

国名	モンロビア市電力復旧計画
リベリア	



プロジェクトサイト



発電所棟内観

I 案件概要

事業の背景	<p>リベリアは、1989年から2003年の14年に及ぶ内戦により、電力供給施設をはじめとする基本的なインフラは深刻な破壊を受けた。内戦終結後は、多くの難民が首都圏に定住したこともあり、リベリアの人口の3分の1近くがモンロビア市に集中する中、2012年時点のモンロビアの世帯電化率は4.4%と非常に低い状況であった。リベリア政府は、2009年に「国家エネルギー政策：経済社会開発のための行動アジェンダ（National Energy Policy: An agenda for action and economic and social development）、以下「NEP」という）」を策定し、2015年までに、首都圏及び準首都圏で、信頼できる近代的なエネルギーサービスへのアクセス率を30%とすることを目標に掲げていた。またリベリア政府は、長期的には再生可能エネルギーによる電力を促進する必要があるとしつつも、中期的には、内戦からの復興期において迅速な電力復旧にはディーゼルによる発電が欠かせないとしていた。しかしながら、NEPで掲げた目標を達成するためには、発電設備の容量が圧倒的に足りない状況であり、安定的に電力を供給するためのインフラ整備が喫緊の課題になっていた。このような状況下、リベリア政府は、内戦からの復興期においてモンロビア首都圏の緊急的な電力需要を満たすことを目的に、本事業の実施を日本政府に要請した。</p>		
事業の目的	<p>モンロビア首都圏において重油焚きディーゼル発電設備を整備することにより、安定した電力供給体制の構築を図り、もって首都圏の社会経済活動の活性化と市民生活の安定化に寄与する。</p>		
実施内容	<p>1. 事業サイト：プッシュロッド発電所（モンロビア市） 2. 日本側： (1) 機材調達と据付：1) 重油焚きディーゼル発電設備（5MW×2台）、2) 発電設備に必要な機材設備、3) 発電設備に必要な電気設備、4) 重油輸送ポンプに必要な電気設備、5) 維持管理用車両、6) 予備品及び維持管理用道具 (2) 施設建設：1) 発電所棟、2) ポンプ室棟 (3) ソフトコンポーネント：重油焚きディーゼル発電設備等の運用及び予防保全にかかる技術移転 3. 相手国側： [工事着手前] 用地の整地等 [工事中及び供用開始後] 既設のディーゼル発電設備の最終接続、ソフトコンポーネントや研修に参加する技術者と運転要員の任命、免税措置にかかる便宜供与等</p>		
事業実施スケジュール	交換公文締結日	2012年12月13日 2015年10月15日（第一回修正：供与限度額の増額） 2016年10月24日（第二回修正：履行期限の延長）	
	贈与契約締結日	2012年12月13日 2015年3月25日（第一回修正 ² ） 2016年12月6日（第二回修正 ³ ）	事業完了日 2016年10月14日 （調達機材最終引渡日）
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：2,037百万円 （修正後：2,237百万円）		実績額：2,234百万円

¹ 「国家エネルギー政策：経済社会開発のための行動アジェンダ」（2009年）によると、リベリアでは、家庭における主なエネルギー源は伝統的な木質バイオマス燃料であり、人口の95%以上（2004年）が調理や暖房に薪や木炭、照明にはパーム油を使用していると推定された。一方、信頼できる近代的なエネルギーは、化石燃料や再生可能エネルギー等を燃料とされていた。

² エボラ出血熱の流行による工事中断・退避を受け、追加の建設費、機材調達費、コンサルタント費が必要となった。

³ G/Aにおける事業完成の期限は2016年10月であったが、2016年9月に、調達した発電設備の一部が損傷したため、期限までに完了証明書を発行することが困難となった。そのため、履行期限を2017年8月31日まで延長した。

相手国実施機関	リベリア電力公社（Liberia Electricity Corporation、以下「LEC」という）
案件従事者	機材調達：三菱商事株式会社 施設建設：大日本土木株式会社 コンサルタント：八千代エンジニヤリング株式会社

II 評価結果

【要旨】

本事業は、首都圏において重油焚きディーゼル発電設備を整備することにより、安定した電力供給体制の構築を図ることを目的に実施された。本事業は、事前評価時のリベリアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に整合していることから、妥当性は高い。有効性に関しては、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備が、LECの電力供給設備容量を補完する重要な役割を担っており、乾季⁴における安定した電力供給体制の構築に貢献していることが確認された。インパクトに関しては、乾季における電力供給が改善されたことにより、ビジネス環境の改善や商業・公共施設の安定的な運営、市民生活の改善に寄与した事例が確認された。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の実施においては、事業費は計画どおりであったが、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。持続性に関しては、制度・体制面に特段の問題はない。技術面においては、オーバーホール⁵を含む大規模な定期メンテナンスや将来見込まれる大規模修繕の実施にかかる技術的能力に懸念があるものの、現在実施中の JICA の技術協力プロジェクトにより、LEC の技術的能力の強化が見込まれる。一方、大規模な定期メンテナンスや大規模修繕にかかる財政面の課題、さらにはオーバーホールがまだ実施されていない運営維持管理状況に課題がある。よって、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

総合評価 ⁶	B	妥当性	③ ⁷	有効性・インパクト	③	効率性	②	持続性	②
-------------------	---	-----	----------------	-----------	---	-----	---	-----	---

