

0. 要旨

本事業は、タンザニアにあるザンジバルのウングジャ島において、変電所及び配電施設用機材を更新・新設することにより、ウングジャ島の住民に対する電力供給の安定性向上を図ることを目的とした事業である。これにより、ザンジバルにおける経済・社会活動の活発化にも寄与することをめざした。

本事業は、計画時及び事後評価時の両時点におけるザンジバル政府の開発政策及びザンジバル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おり、妥当性は高い。事業効果についても、電力供給設備容量の増加や電圧降下の減少、事故停電時間の減少、配電損失の減少などを達成したことにより、住民側で停電頻度・時間の減少、電圧の安定性向上などの効果があったことが確認され、ウングジャ島における電力供給の安定性向上は図られたといえる。加えて、事業完了後、ザンジバルにおける経済活動は活発化しており、住民の生活環境改善などの効果もみられ、本事業による貢献が確認されることから、有効性・インパクトは高い。本事業の事業費及び事業期間とも計画どおりであり、アウトプットも計画どおりに産出され、効率性も高い。事業完了後、更新・新設された変電所及び配電線の運営・維持管理状況、実施機関の運営・維持管理における体制面や技術面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、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



新設されたウェレゾ変電所(33/11kV)
の主変圧器

1.1 事業の背景

ザンジバルはタンザニア本土の東、アフリカ東海岸のインド洋上に位置し、最大のウングジャ島、ペンバ島の二つの主要な島と周辺の小さな島々から成る地域である。ザンジバルはタンザニア連合共和国に属するが、強い自治権を持つザンジバル革命政府（以下、「ザンジバル政府」という。）により統治されており、世界文化遺産に登録されているウングジャ島のストーンタウンやマリニリゾートを擁し、訪れる外国人観光客数も多く、観光が主要産業となっている。

ザンジバルには発電所はなく¹、電力はタンザニア本土から 132kV 海底ケーブルを通じて供給されている²。海底ケーブルにより供給された電力は、132kV 送電線によりウングジャ島の中心市街地であるザンジバルシティ近くに所在するムトニ変電所に送られ、同変電所において 33kV 及び 11kV に電圧が降圧され、さらに島全体に配電されている。しかしながら、これらの設備に電力を供給する 132kV 変電設備及び 33kV 配電線網は 1970～80 年代にかけて整備されて以来、一度も更新されておらず、設備の老朽化が進んでいた。加えて、本事業の計画時、海底ケーブルの送電容量が約 45MW であるのに対しザンジバルの最大需要電力は約 40MW で飽和状態にあり、既存変電所は過負荷運転を強いられ、ため停電の頻発や電圧降下等が生じ問題となっていた。

このような状況から、ザンジバル政府は国際社会に協力を求めた結果、米国のミレニアム・チャレンジ公社³（Millennium Challenge Corporation、以下、「MCC」という。）の支援により、タンザニア本土とウングジャ島を結ぶ 132kV 送電線の改修プロジェクトが 2010 年から進められることになった。同プロジェクトの実施機関である Millennium Challenge Account Tanzania Project（以下、「MCA-T プロジェクト」という。）が 132kV 送電設備及び既設ムトニ変電所内の 132/33kV 変電設備の整備を行い、33kV 配電線の整備についてはザンジバル電力公社（Zanzibar Electricity Corporation、以下、「ZECO」という。）が実施することになっていた。

しかしながら、ZECO は現状の送配電設備の維持管理は可能であるものの、ウングジャ島内の送配電網整備において、電力需要に対応した配電線の増設、変圧器の交換及び配電容量増強のための電線張替工事を行う必要があり、当時の ZECO の技術及び予算状況では当該工事を実施することは困難であった。その結果、ザンジバル政府は日本政府に対し同工事に係る支援を要請し、本事業を実施することとなった。

¹ ウングジャ島ではディーゼル発電機による補助的な電力供給も行われている。ペンバ島ではタンザニア本土のタンガからの 33kV 海底ケーブル及びディーゼル発電機により電力供給が行われている。

² タンザニア本土では、タンザニア電力供給公社（Tanzania Electric Supply Company Ltd、以下、「TANESCO」という。）により発電・送電・配電事業が行われている。水力発電の比率が比較的高く、ザンジバルも含むタンザニア全体の電力供給量は、2015 年時で約 1,000 MW である。なお、水力発電は水資源により電力を発電する特性上、渇水期にはタンザニア本土では負荷制限を実施している。

³ MCC は 2003 年に米国のミレニアム・チャレンジ・アカウント（Millennium Challenge Account）という特別会計を扱う実施機関として創設され、米国国際開発庁（USAID）とは別に組織された。グッドガバナンス、人材育成、健全な経済政策の 3 分野における強いコミットメントを示した国に対して援助資金を重点的に配分する方針をとっている。

1.2 事業概要

ザンジバルのウングジャ島において、変電所及び配電施設機材を更新・新設することにより、ウングジャ島の住民に対する電力供給の安定性向上を図り、もってザンジバルにおける経済・社会活動の活発化に寄与する。

【無償】

E/N 限度額/GA 供与額実績額		3,000 百万円/3,000 百万円
交換公文締結（/贈与契約締結）		2011 年 3 月
実施機関		ザンジバル電力公社（ZECO）
事業完了		2013 年 3 月
案件従事者	本体	タカオカエンジニアリング株式会社、 三菱商事株式会社
	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 3 月
詳細設計調査		2011 年 6 月
関連事業		<u>技術協力</u> - 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） - ダルエスサラーム電力システムマスタープラン策定及び全国電力システムマスタープラン（2012 年）更新（2014 年～2016 年）（開発計画調査型技術協力） <u>他機関</u> 米国ミレニアム・チャレンジ公社 MCA-T プロジェクト - Zanzibar Second Interconnector（2010 年～2013 年） ⁴

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

長谷川 さわ（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。

⁴ 本土からの 132kV 海底ケーブル及び送電設備の整備事業。

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

上述の「1.1 事業の背景」のとおり、MCA-Tプロジェクトによりタンザニア本土からウングジャ島への海底ケーブル及び送電線の改修が行われた一方、本事業はウングジャ島の受電側の設備を強化したものであり、両事業は相互補完関係にある。本事業の効果測定に関し、運用・効果指標については本事業の定量的効果として測定可能であるが、定性的効果やインパクトについてはMCA-Tプロジェクトと区別して本事業単体の効果を抽出・測定することは困難である。よって、後述の記載において特に断りは入れていないものの、本事後評価において確認された定性的効果及びインパクトは、本事業とMCA-Tプロジェクトとの両方により発現されたものである。

