

モザンビーク

2024 年度 外部事後評価報告書
無償資金協力「送変電網緊急改修計画」

外部評価者：フォーティエンスコンサルティング株式会社 高橋 久恵・石本 樹里

0. 要旨

本事業は、首都マプト近郊において既存変電所（インフレネ変電所）を改修することにより、南部系統への電力供給の向上・安定化を図り、もって地域住民の生活向上および経済活動の促進に寄与することを目的として実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにモザンビークの開発政策や開発ニーズと合致しており妥当性が確認できる。また、内的・外的整合性に関しては具体的な連携の計画・実施や成果はなかったが、日本の開発協力方針との整合性が確認された。以上より、妥当性・整合性は高い。本事業では、ほぼ計画に沿ったアウトプットが産出され、事業費・事業期間ともに計画内に収まった。したがって、効率性は非常に高い。運用効果指標である変電設備容量は目標値を達成し、容量利用率は 90.5%という高水準となった。これは他の変電所の負担を軽減し、系統安定化に貢献した結果といえる。これにより、本事業の中心的な目的である全停電リスクの回避が達成された。平均停電時間および回数も大幅に改善され、電力供給の信頼性も向上している。インパクトとしては、家電や夜間照明の使用、治安の改善などによる住民生活の質の向上に加え、工場やレストラン、商店などの稼働・営業時間の延長、公共機関におけるサービスの質の向上などが見られ、地域の社会・経済活動の活性化にも寄与している。よって、本事業によりおおむね計画どおりの効果発現が見られ、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理には、政策・制度、組織体制、技術、人材、財務、環境の各側面において、対象施設の運営・維持管理上の課題はないものの、設置された移動式変電所の稼働状況に一部問題があり、持続性はやや低い。以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図（出典：外部評価者作成） 写真1 インフレネ変電所（出典：外部評価者撮影）

1.1 事業の背景

平和の定着とともに、天然ガスや石炭などの豊富な資源を背景として、モザンビーク経済は1990年代後半以降、年率6%前後の経済成長を続けてきた。2000年および2001年の大規模洪水被害からの復興を経て、2005年以後には工業開発も本格化した。その結果、経済の拡大に伴って電力需要も急速に増加し、事業計画時点には年間10%のペースで需要が伸びていた。一方で、既存の送配電システムには1970年代から使用されている老朽化した送電線や機器が多く、電力需要増に対する設備増強も進んでいなかった。これにより、首都マプトおよび周辺地域では、抑圧された電力需要が顕在化しつつあった。特に、南部系統の中核であるインフレネ変電所では、1971年に設置された既存のT2変圧器¹について、長期使用に伴う故障リスクの増大を考慮し、供給信頼度を確保するため²、定格容量の50%に制限して運用していた。そのため、同変電所では主力であるT1変圧器が故障した場合には、同制限により予備機能が喪失し、インフレネ変電所の全停止、さらには首都圏の他の基幹変電所へ事故が波及する状態であったことから、急速な対策が求められていた。

こうした状況を踏まえ、モザンビーク政府はマプト首都圏における電力の安定供給を目的として、日本政府に対し支援を要請した。その結果、既設T2変圧器の更新・増強に加え、マプト首都圏近郊の配電用変電所での使用を目的とした移動式変電所の調達を含む本事業の実施に至った。

1.2 事業概要

首都マプト近郊において、既存変電所を改修することにより、南部系統への電力供給の向上・安定化を図り、もって当国の地域住民の生活向上および経済活動の促進に寄与する。

供与限度額/実績額	1,390百万円 / 1,059百万円	
交換公文締結/贈与契約締結	2017年8月 / 2017年8月	
実施機関	モザンビーク電力公社 (Electricidade de Moçambique, EDM)	
事業完成	2021年5月	
事業対象地域	マプト首都圏	
案件従事者	本体	三菱商事株式会社/株式会社日立プラントコンストラクション(JV)
	コンサルタント	八千代エンジニアリング株式会社
協力準備調査	2016年11月~2017年6月	
関連事業	【技術協力】 ・電力マスタープラン策定プロジェクト (2016~2018年)	

¹ 「T2変圧器」の「T2」は、インフレネ変電所内に設置されている複数の変圧器のうち、当該設備を特定・識別するための名称(ユニット名)である。インフレネ変電所では、主要な変圧器として、T1、T2、T3の3基が設置されていた。T1変圧器は主力として高負荷で稼働しており、当時、ピーク負荷が定格容量の100%を超える状況も見られた。T2変圧器は、本来T1変圧器が故障した際の予備として重要な役割を担う設備であった。

² 変圧器は、長期間の使用により電気のショート事故を起こしやすくなる。

	<p>【円借款】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マプト・ガス複合式火力発電所整備事業（L/A：2014年） <p>【その他国際機関、援助機関等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・世界銀行（WB）“Power Efficiency and Reliability Improvement Project”（2017年） ・ノルウェー政府/ドイツ復興金融公庫（KfW）/ヨーロッパ投資銀行“Short Term Investment Program”（2017年） ・アフリカ開発銀行（AfDB）、ドイツ政府、スウェーデン政府「Mozambique Energy for ALL プログラム」（2021年）
--	--

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

高橋 久恵・石本 樹里³（フォーティエンスコンサルティング株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2024年12月～2026年2月

現地調査：2025年4月13日～4月19日、2025年8月3日～8月9日

3. 評価結果（レーティング：B⁴）

3.1 妥当性・整合性（レーティング：③⁵）

3.1.1 妥当性（レーティング：③）

3.1.1.1 開発政策との整合性

計画時、モザンビーク政府は20年間にわたる開発の方向性を示した「国家開発計画（Estratégia Nacional de Desenvolvimento、以下「ENDE」という）」（2015年～2035年）において、経済構造の転換、生産基盤の拡大および多様化を通じて国民の生活向上を目指すとしていた。その実現のため、人的資本開発、インフラ整備、研究・イノベーション・技術開発、組織・制度開発を支柱とする工業化・産業化を推進することを明記し、インフラ整備の優先分野の一つとして、電力の開発を挙げていた。また、ENDEの実現に向けた中期計画「政府5か年計画（Plano Quinquenal do Governo、以下「PQG」という）」（2015年～2019年）では、経済・社会インフラ開発を優先分野に掲げ、エネルギーセクターについては、社会・経済活動、国内消費および輸出の発展のため、電力、液体燃料、天然ガスへのアクセス向上を図ることが戦略目標とされた。また、「電力マスタープラン」（2012年～2017年）では、既存の送配電網の強化を重点課題とし、送変電網緊急改修計画（本事業）は同重点課題に対応するものとして位置付けられて

