エジプト

2021 年度外部事後評価報告書

円借款「ガルフ・エル・ゼイト風力発電事業」

外部評価者：オクタヴィアジャパン株式会社　稲澤 健一

0. 要旨

本事業は、エジプト紅海沿岸のガルフ・エル・ゼイト地域において、風力発電施設を新設することにより、電力供給量の増加及び化石燃料使用の抑制を図り、電力需要への対応、温室効果ガス排出抑制による温暖化の緩和、並びに社会経済成長を目指すものであった。妥当性に関して、本事業は「開発計画との整合性」「開発ニーズとの整合性」は確認できる。整合性に関して、「日本の開発協力方針との整合性」「外的整合性」が整合的といえる。「内的整合性」は、クリーン・エネルギーを供給する観点において既往円借款事業と本事業は相互補完関係にあるが、具体的な連携や相乗効果は確認できなかった。以上より、妥当性・整合性は高い。効率性に関して、アウトプットはおおむね計画どおり、事業期間はエジプト革命の影響に伴い施工業者の事前資格審査プロセスや入札手続きに時間を要したこと、電気設備機器の詳細設計と確認、通関手続きの遅延が生じたこと、施工業者が破産したことによる対応等により、当初計画を若干上回ったが、事業費は計画内に収まったため、効率性は高い。有効性・定量的効果指標の（実績値）について、「設備利用率」「稼働率」「送電端電力量」「CO_2排出削減量」は目標値を達成し、「計画点検・補修による停止時間」はおおむね目標値に近い。「故障による計画外停止時間」は目標値に及んでいない。事後評価時におけるインパクトの発現は限定的といえるかもしれないが、本事業は電力の安定供給を通じた経済活性化及び民生の向上の一角を担うものであることが確認できた。したがって、有効性・インパクトは高い。本事業によって発現した効果の持続性の見通しについて大きな懸念はないと見受けられる。したがって、本事業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。

1. 事業の概要

事業位置図
（出典：JICA）

整備された風力発電施設
（ガルフ・エル・ゼイト地区）

１.１ 事業の背景

本事業開始前、エジプトでは急速な経済成長を背景に電力需要が高まりつつあり、1996年以降は年平均 7.1%のペースで増加していた。実質的な供給予備率[1]は低く、電力需給状況は逼迫していた。電力生産のおおかたを自国で産出される石油や天然ガスで賄っていたが、電力需要が伸び続ける場合、国内のエネルギー資源の活用だけでは電力供給を賄えず、エネルギー資源の輸入増加が予想されていた。そのため、エネルギー安全保障や対外収支に多大な影響が出ることが懸念されていた。また、同国では地球温暖化への問題意識が年々高まっていた。温室効果ガスの排出抑制に寄与し、経済発展と環境配慮の両立の実現のために、年間を通じて安定的な風向・風速が期待できる紅海沿岸地域における風力発電施設の整備・稼働への期待は高まりつつあった。

１.２ 事業の概要

エジプト紅海沿岸のガルフ・エル・ゼイト地域において風力発電施設（出力 220MW）を新設することにより、電力供給量の増加及び化石燃料使用の抑制を図り、もって電力需要への対応、温室効果ガス排出抑制による温暖化の緩和、社会経済成長に寄与する。

円借款承諾額/実行額	38,864 百万円 / 25,243 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2010 年 3 月 15 日 / 2010 年 3 月 30 日
借款契約条件	本体： 金利　0.3% 返済　40 年（うち据置 10 年） 調達条件　一般アンタイド コンサルタント部分： 金利　0.01% 返済　40 年（うち据置 10 年） 調達条件　一般アンタイド
借入人/実施機関	新・再生可能エネルギー庁（New and Renewable Energy Authority：以下「NREA」という）（保証人はエジプト・アラブ共和国政府）／NREA（風力発電所関連部分）、エジプト送電公社（Egyptian Electricity Transmission Company：以下「EETC」という）（変電設備関連部分）[2]
事業完成	2019 年 4 月
事業対象地域	紅海県ガルフ・エル・ゼイト地域
本体契約	Gamesa Eolica SL（スペイン）
コンサルタント契約	Lahmeyer International GMBH（ドイツ）・オリエンタルコンサルタンツ（日本）（JV）

[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 にて算定される。
[2] NREA が風力発電設備建設、それに伴う電気工事・土木工事及び発電設備から近傍の変電所までの送電線の敷設を担当し、EETC が風力発電設備を系統連系するための変電所内の変電設備設置を担当する事業実施体制であった。

関連調査 （フィージビリティー・スタディ：F/S）等	・F/S JETRO （2005 年 3 月） ・案件形成促進調査（SAPROF）JICA（2009 年 3 月）
関連事業	【円借款】 ・「ザファラーナ風力発電事業」（借款契約調印は 2003 年 12 月） ・「コライマット太陽熱・ガス統合発電事業」（借款契約調印は第 1 期：2006 年 1 月、第 2 期：2008 年 12 月） ・「ハルガダ太陽光発電事業」（借款契約調印は 2016 年 2 月） 【無償資金協力】 ・「太陽光を利用したクリーン・エネルギー導入計画」（贈与契約調印は 2010 年 2 月） 【その他国際機関、援助機関等】 ・「風力発電事業（200MW の発電設備）」（ドイツ復興金融公庫（Kreditanstalt für Wiederaufbau；以下「KfW」という）、欧州投資銀行（European Investment Bank；以下「EIB」という）、欧州委員会（European Commission；以下「EC」という）の協調融資） ・「風力発電事業（40MW の発電設備）」（KfW） ・「風力発電事業（120MW の発電設備）」（Fondo para la Internacionalización de la Empresa；以下「FIEM[3]」という） ・「風力発電事業（250MW の発電設備及び変電設備）」（KfW）

２. 調査の概要

２．１　外部評価者

稲澤 健一（オクタヴィアジャパン株式会社）

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：2021 年 9 月～2022 年 11 月

現地調査：渡航なし。現地調査補助員を活用した遠隔による調査を実施した。

２．３　評価の制約

（現地調査補助員を活用した遠隔による現地調査の実施）

本調査では、新型コロナウィルス感染症の影響により、外部評価者による現地渡航を見送った。外部評価者は現地調査補助員を活用し、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遠隔により行い、得られた内容を外部評価者が精査し、評価分析・判断を行っている。

[3] スペイン政府系事業ファンド

３.評価結果（レーティング：A[4]）

３.１ 妥当性・整合性（レーティング：③[5]）

３.１.１ 妥当性（レーティング：③）

３.１.１.１ 開発政策との整合性

本事業開始前、エジプト政府は「第６次五カ年計画」（2007/08 年度－2011/12 年度[6]）を策定し、その中で発電量を年率 9.1%増加させるため、8,547MW の発電設備容量を増強させる方針を表明していた。また同政府は首相を議長とするエネルギー最高評議会を設立し、石油依存度の減少や新・再生エネルギーを積極的に開発する方針を示していた。同評議会では、国内の全発電設備容量のうち、新・再生可能エネルギーの構成割合を 2020 年には 20%（うち、12%を風力発電、8%を水力発電）[7]とする計画も掲げていた。

事後評価時、エジプト政府は経済開発会議の開催[8]を通じて「電力セクター戦略」を策定し、その中で 2022 年までに発電設備容量 54.5GW の増強計画を表明した。また同政府は、2016 年 2 月に国家アジェンダ「Egypt's Vision 2030」を策定し、多様かつ競争力のあるバランスの取れた経済実現のために、再生可能エネルギーを含む電力セクターの目標・改革を表明している。加えて、再生可能エネルギー推進も軸のひとつとするエネルギーの効率化・多様化戦略も提唱している。さらに、電力・再生可能エネルギー省（MoERE）が 2015 年に発表した「2035 年までの統合的持続可能なエネルギー戦略」（Integrated Sustainable Energy Strategy to 2035；以下「ISES 2035」という）では、エネルギーの安全保障を確立し、あらゆるセクターの関与による再生可能エネルギーの推進が提唱されている。表 1 に本事業開始前・後におけるエジプトのエネルギー構成割合を示す。上述の風力発電・構成割合目標（12%）に達していないが、同国政府は電力の安定供給のために風力発電を含む再生可能エネルギーの構成比率を高める方針も示している。

