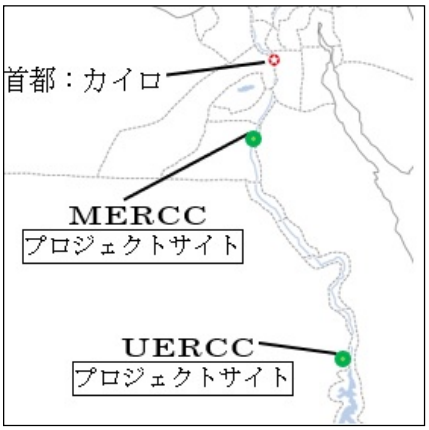
2021 年度 簡易型 外部事後評価結果票:円借款

外部評価者：稲澤 健一　オクタヴィアジャパン株式会社
調査期間：2021 年 9 月～2022 年 11 月
現地調査：2022 年 1 月

国名	上エジプト給電システム改善事業
エジプト	



プロジェクトサイト

MERCC 内の合波器（MUX）、逆変換装置（インバータ）等

I 案件概要

事業の背景	エジプトでは電力需要が高まり、供給予備率[1]は 2001－2005 年度間の平均では約 1.4%、2005 年度には 0.7%となるなど、需給状況がひっ迫していた。特に 2002 年 8 月は、熱波の影響により電力需要が急増し、全土で深刻な電力不足が発生した。停電が社会問題となり、電力エネルギー省（Ministry of Electricity and Energy：以下「MOEE」という。）[2]及び各電力会社は運営責任を問われる議論にまで発展した。そうした中で、同国の電力需要は将来に亘り増加が予想されていた。安定的に電力を供給するため、需要に見合った計画的な発電設備の整備が求められていた。 エジプトの給電制御システムは、500kV と 220kV 変電所及び発電所を管轄する国立給電指令所（National Energy Control Center：以下「NECC」という。）、及び 132kV 以下の変電所を管轄する 6 カ所の地方給電指令所（Regional Control Center: 以下「RCC」という。）によって構成されている。その一つである上エジプト給電指令所（Upper Egypt Regional Control Center：以下「UERCC」という。）は、1988 年に円借款によって建設され、上エジプト地域において 132kV 以下の送電系統の給電制御を行ってきた。UERCC は同地域において送電系統の遠隔監視機能を備えていたものの、電力系統の急速な拡大に伴う SCADA/通信システム容量の不足により、電力系統の監視が十分に対応できていなかった。また、既に製造中止の旧型システムが利用されていたため、スペアパーツが入手できず、適切かつ円滑な系統運用を実施することが機能的にも困難であった。そのため、UERCC の抜本的な設備更新、並びにミニア県サマンルートにおける中エジプト給電指令所[3]（Middle Egypt Regional Control Center：以下「MERCC」という。）の整備が必要とされていた。
事業の目的	上エジプト地域において、UERCC の給電制御システム更新及び MERCC の新設を行うことにより、電力系統運用の効率化及び安定化を図り、もって同地域の経済・社会の発展に寄与する。
実施内容	1.事業サイト：上エジプト地域 1）土木工事、調達機器等の内容 ① SCADA システム（ハードウエア、ソフトウエア）及び関連機器（無停電電源装置、非常用発電機、空調機、消火設備等）の調達 ② 通信関連機器（無線通信装置、電力線搬送装置、リモート・ターミナル・ユニット、電話卓等）の調達 ③ 光ファイバ複合架空地線（OPGW[4]）の調達 ④ 上記①、②、③の据付 2）コンサルティング・サービス 詳細設計、資格事前審査（P/Q）及び入札書類の内容確認、P/Q 審査及び入札評価の補助、EEHC/EETC

[1] 供給予備率＝{(発電設備容量-ピーク時の電力需要)/発電設備容量}×100
[2] 省庁改編後の現在は、電力・再生可能エネルギー省（MoERE）である。
[3] 上エジプト地域は南北に長い地域である。本事業開始前、UERCC の監視・制御エリアは広範囲であり、180 カ所近い変電所を監視・制御していた。その他の RCC に関して、最も多くを管轄しているのはカイロ給電指令所（120 カ所強）であった。数字の比較でも UERCC の監視・制御エリアは広いといえる。その中で、長距離の送電網の監視・制御を行うためには、一つの RCC のみということは系統運用上困難になっていた。UERCC のみで中エジプト・ゾーンと上エジプト・ゾーンを監視・制御していたが、各ゾーンに給電指令所を設置し、安定的な送電網の監視・制御を実現させるため、MERCC の設置の必要性が高まっていた。また、本事業実施機関であるエジプト電力公社（Egyptian Electricity Transmission Company; 以下「EETC」という。）の上部組織であるエジプト電力会社（Egyptian Electricity Holding Company；以下「EEHC」という。）は、地域毎に RCC を配置する計画を有していたことも設置の背景にある。
[4] Optical ground wire の略語。