³ ㈱メトリクスワークコンサルタンツより補強にて従事。衛星データ分析を担当。

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

いた。

事後評価時、「ENDE」（2025年～2044年）⁶が経済成長、社会的不平等の削減、国民生活の改善、インフラ整備、環境の持続可能性、行政サービス効率化の6つの目標を掲げている。これら目標の達成に向け示された5つの政策の柱のうち「経済構造の転換」「インフラ・地域開発」において、電力は重要な役割を担っており、送電網の拡充や変電設備の近代化を通じて、安定的かつ持続可能な電力供給体制の構築が目指されている。「PQG」（2025～2029年）⁷では、ENDEが示す5つの政策の柱を踏襲し、直近5カ年の取り組み事項を具体的に挙げ、電力分野では電力網の整備や供給拡大等が示されている。「国家電化戦略」（2018年）⁸では、2030年までに全国民への電力アクセスを達成することを目指すとされており、信頼性の高い電力供給のために経済的かつ効率的な送電網の構築が必要とされている。

以上のとおり、計画時および事後評価時のモザンビーク政府の開発政策は、いずれも優先分野とされるインフラ整備の中核に電力分野を位置付けている。電力分野の計画や戦略では、全国民への電力アクセスに向け送電網の強化・改修を重点課題としており、本事業との整合性が確認できる。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時、モザンビーク経済は年率7～8%の高い成長を続けており、それに伴い電力需要も年平均約10%のペースで急速に拡大していた。EDM系統における年間ピーク需要は、2009年の481MWから2013年には761MWへと増加した一方で、既存の送配電システムは老朽化が進み、需要増に対応した設備増強が追いついていなかった。本事業の対象であるインフレネ変電所のT2変圧器は1971年設置の機器であり、供給信頼度の低下によりEDMは負荷制限を行わざるを得ない状況であった。その他の変圧器も製作から26～33年が経過し、開閉設備も同様に老朽化していた。実際、マプト首都圏の基幹変電所であるマトラ変電所⁹では、2015年に変圧器が故障し、首都圏全域が停電する事態が発生している。この全停電が、本事業を緊急に実施する契機となった。このように、マプト首都圏では電力需要の急増に対し変電設備の整備が遅れ、容量や変圧器台数の不足が顕在化していた。さらに、EDMの財政制約により増強投資も進まず、過負荷や給電支障を防ぐために移動式変電所の導入が求められていた。特に、需要超過が見込まれる変電所や、変圧器が少なく柔軟性に欠ける変電所での整

⁶ 出所：Estratégia Nacional de Desenvolvimento (2015-2035), <https://www.mef.gov.mz/index.php/publicacoes/estrategias/2184-estrategia-nacional-de-desenvolvimento-2025-2024/file> (2025年9月4日アクセス)

⁷ 出所：Plano Quinquenal do Governo (2025-2029)

⁸ 出所：National Electrification Strategy (2018)

⁹ マトラ変電所は、インフレネ変電所と並び、マプト首都圏への電力供給を担う主要な基幹変電所である。両変電所は相互に電力を融通できる位置にあり、どちらか一方が停止した場合でも、もう一方が首都圏への供給を維持するという関係にある。

備が喫緊の課題とされていた。

事後評価時点において、EDM 系統のピーク需要は、2020 年の 998MW から 2024 年には 1,137MW へと増加している。一方で、ピーク発電量は 988MW で横ばいに推移しており、供給能力の逼迫が継続している（下表参照）。また、送配電システム全体としては、マプト都市圏において一部送電線の容量が 50MVA から 120MVA に拡張されるなど、供給能力の向上が図られてきた結果、計画時に見られたような全域停電は回避されている。しかしながら、老朽送電線の一部は依然として残存しており、今後の更新が必要とされている。インフレンネ変電所においては、本事業により T2 変圧器の更新が実施されたほか、指令・制御棟の建設などの補完的整備も進められてきた。しかしながら、依然として運転開始から 30 年以上が経過した TR3、TR5、TR6¹⁰などの変圧器が引き続き使用されており、特に 275kV 系統の変圧器、遮断器、開閉設備等の更新が急務となっている。

表 1 EDM 系統のピーク需要と発電量

(単位：MW)

	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
ピーク需要	998	1,035	1,044	1,093	1,137
ピーク発電量	973	988	988	988	988

出所：EDM 提供資料

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

事業計画・アプローチはおおむね適切であり、特段の問題はみられない。過去の類似案件の教訓を踏まえ、本事業では「既設変電所の運営状況を把握し、交換部品の調達や保管を含む機材の維持管理が適切に行われる体制が整備されるよう施策を実施する」ことが提案された。施工監理の過程では、EDM による維持管理体制やスペアパーツ・消耗品の保管状況について確認が行われ、適切な対応がされていることが確認されていた。これに加え、供与機材の維持管理が供用開始後も適正に継続されるよう、業者による初期操作指導および運用指導が実施されており、提案された教訓が実際に活用されたといえる。

3.1.2 整合性（レーティング：②）

3.1.2.1 日本の開発協力量針との整合性

「対モザンビーク国別援助方針」（2013 年）は、「回廊開発を含む地域経済活性化」を重点分野とし、特に「マプト回廊開発・整備プログラム」において、マプト周辺の運輸・交通、電力等の経済・社会基盤整備を重点に位置付けていた。「対モザンビーク国別分析ペーパー」（2015 年）においても、「地域経済活性化」を重点課題と分析して

¹⁰ TR は変圧器の識別名称である。なお、TR 変圧器は本事業の対象である T2 変圧器とは系統が異なる。

いた。本事業は、マプト首都圏の変電所の改修を通じて、南部系統への電力供給の向上・安定化、ひいては地域の経済活動の促進に寄与するものであり、日本の開発協力方針との整合性は高い。

3.1.2.2 内的整合性

計画時において、調整や連携が見込まれた事業は想定されておらず、実際に事業実施中に調整・連携があった JICA 事業は確認されなかった。

3.1.2.3 外的整合性

計画時では具体的な連携は明記されていなかったが、南部系統では WB、ノルウェー政府、KfW、ヨーロッパ投資銀行、AfDB、ドイツ政府等による電力セクターでの支援が予定されていた。これらの事業は安定的な電力供給の向上に資するもので関連性はあるが、いずれも本事業完了後に実施されたため、直接の連携・調整はなかった。また、計画時に想定されていなかった連携事業や調整された関連事業もなかった¹¹。国際的な枠組みとの関連では、本事業は変電所の改修を通じて電力供給の向上・安定化を図り、地域住民の生活向上および経済活動の促進に寄与するものであり、SDGs の「目標 7：エネルギーをみんなにそしてクリーンに」「目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう」に貢献する¹²。

