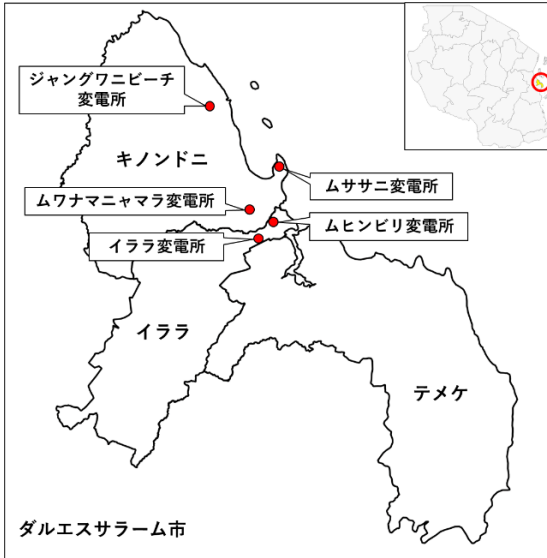


国名 タンザニア	ダルエスサラーム送配電網強化計画
-------------	------------------



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"> <li>1. 事業サイト：ダルエスサラーム市（人口約 436 万人）</li> <li>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</li> <li>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</li> </ol>		
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 <sup>1</sup>	B	妥当性	③ <sup>2</sup>	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。