	と施工業者間の契約交渉時の補助、施工監理、運用開始前検査の補助等			
事業実施スケジュール	交換公文締結日	2008 年 12 月 4 日	貸付完了日（円借款のみ）	2019 年 8 月 19 日
	贈与契約締結日	2008 年 12 月 24 日	事業完了日	2019 年 7 月（全ての給電制御システム調達・据付完了時期）
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：10,768 百万円		実績額：8,380 百万円	
相手国実施機関	EETC			
借款契約条件（有償のみ）	金利：0.7%（土木工事、調達機器等の内容）、0.01%（コンサルティング・サービス）、償還期間：15 年（うち据置期間：5 年）、一般アンタイド			
借入人（有償のみ）	EEHC			
案件従事者	本体：Ericsson Egypt Ltd.（エジプト）／Egyptian Maintenance Company（エジプト）／Ericsson（スウェーデン）（JV）、Siemens Technologies S.A.E.（エジプト）／Siemens AG（ドイツ）／住友商事（日本）（JV） コンサルタント：Electric Power Systems Eng. Co.（EPS）（エジプト）／東京電力（日本）／東電設計（日本）（JV）			

Ⅱ　評価結果

【要旨】

本事業は、上エジプト地域において、UERCC の給電制御システム更新及び MERCC の新設により、電力系統運用の効率化及び安定化を目指すものであった。審査時、エジプト政府は「第六次五ヵ年計画」（2007 年－2012 年）を策定し、電力セクターに関して、送電網の国際連系を進めると共に、増加を続ける電力需要に対応した発電・送電系統の整備を進めることを提唱していた。審査時、電力需給状況は逼迫していた中で、UERCC は送電系統の遠隔監視機能を備えていたものの、電力系統の急速な拡大に伴う SCADA/通信システム容量の不足により、電力系統の監視が十分に対応できていなかった。その中で UERCC は、システムの老朽化に直面し、抜本的な設備更新が必要であった。また、MERCC を新たに整備することで上エジプト全域の電力供給の安定化が必要とされていた。「日本政府・JICA 開発協力方針との整合性」は整合的といえるが、「内的整合性」（JICA 内の他の事業・支援等との連携）及び「外的整合性」（JICA 外の機関との連携・国際的枠組み等との協調等）は、計画時より具体的な連携/調整は想定されていなかった。以上より、妥当性・整合性は高い。効率性に関して、アウトプットは計画どおりに実施された。事業期間に関して、同国では政情不安（アラブの春以降の混乱）による影響、入札書類の確認を含む入札手続きに時間を要したこと等により、当初計画を上回った。事業費については、効率的な業者受注の実現に加え、為替変動により当初計画内に収まったため、効率性はやや低い。有効性・定量的効果指標に関して、「132kV 以下送電線年間事故停電回数」「132kV 以下送電線故障に伴う年間供給支障電力量」は、上エジプト地域では目標値に及んでいない。「132kV 以下送電線年間事故停電時間」「220kV－33kV 送電損失率」、「SCADA システムの故障停止回数」「SCADA システムの平均復旧時間」は目標値をおおむね達成している。また定性インタビュー調査では、上エジプト地域において本事業は電力供給の安定化を担い、同国経済の活性化や民生向上に貢献していることを確認した。以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。持続性に関して、関連する政策・制度、運営・維持管理の体制、技術面、財務面、運営・維持管理状況ともに問題なく持続性が確保されている。環境社会面での負の影響はなく、特段取られた緩和策もない。リスクへの対応も懸念は特にない。したがって、本事業の実施によって発現した効果の持続性は非常に高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

総合評価[5]	A	妥当性・整合性	③[6]	有効性・インパクト	③	効率性	②	持続性	④

【留意点／評価の制約】

本調査では、世界的な新型コロナウイルス感染症の影響により外部評価者は渡航を見送り、現地調査補助員を遠隔で活用し、事業サイト実査、情報・データ収集、事業関係者へのインタビュー調査等を行った。得られた内容を外部評価者が精査し、評価分析・判断を行った。

1　妥当性・整合性

【妥当性】

・事前評価時のエジプト政府の開発政策との整合性

エジプト政府は「第六次五ヵ年計画」（2007 年－2012 年）を策定し、その中で電力セクターに関して、送電網の国際連系を進めると共に、増加を続ける電力需要に対応した発電・送電系統の整備を進めることを提唱していた。具体的には、8,547MW の発電設備及び 16,950MVA の変電設備の新設、並びに 52,330km の送電網を拡充する方針を示し、増加を続ける電力需要に対応した発電・送電系統の整備を計画していた。また、EETC の監督官庁である EEHC は毎年、長期電力設備計画を見直し、電源開発計画、電源償却計画、電力流通設備（送配電網）計画、変電所開発計画を策定していた。

・事前評価時のエジプトにおける開発ニーズとの整合性

本事業開始前、エジプトでは電力需要が高まり、供給予備率は 2001 年度－2005 年度間の平均では約 1.4%、2005 年度には 0.7%となるなど、需給状況は逼迫していた。特に 2002 年 8 月は、熱波の影響により電力需要が急増し、全土で深刻な電力不足が発生した。停電が社会問題となり、MOEE 及び各電力会社は責任を問われる議論にまで発展した。そうしたなかで、同国の

[5] A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

[6] ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

電力需要は将来に亘り増加が予想され、安定的に電力を供給するため、需要に見合った計画的な発電設備の整備が求められていた。

エジプトの給電制御システムは、500kV・220kV 変電所と発電所を管轄する NECC、及び 132kV 以下の変電所を管轄する 6 箇所の RCC によって構成されている。その一つである UERCC は、1988 年に我が国円借款によって建設され、上エジプト地域の 132kV 以下の送電系統にかかる電力供給網の監視を行ってきた。UERCC は同地域において送電系統の遠隔監視機能を備えていたものの、電力系統の急速な拡大に伴う SCADA/通信システム容量の不足により、電力系統の監視が十分に対応できていなかった。システムの老朽化に加え、既に製造中止の旧型システムを利用していたためスペアパーツが入手できず、適切かつ円滑な系統運用を実施することが機能的にも困難であった。UERCC の抜本的な設備更新ならびにミニア県サマンルートにおける MERCC を新たに整備することにより、上エジプト全域の安定的な電力供給の実現が必要と認識され、本事業の実施に至った。

