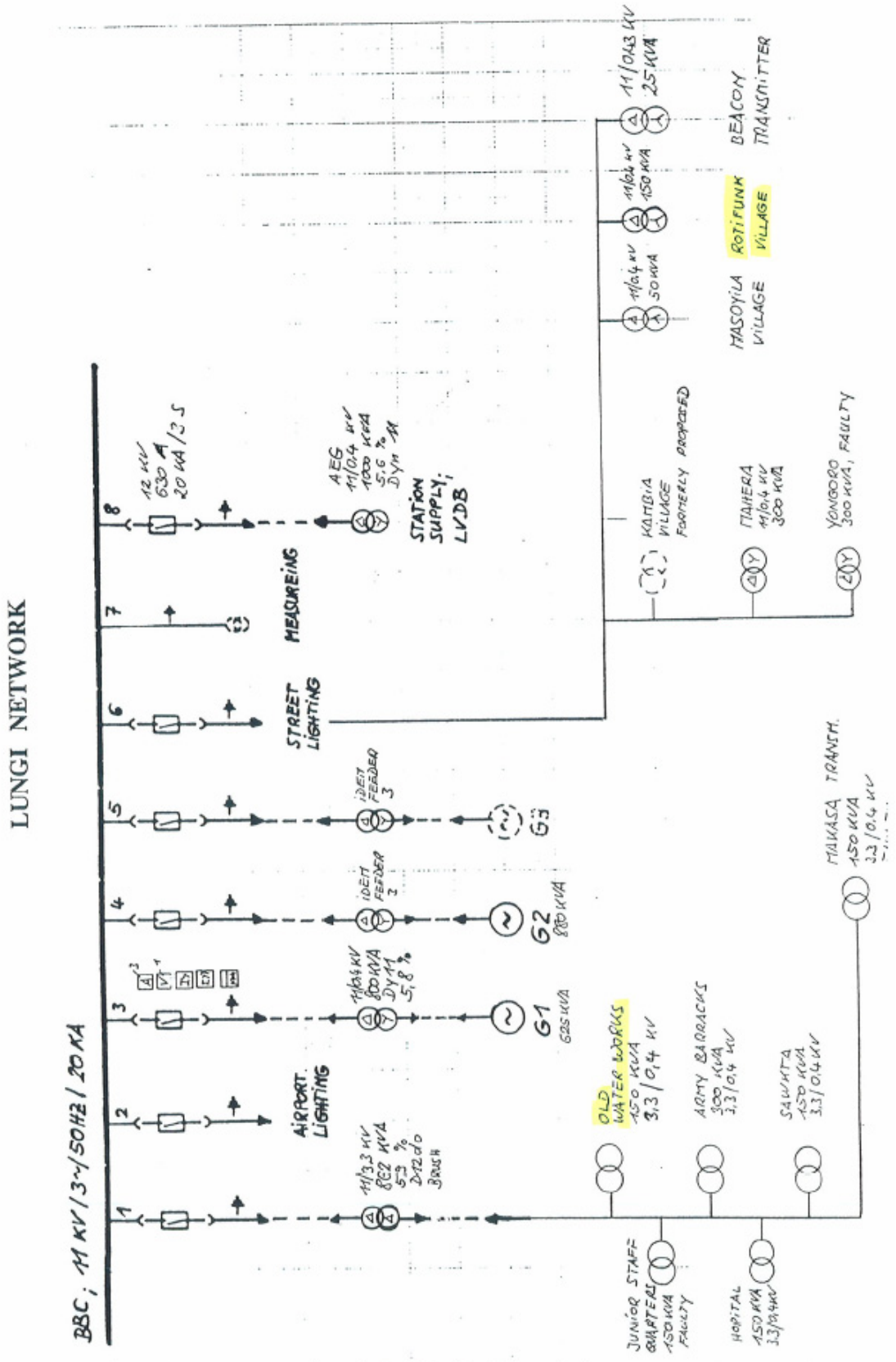
成分・水質	含有量
濁度 (NTU or Kaolin turbidity unit)	3.5 units
色 (Pt-Co unit or others)	5 units
pH	7.0
鉄分 (mg/l)	0.1
マンガン (mg/l)	0.05
硬度 (mg/l)	50
アンモニア (mg/l)	0.02
亜硝酸塩 (mg/l)	10
BOD (mg/l)	0.5

GUMA Dam: Mr. Prince Moore Sourie から受領)

付図表 14 33 kV 送電線計画ルート (Power and Water Project)



