

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位計画との関連

電力セクター政策の上位計画である国家エネルギー政策（NEP：National Energy Policy、2009年1月）では、以下の四点を政策の柱としており、本計画は同政策の①及び②の実現に資するものである。

NEP の政策の柱 (Four Pillars)

- ① エネルギーマスタープランの策定を含む、エネルギーのユニバーサルアクセス
- ② 脆弱な需要家の保護とエネルギー生産コストの最低化
- ③ エネルギーセクターへの世界的なベストプラクティスの適用
- ④ エネルギーセクターでの官民連携（PPP：Public Private Partnership）の推進

また NEP は 2015 年までに、都市圏及び準都市圏において、信頼性が高く近代的なエネルギーへのアクセス率を 30%とすることを目標として掲げている。LEC の策定した電力マスタープランでは、2015 年までに電力需要家の接続率を現状の 1%以下から 14%まで高めることを目標としており、本プロジェクトの実施によりマスタープランの実現に資することで、NEP で掲げられたエネルギーアクセスの目標達成に貢献するものである。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記の目標を達成するために、「リ」国の首都モンロビアにおける発電設備の新設を行うものであり、電力供給能力の増強により安定した電力供給体制構築の一環を担い、首都モンロビアの社会経済活動の活性化と市民生活の向上を目指すものである。

協力対象事業は、モンロビアの電力供給を担う既設ブッシュロード発電所に出力 5 MW の重油焚きディーゼル発電設備 2 台を増設し、配電用維持管理車両の調達を行うものである。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 自然条件に対する方針

(1) 温度・湿度条件に対する方針

当該地域は熱帯モンスーン気候であり、気温は 24.7℃から 27.5℃で年間を通してほぼ一定である。湿度は年間平均 88.4%である。本計画で調達されるエンジンと発電機は、建屋内に据付けされるので、当地の外気温に特別な対策を講じる必要はないが、エンジンの燃焼空気及びエンジンルームの換気の設計に当たっては、設計温度を 40℃、電気室については 35℃とし、また屋外設備については 40℃として設備の機能が確保出来るように配慮する。

(2) 地震条件に対して

「リ」国には地震はないため、地震に対する考慮はしない。

3-2-1-2 社会経済条件に対する方針

「リ」国にはラマダンの習慣はなく建設工期等への影響はないと思われる。しかし、発電所建設工事の作業開始に当たっては、事前に近隣住民に広報すると共に、本計画の実施への理解を高める必要がある。

3-2-1-3 施工事情に対する方針

「リ」国の主要産業は鉱業（鉄鉱石）及び農林業（天然ゴム、木材）であるが、建設業においてはモンロビア市内には約 50 社の建設業者がある。しかしながら市中では 3～4 階程度の鉄筋コンクリート造コンクリートブロック積み建物の建設工事は行なわれているが、本計画で建設が予定されている規模の鉄骨構造の建設工事は見られない。このため、本計画に対応できる一定の技術力を有する単純労働者以外の技術者を現地にて確保することは困難である。

3-2-1-4 現地業者、現地資機材の活用に対する方針

(1) 現地業者の活用について

本協力対象事業の発電設備の据付工事及び施設建設工事において、建設工事用機材及び労務提供を中心に現地工事会社を活用する。なお、品質管理、工程管理、安全管理、試験調整などのためには、日本から技術者を派遣する必要がある。

(2) 現地資機材の活用について

現地では、骨材、セメントなどのコンクリート工事用資機材及び基礎工事用材料の調達が可能であるが、鉄筋、建築用鉄骨、鉄骨造建物の屋根・壁材、設備材料、発電設備用の配管材、ケーブル等の機械・電気工事資機材は調達できないため、日本または第三国からの調達を検討する。

(3) 第三国品の調達について

第三国からの機材の調達にあたっては、その価格、品質、納期、運転開始後の予備品等の調達の容易性、アフターサービス体制、既設設備との整合性などを十分検討することとする。

なお、「リ」国の発電資機材はその全てが輸入品で、欧州製品が多く導入されている。したがって、本協力対象事業で導入する発電設備の遮断器盤等の機材については、第三国からの調達を十分検討する。

(4) 建築について

「リ」国内での単純労働者、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達は比較的容易であり、本計画で建設する発電所建屋や、土木基礎工事を行うための現地労働者の確保も比較的容易である。しかし杭工事を行う機材は「リ」国にはなく、第三国からの調達を検討する。

一方、本計画の発電設備の設置、比較的高さ規模の大きい鉄骨構造発電機建屋の建設においては技術水準の高い技術者を必要とすることから、労働者以外の現地業者の活用は困難であり、日本又は第三国からの技術者を派遣し、品質管理、技術指導及び工事監理を行う必要がある。

3-2-1-5 施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

技術的及び経済的に適切な設計とするために、資材の仕様は可能な限り ASTM などの国際規格に準拠した標準品を採用し、少品種化により資材の互換性を図り、必要最小限の仕様、数量を選定する。しかしながら、規模の大きな鉄骨建物の建設工事においては、材料、加工、組み立てと一貫した品質管理が必要となるため、日本からの調達を検討する。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 計画の前提条件

モンロビア電力系統では、電力需要に対して発電容量が不足しており、他ドナーの支援による電源開発を考慮しても短期、中期的な発電容量が不足している。本プロジェクトで調達する発電設備は、「リ」国の 2015 年度（供用開始年）の電力供給力不足を緊急的に補い、2016 年度以降に予定されているマウントコーヒー水力発電所の改修（2016 年度に初号機 17MW 運転開始、全台竣工時 64MW）、並びに西アフリカパワープールからの電力輸入（2016 年度に 18MW）を組み合わせることで最適な電源構成を構築できる単機容量、台数を選定する。

2015 年度のモンロビア市域のピーク需要は約 67MW と予測され、本プロジェクトを実施しない場合には、既設の高速ディーゼル発電機（発電可能出力 15MW）、世銀支援重油焚きディーゼル発電（10MW）、リベリア政府自己資金の重油焚きディーゼル発電（10MW）を合わせても、発電可能出力は 35MW であり、32MW の供給力が不足する。一方、2016 年度にマウントコーヒー水力の初号機が運転を開始し、西アフリカパワープールからの電力輸入が実現すれば、2016 年度の供給可能容量は 70MW となる。ただし、マウントコーヒー水力は乾季の発電可能出力が 5MW 程度まで低下することを考慮すれば、安定的な供給能力は 58MW 程度となり、2015 年度の最大電力と比較しても 9MW の発電容量が不足する。

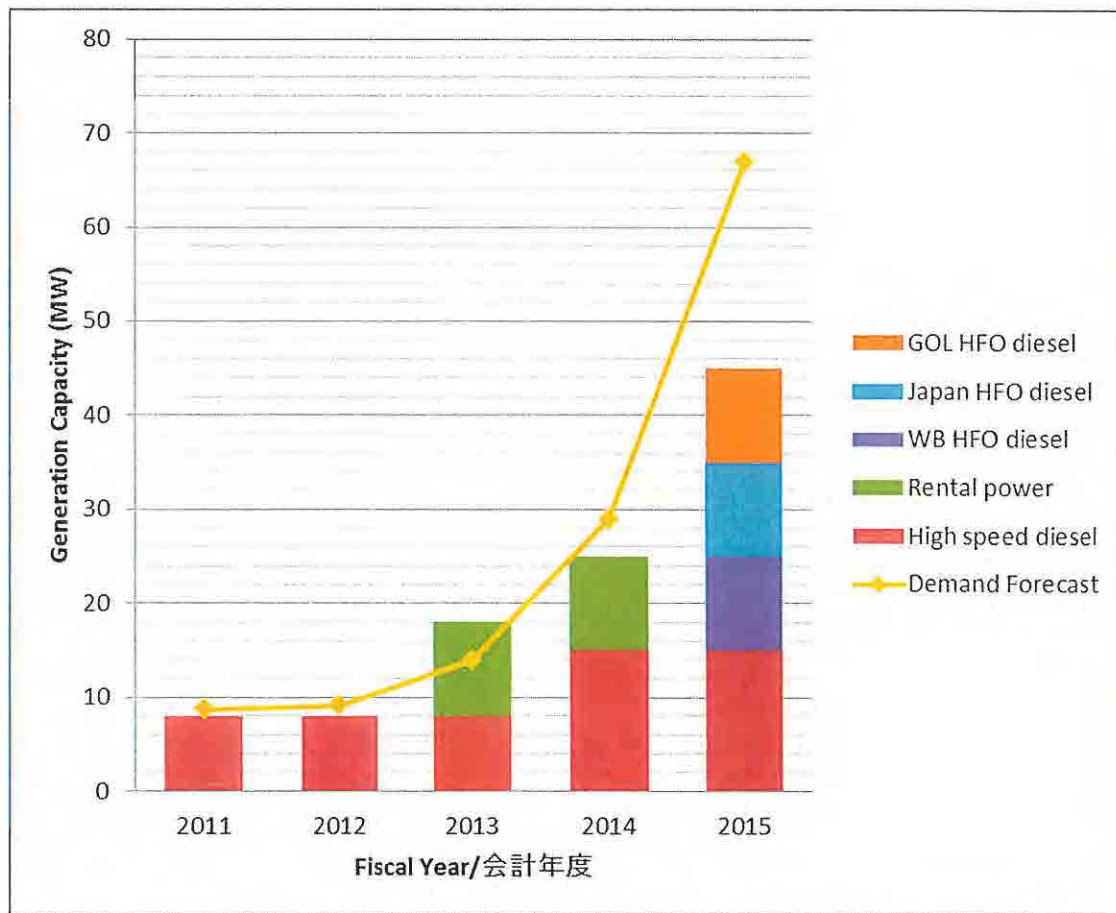
本プロジェクトの実施により 5MW の発電機 2 台が導入されることで、安定的な供給能力は 2015 年度に 45MW、2016 年度には 68MW となり、モンロビア電力系統における発電能力不足の緩和に貢献する。表 3-2-1 及び図 3-2-1 に 2015 年までのモンロビア電力系統の電力需給バランスを示す。

表 3-2-1 モンロビア電力系統における電力需給バランス

単位: MW

会計年度(7月～翌6月)	2011	2012	2013	2014	2015
1. ブッシュロッド発電所					
(1) 高速ディーゼル (USAID, ノルウェー)	8	8	8	15	15
(2) レンタルパワー			10	10	
(3) 世銀重油焼きディーゼル					10
(4) 日本重油焼きディーゼル(本プロジェクト)					10
(5) リベリア政府資金重油焼きディーゼル					10
2. Kru Town変電所	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
3. Congo Town変電所	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
4. Paynesville変電所	(0.64)	(0.64)	(0.64)	(0.64)	(0.64)
5. 発電容量合計	8	8	18	25	45
6. 電力需要予測(ベースケース)	8.7	9.08	13.96	28.93	66.85
7. 電力需給バランス(5.-6.)	-0.7	-1.1	4.0	-3.9	-21.9
需要家接続数(軒)	6,253	8,660	20,047	50,910	86,999
年間増加率(%)	-	38.5%	131.5%	154.0%	70.9%