3. 評価結果（レーティング：A⁵）

3.1 妥当性（レーティング：③⁶）

3.1.1 開発政策との整合性

ザンジバル政府の開発計画である「ザンジバル成長と貧困削減のための国家戦略（通称MKUZA）」（2007年策定）において、電力はすべての公共インフラ改善の基礎となる重要なセクターとして位置づけられており、「MKUZA II」（2010年～2015年）では、空港、港湾設備、道路、環境、水資源などの分野に積極的な公共投資・開発を行うために電力を確保する必要があると述べられていた。

また、ザンジバルのエネルギーセクターの政策である「ザンジバルエネルギー政策（Zanzibar Energy Policy）」（2009年策定）では、環境への影響が少ない電気エネルギーへの転換及び安定した電力供給の実現が示されていた。

事後評価時点においてMKUZA IIの次期5カ年計画（2016年～2020年）については最終化の過程であったが、ザンジバル土地・住宅・水・エネルギー省によると、次期計画においてもMKUZA II同様、公共投資や開発のために電力を確保していく方針が引き継がれるとのことである。セクター政策である「ザンジバルエネルギー政策」も事後評価時点で引き続き有効である。

よって、本事業は計画時及び事後評価時ともに、ザンジバルの開発政策及びエネルギーセクター政策と整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

上述の「1.1 事業の背景」のとおり、ザンジバルでは送配電における設備老朽化や過負荷により停電の頻発や電圧低下等、電力供給信頼度の低下が問題となっ

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁶ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

ていた。ザンジバル政府は、経済成長の牽引役としての観光産業の発展のためには安定的かつ効率的に電気を供給する独立事業体が不可欠と考え、2006年に電力セクター改革の一環としてZECOを設立した。ZECOは、ノルウェーやスウェーデン等の協力により財務管理の改善や設備更新に係る事業に取り組んでいたが、送配電網整備において核となる配電用施設の増強はZECO独自の予算で対応せざるを得ず、予算不足から配電用施設の増強に対して十分な投資ができていなかった。

表1及び図1のとおり、ザンジバルでは人口、外国人旅行客数とも年々増加しており、これに伴い電力需要は伸び続けている(図2参照)。一方で上述の「1.1 事業の背景」のとおり、本事業の計画時、海底ケーブルの送電容量は約45MWであり、供給能力の限界により需要を満たせない状況であった。特に、2008年及び2009年には海底ケーブルでの受電端の事故により長期間にわたる電力供給停止という事態が発生した(2009年は最長3カ月間にわたり供給停止)。また、2011年にはタンザニア本土において水力発電ダムの水不足が原因による深刻な電力不足の状況が発生するなど、本土からの電力供給に大きく依存するザンジバルでは、本土の電力事情に伴い電力供給制限や停電が頻発することとなった。よって、ザンジバルにおいて電力供給の増加と安定性を向上させることは喫緊の課題であった。

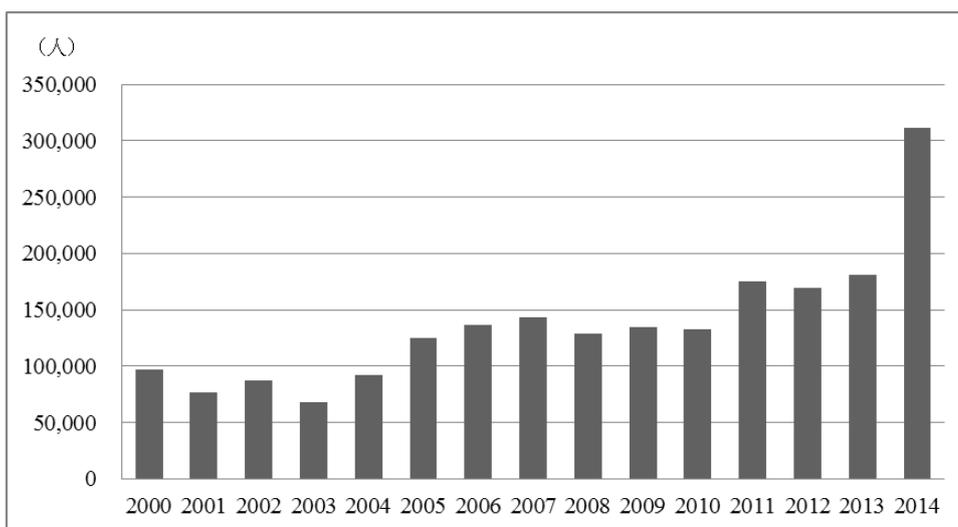
表1 ザンジバルの人口推移(1988年～2012年)

単位：人・世帯

	1988年	2002年	2012年
総人口	640,685	984,625	1,303,569
世帯数	-	-	250,212

出所：National Bureau of Statistics「Population and Housing Census」
(1988年、2002年、2012年)

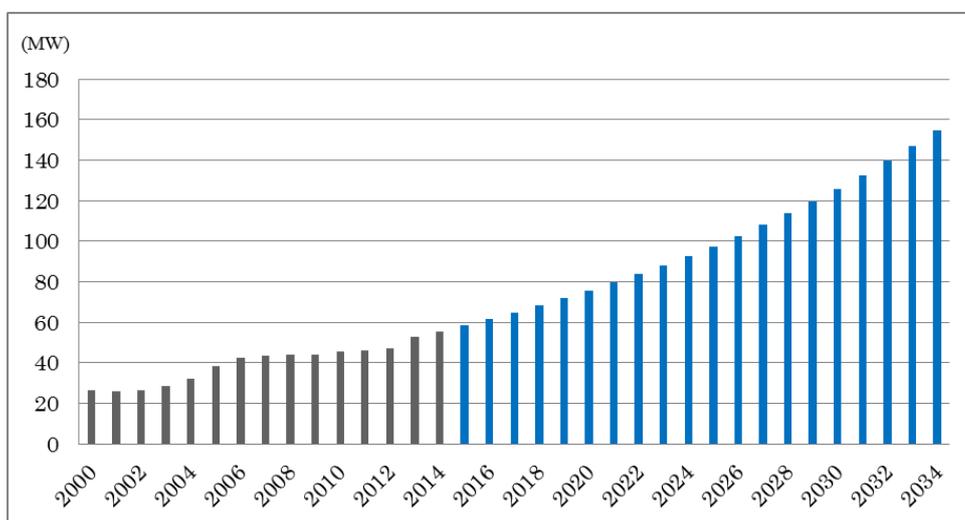
注：1988年、2002年は世帯数データなし



出所：Zanzibar Commission for Tourism 提供資料

図1 ザンジバルの外国人旅行客数推移(2000年～2014年)

