

国名	クイーンズウェイ変電所改修計画
ウガンダ	



● 本事業対象

○ 既設変電所（本事業対象外）

プロジェクトサイト



屋外用 132kV ガス絶縁開閉装置



屋内用 33kV ガス絶縁開閉装置

I 案件概要

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

II 評価結果

【要旨】

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

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

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

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

以上より、本事業の評価は高いといえる。

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

【留意点／評価の制約】

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

1 妥当性

【事前評価時のウガンダ政府の開発政策との整合性】

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

【事前評価時のウガンダにおける開発ニーズとの整合性】

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

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

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

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【本事業のインパクト発現に至るロジック】

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

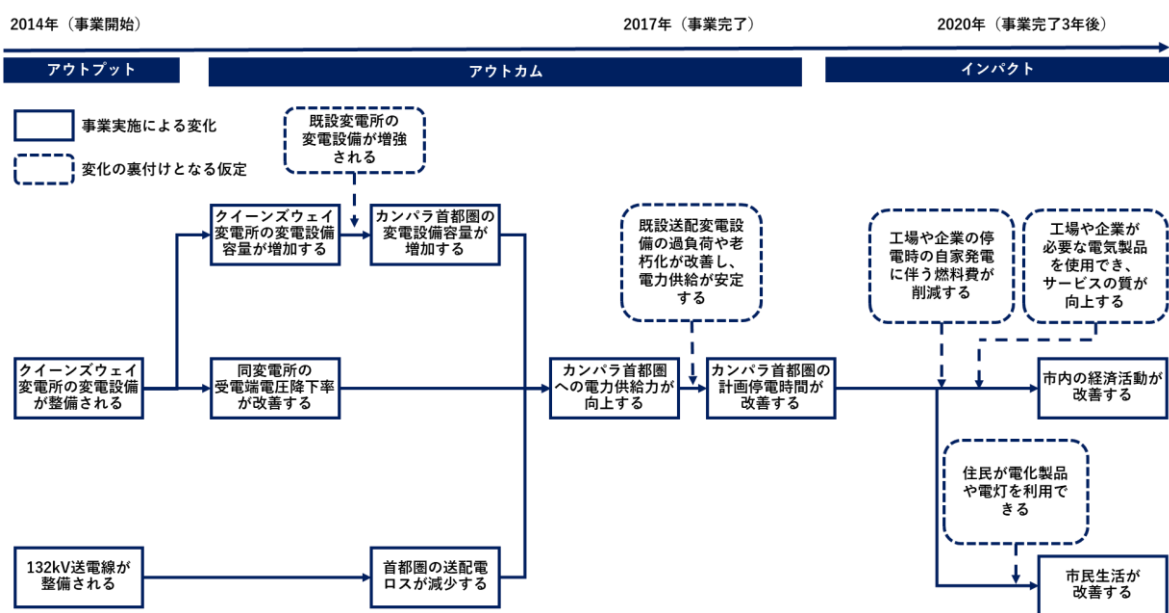


図1 本事業のロジック

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

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

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

【有効性】

(1) カンパラ首都圏の変電設備容量(MVA)

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

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

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

(2) クイーンズウェイ変電所の受電端電圧低下率(%)

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

(3) カンパラ首都圏の送配電ロス(MW)

目標値の22.1に対し実績値は22.0であり、目標を達成した。

表1 効果指標の事前事後比較

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

出所: UETCL への質問票回答・インタビュー

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

(4) カンパラ首都圏の停電時間(参考情報)

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

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

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

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

表2 カンパラ市内の変電所別停電時間

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

【インパクト】

(1) カンパラ市の経済活動の改善

<小規模需要家へのインタビュー>

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

<夜間光量の経年変化>

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

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

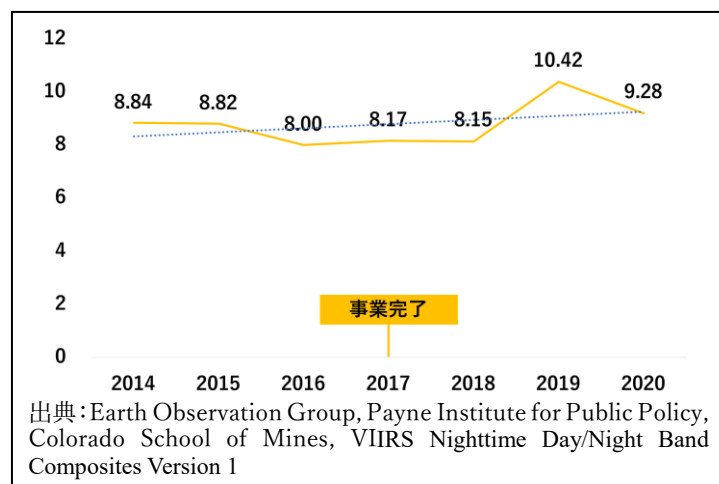
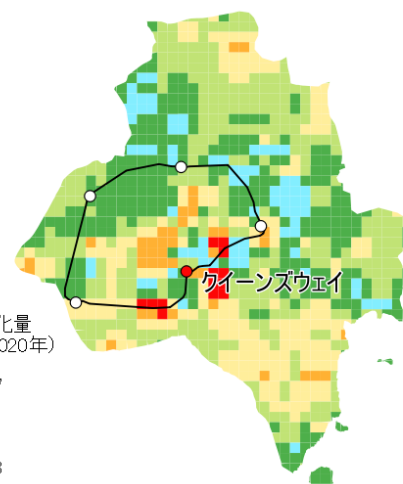


図2 夜間光量の経年変化

図3 カンパラ市の平均夜間光の変化⁹ (2017年～2020年)

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

表3 カンパラ市内の年間貿易許可証発行数

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

出所: Kampala City Statistical Abstract 2019, p.100

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

⁹ 黒線内の地域はカンパラ首都圏を示す。

¹⁰ 有効期限は発行から1年間となっている。

(2) 住民の生活環境の改善

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

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

表4 カンパラ市内の街灯の数

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

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

【その他、正負のインパクト】

(1) 自然環境へのインパクト

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

(2) 社会環境(用地取得・住民移転)へのインパクト

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

【評価判断】

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

3 効率性

【アウトプット】

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

【事業費】

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

【事業期間】

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

【評価判断】

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

4 持続性

【体制面】

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

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

【技術面】

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

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

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

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

【財務面】

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

表5 UETCLの損益計算書

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

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

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

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

【運営・維持管理状況】

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

表6 クイーンズウェイ変電所の維持管理予算
(単位：百万ウガンダシリング)

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

出所：UTCL 質問票回答

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

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

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

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

【評価判断】

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

III 提言・教訓

実施機関への提言：

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

JICA への提言：

なし。

JICA への教訓：

(1) 指標設定について

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

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

(2) 事業で調達する資機材について

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



変電所建屋



制御・保護盤



変圧器の接地部分



修理中の変圧器