付図表 15 ルンギ地区配電系統図



Kambia 電力関係資料

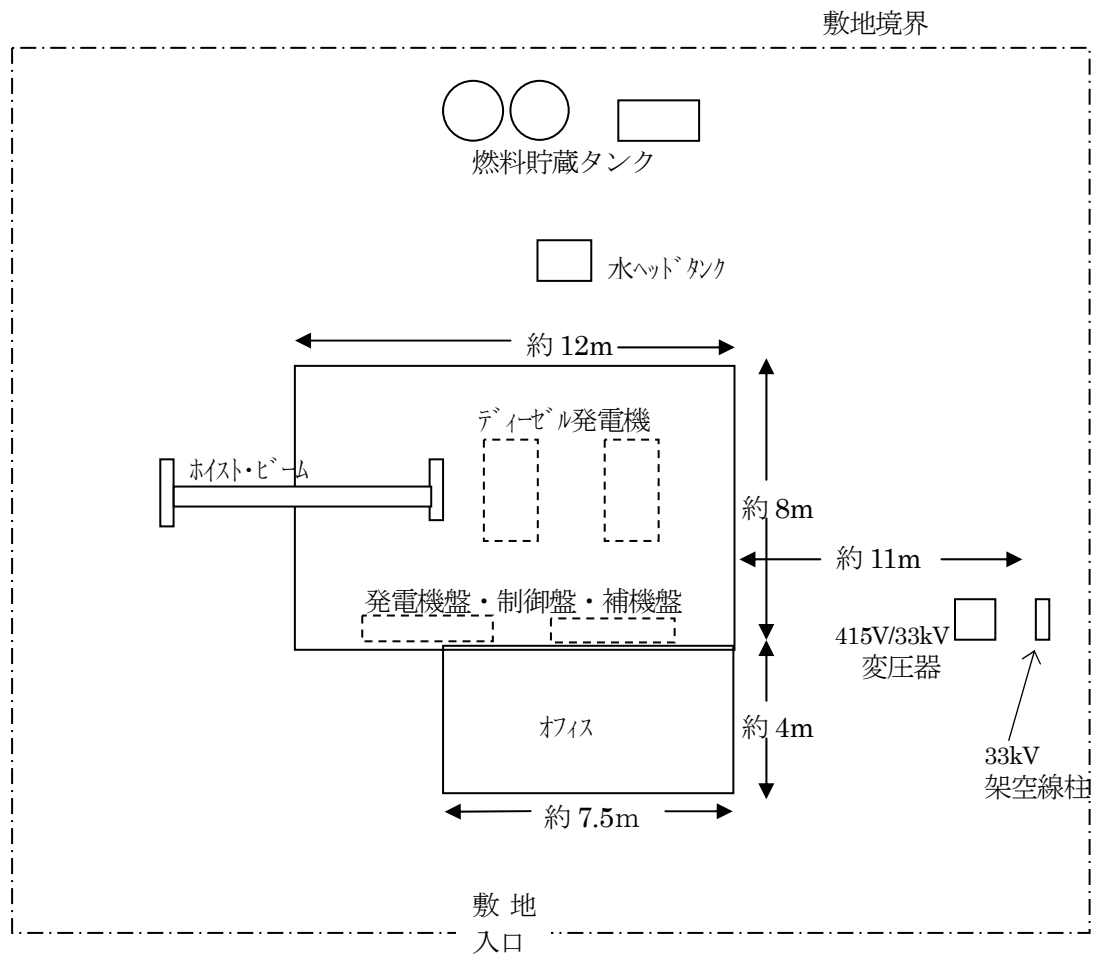
1. Kambia Power Station 訪問：

- 1) 内戦によって10年以上廃墟のままとなっている Power Station を訪問。
- 2) 添付別紙の通り、ディーゼル発電機 250kVA2 台の設備跡を視察した。NPA の要請は、この場所に 650kVA の発電設備を設置するものである。
- 3) 既設の設備で、使用できそうなものは、せいぜい、建屋、燃料貯蔵タンク、ホイストビーム程度であり、650kVA のディーゼル発電設備の計画に合わせて、再検証される必要がある。建屋も傷んでおり、必要な修理が必要である。建屋の大きさは、650kVA のディーゼル発電設備には十分である。
- 4) 屋外の燃料貯蔵タンクは、3基あわせて、25m³ であり、9日間程度の貯蔵能力である。現地のエンジニアの反応は、そんなに頻繁には、燃料の供給は得られないとのことであった。
- 5) 625kVA 発電機は、この容量では、屋外型パッケージもあり、電圧も 3.3kV あるいは 6.6kV が標準であるため、所内補機用の変圧器、及び送り出し電圧如何では、11kV あるいは 33kV への昇圧変圧器の設置が必要となる。
- 6) Kambia 市内には、現在、次のような自家発電設備がある。
 - ・病院：350kVA1 台、150kVA1 台
 - ・警察：5kVA
 - ・州事務所：5kVA

2. Rokpur Power Station 跡訪問：

- 1) 内戦により、廃墟と化した、発電所跡を訪問した。屋外には、パッケージ型のディーゼル発電機が斜めに倒れていた。屋内にも、発電機が 4 機設置されていたが、取り外され、持ち去られたような跡であった。
- 2) NPA からの要請には、本発電所は含まれておらず、33kV 架空線での電力供給が要請されているようであり、Rokpur では、Water Supply System への 11kV 配電が要請されている。そのため、本発電所を利用するかいなかいは、検討を要する。
- 3) しかし、NPA が、33kV での Kambia からの送電を考えているのであれば、復旧後の Kambia 発電設備の能力、33kV の送電線の建設コストおよび送電損失を考えると、Rokpur に単独の発電所を設置することも検討されるべきと思われる。

