

タンザニア

オイスターベイ送配電施設強化計画（第1次、第2次）

外部評価者：株式会社日本経済研究所 畔田 弘文

0. 要旨

本事業は、タンザニア第一の都市であるダルエスサラーム市内の電力供給を安定させるため、市内の変電容量を増加させることを目的として、新規に変電所を建設するとともに既存変電所との接続を行う送電線を建設した事業である。本事業は、事前評価時及び事後評価時の両時点におけるタンザニアの開発政策及び開発ニーズと整合しているほか、日本の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、ダルエスサラーム市内の変電容量の増加や既存変電所の負荷軽減を達成したことにより、停電回数の減少など電力供給の安定に貢献しており、有効性・インパクトは高い。事業時の実施面について、事業期間は計画通りであるものの、事業費が原材料価格の高騰などにより事前評価時より増加しており、効率性は中程度である。実施機関の財務状況が健全とはいえないこと、スペアパーツの調達が遅れなどから十分に維持管理が行われていない箇所もあることなど、事業の持続性は中程度である。

以上より、本プロジェクトの評価は高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



本事業により整備された
マクンブショ変電所

1.1 事業の背景

タンザニアでは、エネルギー資源省の監督の下、発電・送配電事業を一貫して実施しているタンザニア電力供給公社（以下、TANESCO という）がドナーからの資金協力により、発電設備や全国連系送電線の増強を着実に実施してきた。しかしながら、変電所を含む送配電関連施設の整備については、1980年代前半の経済状況悪化による予算不足などの理由から極端に遅れていた。都市部の変電所を含む送配電関連施設は、長期に亘り過負荷運転を強いられていたため、各地で停電事故が多発するばかりか、

電力損失が増加し、電力の安定供給並びに設備の効率的運用に重大な支障をきたしていた。

タンザニア第一の都市であるダルエスサラーム市でも、変電所を含む送配電関連施設の整備が遅れ、設備の拡充が発電機能の強化に偏ったことに加え、経済発展および人口増加に伴って電力需要が著しく増加していたことから、市内の基幹変電所であるイララ変電所が過負荷状態となるなど、送配電設備は重負荷の運用が続き、設備事故も多発していた。このため同市では長時間の停電が生じ、住民生活や都市機能のみならず、経済活動にも支障が出ていた。

本事業は、このような背景を踏まえ、ダルエスサラーム市内でも特に電力需要の伸びが著しい北部地区において、安定した電力供給を確保するための施設整備を行う無償資金協力事業として実施されたものである。

1.2 事業概要

ダルエスサラーム市において、新オイスターベイ変電所¹を建設し、ウブンゴ変電所に変電用設備を増設するとともに、この2つの変電所を結ぶ送電線約7kmを敷設することにより、変電所区域の需要家への電力供給力向上を図る。

E/N 限度額／供与額		第1次：1,813 百万円／1,792 百万円 第2次：520 百万円／474 百万円
交換公文締結（／贈与契約締結）		第1次：2008 年 5 月（／—） 第2次：2009 年 3 月（／2009 年 3 月）
実施機関		タンザニア電力供給公社
事業完了		第1次：2010 年 9 月 第2次：2010 年 9 月
案件従事者	本体	三菱商事／タカオカエンジニアリング（JV） （機材調達、第1次・第2次とも）
	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		2007 年 3 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（2009～2014 年） <u>開発調査</u> 主要都市配電設備リハビリテーション計画（2000～2002 年） <u>円借款</u> ：

¹ プロジェクト実施中に新オイスターベイ変電所の名称がマクンブショ変電所に変更されたため、以下、マクンブショ変電所という。

	<p>イリンガーシニャンガ基幹送電線強化事業 (2010～2015年)</p> <p><u>無償資金協力</u>： ダルエスサラーム送配電網整備計画（緊急資材援助）（1984年） ダルエスサラーム送配電網整備計画（1986～1987年） ダルエスサラーム送配電網整備計画（1992年） ダルエスサラーム電力供給拡充計画（1997～1998年） 第2次ダルエスサラーム電力供給拡充計画（1998～1999年）</p> <p><u>その他国際機関、援助機関等</u> 世界銀行 Tanzania Energy Development and Access Expansion Project（2007～2015年）</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

畔田 弘文（株式会社日本経済研究所）

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：2013年8月～2014年9月

現地調査：2014年1月12日～1月25日、4月20日～4月26日

3. 評価結果（レーティング：B²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

タンザニア政府による国家開発計画である「タンザニア開発ビジョン2025」（2000年策定）と「成長と貧困削減のための国家戦略」（2005年策定）では経済発展のためのインフラ整備の重要性が強く謳われていた。特に「成長と貧困削減のための国家戦略」は、三つの主要目標の一つである「成長と所得貧困の削減」における目標の一つとして「安定的かつ安価なエネルギーの供給」を掲げ、電力の安定供給による生活水準の向上を目指していた。

タンザニアにおけるエネルギー分野の開発ビジョンである「国家エネルギー政策」（2003年策定）は、全国的なエネルギーの安定供給と電化率向上を目指してお

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

り、これを実現するための具体的な開発計画である「電力系統マスタープラン(2008年策定)」では、2033年までの長期的な電源開発及び送配電網整備計画が示された。

事後評価時でも、タンザニア政府による国家開発計画である「第2次成長と貧困削減のための国家戦略」(2010年策定)が、「包括的・持続的で雇用を強化する成長と開発を通じた貧困削減」を主要目標の1つとしており、具体的には発電量・電化率の向上のために送配電線を拡充することを目指している。また、5ヵ年開発計画(2011/12 - 2015/16)を推進することを目的としてタンザニア政府により2013年に開始された「Big Results Now!イニシアチブ」では、2015年までに達成する電化率を20%から30%まで引き上げること、一人当たり電力消費量を97kWhから236kWhまで増加させることなどの数値目標を設定し、発電・送電・配電の優先プロジェクトを設定している。本事業は、変電容量の増加や送電損失の削減を通じてダルエスサラーム市内の電力供給力の安定を図り、結果として電力消費量の増加に貢献するものであり、同イニシアチブとの目的と合致している。