本事業及び MCA-T プロジェクトの完了後、これまでの送電容量を大きく上回る 100MW の送電が可能となり、ザンジバルの電力供給設備容量は 45MW から 100MW に増加した。事後評価時（2016 年）の電力需要は約 60MW であるため供給設備容量に不足はないが、電力需要は毎年伸び続けており、ZECO による電力需要予測では 2025 年頃には 100MW を超える見込みである（図 2）。よって、事後評価時点においてもザンジバルにおける電力供給能力向上の必要性は引き続き高いといえる。なお、将来的に再び電力供給量不足に陥った場合は、従来どおりディーゼル発電機により供給量を増やすことになるが、燃料代がかさむため、ZECO では再生可能エネルギーの活用を通して供給量増加に対応すべく、事後評価時点において、EU の支援により太陽光・風力発電導入のためのフィージビリティ調査を行っている。



出所：ZECO 提供資料

図 2 ザンジバルにおける電力供給量推移
(2000 年～2034 年、2015 年以降は需要予測値)

よって、本事業は計画時及び事後評価時ともにザンジバルの開発ニーズと整合している。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

「対タンザニア国別援助計画」（2008 年 6 月）において、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おり、本事業は変電所及び配電施設機材を更新・新設し、エネルギー分野のインフラ支援を行うものであった。

よって、本事業は計画時の日本の対タンザニア援助政策とも整合している。

以上より、本事業の実施はザンジバル政府の開発政策、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：③）

3.2.1 アウトプット

本事業では、33kV ムトニ変電所、33/11kV ムワニャニャ変電所、33/11kV ウェレゾ変電所の建設及び変電所資機材の調達・据付、北ルート配電線、南ルート配電線、フンバルート配電線（すべて 33kV 配電線）の資機材の調達・据付が計画されていたが、計画どおりのアウトプットが産出された。アウトプットの実績は、以下の表 2 のとおりである。

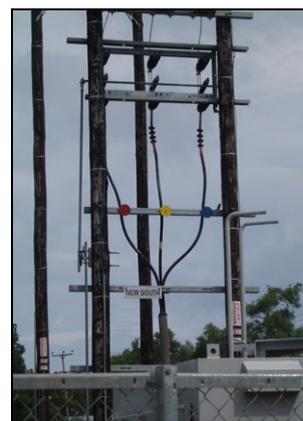
表 2 本事業のアウトプット

資機材調達と据付工事
1) ムトニ変電所用 33kV 設備増設（敷地面積：546 平方メートル） 2) 33/11kV ムワニャニャ変電所新設（敷地面積：840 平方メートル） 3) 33/11kV ウェレゾ変電所新設（敷地面積：840 平方メートル） 4) 北ルート線用 33kV 配電線増設（ムトニ変電所ーマホンダ間：20.3km） 5) 南ルート線用 33kV 配電線増設（ムトニ変電所ートゥングウ間：22.0km） 6) フンバルート線用 33kV 配電線更新（ムトニ変電所ーフンバ間：38.5km）
資機材調達
1) 配電線用資機材 2) 試験器具・保守用道工具 3) 交換部品 4) 緊急予備品 5) 消耗品

出所：協力準備調査報告書、JICA 内部資料



増設されたムトニ変電所(33kV)外観
(MCA-T プロジェクトによる 132/33kV 変電所が隣接)



ムトニ変電所の引留ポール
(南ルート配電線用)

ウングジャ島における送配電系統と本事業で対象となった変電所及び配電線の位置は図 3 のとおり。

年3月8日までの24カ月であった。よって、本事業における事業期間も計画どおりであった（100%）。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画どおりであり、効率性は高い。

3.3 有効性⁸（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の定量的効果を測る運用・効果指標として、電力供給設備容量、需要端地点での電圧降下、事故停電時間、配電損失が設定されていた。加えて本事後評価では、運用・効果指標である事故停電時間や配電損失を補足的に確認すべく、停電回数、供給制限時間、配電ロス率についても追加指標として設定した。これらの結果を以下に示す。

表3 事業の定量的効果に関する指標結果

	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	2010年	2016年	2013年	2014年	2015年
	審査年	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
【運用・効果指標】 ^{注1}					
電力供給設備容量(MW) ^{注2}	40	78	100	100	100
需要端地点での電圧降下(%)	10~20	10以内	±6	±6	±6
事故停電時間(時間/月)	10	1	0	0	0
配電損失(MW) ^{注3}	7	5以下	約5	約5	約5
【追加指標】 ^{注4}					
停電回数(回/年)	-	N.A.	-	625	431
供給制限時間(時間/日)	3.5	N.A.	0	0	0
配電ロス率(%)	30	N.A.	-	23.9	-

出所：JICA 内部資料、ZECO 提供資料等

注1：運用・効果指標の4項目の実績値が2013年～2015年ですべて同じなのは、ZECOにおいて年ごとのデータは集計されていないが、2013年～2015年は概算で同値程度と思われるとのZECOの回答結果に基づく。

注2：電力供給設備容量の実際の基準値は45MWだったが、旧海底ケーブルの事故の後、ZECOは電力供給を40MWに制限していたため40MWと設定された。また、電力供給設備容量が目標値を超えていることは、MCA-Tプロジェクトにおいて今後の需要増を見越して送電容量を増やしたことによる。

注3：配電損失はZECOより正確なデータは得られなかったが、損失量は事業実施前より減少しており、約5MWを達成しているとのことである。

注4：追加指標の値のうち「-」はデータが入手不可のことを示す。目標値はもともと設定されていない。なお、追加指標のデータはウングジャ島全体を対象範囲としている。

上記の指標結果のとおり、電力供給設備容量は目標値78MWに対して100MWまで増加した。なお、2015年の電力供給量（実績）は約60MWである（図2参照）。

⁸ 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。

本事業で増設・更新した3配電線とも事業完了後に事故停電は起きておらず0時間であり、需要端地点での3配電線の電圧降下は、10%以下の目標値に対して平均6%前後まで減少した。配電損失量も事業完了後に減少している。追加指標のデータはウングジャ島全体の値であるが、配電ロス率は事業実施前後を比較すると減少しており、事業完了後、ウングジャ島において電力供給制限は行われていない。よって、本事業によりウングジャ島における電力供給の安定性は向上したといえる。

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

本事業の定性的効果として、ウングジャ島における安定した電力供給及びそれに伴う信頼度の向上が想定されていたが、本事後評価において同効果の発現状況を調べるため、需要家に対する受益者調査を行った⁹。

受益者調査の各対象者の概要を、表4～9に示す。

表4 受益者調査対象の一般家庭の各配電フィーダー分布

配電フィーダー	エリア	対象数
北ルート線	Kinyasini Kipandoni Upenja	14
南ルート線	Makunduchi Bwejuu Jambiani	28
フンバルート線	Fumba Nyamanzi Bweleo Kombeni Urban Centre	38

