

2015 年度案件別外部事後評価：
パッケージ II-2 (エジプト・アルメニア・パキスタン)

平成 28 年 12 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
オクタヴィアジャパン株式会社

評価
JR
16-23

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICAあるいは相手国政府側の事業実施主体等の見解が異なる部分に関しては、JICAあるいは相手国政府側の事業実施主体等のコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

2015 年度 外部事後評価報告書
円借款「ボルグ・エル・アラブ空港近代化事業」

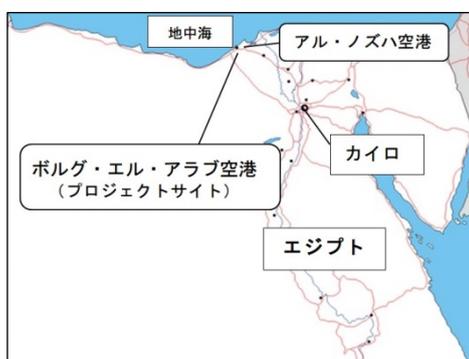
外部評価者：オクタヴィアジャパン株式会社 稲澤 健一

0. 要旨

本事業は、エジプト第 2 の都市アレクサンドリア市近郊のボルグ・エル・アラブ空港において、増加する航空交通需要への対応・利便性の向上を目的に、旅客及び貨物ターミナルビル、関連設備等の整備拡張を行った。妥当性に関して、エジプト政府は「第五次経済社会開発計画 5 カ年計画」や「経済社会開発戦略フレームワーク」等を通じて航空需要の増加に対する整備や社会インフラへの対処方針を示している。また、事業開始前には同空港での旅客数処理能力の増加等が見込まれ、事後評価時にも同空港の拡張工事が企図されている。加えて、日本の援助政策との整合性も確認されるため、妥当性は高い。効率性に関して、事業費は事業開始後の詳細設計において旅客・貨物ターミナル建設箇所や付帯設備の工事箇所の見直しにより当初計画を若干超過した。事業期間も、旅客ターミナルビルの設計変更に時間を要し、当初計画より若干遅延が生じたことから、効率性は中程度である。本事業開始以降、湾岸諸国へのエジプト人出稼ぎ労働者等の旅客増加により、旅客数や発着回数等は当初目標値以上を達成している。受益者調査やインタビュー結果においても同空港の利便性や地元経済への裨益についておおむね肯定的な回答・コメントが得られたことを踏まえると、有効性・インパクトは高い。また、本事業の運営・維持管理の体制・技術・財務面に特に問題は見受けられなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

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¹



本事業で整備された旅客ターミナル

¹ 外部評価者が作成

1. 1 事業の背景

エジプト北部のナイル川デルタ地帯²の北西端に位置するアレクサンドリア県³には、アル・ノズハ空港とボルグ・エル・アラブ空港がある。本事業開始前、1993年～2002年迄における両空港の旅客数の年平均伸び率は7.3%と高かった。また、同県及びその周辺地域の経済・産業界は、至近の空港から空路での輸出を強化できるよう空港拡張を望む声も高まりつつあった。しかし、アル・ノズハ空港は、旅客ターミナルビルが老朽化し、滑走路が短いため大型機の離着陸に対応できなかった。また、空港周辺には住宅等の建造物が迫っており、海拔以下の湿地帯という立地上、構造上の問題から拡張は難しく、将来の航空需要増加には対応できないことが予測された。貨物専用機も乗り入れておらず、航空貨物取扱量も多くなかった。係る状況下において、ボルグ・エル・アラブ空港の旅客・貨物ターミナルビルの処理能力を増強し、国内外の航空需要の増加に対応する必要に迫られていた。

1. 2 事業概要

エジプト第2の都市アレクサンドリア県のボルグ・エル・アラブ空港において、旅客及び貨物ターミナルビル、関連設備等の整備拡張を行うことにより、増加する同県の航空交通需要への対応・利便性の向上を図り、もって同県の経済発展に寄与する。

円借款承諾額／実行額	5,732 百万円／5,718 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2005 年 3 月／2005 年 3 月
借款契約条件	金利：1.5% 返済：25 年（うち据置 7 年） 調達条件：一般アンタイト
借入人／実施機関	エジプト・アラブ共和国政府／エジプト空港会社 (Egyptian Airports Company; 以下「EAC」という)
貸付完了	2013 年 9 月
本体契約（契約額 10 億円以上）	Besix SA-Orascom Construction Industries Joint Venture（エジプト）
コンサルタント契約	（株）日本空港コンサルタンツ（日本）／Engineering Consultants Group S.A. (ECG)（エジプト）／Netherlands Airport Consultants B.V. (NACO)（オランダ）

² 東西約 240km にわたり広がる世界最大級の三角州で、肥沃な土壌である。エジプト総人口は約 9,150 万人、そのうち約半数がデルタ地帯に居住しており、人口密度は高い。

³ アレクサンドリア県の人口は約 450 万人である（以上データは 2015 年、出所は国立社会保障・人口問題研究所、エジプト中央公共 流通・統計局（以下「CAPMAS」という））。

関連調査 (フィジビリティ・スタディ：F/S) 等	F/S (エジプト政府、1999年9月)
関連事業	【円借款】「ボルグ・エル・アラブ国際空港拡張事業」 (本事業の後続事業、2016年2月借款契約調印)

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：2015年9月～2016年10月

現地調査：2016年1月2日～15日、2016年3月28日～4月1日

2. 3 評価の制約

特になし。

3. 評価結果 (レーティング：A⁴)

3. 1 妥当性 (レーティング：③⁵)