Kambia Power Station(Existing)

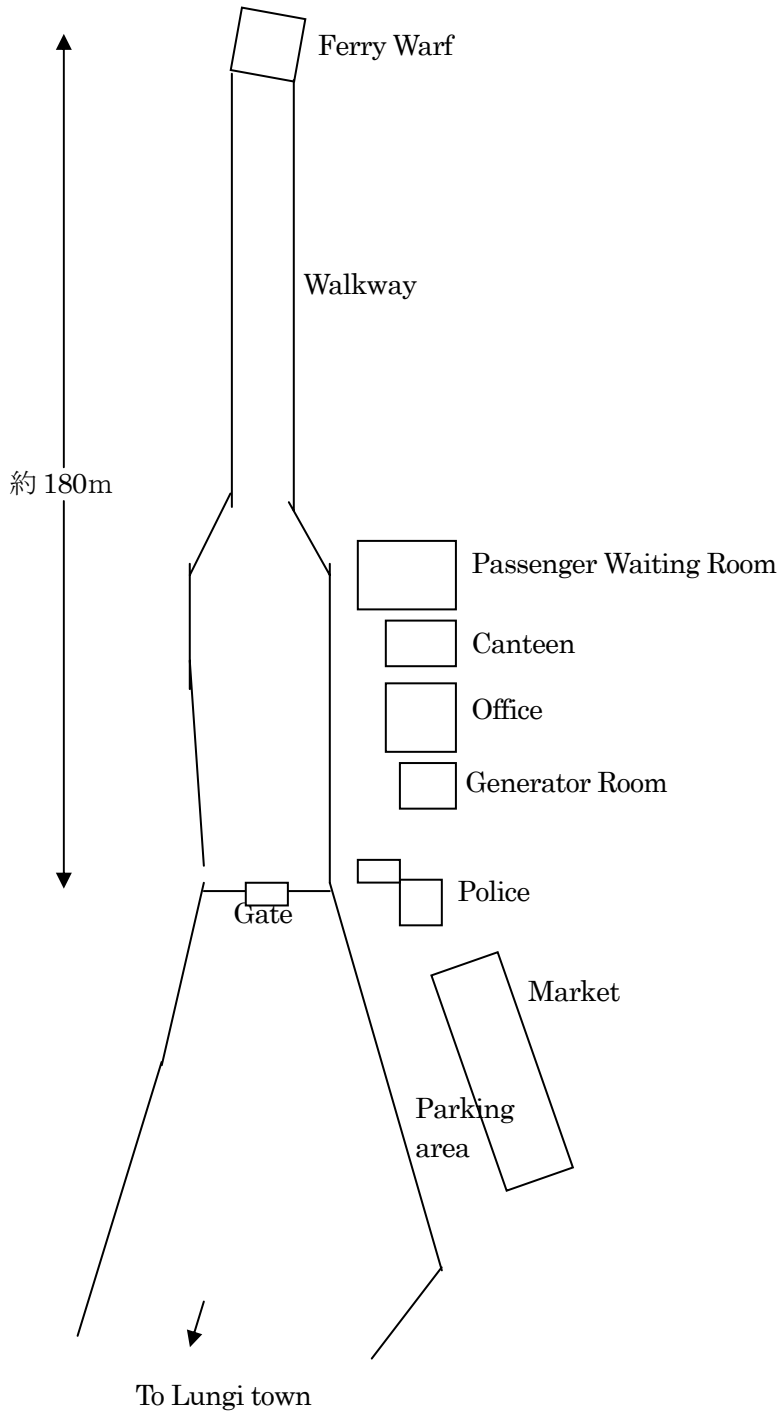


1. 上記敷地内に、発電設備及び33kV送出しのための変圧器・送電柱が設置されていた。
2. 発電機本体の仕様（銘版）は下記の通りである。
 - 1) ディーゼル発電機：
 - ・ メーカー・名称：STOCK WERKSPOOR DIESEL. ZWOOLE-HOLLAND
 - ・ Type:R0158, RK 322, BOUWJ 1979 BORING 150, SLAG 225
 - ・ Motor No.20805, CMW/MIN. 1.000
 - 2) 発電機：
 - ・ メーカー・名称：SMIT SLKKERVEER HOLEC HOLLAND
 - ・ 250kVA, 415V, 348A, 200kW, 1,000rpm, 50Hz, 3ph
 - ・ EXC.: 14V, 25A Class F/F
 - ・ Duty Continuous
 - ・ IEC34-1, 2200kg
3. 屋内のディーゼル発電設備、電気関係設備は、すべて破壊されている。その他の設備も10年間使用されていない。
4. 屋外設置の燃料貯蔵タンクは、縦置2基（各1,500ガロン）、半地中埋設横置1基(2,500ガロン)であり、内部清掃の後、再使用の可能性がある。
5. 建物そのものも、相当痛んでいるが、若干の修復の後、使用できる可能性がある。