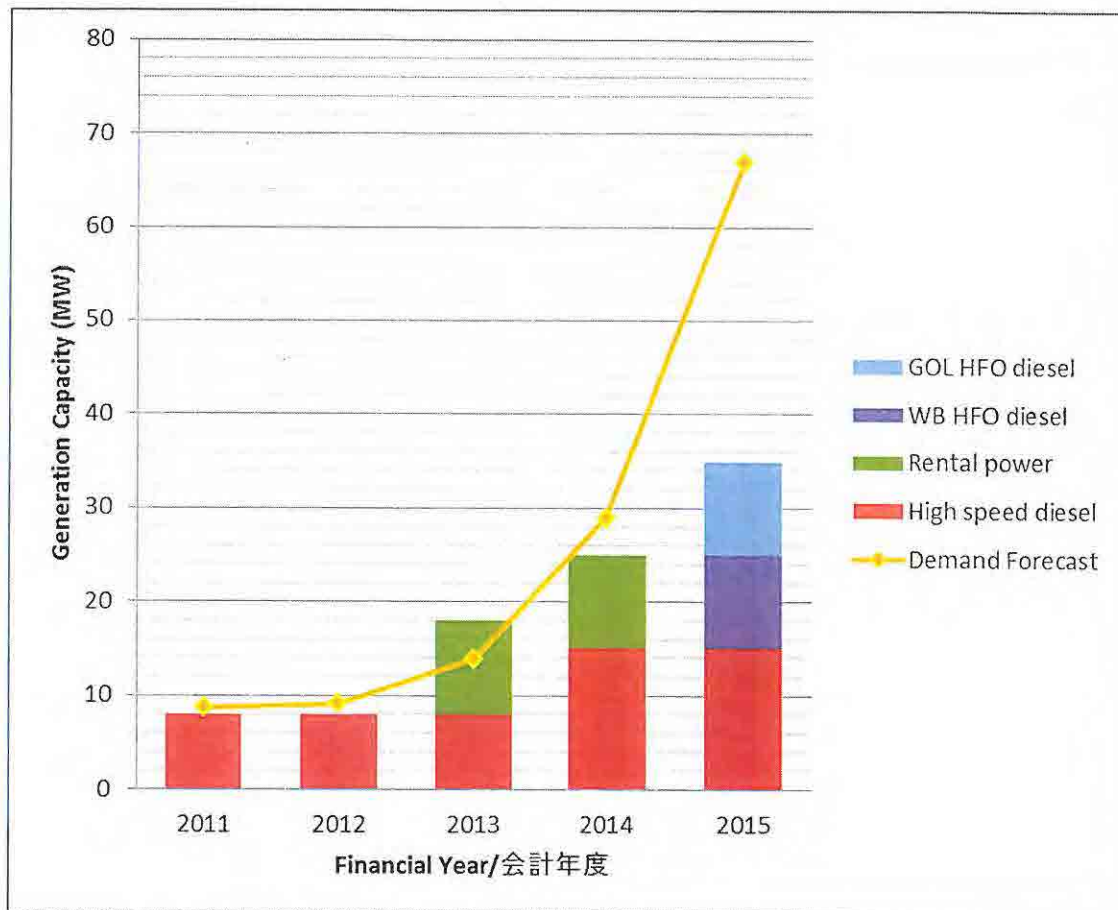
[出所] LEC 電力マスタープランを基に調査団が作成



[出所] LEC 電力マスタープランを基に調査団が作成

図 3-2-1 モンロビア電力系統における電力需給バランス

仮に本プロジェクトが実施されない場合、[出所] LEC 電力マスタープランを基に調査団が作成
 図 3-2-2 に示す通り 2014 年以降に大幅に供給力が不足する状態が継続する。



[出所] LEC 電力マスタープランを基に調査団が作成

図 3-2-2 モンロビア電力系統における電力需給バランス(本プロジェクトを実施しない場合)

3-2-2-2 全体計画

(1) 設計条件

本協力対象事業の施設及び機材の設計に当たり、下記の国際規格、「リ」国の気象・自然条件、既存設備の仕様等を考慮する。

1) 発電設備建設予定地及び位置・高度

既設ブッシュロード発電所内、海拔 14 m

2) 気象・自然条件

- | | |
|----------------|--|
| ① 設計温度 | : 40 °C |
| ② 設計相対湿度 | : 最大 88 % |
| ③ 設計風速 | : 6 m/秒 |
| ④ 降雨量 | : 年間平均 6,900 mm |
| ⑤ 年間雷雨日数 (IKL) | : 50 日～100 日 |
| ⑥ 塩分付着密度 | : 0.5 mg/cm ² |
| ⑦ 地震力 | : 考慮しない |
| ⑧ 地耐力 | : 10 ton/m ² (添付資料 A-5 測量・地質調査参照) |

3) 適用規格

- | | | |
|-------------------------|---|-----------------|
| ① 日本工業規格 (JIS) | : | 工業製品全般に適用する。 |
| ② 電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC) | : | 電気製品全般に適用する。 |
| ③ 日本電機工業会標準規格 (JEM) | : | 同上 |
| ④ 日本電線工業会規格 (JCS) | : | 電線、ケーブル類に適用する。 |
| ⑤ 電気設備に関する技術基準 | : | 電気工事全般に適用する。 |
| ⑥ 国際電気標準会議規格 (IEC) | : | 電気製品全般に適用する。 |
| ⑦ 国際標準化機構 (ISO) | : | 電気・機械製品全般に適用する。 |
| ⑧ 日本建築基準法 (AIJ) | : | 建築構造設計・計算に適用する。 |
| ⑨ 米国試験材料協会 (ASTM) | : | 材料に関する試験法 |

4) 使用単位

原則として国際単位系 (SI ユニット) を使用する。

5) 電気方式

本協力対象事業の計画に適用する電気方式は、既設設備との整合を図り、表 3-2-2 に示すとおりとする。

表 3-2-2 電気方式

項目	高圧	中圧		低圧	直流
公称電圧(kV)	66	22	6.6	400/230	110
最高電圧(kV)	72.5	24	7.2	440/253	121
衝撃絶縁強度(kV)	325	145	60	-	-
配線方式	3相3線式			3相4線式	2線式
周波数(Hz)	50				-
接地方式	直接接地	直接接地	発電機中性点 抵抗接地	直接接地	-
保護階級	(注1参照)				
沿面距離	(注2参照)				

(注) 1. 保護階級：屋内型配電盤又は分電盤は IP20。屋外型配電盤又は分電盤は IP43。

2. 沿面距離：屋外に設置される碍子は 25mm/kV。

(出所) JICA 調査団

6) 環境保護基準

新規発電設備の建設に当たり、「リ」国では、関連する環境基準が定まっていないため、我が国の基準並びに現地事情を考慮して下記の基準値を設計条件として設定する。

- ① NOx 排出基準 : 950 ppm 以下 (残存酸素濃度 13%時)
- ② SOx 排出基準 : 500 ppm 以下 (燃料油の硫黄分含有量 2%時)
- ③ 油分排出基準 : 50 ppm 以下
- ④ 煤塵排出基準 : 100 mg/Nm³ 以下
- ⑤ 騒音基準 : 当該発電設備のみ運転時、110dB(A)以下 (機側から 1m)
- ⑥ 振動基準 : 当該発電設備のみ運転時、敷地境界で 65dB 以下

(2) 施設配置計画

本協力対象事業で調達が予定される発電設備 (エンジン発電機、補機、電気設備等) は、ブッシュロッド発電所内の既設発電建屋の近くに発電建屋を新設し、その中に設置する。

新設発電建屋にはディーゼルエンジン発電機及び補機、電気室には遮断器盤・低圧動力盤・直流電源盤、制御室には発電機制御盤・変電設備監視盤、視盤ブロワ室には給気用ブロワ、廃油処理設備及びラジエーターは屋外に設置して、運用・維持管理が容易な配置とする。

エンジン用ディーゼル油は、現地石油会社からタンクローリートラックにて供給を受けるものとし、荷役設備、貯蔵タンク (335 m³ x 2 基)、移送設備を設置する。重油の供給は既存重油貯蔵タンクから供給されるものとし、重油移送設備、移送ポンプ、移送ポンプ建屋 (6 m x 10 m = 60 m²)、移送配管 (約 400m) を設置する。

3-2-2-3 基本計画の概要

前述 (3-2-1-1 参照) の基本設計方針及び設計基準、施設配置計画を踏まえた本協力対象事業の基本計画の概要は、表 3-2-3 に示すとおりである。

表 3-2-3 基本計画の概要

計 画 内 容	
機 材 の 調 達 と 据 付	機材の調達と据付 (1) ディーゼル発電設備 (5 MW×2 台) (2) 発電設備に必要な機械設備 > 燃料供給設備 > 潤滑油設備 > 冷却水設備 > 吸排気設備 > 圧縮空気設備 > 廃油処理設備 > 配管類 (3) 発電設備に必要な電気設備 > 発電機変圧器 > 発電機制御・監視盤 > 低圧動力盤 > 直流電源設備 > 所内変圧器 (4) 22 kV 高压配電設備
調 達	予備品・道工具、車両の調達 (1) 緊急予備品 (2) 交換予備品 (3) 維持管理用道工具 (4) 送・配電線維持管理車両 > ダブルピックアップ車 (5 台) > 建柱車 (1 台) > 高所作業車 (1 台) > クレーン付トラック (2 台)
建 設	発電建屋及び配電盤建屋の建設工事 (1) 発電建屋 (延床面積：約 1,479 m ²) (2) 重油移送建屋 (延床面積：約 60 m ²)

(1) ブッシュロッド発電所増設

本協力対象事業でブッシュロッド発電所に建設される発電設備の内容は以下のとおりである。なお、各設備・機器の概略仕様は表 3-2-4 に示すとおりである。

1) 基本事項

i) 発電設備の選定

発電設備は、「リ」国の既存施設との整合性、運転・維持管理の容易性、経済性等を考慮して、ディーゼル油・重油焚き発電設備とする。

ii) 燃料の組成

① ディーゼル油

現在、既設のブッシュロッド発電所は高速回転機関発電機 1MW x 10 台 (USAID)、1MW x 5 台 (NORWAY) が稼働中である。燃料はディーゼル油であり、現地石油会社からタンクローリートラックにより供給を受けている。本協力対象事業においても同様に

ディーゼル油を現地石油会社からタンクローリートラックにより供給を受けることを前提とし、ディーゼル油荷役設備、ディーゼル油貯蔵タンク（335m³ x 2 基）、ディーゼル油移送設備を新設発電機建屋隣接地に設置する。

