

2020 年度案件別外部事後評価：
パッケージ III-2
(ルワンダ・ウガンダ・タンザニア)

令和 4 年 1 月
(2022 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
株式会社アイツーアイ・
コミュニケーション
株式会社メトリクスワーク
コンサルタンツ

評価
JR
21-39

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICAあるいは相手国政府側の事業実施主体等の見解が異なる部分に関しては、JICAあるいは相手国政府側の事業実施主体等のコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

国名	第三次地方給水計画
ルワンダ	



プロジェクトサイト



公共水栓（カヨンザ郡ムラマセクター）

I 案件概要

事業の背景	<p>ルワンダでは、国民の多くが水源の乏しい丘陵地帯に居住している。地方給水の水源は主に湧水、湖沼、河川に頼っていたが、水質に問題があり、また遠方までの水汲みに時間を要し、地方開発の障害の一つとなっていた。ルワンダ政府は、国家開発計画「ビジョン 2020」（2000 年策定）において、2020 年までに安全な水へのアクセスを 100% にすることを目標に掲げていた。しかし、2011 年時点での安全な水へのアクセス率（給水率）は全国で 74.2% にとどまっており、中でも東部県では 66.6% と特に低い水準にあった。</p> <p>国際協力機構（JICA）は、2000 年代初頭より東部県を中心に地方給水分野の支援を行ってきた。ルワンダ政府は、「地方給水計画」（交換公文締結 2006 年）、「第二次地方給水計画」（同 2010 年）の二つの無償資金協力において対象外となったサイトに係る協力を要請し、本事業は同要請を受けて実施された。</p>																																																																																												
事業の目的	<p>本事業は、東部県の対象地域において、管路給水施設の整備と維持管理能力の向上により安全な水へのアクセス及び給水率の向上を図り、もって水・衛生分野での生活状況の改善に寄与することを目的とする。</p>																																																																																												
実施内容	<p>1. 事業サイト： 東部県ンゴマ郡ルキラセクター²（ルキラ東とルキラ西の 2 サイト）、カヨンザ郡ムラマセクター（1 サイト）、ガツィボ郡レメラセクター（1 サイト） 計 4 サイト</p> <p>2. 日本側： 1) 土木工事・機器調達等（表中は実績で、数量は計画から一部変更あり）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">施設</th> <th colspan="4">サイト</th> <th rowspan="2">合計</th> </tr> <tr> <th>ルキラ東</th> <th>ルキラ西</th> <th>ムラマ</th> <th>レメラ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">取水施設</td> <td>湧水取水施設</td> <td>1 基</td> <td>1 基</td> <td>2 基</td> <td>-^a</td> <td>4 基</td> </tr> <tr> <td>深井戸ビット</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>3 基</td> <td>3 基</td> </tr> <tr> <td>導水管</td> <td>-</td> <td>0.1km</td> <td>0.1km</td> <td>-</td> <td>0.2km</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">送水施設</td> <td>集水槽</td> <td>1 基</td> <td>1 基</td> <td>1 基</td> <td>1 基</td> <td>4 基</td> </tr> <tr> <td>コントロール室</td> <td>1 棟</td> <td>1 棟</td> <td>3 棟</td> <td>4 棟</td> <td>9 棟</td> </tr> <tr> <td>調整池</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2 基</td> <td>2 基</td> <td>4 基</td> </tr> <tr> <td>送水管</td> <td>0.8km</td> <td>0.4km</td> <td>3.7km</td> <td>4.6km</td> <td>9.5km</td> </tr> <tr> <td>塩素注入室</td> <td>1 棟</td> <td>1 棟</td> <td>-^b</td> <td>1 棟</td> <td>3 棟</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">配水施設</td> <td>配水池</td> <td>1 基</td> <td>1 基</td> <td>1 基</td> <td>1 基</td> <td>4 基</td> </tr> <tr> <td>配水管</td> <td>5.5km</td> <td>9.6km</td> <td>28.1km</td> <td>14.4km</td> <td>57.6km</td> </tr> <tr> <td>観測室</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>1 棟</td> <td>1 棟</td> <td>2 棟</td> </tr> <tr> <td>調圧槽</td> <td>1 基</td> <td>-</td> <td>5 基</td> <td>2 基</td> <td>8 基</td> </tr> <tr> <td>給水施設</td> <td>公共水栓</td> <td>7 基</td> <td>16 基</td> <td>25 基</td> <td>27 基</td> <td>75 基</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：a) 既存湧水からの配管を集水槽に接続。b) コントロール室内に塩素注入器を設置。</p> <p>2) コンサルティングサービス/ソフトコンポーネント：上記に係る入札補助・実施監理、</p>	施設	サイト				合計	ルキラ東	ルキラ西	ムラマ	レメラ	取水施設	湧水取水施設	1 基	1 基	2 基	- ^a	4 基	深井戸ビット	-	-	-	3 基	3 基	導水管	-	0.1km	0.1km	-	0.2km	送水施設	集水槽	1 基	1 基	1 基	1 基	4 基	コントロール室	1 棟	1 棟	3 棟	4 棟	9 棟	調整池	-	-	2 基	2 基	4 基	送水管	0.8km	0.4km	3.7km	4.6km	9.5km	塩素注入室	1 棟	1 棟	- ^b	1 棟	3 棟	配水施設	配水池	1 基	1 基	1 基	1 基	4 基	配水管	5.5km	9.6km	28.1km	14.4km	57.6km	観測室	-	-	1 棟	1 棟	2 棟	調圧槽	1 基	-	5 基	2 基	8 基	給水施設	公共水栓	7 基	16 基	25 基	27 基	75 基
施設	サイト				合計																																																																																								
	ルキラ東	ルキラ西	ムラマ	レメラ																																																																																									
取水施設	湧水取水施設	1 基	1 基	2 基	- ^a	4 基																																																																																							
	深井戸ビット	-	-	-	3 基	3 基																																																																																							
	導水管	-	0.1km	0.1km	-	0.2km																																																																																							
送水施設	集水槽	1 基	1 基	1 基	1 基	4 基																																																																																							
	コントロール室	1 棟	1 棟	3 棟	4 棟	9 棟																																																																																							
	調整池	-	-	2 基	2 基	4 基																																																																																							
	送水管	0.8km	0.4km	3.7km	4.6km	9.5km																																																																																							
	塩素注入室	1 棟	1 棟	- ^b	1 棟	3 棟																																																																																							
配水施設	配水池	1 基	1 基	1 基	1 基	4 基																																																																																							
	配水管	5.5km	9.6km	28.1km	14.4km	57.6km																																																																																							
	観測室	-	-	1 棟	1 棟	2 棟																																																																																							
	調圧槽	1 基	-	5 基	2 基	8 基																																																																																							
給水施設	公共水栓	7 基	16 基	25 基	27 基	75 基																																																																																							

¹ 新型コロナウイルスの影響により、現地調査は日本より遠隔実施した。具体的には、事後評価者の指示の下、キガリ在住の現地調査補助員が、実施機関及び関係機関へのインタビュー調査とサイト視察を実施した。

² ルワンダの地方行政区分は県-郡-セクター-セル-村。

	給水事業体 (Water Service Provider、以下「WSP」という。) 及び水利用者組合 (Water User Committee、以下「WUC」という。) 設置に係る支援・衛生啓発活動等		
	3. 相手国側： 計画給水施設用地の確保、水源の利用者に対する説明・合意、既存水源施設利用者に対する工事期間中の飲料水の供給、郡による対象サイトの WSP 選定・契約とそれら WSP の管理監督等		
事業実施スケジュール	交換公文締結日	2015年3月5日	事業完了日 2017年7月20日 (供用開始)
	贈与契約締結日	2015年3月5日	
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：1,013百万円		実績額：1,008百万円
相手国実施機関	水・衛生公社 (Water and Sanitation Corporation: WASAC)		
案件従事者	本体：株式会社利根エンジニア コンサルタント：日本テクノ株式会社		

II 評価結果

【要旨】

本事業の目的は、事前評価時におけるルワンダの開発政策、開発ニーズ、日本の援助方針と合致していたことから、妥当性は高い。対象地域の給水量、給水人口ともに目標値を上回ったことから、アウトカム「安全な水へのアクセス及び給水率の向上」は達成された。想定されたインパクト「水・衛生分野での生活状況の改善」も、データは得られなかったものの、実施機関回答からは達成されたことがうかがえる。よって有効性・インパクトは高い。効率性は、事業期間が計画を上回ったため中程度である。持続性は高い。運営・維持管理の制度・体制面、技術面、財務面は確保されている。維持管理状況に軽微な問題や一部施設周辺での冠水などがみられたものの、全体のごく一部であり、将来の事業効果継続の蓋然性を損なうほどではないと判断した。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

総合評価 ³	A	妥当性	③ ⁴	有効性・インパクト	③	効率性	②	持続性	③
-------------------	---	-----	----------------	-----------	---	-----	---	-----	---

【留意点】

- 事業目的は、事業事前評価表では「東部県において給水施設の整備と維持管理能力の向上を図り、もって同県の安全な水へのアクセスおよび給水率の向上に寄与すること」と書かれていたが、事業のロジックにかんがみ「給水施設の整備と維持管理能力の向上」をアウトプット、「安全な水へのアクセス及び給水率の向上」を直接アウトカムと整理した。インパクト (間接アウトカム) としては、事業事前評価表記載の定性的効果「水運搬労働の負担軽減」と「水因性疾患の低減」が内容上適切である。これらは「地方給水計画/第二次地方給水計画」事後評価 (2016年度) にてインパクトとして設定された「水・衛生分野での生活状況の改善」とも同義であると考え、本事業においてもこの表現を用いた。
- 定量的効果の判断は、第一義的には事前評価時に設定された二つの指標「対象地域の給水量」「対象地域の給水人口」の達成状況に基づいて行ったが、補完情報として、上記の事業目的にも言及がある「給水率」と「安全な水」(水質) も確認した。

1 妥当性

【事前評価時のルワンダ政府の開発政策との整合性】

本事業は事前評価時の開発政策と整合していた。上記「事業の背景」に記した「ビジョン2020」のほか、「第二次経済開発・貧困削減戦略」(2013年～2018年) にて、水セクターは国家の優先課題の一つに位置づけられていた。「水・衛生国家政策・戦略」(2010年) はまた、安全な水へのアクセス率 (給水率) の定義 (都市部 200m 以内、地方部 500m 以内にある、改善された飲料水給水点 (管路系給水施設、保護された井戸、保護湧水、雨水集水施設。世界保健機関 (WHO) の飲料水ガイドライン値を満たす) へアクセスできる人口の割合) 等ルワンダ水政策の基本事項を定めていた。

【事前評価時のルワンダにおける開発ニーズとの整合性】

上記「事業の背景」に記したとおり、本事業は、東部県における安全な水へのアクセスという事前評価時のニーズと整合していた。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

本事業は事前評価時の日本の援助方針と整合していた。「対ルワンダ共和国別援助方針」(2012年4月) は、「社会サービスの向上 (安全な水の供給)」を重点分野に位置づけ、他県に比べ給水率の低い東部県地方を中心に各スキームを組み合わせた包括的な支援を実施していた⁵。また、第5回アフリカ開発会議 (TICAD V) (2013年) で、日本政府が「1,000万人に対する安全な水へのアクセス及び衛生改善」の実現に向けた支援を表明したことも整合性がある。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【有効性】

事後評価時、定量的効果及び定性的効果が想定どおり発現していることから、直接アウトカム「安全な水へのアクセス及び給水率の向上」は達成されたといえる。

³ A:「非常に高い」、B:「高い」、C:「一部課題がある」、D:「低い」

⁴ ③:「高い」、②:「中程度」、①:「低い」

⁵ 本事業以外の JICA 支援:「地方給水計画」(無償資金協力、2006年)、「第二次地方給水計画」(無償資金協力、2010年)、「地方給水改善計画調査」(開発調査、2008年)、「イミドゥグドゥ水・衛生改善計画プロジェクト」(技術協力プロジェクト、2007年～2010年)、「地方給水施設運営維持管理強化プロジェクト」(技術協力プロジェクト、2015年～2019年)、青年海外協力隊 (水の防衛隊)。また、「地方給水マネジメント強化プロジェクト」(技術協力プロジェクト、2021年～2026年) が2021年9月現在実施準備中。

(1) 定量的効果

本事業の給水施設はすべて稼働していることを現地踏査にて確認した。定量的効果の指標である、対象地域の給水量（指標1）及び給水人口（指標2）は、どちらも目標値を上回る達成度であった（表1）。給水量の実績値は、実施機関であるWASACが給水人口と給水時間に基づいて推計した値であり、必ずしも実際に供給した水の量とは限らないが、「安全な水へのアクセス及び給水率」を示す計算として妥当である。一方、メーターの値に基づいた実測値として、給水施設の運営・維持管理を各郡から受託しているWSPから一部施設の給水量データ（非公開）を入手したところ、上記のWASAC提供データより低い数値であった⁶。WASACは、WSPのデータには過小報告の可能性があると考え、事後評価時現在、実態調査を進めている。

給水量、給水人口ともに計画を上回った理由は、給水率向上のため、当初対象地区よりも多くの地区に水を供給していることであると考えられる（表2）。特にレメラサイトでは、2000年に郡がNGO⁷の支援を受けて配水管の延長と公共水栓3カ所の追加を行った。これらの結果、対象セクターの給水率は94.6%に達した計算となる。

水の消費量に影響を与える要因として、既存水源の使用と水料金の設定レベルが挙げられる。既存水源については、湧水や河川の水も引き続き使用されているほか、レメラサイトでは、本事業施設より低料金、既存の管路給水施設も存在する⁸。公共水栓の水料金（20リットル当たり）は施設の動力源に応じて全国一律に定められており、自然流下式（電力不使用）8ルワンダ・フラン（RWF）、商用電力20RWF、発電機25RWFである。事前評価時、事業サイトはいずれも電化されておらず、一方、社会調査により推定した対象地域住民の支払可能額は22RWFであり25RWFを下回っていたことから、JICAは早期の電化をルワンダ側に提言していた。事業完了直後の水料金は全サイトで25RWFだったが、ルキラ東、ルキラ西、ムラマの各サイトは2018年に電化され、料金が20RWFに引き下げられた。レメラサイトは未電化につき、料金は25RWFのままである。発電機使用の問題として、水料金が高いことのほか、WSPが発電機の燃料代を節約するためにポンプの運転を控え、十分な給水がなされないケースもあるが、WASACによれば、水料金引き下げが行われたサイトでは状況は改善されているとのことである。なお、WASACは事後評価時現在、村落給水における水料金の見直し（所得階層により異なる料金設定を行うなど）に係る調査を実施中である。