表 1：本事業開始前・後におけるエネルギー構成割合

	火力	水力	風力・太陽光*注 1	その他*注 2
本事業開始前（2006 年）	85.8%（19,075MW）	12.8%（2,847MW）	1.4%（305MW）	-
事後評価時（2021 年）	86.7%（51,634MW）	4.8%（2,832MW）	5.1%（3,016MW）	3.4%（2,048MW）

出所：JICA 及び NREA 資料
注 1：本事業開始前は風力発電のみ。
注 2：民間セクター事業者（BOOT 方式）による発電。

[4] A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」
[5] ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」
[6] エジプトの会計年度は、期首が 7 月、期末が 6 月であるため、このような表記となる。
[7] （参考情報）本事業開始前（2006 年）の総発電設備容量は 22,227MW であった。電源構成は、火力 19,075MW（85.8%）、水力 2,847MW（12.8%）及び風力 305MW（1.4%）であり、火力発電中心の構成となっていた。エジプト国内の天然ガス油田開発に伴い天然ガスの比重が高まり、発電燃料は 80.3%を占めていた。（出所：JICA 資料）
[8] 2015 年 3 月に開催された。

以上より、本事業開始前及び事後評価時においてエジプト政府は再生可能エネルギーの推進、電力セクターの目標・改革の表明、エネルギーの安全保障の確立等を重要視している。したがって、国家計画、セクター計画等それぞれにおいて政策・施策との整合性が認められる。

３.１.１.２ 開発ニーズとの整合性

本事業開始前、エジプトでは急速な経済成長を背景に電力需要が高まりつつあり、1996年以降は年平均7.1%のペースで増加していた。実質的な供給予備率は低く、電力需給状況は逼迫していた。電力生産のおおかたを自国で産出される石油や天然ガスで賄っていたが、電力需要が伸び続ける場合、国内のエネルギー資源の活用だけでは電力供給を賄えず、エネルギー資源の輸入増加が予想されていた。そのため、エネルギー安全保障や対外収支に多大な影響が出ることが懸念されていた。また、同国では地球温暖化への問題意識が年々高まっていた。温室効果ガスの排出抑制に寄与し、経済発展と環境配慮の両立の実現のために、年間を通じて安定的な風向・風速が期待できる紅海沿岸地域における風力発電施設の整備・稼働への期待は高まりつつあった[9]。

事後評価時、エジプト政府は発電設備容量の増加に取り組んでいる。その中で温室効果ガスの排出抑制や地球温暖化への対応を目指すべく、風力と太陽光を発電源とする再生可能エネルギーを活用した発電事業に引き続き期待を寄せている。上記の ISES 2035 によると、再生可能エネルギーは2022年までに全電力容量の20%、2035年までに42%を占めることを目指している[10]。風力発電に関しては、紅海沿岸は年間を通じて平均風速8～10m/秒を確保できる立地のため、ガルフ・エル・ゼイト地区周辺では、本事業[11]以外に、FIEM の支援、KfW、EIB、EC による支援がこれまでに実施されている。また事後評価時現在、KfW による支援も実施中である。以上の合計は830MW[12]であり、中東・アフリカ地域で最大規模の風力発電地区である。その他、同国政府は近年、欧州（ギリシャ、キプロス等）や近隣諸国（スーダン、サウジアラビア等）への電力輸出を促進する計画を有している[13]。

---

[9] 審査時（2010 年）、本事業以外の風力発電事業としてハルガダ地区では設備容量 5.0MW、ザファラーナ地区では 425MW の風力発電所施設が既に稼動していた。同政府の計画として、2009 年度末までに合計 545MW の風力発電設備の稼動が見込まれていたが、旺盛な電力需要と環境配慮面を両立させるべく、風力発電事業への期待が一層高かった。

[10] その他、将来のエネルギー戦略として、エジプトは中東アラブ地域内外でグリッドの相互接続の拡大を通じて、欧州地域、アジア、アフリカ間のエネルギー・ハブとなることが明記されている。

[11] 設備容量は 220MW。全国の再生可能エネルギー発電施設の総設備容量（3,016MW）において、約 7.3%（＝220MW/3,016MW）と推計できる。

[12] 全国の再生可能エネルギー発電施設の総設備容量（3,016MW）のうち、ガルフ・エル・ゼイト地区全体の風力発電容量は約 27.5%（＝830MW/3,016MW）と推計できる。

[13] エジプト政府は2021年中に輸出先の国と送電線接続に関する合意を交わし、今後電力輸出の拡大を見込んでいる。その背景に、３.３.２.１ インパクトの発現状況の項目で説明するとおり（図 4：供給予備率の推移）、発電設備容量が直近 4～5 年で大きく増加し、供給余力が生まれていることが挙げられる。既出のとおり同国政府は、再生可能エネルギー比率を 2035 年に 42%までに高める目標も掲げていることから、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につなげていくことがうかがえる。その観点において、政策面及び開発ニーズ面において今後一層期待されるものと考えられる。

以上より、本事業開始前及び事後評価時において、発電容量の増加による電力供給の安定化はエジプトにとって主要課題とされている。温室効果ガスの排出抑制や地球温暖化への対応を目指すべく、風力と太陽光を発電源とする再生可能エネルギーを活用した発電事業の期待も引き続き高い。したがって、開発ニーズとの整合性は認められる。

３.１.２ 整合性（レーティング：③）

３.１.２.１ 日本の開発協力方針との整合性

本事業開始前、我が国は世界規模での「環境と経済の両立」の実現と「低炭素社会」への転換への貢献を目的として「鳩山イニシアティブ」（2009年9月）を発表し、低炭素電力供給システムを含むエネルギーインフラ導入をはじめとする省エネルギー・クリーン・エネルギー化推進を表明した。また、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表明した。加えて、同じく重点分野である「地球規模問題・平和構築への支援」の一環として地球環境問題に対処すべく温室効果ガスの抑制・削減を積極的に支援することを掲げていた。さらに、同じく JICA が 2005 年に作成した「国別業務実施方針」では、エジプトが持続的な経済成長、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等を重点分野としていた。

本事業は、エジプトの経済・社会基盤の整備に向けて再生可能エネルギーを含む電力セクター分野に支援を行い、経済インフラ整備を通じた環境保全に資するものである。したがって、日本の援助政策としての整合性が認められる。

３.１.２.２ 内的整合性

既往円借款「ザファラーナ風力発電事業」「コライマット太陽熱・ガス統合発電事業」は、本事業の目的と同じく電力供給量の増加、電力需要及び気候変動への対応を行ったものである。本事業実施中に具体的な相互連携の有無や相乗効果は確認されないものの、いずれの事業もクリーン・エネルギーを供給する観点において本事業と補完関係にあるといえ、国家エネルギー安全保障の確立、再生可能エネルギーの推進に寄与するものといえる。

３.１.２.３ 外的整合性

紅海沿岸に位置するガルフ・エル・ゼイト地域では、本事業、KfW、FIEM、複数ドナーによる協調融資による風力発電施設が整備されている。同地域では、平均風速 8～10m/秒が確保できる立地の特性を活かし、他ドナーの事業と共同で発電を行い、変電所を通じて電力供給増と化石燃料使用抑制に貢献している観点より連携が生まれ、安定供給という命題の下で相乗効果も発現していると考えられる。その他、国際的な枠組みとの関連について、本事業は電力供給量の増加及び化石燃料使用の抑制による温暖化の緩和への貢献という観点から、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）」や「13. 気候変動に具体的対策を（気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る）」といった目的に整合するといえる。