② 重油

ブッシュロッド発電所には既設重油タンクヤードがあり、かつては重油による発電が行われていた。この重油タンク群の改修を世銀の支援により実施する計画である。本協力対象事業が完工する 2014 年 11 月までに同改修工事が完了することを前提とし、移送ポンプ、ポンプ建屋、移送配管（6 “約 400m）を設置する。

iii) 潤滑油の組成

潤滑油は発電設備製造会社により推奨される組成が異なる。しかし既設の発電所は「リ」国内で入手可能な現地石油から潤滑油を購入しており、本計画では回転数が 750 rpm 以下の中速ディーゼル発電設備なので SAE-40 を使用することを推奨する。

iv) 冷却水

既設ブッシュロッド発電所の冷却水は上水道水を利用している。本協力対象事業でも軟水装置を設置し水道水を冷却水として使用する。

2) 計画内容

i) エンジン出力と発電機容量の検証

本協力対象事業で整備される発電設備の出力は下記を考慮して決定する。

- ① 本計画の目標年次を 2015 年とする。
- ② 既設設備や水力発電設備の改修、西アフリカパワープールからの電力輸入を含めて、目標年次以降の電力需給バランスを確保できる発電設備規模を選定する。
- ③ ベース負荷に対応した連続運転が可能な（年間 8,000 時間以上の運転）10 MW 発電設備を選定する。

なお、メーカーによりエンジン仕様等は、同一ではなく多少の違いがあるので、下記は一応の目安とする。

・エンジン出力

$$P_e \geq \frac{P}{0.7355 \times \eta} = 7,553 \text{ PS}$$

P_e : エンジン出力 (PS、メートル馬力)

P : 発電端出力 (5,000 kW)

η : 発電機効率 (90 % と仮定する)

・発電機容量

$$P_G = \frac{P}{P_f} = 6,250 \text{ kVA}$$

P_G : 発電機容量 (kVA)

P : 発電端出力 (5,000 kW)

- ④ 単機容量 5 MW クラスのベース負荷用発電設備は経済的な運転・維持管理の実施のために、一般的にエンジン回転数 750 rpm 以下の中速機を採用しており、運転実績も多い。よって本計画で整備されるディーゼル発電設備においても、エンジンの回転数が 750 rpm 以下の中速機を採用する。

ii) 機械設備計画

a) 燃料供給計画

① ディーゼル油

本協力対象事業では現地石油会社からタンクローリートラックにて供給されたディーゼル油を新設荷役設備、貯蔵タンク(335m³ x 2 基)、移送設備を経て小出槽に送られる。エンジンへの燃料供給は、燃料小出槽から燃料移送ポンプで供給する。燃料油系統図を基本設計図 G-M02 に示す。ディーゼル油小出槽は、当該発電設備が約 2 時間運転するために必要な容量とする。容量は下記により計算される。

$$V_s = V \times 5,000 \text{ kW} \times 2 \text{ 時間} \approx 2.47 \text{ m}^3$$

但し、

V_s : 燃料油小出槽の容量

V : 発電設備(定格出力 5,000 kW) 1 台当たりの燃料消費量 (210 g/kWh)。

但しディーゼル燃料の比重を 0.85 と仮定する。従って、燃料油小出槽の公称容量は、空間容積を 15%考慮し 3 m³とする。

② 重油

世銀支援で改修した重油タンク群から供給された重油を新設転送ポンプ、4"配管、バッファータンク(容量 6.0m³)、油清浄機を経て重油小出槽(容量 3.0m³)に送られる。

b) 潤滑油設備

ブッシュロッド発電所には共用の潤滑油設備がないため、本協力対象事業で当該発電設備専用の潤滑油設備を設けることとする。潤滑油は発電建屋の屋外のドラム缶から潤滑油移送ポンプでエンジンに供給する。基本設計図 G-M03 に潤滑油系統図を示す。

c) 冷却水設備

市水の硬度を改善するための軟水装置を通した後、冷却水として利用する。冷却方式は節水を考慮した閉鎖系統のラジエーター方式を採用し、海岸に近いラジエーターには防食対策を行う。また、軟水装置を通した後の水の一部は潤滑油清浄機へも供給する。

基本設計図 G-M04 に冷却水系統図を示す。

d) 圧縮空気設備

本協力対象事業で整備するディーゼルエンジンの起動用として、ディーゼルエンジン1台に対し1組の圧縮空気設備を設置する。なお同設備は、1号機と2号機の圧縮空気設備を配管で接続し、非常時に相互利用できるように配慮する。

基本設計図 G-M05 に圧縮空気系統図を示す。

なお、現地は湿度が高いため、圧縮空気槽には自動排水弁を設け、同圧縮空気槽の二次側配管を高圧と低圧に分け、減圧した低圧空気系統に乾燥機を設ける。低圧空気系統は、制御系統、潤滑油清浄機に圧縮空気を供給するものである。

e) 吸排気設備

エンジン燃焼用吸気及び燃焼ガスの排気は、専用のダクトにより必要な外部空気を過給機を通じて吸入し、燃焼後、消音器を経由して外部へ放出する。基本設計図 G-M06 に吸・排気ガス系統図を示す。

なお、発電機の冷却及び DEG 室の昇温防止のためブロワ室に給気ブロワを設置し、排気は発電建屋の屋根に設ける排気用ガラリから排出する。

f) スラッジ処理設備

ブッシュロッド発電所にスラッジ処理設備は無く、環境への影響が懸念されることから、本協力対象事業では、スラッジ処理設備と廃油焼却設備を設置する事とし、環境への影響の低減を図る。基本設計図 G-M07 にスラッジ処理系統図を示す。

g) 配管経路

当該発電設備に必要で、屋外に敷設される配管は下記の種類がある。配管には運転に必要な色分け及び流れ方向を明記することとする。

- 燃料油配管
- 潤滑油配管
- 冷却水配管
- 圧縮空気配管
- 廃油配管
- 排水配管

iii) 電気設備計画

本協力対象事業で調達される発電機の電圧は、我が国で標準的に製作される 6.6 kV とする。変電設備及び配電設備は、既存の電圧に統一し 66 kV 及び 22 kV とする。

主な電気設備の計画内容は以下のとおりである。

発電設備用電気設備

a) 発電機変圧器

発電機電圧 6.6 kV を 22kV に昇圧する変圧器を、各発電機に対応し 2 台設置する。

b) 現場制御盤

当該発電設備の機側に、発電設備の起動、停止、制御、計測、警報発信等に用いる現場操作盤を設置する。

c) 22 kV 遮断器盤

当該発電機の同期投入用、所内変圧器用、HFO 設備用、66 kV 変電所への送り出し用として 22 kV 遮断器盤を発電建屋内の電気室に設置する。当該遮断器盤には静止型の保護継電器を具備する。

d) 発電機中性点接地盤

当該発電機の中性点接地用断路器及び接地抵抗器（発電機 2 台に対し共通 1 台）を発電建屋内の電気室に設置する。発電機中性点は一点接地で運用するため、中性点接地用断路器はどちらか 1 台のみ閉路とする。接地抵抗器盤には静止型の保護継電器を具備する。

e) 発電機制御盤

当該発電設備、発電機回路 22 kV 遮断器、発電機中性点接地断路器、補機等を一括制御監視するための発電機制御盤を制御室に設置する。また、22 kV 配電盤の監視盤も制御室に設置する。

ブラシレス・サイリスタ方式の励磁用制御装置を発電機制御盤内に設け、発電機の同期投入操作も本制御盤で行う。

f) 所内変圧器

当該発電機の補機設備及び発電所建屋設備の電源用として、油入型の所内変圧器 1 台を屋外に設置する。当該変圧器 1 台の容量は最少 750 kVA とし、発電機補機ユニット分（発電機 2 台分）及び共通分（発電所建屋設備等）に供給する十分な容量とする。

g) 主低圧配電盤

所内変圧器から所内動力盤（モーターコントロールセンター）に配電するための主低圧配電盤を電気室に設置する。

h) 所内動力盤（モーターコントロールセンター）

当該発電設備の補機及び発電建屋設備への動力供給用の所内動力盤を電気室に設置する。当該所内動力盤には必要な操作、計測機器及び警報設備を具備する。

i) 直流電源盤

当該発電設備及び補機の起動、停止、制御、計測、警報等用の電源として、直流電源装

置（バッテリー、充電器及び直流分電盤）を盤内に収納し電気室に設置する。電圧は 110 V とし、バッテリーは密封型鉛蓄電池を採用し、停電時間を 2 時間とした必要な容量とする。

j) 低圧分電盤

当該発電設備及び発電所建屋設備（照明、空調、換気等）への電源供給用に低圧分電盤を電気室に設置する。

重油移送ポンプ用電気設備

既存の重油タンクの近傍に新規に建屋を建設し、重油移送用ポンプ等を建屋内に設置する。

a) HFO 変圧器

当該重油移送設備及び建屋設備の電源用として、油入型の変圧器 1 台を屋外に設置する。当該変圧器の容量は最少 630 kVA とし、重油移送補機分及び建屋設備に供給する十分な容量とする。

b) 22 kV 断路器盤

HFO 変圧器及び所内動力盤（モーターコントロールセンター）の点検用に 22kV 断路器（24 kV 手動式断路器）を収納した盤を建屋内に設置する。

c) HFO 所内動力盤（モーターコントロールセンター）

当該重油移送設備、蓄電池充電器及び建屋設備への動力供給用の所内動力盤（モーターコントロールセンター）を建屋内に設置する。当該所内動力盤は両面型を採用し、室内のスペースの有効利用を図る。

d) 直流電源盤

22 kV 断路器盤及び重油移送設備監視盤の制御電源として、直流電源装置（バッテリー、充電器及び直流分電盤）を盤内に収納し建屋内に設置する。電圧は 110 V とし、バッテリーは密封型鉛蓄電池を採用し、停電時間を 2 時間とした必要な容量とする。

e) 低圧分電盤

当該建屋設備（照明、空調、換気等）への電源供給用に低圧分電盤を建屋内に設置する。

f) 重油移送設備監視盤

重油移送設備の状態表示を装備した監視盤を建屋内に設置する。

附帯電気設備

a) ケーブルの仕様及び据付

中圧、低圧ケーブル：22 kV、6.6 kV 及び 1kV ケーブルの仕様：架橋ポリエチレン絶縁（XLPE）、ビニール外装（PVC）、銅導体を採用する。

地中直埋ケーブルの外装：三芯ケーブルには鋼線付外装（SWA）を採用する。

22 kV 及び 6.6 kV ケーブル端末処理材の仕様：既存と同様に、熱収縮形（Raychem 型と同等品）を採用する。

発電建屋内及び重油移送設備建屋内のケーブルは、ケーブル・トレンチ内のケーブル・サポートに布設する。地中直埋設のケーブルは、地表から 60 cm に布設し埋設表示テープも布設する。