供給水の水質は良好である。入手できた最近の測定値はルワンダ水質基準（WHOの飲料水水質ガイドラインに準拠）を満たしていた（表3）。他サイトの測定データは入手できなかったが、各WSPによれば、2020年末の測定値はいずれも基準内とのことであった⁹。

(2) 定性的効果

ソフトコンポーネントの支援で設置されたWSP選定システム及びWUCが機能している（「4 持続性」も参照）ことから、定性的効果は発現しているといえる。これは、技術協力プロジェクト「地方給水施設運営維持管理強化プロジェクト」（2015年～2019年）が、WASAC、郡、WSPによる運営・維持管理の制度構築・能力強化を行ったことも貢献している。

【インパクト】

想定されたインパクト（間接アウトカム）である「水・衛生分野での生活状況の改善」は発現した。水運搬労働の負担は軽減された。WASAC及び対象各郡によれば、データはないが、給水ポイントが本事業前より近くなったため水汲みにかかる時間と労働負担が軽減した。家から数分の場所で水を入手できるようになり、水汲みの主な担い手である女性は農業活動や収入活動（小規模ビジネス）に時間を多くとれるようになり、子どもも登校前に時間をかけて水汲みを行う必要がなくなったとのことである。水因性疾患も低減したと考えられている。これもデータはないものの¹⁰、WASACは、安全な水へのアクセスにより下痢症が減少し、それにより栄養不良も低減したと考えている。

自然環境への負のインパクトはみられなかった¹¹。WASAC及び現地関係機関からは「負のインパクトは発生していない」との回答を得ており、事業の性質からも、インパクトは想定しづらい。住民移転は発生しなかった¹²。

その他、本事業での取水による、対象住民以外の既存水源利用者への不利益も起こっていないとのWASAC及び現地関係者の回答が得られた。周辺住民使用分・下流への放流分を確保した設計としており対策はとられている。

【評価判断】

以上より、本事業の実施により計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

⁶ 例えば、レメラサイトの2020年の給水量はWSPデータでは年間20,262 m³となっており、365日で割ると56 m³/日である。

⁷ ワールド・ビジョン及び世界の飢餓撲滅運動（Movimento Lotta Fame Mundo: MLFM）とのこと。

⁸ 現地調査で確認されたのは、ルキラ西サイトにおける既存の湧水や河川（本事業施設はこれらの近くに設置されている）、ムラマサイトのNyakanaziセルに設置された灌漑貯水池で、これらからの水はいずれも無料である。またレメラサイトでは、本事業前に郡が設置した、自然流下式の施設（公共水栓1基）があり、本事業施設のように電動ポンプを用いていないため、安価（8RWF）で水が入手できる。現地調査では、この公共水栓に近い場所に設置された本事業の公共水栓の使用度は高くないことも指摘された。

⁹ 課題として、レメラサイトに設置された三つの井戸水源のうち一つの水質について記しておく。同水源の水質は、事前評価時及び詳細設計時はWHO飲料水水質ガイドライン値内であったものの、完工直前より、揚水直後に匂いや色の変化などがみられたため、水質試験を行った結果、ルワンダ水質基準値を超えた項目があった（原因として、本事業コンサルタントからJICAへの報告には、他の帯水層からの侵入が考えられるとある）。しかし、瑕疵検査時（2019年）の議論を経て、他の水源からの水と混合して、安全性を担保した上で使用可能であることが確認されている。WASACによれば、匂いや色の問題はあるものの、定量的試験で水質基準値を超えていた項目も事後評価時現在は基準値内に収まっており、将来需要がさらに高まった場合は、上述のように他の水源からの水と混合して使用予定とのことである。

¹⁰ データをもっている可能性がある郡保健事務所への聞き取りは、現地調査の制約により行うことができなかった。

¹¹ 本事業に適用された環境社会配慮ガイドラインは「JICA環境社会配慮ガイドライン」（2010年）で、環境カテゴリはC。

¹² 事前評価時、取水施設を含む水槽構造物、建屋、公共水栓等の設置位置等は、対象サイトの管轄郡・セクター及び村有識者が立ち会って、対象村の所有地であることを現地調査で確認し、用地の使用は合意され、住民移転は生じないことが確認されていた。事業実施中に一部施設の建設位置の変更があったが、これらは詳細設計における試掘の結果等技術的な理由のほか、セクター事務所または村長や住民の要望に対応したものも含まれており、これら関係者との再協議を経て決定・実施されている。

表1 指標の実績

指標		基準年 2012年 計画年	目標年 2020年 事業完成3年後	実績値 2019年 事業完成2年後	実績値 2020年 事業完成3年後
指標1 対象地域の 給水量 (m ³ /日)	セクター全体	954	1,618	1,810	2,044
	ルキラ	339	501	573	597
	ムラマ	266	479	459	492
	レメラ	349	638	778	955
	本事業施設のみ	0	664	665	1,036
	ルキラ東	0	162	78	93
	ルキラ西	0	213	90	142
	ムラマ	0	289	214	256
指標2 対象地域の 給水人口 (人)	セクター全体	47,693	80,894	NA	96,631
	ルキラ	16,948	25,035	NA	27,309
	ムラマ	13,307	23,970	NA	24,649
	レメラ	17,438	31,889	NA	44,673
	本事業施設のみ	0	32,901	NA	48,938
	ルキラ東	0	8,087	NA	3,269
	ルキラ西	0	10,663	NA	7,092
	ムラマ	0	14,151	NA	11,342
(補完情報) 給水率 (%)	セクター全体 (3セクターの合計値)	66.6 (2011年)	88.2	NA	94.6

出所：事業事前評価表、協力準備調査報告書、WASAC 提供データ

注：指標の内容から、指標1と指標2が運用指標、給水普及率が効果指標と整理できる。それぞれの算出条件等は次のとおり。

- ・ 指標1：目標値＝基準値＋計画給水量。計画給水量＝計画取水量×(100%－無効水量10%)。計画取水量(湧水の場合)＝利用可能水量(湧水量)(m³/時)×24時間×(100%－周辺住民・取水地点下流への放流分25%)。計画取水量(井戸の場合)＝利用可能水量(揚水量)(m³/時)×12時間×(100%－周辺住民・取水地点下流への放流分25%)。レメラセクターの4水源のうち3水源が井戸、それ以外のサイトは全て湧水。実績値は、給水人口(指標2)と給水時間に基づいてWASACが推計。
- ・ 指標2：目標値＝基準値＋本事業の計画給水人口(給水量÷給水原単位(20ℓ/人/日))。実績値＝基準値＋本事業施設の給水対象地区人口(村レベルで集計)。
- ・ 給水率：2012年データは第3回総合世帯状況調査による、2011年の東部県の給水率。目標値＝給水人口目標値÷対象地域人口推計値。実績値＝給水人口実績値(指標2)÷対象地域人口。

表2 本事業施設の給水対象地区

サイト	計画	実績(2021年3月)
ルキラ東	ンゴマ郡ルキラセクター	左記2セルに加え、カヨンザ郡カバレセクターRubimbaセル
ルキラ西	Nyaruvumu、Kibatsi各セル	ンゴマ郡ルキラセクターNyaruvumuセル、キブンゴセクターGatondeセル
ムラマ	カヨンザ郡ムラマセクターNyakanazi、Muko、Rusave各セル	計画どおり
レメラ	ガツィボ郡レメラセクターNyagakombe、Kigabiro、Butiruka各セル	左記に加えガツィボ郡ルガラマセクターMatare、Remera各セル、カガヨセクターNyagisoziセル、ギトキセクターCyabushesheセル

出所：協力準備調査報告書、WASAC、各郡・WSP

表3 レメラサイト給水ポイントの水質測定結果抜粋

測定日	pH	濁度	大腸菌 (<i>E. Coli</i>)
	基準： 6.5<pH<8.5	基準： <5NTU	基準： 0CFU/100ml
2019年9月25日	6.6	2.81	0
2020年12月22日	6.5	2.58	0

出所：WSP 提供資料

3 効率性

本事業のアウトプットは上記「I 案件概要 実施内容」に記したとおりで、一部の設計変更及び追加工事があったもの、おおむね計画どおり産出された。設計変更としては、施工時の条件変更に伴い一部施設の建設位置や数量等が変更された。追加工事は、2mを超える切土面の保護工(6箇所)で、先方負担として行った造成(計画給水施設用地の確保)が予想を上回る規模となり、特に切土面について保護工が必要という関係者の一致した考えと将来の施設維持管理への配慮から、無償資金協力の対象となる追加アウトプットとして実施されたものである。いずれも、JICAは妥当と判断しており、特に問題は認められない。

インプットについては、事業費は、日本側は計画10億1,300万円、実績10億800万円で、追加工事分を含めても計画どおりであった(計画比100%)。ルワンダ側は、計画100万円に対し、情報が入手できた実績額は2,200万円であった。しかし実績額のほとんどは、計画額に算入していなかった資材購入に係る税金であり、一方計画額に算入していた支払授權書通知手数料及び銀行取極支払手数料の実績額は不明であったため、計画・実績比較は行えなかった。

事業期間は計画が2015年3月から2017年3月の25カ月間¹³であったのに対し、実績は、入札から契約までの手続きに計画

¹³ 計画期間は事業事前評価表では24カ月とされていたが、両端入で再計算した。

より時間を要したことなどにより 2015 年 3 月から 2017 年 7 月の 29 カ月間（追加工事除く）となり、計画を上回った（計画比 116%）¹⁴。

以上により、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

4 持続性

【制度・体制面】

本事業の運営・維持管理の体制及び人員配置は事前評価時の計画から変更なく、十分な体制が確立している。建設された給水施設の所有者は郡となり、WASAC 地方給水・衛生局の技術支援を受けつつ、給水事業運営を監理・監督している。給水事業運営は、各郡で入札により委託を受けた給水事業者（WSP。現状民間企業が受託しているため民間事業者（Private Operator: PO）とも呼ばれる）が実施し、利用者は従量制により水料金を支払っている。各給水ポイントでの給水サービス実施と料金徴収は、WSP の再委託を受けた公共水栓管理者（タッグマネージャー）が行っている。また、各給水ポイントの利用者を代表する組織である水利用者組合（WUC）が、給水ポイント運営・維持管理のモニタリングや利用者の要望等の集約を行っている。なお、ルキラ東サイトはンゴマ郡とカヨンザ郡の境のンゴマ郡側に位置するが、カヨンザ郡の村の利用が多いことから同郡の委託先 WSP が運営・維持管理を行っている。中央レベルでは、WASAC が全国の 27 郡に郡サポートエンジニア（District Support Engineer: DSE）を配置することとなり、2018 年 5 月に 21 人、2019 年 5 月に 6 人が採用された。事後評価時、本事業対象 3 郡それぞれに対しても DSE が配置されている。

表 4 本事業運営・維持管理のための人員配置（2021 年 3 月時点）

中央	・WASAC 地方給水・衛生局運営・維持管理ユニット長 1 名、DSE3 名（各郡 1 名）
郡、セクター	・郡：水・衛生担当官 1 名 ・セクター：ランドマネージャー 1 名
各サイト	・WSP：支部マネージャー 1 名、テクニカルチーム長 1 名、配管工 1 名、ポンプオペレータ 2 名、請求担当者 1 名、 タッグマネージャー（再委託）各公共水栓 1 名 ・WUC：各公共水栓 1 グループ

出所：WASAC 提供資料、各 WSP

【技術面】

本事業の運営・維持管理に必要な技術は確保されている。WASAC によれば、各レベルで必要な技術は、郡レベルでは水道工学系技術、セクターレベルでは土木系技術、WSP レベルでは管理面、技術面（点検、部品交換）、財務面の技術である（WUC（住民）に必要な技術は特になし）。いずれのサイトにおいても、これらが人員選定・配置の要件であるため、必要技術は備わっていると見える。既述の技術協力プロジェクト「地方給水施設維持管理強化プロジェクト」でも、DSE へのトレーニングを支援したほか、地方給水施設運営維持管理のガイドライン・マニュアル・研修モジュール類を作成し DSE、郡、WSP に研修を行った。

運営・維持管理技術を維持する仕組みとしては、まず中央レベル（WASAC）職員に対しては、毎年キャパシティアセスメントを行い、特定された能力ギャップに応じて研修計画が策定・実施されている。郡・セクターレベル及び WSP に対しては、中央レベルの研修に参加する機会が毎年ある。開発パートナーが研修を行うこともある。また、各施設レベルでは、WASAC は WSP 及び WUC 向けにサービス提供とインフラ維持管理の研修を計画中のことである。

【財務面】

本事業の運営・維持管理に必要な財務は確保されている。事前評価時の想定として、郡と WSP の契約における WSP の負担は日常の運営と小規模なメンテナンスであり、大中規模修理や施設の更新に必要な費用は郡及び中央政府の支援を得ることとしていた。また、各 WSP は売上の一部を上納金として郡の水基金に拠出することとなっていた。事後評価時、これらの仕組みは機能していた。大中規模修理や施設更新については、WASAC は村落給水施設のインベントリを作成・更新し、老朽化または自然災害等により破損した施設の修理・更新に必要な予算を中央政府が確保するための仕組みを構築している（なお、上納金の仕組みや村落給水施設インベントリは、上述した JICA 技術協力プロジェクトの支援を受けて設置されたものである）。

WSP の収支データは外部提供困難とのことで入手できなかったが、各 WSP は、水料金収入で運営・維持管理費用を回収できているとの回答であり、これは一部閲覧できたデータからも確認し、問題は認められなかった。また、各 WSP から郡への上納金として、売上の 10% が拠出されていた。水料金の住民からの徴収はおおむね行えているとの回答であったが、「2 有効性・インパクト」に記したように、WSP の給水量の記録が過小報告である場合は徴収額や上納金の額は実態より少ないことになるため、この点についての WASAC の調査が待たれるところである（必要額は確保されていることから、これにより評価を下げることはしない）。

【運営・維持管理状況】

施設の状態と運営・維持管理状況はおおむね良好である。現地調査では下表のような問題がみられたがムラマサイトの冠水の問題を除いては短期的に対応できる軽微なものである。冠水も、事後評価時現在では給水に影響を与えておらず、将来の事業効果継続の蓋然性を損なうほどではないと考え、対応すべき課題として記しつつも、これにより評価を下げることはしない。