＜妥当性・整合性のまとめ＞

本事業は「開発計画との整合性」「開発ニーズとの整合性」は確認される。整合性に関して、「内的整合性」は具体的な連携や相乗効果は確認できなかったが、「日本の開発協力方針との整合性」「外的整合性」は整合的といえる。以上より、妥当性・整合性は高い。

３.２ 効率性（レーティング：③）

３.２.１ アウトプット

表 2 は本事業のアウトプット計画及び実績である。

表 2： 本事業のアウトプット計画及び実績

計画（審査時：2010 年）	実績（事後評価時：2021－2022 年）
1）資機材、土木工事等の内容 (a) 総出力 220MW の風力発電施設の新設 ①風力発電機（単機出力 2MW×110 基） ②制御モニタリングシステム等関連設備 ③電気工事、土木据付工事 (b) 変電設備、連系線の増設 変電所[14]内の JICA 事業分の変圧器・遮断機等の受変電設備の設置工事が円借款対象（変電所建設及び変電所と送電線の連系線は円借款対象外（KfW 及びエジプト電力持株会社（以下「EEHC」という） がファイナンス予定））	1）資機材、土木工事等の内容 (a) 総出力 220MW の風力発電施設の新設 ⇒計画どおり実施された (b) 変電設備、連系線の増設 ⇒若干の変更が生じた（他ドナーによる変電所建設が見送られ、本事業対象地近隣に位置する既存変電所の更新に変更の上で、変電設備の設置工事や連系線が増設された）
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、実施機関とコントラクター間の契約交渉時の補助、施工監理等	2）コンサルティング・サービス ⇒おおむね計画どおり実施された

出所：JICA 資料（審査時）、事業完了報告書及び質問票回答（事後評価時）

表 2 の計画と実績の差異等について以下に説明する。

1）資機材、土木工事等の内容

(a) 総出力 220MW の風力発電施設の新設

計画どおり実施された。

(b) 変電設備、連系線の増設

[14] 変電所は風力発電機で発電された電力を集約する施設である。

詳細設計時に変電設備計画の見直しが行われた結果、他ドナーによる変電所建設が既設変電所の更新に変更となった上で、変電設備の設置工事や連系線が増設された。また、既存変電所の更新であったため、建屋や防火壁の工事は不要となった。その背景に、①当該既存変電所は KfW、JICA、FIEM の 3 つの風力発電事業のほぼ中央に位置し、発電施設の運営や効率的な給配電を行うのに好都合であったこと、②設備・機器が格納できる既存変電所はリソースの活用として現実的かつ妥当と判断されたためである。

2）コンサルティング・サービス

おおむね計画どおりであった。３.２.２.２ 事業期間で述べるとおり、事業期間は延長した。それにともないコンサルティング・サービスの期間も延長[15]となった。

３.２.２ インプット

３.２.２.１ 事業費

審査時の計画では総事業費 66,059 百万円（うち円借款対象は 38,864 百万円）であったのに対し、実績額総額は 29,065 百万円（うち円借款対象は 25,243 百万円）と計画内に収まった（計画比約 44%）。差異の主な理由は、事業実施期間中に日本円に対してエジプト・ポンドが大きく下落したためである。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、その後の経済的混乱も為替変動の大きな要因である 。その他の理由として、風力発電施設の工事や資機材調達にかかる入札に際しての競争入札による効率的な受注が実現したことも挙げられる。

３.２.２.２ 事業期間

表 3 に事業期間の当初計画及び実績を示す。審査時、2010 年 3 月～2015 年 6 月までの 5 年 4 カ月（64 カ月）と計画されていた[16]。一方、実績は 2010 年 3 月～2019 年 4 月までの 9 年 2 カ月（110 カ月）であり、当初計画に対する実績は約 172%と遅延した。その主な要因として、a）施工業者の事前資格審査プロセスや入札手続きに時間を要したこと b）電気設備機器（中電圧スイッチギア[17]等）の詳細設計と確認、通関手続きにも時間を要したこと、c）電気設備工事と発電タービン設置工事を担う施工業者が破産したことによる遅延（主に設備・機器類納入の遅延）[18]、d）風力発電設備工事を担う施工業者と NREA との間で現地

---

[15] 延長となった背景は、３.３.２.２ その他、正負のインパクトにて後述するとおり、風力発電施設の建設期間中及び完成後に渡り鳥のモニタリングを行うことに加え、供用開始後の保証期間（3 年間）において監理を継続する必要性が生じたためである。特に後者に関しては、３.１.１.１　有効性・定量的効果（運用・効果指標）にて説明するとおり、供用開始後の保証期間中に計画外停止時間が多く発生していたため、施工監理コンサルタントが監督やサポートが必要であったことが挙げられる。コンサルティング・サービス期間の延長は施設運営の着実性を目指すものであり、現実的な判断であったといえる。なお、延長にかかる費用は３.２.２.１ 事業費で述べる実績額に含まれておらず、エジプト側が支出している。

[16] 審査時、本事業の完成時期は「施設供用開始時」とされていた。

[17] スイッチギアは、発電機や変電所内から電力を外部へ送電する際に、電力の損失を抑えるために意図的に電圧を変える制御装置である。

[18] 当該施工業者は 2016 年に破産したものの、本事業完成時まで特に問題なく業務を遂行した。

通貨支払いを巡って交渉に時間を要したこと等が挙げられる。なお、コンサルティング・サービスの延長については前述のとおりである。

表 3：事業期間の当初計画及び実績

	当初計画	実績
（事業全体）	2010 年 3 月～2015 年 6 月（64 カ月）	2010 年 3 月～2019 年 4 月（110 カ月）
1）コンサルタント選定	2010 年 4 月～2011 年 3 月（12 ヶ月）	2010 年 9 月～2011 年 1 月（5 ヶ月）
2）コンサルティング・サービス	2011 年 4 月～2015 年 6 月（51 ヶ月）	2012 年 7 月～2021 年 12 月（116 ヶ月）
3）資機材調達・据付等	2012 年 7 月～2015 年 6 月（36 ヶ月）	2015 年 2 月～2019 年 4 月（51 ヶ月）

出所：JICA 提供資料（当初計画）、事業完了報告書及び質問票回答（実績）

上記のうち、施工業者の事前資格審査プロセス、入札手続きに時間を要した点に関して、その背景には 2011 年以降のエジプト革命（アラブの春）による政情不安や組織プロセスの遅延も考慮する必要がある。特に 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）を外部要因により事業進捗に影響があったと考える[19]。これは、想定外の事象（審査時に想定されていなかった事象であり、このような政変は継続的かつ頻発に起きてはいない事象）と判断される[20]。当該期間を事業期間からは除外することが現実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 172％と遅延したものの、当該期間を除外し、実績期間を 71 ヶ月（＝110-39 ヶ月）として算定することが望ましいと考える。計画 64 カ月に対する実績 71 カ月、すなわち、対計画比で約 111％の遅延であったと判定することから、計画を少し上回った。

３．２．３ 内部収益率（参考数値）

経済的内部収益率（EIRR）

審査時、代替発電施設としての火力発電所の建設工事費・燃料費・運営･維持管理費の節減、排出権売却収入を「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 20 年として、EIRR は 13.89%と算出されていた。本調査では、審査時と同条件にて事後評価時の再計算を試みたところ、27.5％と審査時の想定を上回った。その理由として、建設費及び運営・維持管理費の実績額は計画額より低くなった点（特に、建設費の一部と運営・維持管理費は事業実施中にエジプト・ポンドはユーロに対し大きく下落しているこ