【留意点／評価の制約】

本事後評価の現地調査に関して、新型コロナウイルス感染症の拡大により、現地調査のためのリベリアへの渡航は中止された。そのため外部評価者は、オンライン面談等を行い、遠隔による情報収集を行った。また、インパクトを確認するためのインタビュー調査は、外部評価者が現地調査補助員に事前に指導・指示を行い、遠隔による実施監理のもと、現地調査補助員が実施した。

1 妥当性

【事前評価時のリベリア政府の開発政策との整合性】

2012年に策定された中期経済成長・開発戦略「変革のためのアジェンダ：リベリア・ライジング 2030 への歩み（*Agenda for transformation: Steps toward Liberia Rising 2030*）」において、2012年～2017年の5年間における4つの柱の一つとして「インフラと経済の変革」が掲げられ、特に電力部門のインフラ整備に重点が置かれた。また、事前評価時、多くの住民が、自家発電や伝統的木質バイオマス燃料を利用していた状況下、NEP（2009年）において、2015年までに首都圏及び準首都圏の人口の30%が信頼できる近代的なエネルギーサービスにアクセスできるよう中期目標が設定された。また、2012年に策定された LEC の電力マスタープランにおいて、モンロビア市内の住宅・商業施設の接続数を、2012年の8,660件から2015年までに約10倍の86,999件に増加するという中期目標が設定されていた。本事業は、安定した電力供給体制の構築を図ることを目的としていることから、事前評価時のリベリアの開発政策と整合していたといえる。

【事前評価時のリベリアにおける開発ニーズとの整合性】

リベリア政府は、長期的には水力発電などの再生可能エネルギーによる電力供給を促進する政策を掲げていたものの、内戦復興における緊急的な電力復旧が喫緊の課題であった。また、水力発電の発電容量は乾季に減少するため、乾季におけるピーク時の電力需要を水力発電だけでは満たすことができないことが想定された。具体的には、2015年のモンロビア首都圏のピーク時の電力需要予測は67MWであったのに対して、①既設のディーゼル発電設備（15MW）、②事前評価時に計画されていた世界銀行の支援とリベリア政府の資金による重油焚きディーゼル発電設備（20MW）、③乾季におけるマウントコーヒー水力発電所（5MW）、④西アフリカ電力プールからの輸入電力（18MW）を考慮しても、約10MWの電力が不足することが確認された。本事業は、重油焚きディーゼル発電設備（10MW）を調達することにより、内戦復興の一環として緊急的に、乾季に不足する電力を補完するための事業であり、事前評価時のリベリアの開発ニーズと整合していたといえる。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

ODA大綱（2003年）において、4つの重点課題の一つに「持続可能な開発」が掲げられ、「経済・社会インフラの整備」が重視されていた。また、ODA国別データブック（2012年）においても、電力などの緊急性の高いインフラ整備への支援と、その運営維持能力の強化に注力することが示されている。さらに、2008年のTICAD IVで策定された横浜行動計画において、電力インフラに焦点を当て、安定した電力供給に関する協力を強化することが明記された。よって、本事業は、事前評価時の日本の援助方針と整合していたといえる。

【評価判断】

以上より、本事業は、事前評価時におけるリベリアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致していることから、本事業の妥当性は高い。

⁴ リベリアには乾季（11月～4月）と雨季（5月～10月）がある。

⁵ 機材をパーツ単位に分解点検（清掃・修理・パーツ交換等）し、新しい状態に再組立するメンテナンス作業。

⁶ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁷ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

2 有効性・インパクト

【有効性】

本事業の目的である「安定した電力供給体制の構築」にかかる達成状況を測るため、事前評価時に設定された指標①「電力供給設備容量」及び指標②「単位発電電力量当たりの燃料費」を確認する。加えて、本事後評価では、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備の「③発電量」及び「④稼働時間」を補助指標として設定し、重油焚きディーゼル発電設備の活用状況を確認する。

指標①は、LEC が運用している発電設備の乾季における電力容量が設定されている。目標値 50MW の内訳は、既設のディーゼル発電設備 (15MW) に加えて、30MW の重油焚きディーゼル発電設備 (本事業 (10MW)、世界銀行による支援 (10MW)、リベリア政府資金 (10MW)) と乾季におけるマウントコーヒー水力発電所 (5MW) である。事後評価時の電力供給設備容量は合計 68MW であるため目標値を達成しており、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備単体でも、目標値を達成している。なお、事前評価時、マウントコーヒー水力発電所の乾季における電力供給設備容量は 5MW と想定されたが、2016 年 12 月には設備容量 22MW の発電設備 (1 基) が導入された。同施設はノルウェーや世界銀行等の支援を受けて段階的に改修・新設が進められ、2018 年の総設備容量は最大 88MW (各 22MW×4 基) にまで達した。このようにマウントコーヒー水力発電所は想定以上に拡充され、水力発電所の貯水が減少する乾季においても、少なくとも 1 基 (22MW) 以上は稼働させることが可能となっている。

指標②は、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備の通年の「単位発電電力量当たりの燃料費」が設定されている。目標値 7.87 US cent/kWh (削減率 75%) に対して、目標年である事業完成 3 年後の 2019 年の実績値は 22.66 US cent/kWh (削減率 27%)、2020 年の実績値は 16.62 US cent/kWh (削減率 47%) にとどまった⁸。削減が限定的であった要因として、同指標は稼働時間が減少すると稼働効率が下がるため、燃料コストが増加することが挙げられる。想定以上にマウントコーヒー水力発電所が拡充され、後述のとおり、当該重油焚きディーゼル発電設備は乾季に主に活用されていることから、稼働時間が伸びなかったことで稼働効率が下がり、同指標の数値の削減も限定的になったと考えられる。そのため、同指標は目標値を下回った。但し、同指標の達成状況が限定的であるのは、安定した電力供給のために LEC 全体の燃料費を削減するため、より安価な水力発電設備の稼働を拡大した結果である。つまり、当該重油焚きディーゼル発電設備の稼働を制限し、LEC 全体の燃料費の削減を推進することは、本事業の目的である「安定した電力供給の体制構築」のための対策の一環であり、同指標の目標値を達成していないことをもって、本事業の目的達成に貢献していないとはいえない。