エネルギー分野の開発ビジョンである「国家エネルギー政策」(2003年策定)は事後評価時点でも引き続き使用されている。同政策を実現するための具体的な開発計画である電力系統マスタープランは2012年に更新されており、安定的な電力供給を目的とした送配電網整備計画を明記している。

以上より、送配電整備を通じた電力供給安定化の重要性は事前評価時も事後評価時も一貫してタンザニアの開発政策・セクター政策に明記されており、本事業はこれに合致するものといえる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

タンザニア経済は、本事業事前評価時点において順調に拡大しており、タンザニア経済の中心であり本事業対象地であるダルエスサラーム市の電力需要は経済発展及び人口増加に伴い著しく増加していた。他方、2002年以降、電力セクター民営化が検討されたことによりTANESCOへのドナー機関による援助やタンザニア政府による投資が停滞したこともあり、電力配電網の増強はほとんど行われてこなかった。そのため急速な需要の拡大に変電設備や配電設備の整備が追いつかず、既設設備は過負荷運転を強いられ、設備の老朽化も進んでいたことから、ダルエスサラーム市内では停電が頻発していた。

事後評価時点でも、タンザニア経済は年率7%程度の成長を続けているほか、ダルエスサラーム市の人口も年率5.6%(2002~2012年の年平均増加率)で増加しており、それに伴い電力需要も増加している。「電力系統マスタープラン」は、ダルエスサラーム市内の最大需要が2020年までに年率10%で増加することを見込んでいることから、引き続き需要の拡大に対する変電設備や送電・配電設備の整備が必要である。また、ダルエスサラーム市内全般では、引き続き停電が頻発している。

以上より、ダルエスサラーム市内での電力需要は引き続き増加し、かつ停電も頻発していることから、電力安定供給に対するニーズは一貫して高く、本事業は開発ニーズとの整合性が高いといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

本事業の事前評価時、「タンザニア国別援助計画」は「都市部における基礎的インフラ整備等による生活環境改善」を重点分野の一つとしていた。この中で、ダルエスサラーム市の電力インフラを含む基礎インフラは首都機能を担うには不十分であり、引き続き基礎インフラ整備支援を検討する、とされていた。

送配電設備によるダルエスサラーム市内の電力供給の安定化を目指す本事業は、上記に合致するものであり、日本の援助政策との高い整合性が認められる。したがって、本事業の日本の援助政策との整合性は高いと判断される。

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 有効性⁴（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果

3.2.1.1 ダルエスサラーム市の変電容量増加

本事業の実施によるマクンブショ変電所の設置により、ダルエスサラーム市の変電容量は表 1 の目標値の通り増加することが想定されていた。事後評価時のダルエスサラーム市の変電容量実績値は表 1 の通りであり、目標値以上に増加している。

表 1 ダルエスサラーム市の変電容量

項目	事前評価時 実績値 (2006 年)	目標値 (2010 年)	事後評価時 実績値 (2012 年 ⁵)
132/33kV 変圧器 ⁶	350MVA	440MVA	600 MVA
33/11kV 変圧器	415MVA	445MVA	493MVA

出所：基本設計調査報告書、実施機関提供資料

なお、表 1 に記載されている 2012 年時点での 132/33kV 変圧器変電容量 600MVA のうち 90MVA と、33/11kV 変圧器変電容量 493MVA のうち 30MVA が

⁴ 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。

⁵ 事後評価時に実施機関から提供された最新情報が 2012 年のものであるため、同情報をもとに評価を行った。

⁶ 132/33kV は、132kV を 33kV に降圧するための、33/11kV は 33kV を 11kV に降圧するための変圧器を意味する。

マクンブシヨ変電所設置に伴い増加した変電容量である。

3.2.1.2 イララ変電所の負荷軽減

本事業の実施により、イララ変電所の 132/33kV 変圧器にかかる負荷の一部（約 25MVA 分）をマクンブシヨ変電所が賄うことにより、イララ変電所の過負荷状態が 19%（約 25MVA に相当）緩和することが想定されていた。これは、1 次変電所であるイララ変電所が電力を供給していた 2 次変電所のムササニ変電所とオイスターベイ変電所に、マクンブシヨ変電所が送電を行うよう変更したことにより、2 次変電所分の負荷をイララ変電所からマクンブシヨ変電所に移したものである⁷。



図 1 本事業で整備した変電所及び関連する一次・二次変電所

ムササニ変電所とオイスターベイ変電所の 2006 年時点での想定負荷（最大需要）は表 2 の通りそれぞれ 9.0MVA、17.5MVA であるため、イララ変電所からマクンブシヨ変電所に移される想定負荷合計は 26.5MVA であった⁸。同様に、2010 年時点でイララ変電所からマクンブシヨ変電所に移される想定負荷合計は 34.2MVA である。基本設計調査報告書には 2010 年以降の想定負荷が記載されていないものの、2010 年以降も電力需要が増加し続けた場合、2013 年時点で 42.0MVA の負荷がイララ変電所からマクンブシヨ変電所に移される想定であったと言える。

⁷ オイスターベイ変電所・ムササニ変電所へは、本来イララ変電所が送電を行っていたが、事前評価時点では、イララ変電所の変圧器故障のため、一時的にウブンゴ変電所が送電を行っていた。事前評価後の 2006 年に、イララ変電所に 132/33kV の変圧器（60MVA）2 台が新設されたことにより、その後は本来通りイララ変電所がオイスターベイ変電所・ムササニ変電所に送電を行った。

⁸ イララ変電所の負荷軽減は上述の通り約 25MVA とされているが、本来の想定は 26.5MVA である。

イララ変電所からマクンブシヨ変電所に移された2次変電所の事前評価時の想定負荷及び事後評価時点の実際の負荷は表2の通り。

表2 イララ変電所よりマクンブシヨ変電所に移された2次変電所の負荷
(MVA)

	事前評価時想定			事後評価時点
	2006年 (予測値)	2010年 (予測値)	2013年 (推定値 ⁹)	2013年 (実績値)
ムササニ変電所	9.0	13.9	19.3	15.0
オイスターベイ変電所	17.5	20.3	22.7	20.0
合計	26.5	34.2	42.0	35.0