[19] 具体的にはコンサルティング・サービス開始が遅れ、コンサルタントの法務面の確認と信用状（L/C）発給手続きにおいてエジプト側で時間を要し、その後の資機材調達・据付にも若干影響が生じた。
[20] 外部要因と認定する理由として、「事業対象地域において、継続的に起きている事象、頻発している事象ではないこと」、「審査時にリスクとして想定されていなかったこと」が挙げられる。（参照：2021 年度 JICA 事後評価レファレンス p4 より）

とも影響）等が挙げられる。

財務的内部収益率（FIRR）

審査時、売電収入、排出権売却収入を「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20年として、FIRRは7.19%と算出されていた。本調査では、審査時と同条件にて事後評価時の再計算を試みたところ、14.1％と審査時の想定を上回った。その理由として、a）上記同様、建設費及び運営・維持管理費の実績額は計画額より低くなった点に加えて、b）物価上昇を起因として事後評価時の電力販売単価が審査時想定より高いため、売電収入が増えたことが挙げられる。

＜効率性のまとめ＞

以上のとおり、本事業のアウトプットはおおむね計画どおり、事業費については計画内に収まったものの、事業期間はエジプト革命（アラブの春）の影響に伴い施工業者の事前資格審査プロセスや入札手続きに時間を要したこと、電気設備機器の詳細設計と確認、通関手続きの遅延が生じたこと、施工業者が破産したことによる対応等により、当初計画を若干上回った。したがって、効率性は高い。

写真1：変電所全景
（EETC施設）

写真2：配電用スイッチギア
（EETC施設）

３．１ 有効性・インパクト[21]（レーティング：③）

３.１.１　有効性

３.１.１.１　定量的効果（運用・効果指標）

表 4 に本事業の定量的効果指標（基準値・目標値・実績値）を示す。

表 4：本事業の定量的効果指標（基準値・目標値・実績値）

指標名	基準値	目標値 2017 年 完成 2 年後	実績値		
			2018/2019 年 完成年	2019/2020 年 完成 1 年後	**2020/2021 年 完成 2 年後**
1) 設備利用率（単位：%）*注 1	-	45	33.9	38.8	**46.1**
2）故障による計画外停止時間（単位：時間）	-	18,250	97,342	138,773	**30,264**
3) 暴風その他による計画外停止時間（単位：時間）	-	0	0	0	**0 (1,263.55)**
4）計画点検・補修による停止時間（単位：時間）	-	2,920	5,280	2,643	**3,325**
5）稼働率（単位：%）*注 2	-	95	98.3	97.6	**98.9**
6）送電端電力量（単位：GWh）	-	867	656	749	**892**
7）CO_2排出削減量（単位：トン･CO_2）*注 3	-	494,000	361,667.9	412,725.5	**490,837.1**

出所：JICA 資料（基準値・目標値）、質問票回答及び事業完了報告書（実績値）
注 1：運用計画の妥当性を確認する指標。年間発電量／（定格出力×年間時間数）×100 にて算定。
注 2：運用計画の妥当性を確認する指標。（年間運転時間／年間時間数）×100 にて算定。
注 3：CO_2排出削減量の算出方法：審査時（2010 年）におけるエジプトの発電構成割合も根拠とされて、発電量（GWh）あたりの CO_2排出量（想定値）は 569.78 トンと算出されていた。化石燃料消費を伴わない風力発電施設を整備することにより、年間 867GWh の発電量が想定されていた。年間 867GWh×569.78 トン/GWh=494,000 トンの算定方式により CO_2排出削減効果が見込まれていた。事後評価時（2021 年）、NREA は近年の再生可能エネルギーの取り巻く環境を考慮して CO_2排出量を約 551 トンと算定している。表内の実績値は送電端電力量（GWh）x 約 551 トンにて算定されている。

審査時に 7 つの運用・効果指標が設定されていた。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。実際の完成は 2019 年中であったため、その 2 年後に当たる 2020/2021 年実績値データを収集し、各指標の分析を以下に示す。

1）設備利用率

実績値は目標値を達成している。2018/2019 年は、変電所内の変圧器（タップ切換器）の立ち上がりが完全ではなかったこと、施工業者 による作業が多く生じ、風力発電施設が一定期間停止した影響により低かった。2019/2020 年は、同様にタップ切り替え機の立ち上がりが完全でなかったことに加え、稼働後のグリッド電圧がやや不安定であったことも相まってやや低かったが、2020/2021 年に入ると、かかる電気機器の稼働は安定さをみせ、運

[21] 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。

営・維持管理も滞りなく行われていることから、これらの課題は解決しつつある。

2）故障による計画外停止時間

実績値は目標値に到達していない。上記 1）設備利用率の状況で述べたとおり、供用開始後しばらく稼働は安定しなかったことに関連する[22]。ただし、これらの課題は解決しつつあり、2020/2021 年は前年比で大きく減少に転じている。

3）暴風その他による計画外停止時間

目標値は 0 時間（＝発生しない）であったものの、2020/2021 年は 1,263.55 時間が計測されている。これは暴風などの自然災害によるものではない。当該年度は COVID-19 の感染拡大の影響により、自主的に発電施設の運営を停止していたためである。疫病流行は継続的かつ頻発に起きるものではなく、エジプトに限らず世界的規模で発生した事象であるため、審査時に想定できなかった外部要因と捉えることができる。したがって、本指標に関する事業効果分析と評価判断は適さないと考える。

4）計画点検・補修による停止時間

いずれの年も実績値はおおむね目標値に近い。2018/2019 年の停止時間は、上記 1）設備利用率の状況に関連するものであるが、復旧に向けた点検作業が多く生じた結果である。なお 2020/2021 年は、発電タービンの機器であるタービンブレードの清掃やフィルターの交換作業等が必要であったため、想定以上の停止時間が発生した。

5）稼働率

いずれの年の実績値は目標値を達成している。NREA は、風力発電施設の予防的維持管理に大きな遅延が発生していないこと、発電タービンに従事する維持管理職員は丁寧に業務に取り組んでいること、施工監理コンサルタントの指導が奏功したことを挙げている。

6）送電端電力量

実績値は目標値を達成している。上記 1）設備利用率の状況に関連するものであるが、2020/2021 年（完成 2 年後）までに順調な稼働状況となり発電量は増加傾向にある。

7）CO_2排出削減量

実績値はおおむね目標値に近い。審査時、当時のエジプトの発電構成割合も根拠とされて、発電量（GWh）あたりの CO_2排出量（想定値）は 569.78 トンと算出されていた。事後評価時、NREA は昨今の再生可能エネルギーの取り巻く環境を考慮して約 551 トンと算定している。これは、審査時と事後評価時の CO_2排出量（想定値）には大きな差はないとい

[22] 指標は「故障による計画外停止時間」であるものの、厳密には「故障」に当たらないといえる。

える。すなわち、送電端電力量の実績値により削減量が算定されるが、おおむね目標値に近い数値であるといえる。

３.３.１.２　定性的効果（その他の効果）

（電力供給量の増加、化石燃料使用の抑制との両立）

本調査では、質問票やヒアリング等により電力供給量の増加と化石燃料使用の抑制（環境負荷低減）や本事業の関係性について NREA に照会したものの、具体的な効果発現に結びつく事例は確認できなかった。しかし、本事業や欧州諸国による風力発電分野への支援がこれまで実施されており、今後も風力発電事業の開発余地は大きい。とりわけ紅海沿岸地域は年間を通じて 8～10m/秒と大きな風速が得られる立地であるため、将来的には電力供給量の増加と化石燃料使用の抑制（環境負荷低減）は、より一層注目を集め、再生可能エネルギーの重要性が高まる可能性は高い。