【整合性】

・事前評価時における日本の開発協力方針との整合性

本事業開始前の 2005 年に JICA（旧 JBIC）が作成した「海外経済協力業務実施方針」によると、「持続的成長に向けた基盤整備」を重点分野と位置づけ、民間セクターの活動に不可欠な電力を含む経済・社会インフラの整備を通じて持続的成長を促進するための支援を行う方針を掲げていた。また JICA（旧 JBIC）は、2005 年に作成した「国別業務実施方針」において、エジプトは持続的な経済成長、環境保全といった課題を抱えていることを踏まえ、経済社会基盤整備、環境問題への取り組みなどを重点分野としていた。

本事業は、エジプトの経済・社会基盤の整備ために電力セクターへの支援を行うものであり、日本の援助政策との整合性が認められる。

・内的整合性

審査時、JICA は持続的成長と雇用創出の実現に向けた投資・ビジネス環境の整備の必要性を掲げていた。経済インフラ整備においては、事業規模等から政府の果たす役割が依然として大きいことを踏まえ、電力セクターを支援していく分野のひとつと位置づけていた。

本事業の審査時までに、JICA は「上エジプト給電指令施設整備事業[7]」を通じて、上エジプト地域の 132kV 以下の送電系統の給電制御及び 220kV 系統運用のバックアップ業務を長年支援してきた実績がある。EETC によると、「上エジプト給電指令施設整備事業」で建設された RCC が本事業を通じて更新されたことに加え、同 RCC で長年勤務する技術系職員は、その経験・技能を引き続き活かし、RCC の運営に引き続き携わっている。内的整合性に関して、計画時より具体的な連携は想定されていなかったものの、JICA は電力供給の安定運用にかかるニーズを的確に捉え、エジプトの経済成長を支えるインフラ整備に取り組んだ観点から、事業の継続性や機器・設備の更新を通じて援助効果を高めることに注力したといえる。

・外的整合性

本事業開始時、米国国際開発庁（USAID）は無償資金協力としてカイロとアレクサンドリア地域において、デンマーク政府は借款としてスエズ運河地域において、フランス政府はタイド・ローンとして西デルタ地域において、それぞれ給電制御システムの整備（SCADA、遠方監視制御装置（RTUs）、通信機器の導入等）を行っていた。本事業は上エジプト地域を対象に給電制御システムの整備・改善を行ったものであり、これら JICA 以外の組織による事業との間には全国の電力系統の運用効率化・安定化を目指す観点において相互補完関係にあるといえるが、計画時より、具体的な連携/調整は想定されていなかった。

その他、国際的な枠組みとの関連について、本事業は電力系統運用の効率化と安定化によりエジプトの経済・社会の活性化に貢献するという観点から、持続可能な開発目標（SDGs）の「7.エネルギーをみんなにそしてクリーンに（すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する）」といった目標に整合するといえる。

【評価判断】

以上より、事業の妥当性・整合性は高い[8]。

2　有効性・インパクト[9]

【有効性】

＜定量的効果＞

表 1 は、本事業の有効性・定量的効果指標（基準値・目標値・実績値）である。審査時、「132kV 以下送電線年間事故停電回数」「132kV 以下送電線年間事故停電時間」「132kV 以下送電線故障に伴う年間供給支障電力量」「220kV－33kV 送電損失率」「SCADA システムの故障停止回数」「SCADA システムの平均復旧時間」の 6 つの指標と目標値が設定されていた。目標値は完成 2 年後（施設供用開始から 2 年目）に設定されていたが、実績値データが入手できたのは 2020 年単年であったため、目標値と 2020 年データの各指標の比較・分析について示す。

表 1：本事業の定量的効果指標（基準値・目標値・実績値）

指標	基準値（2007 年）	目標値（2014 年）完成 2 年後	**実績値（2020 年）**
1) 132kV 以下送電線年間事故停電回数（単位：回/年）*注 1	UE：53、ME：68 *注 2	UE：53、ME：68	UE：109、ME：34

[7] 借款契約調印は 1983 年 11 月。

[8] 妥当性は③、整合性は②。

[9] 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。

2）132kV 以下送電線年間事故停電時間（単位：時間/年）	UE：296、ME：1,077	UE：150、ME：200	UE：8.40、ME：4.76
3) 132kV 以下送電線故障に伴う年間供給支障電力量（単位：MWh）	UE：115.84、ME：541.52	UE：70、ME：150	UE：183、ME：142
4）220kV－33kV 送電損失率（単位：%）	UE＋ME：3.7	UE＋ME：3.6	UE＋ME：3.67
5）SCADA システムの故障停止回数（単位：回/年）	-	UE：1、ME：1	UE：0、ME：0
6）SCADA システムの平均復旧時間（単位：時間/回）	-	UE：0.5、ME：0.5	UE：0、ME：0

出所：JICA 資料（基準値及び目標値）、質問票回答（実績値）
注 1：132kV 以下送電線とは、上エジプト地域の 132kV、66kV、33kV 送電線を指す。
注 2：表内の UE とは上エジプト地域（Upper Egypt）を、ME とは中エジプト地域（Middle Egypt）を指す。