出所：基本設計調査報告書、実施機関提供資料

2013年時点で、ムササニ変電所・オイスターベイ変電所の実際の負荷はそれぞれ15MVA、20MVAであるため、マクンブシヨ変電所はイララ変電所の負荷を、事前評価時点に想定されていた25MVA（もしくは26.5MVA）を上回る35MVA分負担したことになる。ただし、これは2013年時点の推定値42MVAの83%にとどまる。

なお、イララ変電所のピーク需要推移は表3の通りである。

表3 イララ変電所のピーク需要推移

(MVA)

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
132/33kV	91	124	178	173	185	184	183	191

注：132/33kVの変電容量は2006年まで90MVA(72MW)、2007年以降が210MVA(168MW)。

出所：実施機関提供資料、力率0.8で計算

上記の通り、2010年にムササニ変電所・オイスターベイ変電所の負荷をマクンブシヨ変電所に移したことにより、イララ変電所の2013年時点でのピーク需要は変電容量210MVAに対して191MVAと、過負荷状態を回避できている。イララ変電所の変圧器には2006年以降過電流による電流の遮断（トリップ）は発生していない。

なお、上記定量的効果を測定するために必要な変電所の変圧器ごとのピーク需要などのデータが、変電所には存在するもののTANESCO本部に蓄積されておらず、TANESCOのデータ管理面に改善の余地がある。

⁹ ムササニ変電所・オイスターベイ変電所の負荷は、事前評価時点では2010年までしか計算されていない。2006年から2010年の最大需要は、ムササニ変電所が年率11.5%で、オイスターベイ変電所が3.8%で増加していることから、2010年以降も同率で増加したものとして、2013年の最大需要想定値を推定した。

3.2.1.3 電力損失の削減

本事業の実施により、ウブンゴ変電所からマクンブシヨ変電所間の電力損失が21.0%から7.2%まで改善されることが想定されていた。

ウブンゴ変電所からマクンブシヨ変電所までの送電線は、当初計画通り建設されたため、同区間の電力損失の計算値は計画通り7.2%となる。また、ウブンゴ変電所からマクンブシヨ変電所への送電と受電量により計算したところ電力損失は3.1%となっており、17.8%の改善が実現されている¹⁰。

3.2.2 定性的効果

本事業の実施による定性的効果は以下の2点が想定されていたが、本事後評価調査としては、上述の通りこれらの効果を定量的効果として把握・分析した。

- ・ マクンブシヨ変電所の33/11kV配電用変圧器が整備され配電容量が増加することによって、同変電所区域の需要家（約22.9万人）への電力供給力が向上する。
- ・ マクンブシヨ変電所とウブンゴ変電所が132kV送電線で関係されるため、マクンブシヨ変電所の電力供給力が確保され安定した運転が可能となる。

1点目はマクンブシヨ変電所の33/11kV変圧器整備による配電容量の増加であり、表1の通り、目標以上に配電容量が増加していることが確認できている。2点目については、3.2.1.3で述べた通りウブンゴ変電所とマクンブシヨ変電所が132kV送電線で関係され電力損失が削減されており、マクンブシヨ変電所の電力供給力が確保されている。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

本事業の事前評価時には、事業実施のインパクトとして、本計画対象地の公共施設、商店などの安定した運営が可能となり、都市機能と住民生活が活性化すること、停電による自家発電の運転が抑制されること、公共施設や一般市民のエネルギー支出が緩和されることが想定されていた。

マクンブシヨ変電所から直接電力供給を受ける需要家及びマクンブシヨ変電所に接続された二次変電所から電力供給



写真1 簡易受益者調査対象の工場周辺

¹⁰ 2014年1月の1週間分データより計算したもの。送電量・受電量とも、変電所ごとに目視で確認した数値を手書きで管理しているため、必ずしも正確な数値ではない。

を受ける需要家 20 社を対象にヒアリングを実施¹¹したところ、停電の回数の減少をはじめとする電力供給の安定が実感されていることが確認できた。

マクンブショ変電所から直接配電を受ける小規模な需要家は、プロジェクト完成前との比較で停電回数が 15 分の 1 から 30 分の 1 程度まで減少したと回答している。一方、マクンブショ変電所から送電を受ける二次変電所から電力供給を受ける大規模工場では停電回数が 10 分の 1 程度に減少したと回答している。また、半数の需要家が、プロジェクト完了後に電圧が以前よりも安定したと回答している。これらに伴い、自家発電機の稼働回数・時間も減少している。

なお、本事業完成前後からマクンブショ変電所周辺地域に新規に建設された事業所・住居数が見受けられるが、この要因の一つとして、同地域の電力供給が本事業の実施により安定したことがあげられる。

また、本事業の事前評価時、ダルエスサラーム市の電力供給を安定化させるため 132kV 送電線を環状に整備することが計画されており、本事業も同計画の一部をなすものであった。図 2 の通り、ウブンゴ変電所・イララ変電所間の 132kV 送電線は本事業事前評価時までには整備済みであり、本事業によりウブンゴ変電所・マクンブショ変電所間が整備された。残る区間のマクンブショ変電所・ニューシティセンター変電所間、ニューシティセンター変電所・イララ変電所間の送電線については、フィンランド政府による支援により建設される予定であり、完成時にはさらなる電力供給力の改善が期待される。