写真 3: 風力発電基

写真 4: 風速測定器

写真 5：変圧器

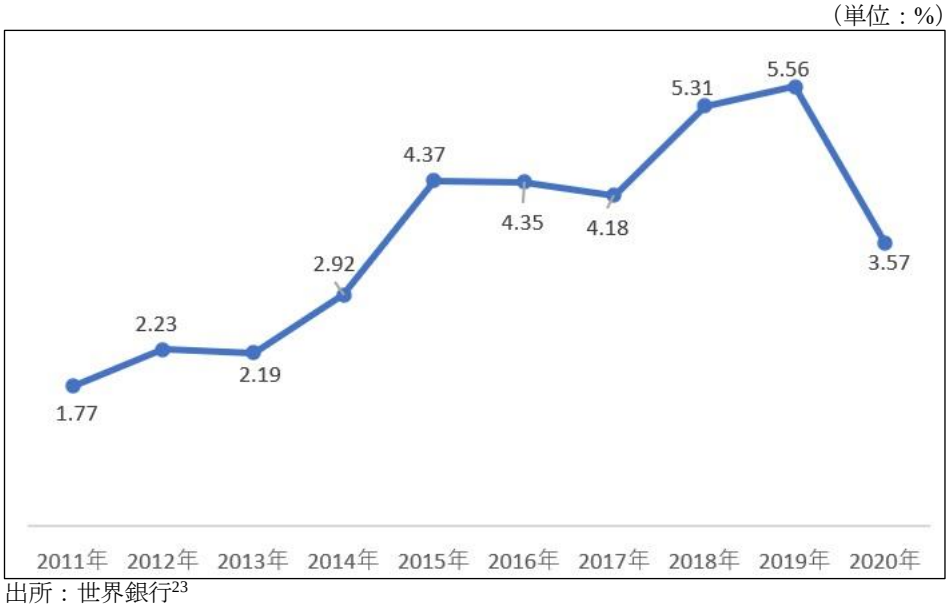
３.３.２ インパクト

３.３.２.１　インパクトの発現状況

1）電力の安定的、効率的供給による経済活動の活性化、民生向上への貢献

図 1 に本事業開始時～事後評価時までの全国 GDP 成長率、図 2 に人口の推移を示す。同様に、図 3 に電力需給バランス、図 4 に供給予備率の推移を示す。

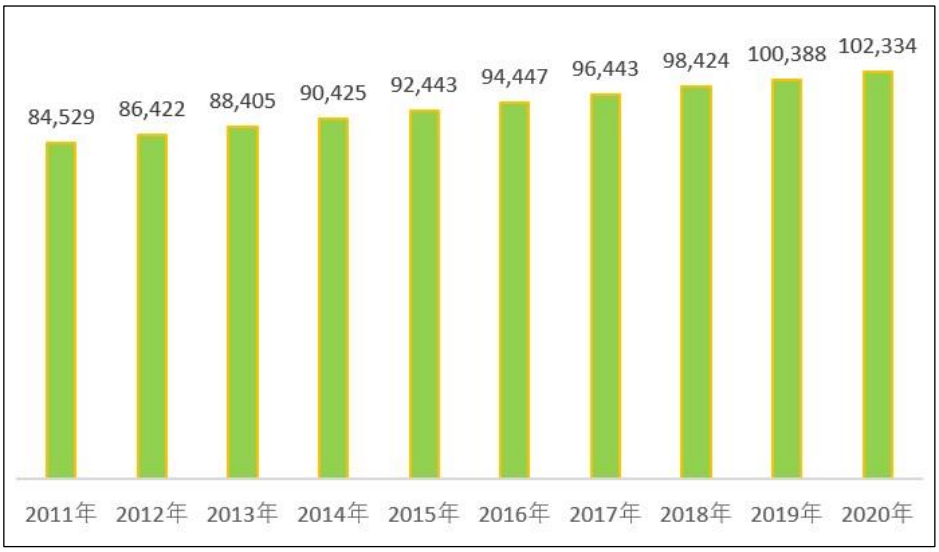
（単位：%）



出所：世界銀行[23]

図 1：エジプトの GDP 成長率推移（2011 年－2020 年）

（単位：千人）

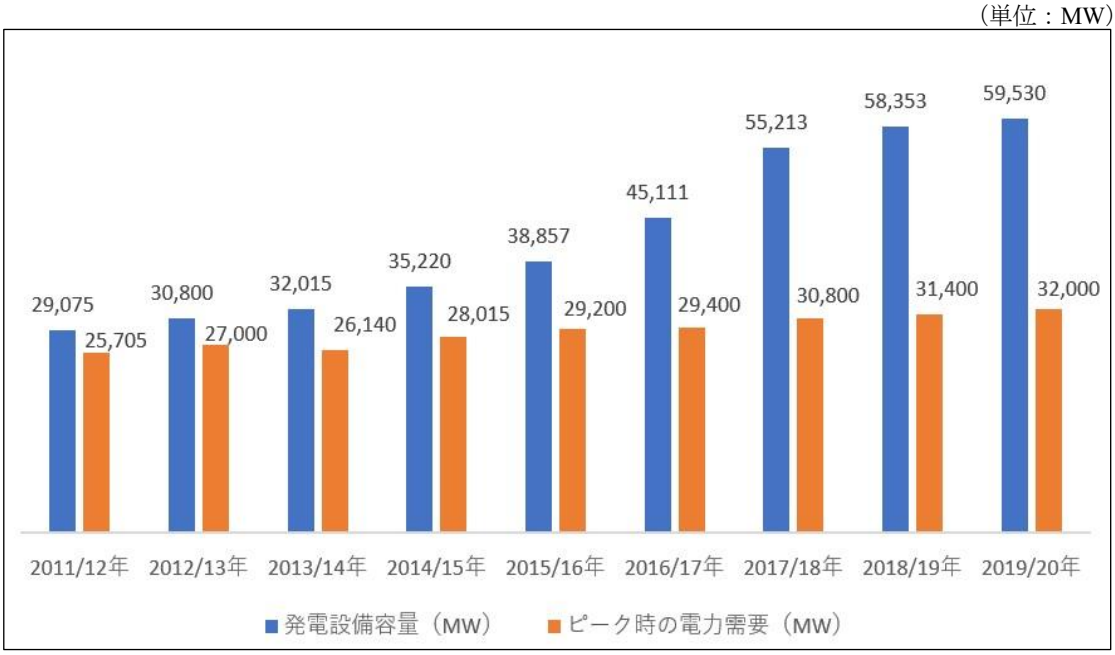


出所：世界銀行[24]

図 2：エジプトの人口推移（2011 年－2020 年）

[23] 引用元：https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=EG（2021 年 12 月 12 日アクセス）
[24] 引用元：https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=EG（2021 年 12 月 12 日アクセス）