以上より、妥当性については、モザンビークの開発政策および開発ニーズとの整合性は高く、事業計画やアプローチに特段の問題はみられない。整合性については、日本の開発協力方針との整合性は高く、内的・外的整合性は具体的な連携や成果はみられないが、国際的な枠組みと合致している。よって、妥当性・整合性は高い。

3.2 効率性（レーティング：④）

3.2.1 アウトプット

本事業は、首都マプト近郊において、既存のインフレネ変電所の改修と移動式変電施設を整備した。アウトプットは、モザンビーク負担事項も含め、表 2 および表 3 のとおり、計画どおりであった。

表 2 本事業のアウトプット

機材名	単位	計画	実績
1. インフレネ変電所用設備			計画どおり
1-1 275kV 遮断器（碍子型）	台	1	
1-2 275kV・11kV 中性点側架線・端子類	式	1	

¹¹ 出所：EDM およびコンサルタントへの質問票回答

¹² 出所：SDGs 資料、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html> (2025 年 7 月 7 日アクセス)

1-3	275/66/11kV 3 相単巻変圧器 (250 MVA)	台	1	
1-4	T2 変圧器用所内変圧器 (250 kVA)	台	1	
1-5	T2 変圧器三次側 11 kV 計器用変圧器および貫通型変流器	式	1	
1-6	66 kV 避雷器	台	3	
1-7	66 kV 計器用変圧器	台	3	
1-8	66 kV 計器用変流器	台	3	
1-9	66 kV 遮断器	台	2	
1-10	66 kV 断路器	台	4	
1-11	T2 変圧器二次側および 66 kV 母線連絡用架線・端子類	式	1	
1-12	銅パイプ	式	1	
1-13	機器架台	式	1	
1-14	T2 変圧器二次設備側接地設備	式	1	
1-15	T2 変圧器用制御盤・保護盤	式	1	
2.	66/33 kV 移動式変電所 (20 MVA)	式	1	
3.	維持管理用工具			
3-1	メンテナンス工具類	式	1	
3-2	絶縁油分析装置 (水分、ガス等)	式	1	
3-3	変圧器絶縁油真空脱気装置 (タンク等含む)	組	1	
3-4	絶縁油耐圧試験器	式	1	
3-5	保護継電器試験器	式	1	
4.	コンサルティング・サービス	計画		実績
		詳細設計、調達管理等		計画どおり

出所：事業事前評価表、準備調査報告書、JICA 提供資料、質問票回答

表 3 モザンビーク側負担事項

計画	実績
1. 本プロジェクトに必要な情報およびデータの提供	計画どおり
2. 関係機関への連絡・申請	
3. 必要な資機材のマプト港における迅速な通関および免税措置の実施	
4. 必要な資機材および派遣された要員に対する免税措置と便宜供与	
5. 日本法人および日本人への事業税等の免税と免税措置	
6. 無償資金協力に含まれない必要な全ての費用の負担	
7. 無償資金協力で調達された施設・機材の適切な使用と維持管理実施	
8. 工事事務所、資機材置き場等、仮設用地の無償提供	
9. 既設 T2 変圧器の系統からの取り外し	
10. 移動式変電所の接続および準備工事の実施	
11. 275 kV 遮断器構内運搬中の 275 kV 片母線の停電	
12. 66 kV 母線取外しによる日本側への工事实施のための環境の提供	

出所：準備調査報告書、JICA 提供資料



写真2 インフレネ変電所 T2 変圧器
(出典：外部評価者撮影)



写真3 インフレネ変電所 66kV 断路器
(出典：外部評価者撮影)

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

日本側事業費の計画額は、1,390 百万円に対し、実績額は 1,059 百万円となり、計画内に収まった (76%)。その要因は、入札価格が予定価格を下回ったことによる。モザンビーク側の負担額は把握できなかったため、日本側の事業費に基づき分析を行ったが、モザンビーク側負担事項は上記のとおり全て対応済みであることから、おおむね計画どおり支出されたと考えられる。

3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間は 2017 年 8 月 (E/N 締結月) ～2020 年 1 月 (供用開始月) までの 30 カ月となることが計画されていた。実際の事業期間は、2017 年 8 月～2021 年 5 月までの 46 カ月となった (計画比 153%)。

表 4 工程別のスケジュール計画・実績

	計画	実績
詳細設計期間 (入札期間含む)	5 カ月	2017 年 10 月～2018 年 2 月 (5 カ月)
機材調達期間	18 カ月	2018 年 3 月～2019 年 8 月 (18 カ月)
機材据付期間	10 カ月	2019 年 3 月～2020 年 1 月 (11 カ月)

出所：準備調査報告書、JICA 提供資料

事業期間が計画を上回った理由は、COVID-19 の感染拡大により、T2 変圧器の新しい保護リレー¹³を交換するための技術者の派遣とインフレネ変電所の 66kV 機器への通電が遅れたためであった。保護リレーの不具合は 2020 年 1 月に発生し、政府が公

¹³ Protection Relay (変圧器を過電流や短絡などの異常から守るための装置)

式にロックダウンを課した 2020 年 3 月¹⁴よりわずかに前のことであった。しかし、本邦業者は技術者の安全確保が困難であると判断し、派遣を見合わせるに至った。その後、2021 年 4 月に国境が段階的に再開され、技術者の派遣が可能となるまで、事業期間は延長されることとなった。これは、モザンビーク国内における対応が困難であるとの判断によるものである。したがって、延長された期間は COVID-19 に起因する外部要因とみなし、延長期間（2020 年 2 月～2021 年 5 月の 16 カ月）を除いた 30 カ月を実績期間とし、計画比 100%と判断し、計画どおりとなった。なお、同要因を除き、事業全体の遅延に繋がる事象は確認されなかった。

本事業のアウトプットはおおむね計画どおりであった。また、事業費は計画内に収まった。事業期間については、一部機材の不具合に対応する技術者の派遣が COVID-19 の影響により遅れ、延長を余儀なくされた。ただし、この延長は COVID-19 に起因する外部要因によるものであり、計画内に収まったといえる。以上より、効率性は非常に高い。