全サイトにて定期的メンテナンス（毎月）と日常的メンテナンス（毎日）が行われている。スペアパーツはいずれも容易に手に入るもので、調達に特に問題はない。

表 5 本事業施設の状況（2021 年 3 月時点）

ルキラ東	良好。集水槽脇の給水用ポリタンクの水栓が破損し漏水あるも、稼働に影響なし。
ルキラ西	おおむね良好。ただし公共水栓 16 カ所中 4 カ所は清掃が行き届いておらず水質に影響を及ぼす恐れあり。また一部施設の保護が不十分で土砂堆積による破損の恐れあり。

¹⁴ 事業完了日は、JICA 事後評価の枠組みに従って供用開始日と定義した。2017 年 7 月時点では追加工事（切土保護工）が残っていたが、給水施設の建設は完了しており、先方政府からの要請を受けて先行して通水式を実施し給水を開始した。追加スコープを含めた工事全体の竣工日は 2017 年 10 月 31 日で、この日付を事業完了日と仮にみなしたときの計画比は 128%。

ムラマ	おおむね良好。ただし周囲の施設に以下の問題あり。 1) 気候変動による想定を超えた豪雨のため雨季に冠水があり、将来コントロール施設に被害をもたらす恐れもある。 2) 取水施設の上部のカバーの南京錠が破損しているため、子どもたちが中に石や草を投げ込んでいる。
レメラ	おおむね良好。施設の周囲にはフェンス（生け垣）が設置されたが不十分で家畜が入り込むことがある。

出所：現地調査

【評価判断】

以上より、本事業の運営・維持管理は制度・体制、技術、財務、状況ともに大きな問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

- 1) WSP による給水量の実測値に過小報告の可能性がある。WASAC は、事後評価時に行っている実態調査をできるだけ早く進め、正確な給水量を把握することが望まれる。
- 2) レメラサイトは電化されていないため、水料金が動力源に発電機を使用する場合の料金から引き下げられていない。WASAC は、電化による料金引き下げを模索するとともに、事後評価時現在調査を実施中の、村落給水における水料金の見直しをできるだけ早く行うことが望まれる。
- 3) 対象郡政府は、水基金を適切に管理し、将来本事業施設の修理が必要になった際は、同基金が想定どおり確実に使われるよう手配することが望まれる。また、WASAC は、郡が対応できない規模の修理が必要になった際には、想定どおり中央政府からの資金が確実に措置されるよう手配することが望まれる。
- 4) 一部施設の維持管理状況に課題がみられた。各郡は、以下の対応をできるだけ早くとることが望まれる。
 - ・ ムラマサイトの排水改善。さらに木を植えるなど、環境当局による気候変動対策が行われることが望ましい。
 - ・ ルキラ西サイトで埋設施設のカバーに堆積した土砂を除去。
 - ・ ルキラ西サイトで公共水栓の清掃を徹底。
 - ・ ムラマサイトで取水施設カバーの南京錠を交換、安全のための管理をさらに徹底。
 - ・ レメラサイトで取水施設のフェンスを強化、安全のための管理をさらに徹底。

JICA への教訓：

定量的効果指標の設定における留意点

事業事前評価表で設定された指標「給水量」の目標値は、その算出根拠からは施設の給水能力（すなわちアウトプット）を表していると思われたが、有効性（アウトカム）として、それがフルに使われていることを目標としたのかどうかは事業事前評価表からは読み取れなかった。一般に、施設・機材を整備する事業のアウトカム指標としては、(1) 設備ベース（事業施設が完成し、計画どおりの設備能力を発揮可能な状態となっている）及び(2) 利用ベース（実際に想定されたレベルの利用がなされている）という二つの目標値が考えられるが、本事業の指標「給水量」がこのどちらを意図していたかが判断できなかった。本評価では(2)の考え方に基いて検証を試みた（ただし、正確な実測値が入手できなかったため推計値に基いて検証した）。一方、過去の JICA 地方給水事業の事後評価で、給水量を指標として評価している案件は多くはなかった（本事業の先行事業の事後評価を含め、多くの評価では給水人口と給水率を用いている）。

JICA は無償資金協力事業の定量的効果の指標設定にあたっては、(1) 設備ベースの指標（施設容量、最大能力等）と(2) 利用ベースの指標を区別し、(1) がアウトプットの指標に過ぎない場合は、(2) をアウトカム指標として設定するよう留意することが望まれる。地方給水事業における指標「給水量」は、(1) の場合でも、「安全な水へのアクセスの確保」というアウトカムを測定できる面もあるが、(2) と区別するため、指標名を「給水能力」などとするとよいのではないかと。



湧水取水施設（左）、集水槽（右）、送水管（手前）
（ンゴマ郡ルキラセクター（ルキラ東サイト））



本事業施設から配水管を延長して郡が設置した公共水栓
（ガツィゴ郡レメラセクター）

国名	クイーンズウェイ変電所改修計画
ウガンダ	



● 本事業対象

○ 既設変電所（本事業対象外）

プロジェクトサイト



屋外用 132kV ガス絶縁開閉装置



屋内用 33kV ガス絶縁開閉装置

I 案件概要

事業の背景	近年の高い経済成長に伴う電力需要増加のため、ウガンダ政府は発電能力の増強を喫緊の課題としており、水力・火力・地熱等を活用した発電所の計画を進めているが、送配電施設の整備は遅れている。特に、首都カンパラ市内の 132/33kV 変電所は既存設備容量が約 400MW で、最大 320MW 以下（負荷率 80%）で運用しているのに対し、市内の電力需要は 2012 年で 297MW、2017 年で 407MW と予測され、本事業により設備容量が増強されなければ、市内の電力需要を賄うことができないと指摘されていた。		
事業の目的	本事業は、首都カンパラ市のクイーンズウェイ変電所において、132/33kV 変電設備を増強することにより、市内中心部への電力供給力の向上を図り、もって同市の経済活動及び市民生活の改善を目指した。		
実施内容	1. 事業サイト：カンパラ市（人口約 150 万人）（2014 年時点） ¹ 2. 日本側：1) 土木工事：変電所建屋（延床面積 680m ² ）、変電設備基礎（延床面積 312m ² ）、2) 調達機器：変電設備（132/33kV 変圧器（40MVA、3 台）、132kV ガス絶縁開閉装置（8 式）、33kV ガス絶縁開閉装置（14 式）、132 kV 設備制御・保護盤（9 式）、132 kV 架空送電線（鉄塔 2 基含む、亘長約 50m）、132 kV 地中送電線（亘長約 350m）。3) コンサルティング・サービス：詳細設計、入札補助、施工監理等。 3. 相手国側：1) プロジェクトサイト用地の確保、2) サイトへの水供給、3) 免税措置及び通関手続きの実施、4) EIA 等必要な許認可の取得、5) 電力量計の調達、6) SCADA システム ² 用機器の調達・据付等。		
事業実施スケジュール	交換公文締結日	2014 年 11 月 25 日	
	贈与契約締結日	2014 年 11 月 25 日	事業完了日 2017 年 10 月 10 日（竣工日）
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：3,070 百万円 実績額：2,415 百万円		
相手国実施機関	ウガンダ送電公社（UETCL: Uganda Electricity Transmission Company Limited）		
案件従事者	本体：西澤株式会社、株式会社きんでん コンサルタント：八千代エンジニアリング株式会社		

II 評価結果

【要旨】

本事業は、ウガンダの首都カンパラ市内中心部（カンパラ首都圏）への電力供給力の向上を図ることを目的に、同市の中心に位置するクイーンズウェイ変電所の 132/33kV 変電設備の増強を行った。同目的は、ウガンダの開発政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と合致しているため、妥当性は高い。有効性の効果指標のうち変電設備容量と受電端電圧降下率³が未達成であることから、期待されたアウトカム（カンパラ首都圏への電力供給力の向上）の発現は限定的と判断される。有効性の指標の一部は未達であるものの、カンパラ市内の小規模需要家からは事業完了以降、電圧変動が減少し、サービスの質が向上しているとの回答を得た。加えて、同市の夜間光量や企業数が増加傾向にあることから、カンパラ市内での経済活動が改善していると考えられる。電力を使用する街灯数も増加しており、安全の観点から市民生活も改善していると考えられる。よって、有効性・インパクトは中程度と判断される。事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回っていることから、効率性は中程度である。運営維持管理の体制、技術、財務に問題はなく、運営維持管理状況も概ね問題ないことから、持続性は高い。

¹ Kampala Capital City Authority, Statistical Abstract for Kampala City 2019, p.23

² SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition）とは施設やインフラを構成する装置・設備から得られる情報をネットワークを介して一か所に集めて監視し、制御するシステムを指す。ウガンダでは SCADA システムによるデータ管理が行われており、本事業対象のクイーンズウェイ変電所においても同システムが導入された。

³ 配線中に発生する電圧降下（送電端電圧－受電端電圧）の受電電圧に対する割合。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

総合評価 ⁴	B	妥当性	③ ⁵	有効性・インパクト	②	効率性	②	持続性	③
-------------------	---	-----	----------------	-----------	---	-----	---	-----	---

【留意点／評価の制約】

- ・ **遠隔調査の実施**：新型コロナウイルス感染症の拡大により、日本からの遠隔調査で評価に必要な現地情報を収集した。本事業で整備した施設の実地調査及び事業関係者等に対するインタビューは、評価者の指示の下、すべて現地調査補助員が実施した。
- ・ **補足指標（計画停電時間の改善）の採用**：事業計画時、計画停電は主に配電線の過負荷状態に起因しており、本事業により既存設備の過負荷状態が軽減されることで、カンパラ市の計画停電時間（2013年で1776.7時間）が改善すると考えられていた。本事業により直接的な貢献が見込めることから、本評価では「カンパラ首都圏の停電時間」を有効性の補足指標として採用した。なお、対象地区における電力需要の伸びを予測することが困難であることから、同指標には目標値が設定されなかった。目標値と実績値の比較による達成度の判断ができないため、同指標については本事業の有効性を判断する際の参考情報にとどめた。
- ・ **人工衛星データの活用**：本事業の定性的効果「カンパラ市の経済活動に寄与する」を検証するために、経済活動と高い相関関係が認められている人工衛星データ（夜間光）を活用し、カンパラ市における夜間光量の経年変化を確認した。

1 妥当性

【事前評価時のウガンダ政府の開発政策との整合性】

事前評価時、ウガンダでは「国家開発計画（2010/11年～2014/15年）」や「送電網開発計画（2012年～2028年）」において経済社会インフラの整備が重点課題に挙げられ、カンパラ市内の電力供給能力の向上が必要とされていた。本事業は同市の中心部に位置するクィーンズウェイ変電所設備の増強及び送電網の新設により、電力供給能力の改善を目的としているため、当該国の開発政策との整合性が認められる。

【事前評価時のウガンダにおける開発ニーズとの整合性】

事前評価時において、カンパラ市内では急増する電力需要に対して電力供給容量が不足しており、停電の頻発が指摘されていた。本事業は電力流通設備の増強により電力供給の安定化を目的としているため、当該国の開発ニーズとの整合性が認められる。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

「対ウガンダ共和国別援助方針（2012）」において、日本は当該国の持続的経済成長を支援するため、電力インフラ整備への支援を通じた安定的なエネルギー資源供給への貢献を重点課題の一つとして挙げていた。よって、本事業は日本の援助政策との整合性が認められる。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【本事業のインパクト発現に至るロジック】

本事業では、クィーンズウェイ変電所の132/33kV変電設備を増強することにより（アウトプット）、カンパラ首都圏への電力供給力の向上を図り（アウトカム）、さらにカンパラ市における経済活動及び市民生活の改善が目指された（インパクト）。下図に計画時に想定されていた本事業の実施からインパクトの発現に至るまでのロジックを整理した。

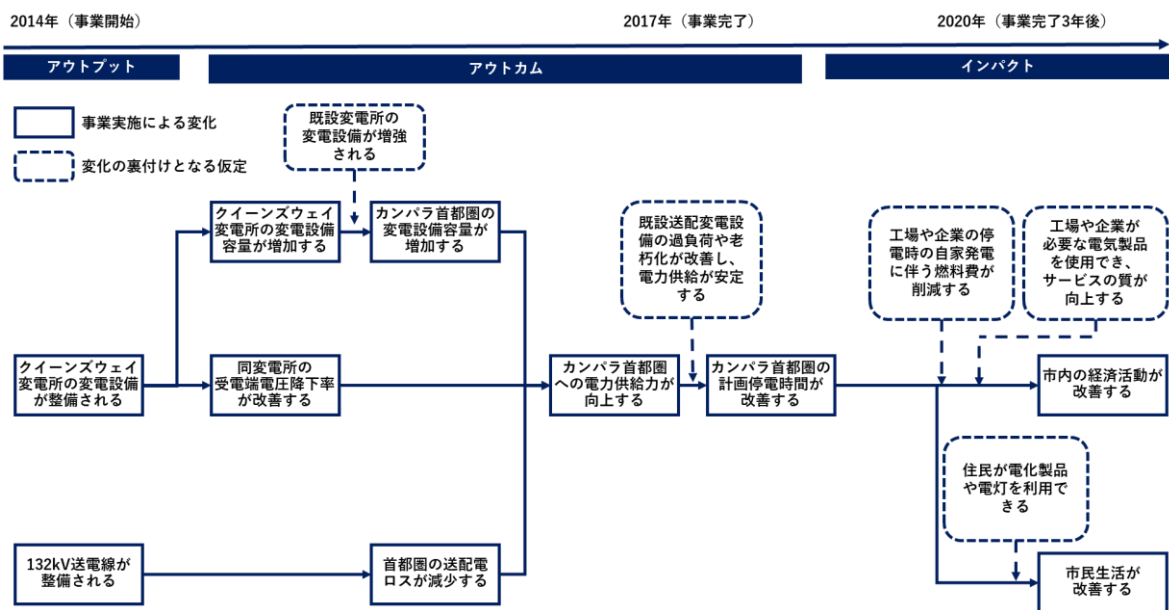


図1 本事業のロジック

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

クイーンズウェイ変電所の変電設備の増強により、同変電所の変電設備容量が増加し、カンパラ首都圏全体での変電設備容量の増加に寄与すると考えられる。さらに、変電設備の増強により同変電所の受電端電圧低下率も改善すると考えられる。また事業実施前は高電圧送電線が不足しており⁶、送配電ロスが発生していたことから、132kV送電線の整備により、カンパラ首都圏での送配電ロスが減少すると考えられる。これらカンパラ首都圏への電力供給力が向上することで、既設送配変電設備の過負荷や老朽化が改善し、設備の定期メンテナンスが減少し、首都圏での計画停電時間の改善につながると考えられる。さらに市内への安定した電力供給が実現し、工場や企業等の経済活動及び市民生活の改善につながると想定される。