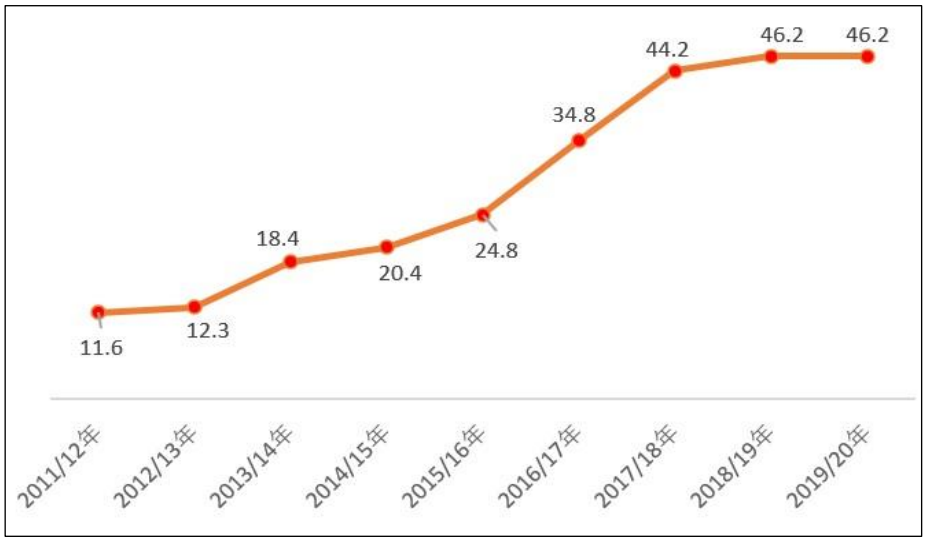
（単位：MW）



出所：EEHC 及び NREA

図 3：エジプトの電力需給バランス推移（2011/12 年－2019/20 年）

（単位：%）



出所：EEHC 及び NREA

図 4：エジプトの供給予備率推移（2011/12 年－2019/20 年）

図 1 の全国 GDP の推移に関して、2011 年以降の停滞はエジプト革命後の影響に起因していると考えられる。2015 年以降は回復の兆しがみられたが、2020 年は COVID-19 感染拡大の影響により前年比で低下している。図 2 の人口推移について、過去 10 年間で人口は増加傾向にある。図 3 は電力需給バランス推移を示す。３.１.１.１ 妥当性・開発政策との整合性で述べたとおり、同国政府はこれまで発電設備容量の増強に取り組んでおり、電力需給状況は徐々に改善傾向にあることがうかがえる。その結果、図 4 のとおり、供給予備率が上昇傾向にある。NREA へのインタビューでは、「電力セクターに重点投資、特に国内各地

で発電所の増強や新設が進められている」「電力供給状況は安定している。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」といったコメントが得られた。本事業は電力の安定供給を通じた経済活性化及び民生の向上に一役買うものといえる。

2）新・再生可能エネルギー技術の開発・利用促進への貢献

既出のとおり、本事業の風力発電設備容量は 220MW であり、エジプト全体の総発電容量（59,530MW）と比較するとその割合は大きくないため、本事業によるインパクトの発現は限定的といえる。その一方、資機材調達・据付等の開始時期（2015 年 2 月）から事後評価時まで、全国の再生可能エネルギー設備容量は 4 倍以上（2014/2015 年は 700MW⇒2019/2020 年は 3,016MW）に大きく増加している。同国の電力セクターは GDP の約 13%を占め、社会経済への貢献度合いは高い。その中で、石油・液化天然ガス（LNG）など化石燃料資源に依存する火力発電の構成比率を抑え、クリーン・エネルギーの開発に同国政府が今後も取り組むことが温室効果ガスの抑制とともに、安定的な電力供給を行う上でのリスク軽減に寄与すると考えられる。したがって、本事業のようにクリーン・エネルギーの確立の一役を担う風力発電は、今後も新・再生可能エネルギー技術の開発や利用促進に重要な役割を担うといえる。

３.３.２.２ 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）に掲げる影響を受けやすい地域に該当するため、カテゴリ A 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 2009 年 4 月にエジプト環境庁により承認された。

事業実施中及び事業完成後において、大気汚染、水質、騒音・振動への影響は特に発生していないことを NREA、EETC への質問票・インタビュー、現地視察により確認した。NREA と EETC は、工事中の騒音・振動等の環境モニタリングを行っていた。工事完了後も両組織はそれぞれ技術系スタッフ（NREA は 4 名、EETC は 2 名）を配置し、風力発電施設及び変電所周辺の環境モニタリングを行っている。

（生態系への影響の緩和：風力発電施設周辺における渡り鳥衝突対策）

本事業開始前より、ガルフ・エル・ゼイト地区では渡り鳥の衝突対策が事業関係者間で指摘されていた。事業実施中の 2016 年に、本事業の JICA エジプト事務所が雇用したコンサルタントは事業対象サイトにおける渡り鳥の衝突対策、「発電設備の一時的な稼働停止」（Shutdown On Demand；以下「SOD」という）の必要性を指摘した[25]。2017 年～2020 年の約 3 年間、NREA は本事業の施工監理コンサルタントや地元企業と協力し、SOD に着手し

[25] NREA によると、渡り鳥対策が求められた背景のひとつに、エジプト環境省及び JICA からの要請に応じて報告が求められたことも挙げている。

た。2018年秋に風力発電施設周辺で渡り鳥17羽の死骸が発見され、衝突の可能性が高いと考えられた。同コンサルタントはその対策として、風速測定ポール（マスト）を数カ所設置の上で架空線にワイヤを張り、視認性を高めるためにワイヤの周囲には目印を張ること、また、風力発電設備エリア内に渡り鳥の群れが10羽いるかどうか、存在が確認される場合、SODの実施を推奨した。2020年以降、NREAは外部委託によりSODを行いつつ[26]、監督・モニタリングを行っている。

表 5 は本事業の風力発電施設周辺における渡り鳥衝突数（モニタリング結果）である。2018年秋はSODの着手時の記録であるが、2020年秋、2021年秋にかけて衝突数は減少傾向であることがうかがえる。これは、一連の取り組みによる成果と推察できる。

表 5：風力発電施設周辺における渡り鳥の衝突数（モニタリング結果）[27]

2018年秋 （3ヶ月間の記録）	2020年秋 （3ヶ月間の記録）	2021年秋 （3ヶ月間の記録）
17羽 ⇨	7羽 ⇨	4羽

出所：NREA資料、事業完了報告書

2）住民移転・用地取得

本事業では用地取得及び住民移転は計画時に想定されておらず、実際に発生しなかった。

3）ジェンダー平等、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範、人々の幸福、人権

本事業は、エジプト経済及び民生の向上、CO_2排出削減量の減少に貢献するものといえる。ジェンダーへの影響、平等の実現、公平な社会参加が阻害されているかどうか、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質問票やインタビュー等では確認できなかったが、同国では人口増加及び経済活性化が進みつつある中で、広く平等に人々や企業に恩恵をもたらし、人間が生きる上での選択も増やすことになり、幸福につながる事象を生成すると考えられる。本事業はその一助を担っているといえる。

＜有効性・インパクトのまとめ＞

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

[26] 委託先は同分野で専門知識・経験を有している業者が担っている。5年間の契約。

[27] 渡り鳥の衝突は春と秋に起こりやすい。主な鳥種はシュバシコウ（White stork）、モモイロ・ペリカン（Great White Pelican）、ヨーロッパ・ハチクマ（European Honey Buzzard）等である。2020年のモニタリング報告書によれば、渡り鳥飛来数（総数）については、例年3ヶ月間の間に累計約10万羽が事業サイト周辺エリアに飛来し、本事業で整備された発電機周辺に限ると累計約 8 万 9 千羽が確認されている。NREAによれば、「本事業のサイトに限った話ではなく、近隣の他事業サイトでも発生している。本事業については必ずしも重大な実例を示しているわけではなく、本事業サイト以南エリアのほうが衝突の確率が高い」とコメントしている。なお、近隣の他事業サイト（KfWやFIEMによる風力発電事業）でも同様にSODが実施されている。

れたといえ、長期的にも社会（人権やジェンダー平等を含む)、環境面や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、本事業の実施により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。

３.４ 持続性（レーティング：④）

３.４.１ 政策・制度

エジプト経済開発会議で発表された「電力セクター戦略」（2015 年 3 月）では、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計画を提唱している。また、電力・再生可能エネルギー省（MoERE）が発表した「ISES 2035」を通じて、エネルギーの安全保障の確立に加え、風力発電施設の整備を含む再生可能エネルギーの増加・推進を政策目標に掲げている。本事業はエネルギーの安全保障の確立や再生可能エネルギー分野に資するものであり、事後評価時においても同国政府の政策や方向性に合致するものといえる[28]。