主な 22 kV 及び 6.6 kV ケーブルの仕様を下表に示す。

番号	始点	終点	仕様			備考
			型式	芯数	導体断面積 (mm ²)	
1	発電機 (5MW)	6.6/22kV 発電機変圧器 (7.0MVA)	3.6/6(7.2)kV, XLPE/PVC	1	95	6本 (2本/1相)
2	6.6/22kV 発電機変圧器 (7.0MVA)	22kV 発電機遮断器盤	12/20(24) kV, XLPE/SWA/PVC	3	95	
3	発電機 (5MW)	中性点接地盤	3.6/6(7.2)kV, XLPE/PVC	1	70	
4	22kV 所内用変圧器遮断器盤	所内用変圧器 22kV/400-230V 750kVA	12/20(24) kV, XLPE/PVC	3	70	
5	22kV HFO 所内用変圧器遮断器盤	HFO 所内用変圧器 22kV/400-230V 630kVA	12/20(24) kV, XLPE/AWA/PVC	1	70	
6	22 kV 配電遮断器盤	22kV 変電所遮断器盤 (ノルウェー側据付)	12/20(24) kV, XLPE/SWA/PVC	3	120	

制御ケーブルの仕様及び据付：ビニール（PVC）絶縁、ビニール（PVC）外装、銅導体を採用する。制御ケーブルは地中直埋設とせず、ケーブル・サポート又は保護管路内に敷設する。

b) 接地設備

下記の接地設備は、地中の共通接地網に接続する。

- 電力系統の地絡保護を目的とした接地設備
- 金属体、電気機器からの感電防止を目的とする接地設備
- 落雷から施設・機材を守る避雷設備

発電建屋の周囲の接地網は既存 66 kV 変電所の接地網と接続する。合成接地抵抗値は、5 オーム以下とする。

接地網の埋設深さは地表から 75 cm とする。

接地用資材の仕様は既存の資材と同等又はそれ以上とする。

- 接地線：銅裸線 50 mm² 以上
- 接地棒：長さ 2.1 m 以上の銅棒

3) 主要機器の概略仕様

前述した設計方針、設計基準、設計条件、施設・機材配置計画等に留意し、本計画で建設

される発電設備及び電気設備の主要機器の仕様を以下のとおり策定する。

表 3-2-4 発電設備主要機器の概略仕様

番号	主要機器名	概略仕様
1.	ディーゼルエンジン	<p>運転定格：連続（ベース負荷運転） 出力：発電端 5,000 kW 以上 回転数：750 rpm を超えない エンジン形式：4 ストロークサイクル、トランクピストン型、過給機付き水冷式 V タイプのディーゼル機関 冷却方式：ラジエーター方式 燃料油：重油及びディーゼル油 その他：共通台板式防振支持装置付き</p>
2.	発電機	<p>運転定格：連続 出力：6,250 kVA (5,000 kW) 以上 周波数：50 Hz 相数：3 相 定格電圧：6.6 kV 回転数：エンジンと同じ 力率：0.8（遅れ） 巻線接続方式：Y 接続、中性線引出し 絶縁階級：F</p>
3.	機械設備	
3.1	燃料供給設備	
(1)	ディーゼル油設備	
①	荷役設備	荷役ポンプ、流量計 他
②	貯蔵タンク設備	335m ³ x 2 基
③	移送ポンプ設備	3m ³ 、0.5MPa
④	小出槽	3.0m ³
(2)	重油設備	
①	転送設備	転送ポンプ
②	転送配管	6"約 400m、ヒートトレース
③	バッファータンク	6.0m ³
④	重油洗浄機	
⑤	重油清浄機	
⑥	重油小出槽	3.0m ³
(3)	共通設備	
①	燃料流量計	階級 0.5 以下、フィルター含む
②	燃料コシ器	一次、二次バケット式
③	燃料調圧弁	自力式
④	燃料ドレンタンク	200 ㍓
⑤	燃料ドレンポンプ	モーター、ギアポンプ、フィルター含む
3.2	潤滑油設備	
①	潤滑油移送ポンプ	モーター、ギアポンプ、フィルター含む
②	潤滑油サンプタンク	約 7m ³
③	潤滑油プライミングポンプ	モーター、ギアポンプ含む
④	潤滑油冷却器	プレート式、自動温度調整弁含む
⑤	潤滑油主コシ器	バケット式 50μ、自動逆洗付き
⑥	潤滑油清浄機ユニット	遠心式、自動排出装置含む
⑦	潤滑油調圧弁	空圧作動式
⑧	ターボチャージャー潤滑油装置	サンプタンク、移送ポンプ、フィルター、冷却器

3.3	冷却水設備 ① HT/LT 緩衝タンク ② HT 冷却水ポンプ ④ 冷却水温度調整弁 ⑥ ラジエター ⑦ LT 冷却水ポンプ ⑧ 軟水装置 ⑨ 軟水供給ポンプ	鋼板製、0.5 m ³ モーター、渦巻ポンプ含む 自力式 2層式、垂直流ファン、銅製冷却管 モーター、渦巻ポンプ含む イオン交換樹脂式 モーター、渦巻ポンプ含む
3.4	圧縮空気設備 ① 空気圧縮機 ② 圧縮空気槽 ③ 減圧弁 ④ 乾燥機	圧力 25 kg/cm ² 、電動機駆動 連続3回起動可能な容量、自動排水弁付 自力式 電気式
3.5	吸排気設備 ① 吸気ダクト ② 吸気フィルター ③ 吸気消音器 ④ 排気消音器 ⑤ 排気ダクト ⑥ 給気ブロワ	鋼板製、円形 自動クリーニング式 水平式 排気筒付き 鋼板製、円形 軸流式
3.6	スラッジ処理設備 ① 油水分離タンク ② 廃油ポンプ ③ 油水分離装置 ④ 焼却炉	重力式、約 2 m ³ モーター、スクリュウポンプ、0.5 m ³ /時 残留油分 50 ppm 以下 0.5 m ³ /時、補助燃料・廃油タンク付
4	電気設備	
4.1	発電設備 ① 発電機変圧器 ② 現場制御盤 ③ 22 kV 遮断器盤 ④ 発電機中性点接地盤 ⑤ 発電機制御盤 ⑥ 所内変圧器 ⑦ 主低圧配電盤 ⑧ 所内動力盤 (MCC) ⑨ 直流電源盤 ⑩ 低圧分電盤	6.6kV/22kV 7.0MVA 屋内自立型 型式：屋内金属閉鎖配電盤、3相3線式 遮断器：真空遮断器（引出型）、24 kV、630 A/1,000 A/2,000 A、25 kA（1秒）、操作電圧 DC 110 V 型式：屋内金属閉鎖配電盤 断路器：6.6/√3 kV、100 A 抵抗器：6.6/√3 kV、100 A、38 オーム、10 秒間 型式：屋内自立型 機能：AVR、同期装置、計測、状態表示、警報を含む 型式：屋外油入自冷式、三相 仕様：22 +/-2x2.5%/0.4-0.23 kV（無電圧タップ切り替え）、Dyn11、750 kVA、%Z=5% 中圧・低圧接続：ケーブル・ダクト 型式：屋内金属閉鎖配電盤、400/230 V、3相4線式 遮断器：空気遮断器（ACB）、600 V、1,250 A/400 A、20 kA（1秒） 型式：屋内自立型、両面型、0.4/0.23 kV、3相4線式 遮断器：空気遮断器（ACB）（受電）、配線用遮断器（フィーダー）、20 kA（1秒） 型式：屋内自立型 蓄電池：全閉密封型鉛蓄電池、110 V 蓄電池容量：停電時間 2 時間 直流配電盤：DC 110 V 型式：屋内自立型、400/230 V、3相4線式 遮断器：配線用遮断器

4.2	重油輸送ポンプ用電気設備	
	① HFO 変圧器	型式：屋外油入自冷式、三相 仕様：22 +/-2x2.5 %/0.4-0.23 kV （無電圧タップ切り替え装置付）、 630 kVA、Dyn11 %Z=5% 高圧・中圧接続：ケーブル・ダクト
	② 22kV 断路器盤	型式：屋内金属閉鎖配電盤 3相3線式 断路器：手動式 22kV 630A 31.5kA (1秒) 制御電圧：DC110V
	③ HFO 所内動力盤 (MCC)	付属品：計器類、保護継電器類盤内収納 型式：屋内自立型、両面、0.4 - 0.23kV 3相4線 遮断器：受電側 空気遮断器 (ACB) 配電側 配電用遮断器 (MCCB) 20kA 1秒
	④ 直流電源盤	型式：屋内自立型 蓄電池：全閉密封型鉛蓄電池、110V 電池容量：停電時間2時間以上
	⑤ 低圧分電盤	型式：屋内壁掛 0.4 - 0.23kV 3相4線 遮断器：配電用遮断機 (MCCB)
	⑥ HFO 監視盤	型式：屋内自立型 機能：重油移送設備の操作・状態表示・警報

3-2-3 概略設計図

図面番号	図面名称
G-01	全体配置図
G-02	発電設備配置図
A-01	発電建屋立面図
A-02	発電建屋仕上表
G-M01	全体系統図
G-M02	燃料系統図
G-M03	潤滑油系統図
G-M04	冷却水系統図
G-M05	圧縮空気系統図
G-M06	吸気・排気系統図
G-M07	廃油処理系統図
G-M08	重油供給系統図
E-01	単線結線図 ^ア ッシヨロット ^ブ 発電所

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

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

(1) 事業実施主体

「リ」国側の本協力対象事業実施の実施機関は、リベリア電力公社（LEC）である。LECにおける実施部門は、本協力対象事業を遂行し、当該設備完成後は、供与設備の運転維持管理を担う必要がある。また、本協力対象事業を円滑に進めるために、LECは、日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡及び協議を行い、本協力対象事業を担当する責任者を選任する必要がある。

選任されたLECの本協力対象事業の責任者は、本協力対象事業に関係するLEC職員及び関係機関、並びに各地域の住民等に対して、本協力対象事業の内容を十分に説明・理解させ、本協力対象事業の実施に対し協力するように啓発する必要がある。

(2) コンサルタント

本協力対象事業の機材調達・据付工事を実施するため、JICAより「リ」国側に推薦された日本国法人のコンサルタントが、LECと設計監理業務契約を締結し、本協力対象事業に係わる実施設計と調達及び据付工事の監理業務を行う。また、同コンサルタントは入札図書を作成すると共に、事業実施主体であるLECに対し、入札実施業務を代行する。

(3) 請負業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従って、一般公開入札により「リ」国側から選定された日本国法人の請負業者が、本協力対象事業の資機材調達及び据付工事を実施する。請負業者は本協力対象事業の完成後も、引続きスペアパーツの供給、故障時の対応等のアフターサービスが必要と考えられるため、当該資機材及び設備の引渡し後の連絡体制についても、十分に配慮する必要がある。

(4) 技術者派遣の必要性

本協力対象事業は、発電設備容量5MWのディーゼル発電設備2台の調達及び据付であり、複数の工事班により執り行われるため、お互いに調整のとれた施工が必要である。それら各種工事の大部分は並行して実施されることになり、工程、品質、出来形及び安全管理のため、工事全体を一貫して管理・指導出来る現場主任を日本から派遣することが不可欠である。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 資機材調達上の留意事項