本評価では上記のロジックを踏まえ、有効性においては変電設備容量、電圧低下率、送配電ロス、停電時間等の改善状況を確認し、カンパラ首都圏への電力供給力が向上しているかを検証する。インパクトについては、インタビュー結果や夜間光量の経年変化に基づき市内の経済活動及び市民生活が改善しているかを検証する。

【有効性】

(1) カンパラ首都圏の変電設備容量(MVA)

目標値の700MVAに対して実績値は540MVAであり、目標を大きく下回っている。想定された増加量の240MVA(700-460)に対して実績は80MVA(540-460)であるため、目標達成度は約33%となり、未達成と判断される。

本指標にはクイーンズウェイ変電所だけではなく、他のカンパラ首都圏における変電所の設備容量も含まれていたため、指標達成には本事業だけでなくUETCLによる他変電所の増強も必要とされていた。しかし、既設変電所の増強に遅延が生じ、指標が未達成となっている。特に本事業対象外である既設変電所(ムトゥンドゥエ変電所)の設備容量は2020年までに120MVAから240MVAに増強される計画だったが、計画に遅延が生じ、2022年以降に増強される予定となっている。

クイーンズウェイ変電所の変電設備容量のみを比較した場合、計画120MVAに対し実績80MVA(目標達成度:約67%)である。未達の要因にはクイーンズウェイ変電所の変圧器1台が2019年に故障し修理中である(後述「4 持続性」参照)ことが挙げられる。同変電所の設備増強がなかった場合、目標とする供給量を更に下回ることを鑑みると本事業はカンパラ市内の変電設備容量の増強に貢献していると考えられるが、計画120MVAに達していないため、目標は未達成であると判断する

(2) クイーンズウェイ変電所の受電端電圧低下率(%)

目標値の4.02%に対して実績値は6.97%であり、未達成である。その主な理由に本事業で整備したクイーンズ変電所の変圧器の故障、及び本事業対象外である周辺変電所整備の遅延等が挙げられる。クイーンズウェイ変電所の変圧器1台が故障したため、他の変圧器に負荷がかかり、全体として電圧低下率が高くなっている。また、既存変電所(カルマ発電所、アヤゴ発電所、カルマからカワンダ間の送電線)の完成が遅れており、事前評価で想定していた送電網(及びクイーンズウェイ変電所)に十分な無効電力が送れていないことから、送電網の電圧が低下し、電圧低下率が高くなっている。

(3) カンパラ首都圏の送配電ロス(MW)

目標値の22.1に対し実績値は22.0であり、目標を達成した。

表1 効果指標の事前事後比較

	基準年 2014年 計画年	目標年 2020年 事業完成3年後	実績値 2017年 事業完成年	実績値 2018年 事業完成1年後	実績値 2019年 事業完成2年後	実績値 2020年 事業完成3年後
変電設備容量(MVA)*1	460	700	560	560	540	540
受電端電圧低下率(%)*2	4.43	4.02	NA	6.67	7.87	6.97
送配電ロス(MW)*3	17.3	22.1	NA	30.9	16.1	22.0

出所: UETCL への質問票回答・インタビュー

- *1: クイーンズ変電所及び本事業対象外の既設変電所(ルゴゴ、カンパラ北、ムトゥンドゥエ、カワラ)の132kV系統変電設備容量の合計値。
- *2: 実績値はシミュレーションにより算出された値。
- *3: (カンパラ首都圏での発電+受電) - (カンパラ首都圏及び周辺部の需要)。事業計画時に「電力供給量の増加により送配電ロスも上昇し、事業を実施しなかった場合(24.8)に比べロスの増加量を抑えることができる」とされたため、目標値は基準値より高い数字が設定されている。

(4) カンパラ首都圏の停電時間(参考情報)

既述【留意点/評価の制約】に示すとおり、本評価では上記の補足指標を採用し、本事業の有効性を判断する際の参考情報とした。UETCLから提供された停電時間は表2のとおりである。なお、計画時は計画停電時間のみの確認であったが、計画停電と強制停止(事故停電)に分けての実績値を収集できず、表2は計画と事故を合わせた総停電時間を示している。

停電時間は2014年の5640時間に対して2019年では2157時間と大幅に減少している。UETCLによると、事業実施前後ともに計画停電の主な理由は変電所の定期メンテナンスであり、本事業によりクイーンズウェイ変電所の132/33kV変電設備が増強されたことで、電力システムの柔軟性が非常に高まり、定期的なメンテナンス時の停電の必要性が最小限に抑えられ、計画停電時間の減少につながっているとのことであった。なお、2019年の停電時間が2018年と比べて増加しているが、UETCLによると、2019年末にオーウェン・フォールズ(ルゴゴ変電所1と2)の送電線と鉄塔が破壊行為により倒壊し、電力供給停止による緊急停電に起因するとのことであった。

⁶ 事前評価時、クイーンズウェイ変電所は高圧の送電線ではなく、低圧の送電線によりカンパラ市内の既設変電所から受電していた。電力は送電線が流れる際に一部熱になって失われるため、送電線に流れる電流を少なくする(電圧を高くして流す)必要があるが、低電圧送電線のため電力ロスが発生していた。

⁷ 通常、送電線の抵抗等による電圧上昇を防ぐために、負荷が生じず電圧上昇を相殺するような電力(無効電力)を送り込む。

表2 カンパラ市内の変電所別停電時間

変電所	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
ルゴゴ	665	1220	649	1014	481	528
カンパラ北	1874	877	489	591	639	761
ムトゥンドウエ	1901	1930	774	576	220	264
カワラ	232	276	93	119	65	320
クイーンズウェイ	968	354	173	452	71	285
合計	5640	4658	2178	2752	1476	2157

【インパクト】

(1) カンパラ市の経済活動の改善

<小規模需要家へのインタビュー>

ウガンダ小規模産業協会 (USSIA) の協力のもと、同協会に所属する小規模な需要家を対象にインタビューを実施した⁸。インタビューから、事業完了後に電力の質や量が改善していることが確認された。事後評価時は安定してサービスを提供できるようになり、顧客獲得や収益向上につながっているとの声も聞かれた。計画時の主な電力に関する問題は送配変電設備の老朽化や過負荷に伴う電圧変動であり、30社中25社から高電圧で電気製品が故障したり、低電圧で使用できなかつたりしていたとの回答があった。事業完了後はほとんどの会社が電圧変動に問題はないと回答している。2社から事後評価時にも電圧変動が見られるとの指摘があったが、以前ほどの頻度ではなく改善しているとのことである。飲料を扱う会社では低電圧と電力不足によりミルクが酸化してしまい大きな損失が出てしまったが、事業完了後は電圧及び電力供給ともに問題なく、利益率も安定しているとのことである。また溶接を行う会社では電力不足で業務が停止し顧客を失ったが、現在は常に稼働できているとの回答があった。

<夜間光量の経年変化>

カンパラ市における2014年～2020年の夜間光量が増加傾向にあることが確認された(図2(青の点線は全体的な傾向を見るためにオレンジの折れ線に近似させて示したもの))。本事業がカンパラ市の経済活動の改善に寄与しているならば、本事業完了年(2017年)以降に夜間光量が増加すると推測される。図2では2014年から2017年にかけて増減を繰り返し特定の傾向は見られないが、全体的に増加傾向にあり、また2019年以降に大きく増加していることが確認された。夜間光は夜間における地上の明るさを示す指標であり、経済総生産との高い相関関係が認められている一方、夜間光量のみではどの程度の経済活動であるのかを理解するのが難しい。そこで、ウガンダにおける経済活動の規模感についてのイメージを得るために、他国での2017年～2020年における平均夜間光量を算出したところ、隣国ルワンダの首都キガリでは2.0、アフリカの大都市ナイロビでは10.0であった。カンパラ市の同期間における平均夜間光量は9.3であるため、ナイロビと同水準の経済活動が活発に行われていると推測される。

また、カンパラ市内における平均夜間光の変化量を図3に示した。2017年から2020年にかけて夜間光の増加量が大きい順に青、緑、黄緑、黄色、オレンジ、赤としている。図から市内全体で夜間光量が増加しており、特にカンパラ市内の中心に位置するクイーンズウェイ変電所周辺での増加量が目立っていることがわかる。事業実施前後において本事業以外に送配電網の整備は実施されていないことから、本事業がカンパラ市における夜間光量の増加(経済活動の活性化)に寄与していると推測される。

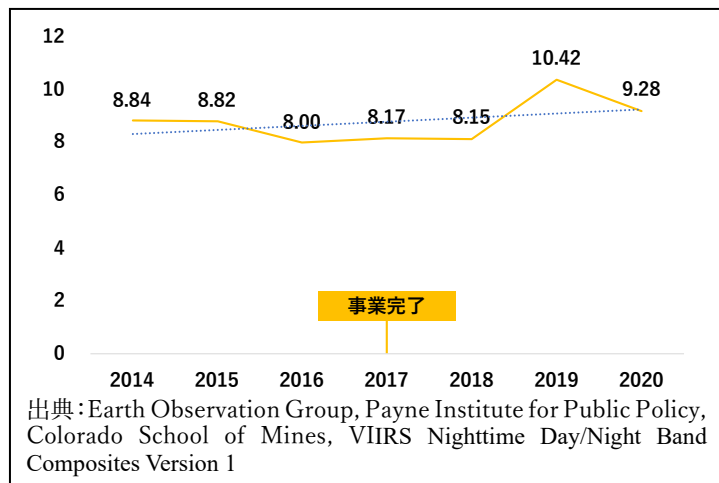


図2 夜間光量の経年変化

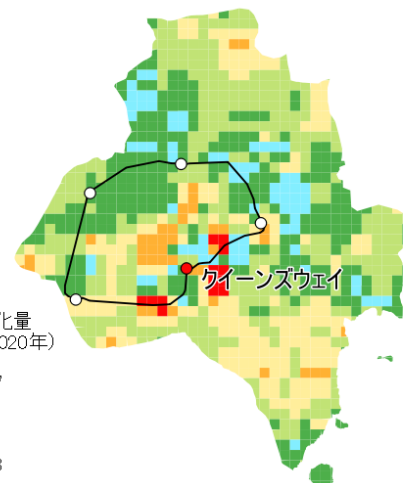


図3 カンパラ市の平均夜間光の変化⁹ (2017年～2020年)

その他参考情報として、カンパラ市による年間貿易許可証の発行数¹⁰(表3)を収集した。ほぼ全ての合法的な企業は許可証を取得する必要があるため、同許可証の発行数を企業数として見ることができる。2014年から2018年にかけて許可証発行数が増加しているため、企業数も増加傾向にあると考えられる。

表3 カンパラ市内の年間貿易許可証発行数

2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
46,493	97,013	63,636	60,536	63,594	NA

出所: Kampala City Statistical Abstract 2019, p.100

⁸ カンパラ市内の建設業、製造業、生活関連サービス業(洗濯・理容)など30社から回答を取り付けた。

⁹ 黒線内の地域はカンパラ首都圏を示す。

¹⁰ 有効期限は発行から1年間となっている。

(2) 住民の生活環境の改善

住民の生活環境のうち、特に電力に関係すると思われる街灯の数を確認した(表4)。街灯は住民が特に夜間において安全に生活を送るために重要な要素である。街灯数は事業実施前(2014年)と比べて実施後(2019年)に増加している。

また上記の小規模需要家へのインタビュー時に生活環境の変化についても確認したところ、事業完了前は夜間に停電が発生し、街灯がないために盗難が発生していたが、事後評価時はそのような問題は起きていないとの回答があった。

表4 カンパラ市内の街灯の数

供給源	2014年	2019年
電力(水力発電所系統に接続)	NA	3,698
太陽電池	NA	1,738
合計	3,449	5,436

出所: KCCA Strategic Plan 2014/15-2018/2019, KCCA Statistical abstract 2019

【その他、正負のインパクト】

(1) 自然環境へのインパクト

計画時、本事業は環境への望ましくない影響は最小限であると判断され、「JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010)」においてカテゴリCに分類された。132kV 地中ケーブルの敷設及び変電所の建設については環境社会影響評価(ESIA)が義務付けられており、2016年2月に環境庁(NEMA)から承認された。ESIAにおいて建設中には交通量の少ない時間に物資や機材を配送する、変電所用地内の樹木を移植するなどの環境緩和策が必要とされていた。UETCLによると、カンパラ首都圏局と国家環境管理局の職員によって、ESIAに記載された緩和策が遵守されているかどうか、定期的な監視が行われたとのことだった。事業実施コンサルタントからも工事中に自然環境への影響は生じなかったと回答があった。サイト視察により変電所周辺の樹木は過度に伐採されていないことも確認した。住民からの苦情も報告されていない。

(2) 社会環境(用地取得・住民移転)へのインパクト

変電所用地は、ウガンダ法務大臣が議長を務める非政府系組織パン・アフリカン・ムーブメントが保有する土地であるため、UETCLが同組織に同国の査定に基づく補償を支払うことで、用地譲渡される計画であった。UETCL及び事業実施コンサルタントによると、計画どおり支払いがなされ、特に問題なく工事前に用地が取得されたとのことだった。132kV送電線の用地確保についても、問題なく工事前に関係機関から道路の使用許可を取得したとのことだった。住民移転は発生していない。

【評価判断】

以上のとおり、本事業の実施によりクイーンズウェイ変電所の変電設備容量が増加し、カンパラ首都圏全体での設備容量の増加に寄与している。また首都圏の送電ロスや停電時間も減少していることが確認された。ただし、他事業の実施の遅延や同変電所の変圧器1台の故障により同地域全体での変電設備容量の目標値には達しておらず、受電端電圧降下率の目標値も未達であることから、期待されたアウトカム(カンパラ首都圏への電力供給力の向上)の発現は限定的と判断される。未達であるものの、カンパラ市内の小規模需要家からは事業完了前と比べて電圧変動が改善し、サービスの質が向上しているとの回答を得た。加えて、同市の夜間光量や企業数が増加傾向にあることから、カンパラ市内での経済活動が改善していると考えられる。電力を使用する街灯数も増加しており、安全の観点から市民生活も改善していると考えられる。自然環境及び住民移転における負のインパクトも確認されなかった。以上より、有効性・インパクトは中程度と判断される。