補助指標③「発電量」及び④「稼働時間」に関しては、乾季及び雨季の活用状況を確認するため、本事業が完了した 2017 年⁹から事後評価時までの 2020 年のデータを月別に集計して分析を行った。図 1 の棒グラフが示すとおり、本事業で調達した重油焚きディーゼル発電設備の発電量 (補助指標③) は、マウントコーヒー水力発電所の稼働が低下する乾季の 1 月から 4 月にのみ増加している。また、稼働時間 (補助指標④) についても、図 1 の折れ線グラフが示すとおり、1 月から 4 月にのみ増加している。

LEC によると、より安価な再生可能エネルギーによる電力促進の一環としてマウントコーヒー水力発電所が拡充されてきたが、水力発電量が減少する乾季において安定的な電力を補完するために、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備は重要な役割を担っているとのことである。さらに、重油焚きディーゼル発電設備は、マウントコーヒー発電所のメンテナンス時のバックアップとしても活用されているとのことである。

したがって、指標①が示すとおり、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備は、LEC の電力供給設備容量の増加の一翼を担っていることが確認された。指標②に関しては、より燃料費が安価なマウントコーヒー水力発電所を拡充し、重油焚きディーゼル発電設備は主に乾季のみに補完稼働させていることもあり、単位発電電力量当たりの燃料費の削減率は想定を下回った。しかし、重油焚きディーゼル発電設備を補完稼働させる対策は、本事業の目的でもある、LEC の「安定した電力供給の体制構築」を推進した結果である。また、補助指標が示すとおり、重油焚きディーゼル発電設備は、乾季における安定的な電力供給において重要な役割を担っていることから、本事業の有効性は高いといえる。