3. 1. 1 開発政策との整合性

本事業開始前、エジプト政府は「第五次経済社会開発計画 5 カ年計画」(2002 年～2007 年)を策定し、その中で本事業を言及し、航空需要の増加への整備方針を示していた。また、同国民間航空省 (Ministry of Civil Aviation ; 以下「MOCA」という) は、同 5 カ年計画を踏まえて具体的なプロジェクト・リストを作成し、航空管制システム整備、エジプト航空の保有機整備等の空港整備計画を進めていた。

事後評価時、エジプト政府は 2011 年 11 月策定の「経済社会開発戦略フレームワーク」で、2022 年までを目標とした 10 カ年の国家戦略方針を定めている。その中で、運輸・社会インフラの整備等を目指している。また、MOCA の傘下組織であり、本事業の実施機関である EAC は、「年次空港整備計画」を毎年策定・改訂し、国内の空港改修・整備プログラムを推進している。

以上より、審査時・事後評価時を通じてエジプトでは航空セクターの開発・推進が引き

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」

続き重要視されており、国家計画、セクター計画等それぞれにおいて本事業は政策・施策との整合性は高いといえる。

3. 1. 2 開発ニーズとの整合性

本事業開始前、1993年～2002年迄における両空港の旅客数の年平均伸び率は7.3%と高かった。また、同県及びその周辺地域の経済・産業界は、至近の空港から空路で国外への輸出を強化できるよう空港拡張を望む声も高まりつつあった。しかし、アル・ノズハ空港は、旅客ターミナルビルが老朽化し、滑走路が短いため大型機の離着陸に対応できなかった。また、空港周辺には住宅等の建造物が迫っており、海拔以下の湿地帯という立地上、構造上の問題から拡張は難しく、将来の航空需要増加には対応できないことが予測された。貨物専用機も乗り入れておらず、航空貨物取扱量も多くなかった。係る状況下において、ボルグ・エル・アラブ空港の旅客・貨物ターミナルビルの処理能力を増強し、国内外の航空需要の増加に対応する必要に迫られていた。

事後評価時、ボルグ・エル・アラブ空港では国際線を中心に旅客数は増加傾向にある⁶。特に湾岸諸国に渡航するエジプト人出稼ぎ労働者が中心である。2014年には既に利用者が年間230万人以上を超えており、更なる旅客ターミナルビル施設の拡張、収容能力の確保の必要性に直面している。エジプト政府は、特に格安航空会社(Low Cost Carrier; 以下「LCC」という)の旅客需要増を見込んでいる。そして、円借款による後続・拡張工事を日本政府に要請し、2016年2月に借款契約が調印された⁷。今後、新規ターミナルビルが建設される計画である。

以上より、事前評価時・事後評価時ともに開発ニーズとの整合性は高いと判断できる。

3. 1. 3 日本の援助政策との整合性

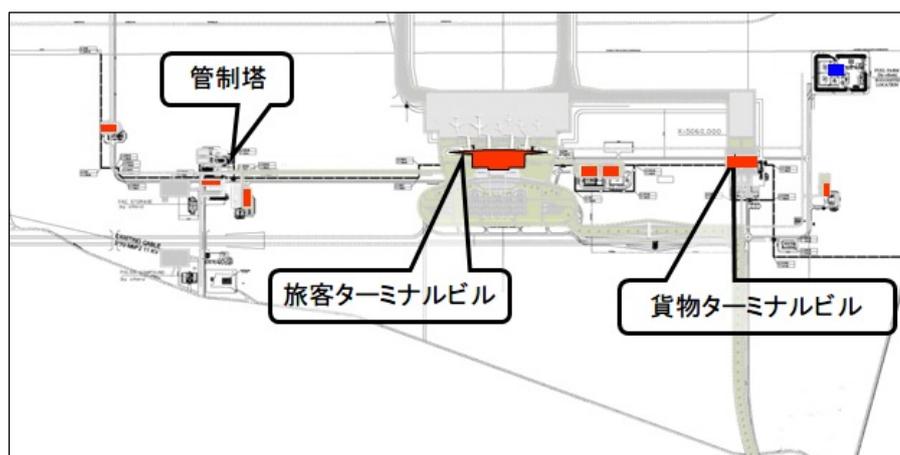
2000年6月に外務省が策定した「対エジプト国別援助計画」では、重点分野・課題別援助方針として、①経済・社会基盤の整備、産業の振興、②貧困対策、③人材育成・教育の充実、④環境の保全、生活環境の向上、⑤三角協力(南南協力)の推進を掲げていた。また、2005年3月に国際協力機構(以下「JICA」という)が作成した「対エジプト国別援助実施方針」では、「我が国の原油輸入先である中東地域全体の安定を重要な課題としており、若年層を中心とした高失業率、所得格差の拡大といった問題を抱える同地域に対しては、経済インフラの整備と共に社会的弱者の支援や地方開発を重点分野とする」ことが明記されていた。

⁶ 詳細については3. 3. 1 有効性・定量的効果(運用・効果指標)において説明する。

⁷ 完成予定時期は2020年以降が想定されている。

本事業はエジプトの経済・社会基盤の整備を通じた地方開発に資するものであり、日本の援助政策との整合性が認められる。

以上より、本事業の実施はエジプトの開発政策、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。



出所：EAC

図1：プロジェクト・サイト位置図



写真1：旅客ターミナルビル全景



写真2：旅客ターミナルビル内部の様子

3. 2 効率性（レーティング：②）

3. 2. 1 アウトプット

本事業ではボルグ・エル・アラブ空港において増加する航空交通需要に対応するため、旅客及び貨物ターミナルビルを建設し、エプロン、誘導路、その他関連施設の整備を行った。表1は、本事業のアウトプット計画及び実績である。

