

## 0. 要旨

本事業は、タンザニア北東部のキリマンジャロ州の州都モシ市周辺地域において、変電所及び送配電施設機材を更新・新設することにより、同地域の住民に対し安定した電力供給を図り、もって同地域における経済・社会活動の活発化に寄与することを旨とした。

本事業は、計画時及び事後評価時の両時点におけるタンザニア政府の開発政策及びキリマンジャロ州における開発ニーズと整合しており、また計画時の日本の対タンザニア援助政策にも合致していることから、妥当性は高い。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。事業効果については、「事故停電時間の減少」及び「電圧の安定」については、それぞれ目標を達成した。また受益者調査の結果からも事業実施後における「電圧の安定度の改善」「停電頻度の減少」「事故頻度の減少」などの効果が確認された。ただし「供給制限時間の減少」については実績データの入手ができなかったため、達成度は確認できなかった。さらに、電力需要家数（顧客数）の増加、住民の生活環境の改善、学校・病院の安定した運営、地元産業の生産性・サービスの向上などに対して、一定のプラスのインパクトが認められた。このことから、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理における体制、技術、についての問題はみられないが、実施機関の財務状況に一部問題があることから、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

## 1. 事業の概要



事業位置図



本事業で新設されたマクユニ変電所

## 1.1 事業の背景

タンザニアは、2000年以降、毎年約5%以上の経済成長を続けており、経済活動の活発化により電力需要の伸びは年8.6%と経済成長を上回る勢いで拡大していた。しかしながら、1992年にタンザニア電力供給公社（TANESCO）の民営化が試行されて以降、2006年に試行が中止され公社に戻るまで、ドナーを含む公的な支援が停滞し、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する一方、増加する需要に対応するために各変電所の機器類は慢性的な過負荷状態が続き、配電設備は保守管理が不十分なために停電が頻発しており、社会経済の諸活動の大きな障害になっていた。

本事業の対象地域であるキリマンジャロ州はタンザニアの北東部に位置し、人口156万人を抱える経済圏であるとともに、世界中から多くの観光客が訪れるタンザニアを代表する観光地であるが、近年の経済成長に伴い電力需要が急増し、多くの変電所においては過負荷状態での運転を余儀なくされていた。そのため、電力供給制限や設備事故等による供給支障が頻発していた。

## 1.2 事業概要

キリマンジャロ州の州都モシ市周辺地域において、変電所及び送配電施設機材を更新・新設することにより、同地域の住民に対し安定した電力供給を図り、もって同地域における経済・社会活動の活発化に寄与する。

E/N 限度額・GA 供与額/実績額		2,500 百万円 / 2,092 百万円
交換公文締結（/贈与契約締結）		2011年3月（/2011年3月）
実施機関		タンザニア電力供給公社（TANESCO <sup>1</sup> ）
事業完了		2013年2月
案件従事者	本体	共同企業体（三菱商事株式会社・愛知電機株式会社・株式会社ユアテック）
	コンサルタント	八千代エンジニアリング株式会社
基本設計調査		2011年2月
関連事業		<ul style="list-style-type: none"> <li>有償技術支援—附帯プロジェクト「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）</li> <li>円借款「イリンガーシニャンガ基幹送電線強化事業」（2010年～実施中）（アフリカ開発銀行との協調融資）</li> <li>世界銀行「Tanzania Energy Development and Access Expansion Project (TEDAP)」（2010年～実施中）</li> </ul>

<sup>1</sup> TANESCO: Tanzania Electric Supply Company Limited.

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

宮崎 慶司（OPMAC 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：2015年12月～2017年1月

現地調査：2016年4月3日～4月16日、2016年6月23日～7月1日

### 2.3 評価の制約

計画時、本事業の定量的効果を測る運用・効果指標として、「供給制限時間」「事故停電時間」「電圧降下率」が設定されており、それぞれの目標値は事業完成3年後（2016年）の数値が設定されていた。これらのうち「事故停電時間」「電圧降下率」のデータは入手できたものの、「供給制限時間」についてはデータが入手できなかった。これは実施機関で定期的に計測・記録している運用データが「計画停電時間」及び「計画外停電時間」に限られていたためである。加えて、入手できたデータについても目標年である2016年（事業完成3年後）の実績値は1年分（12カ月分）のデータがなく不完全なものであった。従って、上記の限られた条件のもとで、各指標の目標達成度の判断を行った。

また、事後評価時点において、TANESCOの2014年度以降の財務報告書が同社取締役会の正式な承認を受けていないため入手できなかった。そのため、本事業の財務面の持続性の分析においては、2014年度以降のTANESCOの財務状況について、エビデンスに基づく十分な分析が困難であった。

## 3. 評価結果（レーティング：B<sup>2</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>3</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

計画時におけるタンザニアの国家開発計画である「成長と貧困削減のための国家戦略（NSGRP、MKUKUTA）」（2005年～2010年）では、三本柱の一つとして「戦略1：経済成長と所得面での貧困削減」が掲げられており、そのなかのエネルギーセクターに関連するものとして「信頼性が高く、安価なエネルギーを需要家に供給する」という目標が示されていた。また、2008年から2033年までの25年間を対象とした長期の電力開発計画である「電力システムマスタープラン（2009年更新）」に基づき、全国レベルの電源開発、送変電所の拡張が進められていた。

<sup>2</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

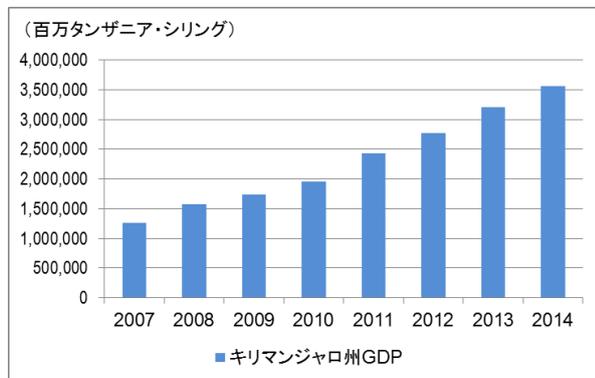
<sup>3</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

事後評価時におけるタンザニアの「開発 5 年計画<sup>4</sup>」（2011/12 年度～2015/16 年度）では、「インフラストラクチャー」「農業」「産業」「人的資源開発及び社会サービス」「観光、貿易、金融サービス」の五つを重点分野として掲げている。そして「インフラストラクチャー」のなかで電力エネルギー送配電線の更新及び新規建設、地方部における電力供給の改善、天然ガス開発、バイオ燃料開発事業の促進、などが戦略的介入として記載されている。また「電力システムマスタープラン（2012 年更新版）」では、電力不足を補うため引き続き発電能力の増強に努めるとともに、目標電化率 78%（目標年 2035 年）を達成するための送変電設備の開発・強化の必要性が謳われている。

よって、本事業はタンザニアの開発政策と整合している。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時、本事業の対象地域であるキリマンジャロ州は、人口 156 万人を抱える経済圏であるとともに、世界中から多くの観光客が訪れるタンザニアを代表する観光地である。計画時において、近年の経済成長に伴い電力需要が急増し、多くの変電所において過負荷状態での運転を余儀なくされていた（図 1）。そのため、電力供給制限や設備事故等による供給支障が頻発していた。



出所：タンザニア統計局

図 1 キリマンジャロ州 GDP

本事業実施後、キリマンジャロ州では電力需給ギャップの改善など電力需給状況には一定の改善はみられるものの、タンザニア南部から北部へ電力を送る基幹送電線の能力不足、キリマンジャロ州内の一部の既存配電施設の老朽化などの問題により、電力供給制限や不安定な電圧の問題は事後評価時点でも完全には解決されてはならず、引き続き改善の余地は残されている（表 1）。

よって、本事業はタンザニアの開発ニーズと整合している。

<sup>4</sup> 同 5 年計画は、長期開発計画である「タンザニア開発ビジョン 2025」を実現するためのロードマップという位置づけであり、タンザニア政府はビジョン 2025 の目標達成に向けて、今後は 5 年ごとに開発計画を策定していく方針である。

表 1 キリマンジャロ州の電力需給状況

		2011	2012	2013	2014	2015
1	ピーク時電力需要(MW)	35.87	38.50	33.83	35.85	38.00
2	ピーク時電力供給(MW)	35.97	39.72	37.00	37.50	38.07
3	需給ギャップ(MW)	0.10	1.22	3.17	1.65	0.07
4	年間電力需要量(MWh)	172,369	188,659	107,650	82,431	110,820
5	年間電力供給量(MWh)	204,809	192,509	109,847	84,113	110,820
6	需給ギャップ(MWh)	32,440	3,850	2,197	1,682	0

出所：TANESCO 提供資料

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

我が国の対タンザニア国別援助計画（2008年6月）では、「成長と所得貧困の削減の方向性」に資するものとして、「インフラ支援（道路を中心とする運輸・交通、エネルギー、地方給水・水資源管理）」が重点分野として位置づけられていた。本事業はタンザニア国キリマンジャロ州における送配電施設の更新・新設といったエネルギー分野のインフラ支援を行うものであり、計画時の援助政策は本事業と整合している。