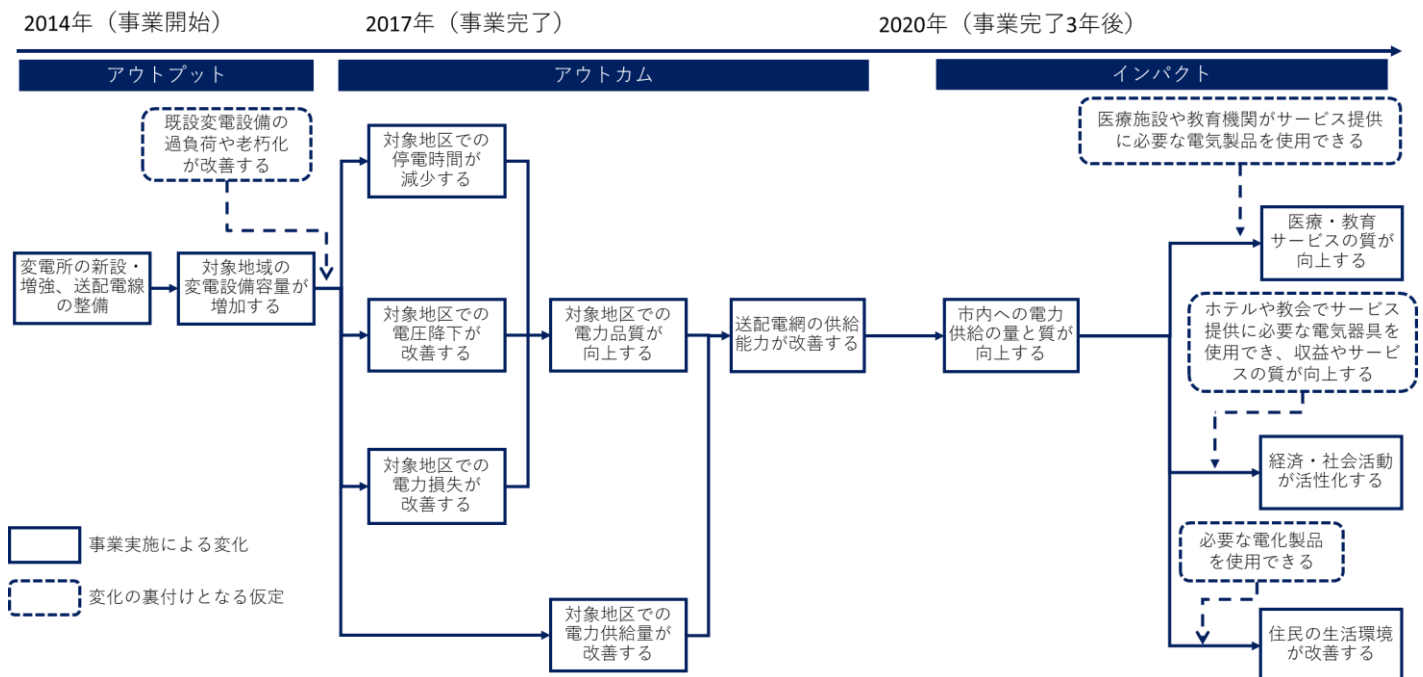


図1 本事業のロジック

<sup>1</sup> A: 「非常に高い」、B: 「高い」、C: 「一部課題がある」、D: 「低い」

<sup>2</sup> 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）* <sup>1</sup>	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（%）* <sup>2</sup>	4.8	4.3	1.5	1.7	1.6	1.6
電力損失（%）* <sup>3</sup>	15.65	11.95	7.2	7.6	10.3	9.7
電化世帯数	383,000 * <sup>4</sup>	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<sup>3</sup>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。

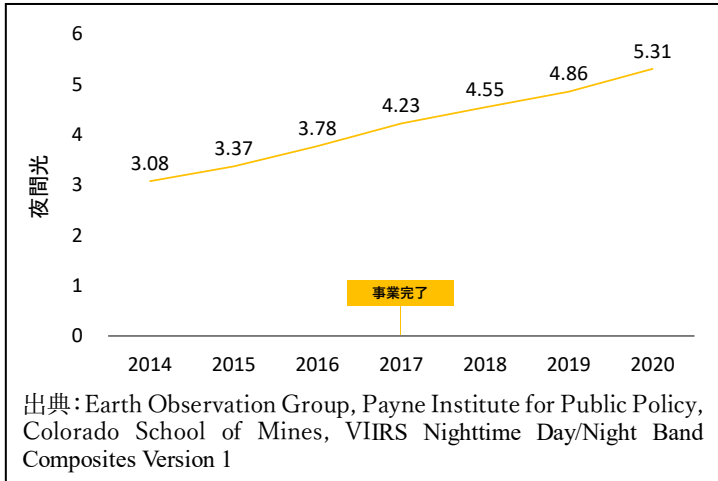
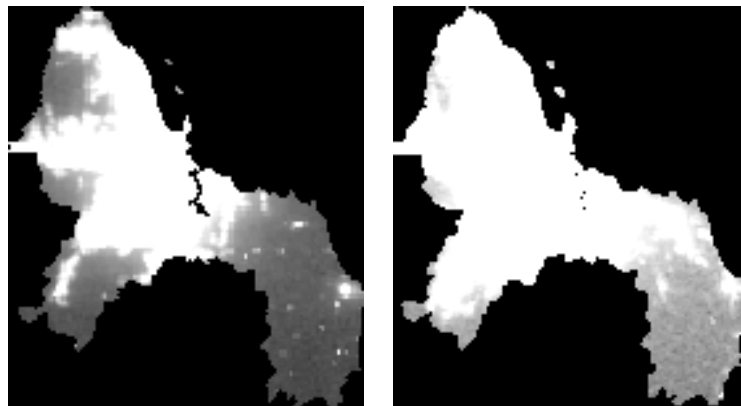


図 2a 夜間光量の経年変化



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。

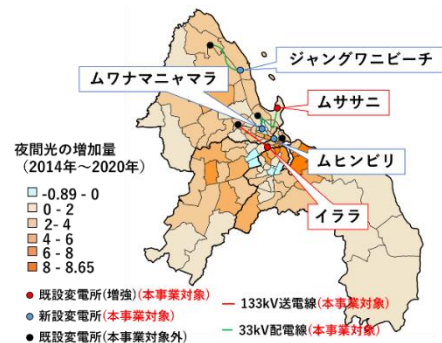


図 3 地域別の夜間光量の変化

<sup>3</sup> 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<sup>4</sup>。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<sup>5</sup>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。

<sup>4</sup> 実施状況を記録したレポートは入手できなかった。

<sup>5</sup> 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<sup>6</sup>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かったため、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<sup>7</sup>。

#### 【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<sup>8</sup>）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に赴き保守・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

<sup>6</sup> 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。

<sup>7</sup> 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。

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

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<sup>10</sup>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。

<sup>9</sup> 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。

<sup>10</sup> 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、ムワナニヤマラ変電所）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（イラ変電所）



132kV 送電線ガントリー（イラ変電所）



33kV 配電線