これらより、本事業は電力供給力の改善を通じて、本事業対象地の都市機能と住民生活の活性化に貢献していると言える。

¹¹ 対象需要家は、製造業の工場が中心である。規模は 100 人以上の従業員を抱える大規模なものから従業員数名の小規模なものまで多岐にわたる。

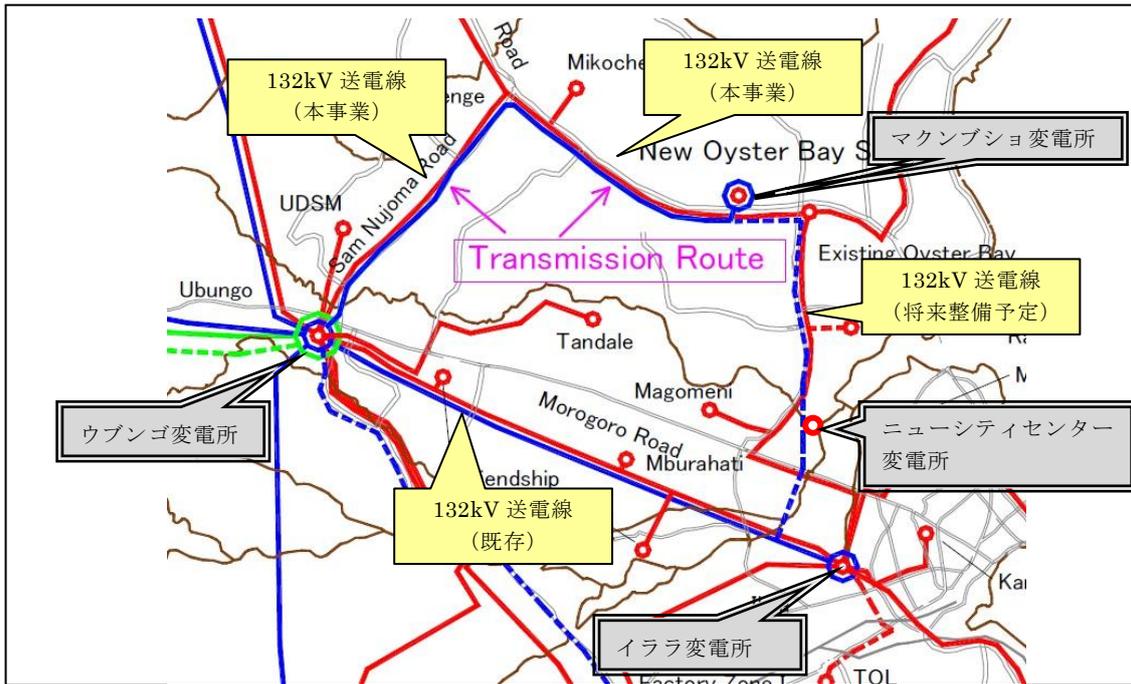


図2 ダルエスサラーム市 132kV 環状送電線計画進捗状況

3.3.2 その他、正負のインパクト

3.3.2.1 自然環境へのインパクト

本事業では、実施機関が環境アセスメント報告書を作成、環境管理審議会が技術的審査を行い、2007年に環境大臣の承認を受けて実施された。また、本事業の基本設計では、マクンブシヨ変電所の変電機器の騒音問題及び油流出防止策を考慮する必要があること、送電線は公衆の安全を確保できる最低地上高や離隔距離とすること、車両などの接近防止対策を取ること、地域住民に対して送電線と一般住宅との安全離隔距離などの説明を行うことが必要であることが指摘されていた。

本事業では、マクンブシヨ変電所に高さ3mのフェンスや油水分離設備が設置され、十分な騒音対策、油流出防止策がとられたと言える。送電線も、最低地上高や離隔距離がタンザニア国内の基準に基づいて設定され、コンサルタント及びTANESCOのプロジェクトマネージャーが基準通りに建設されたことを確認した。

接近防止策については、車両の衝突を



写真2 道路留保地に建設された送電ポール

避けるためにガードレールの設置も検討されたが、鉄塔は道路留保地¹²に道路から数メートル離して設置されたため、車両が送電ポールに高速で接近することは不可能であり、ガードレールの設置は不要と判断された。幹線道路に近接した送電ポールも設置されておらず、車両の衝突などの問題も発生していない。

一般住宅などに対して、新しく建物が送電線近辺に建設される際には、安全隔離距離の説明が行われている。また、送電線下などに不法に構造物が作られている場合には、3 か月ごとの点検の際に注意・撤去命令が行われるほか、必要に応じて警察も動員されるとのことであった。

事業完了前には、プロジェクト完了報告書作成時に、環境アセスメント評価での指摘事項に全て対応したこと、及び環境面に影響がなかったことが確認された。

3.3.2.2 住民移転・用地取得

マクンブシヨ変電所建設予定地（約 6,400 m²）は、事前評価時点では民間所有であり、政府用地へ切り替えを進めることが確認されていた。同建設予定地は、土地法（Land Act）と土地取得法（Land Acquisition Act）に従い、計画通り政府が民間から取得の上、政府から実施機関である TANESCO に売却された。用地取得にあたり、政府が所有者に対して補償金及び代替地を提供し、TANESCO は政府に対して土地代金として 310 百万 TSh の支払いを行った。なお、同用地には住民は居住しておらず、住民移転は発生しなかった。

送電線の建設にあたり、用地 2,197 m²の取得が行われ、5 世帯の移転が発生した。不動産の価格は、土地規定（Land (Assessment of the value of land for compensation) Regulation 2001)に定められているとおり、不動産の市場価値に応じて補償価格が査定され、所有者と実施機関が覚書を締結した上で、補償金の支払いが行われた。補償金支払い額は、建物代金も含めて、合計で 469 百万 TSh であった。

3.3.2.3 その他の間接的効果

本事業では、タンザニアにおいて初めて送電線の建設にあたりモノポール鉄塔¹³が使用された。一般的な鉄塔を建設する場合に比べ、モノポール鉄塔の場合には、用地取得面積が少なくなることから、TANESCO は本事業実施後も複数プロジェクトでモノポール鉄塔を使用している。

本事業では、ダルエスサラーム市の変電容量増加やイララ変電所の負荷軽減などが実現されており、電力供給力改善により都市機能と住民生活が活性化に貢献していることが確認できた。また、自然環境へのインパクトも発生しておらず、住民移転・用

¹² 舗装された道路部分と舗装されていない道路脇の部分が国有地とされており、あわせて道路留保地（Road reserve）と言われる。

¹³ 円形断面鋼管単柱鉄塔。都市部における鉄塔建設の際には、景観面への配慮などから、従来の山形鉄塔ではなくモノポール鉄塔が使用されることがある。実際の形状については写真 2 を参照。

地取得上の問題も発生していない。以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業では、33kV 配電設備増強、132kV 送電設備増強、資機材調達計画とされていたが、資材価格・原油価格の高騰により 2008 年 8 月に実施された入札が不調となったため、当初の予定金額内で実施可能なコンポーネントのみが再入札されることとなった。これにより第 1 次事業から 33/11kV 配電設備の一部が除外され、除外された 33/11kV 配電設備は、その後第 2 次事業として実施されることとなった。第 1 次事業・第 2 次事業に分割されたものの、両事業を通じての事業範囲は分割前の当初計画通りである。