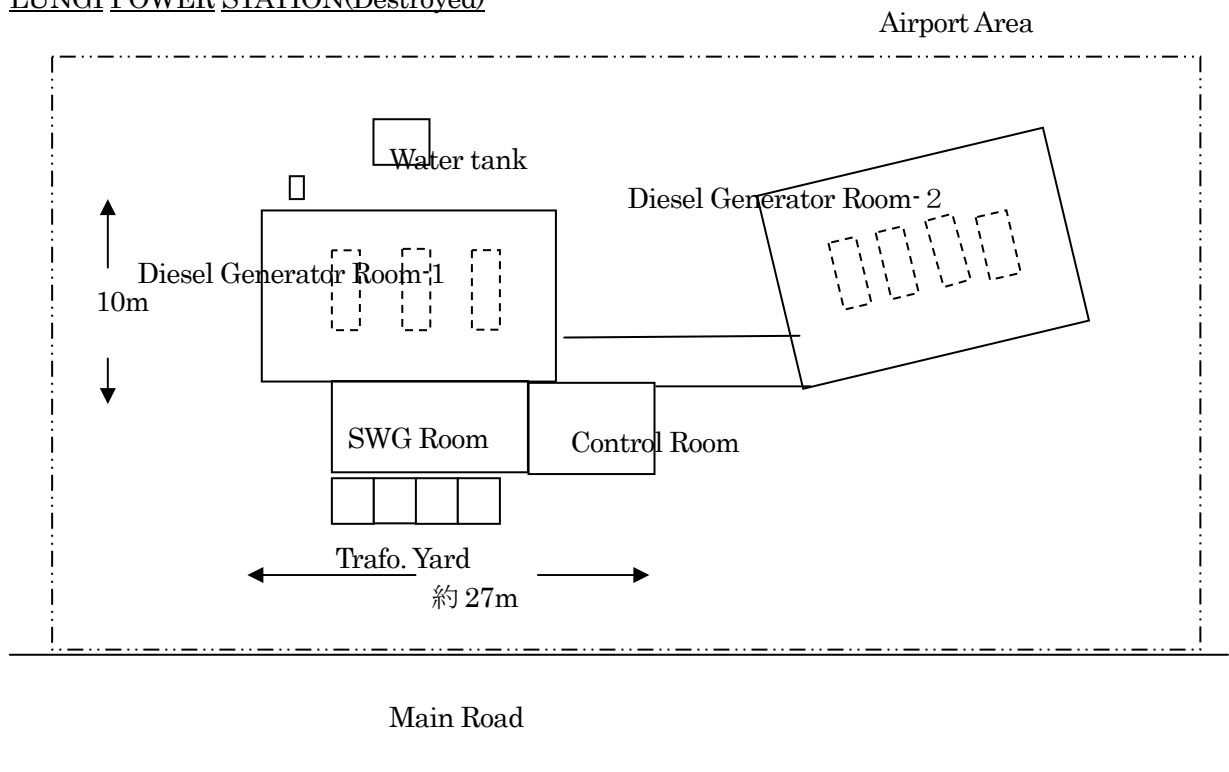
Lungi 地区電力関係資料

1. TAGRIN Ferry Terminal 地区
 - 1) Lungi 地区への入口である Ferry Terminal の施設には、乗客待合室、Canteen、事務所、発電機室、警察、切符売場、ゲート、駐車場などがある。(別紙レイアウト参照)
 - 2) 発電設備は、30kVA のディーゼル発電機で、毎日、19-23 時、Terminal の施設に電力供給している。
 - 3) この地区には、市場とも見える商店、民家が散在している。
2. ROTIPUNK 地区
 - 1) Ferry Terminal と Lungi 中心部の中間点に存在する村落である。
 - 2) かつては、Lungi から、11kV 架空線にて、受電し、この地区に配電していたようであるが、破壊された 11kV/415V、630kVA 変圧器、一次側断路器（一体としてキューブ内収納型）が存在していた。
 - 3) 架空線の終端柱も見られたが、変圧器、断路器の定格をみると、実際には 11kV で送電されていたのではないと思われる。
 - 4) 外部にも、同等程度の変圧器が残されていたが仕様不明である。
 - 5) 同地区には、高架水槽があり、負荷設備としては、飲料水関係設備があったと思われる。
3. LUNG I 地区 Power Station 跡
 - 1) Lungi Airport に接した外部に、合計 7 基のディーゼル発電機および変電、配電の設備跡が見られた。設備は、全て破壊あるいは持ち去られていた。建物も、使い物にはならない位、損傷しているが、外形をとどめている。(別紙レイアウト図参照)
 - 2) 残存していた発電機などの銘板をみると、
 - ① 発電機：1,000kVA x 3 台、380V 英国社製、エンジンは 16 気筒
 - ② 変圧器：1,000kVA x 4 台、380/11000V
 - 3) 今後、この場所に Power Station を設置するにせよ、建物の解体、整備から開始する必要があると思われる。
 - 4) Lungi の郊外に高架水槽があり、送電線、変圧器、ポンプ室などの残骸が見られた。
4. LUNG I Airport 発電設備
 - 1) Security 厳しいため、空港建物に入ることはやめ、外部に設置された発電設備の視察に留めた。(別紙レイアウト参照)
 - 2) 発電設備運転・維持は、チームが常駐して実施している。
 - 3) 発電設備は、いずれも英国社製で、380V
 - ① 1 x 500kVA ディーゼル発電機 (負荷増大時運転：稼動中)
 - ② 2 x 630kVA ディーゼル発電機 (ベース担当：稼動中)
 - ③ 1 x 275kVA 屋外パッケージ型ディーゼル発電機 (故障して使用していない)
5. Rotifunk 地区への送電の終端柱がみられた。Lungi Power Station かは、この柱までは地下ケーブルできていたものと思われる。