以上より、本事業の実施はタンザニアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

## 3.2 効率性（レーティング：②）

### 3.2.1 アウトプット

本事業は、老朽化した既存変電所2カ所の更新（対象：YMAC変電所、ラワティ変電所）、既存変電所2カ所の拡張（対象：トレードスクール変電所、キユンギ変電所）、及び新規変電所2カ所の建設（対象：KCMC変電所、マクユニ変電所）を行うものであり、それに必要な変圧器、遮断器などの変電所用資機材の調達・据付けが行われた。また既存変電所と新設変電所との間をつなぐため、キユンギ変電所（既存）～マクユニ変電所（新設）区間の66kV送電線（34km）及びトレードスクール変電所（既存）～KCMC変電所（新設）区間の33kV配電線（5km）が敷設された。全てのアウトプットが計画どおりに産出された。

なおタンザニア側の負担事項である、①変電所更新、新設用地の整地、②マクユニ変電所以降の33kV配電線の建設、③更新もしくは新設された変電所と既設33kV配電網及び11kV配電網との接続、④SCADA<sup>5</sup>及び通信装置の調達・据付、⑤66kV送電線用架空地線（OPGW）及び付属資機材の調達・据付についても、計画どおりに実施された。

事業アウトプットの概要は表2に、事業サイトは図2に示すとおり。

<sup>5</sup> SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition System（遠方監視制御システム）

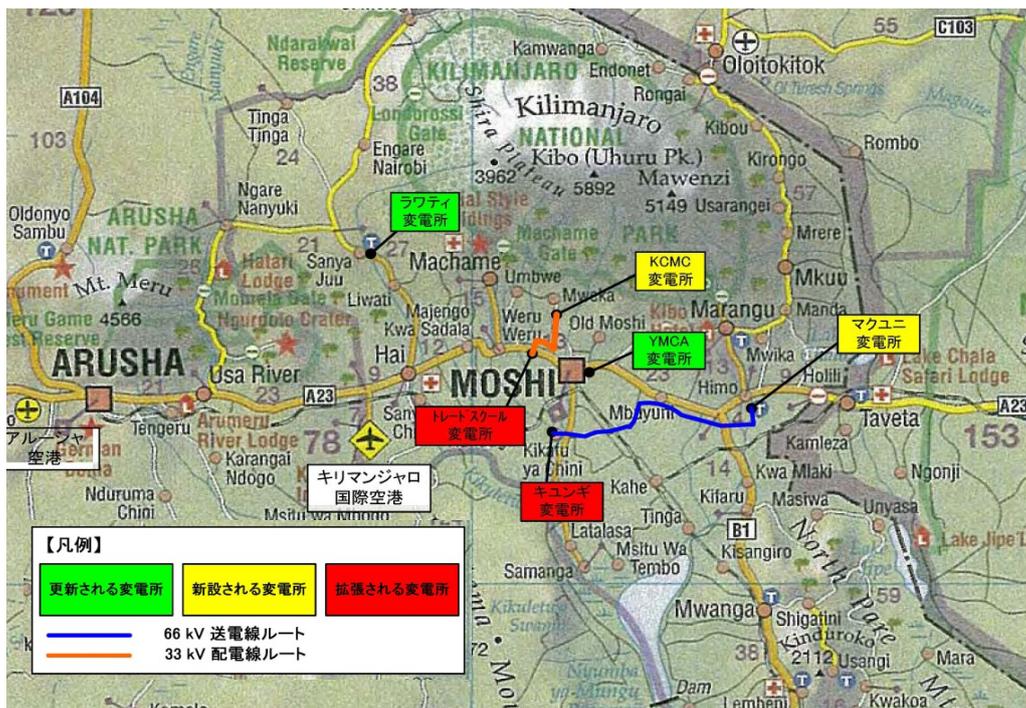
表 2 事業アウトプット (計画/実績)

項目	計画	実績
①変圧器	<ul style="list-style-type: none"> <li>33/11kV 変圧器 (15/17 MVA×1 台、10 MVA×2 台)</li> <li>66/33kV 変圧器 (10 MVA×2 台)</li> <li>132/66kV 変圧器 (20 MVA×1 台)</li> </ul>	計画どおり
②遮断器	<ul style="list-style-type: none"> <li>33kV 及び 11kV 遮断器 (3 カ所)</li> <li>66kV 及び 33kV 遮断器 (1 カ所)</li> <li>132kV 及び 66kV 遮断器 (1 カ所)</li> </ul>	計画どおり
③送配電線	<ul style="list-style-type: none"> <li>66kV 送電線 (キユンギ～マクユニ間 34km)</li> <li>33kV 配電線 (トレードスクール～KCMC<sup>(注1)</sup>間 5km)</li> </ul>	計画どおり
④対象変電所	6カ所 <ul style="list-style-type: none"> <li>YMCA<sup>(注2)</sup> 変電所 (更新)</li> <li>ラワティ変電所 (更新)</li> <li>KCMC<sup>(注1)</sup> 変電所 (新設)</li> <li>トレードスクール変電所 (拡張)</li> <li>マクユニ変電所 (新設)</li> <li>キユンギ変電所 (拡張)</li> </ul>	計画どおり

出所：準備調査報告書、JICA 提供資料

注 1：KCMC: Kilimanjaro Christian Medical Centre

注 2：YMCA: Young Men's Christian Association



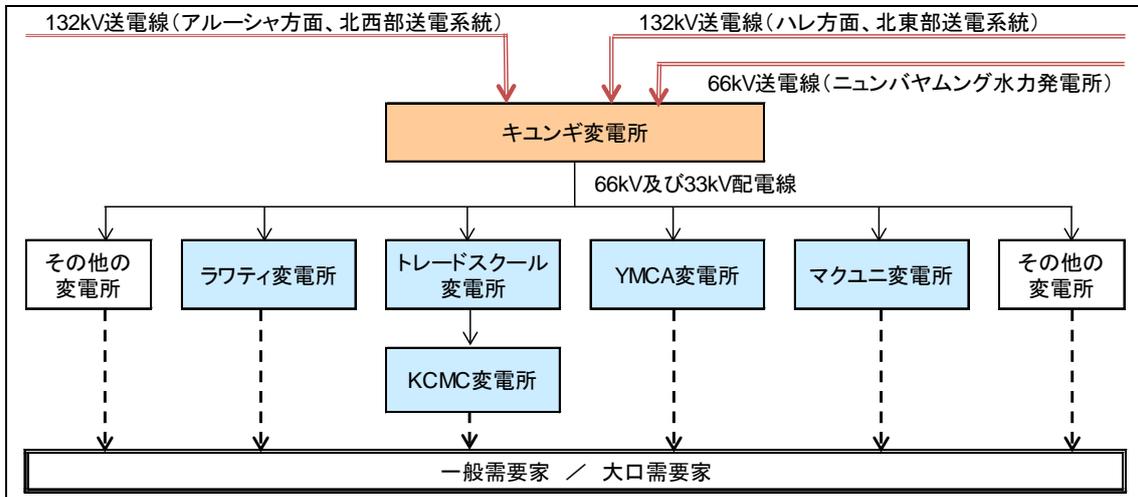
出所：準備調査報告書

図 2 事業サイト

本事業完成後のキリマンジャロ州の送配電系統は、図 3 に示すとおり。キユンギ変電所はキリマンジャロ州における境界変電所<sup>6</sup>であり、基幹送電系統（北西部及び北東部送電系統）及び同州内のニュンバヤング水力発電所から 132kV 及び

<sup>6</sup> 送電系統と配電系統の中間に位置する変電所。

66kV 送電線で送られてきた電気を受電し 33kV に降圧して、キリマンジャロ州内の各配電用変電所（二次変電所）に送電を行っている。



出所：外部評価者作成

図 3 キリマンジャロ州の送配電系統

写真：本事業で整備された変電所及び 66kV 送電線



KCMC 変電所（新設）



YMCA 変電所（更新）



トレードスクール変電所（拡張）



マクユニ変電所（新設）



ラワティ変電所（更新）



キユンギ変電所（拡張）



マクユニ変電所 建屋内



66kV 送電線



キユンギ変電所 建屋内

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

計画事業費は、日本側負担分として 2,500 百万円、タンザニア側負担分<sup>7</sup>として 212 百万円、総事業費 2,712 百万円であった。実績事業費は日本側負担分が 2,092 百万円、タンザニア側負担分が 338 百万円<sup>8</sup>（6,276 百万タンザニア・シリング）、総事業費 2,430 百万円であり計画内に収まった（計画比 89.6%）。日本側負担分の実績事業費が計画事業費を下回った理由は、競争入札の結果、当初見積価格より低い金額で機材調達が可能となったことが挙げられる。なお、タンザニア側負担分事業費の増加の理由については、確認できなかった。

#### 3.2.2.2 事業期間

計画事業期間 22 カ月（2011 年 4 月～2013 年 1 月）に対して、実績事業期間は 24 カ月（2011 年 3 月～2013 年 2 月）であり、若干計画を上回った（計画比 109%）。超過した理由は、タンザニア側負担事項であったキユンギ変電所～マクユニ変電所間の 66kV 送電線の敷設に必要な鉄塔を建てるための機材を運搬するアクセス道路（仮設道路）の整備が遅れたためであった。

以上より、本事業は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。

### 3.3 有効性<sup>9</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

計画時、本事業の定量的効果を測る運用・効果指標として、「供給制限時間」「事故停電時間」「電圧降下率」が設定されていた。本事後評価では、上記に加えて対象変電所における「送電端電力量」及び「最大出力」を追加指標とした。