本事業アウトプットの計画及び実績は表 4 の通りである。

表 4 アウトプットの計画・実績比較

	計画			実績	
	スコープ 分割前	スコープ分割後		第1次	第2次
		第1次	第2次		
33kV配電設備増強					
A 新オイスターベイ変電所用33kV及び11kV配電用資機材の調達・据付					
(1) 33kV配電盤	12面	5面	7面	5面	7面
(2) 11kV配電盤	8面	0面	8面	0面	8面
(3) 33kV制御・保護盤	4面	3面	1面	3面	1面
(4) 11kV制御盤	1面	0面	1面	0面	1面
(5) 132/33/11kVメータ盤	2面	1面	1面	1面	1面
(6) 33/11kV配電用変圧器(15MVA)	2台	0台	2台	0台	2台
(8) 所内用変圧器(33/0.4kV、100kVA)	2台	1台	1台	1台	1台
(7) 所内電源設備	1式	1式	-	1式	-
(9) 引き止め鉄塔(門型)	1式	1式	-	1式	-
(10) 接地設備(架空接地線を含む)	1式	1式	-	1式	-
(11) 屋外照明設備	1式	1式	-	1式	-
(12) 消火器(ABC、可搬型)	1式	1式	-	1式	-
(13) 33kVケーブル	1式	1式	1式	1式	1式
(14) 11kVケーブル	1式	-	1式	-	1式
(15) 制御棟の建設(363㎡、1階建)	1式	1式*		1式*	
(16) 付帯土木施設	1式	1式*		1式*	
132kV送電設備増強					
B 新オイスターベイ変電所用132kV送電用資機材の調達・据付					
(1) 132kVファイガー設備	1式	1式	-	1式	-
(2) 132kV用開閉設備	1式	1式	-	1式	-
(3) 132/33kV主変圧器(45MVA)	2台	2台	-	2台	-
(4) 132kV用制御・保護盤	1式	1式	-	1式	-
(5) 接地設備	1式	1式	-	1式	-
(6) 付帯土木施設	1式	1式*		1式*	
C ウブンゴ変電所用132kV引出し用設備の調達・据付					
(1) 132kVファイガー用引き止め鉄塔	1基	1基	-	1基	-
(2) 132kV引き出し用母線設備	1式	1式	-	1式	-
(3) 132kV用開閉設備	1式	1式	-	1式	-
(4) 既設電圧計測設備(CVT)の移設	1式	1式*		1式*	
(5) 既設制御盤の改造	1式	1式*		1式*	
(6) 接地設備	1式	1式	-	1式	-
(7) 付帯土木施設(機器用基礎等)	1式	1式*		1式*	
D 132kV送電線の建設(ウブンゴ変電所～新オイスターベイ変電所間)					
(1) 132kV用送電鉄柱基礎	1式				
(2) 132kV送電鉄柱(モノポール)	38基	38基	-	38基	-
(3) 送電線資機材(導体、碍子、接地設備等)	1式	1式	-	1式	-

資機材調達計画						
E 下記資機材の調達						
	(1) 33kV 避雷器	12個	6個	6個	6個	6個
	(2) 11kV 避雷器	12個	0個	12個	0個	12個
	(3) 調達資機材用予備品、保守用道具	1式	1式	-	1式	-

*タンザニア側負担

出所：基本設計調査報告書、完了届

本事業では、第1次事業・第2次事業を通じて、ほぼ計画通りのアウトプットが達成されている。第1次では、基礎寸法の変更、鉄構高の変更、フェンス・ゲートの位置変更など軽微な変更がなされたものの、大きな変更はない。第2次でもケーブルルートの変更など軽微な変更のみが行われた。

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

本事業の事業費は、日本側負担分の概算事業費として1,807百万円が計上され、それ以外には、タンザニア側の負担額として47百万円が支出されることとなっていた。日本側負担分の計画額と実績額を比較すると、表5の通り、日本側の実際の事業費は第1次、第2次合計で2,266百万円となり、計画額を25%超過した。これは、配送電機材の主要構成部品となる鋼材価格や、原油価格が大幅に高騰したことによるものであり、不可避であった。

表5 事業費の計画・実績比較

(単位：百万円)

内訳	計画	実績		
		第1次	第2次	合計
建設費	541	0	0	0
機材費	1,166	1,715	452	2,167
設計監理費	100	77	22	99
合計	1,807	1,792	474	2,266

注：「実績」では、機材費に据付工事費が含まれている。

出所：基本設計調査報告書、完了届

タンザニア側負担は表6のとおり、33kV配電線移設工事の事業費が不明ながら、それ以外の費用が97百万円となり、計画を上回った。これは主に、事前評価時点では用地取得代金の負担を政府が行うかTANESCOが行うか明確になっていなかったこと、道路の街路灯計画位置の移動に関する費用41百万円(831百万TSh)を追加にタンザニア道路公社に支払う必要が生じたものである。

道路の街路灯計画位置の移動に関する費用は、送電線が設置されるサムヌジョマ道路の街路灯の設置位置を変更することとなったことによる設計費、機材費である。

表 6 タンザニア側負担事業費の計画・実績比較

(単位：百万円)

内訳	計画	実績
新設変電所造成工事他	26	17
132kV 送電線路上の障害物移設工事	16	
33kV 配電線移設工事	5	不明
道路の街路灯計画位置の移動 (設計費、機材費)		41
用地取得		39
合計	47	97

出所：基本設計調査報告書、実施機関提供資料

なお、タンザニア側負担事業費の実績が確認できない費目があるため、日本側事業費のみで評価判断を行う。

3.4.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、当初計画において約 31 ヶ月が想定されていたが、再入札時に事業実施工程の見直しが行われ、事業期間は 2011 年 2 月まで 33 ヶ月間とされた¹⁴。複数の工程が第 1 事業、第 2 事業を通じて同時並行で進められたうち、132kV 送電線建設の工程が最も長く、2011 年 2 月に完了予定だった。なお、132kV 送電線建設の工程計画は表 7 の通りであり、タンザニア側負担のサムヌジョマ道路の 33kV 配電線移設工事は、2009 年 3 月の第 2 次事業 E/N 締結を受けて開始されることになっていた。