出所：受益者調査（有効回答数：80）

⁹ 同調査では、ウングジャ島の北ルート線、南ルート線、フンバルート線の各フィーダーから電力を得ている需要家に対し、事業実施前と実施後の電力供給の安定性・信頼度の変化に関する質問を行った。調査方法は構造型質問票を用いた需要家との個別面談方式により行い、有効回答数は計100サンプル、内訳は、一般家庭が80サンプル、公共施設（学校、病院、公的機関等）が10サンプル、商業施設（ホテル、工場、小売店等）が10サンプルであった。サンプルの抽出方法は、一般家庭の場合は3ルート線のフィーダー内に位置するエリアのうち、各エリアの人口比に従って対象者数を割り当て、各エリアを訪問して割り当て人数の対象者にインタビューを行った（もともと対象者のジェンダー比を半々にするよう抽出していないため、対象者の男女比は約6対4となった）。公共施設及び商業施設の場合は、対象エリアに位置する施設のうち、1) 事業実施前から同じ場所で稼働している、2) 一般家庭と電力消費量が大きく変わらないと思われる零細小企業等は除く、を基準として抽出した。

表 5 一般家庭の概要

項目	分布	回答数	%
年齢	20～29 歳	8	10.0
	30～39 歳	17	21.3
	40～49 歳	24	30.0
	50～59 歳	20	25.0
	60 歳以上	11	13.8
性別	男性	50	62.5
	女性	30	37.5
家の所有形態	所有	71	88.8
	賃貸	2	2.5
	その他	7	8.8
居住人数	2～4 人	17	21.3
	5～7 人	49	61.3
	8～10 人	12	15.0
	11 人以上	2	2.5
居住年数	4～8 年	7	8.8
	9～13 年	14	17.5
	14～18 年	12	15.0
	19～23 年	20	25.0
	24 年以上	27	33.8
電気の接続年数	4～8 年	26	32.5
	9～13 年	23	28.8
	14～18 年	22	27.5
	19 年以上	9	11.3
月額平均電気料金 ¹⁰	9,999 TZS 以下	3	3.8
	10,000～19,999 TZS	19	23.8
	20,000～29,999 TZS	18	22.5
	30,000～39,999 TZS	16	20.0
	40,000～49,999 TZS	12	15.0
	50,000 TZS 以上	12	15.0

出所：受益者調査（有効回答数：80）

表 6 受益者調査対象の公共施設

施設種類(数)	施設名	配電フィーダー
病院(1)	Alrahma Hospital	フンバルート線
学校(3)	Lumumba High School	フンバルート線
	Zanzibar Commercial School	フンバルート線
	Mahad Istiqama	南ルート線
大学・研究所(2)	SUMAIT University	フンバルート線
	Zanzibar Institute of Tourist Development	フンバルート線
政府機関(4)	Zanzibar Water Authority	フンバルート線
	Zanzibar Social Security Fund	フンバルート線
	Zanzibar Airport Authority	フンバルート線
	Zanzibar Revenue Board	フンバルート線

出所：受益者調査（有効回答数：10）

¹⁰ 1 タンザニア・シリング（TZS）＝約 0.05 円（2016 年 7 月時点の為替レート）

表 7 受益者調査対象の商業施設

施設種類(数)	施設名	配電フィーダー
工場(3)	Zainab Bottlers Drop of Zanzibar Dunga Block factory	フンバルート線 北ルート線 北ルート線
ホテル(4)	Fumba Beach Lodge Melia The Zanzibar Residence Serrena inn	フンバルート線 南ルート線 南ルート線 フンバルート線
小売店(2)	Abdul-razak shop Rashid shop	フンバルート線 フンバルート線
ラジオ局(1)	Coconut FM Radio	フンバルート線

出所：受益者調査（有効回答数：10）

表 8 公共施設の概要

項目	分布	回答数
所在年数	4～8年	4
	9～13年	1
	14～18年	2
	19年以上	3
月額平均電気料金	500万 TZS 以下	4
	500万～1,499万 TZS	3
	1,500万～2,499万 TZS	1
	2,500万 TZS 以上	2
自家発電機の有無	所有	9
	所有していない	1

出所：受益者調査（有効回答数：10）

表 9 商業施設の概要

項目	分布	回答数
所在年数	4～8年	3
	9～13年	5
	14～18年	0
	19年以上	2
従業員数	50人以下	4
	50～99人	2
	100～149人	1
	150～199人	2
	200人以上	1
月額平均電気料金	500万 TZS 以下	3
	500万～1,499万 TZS	2
	1,500万～2,499万 TZS	2
	2,500万 TZS 以上	3
自家発電機の有無	所有	8
	所有していない	2

出所：受益者調査（有効回答数：10）

受益者調査の結果を表 10 に示す。

表 10 事業の定性的効果に関する受益者調査結果

問 1 事業の認知度									
知っていた					知らなかった				
47					53				
問 2 現在の電圧の安定性					問 3 事業前後における電圧安定性の変化				
非常に安定	安定	不安定	非常に不安定	分からない	向上した	変わらない	悪化した	分からない	
28	64	7	0	1	83	16	1	0	

問 4 現在の月あたり平均停電頻度				問 5 事業前後における停電頻度の変化					
1～2回	3～4回	5～6回	7回以上	減少した	変わらない	増加した	分からない		
33	47	10	10	92	6	2	0		
問 6 現在の一回あたり平均停電時間(分)				問 7 事業前後における停電時間の変化					
5～24分	25～44分	45～64分	65分以上	減少した	変わらない	増加した	分からない		
30	22	20	28	91	7	0	2		
問 8 電気系統の故障・事故の有無		問 9 事業前後における電気系統の故障・事故の変化							
ある	ない	減少した	変わらない	増加した	分からない				
27	73	67	24	2	7				
問 10 上記で「ある」と回答した際の故障・事故の種類									
漏電	ショート	フラッシュオーバー	その他						
2	8	11	6						
問 11 ZECO の電気料金に対する見解					問 12 ZECO のサービスに対する満足度				
高すぎる	高い	妥当	安い	分からない	非常に満足	満足	やや不満	不満	分からない
38	35	22	0	5	22	56	19	1	2

出所：受益者調査（有効回答数：100）

注：上記結果の電圧安定性、停電頻度、電気系統の故障・事故の設問において、「悪化した」「増加した」との回答が1～2件あったことについて、回答した需要家は旧配電線から電力を得ており旧配電線に不具合があるか、配電線から当該場所に至る引き込み線に何らかの問題があると考えられる。

表 10 のとおり、一般家庭、公共施設、商業施設を含む需要家計 100 サンプルの回答結果によると、本事業の実施前後を比較すると、実施後に電圧の安定性は 8 割以上が向上し（問 3）、停電頻度及び停電時間も 9 割以上が減少（問 5 及び問 7）、電気系統の故障・事故は 7 割弱が減少したと回答した（問 9）。