表 1： 本事業のアウトプット計画及び実績

審査時計画 (2005 年)	事後評価時実績 (2016 年)
1) 旅客ターミナルビル建設：床面積 20,840 m ² 、年間約 100 万人に対応	計画変更：床面積増加 (床面積 24,277 m ²)、年間約 100 万人に対応
2) 貨物ターミナルビル建設：床面積 890 m ² 、年間約 4,000 トン対応	計画変更：床面積増加 (床面積 1,990 m ²)、年間約 10,000 トン対応
3) エプロン・誘導路整備：1,494m×23m	計画変更：延長距離は減少 (923m×23m)
4) 関連施設整備 (道路・駐車場、給電施設、上下水道ユーティリティ)	計画どおり：ただし追加アウトプットとして、旅客ボーディング・ブリッジを 3 箇所及びトランジット旅客のための昇降機 1 基が増設された
5) コンサルティング・サービス (詳細設計、入札書類作成、入札及び契約補助、施工管理、環境モニタリング、組織強化)	計画どおり：ただし追加アウトプットとして、本邦研修を主目的とした「空港マネジメント・コンポーネント」、及び「本事業の後続・第 2 期事業の詳細設計」が実施された。また、エジプト側の融資により、空港敷地内に管制塔が建設された。

出所：JICA 提供資料 (審査時計画)、質問票回答 (事後評価時実績)

表 1 のとおり、本事業では審査時計画と実績の比較において差異が確認される。以下は各事業アウトプットの差異の説明である：

1) 旅客ターミナルビル建設

旅客ターミナルビルの床面積増加の主な理由は、手荷物のセキュリティーチェックや維持管理業務を円滑に行うためレイアウト等のデザイン変更や手続き簡素化を目的とする預け入れ手荷物のセキュリティーチェックをチェックイン後に行うインライン・バゲージ・セキュリティー・システムを導入したことに加え、大型の空気調和機、給電・上下水道配管の設備の追加を行ったことによるものである。

2) 貨物ターミナルビル建設

貨物ターミナルビルの床面積増加の主な理由は、事業開始後の詳細設計時に貨物取扱区域にスペースを増やすことにより円滑な荷役業務が可能となることが判明したためである。この床面積増加により、取扱能力も 4,000 トンから 10,000 トンに増加した。

3) エプロン・誘導路整備

エプロン・誘導路整備の延長距離の減少の主な理由は、エジプト防衛省 (MOD) との関係で、一部を本事業対象外に変更したため、本事業実施部分の設計見直しが行われた。その結果、整備場所に若干の変更が生じた。

4) 関連施設整備 (道路・駐車場、給電施設、上下水道ユーティリティ)

計画どおり実施された。なお、円滑な旅客サービス提供のため旅客ボーディング・ブリッジ（3箇所）及びトランジット旅客のための昇降機（1基）が追加アウトプットとして増設された。

5) コンサルティング・サービス

計画どおり実施された。なお、EACは空港スタッフを日本で実施される空港に関連する研修に参加させたい意向を表明し、「空港マネジメント研修⁸」が追加アウトプットとして実施された。また、「本事業・後続事業（第2期事業）の詳細設計」も追加アウトプットとして実施された。

3. 2. 2 インプット

3. 2. 2. 1 事業費

審査時計画では総事業費 8,575 百万円（うち円借款対象は 5,732 百万円）であったのに対し、追加アウトプットを除外した実績額・総額は 12,649 百万円（うち円借款対象は 5,718 百万円）と計画を上回った（対計画比 148%）⁹。上回った理由は、事業開始後に実施された詳細設計において旅客・貨物ターミナルビル建設箇所や付帯設備の工事箇所が改めて見直しされたこと、サイト敷地の工事箇所の一部に整地を行う上で高低差があることが判明し、その是正工事のための想定外の費用が発生したこと、旅客・貨物ターミナルビルの床面積を増加したこと等が挙げられる。

3. 2. 2. 2 事業期間

審査時、本事業の期間は 2005 年 3 月～2009 年 12 月までの 4 年 10 カ月（58 カ月）と計画されていた。一方、実績期間は 2005 年 3 月～2010 年 9 月 までの 5 年 7 カ月（67 カ月）であり、計画を上回った（計画比 116%）。表 2 は各事業コンポーネントの当初計画及び実績を示す。主な遅延については、4) 建設では、旅客ターミナルビルの設計変更が行われた結果、時間を要した。また、同設計変更に伴い、関連施設整備、給配電・上下水道ユーティリティ等にも設計変更が生じたこと等が挙げられる。

⁸ ボルグ・エル・アラブ空港より合計 60 名が参加した。成田空港など日本国内で研修が実施された。基本コースと上級コースが実施され、空港マネジメント研修、航空便運行といった運用面から、空港施設の維持管理といった内容まで開催された。

⁹ なお表 1 の追加アウトプットに関して、①「空港マネジメント研修」に要した費用は 44 百万円（約 50 万 US ドル、実施中の為替レートは 1US ドル=約 88 円）、②旅客ボーディング・ブリッジを 3 箇所及びトランジット旅客のための昇降機 1 基の増設、第 2 期工事の詳細設計に要した費用は、同約 183 百万円（約 200 万 US ドル、実施中の為替レートは 1US ドル=約 91 円）であった。①②の合計は約 227 百万円である。これら追加アウトプット分を加算した総事業費・実績額は約 12,876 百万円となる。なお、この他に、敷地内の管制塔や給油施設、空港へのアクセス道路等が本事業以外（本事業計画外）のエジプト側自己資金を基に計画・整備された。