##### （1）供給制限時間、事故停電時間

事故停電時間については、目標値 190 時間／月（目標年 2016 年）に対して、実績値は 2013 年が 122.2 時間／月、2014 年が 46 時間／月、2015 年が 49.3 時間／月と既に達成している。事故の主な原因は、電柱の倒壊、樹木の倒壊や電線への接触、機材の故障などによるものである（表 3）。TANESCO によると、事故停電時間の大幅な減少は、機材故障に起因する事故が減ったことが大きな要因であり、これには本事業で行った変電所及び送配電施設・機材の更新・新設に加えて、

<sup>7</sup> タンザニア負担分の事業の内容は、①66kV 送電線建設用仮設道路の整備、②33kV 配電線の敷設（マクユニ変電所以降）などである。

<sup>8</sup> 使用為替レート：1 タンザニア・シリング=0.054 円（2011～2013 年の平均為替レート）。出所：International Financial Statistics, IMF。

<sup>9</sup> 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。

TANESCOが老朽化した配電線の更新を継続的に行っていることが貢献しているものと考えられる。

供給制限時間は、「電力供給不足に起因する停電時間で、送配電系統の工事や保守点検等のために一時的に停電を行う修理停止時間（作業停電時間）は含まない」との定義であるが、実施機関で同指標の計測・記録が行われていないため、その達成度を検証することができなかった。一方、事後評価時点で、TANESCOで日常的に計測・記録しているデータは、「計画停電時間」と「計画外停電時間」の二つであり、「計画停電時間」は電力供給不足に起因する停電時間に加えて修理停止時間（作業停電時間）も含んでいるため、供給制限時間の定義と異なるのに対し、「計画外停電時間」は、指標の「事故停電時間」と同義である。

参考のために事業完成年の2013年以降の計画停電時間の推移をみると、2013年が199.6時間/月、2014年が57.1時間/月、2015年が332.4時間/月となっており、2013年から2014年にかけて一時大幅に減少したものの、2015年に大幅に増加した（表4）。TANESCOによるとその要因は、キリマンジャロ州へ送電を行う既存の220kV/132kV基幹送電線の過負荷による負荷制限、及び現在実施中の同基幹送電線の拡張工事による影響などにより、計画停電時間が増えているためである。タンザニアの電力の60%はダルエスサラーム市内及び近郊の火力発電所で発電されており、キリンマンジャロ州、アルーシャ州及びタンガ州などの北部地域は、北西送電系統（ダルエスサラーム～イリング～ドドマ～シンギダ～ババティ～キノゴ）と北東送電系統（ダルエスサラーム～ハレ～サメ～モシ）の2つのルートの220kV/132kV基幹送電線を通じて南部のダルエスサラームから送られてくる電力に大きく依存している（図4）。しかしながら、北西送電系統の一部区間（イリング～ドドマ区間）の220kV基幹送電線の容量が不足しており、それが原因で南部から北部への電力供給が不安定となっている。また現在、円借款「イリング～シニャンガ区間の400kV送電線（全長約667km）の建設<sup>10</sup>が行われており、その工事の影響で一時的に基幹送電線の送電を停止せざるを得ず、このことも2015年に計画停電時間、とりわけ修理停止時間（作業停電時間）が大きく増加した要因となっている。

イリング～シニャンガ区間の送電線の拡張工事は2016年9月には完成予定であり、完成後は、北西送電系統の送電容量も拡張されキリマンジャロ州にもより安定した電力の供給が可能となることが期待されている。

---

<sup>10</sup> 円借款対象は、イリング～シニャンガ区間（全長約667km）のうち、ドドマ～シンギダ区間（全長約217km）である。

表 3 供給制限時間及び事故停電時間

単位：時間／月

指標	基準値	目標値	実績値			
	2010年	2016年	2013年	2014年	2015年	2016年 <sup>(注1)</sup>
	計画時	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
供給制限時間 <sup>(注2)</sup>	159	32	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
事故停電時間 <sup>(注3)</sup>	272	190	122.2	46.0	49.3	39.5

出所：事前評価表、TANESCO 提供資料

注 1：2016年データは1～6月の6カ月。

注 2：電力供給不足に起因する停電時間で、送配電システムの工事や保守点検等のために一時的に停電を行う修理停止時間（作業停電時間）は含まない。

注 3：送配電施設の機械故障や事故等に起因する停電時間。

注 4：事故停電時間の2013～2016年の実績値は、表4の1カ月当りの計画外停電時間の2013～2016年実績値を転記したもの。

表 4 キリマンジャロ州の計画停電時間及び計画外停電時間

	2013年	2014年	2015年	2016年 <sup>(注1)</sup>
①計画停電時間 <sup>(注2)</sup> (時間)				
33kV配電線	1,792	632	1,399	328
11kV配電線	603	53	2,590	728
合計	2,395	685	3,989	1,056
<b>1カ月当りの計画停電時間(時間／月)</b>	<b>199.6</b>	<b>57.1</b>	<b>332.4</b>	<b>176.0</b>
②計画外停電時間 <sup>(注3)</sup> (時間)				
33kV配電線	1,026	409	276	92
11kV配電線	440	143	315	145
合計	1,466	552	591	237
<b>1カ月当りの計画外停電時間(時間／月)</b>	<b>122.2</b>	<b>46.0</b>	<b>49.3</b>	<b>39.5</b>

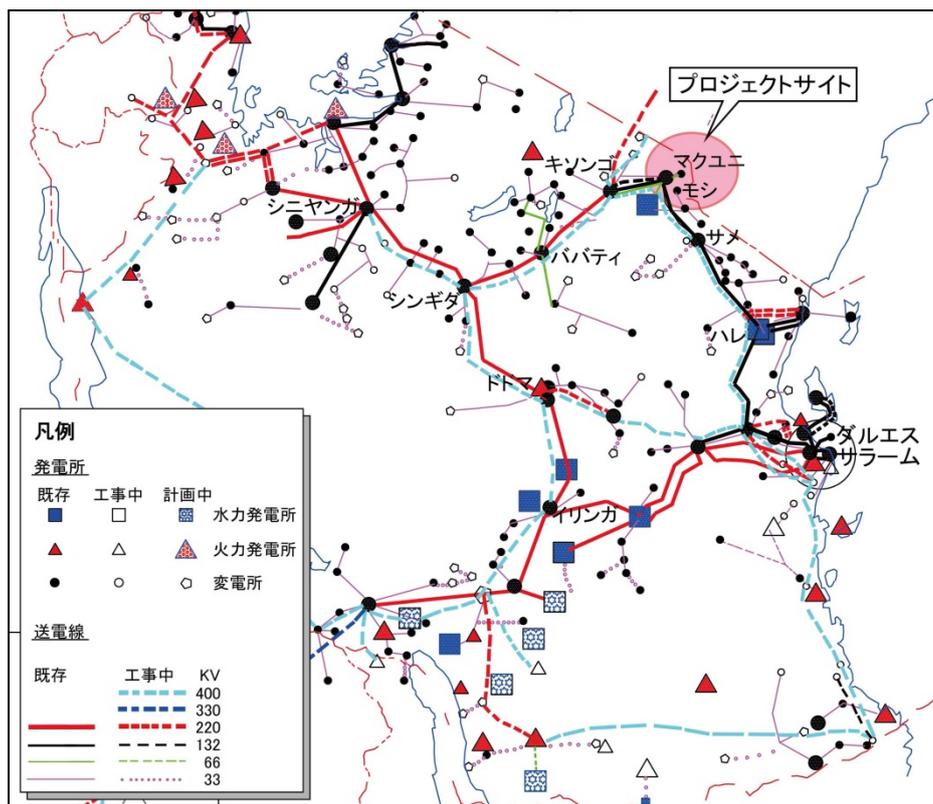
出所：TANESCO 提供資料

注 1：2016年データは1～6月の6カ月。

注 2：事前に用途・日時・地域などを定めて電力の供給を一時停止する停電時間であり、電力会社の計画に基づいて行われる。本表の計画停電には、電力需要が供給力を上回ることが予測される場合に大規模な停電を回避するために行われる輪番停電のほか、送配電システムの工事や保守点検等のために一時的に停電を行う修理停電（作業停電）も含まれる。

注 3：送配電施設の故障や事故等などに起因し、電力会社の計画に基づかない停電時間。

注 4：上記の計画停電時間及び計画外停電時間は、キリマンジャロ州内の各配電線・支線で生じたそれぞれの総和である。



出所：TANESCO 提供資料

図 4 タンザニアの基幹送電系統

## (2) 電圧低下率

電圧低下率については、KCMC 変電所（新設）から電力供給を受ける KCMC 病院、及びマクユニ変電所（新設）の配電地域の一つであるロンボ地区の 2 カ所について、目標値が設定されていた。KCMC 病院における電圧低下率は、2015 年に一旦上昇したが、2016 年実績（1～2 月）では 0% となった。ロンボ地区についても、同様に 2016 年実績では 3.75% まで改善した。上述のとおり 2015 年は例外的な年であることを考慮すると、本指標については 2016 年目標値はほぼ達成される見込みが高いと判断される。