3.3 有効性・インパクト¹⁵（レーティング：③）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

計画時に設定された運用・効果指標は、インフレネ変電所の「①T1 変圧器から T3 変圧器の変電設備容量」「②T1 変圧器から T3 変圧器の容量利用率」であった。①の変圧器の変電設備容量は、アウトプット指標と捉えられ、また②の容量利用率は、対象となる変圧器単体の効果を直接的に示すことは難しいといえる（詳細は後述のとおり）。そこで、本評価では、これらの指標に加え、電力供給の信頼性を把握するため、「平均停電時間指数（System Average Interruption Duration Index、以下「SAIDI」という）¹⁶」「平均停電回数指数（System Average Interruption Frequency Index、以下「SAIFI」という）¹⁷」を追加で入手した。それぞれの基準日、目標値（追加指標を除く）、および事業完成後の実績値を下表に示す。

表 5 運用効果指標

	単位	基準値	目標値	実績			
		2015 年	2023 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
			事業完成 3 年後	事業完成 年	事業完成 1 年後	事業完成 2 年後	事業完成 3 年後
① T1 変圧器から T3 変圧器の変電設備容量	MVA ^{注2}	436	620	620	620	620	620

¹⁴ 国家非常事態宣言（State of Emergency）、大統領布告第 11/2020 号。

¹⁵ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

¹⁶ 顧客の停電時間合計/顧客数

¹⁷ 顧客の停電総数/顧客数

② T1 変圧器から T3 変圧器の容量利用率 ^{注1} (ピーク負荷)	%	68.8	75.1	84.9	90.5	N.A.	N.A.
(追加) マプト首都圏における SAIDI	分	65.2	-	25.7	39.3	32.3	24.5
(追加) マプト首都圏における SAIFI	回	50.3	-	12.76	14.77	12.0	9.0

出所：JICA 提供資料、質問票回答、EDM 提供資料

注 1：定格容量に対する最大需要時の負荷の比率を示す指標。本事業により、既存 T2 変圧器の容量が増強されるため、分母が拡大し 2020 年に一時的に容量利用率は低下することが想定されていた。また 2023 年の目標値は、変圧器の維持管理が適切に行われ、電力需要が想定どおりに増加した場合の予測値とされる。そのため、実際の潮流に応じて変動することから、同率は、需要の成長を前提とした目標値に近づくことが期待される。

注 2：Mega Volt-Ampere (メガボルトアンペア) の略

① T1 変圧器から T3 変圧器の変電設備容量

インフレネ変電所の「T1 変圧器から T3 変圧器の変電設備容量」は、事業前の 436MVA から目標値である 620MVA へ増加し、事業完了後も継続して維持されている。この容量の増強は、マプト首都圏の電力需要の拡大に対し、供給側の基盤整備を通じて事業目的である電力供給の向上が図られたことを示している。

② T1 変圧器から T3 変圧器の容量利用率¹⁸

事業実施前の基準値（2015 年）68.8%に対し、事業完成後の 2021 年には 84.9%、2022 年には 90.5%へと大幅に上昇し、目標値（75.1%）を大きく超過して推移している¹⁹。しかし、EDM への聞き取りによれば、その後もマプト首都圏の電力需要は堅調に伸びており、インフレネ変電所は依然として高負荷の状態が継続しているため、容量増強の効果は持続的に活用されていると判断される。また、この利用率の急騰は、マプト首都圏における堅調な電力需要の増加に加え、他の主要変電所（マトラ変電所、マプト火力発電所（Central Térmica de Maputo、以下「CTM」という））の過負荷を解消する目的のため、インフレネ側へ負荷²⁰を振り分けた系統運用上の負荷分散が主要因であると推察される。実際に、同時期の他主要変電所の容量利用率を確認すると、インフレネの増強後、過負荷状態にあった CTM が 91.0%から 89.0%へと負荷を僅かに緩和し、マトラ変電所も 60.4%から 59.0%へと低下している。これは、インフレネの容量が増強され信頼性が向上したことで、系統運用者が他の過負荷変電所の負担を

¹⁸ 容量利用率は、定格容量に対する最大需要時の負荷の比率を示す指標である。これは、過負荷の回避と電力供給の安定確保という観点から、設備の運用計画および設備増強計画に用いられる重要な指標である。また、本事業では、表 5 の注 1 に記載のとおり、同指標は目標値を厳密に達成することが目的とされているものではなく、需要の成長を前提とした目標値に近づくことが期待される指標として設定されていた。

¹⁹ 目標年度である 2023 年以降の実績データは、データソースの不具合により、本事後評価時点では入手できていない。

²⁰ 電気・電力分野において、発電所や変電所などの電力設備にかかる電気の需要量、または消費される電力量を指す。

軽減するため、意図的に負荷をインフレネ側へシフトさせたことを明確に示唆する。この負荷シフトにより、インフレネが系統全体の安定性を担保する役割を担い、特に CTM の過負荷状態の解消に貢献したと言える。

他の変電所の負荷が緩和された一方、インフレネ変電所自体は 90%を超える高負荷状態となり、予備力が極めて少ない水準に達している。しかし、本事業は 2015 年にマトラ変電所の変圧器における故障による全停電を受け、系統崩壊リスク回避を目的として実施された緊急性の高い事業である。この高負荷状況下でも下記のとおり SAIDI/SAIFI が大幅に改善している事実は、本増強が他の基幹変電所の脆弱性を補完し、系統全体の安定性を確保することで、全停電再発のリスクを回避するという事業の中心的な目的を果たしたことを意味している。

③ 追加指標：SAIDI/SAIFI

追加指標として確認された電力供給の信頼性指標は、本事業により改善している。SAIDI については、事業実施前（2015 年）の 65.2 分に対し、事業完成後の実績値は大幅に低減し、2024 年には 24.5 分を記録した。これは、顧客の平均的な停電による停止時間が 60%以上短縮されたことを意味し、電力供給の信頼性が著しく向上したことを示している。SAIFI についても、事業実施前の 50.3 回に対し、実績値は大幅に低減し、2024 年には 9.0 回を記録している。これは、顧客が経験する平均的な停電回数が激減したことを示し、変電所設備が安定稼働していることを裏付けている。SAIDI と同様に、本事業がマプト首都圏の電力供給の安定性を大幅に改善したことを明示している。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