表 2 本事業期間の当初計画及び実績

	当初計画 (審査時 (2005 年))	実績 (事後評価時 (2016 年))
事業全体	2005 年 3 月～2009 年 12 月 (58 ヶ月)	2005 年 3 月～2010 年 6 月 (67 ヶ月)
1) コンサルタント選定	2005 年 3 月～2006 年 1 月	2005 年 5 月～11 月
2) 設計・資格審査	2006 年 2 月～2007 年 2 月	2005 年 12 月～2006 年 11 月
3) 入札手続	2007 年 3 月～2008 年 2 月	2006 年 12 月～2007 年 8 月
4) 建設	2008 年 3 月～2009 年 12 月	2007 年 9 月～2010 年 9 月
【追加アウトプット ¹⁰ 】		
1) 空港マネジメント研修	2009 年 5 月～2013 年 12 月	
2) 追加工事及び第 2 フェーズ設計	2012 年 10 月～2013 年 7 月	

出所：JICA 資料、質問票回答

本事業では、増加する航空交通需要に対応するため、旅客ターミナルビル、貨物ターミナルビルを建設し、エプロン、誘導路、その他関連施設の整備を行った。事業開始後の詳細設計において旅客・貨物ターミナル建設箇所や付帯設備の工事箇所が改めて見直されたこと等により、事業費は当初計画を超過し、事業期間も、旅客ターミナルビルの設計変更により時間を要したこと等により、計画を超過した。3. 3. 1 有効性・定量的効果にて後述する当初の想定より旅客数が多いことを踏まえると、アウトプット増に見合うインプット増（事業費及び事業期間）であったといえる。

3. 2. 3 内部収益率（参考数値）

財務的内部収益率（FIRR）

着陸料・駐機料・空港利用料・テナント収入を便益、本事業に要する費用（事業費）及び維持管理費を費用、プロジェクト・ライフを20年として財務的内部収益率を審査時と同じ条件で再計算したところ2.09%となり、審査時の0.5%と比較して増加した。その理由は、事業費は当初の想定より増加したものの、国際・国内旅客数が大幅に増加していること（当初想定：約100万人→2014年：約249.5万人）、旅客1人あたりの空港利用料が2014年から2015年にかけて増加している（前年比約1.5倍）、等が挙げられる。

経済的内部収益率（EIRR）

EIRRに関して、旅行時間の節約、旅客・貨物増加及び航空機発着数増加に伴う経済効果

¹⁰ 本評価では、審査当時に計画されていなかった追加アウトプットを除いて効率性判断を行っている。

増、観光産業への寄与を便益、本事業に要する費用（事業費）及び維持管理費を費用¹¹、プロジェクト・ライフを20年として経済的内部収益率（EIRR）を審査時と同じ条件で再計算したところ3.12%となり、審査時の16.9%より低くなった。その要因として、審査時において観光産業への寄与に大きな便益が想定されて計算されていたものの、2011年のエジプト革命により観光業を中心とする経済が未だ低迷し便益がさほど得られていない点、事業費が当初の想定より増加した点等が挙げられる。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3. 3 有効性¹²（レーティング：③）

3. 3. 1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業では、旅客及び貨物ターミナルビルを建設し、エプロン、誘導路、その他関連施設の整備を行い、増加するアレクサンドリア県の航空交通需要への対応・利便性の向上を図った。表3は本事業の定量的効果を示す基準値・目標値・実績値である。

表3：本事業の定量的効果に係るデータ

（事後評価時の下段のカッコ書き数値はアル・ノズハ空港の値を示す）

指標名	審査時		事後評価時 ¹³				
	2002年	2014年 (完成5年後)	2005年	2010年	2012年	2013年	2014年
	基準値 注*	目標値	L/A年	完成年	完成2年後	完成3年後	完成4年後
1) 国際旅客数 (万人/年)	35	84	23.3 [68.9]	70.7 [88.7]	183.3 [0]	211.8 [0]	235.8 [0]
2) 国内旅客数 (万人/年)	9	15	0.06 [4.0]	0.3 [8.5]	12.7 [4.4]	13.3 [3.6]	13.7 [2.5]
3) 貨物取扱量 (千トン/年)	2	4	N/A [N/A]	5.4 [0]	2.3 [0]	4.9 [0]	6.6 [0]
4) 国際線発着回数 (千回/年)	4	8	2.3 [6.8]	6.7 [8.6]	17.9 [0]	20.6 [0]	21.0 [0]
5) 国内線発着回数 (千回/年)	2	1 注**	0.057 [1.5]	0.13 [1.8]	2.9 [7.3]	2.6 [6.6]	3.1 [5.0]
6) 外国人宿泊客数 (万人/年)	15	36	ホテル数（上段）・部屋数（下段）注***				
			N/A	80	45	45	45
			N/A	7,590	4,252	4,282	4,282

¹¹ 係る費用は税金を除いている。

¹² 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。

¹³ 2011年データは得られなかった。

出所：JICA 提供資料（審査時）、質問票回答・エジプト観光省（事後評価時）

注*：基準値は、ボルグ・エル・アラブ空港及びアル・ノズハ空港の合算値（貨物取扱量はアル・ノズハ空港のみの数値）

注**：国内線発着回数が 2 千回から 1 千回に減少することが目標とされていた。これは、航空機の大型化により一機当りの搭乗可能旅客数が増加すると見込まれていたためである。