表 5 電圧低下率

指標	基準値	目標値	実績値			
	2010 年	2016 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年 <sup>(注1)</sup>
	計画時	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
電圧低下 (kV) - 11kV 系統 (KCMC 病院)	18% 低下	低下なし	0.0% (11kV=>11kV)	1.8% (11kV=>10.8kV)	4.5% (11kV=>10.5kV)	0.0% (11kV=>11kV)
電圧低下 (kV) - 0.4kV 系統 (ロンボ地区)	16% 低下	5% 低下	7.5% (0.4kV=>0.370kV)	4.5% (0.4kV=>0.382kV)	7.75% (0.4kV=>0.369kV)	3.75% (0.4kV=>0.385kV)

出所：事前評価表、TANESCO 提供資料

注 1：2016 年データは 1～2 月の 2 カ月。

(3) 送電端電力量 (追加指標)

各変電所が需要に対応した電力供給を行っているかどうかを確認するための運用指標である送電端送電量については、各変電所とも2014年に比べて2015年の送電端電力量は下がっている(表6)。この要因は、2015年に計画停電時間が増えたためである。2016年以降は、各変電所でも需要の増加を見込んでいる。

表6 送電端電力量 (追加指標)

単位: kWh

変電所	受電電圧/送出電圧 定格容量 <sup>(注1)</sup>	実績値			
		2013年 事業 完成年	2014年 事業完成 1年後	2015年 事業完成 2年後	2016年 <sup>(注2)</sup> 事業完成 3年後
KCMC(新設)	33kV/11kV 10MVA	N.A.	6,663,025	5,682,520	907,312
マクユニ(新設)	66KV/33kV 20MVA	N.A.	35,700,243	30,446,730	5,912,846
YMCA(更新)	33kV/11kV 17MVA	N.A.	51,669,880	44,066,344	7,860,227
ラワティ(更新) <sup>(注3)</sup>	33kV/11kV 10MVA	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
トレードスクール (拡張)	33kV 送り出しベイ <sup>(注4)</sup>	N.A.	N.A.	28,412,629	4,536,566
キユンギ(拡張)	132KV/66kV 20MVA	N.A.	142,890,663	110,820,449	19,361,025

出所: TANESCO 提供資料

注1: 上記の定格容量は、本事業対象の変圧器の容量を示す。

注2: 2016年データは1~2月の2カ月。

注3: ラワティ変電所には、計測器(デマンドメーター)が設置されていないため、実績データなし。

注4: トレードスクール変電所では変圧は行わず、KCMC変電所のみを送電している。

注5: 本指標に係る基準値(2010年)及び目標値(2016年)は設定されていない。

(4) 最大出力 (追加指標)

各変電所の最大出力は、それぞれの配電対象地区の電力需要家の数及び需要量によって決まるため、変電所ごとに異なる。2014年~2015年の実績をみると基本的に各変電所は、対象地区の最大出力に対応できる設備容量を備えている。マクユニ変電所(新設)及びYMCA変電所(更新)については、各対象地区の需要家数が増えたため最大出力も増加している。本事業により、新たな電力需要に対応できるようになった。KCMC変電所(新設)の配電対象地区は、今後、開発が見込まれる地区であり将来的な電力需要の拡大が期待されている。したがって、2015年時点KCMC変電所の最大出力は設備容量10MVAに対して1.74MVAとそれほど高くはないが、今後、増加が見込まれている。一方、キユンギ変電所(拡張)の最大出力については、既に設備容量20MVAを超えており、更なる拡張が必要となっている<sup>11</sup>(表7)。

<sup>11</sup> 「3.2.1 アウトプット」でも説明してとおり、本事業で実施したキユンギ変電所の拡張(受電

表 7 最大出力（追加指標）

単位：MVA

変電所	受電電圧／送出電圧 定格容量 <sup>(注1)</sup>	実績値			
		2013年	2014年	2015年	2016年 <sup>(注2)</sup>
		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
KCMC(新設)	33kV／11kV 10MVA	N.A.	1.65	1.74	1.40
マクユニ(新設)	66KV／33kV 20MVA	N.A.	8.63	8.91	9.63
YMCA(更新)	33kV／11kV 17MVA	N.A.	8.97	8.60	10.24
ラワティ(更新) <sup>(注3)</sup>	33kV／11kV 10MVA	N.A.	N.A.	NA	NA
トレードスクール (拡張)	33kV 送り出しベイ <sup>(注4)</sup>	N.A.	6.60	6.96	5.58
キユンギ(拡張)	132KV／66kV 20MVA	N.A.	25.02	21.46	20.69

出所：TANESCO 提供資料

注1：上記の定格容量は、本事業対象の変圧器の容量を示す。

注2：2016年データは1～2月の2ヵ月。

注3：ラワティ変電所には、計測器(デマンドメーター)が設置されていないため、実績データなし。

注4：トレードスクール変電所では変圧は行わず、KCMC変電所のみを送電している。

注5：本指標に係る基準値(2010年)及び目標値(2016年)は設定されていない。

### 3.3.2 定性的効果（その他の効果）

#### （1）安定した電力供給

本事業は、キリマンジャロ州の電力供給の安定に効果があったと認められる。とりわけ、本事業で新設したマクユニ変電所から電力供給を受けるロンボ地区の停電時間の減少及び電圧の安定化が著しく改善したことが確認された。同様に、同変電所から給電を受けるヒモ地区、マラング地区の電力供給も安定した。本事業実施前は、キユンギ変電所からボマ・ムブシ変電所を経てロンボ地区に配電が行われており、その配電線は事故点を遮断する開閉装置を有しない1回線が長距離にわたって延伸されていたため、頻繁に事故停止が発生していた。しかし、本事業によりマクユニ変電所が新設され、またキユンギ変電所とマクユニ変電所との間の66kV送電線が敷設された後は、ロンボ地区、ヒモ地区、マラング地区などにより安定した電力供給が行われるようになった。

受益者調査（有効回答数100、一般世帯79、事業者21）<sup>12</sup>の結果でも、本事業実施前後と比較して、実施後に87%が「電圧の安定度が改善した」、88%が「停電

電圧／送出電圧132kV／66kV、定格容量20MVA)及び66kV送電線の建設は、新設したマクユニ変電所へ送電するためのものである。キユンギ変電所全体の容量は受電電圧／送出電圧の区別ごとに、35MVA(132/66kV)(本事業で拡張した20MVAを含む)、20MVA(132/33kV)、20MVA(66/33kV)である。

<sup>12</sup> 受益者調査は、本事業対象6変電所のうち需要家に直接配電を行う4変電所(KCMC、マクユニ、YMCA、ラワティ)の配電対象地区のなかから人口分布、一般世帯／事業者の区分、インフラの整備状況等を考量して、有意抽出により調査ポイント(11カ所)を選び、各調査ポイントにてサンプル

の頻度が減少した」、93%が「事故の頻度が減少した」との回答であった。また74%が現在の電力供給サービスに対して満足以上の回答（非常に満足が7%、満足が67%）であった（表8）。

表8 受益者調査結果（事業効果）

電圧の安定度			停電の頻度		
	回答数	割合(%)		回答数	割合(%)
改善した	87	87	減少した	88	88
変化なし	0	0	変化なし	2	2
悪化した	13	13	増加した	10	10
わからない	0	0	わからない	0	0
計	100	100	計	100	100

事故の頻度 <sup>(注1)</sup>			電力供給サービスに対する満足度 <sup>(注2)</sup>		
	回答数	割合(%)		回答数	割合(%)
減少した	93	93	非常に満足	7	7
変化なし	0	0	満足	67	67
増加した	4	4	あまり満足していない	26	26
わからない	3	3	不満足	0	0
計	100	100	計	100	100

注1：電力火災、漏電、感電、電柱の倒壊、樹木の電線への接触事故などが含まれる。

注2：電力供給サービスに対する満足度とは、電圧、停電、事故等をふまえた電力供給サービス全体としての満足度を示す。

出所：受益者調査結果

電力需要家12カ所（銀行1カ所、製造業2カ所、ホテル2カ所、病院2カ所、学校5カ所）に対するキーインフォーマント・インタビュー<sup>13</sup>でも、本事業実施後の電圧の安定化、停電時間の減少、事故頻度の減少などについて、一定の効果が認識された（電力需要家12カ所については、後述の表11に示すとおり）。事業実施前は、一日のうち長時間にわたって停電したり、特定の地域では場合によっては数日間の間、完全に電力供給がストップすることもあったが、このような状況は本事業実施後に改善された。ただし、需要家のセクターや規模などにより、効果発現に対する認識に温度差がみられた。銀行、ホテル、学校などでは、電力安定化の効果の認識が高い一方、電力消費量の多い製造業については、停電や不安定な電圧は、生産性や生産コストに直接的かつ深刻な影響を与えるため、安定的な電力供給に対する要求レベルは非常に高く、一定の改善は認めるものの、事業実施後においても電力供給の安定性に対して不十分であるとの認識であった。また多くの電子医療機器を使用する病院にとっても、安定的な電力供給は質の高い医療サービスの提供に不可欠であり、本事業実施後、電力供給状況に一定の改

ルを抽出した。変電所の配電対象地区別のサンプル数は、KCMC 変電所が28、マクユニ変電所が33、YMCA 変電所が20、ラワティ変電所が19であった。サンプルの男女の内訳は、一般世帯では男性40、女性39、事業所では男性14、女性7であった。また、事業者の職種は、商店、飲食店、溶接、木材加工、ゲストハウスなどであった。