1）「132kV 以下送電線年間事故停電回数」に関して、上エジプト地域では目標値を達成していない。他方、中エジプト地域では目標値を達成している。その理由として、表 2 及び表 3 でも示すとおり、エジプトでは電力需要が年々高まりつつあり、本事業実施中に上エジプト地域のイスナ、ナグ・ハマディにおいて新しい発電施設の整備、アスワン西、ナグ・ハマディ東において変電所が整備され、送電網も拡充した結果、送電線路において急激に負荷が増えたことが挙げられる[10]。中エジプト地域に関して、EETC によると、同様に近年は送電網が拡充しているものの、上エジプト地域の電力需要動向と比較すると発電・送電の実情は異なり、相対的に負荷がかかっていないとのことである。すなわち上エジプト地域では、審査時の想定以上に電力需要は増加傾向にある中、発電・送電施設の整備が想定以上に進み、送電線路に流れ込む電力量が増加した結果、過負荷が発生・増大し、停電回数が多くなっている。

2）「132kV 以下送電線年間事故停電時間」は、上・中エジプト地域では目標値を大幅に下回り、達成している。本事業開始前、以前の給電制御システムでは老朽化も相まって 132kV 変電施設の監視のみが行われ、それ以外の変電施設（例：66kV 変電施設等）は監視されていなかった。そのため、停電発生時には復旧まで時間が長かった。本事業により整備された RCC を通じて 132kV、66kV、33kV 変電施設すべてを監視できるようになり、停電が発生したとしても復旧まで早くなった。すなわち、整備された RCC は多くの変電所をカバー・監視できるようになり、停電時間の劇的な減少に結びついている。とりわけ上エジプト地域では、停電回数は多いものの停電時間は短いといえ、RCC に導入された新しい給電制御システムの整備効果といえる。

3）「132kV 以下送電線故障に伴う年間供給支障電力量」に関して、上エジプト地域は、上記 1）で述べた状況（送電網の拡充、送電線路において負荷増加等）にあるため、連動し供給支障電力量もやや多い傾向にある。その結果、目標値を上回り達成に至っていない。他方、中エジプト地域に関しては目標値を下回り達成している。

4）「220kV－33kV 送電損失率」は、本事業を通じて新しい給電制御システムを導入し、電力系統の監視精度が向上し、適切に系統運用ができるようになった結果、送電損失の低減に至っている。そのため、おおむね当初目標値を達成している（基準値より若干改善傾向にあるといえる）。EETC によると、近い将来、さらなる損失率減少に取り組むとのことである。具体的には、送電損失の改善に対し有効な手段である、ワイヤー断面積の拡大や構造塔体を強化することで、運用電圧の昇圧化等を図るとともに、送電線の改修及び更新（例：132kV⇒220kV、33 kV⇒66kV）等を検討している。

5）「SCADA システムの故障停止回数」及び 6）「SCADA システムの平均復旧時間」について、事業完成後は故障が発生しておらず、復旧に要する時間も生じていない。これは、本事業により設備の機能は維持され、送配電網の運用は安定していることを意味する。

＜定性的効果（電力系統運用の効率化及び安定化）＞

UERCC の給電制御システムの更新、MERCC が新たに設置されたことで、132kV 以下の送電線が管轄となるすべての変電所について、運営側は体系的にモニタリングできるようになり、220kV 送電網のモニタリングも円滑に実施できるようになっている。導入された SCADA システム、通信関連機器等の汎用性や性能の高さ（技術運用面）により電力系統運用の効率化が実現し、供給の安定化につながっている。EETC によると、仮に将来、新たな変電施設の導入、または、施設・機器類が更新となる場合でも、導入されたシステムや機器類は、監視・モニタリングの継続性を担保し、安定した電力供給の実現につながるとのことである。

事業実施中、UERCC 及び MERCC で勤務する技術系維持管理職員は本事業の施工業者よりシステム運用に関するトレーニングを受けた。EETC は、導入された給電制御システムを通じて、電力系統の運用を適切に行えるようになった点を強調している。UERCC 及び MERCC の職員にインタビューを行ったところ、「SCADA システムの運用に役に立つ知識・スキルを得た」「トレーニングを通じて送電損失を減少させる仕組みを適切に管理できるようになったと思う」といったコメントが得られた。

以上より、本事業は上エジプト地域において電力系統運用の効率化、安定化に果たしている役割は小さくないといえる。

【インパクト】

「定量的・定性的効果」

①電力の安定的、効率的供給による経済活性化、民生向上への貢献

本事業開始前、エジプトでは電力需給が逼迫する状況が続くことが予測されていた。安定的な電力供給の確保のために需要に見合う計画的な発電設備の整備が求められていた。火力発電所の整備を進め発電量増加への対応を図るとともに、送配電網の整備は喫緊の課題とされていた。

参考として、表 2 は事業開始時～事後評価時までの電力総発電量・総消費量、表 3 は電力需給状況を示す。

[10] つまり、負荷増大による停電回数の増加を意味する。

（参考）表 2：エジプト全国の発電量・電力消費量

（単位：Gwh）

	2009/2010 年	2010/2011 年	2011/2012 年	2012/2013 年	2013/2014 年	2014/2015 年
発電量	139,000	146,976	157,406	164,628	168,050	174,785
電力消費量	120,180	126,934	135,838	140,918	143,585	146,645
	2015/2016 年	2016/2017 年	2017/2018 年	2018/2019 年	2019/2020 年	2020/2021 年
発電量	186,320	189,550	196,760	199,843	197,357	n.a.
電力消費量	156,300	151,606	157,610	151,908	148,517	n.a.