3 効率性

【アウトプット】

本事業は、カンパラ市の中心部に位置するクイーンズ変電所において、132/33kV変電設備の増強及び132kV送電線の建設を行ったものである。日本側の負担事項(既述「I 案件概要 実施内容」参照)は概ね計画通り実施された。変電所建屋・設備基礎と33kVガス絶縁開閉装置について、完了時の報告内容に一部計画との差異が確認されたが、主に報告書での記載方法の違いによるものであり、事業実施コンサルタントへのインタビュー及びサイト実査により計画通りに実施されたことを確認した。ウガンダ国側の負担事項についても計画通りすべて実施されたことを確認した。

【事業費】

本事業の総事業費は計画3,070百万円に対して実績は2,415百万円となり、計画内におさまった(計画比:79%)。計画を下回った理由は、当初の予定価格を下回る金額で契約が締結されたことである。

【事業期間】

本事業の事業期間は計画27カ月に対して実績は36カ月となり、計画を上回った(計画比133%)。計画を上回った理由は、大統領選挙や豪雨、設置機材の故障であった。事業実施中、大統領選挙や豪雨等(2015年11月と2016年4月)により工事が遅延し、工事完了日が2017年1月から2017年6月に延長された。さらに、2017年6月に実施された引き渡し試験において、ルゴゴ変電所受電用の132kV B母線ガス絶縁開閉装置が故障したため、交換工事に伴い工事完了日が2017年6月から2017年10月に延長された。

【評価判断】

以上より、事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

4 持続性

【体制面】

事後評価時、計画通りUETCLの運転・維持管理部(257名)が本事業で整備した送電線の運営・維持管理を担当している。クイーンズウェイ変電所の維持管理については、同部の維持管理課(57名)が担当している。同変電所の日常運転については、同部の制御担当課(19名)がSCADAシステムを通じて24時間体制で遠隔監視・制御を行っている。UETCLによると、クイーンズ変電所の運営・維持管理に関しては、SCADAシステムでの遠隔監視を行っており、これまでに人員不足に起因する重大な故障や事故等は報告されていないとのことであった。

以上より、本事業で整備した各施設設備の日常運転及び維持管理に係る責任範囲が明確であり、これまで人員不足に起因する重大な事故や故障は発生していないことから、体制面に問題はないと考えられる。

【技術面】

本事業で整備した変電所や送電線の運営・維持管理を担当する職員はエンジニアレベル（電気工学の学士号）あるいは技術者レベル（電気工学系のディプロマコース修了）の資格を有している。また、職員はウガンダ専門技術者協会（UIPE）（工学系）及びエンジニア登録委員会（ERB）に登録している。送電線に起因する停電への対処には、送電線の設計や建設、故障箇所の特定、鉄塔の組立等、変電所については設備機器の組立や設置保守、試運転等の技術が必要であり、職員はこれらの技術を備えている。またUTCLからは、職員の維持管理技術の低さにより停電が発生しているといったことは報告されなかった。

事業実施中にUTCL職員に対して本事業で整備された機材の設置と操作に関する指導が行われ、主要機器の操作・保守マニュアルが提供された。UTCLによると、指導により変電所設備の理解が深まり、変電所で発生した問題に対処するための維持管理技術力が向上したとのことであった。また変電所設備の適切な運用・維持管理や異常時の対応にマニュアルを活用しているとのことである。

加えて、UTCLでは変圧器の組立や試運転、ソフトウェア活用に関する技術トレーニングを実施している。また、機器の操作や故障時のトラブルシューティング等に関するOJTを実施している。コミュニケーションやリーダーシップ、マネジメント、プロジェクト管理等の労務管理研修も用意されている。

以上より、運転・維持管理の担当職員は電気工学の知識や資格を有し、停電発生時に必要な技術も備えている。研修実施やマニュアル活用等の技術レベル維持のためのしくみも整備されていることから、技術面に問題はないと考えられる。

【財務面】

UTCLの営業売上は拡大しており、維持管理のために毎年一定の額が確保されている（表5）。2018年は米国ドルに対するウガンダシリングの為替レートが高水準で推移したため、為替差損が発生した。その他、発電所の買電価格の引き上げにより販売コストが高く、営業損失が出ているが、2019年は財務状況が改善している。

表5 UETCLの損益計算書

項目	(単位：百万ウガンダシリング)			
	2014年 (事前評価時)	2017年 (事業完了時)	2018年 (完了1年後)	2019年 (完了2年後)
営業売上	750,328	599,037	1,091,150	1,115,766
販売コスト	-611,752	-445,367	-975,691	-944,323
営業コスト	-59,330	-22,137	-49,274	-45,178
その他収益	54,994	17,531	29,500	122,963
収益合計	134,240	149,064	95,685	249,248
維持管理費	-5,465	-2,788	-7,159	-7,806
一般管理費	-81,686	-58,211	-113,649	-145,934
財務費用（為替差損等）	-25,017	-	-81,513	-
費用合計	-112,168	-60,999	-202,321	-153,740
営業利益	22,072	88,065	-106,636	95,508
支払利息	-2,214	-212	-588	-
税金	-3,262	-25,599	31,698	-30,869
当期純利益	16,596	62,254	-75,526	64,339

出所：UETCL Annual Report 2015 p.51, Annual Report and Financial Statements for the Year 2018 p.13, 2019 p.10

本事業で整備した施設の維持管理について、クイーンズウェイ変電所の清掃や照明の交換、備品購入に必要な予算が毎年確保されている（表6）。2020年は2019年に故障した変圧器1台の修理と他の変圧器の予防保全・保護強化のために維持管理予算が増えている。なお、事業計画時において変電所を継続して運用するために、交換部品の調達に年間30万米ドル（約1,115百万ウガンダシリング）が必要とされていた。UTCLによると、事後評価時の予算は想定を大きく下回っているが、交換部品を毎年購入する必要はなく、在庫は確保されているとのことであった。

以上より、財務状況は概ね良好であり維持管理に必要な予算が確保されていることから、財務面に問題はないと考えられる。

【運営・維持管理状況】

2019年3月の定期メンテナンス後、クイーンズウェイ変電所に何者かが侵入し、変電所の接地銅線が破壊されたため、変圧器が接地されていない状態となり、変圧器No.3（TX3）が故障した。2020年2月にメーカーが行った事後調査によると、他の2台の変圧器（変圧器No.1（TX1）、変圧器No.2（TX2））は事故時に軽度の損傷を受けただけで、事後評価の時点ではまだ稼働していた。UTCLは、接地銅線の盗難による変電所の非接地化に加えて、変圧器の三次巻線の設計が脆弱であったことが破損の原因であると考えている。破損したTX3は現在修理中であり、UTCLは、既に破損したTX3の修理が完了した後に、メーカーが推奨するTX1及び2の三次巻線の補強に着手する予定である。TX3の不具合発覚から修理に時間を要している理由は次のとおり。誤作動の確認後、変圧器を現場で開けることができず、損傷度合いを評価するまでに時間を要した。当該部分の故障は頻繁に起こるものではないため、対応可能な業者を特定するのにも時間を要した。修理に必要な部品はウガンダで入手できないものであったため、UTCLは日本の製造元に連絡を取り、修理に係る費用を概算し予算を申請した。しかし、承認後に交換部品は課税対象であるにもかかわらず予算の見積りに税金が含まれていないことが判明し、再度予算を申請する必要が生じた。加えて、調達資金の確保後、新型コロナウイルス感染拡大により渡航禁止令が出されたため、製造元がエンジニアを派遣して変圧器を修理することができなかった。このため、UTCLは現在部品を輸入しており、2022年1月に変電設備の修理対応を専門に行っている日本の会社にて修理を開始する予定である。なお、2021年11月2日、三次巻線の補強工事を待っている間に、TX1が故障し、現在修理中である。修理は2022年3月末までに完了する予定。

表6 クイーンズウェイ変電所の維持管理予算
(単位：百万ウガンダシリング)

2017年	2018年	2019年	2020年
NA*1	25	27	3,929

出所：UETCL 質問票回答

*1：2017年にクイーンズウェイ変電所が完成。本事業で整備した変電所設備の予算はその翌年（2018年）から発生。

UETCL は変電所の警備を強化し、変電所の稼働状況をより定期的に確認するようにしている。近い将来、変電所事務所に常駐スタッフを配置する予定である。また、UETCL によると、純銅ではなく、銅クラッド鋼を使用し盗難や破壊行為を防ぐ等の予防策が講じられるとのことであった。修理に必要な予算を申請・資金を確保するための手続きには時間がかかるため、交換部品のプロバイダーとのクレジット契約を締結することも考えているとのことであった。

変電所設備のメンテナンスについては、変電所係員が目視にて設備の状態を毎日点検している。また、運営・維持管理部が変電所設備の動作試験、変圧器や開閉装置等の定期的メンテナンスを1年に2回行っている。クイーンズウェイ変電所内の清掃は職員により毎日行われ、所外の清掃は民間に委託して定期的に行っている。サイト視察により変電所でスペアパーツが保管されていることを確認した。UETCL によると、システムや記録簿により在庫管理を行っており、十分な数のスペアパーツが確保されているとのことであった。

以上のとおり、事後評価時に本事業で整備した変圧器1台に不具合が生じ使用停止中であることが判明した。必要部品は手配済みであり、2021年度末に修理が完了する予定である。また今後の予防策を講じていることから、運営・維持管理状況に重大な懸念はないと判断する。その他施設・設備の稼働状況は良好であり、日常点検や予防保守も定期的に行われ、スペアパーツも計画的に調達されていることから、運営・維持管理状況に問題はないと考えられる。

【評価判断】

以上より、体制面、技術面、財務面、運営・維持管理状況ともに問題はないと考えられることから、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

本事業で整備された変圧器1台が2019年3月以降使用停止となり、現在修理中である。新型コロナウイルス感染拡大等の外部要因だけでなく、国内では入手できない部品の調達や修繕対応、調達プロセスの煩雑さ等により修理までに時間を要している。当該変圧器の迅速な修理に加え、今後変電設備の増強を行う際には、国内で入手可能な部品であるかを確認し、入手困難であり海外からの調達が必要な場合は調達手続きにミスのないよう入念に確認することが望まれる。

JICA への提言：

なし。

JICA への教訓：

(1) 指標設定について

本事業の効果指標である「変電設備容量」には、本事業で整備したクイーンズウェイ変電所だけでなく、カンパラ市に位置する他変電所の設備容量も含んでいたが、他変電所設備の増強が計画よりも遅延し、目標値の達成に至らなかった。特に有効性では事業による直接的な効果を検証するための指標を設定するべきである。発電から送電といった電力供給ネットワークのうち部分的な支援を行う場合は、事業が事業目的のどの範囲までに直接関係するものなのかを見極め、その効果を測るために適切な定量的指標を設定する必要がある。たとえば、本事業単体での効果を検証するには、同変電所の設備容量のみを対象とした指標を設定するべきであったと考えられる。

また「受電端電圧降下率」について、UETCL に実績値を照会したところ、電圧降下率は常に変動するものであり、電圧降下率に関するデータは SCADA システムで無制限に保管されていないとの回答があった。たとえば、1年のうち電力消費が最も多い月の1日、かつ一日の中で電力消費の多い時間帯の電圧の値をとり、電圧降下率を計算する方法が現実的と考えられる。ただし、本事業で設定された指標については、シミュレーションにより実績値（基準値）、目標値が算出されており、上記のような具体的なデータのとり方について事前に決められているわけではなかった。過去に遡って確認することも困難と予想されることから、事業計画時、遅くとも完了時までには設定された指標の定義や具体的な算出方法について JICA は実施機関と合意しておくことが重要である。

(2) 事業で調達する資機材について

上述のとおり、本事業で整備した変圧器の修理に時間を要した理由の一つとして、変電設備の交換部品が国内では手に入らず、海外から輸入する必要があったことが挙げられる。例年と比して新型コロナウイルス拡大の影響もあり、さらに調達に時間を要している。今後も同様に渡航や輸送に制約がかかることを踏まえると、案件形成時に国内での修繕対応が可能かどうかを検討することがより重要である。