1) 資機材の調達国について

「リ」国は、原動機、同期発電機、開閉設備等の主要機材に関して輸入に頼っており、現地調達はできないため、日本又は第三国から調達するものとする。また、配電線、配管等の資材に関しても輸入に頼っており、現地調達はできないため、日本又は第三国から調達するものとする。

2) 安全対策について

本協力対象事業の対象地域は、治安上の問題が少ない地域が要請されているが、資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には十分留意する必要がある。このため、「リ」国側による安全対策上必要な措置を講じることは必須であるが、日本側も、資機材置き場に仮設工事の一部としてフェンスを設置し、警備員を配置する等の安全対策を考慮することとする。

3) 免税措置について

本協力対象事業で調達する資機材に関する通関及び関税の免税を受けるためには、事前に、請負業者は、LECの調達担当者（Procurement Officer）を通じて、財務省（Ministry of Finance）の所得・関税・課税管理局（Customs and taxation）に、船荷証券の写し等、必要書類を添えて通関及び免税手続き申請書を提出し免税を受ける。

4) 輸送について

「リ」国への海上輸送資機材については、唯一の国際港であるフリーポート国際港（バース4面）にて通関手続きが行われる。港湾管理は港湾公社（National Port Authority）により行われている。港は現在改修中であり、同時に浚渫工事にて喫水12mを確保し、2012年5月完工の予定である。従って、完工後には8,000トンクラスの貨物船が十分接岸できる。ただし、100トンクラスの荷役建機は装備されていない。

原動機機関等の100トンクラスの重量物に対しては、日本からバラ積船デッキ上に乗せ海上輸送される。フリーポート国際港の荷役は船装備のクレーンを使用し、直接低床油圧トレーラーに載せられる。プロジェクト対象地であるブッシュロード発電所までの道路は約3kmであり、比較的良く整備されており、輸送に大きな問題はない。ただし、一部配電線が地上約3.5mで道路を横断している。この国内輸送に当たり、LECと綿密な事前打合せ及び協力が不可欠である。発電所における荷役はジャッキアップし、トレーラーを抜き取りオンベツトさせる。低床油圧トレーラーはモンロビア市内での調達が可能である。

なお、日本国からの調達機材の輸送には、長期間の海上輸送、港の荷揚げ、本計画地までの内陸輸送並びに保管に充分耐え得る梱包方法を採用する。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本環境プログラム無償資金協力の実施において、我が国と「リ」国側の詳細な施工負担区分は、表3-2-5に示すとおりである。

表 3-2-5 日本側と「リ」国側の負担区分

No.	負担事項	負担区分		備考
		日本国側	「リ」国側	
*1	(1) プロジェクト用地の確保		○	発電機建屋、給油移送建屋、所内変圧器用地の確保
	(2) プロジェクト用地内の既設設備の撤去（基礎及び埋設物含む）、整地・造成、草刈り及び障害物の撤去		○	

No.	負担事項	負担区分		備考
		日本国側	「リ」国側	
*2	フェンス及び門扉の設置 (1) 仮設フェンス及び門扉	○		
*3	道路整備 (1) プロジェクト用地内の道路 (2) プロジェクト用地へのアクセス道路	○	○	舗装の整備
*4	附帯設備工事 (1) 電気工事 a) 引込工事 b) 屋内配線工事 (2) 水道工事 a) 引込及び接続工事 b) 接続点二次側の配管工事 (3) 排水工事 a) 用地外側 b) 用地内側	○	N/A ○ ○	所内変圧器を設置するため適用外
*5	資機材の輸送、通関手続き及び諸税の取扱い (1) 荷揚港/空港までの輸送 (2) 「リ」国での免税措置及び通関手続き (3) 荷揚港からプロジェクト用地までの輸送 (4) 現地調達資機材に係る付加価値税等の国内税の免除または負担	○ ○ ○	○ ○ ○	搬入場所：プッシュロッド発電所内に確保された仮置き場
*6	以下に示す許可取得のための必要な措置： - 建屋建設工事に必要な許可 - 据付工事に必要な許可 - 制限地区への進入許可		○	必要に応じてプロジェクト実施前に取得する
*7	施設及び調達資機材の適切な運転維持管理		○	交換部品の購入を含む
*8	無償資金協力に含まれない費用の負担		○	
*9	銀行取極に基づく以下の手数料の支払い： (1) A/P(Authorization to Pay) 授権手数料 (2) 支払手数料		○ ○	
*10	プロジェクト実施に必要な環境社会配慮の予算確保及び実施		○	
11	仮設資機材置場用地の確保		○	敷地：約 50 m×約 50 m
12	工事期間中の駐車場の確保		○	
13	工事用事務所	○		日本側コンサルタント及び施工業者用
14	仮設資機材置場における資機材の適切な保管及び安全管理	○		
15	既設地中ケーブル及び配管移設及び許可取得（電力、電話、水道、下水等）		○	必要に応じ
16	道路横断工事の許可取得		○	必要に応じ
17	残土及び工事雑水の廃棄場所の提供		○	
18	資機材の製造・調達	○		本協力対象事業で調達する資機材
19	資機材の据付工事、調整・試験	○		「リ」国側は調達機材に含まれる保守用道工具を日本側工事業者へ貸与する。
20	工事期間中の一時的な停電作業		○	
21	既設設備への最終接続作業 (1) 電力系統への最終接続 (2) 既設燃料油系統への最終接続 (3) 既設市水ラインへの最終接続		○ ○ ○	LEC立会 LEC立会 プロジェクト用地内における接続点及び接続弁の確保を含む、LEC立会
22	上記最終接続作業に必要な資材の調達	○		

No.	負担事項	負担区分		備考
		日本国側	「リ」国側	
23	調達機材の初期操作指導及び維持管理に係る運用指導	○		
24	プロジェクトサイトにおけるプロジェクト関係者の安全確保		○	必要に応じ
25	工事中に必要な停電等に際しての需要家等への対応及び補償		○	必要に応じ
26	工事中の需要家に対する停電計画の連絡		○	

出所：JICA 調査団

注記：○印が施工区分を表す。番号の*印は、M/D 記載項目を示す。

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

我が国の無償資金協力制度に基づき、コンサルタントは協力準備調査で行った概略設計の趣旨を踏まえ、実施設計業務・施工監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。コンサルタントは施工監理段階において、本プロジェクト対象地に最低限 1 人の技術者を駐在させ、工程管理、品質管理及び安全管理を実施する。更に、必要に応じて、国内で製作される資機材の工場検査及び出荷前検査に国内の専門家が立会い、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

(1) 施工監理の基本方針

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

1) 工程管理

請負業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程、及びその実際の進捗状況との比較を各月または各週に行い、工程遅延が予測される場合は、請負業者に対し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の納入が完了する様に指導を行う。計画工程と進捗状況の比較は主として以下の項目による。

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

2) 安全管理

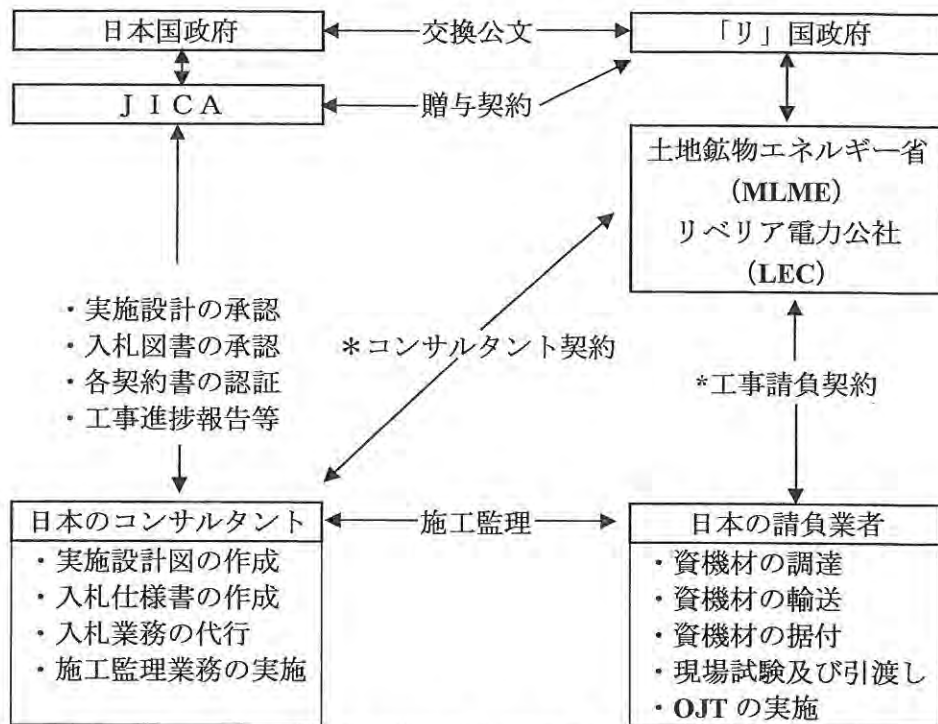
請負業者の責任者と協議、協力し、建設期間中の現場での労働災害及び、第三者に対する事故を未然に防止するための安全管理を行う。現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

- ① 安全管理規定の制定と管理者の選任
- ② 建設機械類の定期点検の実施による災害の防止

- ③ 工事用車両、建設機械等の運行ルートの方策と徐行運転の徹底
- ④ 労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

(2) 計画実施に関する全体的な関係

施工監理時を含め、本協力対象事業の実施担当者の相互関係は、図 3-2-3 のとおりである。



注記：*コンサルタント契約及び業者契約は JICA の認証が必要である。

図 3-2-3 事業実施関係図

(3) 施工監督者

工事請負業者は工事契約に基づき、施設建設工事並びに機材据付工事を実施するに当たり、「リ」国現地の施工業者を、下請け契約を結ぶことにより雇用することになる。従って、建設期間中の工程監理、品質管理、安全管理を下請けの業者にも徹底させるため、請負業者は海外での類似業務経験を持つ技術者を現地に派遣し、下請け業者の管理を行わせる必要がある。

3-2-4-5 品質管理計画

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

- ① 資機材の製作図及び仕様書の照査
- ② 資機材の工場検査立会い又は工場検査結果報告書の照査
- ③ 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ④ 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- ⑤ 資機材に係る工場及び現場における試運転・調整・検査要領書の照査

- ⑥ 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い
- ⑦ 機材製作図・施工図と現場出来形の照査
- ⑧ 竣工図の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

本協力対象事業に使用する調達対象資機材及び建設用資機材は、「リ」国で製造・製作されていないため、日本または第三国より調達とする。建設用資材の一部（セメント、採石、砂等）は「リ」国の市場で購入可能であるため、現地調達を行う方針とする。

(1) ディーゼルエンジン

ディーゼルエンジンの調達国としては、日本と DAC に加盟する欧州諸国が挙げられる。欧州には本協力対象事業で必要とされる仕様を満足するディーゼルエンジンを製造している会社が数社あるが、我が国の無償資金協力の工程に合致した納期が得られない可能性が大きいとともに、アフターサービス体制が万全でない。