（1）電力供給信頼度の向上

本事業の実施により、電力供給の信頼性が向上したことが、住民および需要家へのインタビュー調査から確認された²¹。事業実施前は「週に数回」の停電が最も多く、「毎日」発生していたとの回答も見られたが、事業実施後には停電頻度が大幅に減少し、「週に 1 回」「月に数回」「ほとんどない」との回答が増加した。特に「毎日」との回答は皆無となった（表 6 参照）。停電の時間的側面でも改善が見られた。事業実施前は「1 時間以上」「数時間以上」といった長時間の停電が頻発していたが、事業実施後には「30 分未満」の短時間停電が増加し、「数時間」「半日以上」「1 日以上」といった長時間停電は報告されていない（表 7 参照）。さらに、電力供給事業者

²¹ 事業の定量的効果を補完し電力供給信頼度の改善（停電回数や時間の減少）状況を把握するため、本事業実施前後の状況を把握している住民 10 名および需要家 13 名（工場、ホテル、公的機関や商店等）にインタビュー調査をマプト市で実施した。回答者の内訳は次のとおり。住民：性別（男性 6 名、女性 4 名）、年齢層（40 代 7 名、50 代 3 名）。需要家：工場 1 ヶ所、ホテル 1 ヶ所、物流倉庫 2 ヶ所、ガソリンスタンド 1 ヶ所、レストラン 3 ヶ所、商店 3 ヶ所、保健センター 2 ヶ所。

である EDM によれば、停電に関する苦情件数も減少しており、供給の安定性向上が裏付けられている。これらの結果は定量的効果の追加指標とも一致しており、変電所用設備の整備が電力供給信頼性の改善に寄与したことを示している。

表 6 停電の頻度の変化

(単位：人)

項目	実施前	実施後
ほとんどない	1	3
月に数回	2	4
週に1回	1	6
週に数回	12	4
毎日停電	1	0

表 7 停電時間の変化

(単位：人)

項目	実施前	実施後
30分未満	1	9
1時間以上	6	8
数時間以上	5	0
半日以上	2	0
1日以上	3	0

出所：住民および需要家へのインタビュー調査

(2) 点検・修理の実施状況の変化

本事業の実施により、点検や修理の柔軟性が高まった。事業前は変圧器の容量が不足していたため、電力需要の多い平日には保守作業を行えず、やむを得ず週末に作業を集中させていた。その結果、職員に多くの残業が発生していた。現在は TR2 変圧器の更新によって TR1 の負荷が軽減され、平日でも問題なく保守作業を行えるようになり、電力供給の安定性も向上している。加えて、従来週末に実施していた作業を平日に移すことで、人員負担やコストの削減にもつながっている。

一方で、メンテナンス時に予備の変圧器として活用される予定だった移動式変電設備は現在稼働していない（詳細は「3.4.7 運営・維持管理の状況」参照）。そのため、EDM は他州（テテ州）の変電所から変圧器を一時的に移送・配置するなどの緊急対応を行い、停電を回避している。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

(1) 周辺地域の住民生活の改善

住民へのインタビュー調査によれば、回答者 10 名中 4 名が「大きく改善」、6 名が「改善」と回答しており、全員が電力供給の安定化によって生活の質が向上したと実感していることが確認された。具体的な改善点としては、家庭内の照明の安定化、家電製品の使用による利便性の向上、家事負担の軽減、読書・学習時間および就労時間の確保、夜間照明による安全性・治安の向上、水の安定供給などが挙げられた。これらの改善により、具体的には、停電が短時間で復旧するようになったこと、複数の家電を同時に使用できるようになったこと、暑い日にエアコンが使用可能になったこと、冷蔵庫による食品保存が安全に行えるようになったこと、公共照明の改善によって地域の治安が向上したこと、さらにはテレビで映画や音楽といった娯楽を楽しめるよう

になるなど、生活の質が向上した事例が報告されている。これらの住民の声により、本事業が地域住民の暮らしに広く寄与していることが確認された。現時点において、回答者全員が EDM による電力供給状況に対し、総じて満足していると回答している。

電気料金や電圧の不安定さによる家電製品の故障に対する補償、メーターの不具合発生時の対応といったサービス面への要望、さらに地域の人口増加に伴う電力需要の拡大に対する EDM の今後の対応への懸念も挙げられたが、回答者全員が EDM による電力供給状況に対し、総じて満足していると回答している。

(2) 経済活動等の促進

本事業の実施により、地域の経済活動に対して顕著な効果が確認された。需要家へのインタビュー調査では、回答者 13 名のうち 5 名が「大きく貢献した」、8 名が「貢献した」と回答しており、全員が安定した電力供給が自社のサービス提供や業務運営に好影響を与えていると評価している。

民間事業者（レストラン、商店、ホテル、倉庫、製造業など）においては、停電の頻度および持続時間の減少により、夜間営業の延長や業務効率の向上が実現している。例えば、レストランではエアコンや調理機器の安定稼働により、顧客対応力が向上し、売上増加につながっている。商店では冷蔵・冷凍設備の安定稼働により、飲料や食品の品質保持が可能となり、顧客満足度の向上と販売機会の拡大が報告されている。ホテルでは、客室内の照明や電気機器の使用が安定し、宿泊者の安全性と快適性が向上している。工場においては、電力供給の安定化により、生産ラインの継続的な稼働が可能となり、製品供給の安定性が確保されている。倉庫業では、冷蔵設備による医薬品の品質保持が可能となったほか、電力の安定供給により顧客からの苦情が減少し、サービス品質の向上が図られている。公共機関においても、医薬品の温度管理や電子在庫管理システムの安定稼働、診療・検査機器の継続的な使用が可能となり、サービスの正確性と質の向上が確認されている。

本事業の実施後、送配電施設の整備により電力供給の安定性が向上し、停電の頻度と持続時間が大幅に減少した。これにより、企業活動や公共サービスの運営において、電力に起因する業務中断が減少し、上記のとおり、地域の経済活動の活性化につながっている。

(3) 衛星データを活用したインパクトの把握

モザンビークのマプト州を対象に、2013 年から 2024 年にわたる夜間光の変化を分析し、本事業の影響を検証した。その結果、以下コラムに記載のとおり、対象地域であるマプト首都圏内で安定的な電力の供給が進展していることが確認された。特にマ

ラクエネ変電所²²周辺では夜間光が顕著に増加しており、本事業が地域の電力の安定的な供給に寄与した可能性が示唆されている。

【コラム】衛星データ分析

<対象地域における夜間光の変化>

図1は、マプト首都圏（マトラ市 (Matola)、マラクエネ郡 (Marracuene)、マプト市 (Cidade de Maputo)）における年間平均夜間放射量の推移を示している。分析の結果、マトラ市では約 200%、マプト市及びマラクエネ郡は約 120%増加した。特にマトラ市では、2013 年以降一貫して夜間光が増加しており、これらの変化は本事業による配電網整備の効果を一定程度反映していると考えられる。