変電所建屋



制御・保護盤

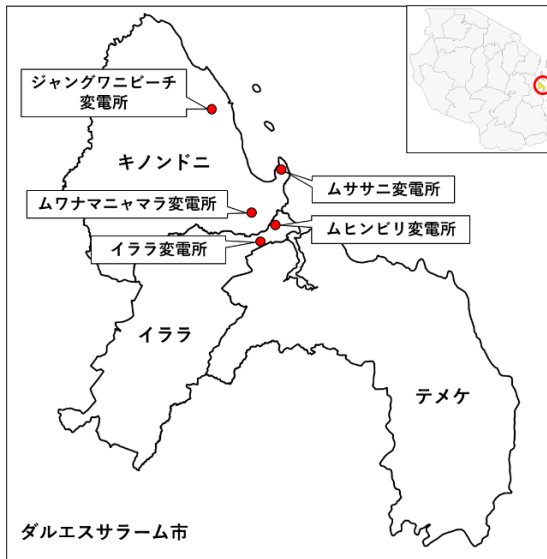


変圧器の接地部分



修理中の変圧器

国名 タンザニア	ダルエスサラーム送配電網強化計画
-------------	------------------



プロジェクトサイト



33/11kV 変圧器（ムササニ変電所）

I 案件概要

事業の背景	タンザニアでは、経済活動の活発化により 2035 年までの電力需要伸び率が平均 8.5%のペースで拡大していくと予測されていたが、1992 年に電力開発公社の民営化が試行されてから 2006 年に中止されるまで、政府及びドナーからの公的支援が停滞し、需要拡大に対応した設備増設や既設設備の維持管理が全く行われなかった。このため施設は老朽化し、増加する需要に対応するために慢性的な過負荷状態が続き、保守管理が不十分のため機器の故障が発生し停電が頻発するなど、社会経済の諸活動の大きな障害になっていた。特にダルエスサラーム市内では電力需要が拡大しているにもかかわらず既存送配電設備容量が不足しており、設備の老朽化も加わって電力供給状況は非常に不安定であり、より深刻な状況となっていた。		
事業の目的	本事業は、ダルエスサラーム市において送配電線の新設、変電所の新設及び増設・更新を行うことにより、送配電網の供給能力の改善を図り、もって同市の住民や社会・公共施設に対する電力供給の量及び質の向上を目指した。		
実施内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 事業サイト：ダルエスサラーム市（人口約 436 万人） 2. 日本側：1) 土木工事、機器調達：送電線の増強（132kV/7.5km の送電線）、配電用変電所新設 3 箇所、既存の配電用変電所増強 2 箇所、配電線の新設（約 17.2km）、各変電所内 SCADA システムの設置、2) コンサルティング・サービス：詳細設計、入札補助、施工監理 3. 相手国側：1) 住民移転計画に伴う補償、2) 資機材置場の提供、3) 工事関係者に対する治安上の安全確保、4) 工事中に必要な停電についての需要家等への対応及び補償、5) 工事中の需要家に対する停電計画の広報と連絡、6) サイト内廃棄物等の撤去、7) 132kV 送電線・33kV 配電線建設工事用アクセス道路と作業用地の確保及び使用許可等取得、8) 通関及び免税措置の実施、9) 環境モニタリング実施、10) 配電コントロールセンター（DCC）の SCADA 用通信装置と本事業で各変電所に設置する SCADA システムとの接続等 		
事業実施スケジュール	交換公文締結日	詳細設計：2014 年 1 月 17 日 本体：2014 年 7 月 24 日	
	贈与契約締結日	詳細設計：2014 年 1 月 17 日 本体：2014 年 7 月 24 日	事業完了日 2017 年 4 月 11 日（引渡日）
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額： 詳細設計 32 百万円、本体 4,410 百万円	実績額： 詳細設計 31 百万円、本体 4,054 百万円	
相手国実施機関	タンザニア電力供給公社（TANESCO）		
案件従事者	本体：三菱商事株式会社／岩田地崎建設株式会社／タカオカエンジニアリング株式会社（JV） コンサルタント：八千代エンジニアリング株式会社／西日本技術開発株式会社（JV）		

II 評価結果

【要旨】

本事業は、タンザニアのダルエスサラーム市における送配電網の供給能力の改善を図ることを目的に、既設変電所設備の増強と新変電所の建設、送配電網の建設を行った。同目的は、タンザニアの開発政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と合致しているため、妥当性は高い。事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回っていることから、効率性は中程度である。本事業の実施により、計画時に想定されていた停電時間の減少、電圧の安定化、電力損失の改善といった送配電網の供給能力が

向上し、安定した電力供給が実現している。その結果、医療機関や公共施設、ホテルでは自家発電コスト削減やサービス提供に必要な電気機器を使用できるようになり、収益の向上につながっている。また、売店や修理業などの小規模な商店を営む世帯においても電化製品が継続して使用できるようになったことで、顧客獲得や収入向上につながっている。自然環境及び住民移転における負のインパクトも確認されなかった。このため、有効性・インパクトは高い。ただし、現時点で大きな事故や故障には発展していないものの、本事業で整備した無人変電所の遠隔制御・監視ができていないことから、施設の持続的な運営・維持管理には懸念が残る。よって、本事業の持続性は中程度と判断される。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

総合評価 ¹	B	妥当性	③ ²	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】

本事業の定性的効果「公共施設、産業・観光業施設、宗教施設などの安定した運営が可能となり、ダルエスサラーム市の医療・教育サービス並びに経済・社会活動の活性化に寄与する」を検証するために、施設へのインタビューに併せて、地方電化及び経済活動と高い相関関係が確認されている人工衛星夜間光データを活用し、事業実施前後のダルエスサラーム市における経済活動の状況を検証した。

1 妥当性

【事前評価時のタンザニア政府の開発政策との整合性】

事前評価時、タンザニアでは「第三次貧困削減戦略書（2010年～2015年）」、「国家エネルギー政策（2003年）」、「電力システムマスタープラン（2012年）」において経済成長と貧困削減が重点課題に掲げられ、その達成のために安定した電力供給の必要性が指摘されていた。本事業は電力需要の高いダルエスサラーム市において送配電設備の増強により同市への安定した電力供給の実現を目的としているため、タンザニアの開発政策との整合性が認められる。

【事前評価時のタンザニアにおける開発ニーズとの整合性】

事前評価時において、ダルエスサラーム市では既存の送配電設備容量が不足しており、電力供給状況が非常に不安定であった。本事業は電力流通設備の増強により同市への安定した電力供給を目的としているため、タンザニアの開発ニーズとの整合性が認められる。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

「対タンザニア連合共和国国別援助方針（2012）」において、日本は同国の持続可能な経済成長と貧困削減を支援するため、電力インフラ整備への貢献を重点分野の一つとして挙げていたことから、本事業は日本の援助政策との整合性が認められる。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【本事業のインパクト発現に至るロジック】

本事業では、ダルエスサラーム市内の対象地区（キノンドニ地区及びイララ地区）における変電所と送配電線を整備することにより（アウトプット）、同地区における送配電網の供給能力の改善を図り（アウトカム）、さらに同市への電力供給の量及び質の向上が目指された（インパクト）。下図に計画時に想定されていた本事業の実施からインパクトの発現に至るまでのロジックを整理した。

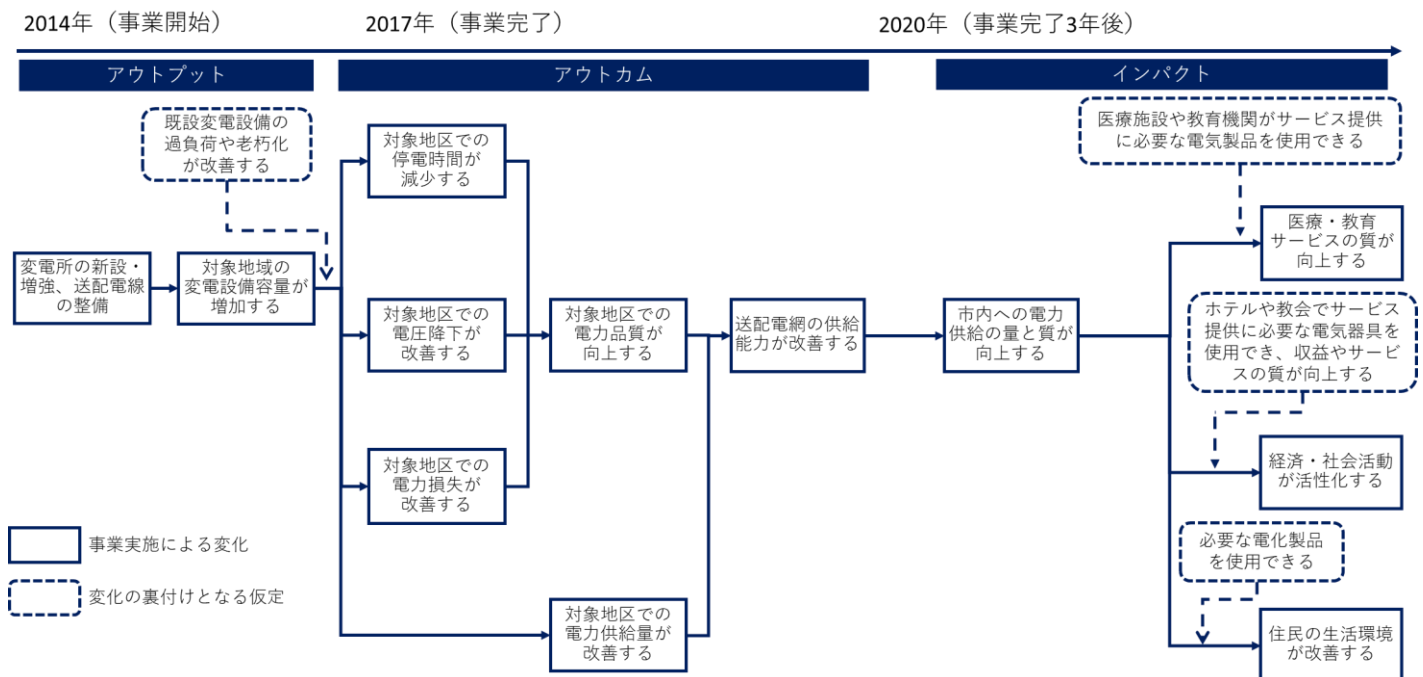


図1 本事業のロジック

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

変電所の新設及び増強、送配電線の整備により、対象地区（キノンドニ地区及びイララ地区）に位置する変電所の設備容量が増加し、既設変電所設備の老朽化や過負荷により発生していた対象地区での停電、電圧降下や電力損失が改善すると想定されていた。また、本事業を通じて送配電線が延伸し、変電設備容量が増加することで、電力供給地域が拡張する（電力供給量が改善する）と考えられる。これら対象地区での電力の質や量が向上し、送配電網の供給能力が改善することで、さらにダルエスサラーム市内の公共施設や住民への安定的な電力供給（電力供給量と質の向上）につながると考えられていた。その結果、使用に一定の電圧維持が必要な医療器材や電気器具の使用が可能になり、医療・教育サービスの質が向上すると期待されていた。また、電気を必要とするビジネスや公共サービスの向上により経済・社会活動が活性化し、冷蔵庫やエアコンといった電化製品の利用促進などにより住民の生活環境が改善することが期待されていた。

本評価では、図1に示すロジックを踏まえ、有効性においては停電時間や電圧降下率、電力損失の変化を確認することで電力品質が向上しているかを検証する。また対象地区での電力供給量が改善しているかを確認し、これら変化の結果として送配電網の供給能力が改善しているかを検証する。インパクトについては、計画時に挙げられていた「医療や教育サービスの改善」、「経済・社会活動の活性化」、「住民の生活環境の改善」の観点から、市内への電力供給の量と質が向上しているかを検証する。

【有効性】

(1) 停電時間

事業実施前における事故停電の主な原因は既設変電設備の機器故障や過負荷、雷害や鳥害であり、計画停電は老朽化や過負荷に起因する設備交換により発生していた。本事業により老朽化や過負荷状態が改善することで、事故・計画停電時間が改善すると想定されていた。

本事業で整備した全変電所の平均停電時間は、事業実施前（26.3時間、2012年）と比べて大幅に改善している。目標年である2020年は、目標値の23.7時間に対し、実績値は21.2時間であり目標値に達した。2017年に事故停電時間が2018年に比べて大幅に少ないのは、他変電所と比べて停電が多いイララ変電所のデータが欠損しているためである。なお、2020年に事故停電時間が増加しているのは、ムササニ変電所の既設配電線（本事業対象外）が老朽化のため本事業で整備したブレーカーに接続できなくなり、誤作動を引き起こしたためである。2020年の計画停電時間が増加しているのは、本事業対象外の送配電網の老朽化に伴うメンテナンスの増加によるものである。TANESCOによると、事後評価時においても配電線の老朽化や鳥害、電柱の倒壊により停電が発生しているものの、本事業により既設変電設備の過負荷状態が改善し、停電時間も改善しているとのことである。

(2) 電圧降下率

電圧降下率は全変電所で事業実施前（4.8%、2012年）と比べて大幅に改善している。目標値の4.3%に対し、実績値は1.6%であり目標に達した。公共施設や周辺住民からも、事業実施前は低電圧により電化製品や電気器具を使用できなかったが、事業完了後は電圧が安定したため、日常的に電化製品や電気器具を使用できるようになったとの声が聞かれた。

(3) 電力損失

電力損失は事業実施前（15.65%、2012年）と比べて大幅に改善している。目標年である2020年は、目標値の両地区平均11.95%に対し、9.7%であり目標に達した。2019年と2020年は2017年と2018年に比べて増加しているが、TANESCOによると、電力メーター不良や盗電等により電力損失が増加しているとのことだった。

(4) 電化世帯数

計画時、キノンドニ地区及びイララ地区において電化世帯数が383,000から430,000に増加する（47,000世帯の増加、増加率12%）と想定されていた。TANESCOは電化世帯数の実績値を収集していないが、電力へのアクセスを示す電力契約口数の実績値を収集している。事業実施前後の契約口数は2012年の204,508から2020年の344,377と約139,869増加している（増加率68%）。複数世帯で1契約にアクセスすることがあるため、電化世帯数と契約口数は必ずしも一致しないが、計画時に目標とされた47,000の電化世帯数の増加分と比較して、契約口数の増加分は139,869と非常に大きい。変電所周辺の住民からは事業完了後、停電時間の減少や電圧の安定といった電力品質の向上を感じており、TANESCOのサービスに満足しているとの声が聞かれた。需要側においては、本事業を通じて電力の品質が向上したことも、TANESCOとの契約を希望する世帯数（契約世帯数）の増加に寄与していると考えられる。

表1 定量的効果指標の事前事後比較

	基準年	目標年	実績値	実績値	実績値	実績値
	2012年	2020年	2017年	2018年	2019年	2020年
	計画年	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
停電時間（時間/月）* ¹	26.3	23.7	7.7	15.3	15.2	21.2
計画停電時間	NA	NA	3.0	2.9	2.6	4.3
事故停電時間	NA	NA	4.7	12.4	12.6	16.9
電圧降下率（%）* ²	4.8	4.3	1.5	1.7	1.6	1.6
電力損失（%）* ³	15.65	11.95	7.2	7.6	10.3	9.7
電化世帯数	383,000 * ⁴	430,000	NA	NA	NA	NA
契約口数	204,508	NA	287,057	306,321	324,031	344,377

出所：TANESCOへの質問票回答・インタビュー

*1: 基準値はイララ変電所・33kV系統の月平均の停電時間、目標値は基準値から10%削減した数値。事後評価では本事業で整備した全変電所（イララ変電所、ムササニ変電所、ムヒンビリ変電所、ジャングワニビーチ変電所、ムワナニヤマラ変電所）・33kV系統から平均値を算出し、目標値と比較した。なお、原因別の停電時間は記録されておらず、入手できなかった。

*2: 基準値はイララ変電所・33kV系統の測定値。目標値は基準値から10%削減した数値。事後評価では全変電所・33kVから平均値を算出し、目標値と比較した。

*3: キノンドニとイララの平均値。目標値は電力システムマスタープラン（2012年更新版）及び年間報告書2011年を参考に算出された。

*4: 基準値＝（対象地区（キノンドニ地区とイララ地区）の人口×電化率51%）÷4人（1世帯当たり4人と仮定）、目標値＝基準値＋本事業により新たに電化される新規需要家数（接続口数）として算出された。