表 7 132kV 送電線建設の工程計画

作業内容	期間
(タンザニア側負担) サムヌジョマ道路の 33kV 配電線移設工事	2009 年 3 月～2009 年 10 月
132kV 送電線に関する土木工事	2009 年 10 月～2010 年 4 月
モノポール設置工事	2010 年 4 月～2010 年 11 月
132kV 送電線据え付け工事	2010 年 11 月～2011 年 2 月

出所：第 2 次事業詳細設計

実際の事業期間は、第 1 次が 2008 年 5 月～2010 年 9 月の 28 ヶ月、第 2 次が 2009 年 3 月～2010 年 9 月の 18 ヶ月、全体で 28 ヶ月となり、事業期間は当初計画比 85% と計画内に収まった。

上記のとおり、再入札時に事業実施工程の見直しにより、当初計画からの遅れ

¹⁴ 第 2 次事業詳細設計による。

が予見されたため、コンサルタント・実施機関が協議の上、タンザニア側負担の配電線移設工事を、第2次事業 E/N 締結を待たず前倒しして開始、予定よりも5ヵ月早い2009年5月に完成させた。これにより、後工程である日本側負担の132kV送電線の建設を5ヵ月程度前倒しで完了させることが可能となり、事業全体も2010年9月に完了、事業期間が短縮された。

以上より、本事業は、事業期間は計画内に収まったものの、事業費が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.5 持続性（レーティング：②）

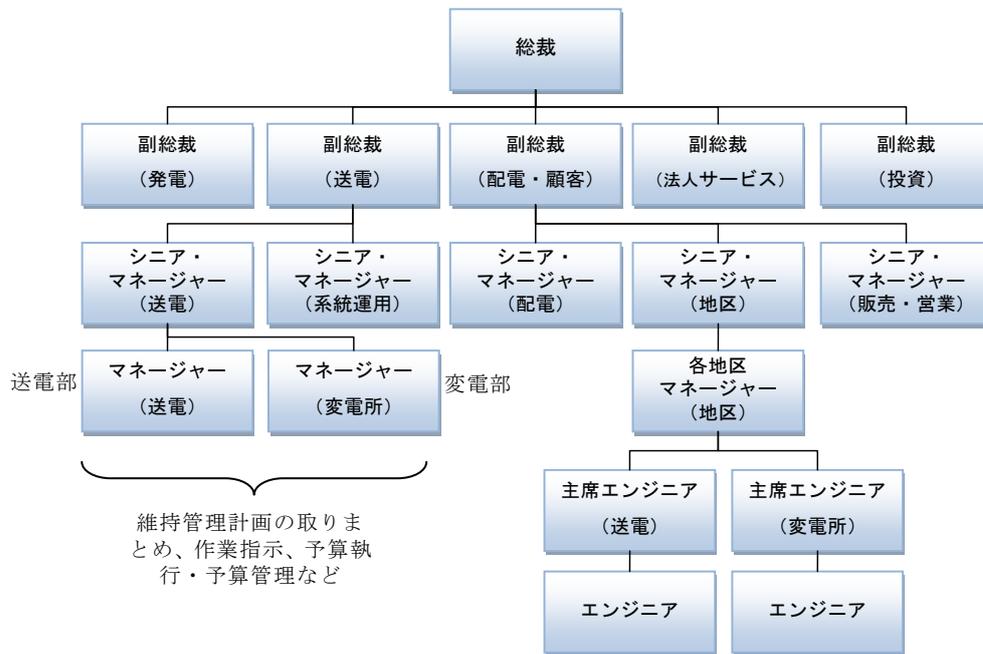
3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関は TANESCO であり、ザンジバルを除くタンザニア国唯一の電力供給会社として、発電、送電、配電の各部門を有しており、全従業員の数は、2013年12月現在で5,936人である。

事前評価時には、マクンブショ変電所及び132kV送電線の運転・維持管理は、送変電部が担うこととなっていたが、2011年に組織変更が行われた結果、事後評価時点では、新設された本部送電ビジネスユニット変電部が変電所の維持管理計画作成と予算執行・予算管理を担当し、変電部の指示のもと、地区事務所変電所担当が変電所維持管理作業を実施しており¹⁵、変電所維持管理に関する責任が変電部と地区事務所変電所担当に分割されている。

同様に、送電線の維持管理については、本部送電部が維持管理計画作成や維持管理予算管理を行う一方、維持管理作業は地区事務所の送電線担当が行う。

¹⁵ 地区事務所はタンザニア国内に5つ設置されており、本事業による送電線・変電所は、ダルエスサラーム・沿岸地区事務所の管轄である。



出所：実施機関提供資料

図3 タンザニア電力公社組織図（ただし維持管理に関連する部分のみ）

ダルエスサラーム・沿岸地区事務所には、変電所担当者が約 20 名、送電線担当者が約 10 名配置されている。ダルエスサラーム・沿岸地区事務所の維持管理担当者は、他地区の応援を行うケースも多く、そのため年間の定期メンテナンスでカバーできる変電所が、計画の 90%程度にとどまることもある¹⁶など、人員不足が指摘されている。

マクンブシヨ変電所の運営は、キノンドニ北地域事務所が担当しており、24 時間有人監視を行うため、当初計画どおりの 2 人×4 班の運転員および管理者 3 名の合計 11 名が配置されている。

以上より、当初予定通りの人員が配置されているものの、変電所・送電線の維持管理の人員不足が生じる場合もあり、運営・維持管理の体制に軽度な問題がある。

3.5.2 運営・維持管理の技術

TANESCO の技術者は、これまでの送電線・変電所運営の経験を通じて、送配変電設備の基礎的な運転・維持管理技術を有している。また、本事業でも据付工事及び試験調整期間中に日本の請負業者により派遣される技術者によって、当該変電設備の運転・維持管理に関する OJT が実施された。

¹⁶ 実施機関メンテナンス担当部門からの聞き取り調査による。

変電所の運営については、2011年に新設された TANESCO 技術研修学校で2012年7月より研修が行われている。ダルエスサラーム・沿岸地区の変電所メンテナンス担当者は全員がレベルに応じて4週間～3カ月の研修を全員が受講し、変電所のメンテナンス計画や実務を学んでいる。エンジニア・技術者と言われる職員は4週間、技工は3カ月の研修を受講する仕組みとなっている。