また、ZECO の電気料金及びサービスについての満足度を尋ねた質問に対し、電気料金が「高い」「高すぎる」という回答が 7 割強を占めた（問 11）。電力供給の改善により各需要家の電気使用量が増えたため、支払い額が増加したことも影響していると考えられる。ザンジバルでは水道料金は非常に低額であり（使用量に関係なく月 4,000TZS、日本円で 200 円程度）、徴収が徹底していないため支払っていない住民も多く、メーター管理により使用分の料金を払う必要がある電力料金に対して高いと感じる需要家が多い。ZECO のサービスに対しては「非常に満足」「満足」という回答が 8 割近くに上り（問 12）、満足度は高いといえる。一方、「やや不満」「不満」と回答した 2 割の主な理由については、電気料金が高い、故障したメーターの修理が遅い、料金の支払い窓口がザンジバルシティ市街地に集中しており不便、問題が起きた時の対応が遅い、などであった。

以上より、本事業の定性的効果に関し、受益者調査の結果から、事業完了後の顕著な停電頻度・停電時間の減少、電圧安定性の向上など、電力供給の安定性・信頼性向上を示す効果が確認された。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業では、ザンジバル・ウングジャ島における電力供給を安定させることにより、ザンジバルにおける経済・社会活動の活発化に寄与することをめざした。本事業によるインパクトの発現状況について、ザンジバルの地域経済の活性化、住民の生活環境の改善、公共施設の安定した運営、商業施設の生産性向上の観点から、主に受益者調査の結果から確認された効果を以下に示す。

(1) ザンジバルの地域経済の活性化

ザンジバル土地・住宅・水・エネルギー省及び ZECO への質問票・インタビュー結果によると、ザンジバルでは近年、空港新ターミナルの建設（2016 年末に運営開始）や大型外資系ホテルの開業、乳製品・飲料製造の大型工場の新設、ザンジバル南西部のフンバ地区における新都市開発及びそれに伴うショッピングモールの新設計画など、大型投資案件及び計画が相次いでおり、ザンジバルにおける経済活動は活発化している。本事業によりザンジバルにおける電力供給状況が改善し、電力の安定性・信頼性が増したことも投資を促進し、経済活性化に貢献していると考えられる。

(2) 住民の生活環境の改善

上記の有効性の定性的効果における需要家を対象にした受益者調査（有効回答数 100）において、本事業によるインパクトについても確認した。

一般家庭における生活環境の変化についての結果を以下の表 11 に示す。

表 11 一般家庭における事業のインパクト

問 1 事業前後における電化製品の 利用頻度の変化				問 2 事業前後における電化製品の 故障頻度の変化			
増加した	変わらない	減少した	分からない	減少した	変わらない	増加した	分からない
26	46	7	1	34	34	0	12
問 3 事業前後における家事労働時間の変化				問 4 事業前後における夜間の活動時間の変化			
減少した	変わらない	増加した	分からない	増加した	変わらない	減少した	分からない
22	45	7	6	19	32	27	2

出所：受益者調査結果（有効回答数：80、うち男性 50、女性 30）

表 11 のとおり、一般家庭における事業のインパクトとして、約 3 割が電化製品の利用頻度が増加し（問 1）、約 4 割が電化製品の故障頻度が減少したと回答した（問 2）。家事労働時間や夜間の活動時間については変化ないとの回答が最も多かったが、3 割近くが新たに洗濯機や電気調理器具等を利用するようになったことにより、家事労働時間が減ったと回答した（問 3 及び問 4）。

その他、電力の安定性向上により改善したことの具体例として、より多く・長時間の電化製品利用による生活水準の向上、テレビをより視聴するようになり社会の出来事に目を向けるようになった、などの回答があった。

(3) 公共施設の安定した運営

公共施設における運営状況の変化についての結果を以下の表 12 に示す。

表 12 公共施設における事業のインパクト

問 1 事業前後における電化製品の 利用頻度の変化				問 2 事業前後における電化製品の 故障頻度の変化			
増加した	変わらない	減少した	分からない	減少した	変わらない	増加した	分からない
5	4	1	0	7	1	2	0
問 3 事業前後における自家発電機の 使用頻度の変化(有効回答数:9)				問 4 事業前後における施設の稼働率、 提供サービスの質等の変化			
減少した		変わらない		向上した	変わらない	悪化した	分からない
8		1		9	1	0	0

出所：受益者調査（有効回答数：10）

表 12 のとおり、公共施設における事業のインパクトとして、電化製品の利用頻度の増加及び故障頻度の減少、自家発電機の使用頻度の減少が確認され、10 件中 9 件が、施設の稼働率や自身の提供する教育や医療のサービスの質が向上したと回答した（問 4）。

電力の安定性向上により改善したことの具体例として、学校ではコンピュータ利用状況の改善や生徒の学習促進、病院では医療機器の故障減少による使用状況の改善、公的機関ではザンジバル水公社（Zanzibar Water Authority）が水をくみ上げるポンプの稼働状況が改善したことによる水供給サービスの改善、自家発電機の使用頻度減少による燃料経費削減などの例があった。

(4) 商業施設の生産性向上

商業施設における生産量や売上等の変化についての結果を以下の表 13 に示す。

表 13 商業施設における事業のインパクト

問 1 事業前後における営業時間の変化				問 2 事業前後における売上の変化			
増加した	変わらない	減少した	分からない	増加した	変わらない	減少した	分からない
4	4	2	0	5	5	0	0
問 3 事業前後における自家発電機の 使用頻度の変化(有効回答数:8)				問 4 事業前後における生産量、生産性、 サービスの質等の変化			
減少した		変わらない		向上した	変わらない	悪化した	分からない
6		2		7	1	0	2

出所：受益者調査（有効回答数：10）

表 13 のとおり、商業施設における事業のインパクトとして、営業時間の増加及び売上増の変化があったのはそれぞれ約半数であったが（問 1 及び問 2）、生産量や生産性、サービスの質については 10 件中 7 件が向上したと回答した（問 4）。

電力の安定性向上により改善したことの具体例として、小売店では生鮮・冷凍食品等の販売品の質の向上、新工場増設、自家発電機の使用頻度減少による燃料経費削減などの例があった。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 対象地域及び周辺住民への裨益

上記の受益者調査結果から確認されたインパクトの他に、本事後評価において関係者にインタビューを行った結果、以下の事例が確認された。

ザンジバルのエンパワメント・社会福祉・青年・女性・小児省女性子ども局 (Ministry of Empowerment, Social Welfare, Youth, Women and Children, Dept. of Women and Children) に所属する女性・子ども担当官 (Children Officer 及び Women Officer) に対し、本事業による電力の安定性向上がもたらした女性への裨益に関してインタビューを行った。