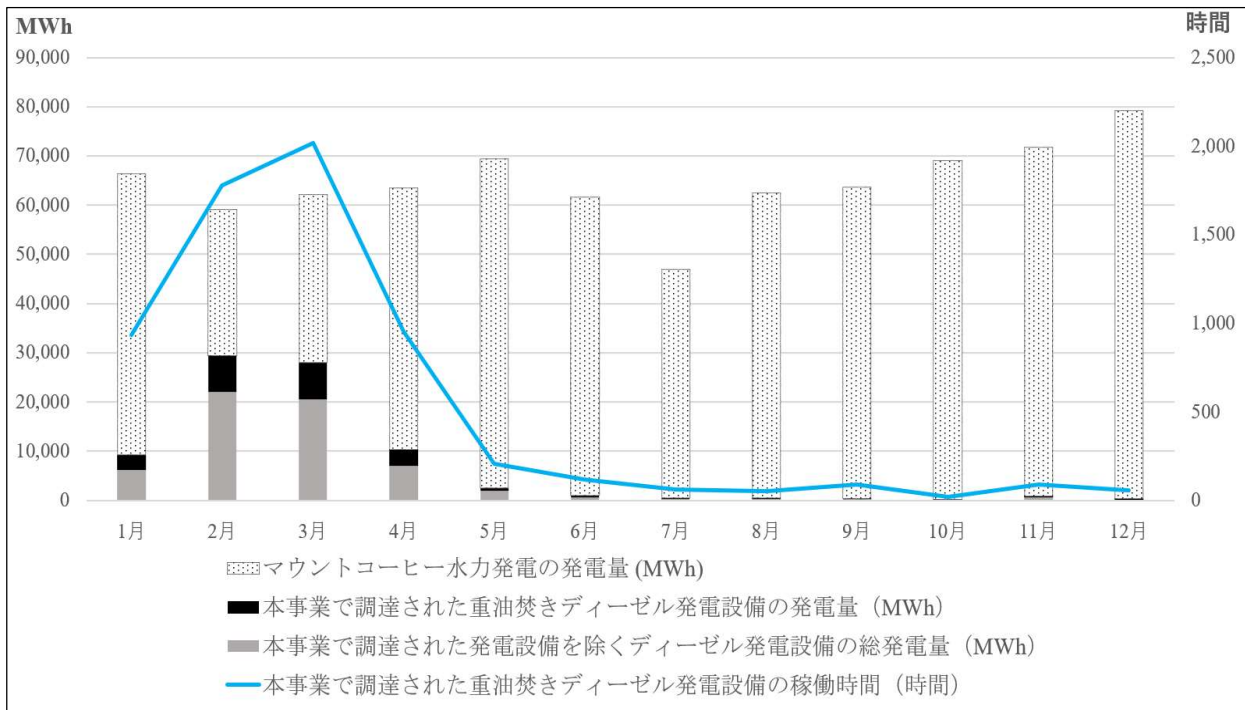
表 1: 本事業の定量的指標

指標	基準値	目標値	実績値					
	2012 年 計画年	2018 年 (1) 事業完成 3 年後	2016 年 事業完成年	2017 年 事業完成 1 年後	2018 年 事業完成 2 年後	2019 年 事業完成 3 年後	2020 年 事業完成 4 年後	
指標①: 電力供給設備容量 (MW)	計 8	計 50	計 69	計 68	計 68	計 69	計 68	
内訳	既設	8	15	9	8	8	9 (2)	8
	本事業	—	10	10	10	10	10	10
	世界銀行	—	10	10	10	10	10	10
	リベリア政府	—	10	18	18	18	18	18
	マウントコーヒー水力発電所 (乾季)	—	5 (3)	22 (4)	22 (4)	22 (4)	22 (4)	22 (4)
指標②: 単位発電電力量当たりの燃料費 (US cent/kWh) [削減率 (%)] (5)	31.25 [0%]	7.87 [75%]	N/A	20.44 [35%]	19.35 [38%]	22.66 [27%]	16.62 [47%]	
補助指標③: 本事業で調達した重油焚きディーゼル発電設備の発電量 (MWh) (6)	—	—	7,875 (7)	3,791	6,596	7,132	5,849	
補助指標④: 本事業で調達した重油焚きディーゼル発電設備の稼働時間 (時間) (6)	—	—	2,321 (7)	940	1,852	1,994	1,592	

⁸ 事業計画時、重油の価格は US\$0.765ℓ で計算されていたのに対して、リベリアの重油販売価格は、2019 年 (5 月) は US\$0.811ℓ、2020 年 (8 月) は US\$0.769ℓ であり、重油価格に大きな変化はなかったと考えられる。(1 トン=1.176 リットルで換算) (出所: 本事業の準備調査報告書及びリベリア商工省)

⁹ 二つの理由により、2016 年を除く 2017 年～2020 年のデータを基に分析している。一つ目の理由は、本事業で調達された設備を含む重油焚きディーゼル発電設備は、2016 年より順次活用が開始されたが、設備導入後に必要な試運転や調整のため 2016 年の稼働時間や発電量のデータは通常より著しく大きいからである。二つ目の理由は、本事業の調達設備の供用開始は 2016 年 9 月以降であることから、2016 年の 1 月～8 月のデータが欠損しているためである。

- (1) 事前評価時、目標年（事業完成3年後）は2018年と設定されたが、エボラ出血熱の流行に伴う工事中断・退避等により事業が遅延したため、実際の事業完成は2016年、目標年は2019年となる。
- (2) 一部の機材を更生修理したため2019年に既存のディーゼル発電設備容量が1MW増加した。
- (3) 乾季の発電容量。
- (4) 乾季の最小発電容量。なお、雨季の最大発電容量は2018年に88MWに達した。
- (5) 既存のディーゼル発電設備はディーゼル油のみを燃料とするが、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備は重油及びディーゼル油を燃料とすることから燃料費単価が安くなるため、同指標の数値の削減が期待された。
- (6) 一部の月別データが欠損しているため、実際の年別データは表に示す数値より大きくなる。
- (7) 調達された設備の引き渡しが9月に開始したため、2016年は9月～12月のみのデータであるが、特に10月及び11月は導入した機材の調整等のため、稼働が増えた。



注：一部の月データには欠損値がある。

出所：実施機関提供資料を基に評価者作成

図1：ディーゼル発電設備及びマウントコーヒー水力発電所の月別発電量、並びに本事業で調達されたディーゼル発電設備の月別稼働時間（2017年から2020年の累計）

【インパクト】

本事業のインパクトである「モンロビア首都圏の社会経済活動の活性化と市民生活の安定化」を確認するため、本事後評価では、2カ所の医療施設（ジョン・エフ・ケネディメディカルセンター（国立三次病院）、リデンプション州立病院）、2カ所の教育施設（リベリア大学、ステラマリー職業訓練校）、3カ所の事業所（スーパーマーケット、レストラン、ホテル）、10人の住民にインタビューを行った。有効性が既述のとおり、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備は主に乾季に活用されているため、特に乾季におけるインパクトを確認する。なお、医療施設及び教育施設の選定にあたっては、運営状況の事業前後の変化を確認するため、事前評価時に情報収集を行った施設と同じ施設を選定した。事業所及び住民のインタビュー対象者は、本事業で重油焚きディーゼル発電設備が据え付けられたブッシュロッド発電所の周辺地域で事業完成前から事業を営んでいる或いは住んでいる者を対象に有意的に選定した。選定方法が無作為抽出ではないことに加え、本事業の説明を受けた上でインタビューを承諾していることから本事業に好意的であることが考えられるため、得られた情報に偏りがある可能性はある。

(1) 医療施設の運営改善

ジョン・エフ・ケネディメディカルセンターでは、本事業実施前は電力供給が不安定であったため、X線透視撮影装置などの診断機器の使用や、ワクチンや血液などの冷蔵が必要な医療用品の保管、診察レポートなどの印刷等に支障をきたしていた。事後評価時にはこのような問題は生じていないとのことである。また、本事業実施前は不安定な電力供給により手術機器を使用できず、多くの患者を他の私立病院に紹介していたが、事後評価時には季節に関わらず、同病院で手術を安全かつ円滑に行えるようになったとのことである。

リデンプション州立病院では、電圧変動が大きく、高額な医療機器の故障が生じていたことから、本事業実施前はLECの系統への接続を停止して、自家発電設備から24時間電力を得る体制であった。本事業完成後は、夜間はLECの電力供給が比較的安定していることから、LECの電力も使用しているとのことである。また、LECの乾季の停電は半減したとのことである。しかし依然として電力供給が十分に安定しないため、日中は自家発電設備を活用している。LECの電力供給が安定しない要因の一つに、周辺地域で違法な電力接続が横行していることも考えられるとのことである。