<sup>13</sup> 重要な情報提供者に対する面談による聞き取り。

善があったもの、引き続き課題があることも指摘された。

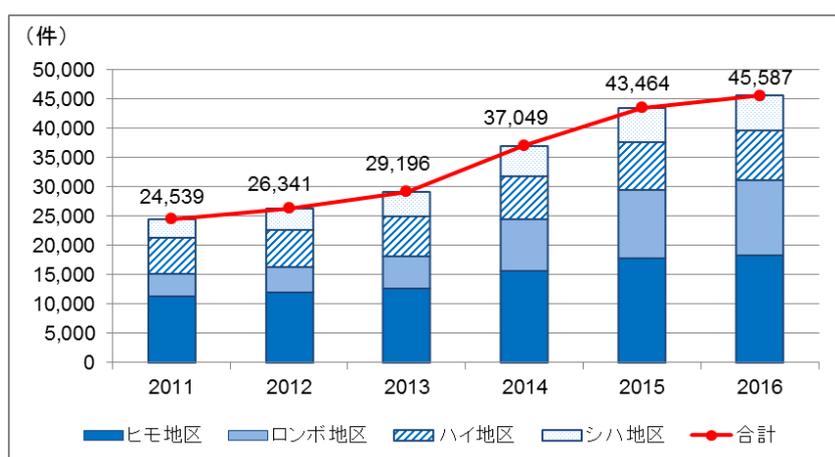
### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

##### (1) 電力需要家数（顧客数）の増加

本事業対象変電所より直接電力供給を受ける地区の電力需要家数（顧客数）は、実施前の 24,539 件（2011 年）から実施後の 45,587 件（2016 年）へと約 1.8 倍に増加した（図 5）。この 5 年間に増加した 21,048 件の需要家は、全て新規の需要家であった。加えて、2016 年 3 月時点で、1,379 件の加入待ちの状態である。

2011 年から 2015 年の 4 年間で、キリマンジャロ州全体の電力需要家数も 46,769 件増加し、同期間の電化率も 6.93% 増加した（表 9）。一方、本事業対象変電所より直接電力供給を受ける地区の需要家数は、2011 年から 2015 年の 4 年間で 18,925 件増加しており、同期間におけるキリマンジャロ州全体の需要家数の増加分の 4 割を占めている。このことから、本事業はキリマンジャロ州における電力需要家数の増加に貢献したと判断できる。



出所：TANESCO 提供資料

注：2016 年の電力需要家数は、2016 年 3 月時点のもの。

図 5 事業対象地区の電力需要家数

表 9 キリマンジャロ州全体の電力需要家数及び電化率

	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
電力需要家数（件）	83,938	87,448	92,654	115,923	130,707
電化率（%）	22.40	22.93	23.86	29.33	32.48

出所：TANESCO 提供資料

## (2) 住民の生活環境の改善

受益者調査の結果では、本事業実施後、回答の 77%が「電化製品の利用頻度が増加した」、86%が「電化製品の故障頻度が減少した」<sup>14</sup>、87%が「夜間の活動が活発になった」と回答した。また、事業者(21名)の71%が、本事業実施後に「営業時間の延長または、操業効率の改善があった」と回答があった。これらのことから、本事業は、事業対象地の住民の生活環境の改善に一定の貢献があったと認められる。

表 10 受益者調査結果 (インパクト)

電化製品の利用頻度			電化製品の故障頻度		
	回答数	割合(%)		回答数	割合(%)
増加した	77	77	減少した	86	86
変化なし	9	9	変化なし	2	2
減少した	13	13	増加した	6	6
わからない	1	1	わからない	6	6
計	100	100	計	100	100

夜間の活動			営業時間の延長／操業効率の改善		
	回答数	割合(%)		回答数	割合(%)
増加した	87	87	増加した	15	71
変化なし	12	12	変化なし	4	19
減少した	0	0	減少した	2	10
わからない	1	1	わからない	0	0
計	100	100	計	21	100

出所：受益者調査結果

## (3) 教育、医療、地元産業等へのインパクト

電力需要家 12カ所(銀行 1カ所、製造業 2カ所、ホテル 2カ所、病院 2カ所、学校 5カ所)に対するキーインフォーマント・インタビューの結果、以下のインパクトが確認された(キーインフォーマント・インタビュー対象者は表 11 に示すとおり)。

<sup>14</sup> 停電時及び復電時には電流や電圧が不安定になり電気製品の故障の原因となる。また、電力使用時に急激な電圧の変動が生じた際も電気製品にダメージを与える。

表 11 キーインフォーマント・インタビュー対象の電力需要家

業種	施設名	地区	変電所
銀行業	NMB Bank Rombo Branch	ロンボ	マクユニ
ホテル業	Lake Chala Hotel	ロンボ	マクユニ
	Nakala Hotel	ヒモ	マクユニ
製造業	飲料	Bella View Fresh Fruits Processing Industry	ロンボ
	皮革	Tanneriz	ヒモ
教育	看護学校	Huruma Institute of Health and Allied Science (全寮制)	ロンボ
	医科大学	Kilimanjaro Christian Medical University (KCMU) College	モシ
	小学校	St. Joseph Primary School (全寮制)	ロンボ
	小学校	Kilingi Primary School	シハ
	中学校	Magnificent Secondary School (全寮制)	シハ
医療	総合病院	Huruma Hospital	ロンボ
	総合病院	KCMC Hospital	モシ

出所：キーインフォーマント・インタビュー結果

### ①学校・病院の安定した運営

#### <学校>

事業実施前は、各学校では長時間かつ頻繁な停電によりパソコン、コピー機、プロジェクターなどの機器の使用ができず、授業や業務に度々支障をきたしていた。特に試験期間中に予期せぬ停電が生じた場合、事務機器が使用できなくなり、予定した試験を中止したり、または延期せざるを得ない事態が頻繁に起こっていた。事業実施後は、そのような状況が改善した。

インタビューを行った学校のうち 3 校は全寮制であったが、そのような全寮制学校では照明が使えないため生徒の夜間の学習ができず、寄宿舎に暮らす生徒の夜間の安全面での不安もあった。また、長時間の停電により冷蔵庫の生鮮食料品が傷み、使用できなくなることもあった。事業実施後は、そのような問題も改善した。とりわけ電力供給の安定性の向上により、夜間の学習が可能となり、生徒の成績の向上にもつながったとのことである。代表的な好事例としては、マグニフィカント中学校の例が挙げられる。同校では、夜の照明が使用できるようになったことで、夜間の生徒の学習や補習事業を行うことが可能となり、その結果、生徒の成績も上がった。例えば 2011 年に入学した生徒（1 年次）の成績は、2012 年の全国共通テストではあまり良い成績ではなかったが、2013 年以降に夜間学習を始めてから成績が上がり、2015 年の全国共通テストでは 2011 年入学組（5 年次）の生徒が全国で 5 位（キリマンジャロ州では 1 位）の成績を収めることができた。学校側によると、このことには、昼と夜の両方で生徒が学習ができる教育環境が整ったことが大きく影響しているとの認識であった。

また KCMC 医療大学は、情報通信技術（ICT）に基づく教育を行っており、同大学では数百台のパソコンを始め多くの ICT 関連機器を使っていた。そのためには安定的な電力の確保が前提条件であり、同大学では大学に必要な電気の 25% を賄える大型の自家発電機、UPS、電圧調整器などの設備を備えており、そのために

多額の維持管理費用がかかっていた。同大学によると、2013年以降の電力供給の安定化が進んだことにより、発電費用、電気機器の修理やスペアパーツを含む維持管理費用が低下したとのことであった。

#### <病院>

KCMC 病院やフラマ郡病院は、地域の総合病院であり、そこでは多くのデリケートな電子医療機器や検査機器を使用しており、またバックアップ用の自家発電設備も備えられている。しかしながら、本事業実施以前は、頻繁な停電や急激な電圧の変化により医療機器や検査機器の使用や医療サービスの提供に支障をきたすことが少なからず生じていた。ICU や手術室など重要性や緊急性が高い施設については、停電の場合でも優先的に自家発電により対応していたが、一方、通常の診察・検査業務などは、停電の影響を受けた。例えば、停電が生じると X 線検査、試験室での検査、会計作業、カルテ記録などの業務ができなくなり、その間、患者を待たせなければならなかった。また、ダメージを受けた医療機器の修理代、自家発電機の燃料費、停電により中断された事務作業を行うための職員の時間外労働に伴う人件費など、様々な費用が生じた。さらに、業務のスピードも落ちるため、医療サービスに対する患者の満足度の低下などの影響もあった。

2013年以降は、電力も安定し、停電の頻度及び時間も減り、医療機器のダメージの頻度や自家発電費用の減少など、一定の維持管理費用の節減効果は認められた。また停電による業務の中断も減り、医療サービスの効率化にも一定の改善があった。ただし、電力供給の問題が完全には解消されたわけではなく、引き続き課題が残るとの認識であった。