注***：6) 外国人宿泊客数の実績値は入手できなかったが、アレクサンドリアの全ホテル数及び部屋数は入手できたため、このような表記としている。

以下は各指標に関する要点である：

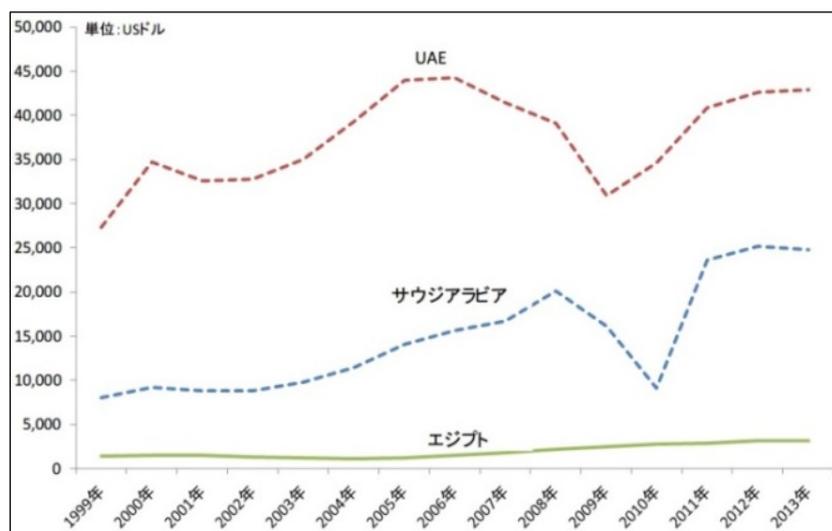
1) 国際旅客数は、事業完成 5 年目の目標値 84 万人/年に対して 2014 年（完成 4 年目）¹⁴実績値は 235.8 万人/年と大幅に増加している。その理由として、ボルグ・エル・アラブ空港を利用し近隣諸国へ出稼ぎに行くエジプト人労働者（約 80-90%）、大巡礼（ハッジ）・小巡礼（オムラ）¹⁵・ラマダンなどの宗教行事（約 5-10%）を目的とする旅客を中心に利用者¹⁶が増加していることが挙げられる。この背景には、事業開始後、①主に原油価格の高騰が要因となり湾岸諸国の経済成長が加速した要因が考えられる。先ず、参考として図 2 のアラビア半島の主要 2 カ国（サウジアラビア及びアラブ首長国連邦（UAE））の 1 人あたりの名目 GDP と、エジプトの 1 人あたりの名目 GDP を挙げる。この比較において、同 2 カ国の本事業開始数年前からの GDP 額が、エジプトのそれと比較して大きい。エジプト人労働者がより多くの所得を得るためにこの 2 カ国に出稼ぎに行く傾向の背景事情が存在する可能性がある。この点に加え、②2008 年頃より徐々に LCC が存在感を強め、各 LCC は同空港に参入し始めたことも挙げられる。同空港では低料金で運行される LCC でアレクサンドリア県やその周辺地域から湾岸諸国への向かう人がさらに増えたと推測される。アレクサンドリアはエジプト第 2 の経済規模・同国屈指の工業都市であり、地理的にナイル川河口にあるデルタ地帯の要衝である。本事業完成時までアル・ノズハ空港、そして、カイロ空港を利用し出入国していたデルタ地帯周辺に居住する住民（旅客）が、よりアクセスの良いボルグ・エル・アラブ空港を利用するようになったことも一因であると考えられる。つまり、同空港の地理的優位性は高いといえる。さらには、2011 年のエジプト革命による影響で国内経済が停滞し、外貨獲得のため国外に出稼ぎに行く労働者が同空港を利用する機会が多くなっていることも考えられる。以上より、同空港は周辺地域の航空需要を十分吸収していると判断される。なお、国際旅客数の増加に則して、4) 国際線発着回数の実績値も当初目標値を超えている。アル・ノズハ空港に関しては、2011 年に国際線運行が停止され、ボルグ・エル・アラブ空港での運行に集約されたため、アル・ノズハ空港の国際旅客数は事

¹⁴ 2014 年が全指標データが取得できた最新年であった。

¹⁵ 大巡礼（ハッジ）はイスラムの五柱と呼ばれる最重要な 5 つの義務のひとつである。一生のうち、一度は必ず巡礼の旅を行うものである。小巡礼（オムラ）も巡礼の旅であるが、一年中いつ旅に出てよいとされている（特定の巡礼月も定められていない）。訪問先はメッカやメディナであり、その空路玄関口となるジェッダへの渡航が中心となる。

¹⁶ 出稼ぎに行くエジプト人労働者及び宗教目的の旅客の割合の根拠は EAC へのインタビュー結果である。

後評価時において0人となっている。



出所：IMF

(参考) 図 2：アラブ首長国連邦 (UAE)、サウジアラビア、エジプトの 1 人あたり名目 GDP の推移 (事業開始前～事業完成時)

2) 国内旅客数に関しては、おおむね当初目標値に近い実績値である。一方、5) 国内線発着回数に関して、審査時において 2 千回から 1 千回に減少することが目標とされていたが、実績値は増加している。この背景には、航空機の大型化による一機当りの搭乗可能旅客数の増加が期待されていたものの、国内各地に向かう、或いは同空港に到着する航空機はLCCや地域間航空機など中型・小型機¹⁷の運用の需要が高まったことが挙げられる。

3) 貨物取扱量は、本事業完成後、エジプト革命 (2011 年) の影響により下落に転じたものの、その後は増加傾向にあり、当初の想定どおりと判断される。

6) 外国人宿泊客数データは入手できなかった。一方、アレクサンドリア県のホテル数・客室総数データを入手した。エジプト革命による影響とその後の治安状況の悪化による観光マインドの冷え込みが要因と考えられるが、ホテル数・客室数は軒並み停滞もしくは減少傾向にある。この傾向から、外国人宿泊客数も同様と考えられる。本事業の観光分野における貢献度は当初想定されたほど高くないといえる。

以上を総合すると、アレクサンドリア及びナイル川河口・デルタ地帯を後背地経済圏とするボルグ・エル・アラブ空港では、その地理的要件も相まって、旅客数増加が顕著である。エジプトでは政治の混乱・治安状況の変化により外国人観光客数は減少していると考えられるが、それを上回る、主にエジプト人出稼ぎ労働者の利用による旅客数・航空便の増加が確認される。事後評価時において LCC 航空会社から新規路線就航の要望が断続的に