(2) 教育施設の運営改善

リベリア大学では、本事業実施前は不安定な電圧と頻発する停電により、エアコンやプロジェクター、印刷機等の電化製品の使用に支障をきたしていたため、LECの電力より高額な運用費を要する自家発電設備を使用せざるを得なかったとのことである。

ある。本事業完成後は、LEC から一年を通して安定して電力が供給されるようになり、オンラインによる授業や円滑な施設運営が可能になったとのことである。

ステラマリー職業訓練校では、事業実施以前から LEC の系統に接続せず自家発電設備を使用して、夜間授業にも対応していた。同校は事後評価時においても LEC の系統に接続しておらず、夜間授業の実施や実習機器の使用のため、停電等の問題が劇的に解決するまでは、自家発電設備を運用するとのことである。

(3) 経済活動の活性化

スーパーマーケット及びレストランの責任者へのインタビューによると、本事業実施前は、頻発する停電によりレジが使用できなかつたり、冷凍庫が使えず冷凍商品を傷める等、営業に深刻な影響を与えていたとのことである。本事業完成後は、乾季の停電頻度が減少した¹⁰ことや、電圧変動が改善したため、一年を通してエアコンや冷凍・冷蔵庫、レジ等を使用することができ、顧客サービスや売上の向上につながっているとのことである。また LEC の電気代の約 3 倍の費用がかかる自家発電設備の使用頻度が減少したため、電気代が大幅に削減されたとのことである。

ホテルのマネージャーへのインタビューによると、冷房の完備など顧客へのサービスの質を確保するため 2013 年にバックアップ用に自家発電設備を 2 台購入したが、本事業完成後は、LEC から一年を通して安定した電力が供給されるようになったため、自家発電設備はあまり使用していないとのことである。

(4) 住民の生活改善

電力供給状況の変化やそれに伴う人々の生活の変化を確認するため 10 人¹¹の住民にインタビューを行った。10 人のうち 9 人が本事業実施前と比べて乾季における電力供給状況が改善したと回答した。本事業実施前の乾季及び雨季の停電の平均頻度はそれぞれ週に 5.1 回（乾季）、2.5 回（雨季）であったが、事後評価時には、週に 1.8 回（乾季）、1.0 回（雨季）に減少した¹²。本事業実施前は不安定な電力供給や頻発する停電により、家電（冷蔵庫・エアコン・テレビ等）が使えなかつたり、電圧変動により家電が故障してしまつたり、人々の日常生活に深刻な支障をきたしていたとのことである。また、本事業実施前は、10 人中 8 人が自家発電設備や太陽光発電設備などの代替発電設備を使用していたが、高額な購入費や燃料費が家計を逼迫させていた家庭もあった。家計が厳しい家庭では、代替発電設備を購入できず停電が復旧するのを待つか、電気がある施設まで外出するしかなかつたとのことである。事後評価時は、乾季における停電の頻度が飛躍的に減少したこと、電圧が安定したことにより、家電の故障を心配することは無くなったという声が多く聞かれた。また、エアコンや扇風機を使用できるため、暑い夜でもよく眠れるようになったこと、子どもたちが夜でも停電を心配せずに勉強ができるようになったこと等、生活の質が向上したことがインタビュー結果から伺えた。さらに、本事業実施前は電力供給が不安定であったため充電式の家電を使用せざるを得なかつたが、事後評価時は、乾季における電力供給の改善により一年を通して充電式の家電を使用する必要がなくなつたと回答した者もいた。加えて、より安価な LEC の電力が一年を通して安定的に供給されるようになり、運用費用が高い自家発電設備の使用が減つたことから、家計が改善したという声も聞かれた。

したがって、LEC の電力系統に接続していない施設が一部あったものの、乾季における電力供給が安定したことにより、施設運営や事業環境の改善、人々の生活の質の向上にかかる事例が多く確認され、本事業は、社会経済活動の活性化と市民生活の安定化に寄与したと考えられる。

【その他のインパクト】

(1) 自然環境へのインパクト

事前評価時¹³、大気汚染に関して、重油焚きディーゼル発電設備による排ガス量は小規模であり、かつリベリアの大気環境基準よりも厳格な日本の規制基準に適合した発電設備を導入することにより、大気汚染への影響は小さいと想定された。本事業の実施にあたっては、煙突の高さを建屋の構造上可能な限り高くする（18m）等、計画どおりに環境保全措置が講じられた。

加えて、事前評価時に、廃油等の排出に伴う水質汚濁が懸念されたため、廃油処理装置を設置して適切に処理することにより廃油等が海域に放出されない対策が講じられた。LEC によると、廃油は一度も海域に放出されたことは無く、適切に処理されてきたとのことである。事後評価時、廃油処理に使用される焼却炉の不具合により廃油は手作業で回収され、リベリア環境保護庁のガイドラインに従い、タンクに適切に保管され、廃油の再利用のために廃油の販売を計画していることを確認している。

その他、廃棄物、騒音・振動等に関しても、適切に対策が講じられ、特に大きな事故や問題は生じていないとのことである。モニタリングフォームについては入手できなかったものの、LEC によるとモニタリングは適切に実施されているとのこと、自然環境への負の影響は確認されなかつた。

(2) 住民移転・用地取得

本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備は、LEC が所有する発電所内に設置されたため、用地取得や住民移転は発生しなかつた。

(3) ジェンダーの視点に立ったインパクト

LEC によると 48 人のうち女性 5 人がブッシュロード発電所の設備（本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備を含む）の操作員として雇用され、うち 2 人はスーパーバイザーとして活躍している。なお事後評価時、女性 5 人のうち 3 人は水力発電部門に異動していた。このように本事業では、ジェンダー平等と女性のエンパワメント、女性の雇用が促進された。