それによると、電圧の安定化や停電時間の減少により、各家庭で洗濯機等、電化製品の使用が増えるようになり、結果として女性の家事労働時間が減少したとのことである。女性のなかには、空いた時間でフルーツジュースやケーキ等の製造を始め、製造品の販売を行うなどの小規模ビジネスを始めた例が報告されている。

加えて、もともと園芸作物の栽培や養鶏に従事していた女性のなかには、冷蔵庫や保温器等の電化製品を利用するようになり、それによって換金作物の生産量が増加し、収入も増加したという例が報告された。

(2) 住民移転・用地取得

本事業の実施により、対象地域における住民移転・用地取得が生じた。変電所の新設及び配電線の増設により、基本設計調査段階で 138 戸 74 世帯、移転者数 509 人規模の住民移転が生じ、また農用地の被影響世帯数も 707 世帯と算出された。移転対象となる建物及び農用地への補償については、対象住民との協議のうえ、ザンジバル政府の関連法規・土地制度を踏まえて策定された住民移転計画に基づき補償されることが計画されていた。

事業実施後、最終的な移転世帯数は 164 世帯、農用地の被影響世帯は 913 世帯であった。ZECO は住民移転計画に基づき対象者の移転作業を進め、すべての対象者に補償費の支払いを行った。補償費用はすべてザンジバル政府が負担した。住民移転計画における補償費の見積総額は 2,372,508,125TZS (約 144.25 百万円)、それに対し政府が補償費として用意した額は 2,431,928,625TZS であり、ZECO から対象

者に2011年12月～2013年7月まで11回に分割して支払われた補償費は最終的に計2,415,770,168TZSであった。

一方、本事後評価における対象住民4名へのインタビュー結果によると、補償金額の少なさに対する不満の声も聞かれたが、補償額は住民移転計画における算定額から不足なく支払われており、また、上記の住民4名及び対象地域のローカルリーダーによると、対象住民のほとんどは元の居住地近くに移転しており、移転後の生計手段及び収入の増減に変化はなく、移転後の生計手段は維持されている。

以上より、本事業で生じた住民移転・用地取得はZECOによりザンジバル政府の関連法規・土地制度及び住民移転計画に基づいて適正に処理され、すべての被影響住民に対し、査定金額に基づいた補償費用の支払いが行われた。よって、住民移転・用地取得の手続きは適切に行われたと判断する。

(3) 自然環境へのインパクト

自然環境へのインパクトに関し、基本設計調査において環境影響評価が行われ、本事業による自然環境及び公害に関する影響は特に想定されなかったが、建設工事中に想定される騒音・廃棄物等の影響につき、環境管理計画によって緩和策が講じられた。工事は同計画に従って行われ、事業実施期間中及び本事後評価時とも自然環境への影響は出ていないと確認された。

なお、停電の減少によってウングジャ島全体でのディーゼル発電機の稼働時間が減ったことによりディーゼル燃料の使用量も減り、排出ガス量の減少等、環境への負荷軽減に貢献していると考えられる。特に、海底ケーブルからの電力供給が3カ月間停止したことによる大規模な停電発生時には、ザンジバル政府がウングジャ島内の各所に非常発電機を設置し電力供給を行ったことから、島全体での発電機の使用によるディーゼル燃料の使用量が急増した。

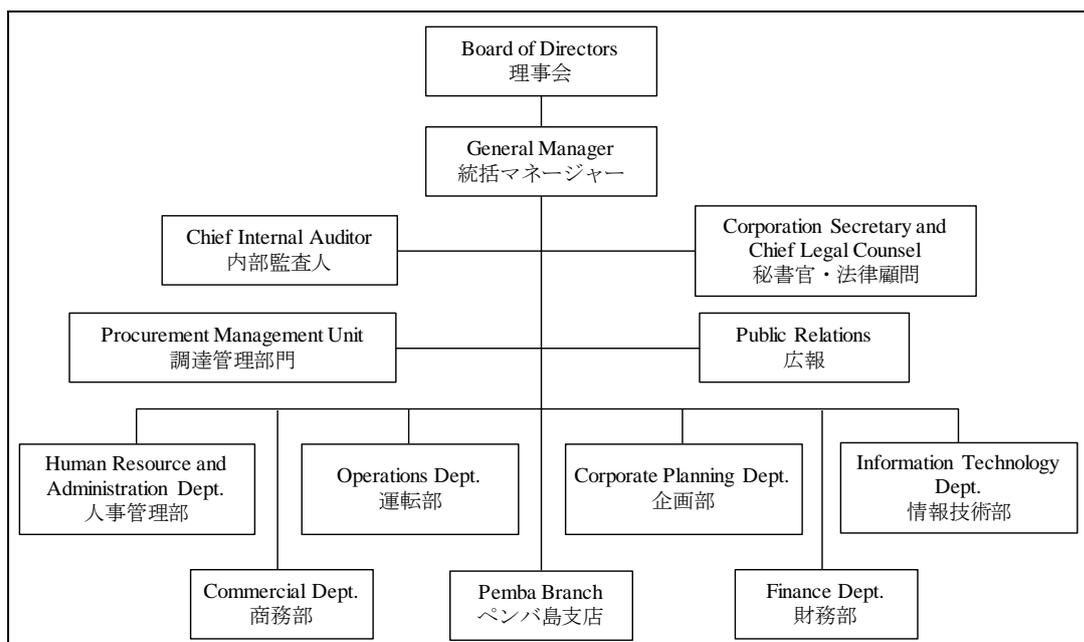
上述の結果を総合すると、本事業により安定した電力供給が達成されたことによるインパクトとして、ザンジバルにおける経済活動の活発化、住民の生活環境の改善、公共施設の稼働率や提供サービスの質の向上、商業施設の生産量・生産性、サービスの質の向上、女性の社会経済活動の促進などの例が確認され、本事業はザンジバルの経済・社会活動の活発化に貢献しているといえる。

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、ザンジバル電力公社（ZECO）である。ZECOの組織体制は2015年7月に変更され、現在の組織体制は図4のとおりである。職員総数は722人（2015年7月時点）で、7部門（Department）で構成されており、各部門の役割分担は明確である。



出所：ZECO 提供資料

図4 ZECOの組織体制

本事業に係る変電所の運転及び配電線の保守点検作業を担当しているのは運転部（Operations Department）であり、同部は発電、送電、配電別に、「発電部門」「システムコントロール・プラント・送電部門」「配電部門」の3部門に分かれており、計202人（2016年4月時点）が所属している。同部所属の職員は、資格の有無によってエンジニア（主任技師、大学の学位所有）、テクニシャン（技師、修了証またはディプロマ所有）、アーティザン（作業員、資格なし）に分かれており、職員数はそれぞれ14人、21人、162人である。運転部長への質問票・インタビュー結果によると、変電所や配電線の運営・維持管理において、現在の人員数及び体制に不足や問題はないとのことである。