以上の状況により、本協力対象事業で調達するディーゼルエンジンは日本製を採用する方針とする。

なお、ディーゼルエンジン補機のうち、ラジエーター、潤滑油清浄装置については、日本の発電機メーカーにおいても欧米製の機材をシステムに組み入れることが一般的であるため、これらの補機について本協力対象事業においても DAC 加盟国を調達国として採用する。

(2) 電気設備

同期発電機、6.6kV 屋内型配電盤、22kV 遮断器盤、発電機用変圧器等、発電設備に付帯する電気設備は日本製とする。

表 3-2-6 資機材調達先

資機材	調達先		
	「リ」国	日本国	第三国 (備考参照)
(油脂類)			
① 燃料油、冷却水	○	—	—
② 潤滑油	○	—	—
(建設工事用資機材)			
① 砂、砂利	○	—	—
② セメント	○	—	—
③ 鋼材	—	○	○
④ 鉄骨	—	○	○
⑤ 建築設備、仕上材	○	○	○
(建設機械／輸送用車輛) (*1)			
① 一般用建設機械	○	—	—
② 杭工事用機械	—	○	○
(ディーゼル発電設備)			
① ディーゼルエンジン、同期発電機	—	○	—
② 同上用補機 (燃料供給設備、冷却水設備、圧縮空気設備、等)	—	○	○
③ 同上用配管材及び付属品	—	○	○
④ 発電設備用電気設備 (発電機盤、変圧器、動力制御盤、等)	—	○	—
⑤ 22 kV 遮断器盤	—	○	—

資機材	調達先		
	「リ」国	日本国	第三国 (備考参照)
⑥ 電設資材（中圧ケーブル、低圧ケーブル、電線管、付属品等）	—	○	○
⑦ ディーゼル発電設備用予備品、及び維持管理用道具	—	○	—

備考：第三国は、DAC加盟国とする。 *1 特殊建設機械、輸送用車輛は近隣諸国から調達する。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本協力対象事業の発電設備は、単機出力が5 MWと比較的大型である。また、既設発電設備に故障が多発していることから、運転開始後の円滑な運用を図るために、工事及び試運転期間において必要となるOJT計画を提案する。

(1) 据付工事及び試運転期間中のOJT計画

1) OJTの目的

本協力対象事業で調達・据付される設備・資機材の運転・維持管理技術を、据付工事及び試運転期間中に、「リ」国側カウンターパートに移転する。

本協力対象事業で導入する発電設備の仕様、グレードは、既設設備の運転・維持管理に携わるLEC職員の既存技術レベルを考慮して選定される。また、LECは、日本製のディーゼルエンジン発電設備の運転維持管理技術について、過去の発電設備の運転・維持管理の経験からある程度は保有していたが、騒乱により離散し経験者は全くいない状態である。また、既設発電機も騒乱時に盗難に遭い、基礎のみが残っているのが現状である。本協力対象事業で調達される発電設備のシステムが、既設発電設備納入後に新技術が導入された部分もあるので、据付工事及び試運転期間中に製造会社から派遣される技術者によって、「リ」国側技術者に対して運転・維持管理技術の実習訓練（OJT）を実施する。

また、環境への影響を極力少なくするため既設設備の改修提案を含む廃油処理についての指導を実施するとともに、維持管理作業に必要な不可欠な各種計器の操作方法についても訓練を実施し、供与機材の効果的な運用を確保する。

(2) 計画内容

1) OJT実施期間と実施場所

- ・座学 : 約1週間（現場）
- ・現場実習 : 約2ヶ月（現場）

2) インストラクター

日本の当該工事請負業者が納入する発電設備の製造会社から派遣される機材据付、試運転・調整技術者をインストラクターとする。

3) 研修員

OJTを受講する「リ」国側研修員は、当該発電設備運転開始後に、直接運転・維持管理業務

に携わる LEC 運転員及び保守要員とし、下記要員が OJT を受講する。従って、本計画の「リ」国側実施機関である LEC は、発電設備の据付工事が開始されるまでに、具体的に研修員を任命するものとする。

4) 研修内容

一 座学

運転保守マニュアルを使用して、当該発電設備を中心とした下記基礎教育を行う。

- ・ 当該発電設備の特性、構造等
- ・ 運転・保守管理の基礎（スケジュール・コントロール、予防保全の基礎的考え方、設備機能、事故・故障対策の基礎、予備品及び工具の管理、図面、書類の管理）
- ・ 廃油処理設備のシステムと管理方法等

一 現場研修

日本側の請負業者が機材の据付、試運転期間中に、機関の分解・整備を中心とした保守・点検の研修を現場にて実施する。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

本協力対象事業で計画している重油焚き中速ディーゼル発電設備と同じ形式のディーゼル発電設備が、以前ブッシュロッド発電所に設置され、稼働していたが、十数年前の内戦により破壊され、その後現在に至るまで重油焚き中速ディーゼル発電設備による発電はされていない。従って、技術の空白期間が発生し、LEC 自身による技術移転ができないことから、本協力対象事業の実施に伴い重油焚き中速ディーゼル発電設備の運転・維持管理についての技術移転を行う事は、極めて重要である。

本協力対象事業においても、工事期間中、試験運転及びコミッショニング時に機器納入業者により運転操作を主体に OJT（On the Job Training）が実施されるが、ローカルスタッフのみによる維持管理を含めた発電設備の総合的運営管理を行うためには不十分であり、このためには、設備の構造、システムから維持管理、巡回点検及び予防保全に渡る一連の技術移転が必要であり、本協力対象事業においてソフトコンポーネントとしてこれらの技術移転を図るものとする。

(1) ソフトコンポーネントの目標

重油焚きディーゼル発電設備に関する技術の不足に加え、既設ディーゼル発電設備の日常点検及び定期点検作業も十分とは言えない状況なことから、ソフトコンポーネントの目標を下記のとおりとする。

- ディーゼル機関（主に中速型）の構造、機能及び理論に係わる技術の移転
- 各系統設備（潤滑油系統、冷却水系統など）の構造、機能及び理論に係わる技術の移転
- ディーゼル機関及び各系統設備における日常点検、定期点検及び予防保全に係わる技術の移転

(2) ソフトコンポーネントの成果

本ソフトコンポーネントの実施による、日常点検、定期点検及び予防保全技術の移転の成果は下記のとおりとする。

- ディーゼル機関（主に中速型）の構造、機能及び理論について習得レベルを把握するための試験を実施
- 各系統設備（潤滑油系統、冷却水系統など）の構造、機能及び理論について習得レベルを把握するための試験を実施
- ディーゼル機関及び各系統設備における故障、日常点検、定期点検及び予防保全に係わる習得した技術を基に、日常点検、定期点検及び予防保全実施計画表の作成

(3) ソフトコンポーネントの活動内容及び投入計画

1) 活動内容

ソフトコンポーネントにおいて、中速ディーゼル機関の維持管理及び予防保全技術の移転を図るため、講習及び実地訓練を主体に下記に示す活動を行う。

- 中速 4 サイクルディーゼル機関の構造、理論及び運転管理技術の講習
- 各系統設備（燃料油、冷却水、圧縮空気、給排気及び廃油処理）の構造、理論及び運転管理技術の講習
- 中速 4 サイクルディーゼル機関及び各系統設備における故障、日常点検、定期点検及び予防保全技術の講習
- 上記項目について、実地訓練（OJT）
- 中速 4 サイクルディーゼル機関及び各系統設備について日常点検、定期点検及び予防保全実施計画表の作成

2) 実施計画

ソフトコンポーネント活動の指導技術者として、中速 4 サイクルディーゼル機関の設計の経験を保有し、運転維持管理に精通した日本人技術者を選任し、この技術者が、ソフトコンポーネントの内容をローカルスタッフに技術移転するための資料作成を事前に国内で行うこととする。

i) 国内活動

国内活動の期間は 0.75 ヶ月とし、国内における資料作成の内容は、表 3-2-7 に示すとおりとする。

表 3-2-7 国内活動内容

カテゴリー	国内活動内容（講習資料作成）	所要期間
ディーゼル機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 中速4サイクルディーゼル機関の構造及び理論 	5日
各系統設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料油系統設備（概要、清浄装置の構造及び理論、熱効率の維持、排出ガス管理及び燃料油性状管理） ● 潤滑油系統設備（概要、清浄装置の構造及び理論、流体潤滑及び潤滑油性状管理） ● 冷却水系統設備（概要、ラジエーター／水処理設備の構造、冷却性能と熱効率の関連、腐食防止及び冷却水性状管理） ● 給排気系統設備（概要、過給機／消音器の構造及び理論、排気温度管理） ● 廃油処理系統設備（概要、廃油処理設備の構造及び理論、環境への影響） 	7日
点検、維持管理、予防保全	<ul style="list-style-type: none"> ● 故障、日常点検、定期点検及び予防保全の技術移転のための講習資料 ● 日常点検、定期点検及び予防保全実施計画表に係わる資料 	10日
合計		22日 (0.75ヶ月)

ii) 現地活動

ソフトコンポーネント内容のローカルスタッフへの移転は現地で行うこととし、実地訓練も行うことから、本プロジェクトの試運転及びコミッショニング期間に合わるものとする。

現地活動の期間は2.0ヶ月とし、現地活動の内容は表 3-2-8 に示すとおりとする。

表 3-2-8 現地活動内容

カテゴリー	現地活動内容（講習、実地訓練内容）	所要期間
ディーゼル機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 中速4サイクルディーゼル機関の構造及び理論のローカルスタッフ講習 	0.4ヶ月
各系統設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 表 3-2-4 に示す各系統設備の内容のローカルスタッフ講習 	0.6ヶ月
点検、維持管理、予防保全	<ul style="list-style-type: none"> ● 故障検知、日常点検、定期点検、故障の予測及び予防保全に係わる技術移転のためのローカルスタッフ講習及び実地訓練 ● 部品及び消耗品の適切な交換 ● 各種点検記録表及び運転記録表の効果的運用 ● 騒音、振動及び環境汚染に係わる環境管理 	0.6ヶ月
点検、維持管理、予防保全実施計画表	<ul style="list-style-type: none"> ● ローカルスタッフによる日常点検、定期点検及び予防保全実施計画表の策定 ● ローカルスタッフの習得技術検定試験実施 	0.4ヶ月
合計		2.0ヶ月

3-2-4-9 実施工程

我が国政府により本協力対象事業の実施が承認された後、両国間で交換公文（E/N）が取り交わされ、我が国の無償資金協力制度に基づき、本協力対象事業が開始される。本協力対象事業は大きく、①実施設計、②施工業者選定（入札図書作成・入札公示・入札・入札評価・契約）、③資機材調達・据付工事の3段階からなる。図 3-2-4 に事業実施工程表を示す。