図1 マプト首都圏における年間夜間放射量の変化²³

<変電所との関連性>

本事業の対象であるインフレネ変電所はマプト市に位置し、配電用変電所を経由して各地域の需要家へ電力を供給している（図2）。その中でもマラクエネ変電所は主要な配電拠点の一つであり、周辺地域で観測された夜間光の増加傾向から、同変電所を介した事業効果の波及効果が確認された。

図3に示されるとおり、マプト市全体では夜間光が微増傾向にあるものの、インフレネ変電所周辺においては、2013年と比較して2024年の放射量がむしろ微減しており、顕著な改善は見られなかった。これは、老朽化した主要設備の未更新による送電能力制約が影響している可能性があると考えられる。一方、マプト市北部やマラクエネ変電所周辺では、2017年以降、夜間光が着実に増加しており、新規電化地域において事業の効果が比較的明瞭に表れていた。

²² インフレネ変電所は本事業の対象となる基幹変電所であり、ここで降圧された電力は各地の配電用変電所を経由して需要家へ供給される。マプト首都圏に位置するマラクエネ変電所はその配電用変電所の一つであり、インフレネ変電所から供給される電力を受けて降圧・配電を行う。また、マラクエネは近年新興地域として、住宅や商店等が増加している地域でもある。

²³ $nW \cdot cm^{-2} \cdot sr^{-1}$ （ナノワット毎平方センチメートル毎ステラジアン）は、衛星画像で観測される光の強さを表す放射輝度の単位であり、夜間の人工光（街灯や建物照明など）の明るさ評価に用いられる。

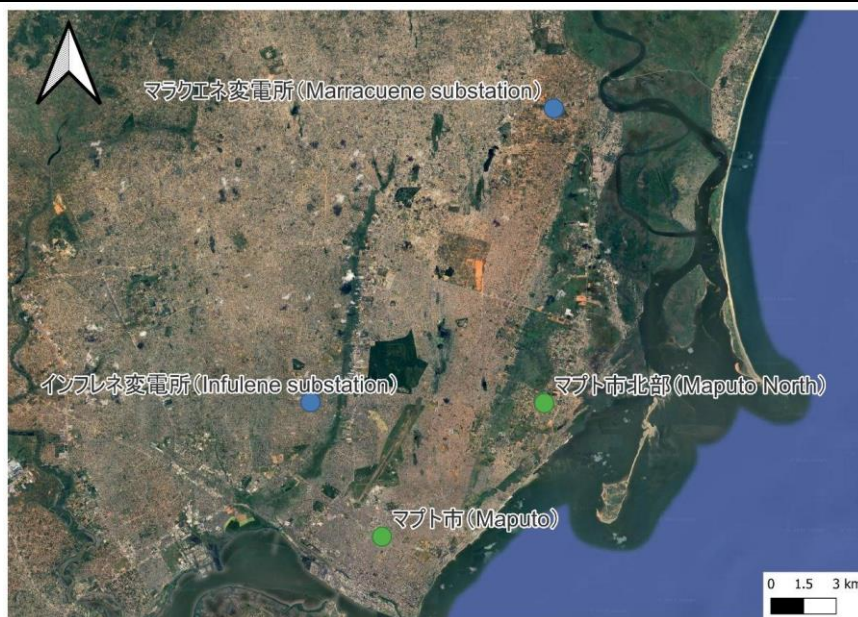


図2 変電所（青点）及び対象地域（緑点）の位置図

注：図1で使用したデータは「州レベル」で抽出されたものである。一方、図3で使用したデータは「1地点」に対応している。これは、変電所の場合、供給エリアが明確に定義されていないため、地点単位でデータを抽出していることによる。分析手法の統一を図るため、都市についても都市内の代表点を1つ選定して同様に扱った。その結果、図1と図3では一部に相違が見られる。

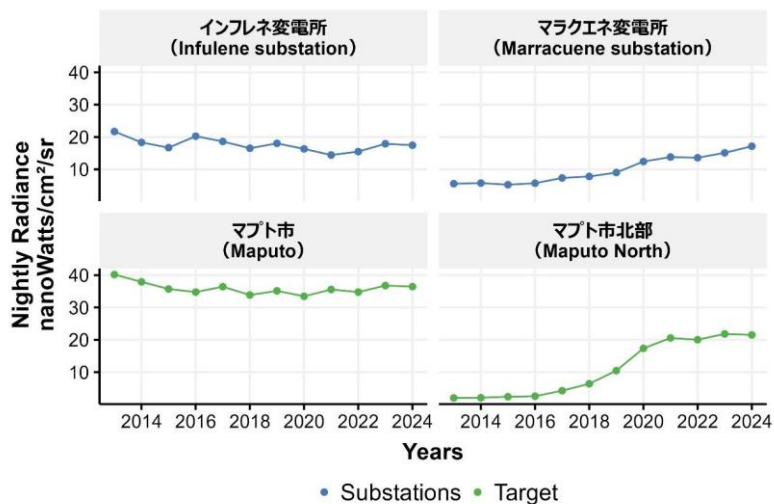


図3 対象地域における夜間光の経年変化（2013～2024年）

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

1) 環境へのインパクト

本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年策定）上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断され、カテゴリ C に該当するとされた。また、本事業は既設の変電所敷地内で行われるため、工事に先立っての環境許可の

取得は不要とされた。EDM や事業コンサルタントによれば、事業実施による予期せぬ環境への負のインパクトは発生していない。また、工事中の周辺住民からの苦情もなかった。

2) 住民移転・用地取得

本事業は、既存変電所の敷地内に設備、機材を設置したものであり、EDM への聞き取りによれば、用地取得・住民移転は行われていない。

3) ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範、人々のウェルビーイング、人権、その他正負のインパクト

計画時において、ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範、人々のウェルビーイング、人権の視点に立った具体的な取り組みは明示されていなかった。また、事業の実施機関中および完了後においても、これらに関連する影響やその他の正負のインパクトは確認されていない。

以上より、運用・効果指標である変電設備容量は目標どおり達成された。容量利用率は高水準となるも、系統運用上の負荷分散に機能し、全停電リスク回避という中心目的を果たしている。追加指標である SAIDI および SAIFI は大幅に改善し、電力供給の信頼性は向上した。インパクトとして、地域の社会・経済活動の活性化にも寄与しており、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：②）