¹⁷ 具体的には 1 度に旅客を多く乗せることができない航空機材を指す。

出ている。ボルグ・エル・アラブ空港の幹部スタッフによれば、事後評価時の施設規模では対応できないため要望を受け入れていない。同空港は、LCC や安い運賃で渡航したい旅客にとってもニーズが高いといえる。したがって、本事業の効果は大きいと判断できる。



写真 3：チェックイン・カウンター前の様子



写真 4：整備された貨物ターミナルビル

3. 3. 2 定性的効果（その他の効果）

1) ボルグ・エル・アラブ空港の利便性及び快適性の向上

本調査では、ボルグ・エル・アラブ空港の利用者及び観光業者を含む地元企業を対象にしてアンケート用紙を用いて聞き取り調査を行った。空港利用者 70 サンプル（うち、①「本事業完成以前よりボルグ・エル・アラブ空港を利用している地元企業」（30 サンプル）¹⁸、②同じく「完成以前より利用している旅客（空港利用者）」（18 サンプル）¹⁹、③「完成以降に同空港を利用し始めた旅客（空港利用者）」（52 サンプル）²⁰、総計 100 サンプル（有効回答数）を取得した²¹。

図 3 のとおり、本事業に対する満足度は①②③ともに高い。図 4 の利便性に関する質問（①②のみを対象）では、「大きく向上した」との回答が多い。その理由についてインタビューを行ったところ、チェックイン・手荷物検査に要する時間が減少し、搭乗ゲートまで

¹⁸ 回答者の傾向として、①性別：男性 81%、女性 19%、②年齢層：20 代 17%、30 代 52%、40 代 17%、50 代 14%、③職種（属性）：旅行業 40%、タクシー 7%、レストラン 3%、不動産業 3%、ホテル業 3%、銀行業 7%、航空関連会社 13%、IT 関連 3%、その他職種 21%であった。

¹⁹ 回答者の傾向として、①性別：男性 72%、女性 22%、残りは未回答 6%、②年齢層：20 代 11%、30 代 39%、40 代 22%、50 代 11%、60 代 11%、未回答 6%、③職種（属性）：自営業 44%、民間企業勤務 39%、無職 9%、その他職業 8%であった。

²⁰ 回答者の傾向として、①性別：男性 80%、女性 10%、残りは未回答 10%、②年齢層：20 代 4%、30 代 44%、40 代 42%、50 代 4%、60 代 2%、未回答 4%、③職種（属性）：民間企業勤務 75%、自営業 10%、その他職業・無職等 15%であった。なお、受益者調査実施中に本事業完成以前より利用している旅客のサンプルを多く取得できるよう試みたものの、さほど多く得られなかった（言い換えれば、本事業完成後の利用者が多い可能性が高い）ため、サンプル構成は 18 と 52 という配分になった。

²¹ 空港利用者は調査実施日に同空港を利用している者にアンケート用紙・インタビューを用いて調査、地元企業は主にアンケート用紙・インタビューを用いて訪問・調査を行った。100 人サンプルを有為に抽出した。空港利用者・地元企業の対象者には男性が多く見られたことから、サンプルの対象者は男性が多くなった（フライトの離発着に合わせて、出発および到着ロビーのフライト待ちの乗客に対して、男女の割合は特に考慮せずにサンプルを取得した）。

の経路も分かり易くなったとの回答が最も多く、施設の使いやすさや快適性が向上、レストラン・売店の増加といった回答も得られた。本事業完成以前の空港施設に比べ、搭乗までの手続きが改善し、施設自体も利用者にとって快適な環境が提供されているといえる。図5の航空離発着便時刻の正確性に関する質問（①②のみを対象）では、「はい」の割合が高いことから、空港運営に改善が見られたと推察される。図6の空港サービスに関する質問（①②のみを対象）では、「大きく向上した」の割合が高いことから、空港スタッフによるサービスは本事業完成以前より向上していると考えられる。図7は旅行頻度増加に関する質問（②③のみを対象）であるが、総じて「増えている」の回答割合が高いものの、③は「増えていない」との回答がやや高い。これは、以前はアル・ノズハ空港やカイロ空港を利用していた旅客が、より近いボルグ・エル・アラブ空港の利用へと変えただけで、旅行頻度は以前とさほど変わらないことに起因すると考えられる。以上より、本事業は空港運営・サービス面や快適性の向上にも間接的に貢献していると判断される。