図 3-2-4 事業実施工程表

3-3 相手国側分担事業の概要

本協力対象事業を実施するに当たり、3-2-4-3 項「施工/調達・据付区分」に示す「リ」国側負担事項の他、「リ」国側が実施・負担する事項は以下のとおりである。

- 本プロジェクト実施にあたり必要な情報及びデータの提供。
- 本協力対象事業で整備される設備に係る運転維持管理技術を移転するための専門技師の任命と、据付工事期間中の工事確認と資機材の品質検査への立会い。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 基本方針

本協力対象事業で最も維持管理が重要な設備は発電設備であり、その維持管理に当たっては、日常の需要の変化に即応して、安定的に電力を供給するために、設備の運転・保守（O&M）及び設備環境の保全が不可欠である。

当該発電設備が持つ性能及び機能を維持し、継続した電力供給を行うためには、発電設備の信頼性、安全性及び効率性の向上を柱とした適切な予防保全と維持管理の実施が望まれる。

図 3-4-1 に維持管理の基本的な考え方を示す。

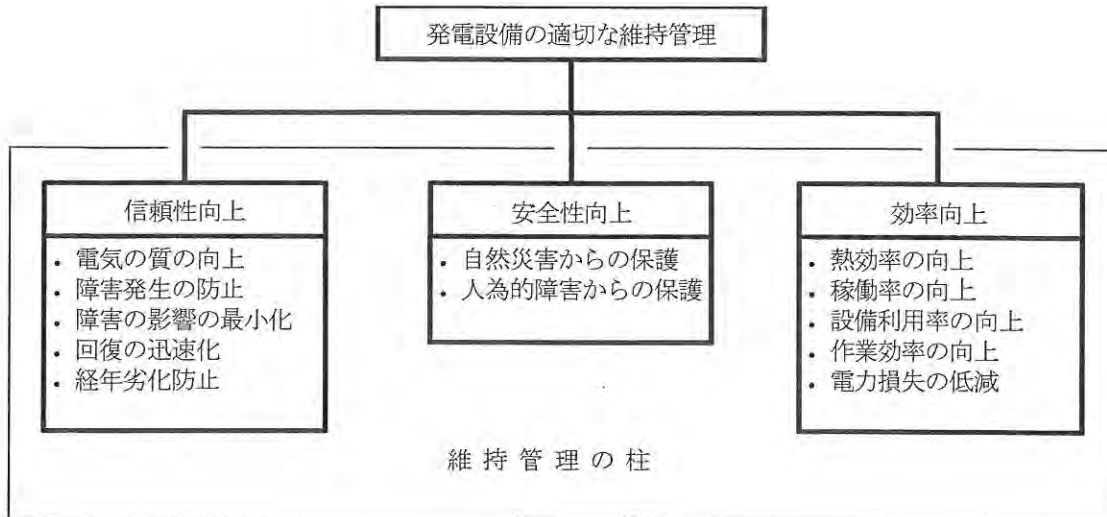


図 3-4-1 発電設備の維持管理の基本的な考え方

本プロジェクトにおいては、「リ」国は上記基本事項を常に念頭におき、工事期間中に日本の請負業者により派遣される専門技術者による OJT を通じて移転される O&M 技術と、運転・保守マニュアルにしたがって事業完了後の運転・保守を実施する必要がある。

3-4-2 定期点検項目

(1) 発電設備

「リ」国関係者は、表 3-4-1 に示す当該設備の標準的な定期点検項目及び発電設備製造会社が提出する運転・保守マニュアルに基づいて、本発電設備の運転・維持管理計画を策定し、電力需要に見合った経済的な運用計画を立案する必要がある。

表 3-4-1 標準的な発電設備の定期点検項目

	点検区分	主な作業項目
ディーゼルエンジン	日常（毎日）の点検	<ul style="list-style-type: none"> －燃料油面、潤滑油サンプタンク油面 －ジャケット水の水面確認 －始動空気槽圧力確認 －各部の外観点検
	1,000 時間毎の点検	<ul style="list-style-type: none"> －各部ボルト及びナットの締付状態の確認 －燃料及び潤滑油フィルターの洗浄
	2,500～3,000 時間毎の点検	<ul style="list-style-type: none"> －吸排気弁、始動弁、燃料弁、燃料ポンプ、ピストン、ライナー等の作動状態、油漏れ等の確認、潤滑油サンプタンクの油分析
	7,500～8,000 時間毎の点検	<ul style="list-style-type: none"> －ピストン、シリンダライナーの作動状態、油漏れ等の確認及びガスケットの交換 －ピストンリング、油カキリング、Oリングの交換 －シリンダーヘッド分解及びガスケット、Oリングの交換 －吸排気弁の点検と排気弁 Oリングの交換 －燃料噴射弁の点検とノズル交換 －クランクピンベアリングの点検及び必要な交換 －過給器の分解・点検とベアリング等の交換 －潤滑油サンプタンクの油分析と必要に応じた潤滑油交換
	16,000 時間毎の点検	<ul style="list-style-type: none"> －上記 7,500～8,000 時間毎の点検 －主軸受けの点検及び必要な交換 －排気弁ローテータの点検と必要な交換 －エンジン付潤滑油ポンプの分解点検と必要な交換
発電機	日常（毎日の運転中）の点検	<ul style="list-style-type: none"> －各部目視点検及び異常音、各部温度状況の確認
	1ヶ月毎の点検	<ul style="list-style-type: none"> －異常振動の有無 －潤滑油フロー状況及び軸受け部の漏油状況の確認 －各 부품の必要な清掃

点検区分	主な作業項目
1年毎の点検	-絶縁抵抗測定及びリード線、端子部点検 -スペースヒータ等付属品の状況目視点検 -軸受け部目視点検及び必要な清掃

なお、上記の標準的な定期点検に要する概略日数は、以下のとおりである。

・ 2,500～3,000 時間毎の点検	：	7～8 日／回
・ 7,500～8,000 時間毎の点検	：	15～18 日／回
・ 16,000 時間毎の点検	：	20～25 日／回

(2) 電気設備

本協力対象事業で調達・据付けられる電気設備の標準的な定期点検項目は、表 3-4-2 に示すとおりである。同表に示すとおり、電気設備の点検は、下記に示すような 3 項目に分類できる。

- ・ 機器の異常音等を人間の五感により毎日点検する“巡視点検”
- ・ ボルト等の発熱、締付状態、絶縁物の表面汚損状態等、日常巡視点検では出来ない充電部の点検を行う“普通点検”
- ・ インターロック機構等の機能点検及び計器類の精度維持を実施する“精密点検”に分類される。

なお、通常、普通点検は 1～2 年に 1 度、精密点検は 4 年に 1 度程度実施される。また、遮断器盤、分電盤等に内蔵されているヒューズ、計器、リレー等の性能劣化、絶縁性能の劣化、接点の摩耗並びに特性が変化する部品は、普通点検及び精密点検時に、部品の特性と使用頻度を確認した上で、適宜交換することが望ましい。

表 3-4-2 標準的な電気設備の定期点検項目

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

点検項目	点検内容 (方法)	巡視点検	普通点検	精密点検
測定・試験	絶縁抵抗の測定		○	○
	接触抵抗の測定			○
	ヒータ断線の有無		○	○
	継電器動作試験		○	○

3-4-3 予備品購入計画

発電、電気設備及び車両のスペアパーツは、運転時間に応じて交換する標準交換部品と故障・事故等の緊急時に必要となる緊急予備品とに分類される。従って「リ」国側は、定期点検サイクルに見合う様に、これ等の部品を購入する必要がある。

本協力対象事業では、16,000 時間稼働後（約 2 年後）に実施する初回の本格定期点検及びそれまでの定期点検に最小限必要なスペアパーツを調達する計画であり、その主要品目は定期点検項目から表 3-4-3 のとおりである。従って「リ」国側は、約 2 年後までに標準交換部品の購入費用（1 年間当たり、発電・電気設備費の約 3%）を、また必要な緊急予備品の購入費用を準備する必要がある。

ディーゼル発電設備は累積運転時間に応じて定期的なオーバーホールを行うこととされており、このような定期的なメンテナンスに伴う標準的なメンテナンス費（交換部品・消耗品類、メンテナンス用のSV人件費は含む）は日本における複数のエンジン製作会社の経験から、初期投資の3%/年（約 40,000,000 万円=US\$500,000.-/年）程度である。隣国のシエラレオネでは、本プロジェクトと同規模、同等仕様（重油焚き、中速エンジン、5MW×2 台）のディーゼル発電機の維持管理において、4,000 時間及び 8,000 時間の定期メンテナンスに係る交換部品・消耗品類と技術者派遣費用の合計が 4,000 万円程度であり、本プロジェクトで調達する機材が年間 8,000 時間の運転を行う場合の年間維持管理費は、同程度と想定される。但し、適正な運転をしていることが条件であり、電力の逼迫した状況下で、不具合・未整備を承知しながら無理に長時間連続運転するなどにより、想定外の主要部位の交換や事故に伴う大規模修理などが発生した場合には、主要部品交換費、エンジン製作会社の指導員派遣費等が増額となり、年間の維持管理費が上記のメンテナンス費用を上回り、さらに設備の停止期間が長くなり運転収支を悪化させる結果となる。

交換部品費は設備の経年変化に伴い増額する傾向にあり、また本計画によって交換部品を 2 年間運転分納入されるので、運転初期段階においては、上記メンテナンス費用は余剰するが、将来の大規模メンテナンス、想定外の事故等に備え積立すべきである。

従って、LEC は設備の運転開始後売電収益から毎年上記メンテナンス費用を捻出し、設備の累積運転時間に応じた定期的なオーバーホールを持続的に行うことが重要である。

LEC が定期的なオーバーホールを一括して外注する場合、契約上のリスクを LEC 側が負うものとし、kWh 当たり 2~4¢ (セント) 想定され、年間運転時間を 8,000 時間、平均発電出力を 10MW の 70%と想定すると、年間の設備オーバーホール費用（交換部品・消耗品類、メンテナンス用の人件費も含む）は 1.12~2.24 百万ドルと算出される。

表 3-4-3 本協力対象事業で調達する交換部品、予備品

No	項 目	数 量	備 考
1.	シリンダーカバー ① パッキン、O-リング類 ② ガスケットパッキン ③ パッキン (給気管) ④ シリンダーカバー完備 (含諸弁)	2組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組	緊急予備品
2.	給気弁 ① ロードキャップ ② 弁棒 ③ O-リング ④ 給気弁完備	1組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組	緊急予備品
3.	排気弁 ① 弁棒 ② スリーブ ③ 弁座 ④ O-リング ⑤ ロードキャップ ⑥ 排気弁完備	1組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組	緊急予備品
4.	燃料噴射弁 ① ノズルキャップ ② O-リング ③ 燃料噴射弁完備	2組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×シリンダ [°] -数×2 エット 4組	緊急予備品
5.	ピストン ① ピストンリング ② オイルリング ③ ピストンピン軸受 ④ 冠締付ボルト ⑤ O-リング ⑥ ピストン完備	2組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組	緊急予備品
6.	連接棒 ① クランクピン軸受 ② 締付ボルト	1組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組×シリンダ [°] -数×2 エット	
7.	主軸受 ① 主軸受 ② スラスト軸受	1組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×2 エット	
8.	シリンダライナー	2組	緊急予備品
9.	燃料噴射ポンプ ① ブランジャスリーブ ② 吐出弁完備 ③ デフレクター ④ O-リング ⑤ 燃料噴射ポンプ完備	2組×シリンダ [°] -数×2 エット 1組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組	緊急予備品 緊急予備品
10.	過給機 ① 軸受 ② スラスト軸受	2組×2 エット 2組×2 エット	
11.	空気冷却器 ① パッキン	2組×2 エット	
12.	始動弁 ① パッキン ② 始動弁完備	2組×シリンダ [°] -数×2 エット 2組	緊急予備品