送電線についてのカリキュラムは事後評価時点で作成中であり、同技術研修学校での研修の準備が進められている。これまでは、社内 OJT や、海外ドナーによるプロジェクトへの派遣を通じて技術水準の引き上げが図られてきた。

TANESCO の技術面の問題により、メンテナンスが滞っているケースはない。



写真 3 TANESCO 技術研修学校

3.5.3 運営・維持管理の財務

TANESCO は 2012 年に 58,731 百万 TSh をメンテナンス予算として配分、そのうち 24,160 百万 TSh が支出されている。基本設計では、本事業により整備された変電設備のメンテナンスに必要なスペアパーツ費用は年間 220 百万 Tsh と見込まれており、メンテナンス予算配分額・未執行額と比べても少額であることから、本事業により整備された設備のメンテナンスを行うための予算は十分にあると言える。

TANESCO のメンテナンス予算・支出実績は表 8 の通り推移している。

表 8 実施機関のメンテナンス予算・支出実績

(単位：百万 TSh)

	予算 (百万TSh)	支出 (百万TSh)	執行率
2005	11,804	9,263	78.5%
2006	8,289	5,989	72.3%
2007	56,447	5,316	9.4%
2008	42,296	15,136	35.8%
2009	45,033	24,262	53.9%
2010	43,030	25,230	58.6%
2011	41,683	28,675	68.8%
2012	58,731	24,160	41.1%

出所：実施機関提供資料

年度予算は、前年度 12 月下旬までに作成され、それを受けてメンテナンス担当部署は年間メンテナンス計画を作成し、年間調達計画を本部調達部に提出するとともに、資機材の調達依頼を行う。ただし、調達には最短でも 5 ヶ月必要であり、内容の修正などが行われたり、調達部門の人員不足などにより手続きに時間がかかるため、通常 7～8 ヶ月がかかる。そのため、十分なスペアパーツの在庫を持っていない場合、スペアパーツ不足により本来メンテナンス計画で予定されていた作業が行えないこともある¹⁷。

この他、TANESCO 自体の赤字計上などに伴う現預金不足から、調達が中断され、結果としてメンテナンスに必要なスペアパーツが入手できないこともある。これらの理由から、メンテナンス予算の執行率が低い水準に留まっている。

実施機関の損益計算書、貸借対照表は以下の表 9 の通りである。

表 9 実施機関 損益計算書・貸借対照表

(単位：百万 TSh)

	2010	2011	2012
売上	466,477	545,658	820,436
売上原価	(492,252)	(753,397)	(1,162,437)
売上総利益	(25,775)	(207,739)	(342,001)
販管費	(80,874)	(106,277)	(130,956)
営業利益/損失	(106,649)	(314,016)	(472,957)
営業外収益	107,628	282,754	300,808
営業外費用	(44,908)	(44,949)	(51,934)
経常利益/損失	(43,929)	(76,211)	(224,083)
特別利益/損失			
税引き前当期利益	(43,929)	(76,211)	(224,083)
法人税	0	0	0
当期利益/損失	(43,929)	(76,211)	(224,083)
	2010	2011	2012
流動資産	333,672	425,134	583,511
固定資産	2,232,921	2,488,213	2,735,329
資産合計	2,566,593	2,913,347	3,318,840
流動負債	486,103	674,968	1,207,967
固定負債	842,741	1,042,671	1,090,594
負債合計	1,328,844	1,717,639	2,298,561
資本	1,237,749	1,195,708	1,020,279
負債・資本合計	2,566,593	2,913,347	3,318,840

出所：実施機関提供資料

¹⁷ また、調達機材の仕様が TANESCO 内で標準化されていないことも、調達手続きが非効率になっている原因の一つであるとの指摘もある。

TANESCO の売上は売電量の増加に伴い増加傾向にあるものの、それ以上に売上原価が増加し、売上総利益ベースで損失が拡大している。売上原価の増加は、電力需要の急速な伸びにより、TANESCO が保有している発電設備だけでは十分な供給を行うことができず、危機対応発電所（Emergency Power Producer、以下 EPP という）と呼ばれる事業者からの電力買い取りが増加するためである。この買い取りは一時的なものに留まらず、常態化している。また、TANESCO の EPP からの買い取り単価及び、EPP 以外の一部の独立系発電事業者 (IPP) からの買い取り単価は、電力販売価格よりも高く設定されている。これらの EPP・IPP に支払う支出を補てんすることを目的として、政府は TANESCO への補助金を拠出してきた（補助金は営業外収益に含まれる）。

2013 年末に電力料金が約 40% 引き上げられたことに伴い、TANESCO は 2014 年には概算 35,000 百万 TSh の当期利益を予想しており¹⁸、これに伴い政府は 2014 年から補助金を大幅に削減した。ただし、上記利益を計上したとしても、累積損失 982,676 百万 TSh を解消するためには 28 年が必要であり、利益計上による累積損失の早期解消は困難である。

TANESCO は 2014 年より複数の発電所を順次設置するとともに、国内で産出される天然ガスを発電所に送るためのパイプラインを 2016 年ごろに完成させることにより、EPP からの電力買い取りを減少させ、収益を改善させることを目指している。

以上より、実施機関は運営・維持管理のための予算を配分しているものの、スペアパーツの調達やメンテナンス予算の執行に懸念があること、当期利益の黒字化を見込んでいるものの、繰越欠損の解消に至る見込みがないことから、運営維持管理の財務面にやや懸念がある。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業で整備された変電所・送電線のメンテナンス状況は良好である。メンテナンスが必要な箇所や故障したまま放置されている箇所はない。特に、送電線については、以前は、年 1 回程度障害が発生し緊急対応が必要だったものの、ダルエスサラーム・沿岸地区では数年前に老朽化した部分の交換などを行った結果、送電線に障害は発生していない。

ただし、TANESCO 全般としては、上記のとおり、メンテナンス作業実施のためのスペアパーツ調達が遅れることから、変電所・送電線に関する定期メンテナンスで全てのメンテナンス作業が実施されているわけではないことに加え、マクンブシヨ変電所のメンテナンスを担当するダルエスサラーム・沿岸地区事務所は、他地区