【インパクト】

(1) 医療・教育サービスの向上

本事業の対象サイトであるダルエスサラーム市に位置するムヒンビリ国立病院はタンザニアで最大の医療機関であり、本事業で整備したムヒンビリ変電所から電力供給を受けている。同病院における事業実施前の電力に関する問題は、頻繁な停電や電圧変動³による医療機器の故障により、医療サービスの提供を中断しなくてはならないことであった。またその対策として自家発電設備を運転することによる燃料費がかかっていた。事業完了後は、ムヒンビリ変電所に起因する事故停電の減少及び電圧の安定により、医療機器の故障がなくなり、常に使用することができるため、医療サービスの提供も継続的に行えるようになった。また、2017年は年間の燃料費が約93百万タンザニアシリング（約5.5百万円）であったが、2018年は約10百万タンザニアシリング（約60万円）となり、年間約83百万タンザニアシリング（約4.9百万円）の大幅なコスト削減となっている。

同病院に隣接しているムヒンビリ医科大学においては、事業実施前の問題は停電や電圧降下により電気機器が使用できないため授業ができないこと、自家発電設備のための燃料費がかかることであった。事業完了後は電力が安定的に供給され、電圧も安定しているため、電気機器が故障することなく、授業を継続して行うことができている。

(2) 経済・社会活動の活性化

<観光・産業施設、宗教施設へのインタビュー>

本事業で整備したジャングワニビーチ変電所とムササニ変電所周辺のホテル、ムワナニヤマラ変電所周辺の教会へのインタビューを実施した。すべての変電所周辺において計画時の電力に関する問題は頻繁な停電や電圧変動とその対策として自家発電設備を運転することによる燃料費であった。ホテルによると、事業完了後は事故停電がなく電圧も安定しているため、自家発電の必要がなくなり、大幅なコストの削減につながっている。また安定的な電力供給のおかげでサービスも向上し、顧客獲得と収益増加につながっているとのことである。

ムワナニヤマラ変電所から電力供給を受ける教会では、完了前は停電が頻発していたが、現在は事故停電はなく事前にTANESCOより通知を受けて行われる計画停電のみである。安定的な電力供給のおかげで電源を使用した楽器による演奏ができるようになり、同教会への訪問者も増えているとのことである。

<夜間光量の経年分析>

本評価では、上記インタビュー結果を補完する形で、ダルエスサラーム市における2014年～2020年の夜間光量を分析した結果、夜間光量が増加傾向にあることが確認された（図2a）。夜間光は夜間における地上の明るさを示す指標であり、電化や経済総生産との高い相関関係が認められている一方、夜間光量のみではどの程度の経済規模であるのかを理解するのが難しい。そこで他国での事業実施後から事後評価時まで（2017～2020）における平均夜間光量を算出したところ、隣国ルワンダの首都キガリでは2.0、アフリカの大都市ナイロビでは10.0であった。同期間におけるダルエスサラーム市内の平均夜間光は4.7であるため、ナイロビほどではないがキガリ以上に夜間での経済活動が活発に行われていると推測される。

図2bは事業実施前後における夜間光画像である。夜間光量が多いほど白くなる。事業実施前と比べ事後評価時は全体的に白くなっていることから、対象地区において夜間光が増え、経済活動が活性化していることが視覚的にわかる。

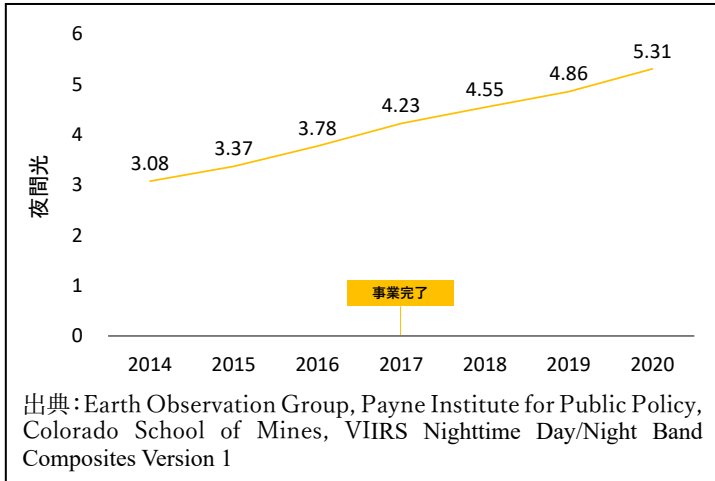
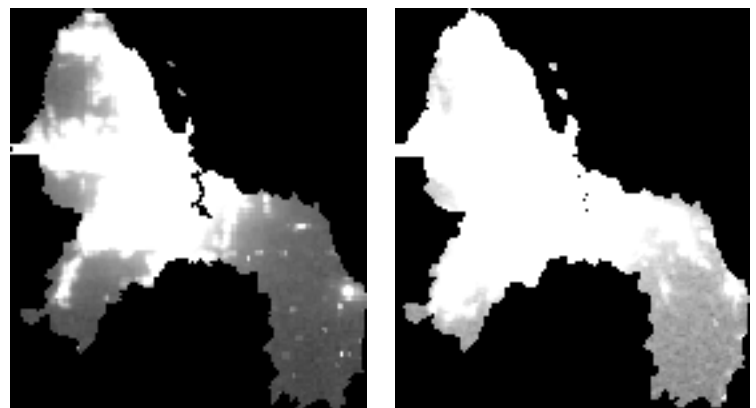


図 2a 夜間光量の経年変化



2014年（事業実施前）

2020年（事後評価時）

図 2b 事業実施前後の夜間光画像

また、図3は地域別の事業実施前後における夜間光量の変化を示している。2014年から2020年にかけて夜間光の増加量が大きいほど色が濃くなっている。夜間光の平均値が減少している地域が一部あるが、右図からも、本事業で整備した変電所が位置するキノンドニ地区とイララ地区において全体的に夜間光の平均値が増加していることが視覚的に確認できる。

以上より、ホテルや教会へのインタビューの結果、事業実施後において安定的な電力供給が実現し、ホテルでの自家発電コストの削減や収益増加、教会でのサービスの向上等につながっていることが確認された。さらに、夜間光量も増加傾向にあることから、ダルエスサラーム市内での経済・社会活動の活性化が実現していると考えられる。

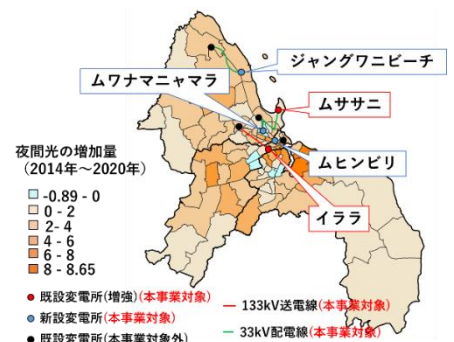


図 3 地域別の夜間光量の変化

³ 事業完了以前は電圧が不安定であったため医療機器に適した電圧範囲に保たれず、機器が故障していた。

(3) 住民の生活環境の改善

イララ変電所周辺住民 3 名にインタビューを行ったところ、すべての回答者より事業完了後は安定的な電力が供給されていると回答があった。完了前は週に 2 回程度停電があり、午後 2 時以降は電力が全く供給されない状況であった。また電圧変動が多く、電化製品が故障したり使用できなくなったりしていた。事後評価時にも計画停電はあるが、以前ほどの頻度ではなく電圧も安定しており、そうした故障が無くなっているとのことである。養鶏を営む農家では安定的な電力供給のおかげで完了前よりも多くの卵を孵化させることができるようになり、収入向上につながっている。ゲストハウスの経営者からは冷蔵庫や扇風機を使用できるようになり、宿泊客が増加していると回答があった。

ムワナニヤマラ変電所周辺住民 5 名からも、完了前は週に 3 回程度停電があり、電圧変動のため電化製品が故障していたが、現在は電力供給が安定しており、そうした故障が無くなっていると回答があった。電化製品の修理を請け負う男性からは、頻繁な停電のため修理に使用する電気器具が使用できず作業を中断しなくてはならなかったが、多くの修理を引き受けることができるようになり、収入も向上していると回答があった。扉製作を営む男性からは、頻繁な電圧変動により電気器具が故障し製作が遅れていたが、期日までに製品を納入できるようになり、顧客獲得及び収入向上につながっていると回答があった。また、売店を営む女性からは冷蔵庫で冷やした飲料やアイスクリームを販売できるようになり、売上増加及び収入の向上につながっていると声が聞かれた。

【その他、正負のインパクト】

(1) 自然環境へのインパクト

本事業は送変電・配電セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないとの理由から、「JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010)」においてカテゴリ B に分類された。

事業実施前において建設時の騒音や廃棄物、土壌・水質汚染について以下の対応策が講じられることが必要とされていた。TANESCO によるといずれも計画通りに対応がなされ、工事中に自然環境への負のインパクトは発生していない。工事中のモニタリングも計画通り実施されたとのことである⁴。各変電所の周辺住民や公共施設からも自然環境への負のインパクトは特段なかったと回答があった。

表 2 環境緩和策の計画と実績

項目	計画	実績
騒音	建設工事中に発生する騒音につき、住宅との距離確保及び防音壁設置を行う。	計画通り
廃棄物	本事業により廃棄する変圧器について、特に有害廃棄物が発生する場合は、タンザニアの法令及び TANESCO のガイドラインに沿って廃棄、保管を行う。	計画通り
土壌・水質汚染	変圧器に使用される絶縁油が漏出した場合に汚染が生じる可能性があるため、防油ピットや油水分離槽の設置をすること、絶縁油交換の際に漏出しないよう担当者に適切な処理を徹底させる。	計画通り

出所：JICA 提供資料

(2) 社会環境 (用地取得・住民移転) へのインパクト

ムワナニヤマラ変電所の建設により 21 世帯 (62 名)、ムヒンビリ変電所の建設により 1 世帯 (5 名) の住民移転が発生するため、簡易住民移転計画 (ARAP) を作成し、同計画に沿って移転が実施される計画であった。

TANESCO によると、事業計画時は配電線用の道路用地取得のための移転を予定していたが、歩道上に架空配電線を建設することに変更したため、最終的な移転対象世帯数はムワナニヤマラ変電所建設予定地内に居住していた 2 世帯⁵のみとなった。また、所有者と TANESCO との間で補償内容に関する覚書を交わした上で、対象者の移転作業を進め、対象 2 世帯に工事開始前に補償費の支払いを行った。補償費に関する情報は入手できなかったが、補償に関して移転対象者からの苦情はなかったとのことである。

対象 2 世帯は移転の結果、遠方に越しており現地調査時に対面でのインタビューが叶わなかった。当時 TANESCO との協議に参加していた地元のリーダーにインタビューを行ったところ、TANESCO から移転に関して十分な事前説明が行われ、移転対象者は補償内容に合意した上で移転したとのことである。TANESCO から対象者への支払いは速やかに行われ、移転には約 1 年間の十分な時間が設けられていた。対象者は補償によって移転先で家を建てた。また小型バスを 2 台、車を 1 台購入することができたとのこと。移転による負の影響は受けていないとのことである。

【評価判断】

本事業の実施により、計画時に想定されていた対象地区での電力供給量が増加し、停電時間の減少、電圧の安定化、電力損失の改善といった電力品質が向上している。これら送配電網の供給能力が向上し、安定的な電力が供給されることによって、医療施設や教育機関では安定して電気製品が使用できるようになり、継続したサービス提供につながっている。ホテルや教会で事業実施後に安定した電力供給により収益やサービスの質が向上していること、また経済活性化と高い相関関係が認められている夜間光量が増加傾向にあることから、事業により同市の経済・社会活動の活性化が実現していると考えられる。また、売店や修理業などの小規模な商店を営む世帯においても電化製品が継続して使用できるようになったことで、顧客獲得や収入向上につながっている。自然環境及び住民移転における負のインパクトも確認されなかった。以上より、有効性・インパクトは高い。

3 効率性

【アウトプット】

本事業は、ダルエスサラームの中心地区であるキノンドニ地区とイララ地区において、既設変電所 (イララ変電所、ムササニ変電所) の増強、新設変電所 (ムヒンビリ変電所、ジャングワニビーチ変電所、ムワナニヤマラ変電所) の建設、132kV 送電線と 33kV 配電線の調達・据付を行ったものである。日本側の負担事項は、132kV 送電線ガントリーの設計変更、ムヒンビリ変電所内の変圧器用防音壁の形状、33kV 配電線ルートの変更などの一部軽微な変更を除き計画通り実施された。なお、本事業にソフトコンポーネントは含まれていなかった。

⁴ 実施状況を記録したレポートは入手できなかった。

⁵ 世帯人数は入手できなかった。

また本事業では各変電所に SCADA システム⁶を導入し、配電コントロールセンター（DCC）にて遠隔で変電所を監視・制御することが計画されていた。日本側の負担事項は各変電所用の SCADA システムの調達と導入であり、タンザニア側の負担事項は各変電所の SCADA システムと DCC との接続（接続のためのシステム変更、接続に必要な通信機器等の調達含む）であったが、タンザニア側の負担事項が一部完了していないことが事後評価時に確認された。DCC へのインタビューによると、必要な通信機器の調達と接続を外部に委託することを計画していたが、入札者が 28 億タンザニアシリング（130 百万円）を提示したため、TANESCO 内で資金を確保することが難しく、政府からの補助金や金融機関からの融資も得ることが難しくなったため、即時に接続させることが困難であった。そのため、TANESCO は自身で通信機器を調達することにし、事後評価時において本事業で導入された SCADA 機器のメーカー等と共同で接続作業を進めることを計画している⁷。

【事業費】

日本側負担分については、当初計画の 4,410 百万円に対して実績は 4,054 百万円となり、計画内におさまった（計画比 92%）。計画を下回った理由は、入札結果により当初の予定価格を下回る金額で契約が締結されたことである。

タンザニア側負担分については、計画 195 百万円に対し、TANESCO からの回答によると実績は計 2,000 百万タンザニアシリング（約 112 百万円⁸）であった。ただし、内訳には計画時に想定されていた墓地の移転費用や 132kV 送電線に係る費用などが含まれておらず、これらの費用は不明とのことであった。したがって、当初計画内容との比較が困難なため、日本側負担分のみで評価判断を行った。