出所：EETC

（参考）表 3：エジプト全国の電力需給状況

	2009/2010 年	2010/2011 年	2011/2012 年	2017/2018 年	2018/2019 年	2019/2020 年
発電設備容量（単位：MW）	28,044	28,570	30,240	55,213	58,353	59,530
ピーク時の電力需要（単位：MW）	22,250	23,650	25,110	30,800	31,400	32,000
供給予備率（単位：%）*注 1	20.7	17.2	17.0	44.2	46.2	46.2

出所：EEHC/EETC

注 1：供給予備率={(発電設備容量-ピーク時の電力需要)/発電設備容量}×100

参考として、表 4 は事後評価時までのエジプト全国の GDP 成長率、表 5 は人口の推移を示す。

（参考）表 4：エジプト全国の GDP 成長率[11]

（単位：%）

2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
5.15	1.77	2.23	2.19	2.92	4.37	4.35	4.18	5.31	5.56	3.57

出所：世界銀行[12]

（参考）表 5：エジプト総人口

（単位：千人）

2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
82,761	84,529	86,422	88,405	90,425	92,443	94,447	96,443	98,424	100,388	102,334

出所：世界銀行[13]

表 2 のとおり、全国の発電量・消費量は事後評価時まで増加傾向にある[14]。表 3 が示すとおり、エジプト政府は発電設備容量を着実に確保し[15]、ピーク時の需要もカバーできるよう供給予備率の確保に余念がないことがうかがえる[16]。同時に、同国政府は国内各所で送配電網や RCC の整備・拡張も進めており、本事業もその一角を担うものである。この背景に、表 4 が示すとおり、エジプト革命（2011 年）以降、堅調な経済成長を遂げていることに加え、表 5 のとおり、高い人口増加もあいまって、旺盛な電力需要があることが背景にある。EETC によると、「電力供給の安定は至上命題だ。国民の生活改善、企業の生産性向上、活力の源である」「10 年以上前（本事業開始前）は、国民は電力供給不足に直面することも少なくなかった。停電もあった。現在は改善している」「上・中エジプト地域においては電力の安定供給により、主要産業である農業分野では、灌漑施設における配水ポンプ等の運用が安定するようになった。その他、携帯電話の通話品質や工場の稼働まで多くの分野を支えている」といったコメントが得られた。UERCC 及び MERCC の現場職員へのインタビューでは、「新しい設備の導入（本事業）により送電損失を抑制できていると思う」「UERCC 及び MERCC 周辺には多くの変電施設があるが、本事業により給電制御システムの運用や給配電網状況が安定することにより、周辺地域における産業の発展を下支えすると思う」といったコメントも得られた。

以上より、エジプト政府の電力需要増加への対応とともに、上エジプト地域において電力供給の安定化を担っている本事業は、同国全体の経済活性化及び民生の向上に資するものといえる。

（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、「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」（2002 年 4 月制定）に掲げる影響を及ぼしやすいセクタ

[11] 留意点として、上エジプト地域のみの GDP データは存在しない 。同地域の GDP 成長率は全国的に同様の傾向の可能性はあるものの、本事業との関連を立証することは困難と考えられる。ただし、GDP 成長率は全国的に地域差があまりなく、上エジプト地域も全国の GDP 成長率とほぼ同じ傾向と考えられる。

[12] 引用元：https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=EG

[13] 引用元：https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=EG

[14] 2018/2019 年から 2019/2020 年にかけて若干減少している理由は、新型コロナウィルスの影響によるものと考えられる。EETC によると、経済・産業セクターにおいて電力消費量の減少があったことを指摘している。電力消費量の減少にともない発電量も若干減少している。他方、表 3 のとおり、2018/2019 年から 2019/2020 年にかけて減少していないが、その理由として、エジプト政府による電力施設整備がコロナ禍においても継続していたことが挙げられる。それは、供給予備率の確保に余念がなかった証左といえる。

[15] 本事業開始以降で整備された大型発電施設としてはヌバリア火力発電所（1,500MW）や北カイロ火力発電所（1,500MW）等が挙げられる。

[16] エジプト政府は、資源エネルギーの安全保障の確立、地球温暖化への意識向上、対外収支の改善といった施策を中心に、直近 10 年間において電力セクターへの投資を増やしている。

ー・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、カテゴリ B に分類された。また、本事業に係る環境影響評価（EIA）報告書は、同国国内法上作成が義務付けられていなかった。
事業実施中及び事業完成後において、環境面における負のインパクト（大気汚染、水質、騒音・振動、生態系への負の影響等）は発生していないことを質問票及び UERCC、MERCC の現場職員へのインタビュー、現地視察を通じて確認した。大気汚染物質による影響、騒音･振動、健康被害も発生していないことも現地視察時に確認した[17]。

②社会環境（用地取得・住民移転）へのインパクト
本事業では住民移転・用地取得は発生しなかった。事業サイトは既存の EETC 所有地内にて整備された。

③ジェンダー平等、社会的弱者/人権、社会システム規範、人々の幸福
本事業は安定的な電力供給に貢献し、周辺地域や全国民の生活や労働環境の向上をもたらしているといえる。インタビュー調査等を通じて、ジェンダーへの影響や平等の実現、社会システムの規範、人々の幸福に関して、本事業が直接的に影響を及ぼしている具体的な事例は確認できなかったが、エジプトでは人口増加及び経済活性化が見られる中で、広く平等に人々や企業に恩恵を生み出すと考えられる。