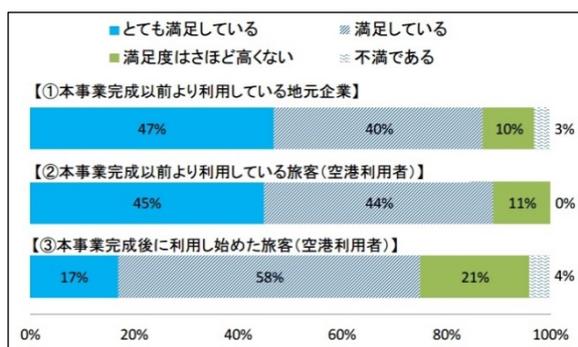


図3：本事業に満足しているか

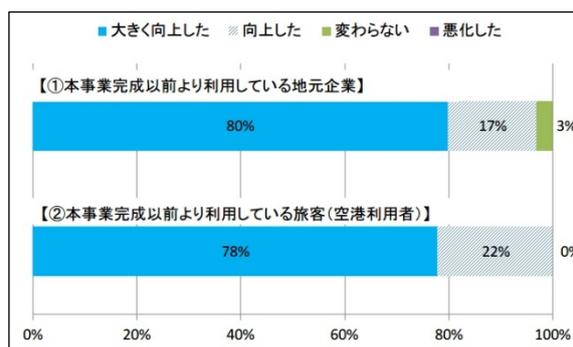


図4：ボルグ・エル・アラブ空港の利便性は本事業完成前と比較して向上したと思うか

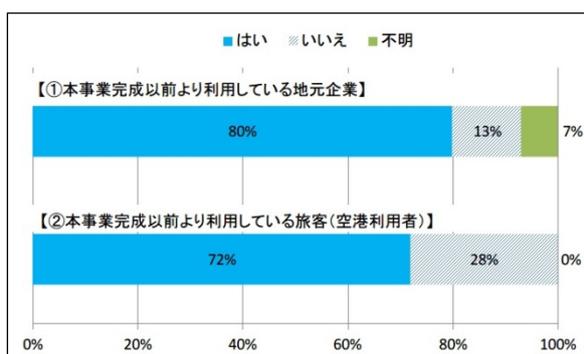


図5：本事業完成前と比較して航空便離発着時刻が正確であると思うか

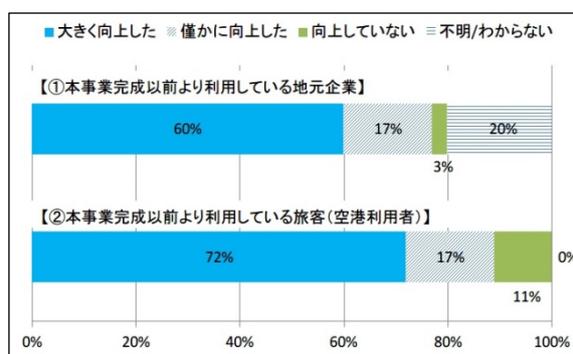


図6：本事業完成前と比較して空港サービスは以前より向上したと思うか

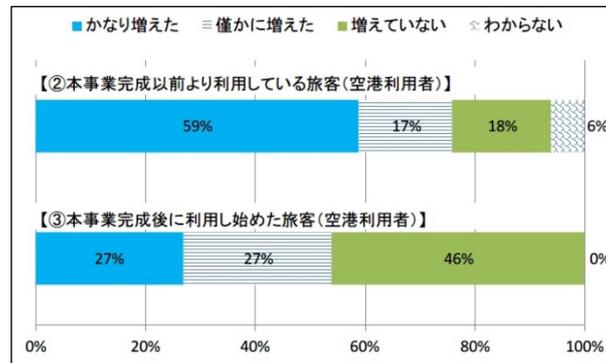


図7：本事業完成前と比較して旅行頻度は以前より増えたと思うか

2) 空港マネジメントの向上

ボルグ・エル・アラブ空港の運営・維持管理スタッフにインタビューを行ったところ、「旅客ターミナルビル完成に伴い、チェックインから搭乗開始まで円滑に旅客が移動できるようになった。貨物ターミナルビル施設・設備は扱いやすく荷役業務は円滑に行われており遅延も生じていない」といったコメントがあった。その一方、「年々旅客が増加しており、本事業で整備された旅客ターミナルビルの施設規模では、時間帯にもよるが混雑が顕著になりつつある。チェックイン・カウンター前では行列を目にすることが多く、バゲージクレームでは2レーンしかないため、到着便の時間が重なると、人・荷物の混雑が顕著になる」といったコメントも出た。同空港の幹部スタッフ及びEAC本部の幹部スタッフにインタビューしたところ、「同空港では、国内外の航空会社から新規路線就航の要望が続いている。航空輸送需要は大きい。ありがたいことだが、旅客数が増え続けると現在の施設規模では対応できないため、これ以上の要望は承認していない。国際航空運送協会（IATA²²）の規則に則して、フライトスケジュールを日中から夜間に移すなど、離発着時間の見直しを進めている。また、毎年空港スタッフも増員させて、空港マネジメントについては善処している。一方、根本的な解決策である旅客ターミナルビルの拡張（本事業の後続事業）の実現が待ち遠しい」といった回答が得られた。今次現地調査時の視察でも、時間帯（特に午前中）に離発着便が集中すると、混雑が比較的顕著になることを確認した一方で、商業便・貨物便を扱う空港マネジメントは適正に行われていることを確認した。

3. 2. 1 効率性・アウトプットで述べた「空港マネジメント研修」について、今次調査時に参加者にインタビュー²³を行ったところ、「研修で得た知見・経験は日々の業務に役立っている。具体的にはカスタマー・サービスの実施方法、空港施設の運用、施設の運

²² International Air Transport Association の略語。航空会社や旅行代理店等が中心となる組織である。

²³ 本インタビュー対象者の同空港における職種は、航空便運用部門の責任者、維持管理部門の現場監督、カスタマー・サービス部門の責任者等である。

用管理などに役立てている」といったコメントが出た。本事業による研修提供は空港の運営・維持管理に一定程度貢献していると推察できる一方、旅客数は増加傾向にあることを踏まえると、今後も一層空港サービスの強化に努める必要があると判断される。

なお、写真 6 のとおり、今次調査では空港内バゲージ・クレーム・エリアの脇に大量の荷物が放置されていることを確認した。根本的な要因は事業完成後における旅客数の急増であるが、同空港によると、ほとんどは旅客が取って置いてしまったもの、忘れてしまったものが多いとのことである²⁴。同空港幹部によると、放置荷物に対して3日間の期限を設定し、取りに来ない旅客に対して罰金を科す措置を行っているとのことである。罰金を科すこと以外の解決策として、到着後に旅客に周知徹底を強める等の対策も検討に値すると考えられる。