## ②地元産業の生産性・サービスの向上

### <製造業>

製造業は他の産業と比べて大量の電力を消費しており、不安定な電力供給は生産性に直接的な大きなマイナス要因となる。インタビューを行った製造業 2 社も、本事業実施前は、頻繁な停電と不安定な電圧により、製造ラインが停止する事態もしばしば発生し、製造機器にもダメージを与えた。例えば、**Bella View Fresh Fruits Processing Industry**（飲料メーカー）では、予告なしに頻繁に停電が発生し、その度に製造ラインが停止したため、製造過程にあるフルーツジュースを廃棄せざるを得ないこともあった。また、製造ラインを停止する場合は、決められた手順で行う必要があるが、突然の停電による製造ラインの強制停止により、設備やシステムがダメージを受けることもあった。頻繁な停電は、工場の生産性や生産量にマイナスの影響を与えるだけでなく、自家発電機の燃料費やダメージを受けた機器の修理など維持管理費用など追加的な費用が発生し、財政的にも大きな負担となっていた。

製造業 2 社によると、2013 年以降は、電圧も安定し停電の頻度が減ったことにより、生産性の向上や維持管理費用の減少に一定の効果は認められるとのことである。一方で、電力供給の問題が完全には解消されたわけではなく、引き続き課題が残るとの認識であった。

#### <ホテル>

ホテル 2 社の場合も、事業実施前は、頻繁な停電と不安定な電圧により、水汲み電動ポンプ、冷蔵庫などの家電製品、照明、給湯施設などの使用に度々支障が生じ、宿泊客に対する十分なサービスの提供が難しく、宿泊客からの苦情も多かった。また自家発電機の燃料費や故障した電化製品の修理費用など維持管理費用も負担となっていた。

2013 年以降は、電力供給も安定し、上記の問題は改善され、ホテルのサービスの質の向上にもつながった。

#### (4) キーインフォーマント・インタビュー及び受益者調査から抽出された課題

キーインフォーマント・インタビュー及び受益者調査の結果より、下記の共通する課題が明らかになった。

#### 計画停電の情報伝達方法

TANESCO では、計画停電の場所や日時などの情報を、一般電力需要家（一般ユーザー）に対してテレビ、ラジオ、新聞、TANESCO ウェブサイト等を通じて提供している。大口電力需要家に対しては、これに加えて TANESCO より個別に連絡し告知している。しかしながら、一般電力需要家からは既存の情報伝達方法では不十分であり、アクセスし易く正確な最新情報が得られるように情報伝達方法の改善を求める要望が高かった。また、一部の大口需要家は、TANESCO からの個別連絡を受けていないものもあり、個別連絡の方法についても改善の余地があることが分かった。

#### カスタマーケア

大口需要家からは、TANESCO と顧客との間のコミュニケーションの向上やカスタマーケアの充実に対する要望が高かった。大口需要家は、TANESCO に対して安定的な電力供給を望むのはもちろんであるが、電力分野の専門家としての TANESCO の技術力に信頼を寄せており、例えば、施設の拡張を行う際に必要な電気施設の規格や設計に対する助言、事業所の専用変圧器を設置する際の技術的支援など、技術的なサービスを望む声も多かった。また、大口需要家の場合、電力料金の支払いに関して内部手続きに時間を要する場合もあり、電力料金の支払期限への柔軟な対応や支払い方法に関する相談受付を望む声もあった。

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 自然環境へのインパクト

本事業は変電所及び送配電施設用機材を更新・新設する案件であり、森林伐採、用地取得等、環境社会への望ましくない影響が考えられるとの理由から、「JICA 環境社会配慮ガイドライン(2004)」においてカテゴリ B に分類されていた。一方、本事業は変電所及び送配電線の 신설・改修を行う案件であり、大気、水質、騒音等の重大な影響は予見されていなかった。本事業にかかる環境影響評価 (EIA) 報告書は、2011 年 6 月にタンザニア政府より承認を受けた。

事業実施中の環境モニタリングについては、コンサルタントが提出する環境モニタリング報告書を TANESCO がレビューし、また TANESCO 職員が定期的に事業サイトを訪問するなどして行われた。本事業の実施に伴う自然環境へのマイナスのインパクトは確認されなかった。また TANESCO によると完成後の自然環境へのマイナスのインパクトは報告されていない。

#### (2) 住民移転・用地取得

新設されるマクユニ変電所の用地として 11,398m<sup>2</sup> (農地) 及び 66kV 送電線用地とアクセス道路用地として 654,000m<sup>2</sup> (農地) の用地取得が計画されていた。用地取得面積は計画どおりであり、土地所有者との補償交渉及び補償金の支払い等の一連の用地取得手続きはタンザニア土地法に則り適切に実施された。住民移転は発生しなかった。実施機関によると、用地取得後に住民等から苦情を受けたとの報告はなかった。

上述の結果をまとめると、運用・効果指標の「事故停電時間」及び「電圧低下率」については、それぞれ目標を達した。ただし「供給制限時間」については実施機関がデータの計測・記録を行っておらず、実績値を入手できなかったため、達成度の分析ができなかった。受益者調査の結果からも地元住民の 8 割以上が、本事業実施前後と比較して、「電圧の安定度が改善した」「停電の頻度が減少した」「事故の頻度が減少した」と認識し、74%が現在の電力供給サービスに対して満足以上の回答であった。このことから、本事業が目指したキリマンジャロ州における安定した電力供給は、実現していると判断される。また、電力需要家数の増加、住民の生活環境の改善、学校・病院の安定した運営、地元産業の生産性・サービスの向上などに対して、一定のプラスのインパクトも認められた。

以上より、本事業の実施によりおおむね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。

### 3.5 持続性（レーティング：②）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業施設の運営・維持管理機関は、TANESCO である。2016 年 3 月現在、TANESCO の職員数（正規職員）は 6,591 人（男性 5,263 人、女性 1,328 人）である。

TANESCO は、全国を 7 つのゾーンに分けて各ゾーンの支所がそれぞれの管轄地域の送配電網の運営・維持管理に責任を持つ体制を敷いている。キリンマンジャロ州は北部ゾーン<sup>15</sup>に属する。本事業対象施設の現場レベルでの運営・維持管理は、北部ゾーン（北部支所）のキリンマンジャロ州事務所長が責任を持つ。キリンマンジャロ州における本事業対象の各施設の運営・維持管理担当部署は表 12 のとおり。

マクユニ及びキユンギ変電所は 24 時間体制で職員が常駐する有人変電所である一方、YMCA 変電所、KCMC 変電所、ラワティ変電所、トレードスクール変電所の 4 カ所については無人変電所のため、キリンマンジャロ州事務所及びハイ事務所の職員が毎日各変電所を巡回して維持管理にあたっている。キリンマンジャロ州の運営・維持管理担当部署の体制及び人員ともに問題はない。TANESCO の組織図は、図 6 に示すとおり。

表 12 本事業施設の運営・維持管理の体制

担当部署	担当施設	職員数
キリンマンジャロ州事務所	YMCA 変電所、KCMC 変電所、トレードスクール変電所（無人変電所）、66kV 送電線及び 33kV 配電線	10 名
ハイ事務所	ラワティ変電所（無人変電所）	4 名
マクユニ変電所	マクユニ変電所	4 名
キユンギ変電所	キユンギ変電所	8 名

出所：TANESCO

2014 年にタンザニア政府により閣議決定された「電力産業プログラム及びロードマップ」によると、2017 年までに TANESCO 本体から発電部門を分離し、その後、配電部門の分離、さらに配電部門を地域別子会社（現在の各ゾーン支所）へ分離することが記載されている。この政府の方針に沿って、現在、TANESCO では、人事や予算など権限を本社から各ゾーン支所に移譲するなど機構改革を進めている。ただし、本事業施設の運営維持管理は、この機構改革後も引き続き北部支所が担うことになる。