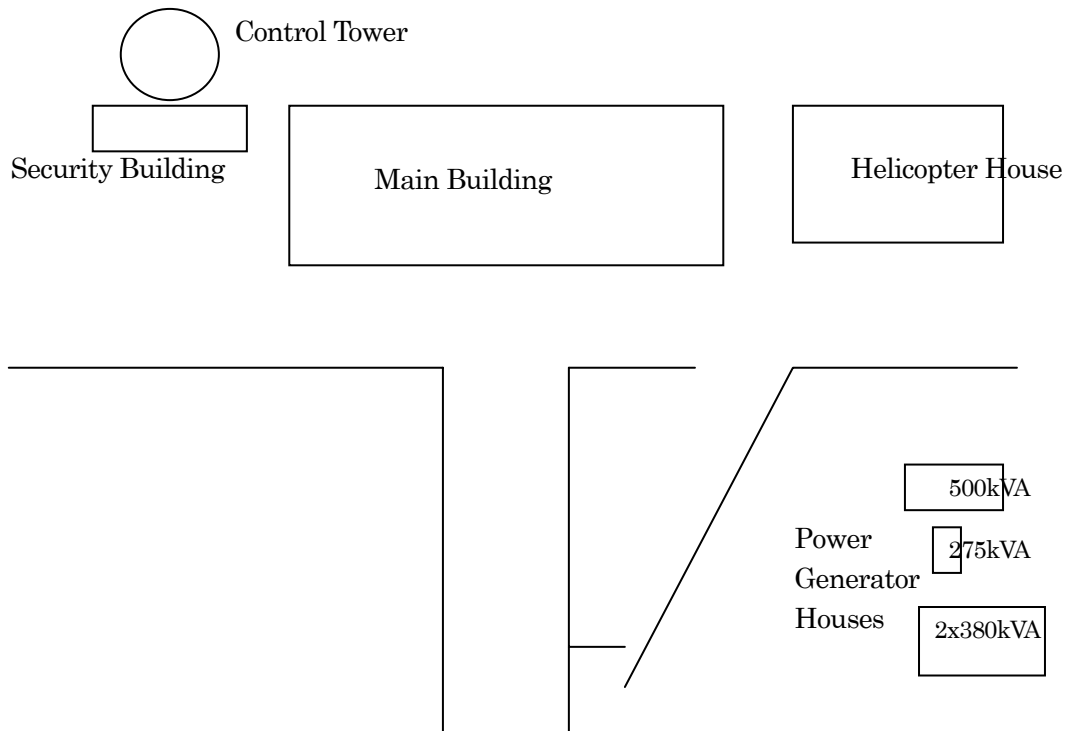
TAGRIN FERRY TERMUNAL AREA



LUNGI POWER STATION(Destroyed)



LUNGI AIRPORT



G. Director	T. Director	Officer

Summary of Draft Scoping for Grant Aid Project

Date: May 30, 2006

1. Title of the Cooperation Project, and Names of Project Proponent and Consultants

- Title of the Cooperation Project: Project for Urgent Improvement of Electric Power Supply System in Freetown
- Name of Project Proponent: National Power Authority (NPA), Ministry of Energy and Power
- Name of Consultant: Electric Power Development Co., Ltd. (J-Power)

2. Categorization and its reason

(1) Categorization: **B**

(2) Reason: The Project does not have significant adverse impact as shown in Table 1.