【評価判断】
有効性・定量的効果指標の実績値の 1)「132kV 以下送電線年間事故停電回数」と 3)「132kV 以下送電線故障に伴う年間供給支障電力量」に関して、上エジプト地域では目標値に及んでいない。その理由は、事業実施中に全国で電力需要が高まり、上エジプト地域で変電所の整備及び送電網の拡充により、送電線路で負荷が増えたことが挙げられる（＝負荷増大による停電回数や年間供給支障電力量の増加）。2)「132kV 以下送電線年間事故停電時間」、4)「220kV－33kV 送電損失率」、5)「SCADA システムの故障停止回数」、6)「SCADA システムの平均復旧時間」は目標値をおおむね達成している。その理由は、本事業により導入された RCC が 132kV、66kV、33kV 変電施設すべてを監視できるようになったこと等が挙げられる。EETC 幹部へのインタビューや質問票を通じて、上エジプト地域において本事業は電力供給の安定化を担い、エジプトの経済活性化や民生向上に貢献していることが確認できた。以上を総合的に踏まえると、本事業の実施により期待されたアウトカムやインパクトはおおむね計画どおりに達成されていることに加え、長期的にも社会面（人権やジェンダー平等を含む）、環境面、経済面でマイナスのインパクトはほとんどないといえる。以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。

3　効率性

＜アウトプット＞
「Ⅰ　案件概要」に説明する事業アウトプットは計画どおり実施された。

＜インプット＞
事業期間は 2008 年 4 月～2012 年 12 月（57 ヶ月間）と計画されていた。実際の期間は、2008 年 4 月～2019 年 7 月（136 ヶ月間）と計画を超過した（計画比約 238%）。超過の主な理由は、事業開始後のエジプトでは政情不安（2011 年、2013 年）による影響が生じ、書類の確認を含む入札手続きに時間を要したこと、コンサルタント及び本体入札手続きの遅れ、RCC と点在する変電所との接続に必要な調整の不足、特に工事に際し求められる一時的な電力供給停止に困難が生じたこと等など複合的な要因が挙げられる。
他方、本事後評価では、2011 年 1 月（大規模な反政府デモの発生時点）～2014 年 3 月（新憲法案の国民投票後、メフレブ首相の選出・新内閣の発足時点）の 3 年 3 ヶ月（39 カ月）の期間を外部要因により事業進捗が遅れたと捉える。とりわけ、入札や土木工事等のタイミングで直接的に影響を受けたといえることから、当該期間を除外することが現実的かつ正確な判断と考える。したがって、上述のとおり、対計画比で約 238%と遅延したものの、当該期間を除外し、実績期間を 97 ヶ月（＝136-39 ヶ月）とし、事前事後の比較では対計画比で約 170%と判定する。この外部要因（政情不安）以外の遅れは上述のとおりである。

本事業の総事業費に関して、当初計画では 16,672 百万円であった。総実績額は約 8,357 百万円であり、対計画比で約 50%と計画内に収まった。主な理由として、事業期間の伸びに伴いコンサルティング・サービス実績額が計画より増えたものの、土木工事・資機材調達・据付等のうち、ロット 1（SCADA システムの調達・据付）とロット 2（通信関連機器の調達・据付）の実績額は当初計画事業費より低くなったことが要因である。その背景に、効率的な業者受注の実現に加え、事業期間中の為替変動（円高・エジプトポンド安 ）が大きく影響したためである[18]。

【評価判断】
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、上記のとおり事業期間が計画を大幅に超過したため、本事業の効率性はやや低い。

（参考）内部収益率（IRR）
・経済的内部収益率（EIRR）
審査時、送電損失低減による燃料費差益、供給支障電力削減による差益を「便益」、事業費と運営・維持管理費を「費用」、プロジェクトライフを 15 年として、EIRR が 14.61%と算出されていた。審査時と同条件にて、事後評価時に再計算を試みたところ 12.24%となり、審査時より若干低い値になった。これは、「費用」のうち建設費の実績が当初計画に比べて少なかったも

[17] UERCC 及び MERCC によると、本事業は整備された施設及び調達された機材が周辺に及ぼす環境への影響が限りなく低いため、環境モニタリングを実施していない。他方、現場職員によると、施設周辺または調達された機材周辺で環境への影響が確認される場合、早期対処に努めるとのことである。なお、これまでのところ特に重大な問題は確認されていないとのことである。
[18] 補足説明として、ロット 1 もロット 2 も業者の入札に際しては価格面の競争が生じた結果、当初計画事業費より実績額は抑えられた。しかしそれ以上に事業費に大きく影響する為替レートの変動が生じた。審査時の為替レート（1 エジプトポンド=20.4 円、2008 年 1 月時のレート）、事業実施期間中（費用が発生した 2013 年～2020 年の間）における国際通貨基金（IMF）の国際金融統計（IFS）、平均レートでは 1 エジプトポンド=10.2 円と、およそ半分に価値が下落している。その背景に、エジプト中央銀行が 2016 年後半に変動相場制を導入したこと、その後の経済面の混乱等が挙げられる。事業費実績にも大きな影響が及んだといえる。