３.４.２ 組織・体制

実施機関は NREA である。NREA は風力、太陽光、バイオマスなどの新・再生可能エネルギーの研究開発・普及促進、新・再生可能エネルギーを利用した発電事業を担っている。変電設備の運営は EETC が担っている。NREA と EETC の総職員数はそれぞれ約 1,000 名である[29]。

事後評価時のガルフ・エル・ゼイト風力発電所、変電所の運営・維持管理部門の職員数に不足はないと見受けられた。組織・体制及び運営・維持管理職員数について、NREA は業務委託先（民間企業）と業務委託契約を交わし[30]、業務委託先も風力発電機の運営・維持管理を担っている。NREA 所属職員は現場監督者 2 名、監督設計技師 6 名、技師 2 名、ドライバー3 名の合計 13 名、業務委託先所属職員はプロマネ 1 名、技師 10 名の合計 11 名である。この中で、発電機タービンブレードや発電システム配電用スイッチギアの清掃や発電ケーブルの点検等の業務は、業務委託先の監督の下で外部の企業に委託されている。

変電設備の運営・維持管理について、NREA と EETC は業務協力体制を敷いている。一例として、EETC 側が管轄する変電所の計画的維持管理の際には、NREA 側が管轄する風力

---

[28] ３.１.１.２ 妥当性・開発ニーズとの整合性の項目で述べたとおり、エジプト政府は近年、再生可能エネルギーの活用を含み置き、欧州や近隣諸国への電力輸出を強める動きに出ている。将来、再生可能エネルギーの活用がますます期待されると考えられる。すなわち、再生可能エネルギーを取り巻く環境は今後も進展すると考えられる。

[29] 2021 年末時点のデータ

[30] 業務委託契約は 2021 年 6 月に発効している。業務委託先は本事業で整備された風力発電施設の保守や修理対応等を保証期間満了時の 2021 年まで担っていたが、当該期間後も業務委託として継続していることになる。同様に、業務委託先は KfW 事業の運営・維持管理も担っている。本事業に関する契約は 8 年間、KfW の風力発電事業は 5 年間である。それぞれの契約満了時までにスペアパーツの調達・補充を行う条項も含まれている。契約満了後に期間延長などの条件も提示されている。

発電機の速度を落とし、支障が生じないような連絡を行った上で実施するといった配慮も行われている。変電所で勤務する EETC 所属職員は現場監督者 1 名、監督設計技師 2 名、技師 4 名、ドライバー2 名の合計 9 名である。

以上より、事後評価時において本事業の運営・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。

３.４.３ 技術

運営・維持管理の技術面に関して、ガルフ・エル・ゼイト風力発電所と変電所には業務経験が豊富な職員が適材適所に配置されている。同発電所で勤務する技術系職員の業務経験年数（平均）は 16 年、変電所で勤務する技術系職員は約 20 年である。職員は風力発電の運営・維持管理、法務・契約、高圧・中圧変電機器の運営・維持管理等に精通している。また、業務委託先の職員も同様に経験豊富であり、監督業務にも精通している。

変電所では施設・機材の運用に関する研修が実施されている。2018 年より毎年実施され、EETC 現場職員が参加している。業務実施研修（OJT）は必要に応じて行われている。

発電施設及び変電所では、システムの運用や維持管理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。

以上、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。

３.４.４ 財務

本事業の運営・維持管理予算は、基本的に年度毎の収入及び必要経費がすべて国庫から賄われている。直近 3 カ年の運営・維持管理予算[31]を表 6 及び表 7 に示す。

表 6：ガルフ・エル・ゼイト風力発電所の運営・維持管理予算

（単位：エジプト・ポンド）

2018/2019 年	2019/2020 年	2020/2021 年
98,331,012	98,331,012	98,331,012

出所：質問票回答

表 7：変電所の運営・維持管理予算

（単位：エジプト・ポンド）

2018/2019 年	2019/2020 年	2020/2021 年
N/A	5,600,000	5,600,000

出所：質問票回答

NREA によると、「配賦予算はここ数年間安定している」「必要な費用が充当されている」といったコメントが得られた。なお今後、数年おきにすべての風力発電機を対象に大規模メンテナンスが実施されることが想定されており、NREA は予算配賦を企図している。表 8 はガルフ・エル・ゼイト風力発電所の売電収益であるが、近年は増加傾向にあることが

[31] NREA 及び EETC は予算を検討し、電力・再生可能エネルギー省（MoERE）を通じて財務省（MOF）に申請し、承認手続き後に配賦される仕組みとなっている。財源は政府事業予算である。

うかがえる[32]。以上より、運営・維持管理の財務面は特に問題はないと考えられる。

表 8：ガルフ・エル・ゼイト風力発電所の売電収益

（単位：エジプト・ポンド）

2018/2019 年	2019/2020 年	2020/2021 年
349,522,650	453,959,000	575,787,540

出所：NREA 保有資料

３.４.５ 環境社会配慮

特段取られた環境社会面における緩和策はなく、当面想定される影響もないと考えられる。既出のとおり、渡り鳥対策に関しては、NREA は工事完了後に衝突防止のために SOD などの対策を行っている。2020 年以降は外部委託により SOD を実施し、監督・モニタリングを徹底し、2020 年及び 2021 年秋にかけて衝突数は減少傾向である。以上より、環境インパクトに関する緩和策が実施され、その取り組みは成果を上げているといえる。

３.４.６ リスクへの対応

本事業開始前、「天候の異常（風況の変化）によるタービンの不稼働」が想定されていた。NREA によれば、事業実施中にリスクとなるような天候の異常、風況の変化はなかったとのことである。 紅海沿岸の平均風速は 8～10m/秒、常時確保できる立地であるため、風力発電事業にとって好条件といえる。事業実施中にリスクや外部条件、コントロールすべき事象はなかったことも確認した。

３.４.７ 運営・維持管理の状況

風力発電施設の維持管理に関して、故障やトラブルの未然防止を目的とした日常的な施設・機材の点検、6 カ月毎の予防的維持管理、年 1 回の大規模点検・維持管理などが実施されている。発電機タービンブレードや発電システム配電用スイッチギアの清掃も定期的に行われている。変電所施設では、変圧器や配電用スイッチギアに関する計画的維持管理、4 半期毎の変電所外部に据え付けられている資機材の清掃等が行われている。

既出のとおり、NREA と業務委託先は運営・維持管理に関する契約を交わした上で風力発電機の運営・維持管理を行っている。発電機タービンブレードや発電システム配電用スイッチギアの清掃や発電ケーブルの点検等は、業務委託先の監督の下で行われている。変電所の運営・維持管理は EETC により行われている。

スペアパーツの調達に関しては、調達期間が数ヶ月に及ぶ場合があるが、その遅れによる維持管理不足といった問題は生じていないことを確認した。発電施設に関しては、3 年分のスペアパーツを確保することが運営・維持管理の基本方針となっている。変電所に関して、スイッチギアや変圧器の確保は十分な状況である。スペアパーツの調達や補充は業

[32] ３.１.１.１　定量的効果（運用・効果指標）で説明した送電端電力量の増減に応じて売電収益も影響を受ける。

務委託先が担っている。

なお、2021 年 10 月 27 日に変電所では火災事故が発生している。中電圧スイッチギアや光ファイバー・インターフェース等が火災に遭った[33]。EETC が費用を負担し復旧作業を担い、同年 12 月に完了している。EETC は、今後火災事故が生じないよう、変電所内のスイッチギア（60 個）を交換した。当面の間（数ヶ月間）、計画的に予防・保守点検を行う方針も立てている[34]。