【事業期間】

本事業の事業期間は計画 38 カ月に対し、実績は 40 カ月であり、計画を上回った（計画比 105%）。計画を上回った理由は、イララ変電所の整地や建設許可取得、調達資材出荷の遅延等であった。

以上より、事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

4 持続性

【体制面】

事後評価時点での各施設の運転・維持管理体制は表3のとおりである。ダルエスサラームの基幹変電所であるイララ変電所の運転と日常点検は同変電所に常駐する職員が行っている。既設変電所（ムササニ変電所）と新設変電所（ムヒンビリ変電所、ジャングワニビーチ変電所、ムワナニヤマラ変電所）は無人で運用されており、地区事務所の運転員が現地へ赴き保守・操作をしている。ただし、新設変電所とDCCとが接続されていないため、電力が遮断されても瞬時に把握できず、顧客からの苦情が地区事務所に報告されてから同事務所職員が変電所に赴き、原因を調査している。

変電設備の故障が生じた際にはまず各運用担当部署から本部（送電部）に報告がなされ、同部から派遣されるメンテナンスチームが修理を行っている。故障内容によるが、修理には数時間から数日ほどを要する。修理に時間がかかるようであれば電力を復旧させるために一時的な対策を講じている。132kV送電線のメンテナンスは送電部、33kV配電線のメンテナンスは地区事務所が担当している。

以上より、事後評価時点において各施設設備の運転・維持管理に係る責任範囲は明確であり、これまで人員不足に起因する事故や故障は発生していない。ただし新設変電所の遠隔監視・制御が機能していないため、迅速な復旧作業の点で懸念が残る。

表3 事後評価時点の運転・維持管理体制

部署/事務所	担当	職員数
イララ変電所	・イララ変電所の運転・日常点検	9名（管理者1名、技術者8名）
キノンドニ北地区事務所	・ジャングワニビーチ変電所、ムワナニヤマラ変電所、ムササニ変電所の運転・メンテナンス ・33kV配電線（テゲタ変電所～ジャングワニビーチ変電所、マクンブショ変電所～ムササニ変電所、マクンブショ変電所～ムワナニヤマラ変電所）のメンテナンス	8名 （エンジニア1名、技術者7名）
イララ地区事務所	・33kV配電線（ニューシティセンター変電所～ムヒンビリ変電所）のメンテナンス ・ムヒンビリ変電所の運転・メンテナンス	4名 （エンジニア1名、技術者3名）
送電部	・132kV送電線（ウブンゴ変電所～イララ変電所）のメンテナンス ・全変電所の修理	40名（エンジニア40名）

出所：TANESCO への質問票回答

【技術面】

本事業で整備した施設の運転・維持管理を担当する職員はテクニシャンレベル（高卒後4年間の電気工学系のディプロマコース修了）あるいはエンジニアレベル（4年間の電気工学系の学士号取得）の資格がある。配電網の老朽化や鳥害に起因する停電が発生しているが、TANESCOによると保守を担当する本部のメンテナンスチームには停電が発生した際に問題なく対処するために必要な技術が備わっている。

TANESCOでは職員に対して変電所の運営・維持管理に関するOJTや研修の機会を設けており、職員が継続して必要な技術を習得できるようになっている。新任者については、TANESCO技術研修学校で運営・維持管理に関する研修を受講してから各変電所に

⁶ SCADA システムとは変電装置・設備から得られる情報を変電所内の監視制御サーバに伝達し、パネルやPCモニターに情報を一括して表示・管理するシステムを指す。本事業では通信機器を介して各変電所の SCADA システムと DCC を接続させ、DCC にて遠隔監視・制御することが計画されていた。

⁷ DCC によると、ムヒンビリ変電所から段階的に接続作業を始めている。接続に必要な通信機器は調達済みだが、接続には専門的な技術・知識が必要であり、SCADA システムのメーカー（ドイツ）からの協力取り付けが必要とのことである。

⁸ 事業実施期間中（2014年～2017年）の平均 IFS レート：1タンザニアシリング=0.06円で計算。

配属されている。本事業で作成した各変電所の運転・維持管理マニュアルはイララ変電所に整理されて保管され、故障や不具合が生じた際には同マニュアルに沿って修理を行っている。また、TANESCOによると本事業と同時期に実施されていたJICAの技術協力プロジェクト（「効率的な送配電システムのための能力開発プロジェクト（2009年～2016年）」）により送配電設備の維持管理に係る時間の短縮やメンテナンス時の事故の減少につながっているとのことである。

以上より、本事業で整備した変電所と送配電網の運転・維持管理の担当職員は必要な技術を有しており、技術の習得や維持のために必要な仕組みも整備されていることから、技術面での問題はない。

【財務面】

2016年から2018年においては、売上は年々増加しているものの、売上原価も増加していたことから、継続して営業損失が出ていた（表4）。主な理由は、レンタル発電所⁹の使用や費用を反映しない形での電気料金の設定、様々な主要プロジェクトが完了し、売上原価の一部である減価償却費の増加などである。レンタル発電所の使用停止や系統拡張により営業費用が減少し、2019年は新規顧客の獲得によりさらに財務状況が改善している。本事業で整備した施設の維持管理及び交換部品調達に関する予算と支出実績は入手できなかったが、毎年一定額が修理・維持管理のために支出されている。現地視察時にも各変電所が問題なく稼働していること、またスペアパーツが保管されていたことを確認している。

以上より、財務状況が改善傾向にあり、毎年一定額が修理・維持管理に確保されているほか、各変電所が問題なく稼働しておりスペアパーツも補完されていることから、本事業で整備した変電所と送配電網の継続的な運転に関し、財務面で問題はない。

表4 TANESCOの損益計算書

(単位：百万 Tsh)

項目	2016* ¹	2017 (事業完了時)	2018 (完了1年後)	2019 (完了2年後)
売上高	1,379,740	1,415,314	1,436,153	1,535,040
売上原価 * ²	-1,469,103	-1,537,037	-1,459,921	-1,525,729
売上総利益	-89,363	-121,723	-23,768	9,311
販売費 * ³	-271,667	-164,446	-197,683	-166,572
その他収入 * ⁴	163,230	140,526	202,148	228,020
営業利益	-197,800	-145,642	-19,303	48,683
利子所得	1,139	904	551	397
金融費用等	-158,669	-121,008	-96,060	-81,267
純金融費用	-157,530	-120,104	-95,509	-80,870
税引前利益	-355,330	-265,746	-114,811	-32,187
法人税等	8,932	5,170	5,940	3,600
当期純利益	-346,398	-260,576	-108,871	28,587

出所：TANESCO Annual Report 2016/2017 p.5, TANESCO Annual Report 2017/2018 p.7

*1：各年度の会計期間は7月1日から翌年6月30日まで。

*2：発電所からの電力購入費、送配電費など

*3：職員給与、運営・維持管理費、減価償却費、広告宣伝費など

*4：ガス販売売上、電気料金延滞利息費、他ドナーからの資金贈与など

【運営・維持管理状況】

現地視察により本事業で整備した変電設備は問題なく稼働していることを確認した。ただしタンザニア側負担事項であった新設変電所のSCADAシステムとDCCの接続ができていない。既設変電所はDCCに接続しているが、ゲートウェイ装置¹⁰に起因する通信不具合が発生しており、イララ変電所のデータがDCCに3時間遅れて報告されたり、ゲートウェイ装置が停止したりする。ムササニ変電所では、停電などによりゲートウェイ装置が停止すると自動で再起動せず、DCC職員が手動で起動させるまで遠隔での操作ができない。

イララ変電所内の清掃は職員により毎日行われ、所外の清掃は民間に委託して定期的実施している。サイト視察時に整理整頓がなされ、清掃も行き届いていることを確認した。

変電所の維持管理は月に1回の動作確認、1年に2回の予防保守によって計画的に実施されている。予防保守では変電設備の劣化や欠陥を確認し、修理や部品交換を行っている。イララ変電所では常駐スタッフにより設備の異常音や状態の日常の巡視点検も行われている。

サイト視察時に各変電所でスペアパーツが保管されていることを確認した。スペアパーツの調達については、送電部が耐用年数や状態を鑑みて年間の調達計画を作成し、本部調達部に申請している。

以上のとおり、事後評価時点において施設・設備の稼働状況は良好である。日常点検や予防保守も定期的に行われ、スペアパーツも計画的に調達されている。ただし、変電所とDCC間での通信不具合や遠隔制御・管理が機能していないことから、今後故障や停電時の迅速な復旧作業の点で懸念が残る。

【評価判断】

以上より、技術面及び財務面に問題はないと考えられる。ただし、現時点で大きな事故や故障には発展していないものの、本事業で整備した無人変電所の遠隔制御・監視ができていないことから、施設の持続的な運営・維持管理に懸念が残る。よって、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

⁹ タンザニア発電会社（Independent Power Tanzania Limited：IPTL）が保有している発電所。TANESCOが保有している発電設備だけでは需要に対応することができず、TANESCOはIPTLから電力を購入する必要があった。

¹⁰ 通信プロトコルを変換し、異なるシステム間での互換性をもたせるための通信装置。SCADAシステムの一部であり、変電所装置とDCC間を接続させるために必要となる。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

(1) 新設変電所と DCC との早期接続の重要性

本事業では各変電所に SCADA システムを導入し、DCC にて遠隔で変電所を監視・制御することが計画されていたが、事後評価時において新設変電所（ムヒンビリ変電所、ジャングワニビーチ変電所、ムワナニャマラ変電所）は DCC に接続されていない。これまで深刻な事故や故障などには発展していないものの、電力が遮断されても瞬時に把握できず顧客からの報告を受けて職員が変電所を調査し、修理している。迅速な電力復旧及び今後の変電所の持続的な維持管理のために、TANESCO は新設変電所の SCADA システムと DCC を早急に接続させることが望まれる。

(2) 停電時間短縮に向けた対応の強化の必要性

本事業で整備した全変電所の平均停電時間は事業実施前と比べて大幅に改善しているが、2017 年以降増加傾向にある。契約口数が増加傾向にあることから、電力需要は今後も増加していくと予想される。計画・事故停電時間のうち特に事故停電の占める割合が大きいことから、TANESCO は事故停電時間短縮に向けた対策を強化していくことが望まれる。事故停電発生の主な理由は施設設備の老朽化や電柱の倒壊等である。したがって、TANESCO は定期的な点検により老朽化した施設設備を早期に発見し、新築・交換のための優先順位付けと計画的な予算配賦が必要である。また、倒壊した電柱の早期交換、電線の新設・交換時には倒壊しやすい木柱ではなくコンクリートの柱を使用することも重要である。さらに、DCC との接続により異常箇所が即時に特定でき、電力供給が遮断されても遠隔で別系統に切り替える等の即時対応が可能になるため、DCC と新設変電所の接続、既設変電所との通信障害の早期解決が望まれる。

JICA への提言：

本事業では各変電所に SCADA システムを整備し、タンザニア側で DCC との接続を行うことが計画されていた。しかし、導入された装置は TANESCO がこれまで扱ったことのないドイツ製品であり、TANESCO には製品の構成や操作、保守についての知識がないため、接続が完了していない。JICA は、上記タンザニア側の負担事項が着実に実施されるようにモニタリングを継続することが望まれる。また、DCC の自助努力だけでは困難な場合は、SCADA 機器の操作やメンテナンスに関する他の技術支援等を検討することが望まれる。

JICA への教訓：

(1) 指標設定について

事前評価時、事業の有効性を検証するための指標の一つとして、電化世帯数の指標が設定されていたが、基準値及び目標値は人口・世帯調査や電化率に基づく推計値であり、実績値として算出されていなかった。事後評価時、実施機関は電化世帯数の実績値を収集しておらず、事前評価時以降人口・世帯調査も実施されていないため、目標値と基準を揃えての実績値の収集が困難であった。事業の計画時は、実際に入手することが可能かを確認したうえで、指標を設定することが重要である。実施機関が日常的にすでに記録・収集している既存データを最大限に活用することが望ましいが、追加的に調査・収集する必要がある場合には、実施機関に収集の目的とタイミングを十分に説明し、計画段階から合意しておくことが必要である。

(2) 実施機関に馴染みのない自動化ネットワークの導入について

本事業では各変電所に SCADA システムを導入し、タンザニア側で DCC との接続を行うことが計画されていたが、導入されたゲートウェイ装置はドイツ製品であり、これまで扱ったことがないため DCC の職員はシステムの構成や操作・保守方法がわからないとのことである。本事業でも実施期間中にメーカーによるトレーニングが実施されたが、内容は一部の職員に向けた基本的な初期操作に留まっていた。仮にシステム間の接続が事業スコープ内に含めることが難しく、実施機関の負担事項となる場合は、相手国に導入する資機材の操作に関する十分な知識と技術、経験があるかを事前に入念に確認するべきである。実施機関に十分な技術がないと判断される場合には事業での OJT やソフトコンポーネントの内容に装置に関する初期動作のみではなく、システムの構成や操作、保守方法も含めることが望ましい。ただし、事業で整備する施設や資機材が多い場合には無償資金協力で行う OJT やソフトコンポーネントでは特定のシステムや資機材の操作・保守方法の指導に十分な日数を割り当てることが難しいといったことも考えられる。その場合は、技術協力プロジェクトや専門家派遣などを通じて指導するなど、複数のプロジェクトや事業間で連携し、事業の相乗効果を高めることが重要である。

(3) 無償資金協力事業での先方負担事項の確実な実施について

各変電所の SCADA システムと DCC との接続はタンザニア側の負担事項であったが、事後評価時において未完である。当初、必要な通信機器の調達・接続は外部委託を予定していたが、入札者が想定より高い費用を提示してきた。TANESCO 内で SCADA システム整備への優先順位が高くなく、即時の資金確保が難しいこともあり、調達・接続に至らなかったとのことである。このような事態を防ぐためには、事業計画時に TANESCO 内で SCADA システム導入の重要性が認識され、調達資金が確保されるよう事前に確認しておくべきであったと考える。JICA は先方負担事項が確実に実施されるように、先方負担分も含め導入する設備機材の重要性を実施機関と双方で確認し、実施機関内での予算の配賦状況を事業実施中も入念に確認することが望まれる。



制御棟（イララ変電所）



132kV 送電線ガントリー（イララ変電所）



33kV 配電線