13.	シリンダ安全弁 ① パッキン ② シリンダ安全弁完備	2組×シリンダ [*] -数×2ユニット 2組	緊急予備品
14.	インジケータ弁完備	1組×シリンダ [*] -数×2ユニット	
15.	吸気伸縮管	1組×シリンダ [*] -数×2ユニット	
16.	排気伸縮管	1組×シリンダ [*] -数×2ユニット	
17.	燃料噴射管	1組×シリンダ [*] -数×2ユニット	
18.	フィルターエレメント ① 吸気システム ② 燃料油システム ③ 潤滑油システム ④ 圧縮空気システム	100% 100% 100% 100%	
19.	潤滑油清浄装置 ① ポンプ用メカニカルシール ② ポンプ用パッキン ③ O-リング ④ パッキン ⑤ クリップング ⑥ バルブプラグ ⑦ メンテナンスツール	潤滑油用 100%×2 / 100%×2 同上 同上 同上 同上 同上 1組 / 1組	
20.	軟水装置 (イオン交換レジン)	100%	
21.	計器予備品 ① 圧力スイッチ ② 温度スイッチ ③ 圧力計 ④ 温度計	各種各1ヶ 各種各1ヶ 各種各1ヶ 各種各1ヶ	緊急予備品 緊急予備品 緊急予備品 緊急予備品
22.	補機ポンプ ① 燃料循環ポンプ ② 潤滑油プライミングポンプ ③ HT 冷却水ポンプ ④ 燃料ドレンポンプ ⑤ スラッジポンプ ⑥ 廃油ポンプ ⑦ LT 冷却水ポンプ ⑧ 補機ポンプ用予備品 (パッキン、オーリング) ⑨ 油水分離装置予備品 ⑩ 冷却器パッキン類	1組 1組 1組 1組 1組 1組 1組 1組 1組×2ユニット 1組 100%×2ユニット	緊急予備品 緊急予備品 緊急予備品 緊急予備品 緊急予備品 緊急予備品 緊急予備品 緊急予備品
23.	電気予備品 ① 低圧回路用ヒューズ ② ランプ ③ 補助リレー ④ 蛍光灯、グローランプ ⑤ 各種配線用遮断器 (MCCB)	各種100% 各種100% 各種1セット 各種100% 各種1セット	
24.	維持管理車両用各種フィルターカートリッジ [*] 類 (空気、潤滑油、燃料油、油圧系統、1回交換分) ① ダブルピッキング [*] 車 ② 高所作業車 ③ 建柱車 ④ クレーン付トラック	5台×100% 1台×100% 1台×100% 2台×100%	

表 3-4-4 本計画で調達する保守用道具類

No	項目	数量	備考
1.	メンテナンスツール（標準、特殊エンジン用）	1セット	
2.	発電機用特殊工具	1セット	
3.	発電機用スパナ	1セット	
4.	グラインダー（吸排気弁用）	1セット	
5.	グラインダー（吸排気弁座用）	1セット	
6.	潤滑油分析器	1セット	
7.	水分析器	1セット	
8.	工具箱（steel）	1セット	
9.	計測計器	1セット	
	① 燃焼圧力計測器	1セット	
	② 非接触型温度計	1セット	
	③ 燃料ノズルチップ、バターン圧力確認計器	1セット	
	④ 騒音計	1セット	
	⑤ 振動計	1セット	
10.	ハンドパレット（1.5t）	1セット	
11.	はしご（2段式）	1セット	
12.	チェンブロック（0.5 ton×2.5 m、1.0 ton×3 m）	各種1台	
13.	吊上げ用ナイロンスリングセット		
	① 0.5 ton、3m、2本、シャックル4個	1セット	
	② 1.0 ton、5m、2本、シャックル4個	1セット	
	③ 1.5 ton、8m、2本、シャックル4個	1セット	
14.	試験器具		
	① 耐圧試験器（直流発生電圧：60 kV、発生電流：20 mA）	1台	
	② リレー試験器	1台	
	③ 絶縁抵抗計（メガー）1,000 V、2,000 MΩ	1台	
	④ 絶縁抵抗計（メガー）500 V、1,000 MΩ	1台	
	⑤ 検相計	1台	
	⑥ 電圧検電器（中圧及び低圧用）	1台	
	⑦ デジタル式マルチテスタ	1台	
	⑧ ACクランプメーター	1台	
	⑨ 簡易型接地抵抗測定器	1台	
	⑩ 仮設用接地線（クランプ、コード付）	3本	

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

(1) 日本側負担経費

（日本側の概算事業費は、施工・調達業者契約の認証まで非公開）

(2) 相手国側負担経費 US\$ 429,000 (約 33.56 百万円)

- ① 銀行取極に基づく以下手数料の支払い： US\$ 29,000 (2.27 百万円)
 - ・ A/P 授権手数料 US\$ 3,000
 - ・ B/A 手数料 (E/N 限度額の 0.1%、US\$ 26,000)
- ② 軽油初補充費用： US\$ 400,000 (31.29 百万円)
 - ・ タンク容量 最小必要容量 $500\text{m}^3 \times \text{US\$ } 800 = \text{US\$ } 400,000$

(3) 積算条件

- ① 積算時点 2012 年 2 月
- ② 為替交換レート 1 US\$=78.23 円 (2011 年 8 月～2012 年 1 月の 6 ヶ月平均)
- ③ 施工・調達期間・詳細設計並びに機材調達・据付の期間は実施工程に示した通りである。
- ④ その他・本協力対象事業は、日本政府の無償資金協力のスキームに従い実施される。

3-5-2 運営・維持管理費

本協力対象事業で調達される重油焚き中速ディーゼル発電機の維持管理費 (交換部品、消耗品の購入費用) は、概略事業費の内訳から機材費の 3%/年程度であり、年間約 US\$570,000.-程度となる。また、ディーゼルエンジン発電機の法定耐用年数は 15 年 (本邦電気事業法) と定められており、15 年後に設備を更新できる資金 (原価償却費) を積立しておく必要がある。機材調達・据付費用から残存価格 10%とし、原価償却費は年間約 US\$1,150,000 となる。

売電単価は現在 57.78 ¢ /kWh であるが、本協力対象事業で調達する中速エンジンの場合は燃料費が大幅に軽減されるので売電単価を 20%減額した 46 ¢ /kWh と想定した。

現在、LEC のブッシュロード発電所では、高速ディーゼル発電機のみ稼働している。本協力対象事業で調達される中速エンジン発電機における発電設備の想定運転収支を表 3-5-1 に示す。

表 3-5-1 から、年間設備稼働率を 50%以上とした場合、運転収支はプラスとなる。「リ」国側は適正な設備の維持管理を実施し、発電所の自立運営が可能となるよう適切な設備稼働率を維持する必要がある。

表 3-5-1 本計画の発電設備の想定運転収支

項目	単位	年間設備稼働率 (%)								
		30	40	50	60	70	80	90		
I. 収入										
1. 設備容量	①	(kW)	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
2. 年間運転時間	②	(hr)	2,628	3,504	4,380	5,256	6,132	7,008	7,884	7,884
3. 発電電力量	③	(kWh)	26,280,000	35,040,000	43,800,000	52,560,000	61,320,000	70,080,000	78,840,000	78,840,000
4. 所内消費電力量	④	(③x 0.06)	(kWh)	1,576,800	2,102,400	2,628,000	3,153,600	3,679,200	4,204,800	4,730,400
5. 送配変電損失電力	⑤	(③x0.30)	(kWh)	7,884,000	10,512,000	13,140,000	15,768,000	18,396,000	21,024,000	23,652,000
6. 売電電力量	⑥	(③-④-⑤)	(kWh)	16,819,200	22,425,600	28,032,000	33,638,400	39,244,800	44,851,200	50,457,600
7. 平均売電単価	⑦	(US\$/kWh)	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
収入合計	⑧	(⑥x⑦)	\$7,736,832	\$10,315,776	\$12,894,720	\$15,473,664	\$18,052,608	\$20,631,552	\$23,210,496	\$23,210,496
II 支出										
1. 燃料費	⑨	(③x(2)x(4))	(US\$)	5,605,031	7,473,375	9,341,719	11,210,063	13,078,406	14,946,750	16,815,094
2. 潤滑油費	⑩	(③x(3)x(5))	(US\$)	147,168	196,224	245,280	294,336	343,392	392,448	441,504
3. 人件費	⑪	(6)x12	(US\$)	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000
4. 交換部品費	⑫	(7) x 3%	(US\$)	575,227	575,227	575,227	575,227	575,227	575,227	575,227
5. 間接経費	⑬	(9)	(US\$)	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
6. 原価償却費	⑭	(8)	(US\$)	1,150,454	1,150,454	1,150,454	1,150,454	1,150,454	1,150,454	1,150,454
支出合計	⑮		(US\$)	8,917,880	10,835,280	12,752,679	14,670,079	16,587,479	18,504,879	20,422,278
III 運転収支			(US\$)	-\$1,181,048	-\$519,504	\$142,041	\$803,585	\$1,465,129	\$2,126,673	\$2,788,218

検討上の前提条件:

- (1) 平均売電単価 0.46 US\$ /kWh
- (2) 燃料油単価 0.78 US\$ /ℓ ディーゼル油(US\$0.90/ℓ)、重油 US\$0.765/ℓ) を 1:4で使用するものとする。
- (3) 潤滑油単価 3.50 US\$ /ℓ
- (4) 燃料消費量 0.2734 ℓ/kWh 0.21g/kWh, 燃料比重 0.96、効率80%平均とした。
- (5) 潤滑油消費量 0.0016 ℓ/kWh
- (6) 人件費単価 20,000 US\$/月 40人xUS\$500 (発電20人、送電10人、管理10人to)
- (7) 機材費 19,174,230 US\$/10MW ¥1,500,000,000 (為替レート1US\$=78.23)/10MW
- (8) 原価償却費 1,150,454 US\$/年 15年定額償却、15年後の残存価格10%
- (9) 間接経費 1,200,000 US\$/年 US\$100,000/月 x 12月
- (10) 送電・配電・変電合計損失 30 % 30%と想定した。