以上より、本事業の運営・維持管理は関連する制度・制度、組織・体制、技術、財務、状況ともに問題はなく、持続性が確保されており、且つ環境社会配慮面、リスクについても予防策が講じられている。本事業によって発現した効果の持続性は非常に高い。

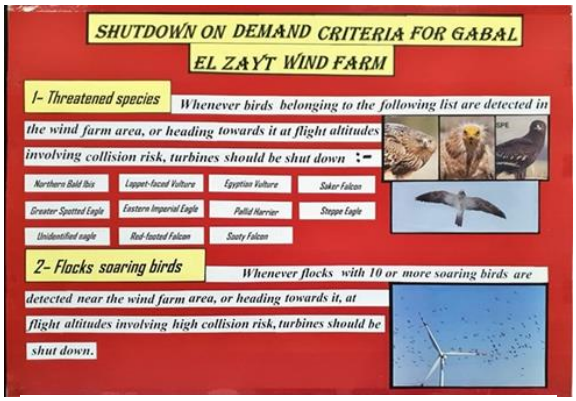


写真 6：SOD の基準
（NREA 施設内に掲示）

写真 7：スペアパーツ保管施設

４.結論及び提言・教訓

４.１ 結論

本事業は、エジプト紅海沿岸のガルフ・エル・ゼイト地域において、風力発電施設を新設することにより、電力供給量の増加及び化石燃料使用の抑制を図り、電力需要への対応、温室効果ガス排出抑制による温暖化の緩和、並びに社会経済成長を目指すものであった。妥当性に関して、本事業は「開発計画との整合性」「開発ニーズとの整合性」は確認できる。整合性に関して、「日本の開発協力方針との整合性」「外的整合性」が整合的といえる。「内的整合性」は、クリーン・エネルギーを供給する観点において既往円借款事業と本事業は相互補完関係にあるが、具体的な連携や相乗効果は確認できなかった。以上より、妥当性・整合性は高い。効率性に関して、アウトプットはおおむね計画どおり、事業期間はエジプト革命の影響に伴い施工業者の事前資格審査プロセスや入札手続きに時間を要した

[33] 火災の原因は不明である。

[34] 具体的には、変電所内の装置に使用するオイルの管理、キャリブレーション測定（例：計測装置の示す値が正しいかどうかについて、基準となる標準機器を使い比較し、差異があれば修正）、変電所内の装置を 2 年にわたり点検・確認、3 年にわたり遮断器（サーキットブレーカー）の点検・確認等の作業を行う方針である。

こと、電気設備機器の詳細設計と確認、通関手続きの遅延が生じたこと、施工業者が破産したことによる対応等により、当初計画を若干上回ったが、事業費は計画内に収まったため、効率性は高い。有効性・定量的効果指標の（実績値）について、「設備利用率」「稼働率」「送電端電力量」「CO_2排出削減量」は目標値を達成し、「計画点検・補修による停止時間」はおおむね目標値に近い。「故障による計画外停止時間」は目標値に及んでいない。事後評価時におけるインパクトの発現は限定的といえるかもしれないが、本事業は電力の安定供給を通じた経済活性化及び民生の向上の一角を担うものであることが確認できた。したがって、有効性・インパクトは高い。本事業によって発現した効果の持続性の見通しについて大きな懸念はないと見受けられる。したがって、本事業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。

４.２ 提言

４.２.１ 実施機関への提言

なし。

４.２.２ JICA への提言

なし。

４.３ 教訓

環境へのインパクトにかかる緩和策への取り組み、類似事業への活用

本事業実施中、NREA は施工管理コンサルタント等の助言を受け、渡り鳥への被害軽減のために SOD に取り組んだ。専門業者への委託、監督・モニタリング等により、直近 3 年間では渡り鳥の風力発電機への衝突数が減少傾向にあり、一定の効果を上げているといえる。事業完成後ではなく、事業実施中より将来の影響を見越して取り組んだことは、プロジェクトが生態系への影響に真摯に向き合っている証左ともいえる。かかる取り組みは風力発電の運営と生態系への影響軽減の両立を図るものといえ、今後の類似事業（渡り鳥が飛来する沿岸エリアでの風力発電事業）でも環境インパクトに関する緩和策として、かかる事例を活かすことが望ましい。

事業完成後における運営・維持管理体制の盤石化を図る重要性

本事業では保証期間終了までコンサルティング・サービス期間が延長となり、施工業者も実施機関と契約を締結し、保証期間終了後も一定の運営・維持管理を担う体制となった。整備された風力発電建施設の計画外停止時間等が抑えられるよう、また、稼働及び運営・維持管理が充分実施されるよう配慮が施されたといえる。その結果、事後評価時の稼働状況に大きな問題はなく、突発的な事故・故障が生じたとしても直ちに対処できる体制となっている。今後の類似案件においても、事業完成後も不安のない形で運営・維持管理体制を検討・構築しておくことは一考に値すると考える。

５.ノンスコア項目

５.１ 適応・貢献

５.１.１ 客観的な観点による評価

本事業開始前より、事業サイト周辺では生態系への影響が事業関係者の間で確認されていた。渡り鳥が毎年春と秋に飛来し、風力発電施設に衝突し、被害の可能性が指摘されていた。事業実施中の 2016 年、本事業の施工監理コンサルタントは渡り鳥の衝突対策、具体的には SOD の必要性を指摘した。2017 年から 2020 年までの約 3 年間、NREA は同コンサルタントや地元企業と協力し、SOD に着手した。風速測定ポール（マスト）の設置、上でワイヤを架空線に張ること、視認性を高めるためにワイヤの周囲に目印を設置するといった対策が施された。NREA によると、対策が求められた背景のひとつにエジプト環境省及び JICA からの要請に応じる必要があり、報告も求められたことを挙げている。かかる対策は、実施機関への必要なサポートであったと同時に、事業環境の変遷も踏まえた適切な監理・モニタリング体制が構築された事実を示すものである。また、事業関係者間で意思疎通が維持され、協力関係が構築されていた証左といえる。

５.２ 付加価値・創造価値

・なし

以上

主要計画/実績比較

項　　目	計　　画	実　　績
①アウトプット	1）資機材、土木工事等の内容 (a) 総出力 220MW の風力発電施設の新設 ① 風力発電機（単機出力 2MW×110 基） ②制御モニタリングシステム等関連設備 ③電気工事、土木据付工事 (b) 変電設備、連系線の増設 変電所内の JICA 事業分の変圧器・遮断機等の受変電設備の設置工事が円借款対象（変電所建設及び変電所と送電線の連系線は円借款対象外（KfW 及び EEHC がファイナンス予定）） 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、実施機関とコントラクター間の契約交渉時の補助、施工監理等	1）資機材、土木工事等の内容 (a) 総出力 220MW の風力発電施設の新設 ⇒計画どおり実施された (b) 変電設備、連系線の増設 ⇒若干の変更が生じた（他ドナーによる変電所建設が見送られ、本事業対象地近隣に位置する既存変電所の更新へ変更の上で、変電設備の設置工事や連系線が増設された） 2）コンサルティング・サービス ⇒おおむね計画どおり実施された
②期間	2010年3月～2015年6月 （64カ月）	2010年3月～2019年4月 （71カ月[35]）
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	 38,864百万円 27,195百万円 66,059百万円 （38,864百万円） 1USD=90.3円、 1エジプト・ポンド=17.8円 （2009年12月時為替レート）	 25,243百万円 3,822百万円 29,065百万円 （25,243百万円） 1USD=101.24円、 1エジプト・ポンド=11.7円 （費用が発生した2010年－2019年の間の IMF の国際財務統計（IFS）の平均値）
④貸付完了	2019年11月	

[35] 既出のとおり、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）を外部要因と捉え、コンサルティング・サービス開始時期など事業進捗が遅れたとして当該期間を除外している。