のの、便益の計算根拠のひとつであるエジプトの燃料消費量（バレル）と原油価格（USD/バレル）が審査時の計算では事後評価時の再計算で用いた数字と比べて大きな値で算定されていたこと[19]が要因である。

・財務的内部収益率（FIRR）

審査時において計算されていないため（=収益性を高めるという性格の事業ではなかったと考えられる）、事後評価時においても再計算を行わなかった。

4　持続性

・政策・制度

2015年3月に開催されたエジプト経済開発会議[20]において発表された「電力セクター戦略」によると、同国政府は2022年までに全国で54.5GW分の発電設備容量を増強するとともに、送配電網の強化・更新を行う計画を提唱している。また、同政府は2016年2月に「持続可能な開発戦略：ヴィジョン2030」[21]を策定し、その中で電力セクターは国家の持続可能な開発要件を満たし、経済成長、競争力向上、社会正義や環境保全の実現に貢献すると謳っている。本事業は電力供給の安定度及び信頼度の向上に資するものであり、事後評価時においてもエジプト政府の政策や方向性に合致するものといえる。

・組織・体制

本事業の実施機関はEETCである。エジプト国内の送電関連設備[22]の建設や運転、維持管理を担っている。2021年下半期現在のEETCの総職員数は約27,444名である。

本事業で整備されたUERCC及びMERCCにおいて、電力制御システム（SCADA）、空調機（HVAC）、無停電電源装置（UPS）、RCC建物施設はほぼ日常的に点検・維持管理が行われている。遠方監視制御装置（RTUs）、電力線搬送装置等は定期的に点検・維持管理が行われている。表6に両RCCで勤務する運営・維持管理職員数を示す。

表 6：UERCC 及び MERCC の運営・維持管理職員

担当	UERCC	MERCC
SCADA システム	6 名	6 名
RTUs 等	18 名	18 名
RCC 施設管理	7 名	8 名
RCC オペレーター	27 名	19 名

出所：EETC

質問票及びインタビューを通じて、表6の運営・維持管理部門の職員数は十分な数が配属されており、また、職員の充足状況にも特に過不足がないことを確認した。両RCCでは外部の専門業者への委託業務はない。EETCによると、外部委託の必要性はなく、施設や機器類の規模等に応じて必要な職員を充当させているとのことである。

以上より、本事業の運営・維持管理の体制面には特に大きな問題はないと判断される。

・技術

UERCC及びMERCCには、運営・維持管理業務に精通し経験が豊富な技術系職員が多く配属されている。技術面の不足は生じていないことを、EETCへの質問票、現地視察、両RCCで勤務する職員へのインタビューにより確認した。また、新規採用者向けの職務実地研修（OJT）トレーニングについても、勤務年数が長い職員の指導により随時行われている。

通信関連機器やSCADAシステムの運用に関するマニュアルも配備されている。業務上、必要に応じて参照・活用されている。

本事業実施中、両RCCに配属のEETC技術系職員は、機器・設備に関するトレーニングを施工業者より受け、送配電網の拡張や機器・設備の適切な運用に対応できるようになった。

以上より、本事業の運営・維持管理に係る技術レベルは十分であり、問題ないと判断される。

・財務

表 7 は UERCC 及び MERCC の運営・維持管理費、表 8 は EETC の監督組織である EEHC を含む EEHC グループの財務諸表[23]を示す。

表 7：UERCC 及び MERCC の運営・維持管理費

（単位：エジプトポンド）

	2019/2020 年	2020/2021 年
【UERCC】		
運営費	14,110,700	28,335,172
維持管理費	238,000	240,000
【MERCC】		
運営費	11,115,000	26,684,155
維持管理費	238,000	240,000

出所：質問票回答

[19] 審査時、将来の燃料消費量は高い水準で消費されると想定されていた。審査当時は国際原油価格が高い水準（94.2USD/バレル）であった中で、燃料消費量（302 千バレル）が算定されていた。他方、事後評価時（2021 年）の原油価格水準（平均）は 68.17USD/バレル（出所：https://www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart 2022 年 1 月 10 日アクセス）、燃料消費量は 187 千バレル（出所：https://www.theglobaleconomy.com/Egypt/gasoline_consumption/　2018 年データ、2022 年 1 月 10 日アクセス）である。審査時と事後評価時とを比較すると、原油価格と燃料消費量の差は大きいといえ、送電損失低減による燃料費差益にも影響する。

[20] 英語は Egypt Economic Development Conference

[21] 英語は Sustainable Development Strategy (SDS): Egypt Vision 2030

[22] 発電所に併設していない変電所も含む。

[23] エジプト会計水準に準拠するもの

（参考）表 8：EEHC グループの直近の財務諸表

（単位：10 億エジプトポンド）

項目	2018/2019 年	2019/2020 年
固定資産	368.2	414.4
棚卸資産	35.3	37.4
現預金	14.6	7.8
運転資金	(108.6)	(51.0)
純資産の部	29.4	45.7
総収入	165.4	163.5
総支出	162.0	153.8
純利益	3.5	9.7
事業投資分	55.4	33.0
財務負担（利払等）	45.4	50.6
借入金残高	312.2	281.7