【評価判断】

以上より、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備は、「安定した電力供給体制の構築」に重要な役割を担っていることが確認された。また、乾季における電力供給の改善により、一年を通してビジネス環境の改善や商業・公共施設の安定的な運営、市民生活の改善に寄与した事例が確認された。よって、有効性・インパクトは高い。

3 効率性

¹⁰ スーパーマーケットでは乾季の停電頻度は、週 5 回から週 2 回に、レストランでは週 4 回から週 2 回に減少したとのことである。

¹¹ 対象者の性別：男性 5 人及び女性 5 人。平均年齢：37 歳。

¹² 住民 10 人へのインタビューから得られた停電の頻度は、回答者の認識している回数であり、停電頻度の平均値は実際の停電回数とは異なる可能性がある。

¹³ 事前評価時、本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2004 年）に基づき、カテゴリ分類：B に分類された。

【アウトプット】

燃料受け入れのリスクを低減するため、軽微は設計変更¹⁴（タンクローリー接続部の追加設置（3カ所）とバッファータンク容量の増加（10m³→40m³））が行われたものの、概ね計画どおりにアウトプットが産出された。

【事業費】

事前評価時、日本側負担分の事業費は2,037百万円と想定されたが、エボラ出血熱の流行に伴う追加費用（避難・待機・復旧費用）として200百万円が見込まれたため、2015年3月にG/Aを修正し、計画費は2,237百万円に増額された。エボラ出血熱の流行に起因する増額は外部要因であるため評価に加味しない。日本側負担分の実際の事業費は2,234百万円であった。リベリア側負担分の事業費は、事前評価時に33百万円と想定されていたが、データが入手できなかったため実績額は確認できなかった。そのため、日本側負担分のみをもって評価判断を行う。よって、事業費は計画額2,237百万円に対して実績額2,234百万円で、計画どおり（対計画比：100%）と判断される。

【事業期間】

事前評価時、事業期間は24カ月（2012年12月（G/A署名）～2014年11月（機材の最終引渡月））と想定された。しかしながら、以下の理由により、実際の事業期間は47カ月（2012年12月～2016年10月）となった。

- (1) エボラ出血熱の流行（20カ月の遅延）
エボラ出血熱の流行により、2014年8月から2015年10月（15カ月間）まで工事が中断された。また、事業再開のための準備（錆落とし等の復旧作業）に約5カ月を要した。
- (2) 軽微な設計変更（1カ月の遅延）
タンクローリーコネクションの新設¹⁵及びバッファータンクの容量増加¹⁶等
- (3) 調達機材の修理（2カ月の遅延）
2016年9月上旬に調達した発電設備の一部が破損¹⁷したため、2016年10月に修理を行った。

エボラ出血熱の流行は外部要因であるため、それに起因する遅延期間（20カ月）は評価判断に加味しない。よって、事業期間は計画24カ月に対して実績27カ月とし、計画から3カ月遅延した（対計画比113%）と判断する。

【評価判断】

以上より、事業費は計画どおりであったが、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。

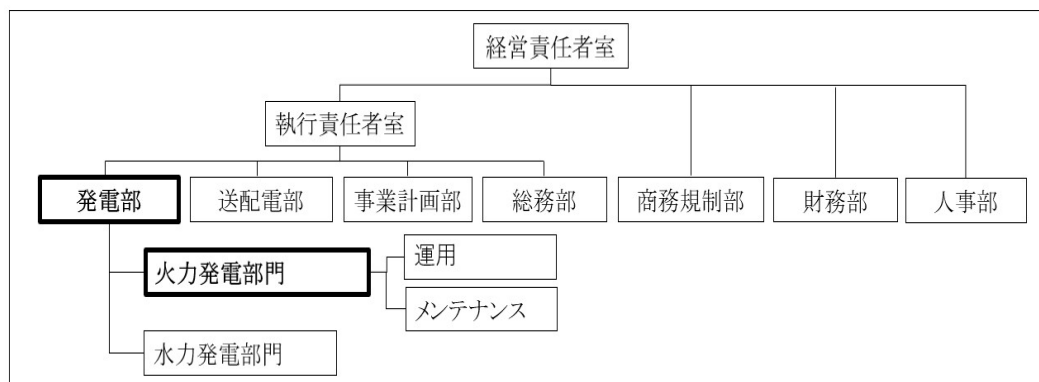
4 持続性

【制度・体制面】

事前評価時、長く続いた内戦の影響を受け、LECの事業運営体制は弱体化していた。そのため、技術、経営、事務などの運営体制の強化を図ることを目的に、2010年にマニトバ・ハイδρο・インターナショナル社（カナダの民間会社）、土地鉱業エネルギー省（事前評価時の責任官庁）、LECの三者間でマネジメント契約が締結された。同契約は2016年12月まで延長された。その後、米国政府によるミレニアム・チャレンジ・コーポレーション（Millennium Challenge Corporation）¹⁸を通じた財政支援のもと、LECはESBインターナショナル社（アイルランドの民間会社）と2018年1月から2021年1月までのマネジメントサービス契約（Management Services Contract、以下「MSC」という）を締結した。さらに、世界銀行の支援を受けて、MSCは2年間（2023年1月まで）延長されたことにより、LECのさらなる経営体制の強化が期待される。なお、本事業の責任官庁は、2019年の省庁再編に伴い鉱山・エネルギー省（Ministry of Mines and Energy）に変更になっている。