よって、運営・維持管理の体制面に問題は認められない。

<sup>15</sup> 北部ゾーンは、キリンマンジャロ州、アルーシャ州及びタンガ州を含む。

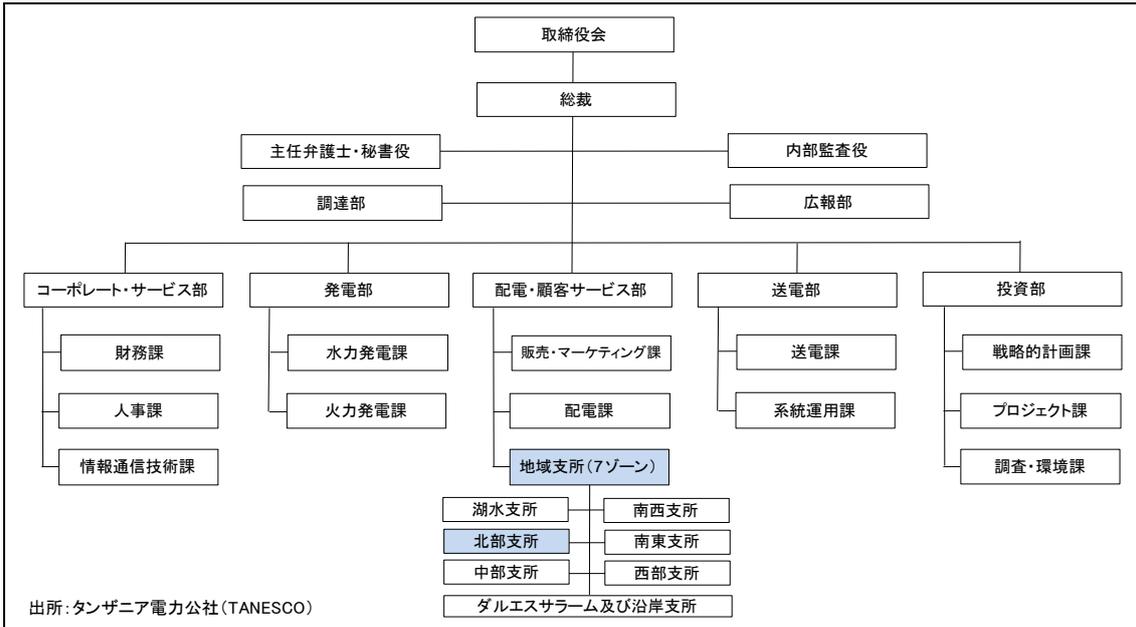


図 6 TANESCO の組織図

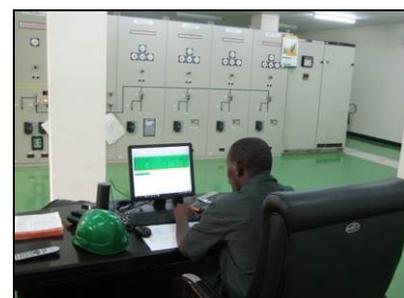
### 3.5.2 運営・維持管理の技術

事業期間中の 2013 年 1 月 17 日～2 月 5 日、TANESCO 技術職員 11 名に対し、本無償事業の機材調達・据付けを行った本邦企業より調達機材の操作・維持管理に係る OJT<sup>16</sup>が実施された。また、TANESCO 技術研修校 (Technical Training School: TTS) をカウンターパートとして、JICA 技術協力「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～2014 年) が実施され、TTS の配変電施設向けの研修システムの開発、業務効率改善 (Quality Management: QM) 活動の導入などが行われ、TANESCO の人材育成システムの改善が行われた<sup>17</sup>。

上記技術協力プロジェクトの成果を踏まえ、TTS では職員を対象とした研修を毎年実施しており、2015 年には技術及び非技術職員 2,000 人を対象に研修を行った。研修プログラムは、例え



TTS での職員研修の様子



変電所職員による施設の稼働状況のモニタリングの様子(マクユニ変電所)

<sup>16</sup> OJT: On-the-Job Training (職場内訓練・研修)。

<sup>17</sup> 同技術協力プロジェクトでは、①TANESCO 技術研修校 (TTS) における配電および変電施設向けの研修システムの開発、②TTS における配電および変電設備の電気職、技能職およびエンジニアへの研修の実施、③TANESCO への品質管理活動 (Quality Control: QC) の導入、④配電および変電設備の維持管理業務のモデルの確立、⑤配電及び変電設備の運営・維持管理の技術業務手順の標準化などの支援が行われた。

ば、配電線の維持管理研修、送電系統運用研修（変電所職員）、災害対応研修、新人研修（電気技術に係る一般研修）、安全研修などである。

また、TTSでは、毎年1回、各州に評価チームを派遣し、TTSの研修受講者が研修で得た知識や技術を現場で実践しているかどうか、研修結果のモニタリング評価を行っている。上記のモニタリング評価の結果は、研修プログラムの改善へ反映されるとともに、オペレーションやマネジメントへの改善にも役立てられる。現在、TANESCOには20人の5Sファシリテーター<sup>18</sup>がおり、全ての部門に配置されている。さらにTANESCOでは、職位レベルごとに職員の業績評価制度があり、定期的に職員の業績評価も行っている。

加えて、キリマンジャロ州事務所では、全職員が5S研修を含むTTSの研修を受けており、現場ではOJTによる技術者（エンジニア）から技術員（テクニシャン）及び技能工（アルチザン）への指導も行っている。キリマンジャロ州事務所にも数名の5Sファシリテーターがおり、他の職員による5S実践の監督・指導を行っている。キリマンジャロ州事務所長によると、JICA技術協力プロジェクトにより5Sが導入されたことにより、職場環境の改善や仕事の効率化が進み、安全性とリスクに対する職員の理解度も増したとのことである。運営・維持管理マニュアルも現場で活用されている。

これまで事業施設は問題なく稼働・維持管理がなされており、運営・維持管理の技術面に問題は認められない。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

2011年度～2013年度までの3年間の財務報告書は入手できたが、本事後評価時点では、2014年度以降の財務報告書はTANESCOの取締役会の正式な承認を受けていないため入手できなかった<sup>19</sup>。そのため、2014年度以降のTANESCOの財務状況については、本事後評価では十分な分析ができてない。

TANESCOの2011年度～2013年の損益計算書は表13のとおり。タンザニアでは政策上の配慮から電力料金が低く設定され、コストリカバリー水準を満たした電力料金設定となっていないため、TANESCOの財務は営業収入が販売費用を下回るという構造的な問題を抱えている。タンザニア政府は、TANESCOに対する政府補助金の付与および法人税の払い戻しなどを行ってはいるものの、2011年度～

<sup>18</sup> 5Sファシリテーターは、TANESCO本部及び各地域事務所において、5S活動の普及・促進を行う役割を担う。5Sは日本語の「整理」「整頓」「清掃」「清潔」「しつけ」を基にした目標達成のための業務環境向上5原則。

<sup>19</sup> 本事後評価時点では、2014年度の財務報告書（財務諸表を含む）は完成済みであるが、2015年12月に発足した新政権により、2016年1月にTANESCOの取締役会が解散された。その時点で2014年度の財務報告書は取締役会の正式承認を受けていなかった。その後、新メンバーによる取締役会が2016年6月に発足したものの、財務報告書は未だ正式承認を受けていない。なお、2014年にタンザニア政府の会計年度が変更されたことに伴い、TANESCOの会計年度についても、従来の1月～12月から7月～6月に変更となった。そのため2014年度の財務報告書は、例外的に2014年1月～2015年6月（18カ月）となっている。

2013年の期間、経常利益は赤字が続いている。とりわけ2011年以降、増加する累積赤字が問題となっており、2013年度末での累積赤字額は1,450,380百万タンザニア・シリング（約687億円<sup>20</sup>）に膨らんだ。これは、①2011年の渇水による水力発電の不足により、緊急電源として民間（独立電力事業者）から電力を購入したため追加的費用が増えたこと、また水力発電の発電不足を補うために火力発電による発電量を拡大したたその燃料費が上昇したこと、②外国為替相場の変動により機材購入費用が高騰したことなどが大きな要因と言われている。2011年の渇水による電力不足と緊急電源開発を受けて、これまで大幅な電力料金の値上げがあったが、2015年12月に発足した新政権の政策により、2016年4月より若干の電力料金の値下げが行われた（値下げ幅は1%以下の小幅）。しかしながら、現在でも引き続き収入が費用を下回る状況にある。

表 13 TANESCO の財務状況（2011年～2013年）

単位：百万タンザニア・シリング

	2011	2012	2013
<b>&lt;損益計算書&gt;</b>			
①営業収入	545,658	820,436	933,525
②販売費用	△753,397	△1,162,437	△1,417,515
③粗利益（損失）（①－②）	△207,739	△342,001	△483,990
④その他収入 （うち政府補助金）	279,331 (171,134)	299,389 (185,903)	325,974 (225,301)
⑤営業支出	106,277	130,956	228,637
⑥営業純益（損失）（③＋④－⑤）	△34,685	△173,568	△386,653
⑦利子収入	3,423	1,419	4,335
⑧財務費用	44,949	51,934	85,386
⑨税引き前利益（損失）（⑥＋⑦－⑧）	△76,211	△224,083	△467,704
⑩法人税（払い戻し）	△32,784	△45,629	-
⑪その他包括利益	78	1,055	-
⑫当期利益（損失）（⑨－⑩＋⑪）	△43,349	△177,399	△467,704
<b>&lt;貸借対照表&gt;</b>			
固定資産	2,488,213	2,735,329	3,142,107
流動資産	425,134	583,511	631,755
資産合計	2,913,347	3,318,840	3,773,862
資本・準備金 （うち繰越利益剰余金）	1,195,708 (△804,222)	1,020,279 (△982,676)	750,571 (△1,450,380)
長期負債	1,042,671	1,090,594	2,101,848
流動負債	674,968	1,207,967	921,443
資本・負債合計	2,913,347	3,318,840	3,773,862

出所：TANESCO Financial Report 2012-2013

<sup>20</sup> 使用為替レート：1タンザニア・シリング＝0.0474円（タンザニア中央銀行2016年8月1日付外国為替レート中値）。

TANESCO によると、2014 年度は政府からの補助金に加えて、顧客数の増加に伴う売り上げの増加、電力の不足分を補うための民間からの電力購入契約の終了などもあり、累積赤字は 1,000,000 百万タンザニア・シリング（約 47 億円）まで減少した。TANESCO では、更なる財務能力の強化に向けて、①顧客数の増加、②プリペイド式料金徴収システムの導入などにより歳入の強化、③コストの安い国内ガスを使ったガス火力発電の増加、④発電能力の増強（142MW の増加）、⑤変電所の増設・拡張による送配電ロスの減少と効率化、などを行っていく方針である。

TANESCO の年間事業計画である Corporate Business Plan 2015 (2014 年 12 月作成) によると、2014 年度は 25,358 百万タンザニア・シリング（約 12 億円）の赤字（推定）、2015 年度には 25,215 百万タンザニア・シリング（約 12 億円）の単年度黒字を想定している。表 14 はタンザニアの電力セクターの状況（2011 年～2015 年）を示したものであるが、タンザニア全体の発電量、世帯電化率も継続して増え、一方で送配電ロスも 2015 年には 17.47%まで改善した。電力料金回収率も約 97%と高い水準を保っている。このような電力セクターの改善が今後も継続すれば、TANESCO の単年度黒字の実現可能性も高まると思われる。