3.4.1 政策・制度

「3.1.1.1 開発政策との整合性」で示したとおり、「ENDE」（2025～2044年）や「PQG」（2025～2029年）等の政策において、電力アクセスの向上は優先課題として掲げられており、政策・制度は確保されている。

3.4.2 組織・体制

整備された施設および機材の運営・維持管理は、EDM 送電部門が担っている。事後評価時における EDM 全体の職員数は 4,148 名であり、定員数とされる 5,961 名に達していない。インフレネ変電所には、運営・維持管理人員として 57 名が配置されており、内訳は、監督者 1 名、オペレーター 8 名、メンテナンス要員 48 名（一次機器²⁴担当 16 名、保護装置担当 9 名、送電線網 23 名）となっている²⁵。EDM 全体としては、ネットワークお

²⁴ 一次機器には電力の流れに直接関与する機器であり、変圧器、遮断器、断路器などが含まれる。なお、一次機器の動作を監視・制御する機器（保護装置や計測機器、制御盤など）は二次機器に該当する。

²⁵ 出所：質問票回答

よび顧客が広がる一方で、2025年の事後評価時には技術者の退職が相次いでいることもあり²⁶、人員数が定員を下回っている。こうした状況を受け、EDMは現在、新規雇用を積極的に進めている。なお、インフレネ変電所においては、必要な運営・維持管理の実施に必要な人員数は確保されており、人員面での問題は確認されていない。

問題発生時の報告体制については、当直のオペレーターが変電所の監督者に報告し、供給不能を伴う故障が発生した場合には、国家送電指令センターにも報告される。その後、監督者から部門長および部門ディレクターへと報告がなされ、必要に応じて専門技術者が対応のために動員される。このように、故障や問題発生時の報告体制は明確に整備されており、現時点で体制上の課題は確認されていない。

上記のとおり、EDM全体では人員数が定員数を下回っているものの、新規雇用が進められていること、また、インフレネ変電所では必要な人員が確保されており、問題発生時の報告体制も明確であることから、現時点で特段の課題は認められない。

3.4.3 技術

EDMは、これまでも全国の送電網の運営・維持管理を安定的に行っており、系統運用についても十分な技術水準を有している。インフレネ変電所では、必要性が判断された場合には、送電部門長に報告した後、EDMの研修所（Academy Directorate）が実施する研修に参加することが可能である。また、豊富な経験を有する技術者が、経験の浅い技術者に日常的にOJTの形で知識を共有している。

必要なスペアパーツは、本事業により調達されたものが倉庫に保管してあり、事後評価時点においては在庫がある状況である。主要なスペアパーツは海外から調達する必要があり、通常は優先順位をつけて年間単位で調達計画を策定している。少額のものには部門ごとに調達可能であるが、1.5百万メティカル（MZN）（2015年10月時点で約353百万円）以上については、調達部門が対応している。また、故障時には業者とのコンタクトは可能な状況である。マニュアルもEDMおよび各施設に配置されていることが確認済みであり、必要に応じて技術者が確認できるよう整備されていた。EDMによれば、本事業においては、初期操作の指導はあったものの、研修に相当する支援はなかったと理解している。一方、現時点で設置した施設・機材の維持管理活動において、技術的な要因に起因する支障は生じていない。

3.4.4 財務

計画策定時点において、EDMは純利益が赤字であり、財務的な課題を抱えていた²⁷。しかし、過去3年間（2022～2024年）の財務指標を見ると、収益性は改善傾向にある。

²⁶ EDMは、1995年に公益企業として再編・発足した。2025年には発足から30年の節目を迎えることとなり、長年勤務してきた職員の定年退職が集中することから、退職者数が非常に多くなることが想定されている。

²⁷ 出所：準備調査報告書

2023年には一時的な減益が見られたものの、営業収益の増加、人件費の適正化、外部サービスの活用による業務効率の向上、金融収益の拡大などが利益改善に寄与している。特に、従業員の昇進や給与調整、設備投資の進展により供給能力とサービス品質が向上し、収益基盤が強化された。これらの要因により、2024年には大幅な黒字を達成しており、財務面での持続性が高まっている²⁸。

表8 EDMの損益計算書主要項目の推移

(単位：百万 MZN)

	2022年	2023年	2024年
総売上①	46,830	53,170	59,610
電力購入・発電費用②	30,834	35,300	36,940
粗利益③=①-②	15,995	17,870	22,670
総営業費用④	15,451	17,320	20,200
営業損益⑤=③-④	544	550	2,470
財務収益⑥	8,865	6,970	9,610
財務費用⑦	3,733	2,330	2,590
税引前利益⑧=⑤+⑥-⑦	5,676	5,190	9,490
所得税⑨ ^注	456	370	870
純利益⑩=⑧-⑨	5,220	4,820	8,620

出所：EDM, *Relatório e Contas (Annual Report) 2022、2023、2024 各年度版*

なお、EDMは2015～2019年の事業計画において、財務基盤の強化と収益性向上を目指し、電気料金の改定を優先課題として掲げていた。2019年には電気料金を15.4 MZN/kWhとする目標が設定されたが、実際の料金は14.75 MZN/kWhにとどまり、目標には達しなかった。ただし、料金改定の未達成があった一方で、EDMの財務状況は近年改善傾向にあり、EDMによれば、施設および機材のO&Mに関しては、最適とは言えないものの、毎年、翌年度のニーズに応じて予算が策定され、優先順位に基づいて必要最低限の部分が承認・配賦されている。実際に、後述の「3.4.7 運営・維持管理の状況」に示すとおり、予算不足が原因で施設や機材の故障対応ができない、あるいは稼働停止に至るような事例は確認されていない。