LECの組織体制面に関しては、発電部の火力発電部門が重油焚きディーゼル発電設備の運営維持管理を担っている。人員の配置に関しては、ブッシュロッド発電所において発電設備等の運用を担当するスタッフ34名、発電設備等のメンテナンスを担当する14名のスタッフが配置されており、適切な運営維持管理のための十分な人員体制が整っている。雨季には、ブッシュロッド発電所の火力発電設備の稼働が減るため、一部のスタッフは水力発電部門に派遣されている。

よって、制度・体制面に関しては特段の問題は見られない。



出所：実施機関から提供された資料を基に評価者が作成

図2：重油焚きディーゼル発電設備の運営維持管理に関連するLECの組織体制図

¹⁴ 設計変更にかかる費用は残余金で賄われた。

¹⁵ 一部私有地を通過する既設のパイプラインは、不特定多数の人がアクセスできる状態であったため、タンクローリーコネクションを新設した。

¹⁶ 計画当初のバッファータンク容量10m³では、発電機を連続運転するのに4時間毎に重油をタンクローリー車で給油する必要があった。しかし、深夜の給油を避けるため、給油間隔が最大16時間となるバッファータンク容量40m³に変更した。

¹⁷ エンジン吸気弁が脱落しシリンダーが破損した。

¹⁸ 米国政府の二国間援助機関

【技術面】

事前評価時、内戦の影響を受け、運営維持管理にかかる熟練技術者が不足していたが、マニトバ・ハイドロ・インターナショナル社やESB インターナショナル社とのマネジメント契約に基づき技術移転が行われ、LECのスタッフの技術やマネジメント能力の強化が進められてきた。

本事業で実施されたソフトコンポーネントにおいて、操作保守マニュアルを使った研修が行われ、重油焚きディーゼル発電設備の運営維持管理にかかる技術移転が行われたこともあり、事後評価時は作業チェックリスト等を活用して、日常的な維持管理や点検作業は問題なく行われている。一方、LECによると、発電設備のオーバーホールを含む大規模な定期メンテナンスや、将来見込まれる大規模修繕にかかる技術に関しては、能力強化が必要とのことである。例えば、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備は、4,000時間稼働するごとにオーバーホールを行う必要がある。しかし、すでに6,000時間以上稼働しているにも関わらずオーバーホールは行われていない。このような状況から、2020年からJICAの技術協力プロジェクト「ディーゼル発電機メンテナンス能力強化プロジェクト」が開始され、大規模な定期メンテナンスや大規模修繕等の研修実施やマニュアルの策定が予定されているため、能力強化が期待できる。さらに、本事業に先駆けて、シエラレオネにおいて同様の機材調達と技術移転の支援¹⁹をJICAが行ってきたことを踏まえ、LECでは、技術や知識の交換を目的として技術スタッフのシエラレオネへの派遣計画が進められているとのことである。

よって、大規模な定期メンテナンスや将来見込まれる大規模修繕にかかる技術面の課題が確認されたものの、2020年に開始されたJICAの技術協力プロジェクト等により同課題は改善される見込みである。

【財務面】

事前評価時、LECの電力販売収入は年々増加していたものの、燃料費も大幅に増加していたため、収益の改善にはつながらず、LECは厳しい財務状況にあった。

事後評価時においては、LECによると、MSCにより財政の改善が図られてきたとのことであるが、依然として赤字は続いている。一部の赤字は政府からの補助金で補填されているものの、財政は健全な状況とは言い難い。なお、LECは違法な電力接続による盗電に悩まされている。2019年の大統領年次声明²⁰によると、LECで生産された電力のうち、請求による回収が40%、技術的ロスが12%であり、それ以外の49%²¹は盗電等によって失っており、その損失は年間35百万米ドル以上に上るとのことである。このような深刻な状況を受けて、リベリア政府は、違法な電力接続を行った者を厳しく罰する盗電法を2019年に制定している。LECは盗電法の制定を受けて、コミュニティフォーラムなどを開催し、住民への意識啓発を行っている。

またLECは、経営改善の一環として、電力供給力のさらなる拡大と需要家の増加に加えて、電力供給費用の大半を占める燃料費を削減するため、燃料費用が比較的高いディーゼル発電設備の稼働を抑え、よりコストが安価な水力発電の拡充を図っている。さらにLECは、西アフリカ電力プールや国際連系線事業(Côte d'Ivoire-Liberia-Sierra Leone-Guinea (CLSG) Interconnector Project)などの枠組を活用し、より安価な電力の輸入を推進するとのことである。

表 2. LEC の財務収支状況 (単位: 1,000USD)

	2017	2018	2019
営業利益 (A) = (B) + (C)	40,572	48,981	39,634
営業利益 (B)	24,007	25,443	22,848
営業外利益 (C)	16,565	23,538	16,786
営業費用 (D) = (E) + (F)	41,946	50,757	46,759
営業費用 (E)	22,904	20,252	30,261
営業外費用 (F)	19,042	30,505	16,498
経常損失 (G) = (A) - (D)	(1,374)	(1,776)	(7,125)
税 (H)	-	-	-
純損失 (G) - (H)	(1,374)	(1,776)	(7,125)