本事業により新增設されたムトニ変電所、ムワニヤニヤ変電所、ウェレゾ変電所における運転体制に関し、各変電所に4人のオペレーターがシフト制で24時間常駐している。さらに余裕を持たせたシフト体制を組むため、今後はそれぞれ6人に増やすことを計画しているが、予算の制約から職員を増員することは難しいため、今後、商務部（Commercial Department）から職員を転属させる予定とのことである。

配電線の保守点検作業は、1チーム7名体制、計9チームが担当しており、定期点検や配電線にかかった木の刈りとり等を行っている。北ルート線に約30人、南ルート線に約30人、フンバルート線に約20人が点検にあっている。

よって、本事業に係る変電所の運転及び配電線の保守点検体制に支障は確認されず、ZECOの組織体制、運営・維持管理体制、人員体制に問題はない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業の実施期間中の2012年10月～2013年2月に、案件従事者（調達業者）からZECOの運転部所属職員11人（事業責任者1人、変電所担当3人、配電線担当7人）に対し、調達機材の操作・維持管理に係るオンザジョブ・トレーニング（on-the-job training、以下、「OJT」という。）が実施された。運転部長への質問票・インタビュー結果によると、これらOJTを受けた職員は運転部において引き続き同職務を担当しており、変電所及び配電線の通常の運営・維持管理において技術的な問題は特に発生しておらず、資機材調達時に配付されたマニュアルも適宜活用されているとのことである。

一方、各変電所に常駐しているオペレーターは記録管理が主であり（30分ごとに手書きで記録）、変電所の管轄域に何らかのトラブルが発生した際には、オペレーターから連絡を受けた技術者が変電所に赴き対応している。本事業により新設された3変電所自体にまだトラブルは起きていないが、本事業以外の古い変電所では起きており、オペレーター自身がある程度トラブルに対処できるようになると、各変電所においてより迅速にトラブル処理ができるようになるとのことである。



ウェレゾ変電所における
オペレーターによる記録管理の様子

記録されたデータ

なお、JICA はタンザニア本土において、技術協力「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8月～2016年3月）を実施し、TANESCO 研修スクール（TANESCO Training School、以下、「TTS」という。）への支援を行ったが¹¹、TTS で提供している研修を ZECO の職員も受講しており、これまで延べ73人の職員（すべてアーティザン）が「配電線維持管理」等のコースに参加した。研修では配電線の定期点検作業やトラブルへの対処方法などの実務を学ぶことができ、ZECO では他に同様の研修機会も有していないことから、TTS を受講した職員の満足度も高く、研修で学んだことを実際の業務に役立てている。なお、運転部長によると、研修の効果として維持管理作業における間違いが正されるようになったとのことである。ZECO としては、アーティザンだけでなく新卒のエンジニアや経験の浅いテクニシャン、また運転部以外の職員など、より多くの職員を研修に参加させたい意向であるが、TTS の研修は有料のため、予算の制約から参加できる職員数は限られている。

よって、変電所及び配電線の通常の運営・維持管理において技術上の問題は特に確認されていないものの、ZECO 自身は職員の技術スキルをより強化していきたい意向を持っている。

3.5.3 運営・維持管理の財務

ZECO は独立採算により運営されており、ZECO が設立された 2006/07 年度（タンザニアの会計年度：7月～6月）から 2013/14 年度までの収支状況及び 2010/11 年度以降の需要家数は、以下の表 14、15 のとおりである。

表 14 ZECO の収支

単位：タンザニア・シリング（TZS）

	2006/07 年度	2007/08 年度	2008/09 年度	2009/10 年度
営業収入	18,001,362,000	17,127,869,019	25,108,092,151	35,619,530,000
営業外収入	20,880,209,000	21,089,935,798	1,948,692,063	2,233,426,000
収入計	38,881,571,000	38,217,804,817	27,056,784,214	37,852,956,000
電力原価	6,256,471,000	24,137,957,710	29,371,109,167	22,081,722,000
他支出 (うち維持管理費)	5,169,587,000	5,869,475,547	7,481,151,268	12,511,855,158 1,466,362,500
支出計	11,426,058,000	30,007,433,257	36,852,260,435	34,593,577,158
収支	27,455,513,000	8,210,371,560	-9,795,476,221	3,259,378,842

¹¹ TTS は TANESCO の技術職員向けの社内訓練機関として設立され、JICA 技術協力では、1) 電工職、技能職、エンジニア用の研修カリキュラム、シラバス、教材の作成、2) 研修施設・機材の整備及び研修工具・消耗品の調達、3) 講師養成研修の実施、4) 研修認定制度の構築等を支援した。

	2010/11 年度	2011/12 年度	2012/13 年度	2013/14 年度
営業収入	28,321,080,807	32,483,344,167	46,571,577,193	56,968,070,013
営業外収入	2,127,554,864	2,492,806,440	3,604,178,799	3,980,112,809
収入計	30,448,635,671	34,976,150,607	50,175,755,992	60,948,182,822
電力原価	28,939,500,717	31,315,005,686	34,210,751,044	41,875,542,460
他支出 (うち維持管理費)	15,597,332,502 637,103,906	16,875,666,819 453,045,952	18,217,899,280 352,007,009	20,418,048,180 316,636,940
支出計	44,536,833,219	48,190,672,505	52,428,650,324	62,293,590,640
収支	-14,088,197,548	-13,214,521,898	-2,252,894,332	-1,345,407,818

出所：ZECO「収支報告書 (Financial Report)」(2010/11 年度、2011/12 年度、2012/13 年度、2013/14 年度)、準備調査報告書

注 1：維持管理費など具体的な費目の内訳は 2009/10 年度の収支報告書から記載されるようになった。

注 2：2014/15 年度以降の収支報告書はまだ最終承認されていない。

注 3：他支出には前年度の繰り越し損失も含まれる。

表 15 ZECO の需要家数

単位：需要家

2010/11 年度	2011/12 年度	2012/13 年度	2013/14 年度	2014/15 年度	2015/16 年度
105,294	111,261	118,208	127,553	140,577	145,330

出所：ZECO 提供資料

ZECO の財務部長によると、2008/09 年度、2010/11 年度、2011/12 年度収支における損失については、「3.1.2 開発ニーズとの整合性」で述べたとおり、2008 年、2009 年の海底ケーブルの事故や 2011 年のタンザニア本土における水不足により著しい電力供給不足が生じたため、ウングジャ島内で電力発電を行わなければならない、ディーゼル発電機を恒常的に稼働したことにより発電機燃料費がかさんだことが大きい。それ以降も、需要家数及び営業収入は年々伸びているものの、電力原価（タンザニア本土の TANESCO からの電力購入費、ペンバ島の電力供給に要するディーゼル発電機燃料費など）も同様に増えており、単年度ベースでは営業損失が出ている。ただし、財務部長によると、2014/15 年度及び 2015/16 年度の収支報告書はまだ最終承認されていないものの、2010/11 年度以降、単年度における損失額自体は年々減少しており、財務状況は好転してきているとのことである。