表 14 タンザニアの電力セクター状況

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
1. 発電設備容量(MW) (注1)	1,271	1,438	1,501	1,226	1,516
2. 総発電量(GWh) (注1)	5,050	5,535	5,758	6,029	6,195
3. ピーク時電力需要/供給					
a) ピーク時電力需要(MW)	920	937	945	957	1,083
b) ピーク時電力供給(MW)	829	851	990	935	988
c) ピーク時電力需給ギャップ(MW)	-91	-86	45	-22	-95
4. 電力損失					
a) 送電ロス(%)	6.14	6.11	6.20	6.13	6.20
b) 配電ロス(%)	14.9	13.96	13.14	12.62	11.27
c) 送配電ロス	21.04	20.07	19.34	18.75	17.47
5. 世帯電化率(%)	17.17	18.77	24.10	27.44	31.00
6. 電力料金回収率(%)	94.49	95.16	98.59	97.34	96.57

出所：TANESCO 提供資料

注 1：発電設備容量及び総発電量は、民間の独立系発電事業者（IPP）及び緊急電力発電施設（EPP）による発電量も含む。

注 2：2014 年に発電設備容量が一時的に減少したのは、同年に一部の EPP を廃止したためである。一方、増加する電力需要に対応するため 2015 年に新たな IPP が稼働を開始した。

表 15 は TANESCO 全体の維持管理費及び本事業施設の維持管理費を示す。TANESCO では、本事業施設の維持管理費（施設の修理や部品の交換等の費用）として年間 80 百万タンザニア・シリング（約 380 万円）を計上しているが、現在までのところ事業対象変電所及び送配電線では大きな事故や故障が生じておらず、

施設の修理や部品の交換等の費用<sup>21</sup>は発生していないとのことである。TANESCOは、将来、施設の修理等が生じた場合は、そのための必要な予算措置を講じるとしている。

表 15 維持管理予算

単位：千タンザニア・シリング

	2013年		2014年		2015年	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績
TANESCO全体	1,079,543	464,203	187,451	76,855	1,237,010	630,875
本事業施設	80,000	0	80,000	0	80,000	0

出所：TANESCO 提供資料

以上より、本事業対象施設の維持管理費用については、毎年一定の維持管理予算が確保されている。また、TANESCO 全体の財務状況については、近年、発電容量や顧客数の増加、送配電ロスの減少、電力料金回収率の改善などにより、状況の改善の傾向がみられる。一方、2013 年度末の累積赤字額は、1,450,380 百万タンザニア・シリングに達しており 2011 年度～2013 年度の単年度収支も赤字である。2014 年度以降の財務諸表は入手が困難であったため、エビデンスに基づく直近 2 年間の財務状況の分析が困難であり、財務面での持続性の見通しが不明である。よって、維持管理の財務面には、一部問題があると判断する。

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

キリマンジャロ州事務所では、変電所、66kV 送電線及び 33kV 配電線について、所定のスケジュールに従い日常点検、定期保守、予防保守を実施している。TANESCO には全国 7 つの各ゾーンにワークショップが 1 カ所設置されている。キリマンジャロ州が属する北部ゾーン（北部支所）の本部及びワークショップは、タンガ州の州都タンガにあり、そのワークショップに本事業変電所のスペアパーツが保管されており、必要に応じて供給を受ける体制となっている。本事業対象施設は、事業完成から事後評価時点まで、良好な状態に保たれており、大きな事故や故障も発生していない。

よって、運営・維持管理の状況は、問題は認められない。

以上より、本事業の運営・維持管理は財務状況に一部問題があり、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>21</sup> 「3.5.4 運営・維持管理の状況」に記載のとおり、本事業変電所のスペアパーツはタンガ州ワークショップに保管されており、現在までのところ新たなスペアパーツの購入は発生していない。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は、タンザニア北東部のキリマンジャロ州の州都モシ市周辺地域において、変電所及び送配電施設機材を更新・新設することにより、同地域の住民に対し安定した電力供給を図り、もって同地域における経済・社会活動の活発化に寄与することを目指した。

本事業は、計画時及び事後評価時の両時点におけるタンザニア政府の開発政策及びキリマンジャロ州における開発ニーズと整合しており、また計画時の日本の対タンザニア援助政策にも合致していることから、妥当性は高い。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。事業効果については、「事故停電時間の減少」及び「電圧の安定」については、それぞれ目標を達成した。また受益者調査の結果からも事業実施後における「電圧の安定度の改善」「停電頻度の減少」「事故頻度の減少」などの効果が確認された。ただし「供給制限時間の減少」については実績データの入手ができなかったため、達成度は確認できなかった。さらに、電力需要家数（顧客数）の増加、住民の生活環境の改善、学校・病院の安定した運営、地元産業の生産性・サービスの向上などに対して、一定のプラスのインパクトが認められた。このことから、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理における体制、技術、についての問題はみられないが、実施機関の財務状況に一部問題があることから、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関への提言

##### (1) 計画停電に関する情報伝達方法の改善

一般電力需要家（一般利用者）への計画停電に関する情報伝達は、テレビ、ラジオ、新聞、TANESCO ウェブサイト等を通じて行われており、これに加えて、大口電力需要家や公共施設などに対しては、TANESCO より個別に連絡を行う方法がとられている。しかしながら、受益者調査の結果、一般電力需要家の間では、現行のメディア等を通じた情報伝達方法では不十分であり、正確かつ迅速でアクセスのし易い情報伝達方法の改善を求める要望が多かった。また、キーインフォーマント・インタビューでは、TANESCO より計画停電に関する事前の連絡を受けていない大口需要家や公共施設もあることも分かった。

現在、TANESCO では、顧客の携帯電話に SMS/テキストメールで情報発信するシステムを開発中であり、2016 年末には同システムを使ったサービスを開始する予定である。TANESCO には、この新しいサービスを活用して、電気利用者に対する正確かつ迅速な計画停電の情報提供の改善に努めることが求められる。また個別連絡の対象となる大口需要家や公共施設については、顧客情報の更新や連絡方

法の再確認を行うことを提言する。

#### (2) カスタマー・ケアの拡充

関係者インタビューの結果、顧客は TANESCO に対して、安定的な電力供給以外にも、電力分野の専門家としての TANESCO の技術力に信頼を寄せており、施設の拡張を行う際に必要な電気施設の規格や設計に対する助言、事業所の専用変圧器を設置する際の技術的支援・助言、電力料金支払い方法に関する相談など、TANESCO と顧客との間のコミュニケーションの向上やカスタマーケアの充実に對する要望が高かった。TANESCO は、各地域事務所レベルで大口需要家や公共施設との定期的な会合（ステークホルダーミーティング）を設けているが、そのような場を積極的に利用して、顧客とのコミュニケーションの機会を増やし、顧客のニーズや要望を把握し、業務やサービスの改善に役立てる努力を行うことを提言する。

#### 4.2.2 JICA への提言

なし。

### 4.3 教訓

#### 実施機関が測定可能な運用・効果指標の設定

本事業では、計画時に運用・効果指標のひとつとして「供給制限時間」が設定されていた。しかしながら、この指標は、実施機関が定期的に計測・記録している運用データではなかったため、本事後評価において同指標の達成度を検証することが困難であった。将来の類似案件において、運用・効果指標を設定する際には、実施機関が測定、収集可能なデータを指標として設定することが重要である。

#### 技術協力プロジェクトとの効果的・効率的な連携

本事業と並行して、技術協力プロジェクト「効率的な送配電系統のための能力開発プロジェクト」（2009年～2016年）が実施され、TANESCO 技術研修校（TTS）の配電施設向けの研修システムの開発、業務効率改善（QM）活動の導入などが行われ、TANESCO の人材育成システムの改善が行われた。この成果は、本事業施設の運営・維持管理を担当するキリンマンジャロ州事務所のスタッフの技術の向上にも寄与していた。例えば、キリンマンジャロ州事務所にも TTS で 5S 研修を受けた数名の 5S ファシリテーターが配置されており、他のスタッフの 5S の監督・指導を行うなど、業務やサービスの品質向上に役立っている。JICA は、本事業の他にも無償資金協力「第2次オイスターベイ送配電施設強化計画」（2009年～2011年）、同「ダルエスサラーム送配電網強化計画」（2014年～2018年）、円借款「イリンガーシニャンガ基幹送電線強化事業」（2010年～実施中）、同「ケニアータンザニア連系送電線事業」（2016年～

実施中) など TANESCO を実施機関とする送配電セクター開発プロジェクトを実施済みまたは実施中である。このことから、実施機関の人材育成システムを支援する技術協力プロジェクトは、関連する我が国の送配電セクター開発プロジェクトの持続性を高めるうえで、重要な役割を果たしていると思われる。

このことから、インフラ整備や機材供与を目的とする事業において、実施機関の運営・維持管理能力に課題が見られる場合には、無償・有償資金協力とともに、人材育成など実施機関の運営・維持管理能力の向上に資する技術協力を組み合わせた支援を行うことにより、事業の有効性及び持続性の向上が期待できる。

以上