Table 1 Screening Results

Environmental Items	Description (Examples of Possible Environmental Impacts)	Evaluation*	Reasons
Social Environment			
1. Social life	- Involuntary resettlement	Y/⊗/U	No resettlement is necessary.
	- Split of communities	Y/⊗/U	No split of community is expected.
	- Existence of indigenous people, minorities and nomads	Y/⊗/U	No existence of indigenous people, minorities and nomads.
	- Occurrence of conflicts among communities	Y/⊗/U	No occurrence of conflicts among communities is expected.
	- Change of a basis of economic activities	Y/⊗/U	No change of a basis of economic activities is expected.
	- Change of living infrastructure	Y/⊗/U	No change of living infrastructure is expected.
	- Impact on Traffic	Y/⊗/U	Traffic control is necessary during the installation works of 33kV underground cable.
2. Historical Sites, Cultural Heritage and View	- Re-coordination of Water Resources and Fishing rights	Y/⊗/U	No re-coordination of Water Resources and Fishing rights is necessary.
	- Impact on Historical Sites and Cultural Heritage	Y/⊗/U	No impact on Historical Sites and Cultural Heritage is expected.
	- Significant change of precious view	Y/⊗/U	No significant change of precious view is expected.
	Natural Environment		
3. Precious life and ecological system	- Impact on precious nature	Y/⊗/U	No impact on precious nature, precious species, indigenous flora and fauna and vegetation is expected.
	- Destruction of wet land, peat bog,		
	- Impact on rain forest, wild land, etc.		
	- Impact on coral reef		
	- Impact on precious species and indigenous flora and fauna		
4. Topography and soil	- Impact on vegetation		
	- Land subsidence	Y/⊗/U	No land subsidence is expected.
5. Hydrological conditions and water quality	- Change of coastal zone	Y/⊗/U	No change of coastal zone is expected.
	- Change of water flow and level in river, lake and sea area	Y/⊗/U	No change of water flow and level in river, lake and sea area is expected.
	- Change of water temperature in river, lake and sea area	Y/⊗/U	No change of water temperature in river, lake and sea area.
	- Change of underground water	Y/⊗/U	No change of underground water is expected.
6. Ambient air	- Occurrence of air pollution and dust	⊗/N/U	Emission of NO _x and SO ₂ will increase after the completion of the Project.
	- Noise and vibration	Y/N/⊗	Noise will increase after the completion of the Project. But the increase is only a little.
	- Odor	Y/⊗/U	No odor related impact is expected.
Overall Evaluation	- Necessity of EIA or IEE	EIA/⊗/IEE/N	No significant environmental and social impact is expected due to the implementation of the Project. However, impact on the ambient air will be assessed to evaluate the magnitude of impact to the environment in additional IEE, if any.

Remarks: "Y": Yes, "N": No, "U": Unknown, "EIA": Environmental Impact Assessment (Full-scale), "IEE": Initial Environmental Examination Reference) "Environmental Guidelines for Mining and Industrial Master Plan Study, Thermal Power Plant", JICA, 1993

3. Outline of the Project (Location, Scale of Operation, Lot area and so on)

(1) Outline of the Project

The Project consists of two components including equipment supply and installation as follows;

- 1) Component-A: Installation of two (2) new diesel engine generators at Kingtom Power Station with the total capacity of 10.0 MW including auxiliary equipment.
- 2) Component-B: Upgrading of 33/11 kV distribution system in Freetown
 - (a) Installation of 33kV overhead distribution line from 33kV Willberforce substation to Regent substation (new construction)
 - (b) Construction of 33/11 kV Regent substation (new construction)
 - (c) Installation of 33kV switchgear panel in Willberforce substation (Extension)

(2) Location

Locations of the project sites are the existing Kingtom Power Station and lands owned by National Power Authority (NPA) or the government of Sierra Leone, which are located at Freetown or environs.

33kV overhead line will be installed along the main road, Ragent Road, and the branch.

(3) Scale of Operation

The Kingtom Power Station is at present the only electricity generation facility for Freetown and surroundings. The Power Station has nominal generation capacity of 33.3 MW, of which usually only 10 - 20 MW are available. The Project will add the generation capacity of 10.0 MW to decrease widespread power outage.

(4) Lot area

The existing Kingtom Power Station occupies an area of about 8,000 - 10,000 m², consisting of 60% of constructed surface. More than 60% of the non-constructed surface is asphalt pavement.

4. Overall Environmental and Social Condition on the Project Area (Environmental Pollution, Ecosystem, Land use, Population, Environmental Quality Criteria, Legal regulations regarding to Urban Planning and so on)

(1) Population, Land use

Kingtom Power Station is located in mainly residential area in a distance of about 3 km of the town center of Freetown. The site is not located in a classified or protected area. In the surroundings of the power station, there are many residential facilities for police and NPA employees. Also schools are situated at about 200 m east of the site.

(2) Environmental Quality Criteria and Legal regulations regarding to Urban Planning

National Environmental Action Plan was prepared in 1993. In the scope of this action plan, the Ministry of Land, Country Planning and Environment established in the year 2000 an Environmental Protection Act 2000, which represents a general frame legislation, but does not define any environmental limits or standards.

The ministry for Environment, a Department of the Ministry for Land and Country Planning, was implemented in 2002. The existing environmental law is not enforced by the relevant authorities.

There is no legal framework existing, under which issues like soil and groundwater protection or remediation or management of waste and hazardous waste are covered.

(3) Environmental Pollution, Ecosystem

Environmental management within the Kingtom Power Station is below acceptable environmental standards. In the Power and Water Project (PWP) funded by the World Bank, NPA was required to improve environmental management at the Kingtom Power Station. An Environmental Audit was prepared to analyze air pollution and waste management practices, to propose measures and actions to bring them up to acceptable international standards and so forth. The Audit issued final report in April 2004.

The report pointed out that SO_x, NO_x, CO, particulate matter emission meet these World Bank emission limits. However oil and other chemical substances contaminate the soil of site's area and it makes the site unsuitable and unfavorable for any other utilization option.

5. Adverse Environmental and Social Impacts (Spatial and Time Range, Range of Impacts to be assessed, Methods of Prediction and Evaluation)

(1) Diesel engine generators at Kingtom Power Station

Social environment: There is no possibility of serious social impacts.