¹⁸ 実施機関提供資料を修正。実施機関は、67.87%の料金引き上げと政府からの補助金配分を基に収益計画を作成していたが、料金引き上げは 40%となり、補助金配分は大幅に削減されたため、これらを収益計画に反映した。実施機関財務部からの聞き取りでは、若干の黒字もしくは赤字となる予想とのこと。

への応援などのため、一部の定期メンテナンス作業を行えていない。

以上より、送電線・変電所の運営に大きな問題は生じていないものの、一時的な人員不足や、スペアパーツの調達の遅れにより一部の維持管理作業ができていないこと、当期利益の黒字化を見込んでいるものの繰越欠損解消の目途が立たないことから、本事業の維持管理は財務面・運営維持管理の状況に軽度な問題があり、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、タンザニア第一の都市であるダルエスサラーム市内の電力供給を安定させるため、市内の変電容量を増加させることを目的として、新規に変電所を建設するとともに既存変電所との接続を行う送電線を建設した事業である。本事業は、事前評価時及び事後評価時の両時点におけるタンザニアの開発政策及び開発ニーズと整合しているほか、日本の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、ダルエスサラーム市内の変電容量の増加や既存変電所の負荷軽減を達成したことにより、停電回数の減少など電力供給の安定に貢献しており、有効性・インパクトは高い。事業時の実施面について、事業期間は計画通りであるものの、事業費が原材料価格の高騰などにより事前評価時より増加しており、効率性は中程度である。実施機関の財務状況が健全とはいえないこと、スペアパーツの調達の遅れなどから十分に維持管理が行われていない箇所もあることなど、事業の持続性は中程度である。

以上より、本プロジェクト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

4.2.1.1 維持管理体制の改善

実施機関では、変電所の維持管理作業は、維持管理予算の管理を行う本部変電部の計画・指示のもと、地域事務所変電所担当が維持管理作業を行うなど、維持管理を行うための組織体制と権限・予算が一致していない。

結果として、維持管理の責任が不明確になり非効率となっているため、部門間の調整を強化するなどして、維持管理の計画・実施、予算のタイムリーな執行を統合的に行えるようにすることが望ましい。

4.2.1.2 スペアパーツの調達の改善

実施機関では、維持管理に必要な資機材の調達をタイムリーに行うことができず、そのため計画された維持管理作業が全て行えているわけではない。これは主に、予算年度が始まる直前に予算案が承認されて、それから維持管理計画や調達

計画を作成することによるものであり、調達の計画面に改善の余地がある。

具体的には、TANESCO が次年度の仮予算を前年度 7 月などに作成の上、内部承認し、それをもとに維持管理計画・調達計画を作成することが考えられる。調達のために所定の期間が必要ではあるものの、予算年度開始 6 ヶ月程度前から準備を始めることにより、年度開始と同時に資機材の調達ができるものと思われる。

4.2.1.3 財務改善

当期利益の黒字化を達成できる見込みであるものの、繰越欠損の解消に至る見込みがなく、引き続き TANESCO は財務改善に向けた取り組みを継続する必要がある。特に、電力コストの上昇に深刻な影響を与えている EPP（危機対応発電所）と呼ばれる事業者からの電力買い取りが減少するよう、新規発電所建設を遅滞なく進める必要がある。

4.2.1.4 送電データの管理強化

各変電所では変圧器ごとの負荷情報を把握しているものの、システム管理部に提出される月次報告にはこのような情報が含まれておらず、変電所全体としての負荷情報のみが記載されている。そのため、変圧器の負荷をもとにして変電所の増強に関する将来計画を作成することが困難である。

将来的には、自動的に変電所のデータを収集するシステムを構築することも考えられるが、当面は現在使用している月次報告書の書式を一部変更し、変電所から変圧器ごとの負荷データをシステム管理部に提供し、システム管理部でのデータ収集・分析を行い、投資計画を担当する調査・投資部へ定期的に分析結果を提供することが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

現在、世銀や国際通貨基金を中心としたドナー機関の集まりにより TANESCO の財務改善に向けた取り組みへの支援・モニタリングが行われているが、今後も同取組が着実に進められるよう、JICA としても世界銀行などと協調してのモニタリングが今後も求められる。特に、電力コストの上昇に深刻な影響を与えている EPP（危機対応発電所）と呼ばれる事業者からの電力買い取りが、2014 年末の新規発電所建設後に減少・解消されるか、今後の増加する電力需要に対応するための電源開発計画が遅滞なく実施されているかモニタリングすることが望ましい。

4.3 教訓

4.3.1 実施機関の調達手続き改善

実施機関によれば維持管理予算は十分であるものの、調達の遅れから、一部の維持管理作業が計画通りに行えていないとのことである。タンザニアのみならず、他

国においても電力セクターを始め、インフラ分野で同様の問題が発生している場合には、予算形成から調達計画までのプロセス改善支援や、調達計画の作成に関する能力強化、調達書類作成に関する能力強化など、調達の改善に関する指導・支援を行うことが望ましい。

4.3.2 日本側・相手国側の連携による実施スケジュールの柔軟な見直し

本事業では、再入札が行われた際に事業工程の見直しが行われ、全体工程の遅れが予見されていた。見直し後の事業工程のうち最も時間のかかる工程が132kV送電線の建設であり、第2次事業のE/N締結後にタンザニア側負担工事が行われ、その完了後に日本側負担による土木工事、モノポール設置工事、132kV送電線据え付け工事などが行われる予定だった。

そのため、コンサルタントと実施機関の協議により、タンザニア側負担工事を第2次事業E/N締結前に開始し、後工程である日本側負担工事を予定よりも前倒して開始できるようにした。このような柔軟な対応により、事業期間遅延の恐れがあった本事業を結果的に当初計画よりも短い期間で完了させることができた。また、事業期間の短縮により機材レンタル費や人件費などの追加投入の発生も回避することができた。

他事業においても、何らかの要因で事業遅延が見込まれる場合には、日本側負担分、相手国政府負担分にかかわらず工程の見直しを行い、全体工程を遅れさせないよう柔軟な対応を行うことが重要である。

以上