ZECO の電気料金は 2013 年 11 月に改定され、現在の料金体系は表 16 のとおりである。財務部長によると、財務状況改善のため、ZECO 自身は料金の値上げを検討しているものの、値上げにはザンジバル政府の許可が必要であり、ZECO のみでの値上げ決定はできない。営業損失に対するザンジバル政府からの補填はなく、政府からの補助金は地方電化事業に対する配賦のみのため、ZECO 全体の収入における割合もわずかとなっている。

表 16 ZECO の料金体系 (2013 年 11 月以降)

単位：タンザニア・シリング (TZS)

	契約種類	ユニット(kWh)	ユニット料金	月額基本料金	kVA 需要料金
1	ライフライン	1～50 ユニット	66	2,100	-
		50 ユニットの消費を超えた消費	240		
2	一般サービス	1～1,500 ユニット	222	2,100	-
		1,500 ユニットの消費を超えた消費	240		
3	小型産業	1～5,000 ユニット	172	16,500	15,000
		5,000 ユニットの消費を超えた消費	213		
4	大型産業	1～10,000 ユニット	169	240,000	15,000
		10,000 ユニットの消費を超えた消費	141		
5	街路灯	1 ユニット～無限	222	240,000	15,000

出所：ZECO 提供資料

値上げ以外の財務状況改善策として、需要家の料金未払いを防止することを意図し、ZECO は 2000 年頃からプリペイド方式による料金徴収を進めており、ZECO の商務部長によると、現在、需要家の約 7 割がプリペイド式で料金を支払っている。したがって料金の未払い件数は減ってきているものの、ZECO では今後、料金回収率をさらに向上させることが目標となっている。

なお、維持管理費は年々減少しているが、運転部長によると、必要な維持管理費は確保されているものの、本事業及び MCA-T プロジェクトによる変電所の新設によりトラブルの件数が少なくなり、配電線も強度の高い ABC ケーブルや絶縁ケーブルが採用され故障が少なくなったため、修理費用等が減ったことも ZECO 全体の維持管理費の減少につながっているとのことである。

以上のとおり、ZECO の財務状況は好転してきてはいるものの、最近 5 年間は営業損失が出ている状態であり、また、今後の施設・資機材の経年劣化・老朽化に備え、修理・補修費用を確保していく必要がある。

3.5.4 運営・維持管理の状況

ZECO の運転部長への質問票・インタビュー結果によると、本事業で新增設されたムトニ変電所、ムワニャニャ変電所、ウェレゾ変電所は正常に運転されており、これまで不具合やトラブルが起きたことはないため、事業完了後、変電所自体の修理を要したことはない。また、本事業で増設・更新された配電線（北ルート線、南ルート線、フンバルート線）は、定期的に保守点検作業が行われており、事業完了後、対象配電線では事故停電は起きていない。本事後評価において各変電所及び各配電線を目視点検したところ、不具合等は確認されなかった。また、運転部長によると、調達された交換部品にはまだストックがあり、各機器の現地でのスペアパーツ調達においても特に問題はないとのことである。

よって、各変電所及び各配電線は正常に稼働し、保守点検作業も定期的に行われており、運営・維持管理状況に問題はみられない。

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。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ザンジバルのウングジャ島において、変電所及び配電施設用機材を更新・新設することにより、ウングジャ島の住民に対する電力供給の安定性向上を図ることを目的とした事業である。これにより、ザンジバルにおける経済・社会活動の活発化にも寄与することをめざした。

本事業は、計画時及び事後評価時の両時点におけるザンジバル政府の開発政策及びザンジバル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おり、妥当性は高い。事業効果についても、電力供給設備容量の増加や電圧降下の減少、事故停電時間の減少、配電損失の減少などを達成したことにより、住民側で停電頻度・時間の減少、電圧の安定性向上などの効果があったことが確認され、ウングジャ島における電力供給の安定性向上は図られたといえる。加えて、事業完了後、ザンジバルにおける経済活動は活発化しており、住民の生活環境改善などの効果もみられ、本事業による貢献が確認されることから、有効性・インパクトは高い。本事業の事業費及び事業期間とも計画どおりであり、アウトプットも計画どおりに産出され、効率性も高い。事業完了後、更新・新設された変電所及び配電線の運営・維持管理状況、ZECO の運営・維持管理における体制面や技術面についての問題はみられないが、ZECO 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、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

上記「3.5.2 運営・維持管理の技術」で述べたとおり、ZECO はこれまでアーティザンを中心にタンザニア本土での TTS の研修に派遣しているが、研修自体は有効との認識を持っており、今後アーティザンに限らず、現場経験の浅いテクニシャンや新卒のエンジニアなどより多くの職員を研修に参加させたい意向である。ZECO において、変電所の運転及び配電線の保守点検等、通常の維持管理を行う人材の人員数・技術レベル等に問題はないが、熟練のエンジニアは日々の業務が多忙であり、新卒の若手技術者や経験の浅い職員を時間をかけて訓練することが難しく、これらの技術者や職員を TTS の研修コースに参加させることにより、必要な技術知識やスキルを身に付けさせることを要望している。しかしながら研修費用は有料であり、予算の制約により派遣できる人数は毎年限られている。

これまで累計で 73 名のアーティザンが TTS の研修を受講しているが、今後より

効率的に ZECO 職員の能力強化を図るためにも、TTS 研修受講者のなかから講師（またはトレーナー）を養成し、ZECO での社内研修として新人への研修を行うことを検討することも一案である。TTS のように大掛かりな研修機材を導入することは難しいものの、まずは研修の実施に大型機材がそれほど必要のない種類の研修から導入を始め、TTS 研修の受講者を中心に講師（またはトレーナー）を養成し、徐々に社内研修の数を増やしていくことを計画することを提案する。

4.2.2 JICA への提言

JICA はタンザニア本土において実施した技術協力「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」により、TANESCO に対して TTS における研修実施の技術的支援を行ったが、今後開始予定の同事業のフェーズ 2 において、同様の支援を継続していく計画である。

上記で言及した ZECO の社内研修実現のため、今後始まるフェーズ 2 事業において、研修員養成研修（Training of Trainers）やカウンターパート研修等に ZECO の職員も含めるなど、TANESCO に対して支援した研修カリキュラム、シラバス、教材の作成や講師養成研修、研修認定制度等のノウハウを今後 ZECO にも提供していくことが望まれる。それにより、ザンジバルにおける本事業とタンザニア本土における当該技術協力事業との連携・相乗効果も、さらに高まることが期待される。

4.3 教訓

なし。

以上