Natural environment: Air pollution, water pollution and soil pollution may increase after the completion of the Project, however these adverse impacts can be mitigated within the limit stipulated in environmental standards by adopting appropriate design and specification in the Basic Design Stage. (see Table 2).

Table 2 Scoping Results

Environmental Items	Evaluation*		
	During Construction Period	After Completion	
Social Environment			
1. Involuntary resettlement	D	D	No impact is expected.
2. Split of communities	D	D	No impact is expected.
3. Existence of indigenous people, minorities and nomads	D	D	No impact is expected.
4. Occurrence of conflicts among communities	D	D	No impact is expected.
5. Change of a basis of economic activities	D	D	No impact is expected.
6. Change of living infrastructure	D	D	No impact is expected.
7. Impact on traffic	C~D	D	Traffic control is necessary during construction work but the impact is only a little.
8. Re-coordination of Water Resources and Fishing rights	D	D	No impact is expected.
9. Impact on Historical Sites and Cultural Heritage	D	D	No impact is expected.
10. Significant change of precious view	D	D	No impact is expected.
Natural Environment			
11. Precious nature	D	D	No impact is expected.
12. Precious species and indigenous flora and fauna	D	D	No impact is expected.
13. Vegetation	D	D	No impact is expected.
14. Change of topography and coastal zone	D	D	No impact is expected.
15. Change of underground water	D	D	No impact is expected.
16. Change of water flow and level in river, lake and sea area	D	D	No impact is expected.
17. Change of water temperature in river, lake and sea area	D	D	No impact is expected.
18. Air pollution	D	B	Emission of NO _x and SO ₂ will increase after the completion of the Project and the impact should be assessed/monitored.
19. Water pollution	D	B	Present process and future accident may release oil and oily water to the marine and coastal environment.
20. Soil contamination	D	B	Oil and chemical substances may contaminate the soil of site's area.
21. Noise and vibration	D	B	Noise will increase after the completion of the Project. But the increase is only a little.
22. Ground subsidence	D	D	No impact is expected.
23. Offensive odor	D	D	No impact is expected.

Remarks)

Means item to be assessed in IEE if any.

Classification of Evaluation

A: Serious impact is expected

B: A little impact is expected

C: Unclear

D: No impact (Impact assessment is not necessary by EIA or IEE)

(2) Upgrading of 33/11 kV distribution system in Freetown

There is no possibility of serious social impacts. (See Table 3)

Table 3 Scoping Results

Environmental Items	Evaluation*		
	During Construction Period	After Completion	
Social Environment			
1. Resettlement	C~D	C~D	Relocation of houses is avoidable with appropriate distribution line route selection.
2. Economic activities	D	D	No impact is expected.
3. Traffic and public facilities	C~D	D	Traffic control is necessary during construction work but the impact is only a little.
4. Split of communities	D	D	No impact is expected.
5. Cultural property	D	D	No impact is expected.
6. Water rights and rights of common	C~D	C~D	Trees on the side of the road may be cleared.
7. Public health condition	D	C~D	EMF effect is negligible.
8. Waste	C~D	D	Construction works generate kinds of wastes.
9. Hazards (Risk)	C~D	C~D	Erection works pose safety hazards of falling Possibility of collapse/cut of column/conductor
Natural Environment			
10. Topography and soil condition	D	D	No impact is expected.
11. Soil erosion	D	D	No impact is expected.
12. Groundwater	D	D	No impact is expected.
13. Hydrological situation	D	D	No impact is expected.

14.	Coastal zone	D	D	No impact is expected.
15.	Fauna and flora	C~D	C~D	Distribution line passes on the side of the road, which has little important species.
16.	Meteorology	D	D	No impact is expected.
17.	Landscape	D	D	No impact is expected.
Pollution				
18.	Air pollution	D	D	No impact is expected.
19.	Water pollution	D	D	No impact is expected.
20.	Soil contamination	D	D	No impact is expected.
21.	Noise and vibration	C~D	D	A little impact at construction stage
22.	Ground subsidence	D	D	No impact is expected.
23.	Offensive odor	D	D	No impact is expected.

Remarks)

Means item to be assessed in IEE if any.

Classification of Evaluation

A: Serious impact is expected

B: A little impact is expected

C: Unclear

D: No impact (Impact assessment is not necessary by EIA or IEE)

6. Alternatives including without project option

(1) Diesel engine generators at Kingtom Power Station

Other electric power generation, such as hydroelectric, other thermal power (gas, coal), wind power, may be considered as an alternative plan.

- Bunbuna hydroelectric project is under construction. Hydroelectric project requires huge initial investment and long construction period.

- Fuel procurement of gas/coal is much more difficult than that of diesel engine generator.

- Construction site appropriate for wind power plant would be not found around Freetown.

Without implementation of the Project, the present situation of extensive load shedding caused by lack of power generation facilities would be continued.

7. Term of Reference (Objective, EIA requirements, Study area, Study period, Scope of Work, Information Disclosure and Public Participation)

(1) Objective and EIA requirement

As described in clause 4-(2), existing environmental law is not enforced by the relevant authorities. Even though not enforced, IEE-level environmental and social consideration study should be conducted before execution of the Project according to the World Bank practice.