出所：EEHC/EETC

表 7 は、本事業により整備・更新が行われ、設備・機器が導入された UERCC 及び MERCC の運営・維持管理費（直近 2 カ年度分）である。本事業の完成時期は 2019 年中であるが、事後評価時までの 2 カ年度分の実績額データである[24]。運営費は、SCADA システムや通信関連機器の運転費用、人件費、光熱費等から構成され、維持管理費は施設維持に関する費用である。EETC 本部、両 RCC によれば、「2020/2021 年度は費用の不足による運営・維持管理不足は発生していない。必要な費用を充当している。特に故障･不具合もないため、大がかりな費用負担は生じていない」「今期に当たる 2021/2022 年度の運営・維持管理費は、世界的な燃料費高騰やインフレの影響により、対前年比で約 5%増となる見込みである。EETC は必要な費用を充当する」といったコメントが得られた。かかるコメントを踏まえると、運営・維持管理の財務面は特に問題はないと考える。

参考として表 8 は、EEHC グループの財務諸表（2 カ年度）を示す[25]。財務負担や借入金残高は総収入に対して大きな割合であるものの、事業を進め利益を生み出し、支出は収入を上回っていないことはうかがえる。ただしこの財務諸表から好財務であるか、今後の財務の展望、当面の懸念等について判断・言及は困難である。EETC は上記のとおり、必要な運営・維持管理費を充当する方針を示していることから、本財務諸表の状況が直ちに大きく影響することは考えにくい。

・環境社会配慮

環境社会面での負の影響インパクトは確認されない。取られた緩和策も特にない。

・リスクへの対応

EETC 本部への質問票、現場視察、両 RCC でのインタビューにより審査時の留意点（外部条件・リスクコントロール）は、事業実施中に適正に対処されたことを確認した。事業実施中、特段リスクや外部条件、コントロールすべきであったものはなく、EETC からもリスクと見なされる事象もなかったことを確認した。これは、本事業の施工業者は、EETC と施工監理コンサルタントによる監督を受けつつ、施設整備や OPGW を含む機器・設備の導入に鋭意取り組んだことが理由である。

・運営・維持管理状況

事後評価時、本事業で整備された施設及び導入された機器・設備にかかる維持管理状況に特に大きな懸念はない。不具合等も生じていない。既出のとおり、両 RCC の技術系職員は日常的・定期的維持管理業務に取り組んでいる。

スペアパーツに関して、両 RCC 内の保管室のラックやシェルフに整然と置かれている。EETC の調達ガイドラインに則ってパーツは調達され、必要な時に使用される仕組みとなっている。多くのパーツは国外（欧州諸国）より調達されている。

以上より、両 RCC における運営・維持管理状況には問題があるとは判断されない。

【評価判断】

以上より、本事業によって発現した効果の持続性は非常に高い。

Ⅲ 提言・教訓

・実施機関への提言：

なし

・JICA への提言：

なし

・教訓：

（長期的視点でインフラ施設の整備と人材確保・育成の重要性を考慮する必要性）

本事業開始以前、我が国は「上エジプト給電指令施設整備事業」を通じて、上エジプト地域における給電制御及び運営への支援を行い、電力供給の安定運用に貢献した。当該事業で整備された RCC は約 30 年が経過し、本事業により更新が行われた。RCC で長年勤務する技術系職員も引き続き経験・技能を活かしている。JICA は継続してエジプトの電力セクターへの支援を行いつつ、エジプト側は経験・技能が豊富な職員が引き続いて業務に従事できる環境を備えているが、それは長期的視点でプ

[24] 2019 年に完成のため、当該年中の運営費・実績額は 2020/2021 年の実績額と比較して少ない。

[25] 2020/2021 年度の財務データは、事後評価時点（2021 年 11 月）において公表されていない。

ロジェクトの重要性を理解し、電力供給の安定運用にかかるニーズを的確に捉えている証左といえる。今後の類似案件の形成に際しても、特に国家経済の成長に資する重要なセクターへの支援は、援助国側・被援助国側双方が長期的視点でインフラ施設の整備と人材確保・育成の重要性を考慮し、援助効果を高めることに注力することが望ましい。

VI ノンスコア項目

・適応・貢献
なし

・付加価値・創造価値
なし

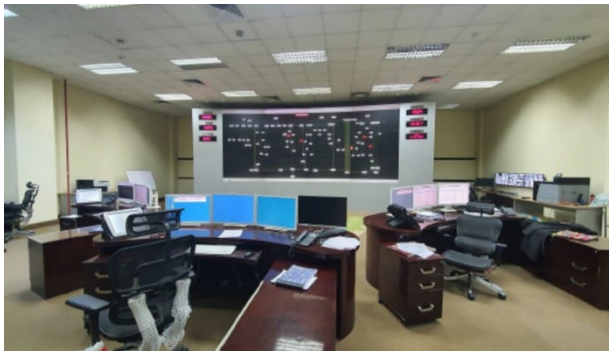


写真 1：管理制御室（UERCC）

写真 2：通信関連機器、空調設備（UERCC）

写真 3：MERCC 敷地内の様子

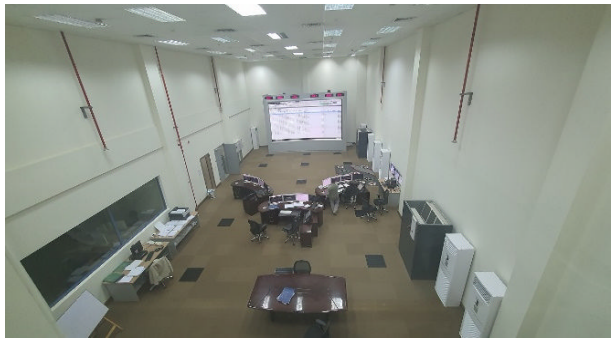


写真 4：管理制御室（MERCC）