上記のとおり、現時点では予算不足によって維持管理活動に支障が生じている事例はなく、財務面における深刻な課題は認められない。

3.4.5 環境社会配慮

環境社会面からの事業効果の持続に対する大きなリスクはみられない。

²⁸ 出所：EDMへのインタビュー、EDM, *Relatório e Contas (Annual Report) 2022、2023、2024 各年度版*

3.4.6 リスクへの対応

計画時に特定のリスクは想定されておらず、実施中・事後評価時においても想定されていなかったリスクは発生していない。

3.4.7 運営・維持管理の状況

インフレネ変電所内で更新した設備は事後評価時点において問題なく稼働している。維持管理は EDM の定める年間メンテナンス計画に沿って実施されており、日常的な点検に加えて、動作を中心に確認する年 1 回程度の定期普通点検が実施される。加えて、内部や性能などを詳細に確認する定期精密点検が数年に 1 度の頻度で実施されてきた。一方で、移動式変電設備は、設置 1 年後（2021 年）に 33kV 配電線からの雷流電流が変圧器に侵入し、巻き線に異常が発生して以降運用されていない。設置後稼働していた 1 年間については、EDM が定めた年間のメンテナンス計画に沿い、維持管理が行われていた。しかし、異常発生後、EDM はコントラクターによる対応が可能と理解していたのに対し、コントラクター側は瑕疵検査終了後のため対象外との認識を持っており、この認識のずれにより一定期間が経過した結果、2024 年に南アフリカに修理に出すこととなった。修理完了までの間、EDM は他州から変圧器を移送し、マトラ変電所で使用している。EDM からの報告によれば、2026 年 2 月時点で当該変圧器の修理作業は南アフリカにて完了し、現在モザンビークへ輸送中である。3 月末には再稼働が予定されているものの、今後、安定的かつ継続的な本格稼働に至るためには、系統接続準備や試運転の実施状況等も含めて確認していく必要がある。

事後評価時においては、EDM が保有する変圧器を他州よりマトラ変電所に移動し活用することで運用上の問題は生じていない。しかしながら、本事業で設置した移動式変電設備が長期間にわたり稼働していない状況は、安定した電力の安定供給を維持するうえでの懸念事項といえる。

以上より、運営・維持管理状況の一部に問題があり、本事業によって発現した効果の持続性はやや低い。

4. 結論および提言・教訓

4.1 結論

本事業は、首都マプト近郊において既存変電所（インフレネ変電所）を改修することにより、南部系統への電力供給の向上・安定化を図り、もって地域住民の生活向上および経済活動の促進に寄与することを目的として実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにモザンビークの開発政策や開発ニーズと合致しており妥当性が確認できる。また、内的・外的整合性に関しては具体的な連携の計画・実施や成果はなかったが、日本の開発協力方針との整合性が確認された。以上より、妥当性・整合性は高い。本事業では、ほぼ計画に沿ったアウ

トプットが産出され、事業費・事業期間ともに計画内に収まった。したがって、効率性は非常に高い。運用効果指標である変電設備容量は目標値を達成し、容量利用率は 90.5%という高水準となった。これは他の変電所の負担を軽減し、系統安定化に貢献した結果といえる。これにより、本事業の中心的な目的である全停電リスクの回避が達成された。平均停電時間および回数も大幅に改善され、電力供給の信頼性も向上している。インパクトとしては、家電や夜間照明の使用、治安の改善などによる住民生活の質の向上に加え、工場やレストラン、商店などの稼働・営業時間の延長、公共機関におけるサービスの質の向上などが見られ、地域の社会・経済活動の活性化にも寄与している。よって、本事業によりおおむね計画どおりの効果発現が見られ、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理には、政策・制度、組織体制、技術、人材、財務、環境の各側面において、対象施設の運営・維持管理上の課題はないものの、設置された移動式変電所の稼働状況に一部問題があり、持続性はやや低い。以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

移動式変電所は 2021 年以降稼働しておらず、当初想定されていた柔軟な保守支援機能を果たせないため、代替として他地域の変電所の変圧器を移動して使用している状況にある。また全停電は生じていないものの、インフレネ変電所の負荷も高い状況にある。現在、移動式変電所の修理作業は南アフリカにて完了しており、2026 年 2 月時点でモザンビークへ輸送中である。再稼働は同年 3 月末に予定されている。こうした状況を踏まえ、実施機関である EDM は、再稼働に向け、系統接続準備および試運転を確実に実施し、安定的かつ継続的な運用体制を整えることが重要である。また供与時に提供された操作・保守マニュアルおよびチェックリストの現場配備状況を再確認し、定期点検・保守体制の再構築を図ることが求められる。

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

疵期保証期間終了後の故障対応に備えた責任分担の明確化と認識共有の重要性

移動式変電所は 2021 年の故障以降、2025 年時点でも稼働しておらず、当初の目的である柔軟な保守支援に寄与できていない。EDM は故障対応をコントラクターが行うと認識していたが、コントラクター側は瑕疵保証期間終了後の故障であり対応義務がないとの判断を示し、修理開始までに長期間を要する結果となった。事業形成段階においては、瑕疵保証期間終了後の故障対応に関する責任分担を契約上明確化し、実施機関とコントラクター双方がその内容を十分に理解・共有しておく必要があったといえる。今後の類似案件では、故障

時の対応責任をあらかじめ明確にしておくことで、設備・機材の持続的な活用と事業成果の維持を図ることが望まれる。

事業成果を適切に測定するための指標の設定

本事業の計画時に設定された運用・効果指標は、変電設備容量といったアウトプット指標や、容量利用率のように系統全体の運用条件に左右され、設備単体の効果を直接示すには必ずしも適さない指標が中心であった。そこで、本事業による変電所整備が電力供給の信頼性に及ぼした影響をより適切に把握するため、追加指標として SAIDI および SAIFI を採用した。これらは電力供給の質を客観的に示す指標であり、事業効果をより直接的に測定することを可能にする。事業の計画段階でこれらの指標を組み込んでおくことで、事後評価における効果の確認がより確実で妥当なものとなると考えられる。今後の類似事業においても、設備容量の拡充に加え、SAIDI や SAIFI 等、供給の信頼性に関する指標をあらかじめ選定し、基準値・目標値を設定しておくことが、事業成果の透明性を高めるために有意義である。

5. ノンスコア項目

5.1 適応・貢献

5.1.1 客観的な観点による評価

日本の支援は、モザンビーク南部地域の電力セクターに対し、電力の安定供給に向け、発電後の配電過程から需要家への供給に至るまでのプロセスに総合的に貢献している。先行して実施された円借款「マプト・ガス複合式火力発電所整備事業」（L/A 調印 2014 年）では、110MW の新規火力発電所が建設され、南部地域の電力供給能力を大幅に増強（当時約 2 割）した。一方、本事業は、この新たに確保された発電電力を需要地であるマプト首都圏へ安定的に届けるための基盤を強化する役割を果たしている。これにより、日本の支援は、供給能力の向上と系統安定化を図った二つの事業が相補的に作用し、南部地域の電力セクターの安定化と持続的な経済発展に寄与している。

5.2 付加価値・創造価値

なし