(2) Study area and Study period

IEE-level environmental and social consideration study should be executed at the site and around the site of Kingtom Power Station.

(3) Scope of Work

Environmental impacts such as follows should be analyzed and appropriate mitigation measures should be proposed.

- Air pollution (SOx emission, NOx emission, Particulate matter emission)

- Oil pollution (Oil collection and separation system, Waste oil storage and disposal)

- Soil and ground water contamination

- Solid waste disposal, Chemical use, storage and handling and so forth

(4) Information Disclosure and Public Participation

Important information about environmental and social consideration should be disclosed to local stakeholders in an appropriate manner in accordance with the JICA guidelines for environmental and social consideration. NPA should consult with local stakeholders that induce reasonably broad public participation, in order to consider environmental factors pointed in above sub-clause.

現地収集資料リスト

1. Application for Japanese Grant Aid, The Project for Upgrading of Power Supply in Western Area, MEP-NPA, August,2005 (A4- 34 p.)
2. Application for Japanese Grant Aid, The Project for Upgrading the Distribution System in Western Area, MEP-NPA, February, 2006 (A4- 36 p.)
3. NPA Draft Cooperate Plan 2003 - 2005, March 2003 (A4- 32 p.)
4. Energy Challenges, Inadequate Generating Capacity in the Western Area of Sierra Leone, NPA, July 2005 (A4- 23 p.)
5. NPA Draft Business Plan 2005 - 2008, October,2006 (A4- 21 p.)
6. Sulzer ディーゼル発電機仕様書 (A4- 34 p.)
7. Sulzer ディーゼル発電機 Maintenance Schedule (A4-3 p.)
8. Mirrlees ディーゼル機関・仕様書及び点検周期・項目 (A4- 35 p.)
9. Mitsubishi ディーゼル機関・保全マニュアル (A4- 25 p.)
10. Mitsubishi ディーゼル機関 フロー図 (A3- 8 p.)
11. Kingtom Power Station :Present Status of Plants (A4- 6 p.)
12. Availability Factors(%) of Base Load Engines, 2001 - 2006, NPA (A4- 3 p.)
13. Major Repairs/Rehabilitation executed until now (A4- 96 p.)
14. 11KV 配電盤・結線図 (A4- 9 p.)
15. JICA Questionnaire に対する NPA の回答 (A4- 2 p.)
16. Scope of Work, Mar.06,PWP 計画における送配電網整備計画の SW (A4- 3 p.)
17. Western Area Power Supply Projection 2006 - 2007, NPA (A4- 1 p.)
18. Western Area Grid, NPA (A4- 2 p.)
19. キングトム発電所の発電記録データ (A4- 26 p.)
20. NPA New Tariff 30 % Increase - Effective June 2005 (A4- 1 p.)
21. Summary (Key Performance Indicators), Calendar Year 2000 - 2004, NPA (A4- 5p.)
22. 計画停電 (Load Shedding) に関するデータ (A4- 23p.)
23. The World Bank, Project Appraisal Document for a Power and Water Project, May 21, 2004 (A4- 127p.)
24. Environmental Audit of the Kingtom Power Station, Freetown, prepared for NPA, by Lahmeyer International GmbH, Final Report, April 2004 ((A4- 117p.)
25. 25 Final Report の Annexes A - J で、以下の資料を含む
 - National Environmental Action Plan, Executive Summary (A4- 13p.)
 - The Environmental Protection Act, 2000 (A4- 13p.)
 - National Environmental Policy, Revised Edition, October 1994 (A4- 14p.)
26. Rehabilitation and Reinforcement of the Western Area Sub-transmission and distribution, Final Report, April 2004, Power Planning Associates Ltd (A4- 70p.)
27. 27 Final Report の Annexes 1 - 5 (A4- 7p.)

28. EIA of the 33kV and 161kV Transmission and Distribution Network of the Western Area in Sierra Leone, Refast Consulting, Final Report, April 2004 (A4- 58p.)
29. SL Bunbuna Hydropower Project Status Report Feb. 06, NPA の技術計画部長から入手 (A4- 15p.)
30. Completion of the Bunbuna Hydroelectric Project under a Public-Private Partnership (“PPP”), Project Implementation Plan (PIP), under the management of the Bumbuna Project Implementation Unit, February 2006, Bumbuna PIU の水力エンジニアから入手 (A4- 102p.)
31. Emergency Rehabilitation of the Western Area Transmission and Distribution Network, European Commission through the European Union Delegation in Sierra Leone, NPA の技術計画部長から入手 (A4- 14p.)
32. Financing Agreement between the European Commission and the Republic of Sierra Leone, Emergency Rehabilitation of Transmission and Distribution System, EDF VII (SL/6005/003) EU シエラレオネオフィスから入手 (A4- 18p.)
33. Final Evaluation of the “Emergency Rehabilitation of the Transmission and Distribution System” Project, Final Report, July 2005 EU シエラレオネオフィスから入手 (A4- 41p.)
- 34 Existing 11 kV Network Structure 1992, Eastern Part & Western Part (A1- 2p.)