出所: 実施機関提供資料

LECが運用している、本事業の調達設備を含むディーゼル発電設備の運営維持管理費に関しては、表3に示すとおり、日常的な維持管理費に必要な予算は計上され、支出されている。一方、大規模な定期メンテナンスや、将来見込まれる大規模修繕にかかる予算は計上されていない。不具合・未整備を承知しながら調達機材の運転を続けると、さらに負荷がかかり部品交換費などが増加し、運転収支を悪化させることになる。そのためLECは、同メンテナンスや修繕を適時に実施するには、予め十分な予算を確保する必要であることを認識しており、同課題に対して財務部と協議の上今後改善を図るとのことである。

表 3. 本事業の調達設備を含むディーゼル発電設備の日常的な維持管理にかかる予算と支出 (単位: USD)

		2017	2018	2019	2020
日常的な維持管理費	予算	297,701.00	297,701.00	300,000.00	305,000.00
	支出	56,419.16	33,596.33	136,150.00	160,577.00

出所: 実施機関提供資料

よって、重油焚きディーゼル発電設備の大規模な定期メンテナンスや将来見込まれる大規模修繕を行うにあたり財政面に課題がある。

【運営・維持管理状況】

本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備は、既述のとおり総稼働時間がすでに6,000時間を超えているにも関わらずオーバーホールは行われていないため、さらに稼働を制限せざるを得ない状況である。なお、新型コロナウイルス感染症の

¹⁹ シエラレオネ「フリータウン電力供給システム緊急改善計画(2007年)」「電力供給設備維持管理のための能力向上プロジェクト(2011年~2019年)

²⁰ 第54回国会第二期の年次声明(2019年1月)

²¹ 合計すると101%となるが、出所のとおり記載する。

拡大により、西アフリカ電力プールや国際連系線事業の進捗が遅れている。同じく、JICAの技術協力プロジェクトの専門家の派遣も遅れているため、オーバーオールの実施がさらに遅れることで、重油焚きディーゼル発電設備にさらなる負担を与えることが懸念される。

また、適切な運営維持管理を行うにあたって重要となるスペアパーツの調達状況に関しては、LECによると、財政的な問題等からタイムリーな調達が困難とのことである。JICAの技術協力プロジェクトにおいてスペアパーツや工具消耗品等が提供される予定であるが、持続性の観点から運営・維持管理状況に懸念が残る。

よって、運営・維持管理状況に課題があると判断される。

【評価判断】

以上より、制度・体制面に特段の問題はない。技術面においては大規模な定期メンテナンスや将来見込まれる大規模修繕にかかる技術力に課題が確認されたものの、現在実施中の技術協力プロジェクトにより同課題の改善が見込まれる。一方、大規模な定期メンテナンスや大規模修繕のための財務面での懸念や、稼働時間が6,000時間を超えてもオーバーオールが実施されていないことから運営維持管理状況に課題がある。よって、持続性は中程度である。

III 提言・教訓

実施機関への提言：大規模な定期メンテナンスや将来見込まれる大規模修繕を適切に実施するための予算分析

本事後評価では、大規模な定期メンテナンスや大規模修繕に関して、技術面と財政面にかかる課題が確認された。技術面に関しては、実施中のJICA技術協力プロジェクトにより改善が期待されている。一方、財政面に関しては、それらのための予算が計上されていないため、大規模な定期メンテナンスや大規模修繕を適時適切に実施することが困難な状況である。よって、発電部の火力発電部門は、オーバーホールを含む大規模な定期メンテナンスや将来見込まれる大規模修繕に必要な予算を見積もり、具体的な必要予算を提示したうえで、財務部との協議に着手することを提言する。また、大規模メンテナンスや修繕の予算を次の会計年度から充当できるように調整することが望ましい。

JICAへの提言：なし

JICAへの教訓：

(1) 大規模な定期メンテナンスや将来見込まれる大規模修繕にかかる技術支援

本事業では、ソフトコンポーネントにおいて重油焚きディーゼル発電設備等の運用及び予防保全にかかる技術支援が行われ、日常的な維持管理や点検作業にかかる能力が強化された。一方、オーバーホールの技術能力が十分でないこともあり、2020年より技術協力プロジェクトが開始された時点で既に6,000時間の稼働を超過していてもオーバーホールは行われていなかった。事業計画時に、実施機関のオーバーホールを含む大規模な定期メンテナンスや大規模修繕の技術力を向上させる必要性が確認された場合は、無償資金協力事業において、機材の調達と、技術移転を含むソフトコンポーネントを組み合わせる、或いは必要に応じて、機材調達後まもなく、適時に技術協力プロジェクトの計画策定を開始することが望ましい。そのことにより、必要なメンテナンスや修繕を適時適切に行い、調達された機材設備の持続的な活用を確保することができる。

(2) 調達する発電設備のみならず他種類の発電設備の稼働状況を考慮した指標の設定

本事業は、長期的には水力発電が拡充されることが想定されていたなか、水力発電の発電量が減少する乾季において、緊急的に必要となる電力容量をディーゼル発電設備で補完することを目的に実施された。事業計画時に設定された二つの指標のうち、「電力供給設備容量」は、水力発電の乾季における電力容量を踏まえて目標値が設定されている。一方、もう一つの指標である「単位発電電力量当たりの燃料費」は、実施機関が運用している他の発電設備の稼働状況、具体的には水力発電の雨季と乾季の稼働状況に大きく左右される指標であるにも関わらず、通年の目標値が設定された。そのため、本事業で調達された重油焚きディーゼル発電設備の乾季における事業効果の達成状況を正確に確認することができなかった。よって、本事業のように、他の発電設備の稼働状況が当該事業の効果に影響を及ぼすことが考えられる場合、他種類の発電設備が稼働することによる影響を踏まえた指標を設定することが望ましい。



ディーゼルエンジン



発電機