写真5：旅客ターミナルビル内・搭乗ロビー様子



写真6：バゲージ・クレーム・エリア脇に放置された手荷物

3. 4 インパクト

3. 4. 1 インパクトの発現状況

3. 4. 1. 1 地域経済及び社会開発への貢献

1) 定性的効果

3. 3. 2 定性的効果（その他の効果）における受益者調査と同じ対象者に、観光開発、国際空港としての機能向上、地元経済の発展に関する聞き取り調査を行った²⁵。図9～11に、その結果を示す。

²⁴ 毎日放置が発生しており、同エリアの隣にある保管室は常時荷物で満杯である。荷物の種類は、スーツケース、お土産、巡礼の旅で購入した聖水等である。

²⁵ 3. 3. 2 定性的効果（その他の効果）の受益者調査同様、回答者の傾向・属性は同じである。

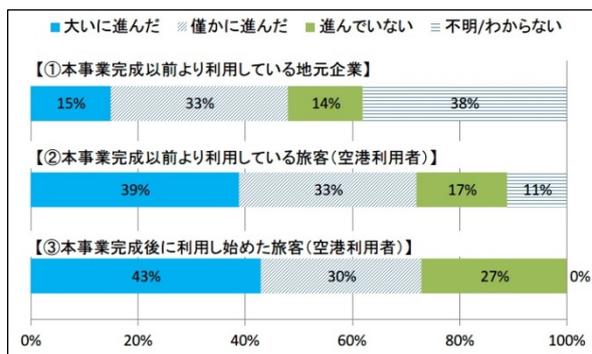


図 8：本事業完成前よりアレクサンドリアの観光開発は進んでいると思うか

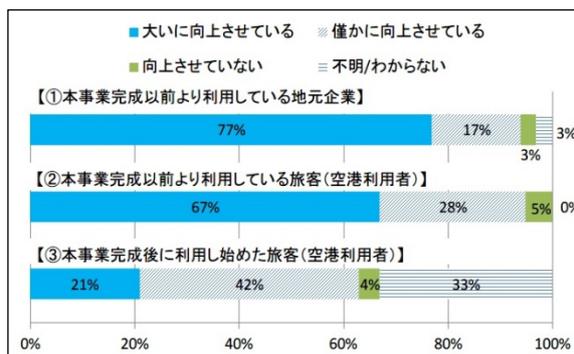


図 9：本事業完成前よりボルグ・エル・アラブ空港は国際空港としての機能を向上させていると思うか

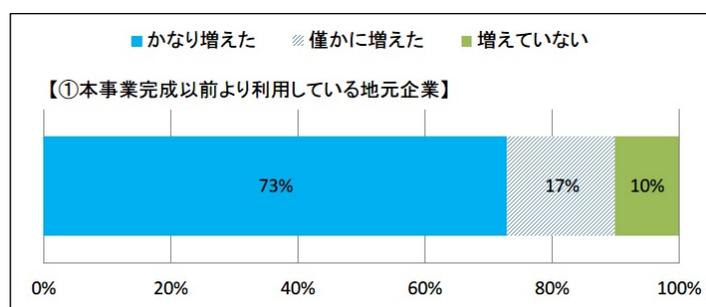


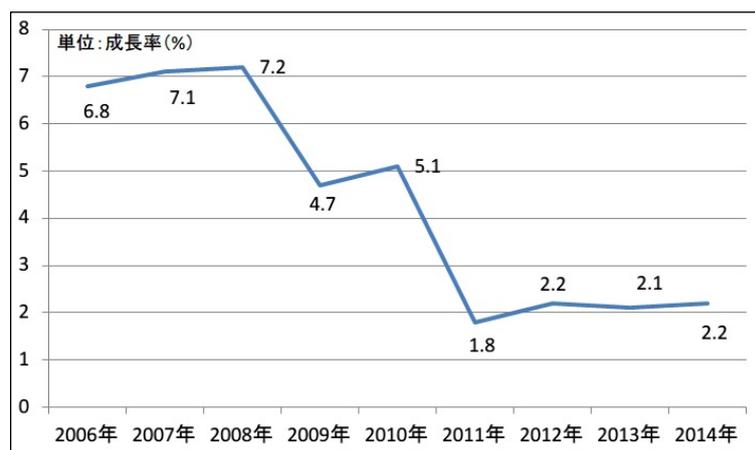
図 10：本事業完成前より商機が増加していると思うか

図 8 のアレクサンドリアの観光に関する質問（①②③に対する質問）について、おおむね「進んでいる」との回答が多い。一方、「進んでいない」・「不明/わからない」の回答も少なくない。回答者にインタビューを行ったところ 2011 年のエジプト革命とそれ以降の経済の低迷を関連づけるコメントが幾らか出された。図 9 の国際空港としての機能向上に関する質問（①②③に対する質問）では、③は「不明/わからない」の回答を上げる割合がやや多いものの、①②の回答のとおり「大いに向上させている」・「向上させている」を多く挙げていることが確認できる。回答者にインタビューを行ったところ、「国際線の便数や渡航先が増えている」とのコメントがあった。LCC 便を含む航空便の離発着回数・旅客数が増加傾向にある現在、同空港は国際空港としての地位を高めつつある裏付けともいえる。図 10 の商機拡大の増加に関する質問（①のみに対する質問）については、「かなり増えた」・「増えた」の回答が多い。つまり、地元企業にとって新たな商機を得る機会が増え、追い風になっているものと推察される。以上を踏まえると、本事業はアレクサンドリア県及び周辺地域の経済に及ぼす影響は小さくないと考えられる。

2) 定量的効果

図 11 は、本事業開始以降～直近におけるエジプト全国のGDP成長率の推移である。先ず

留意点として、アレクサンドリア県のみGDPデータは存在しない²⁶。同県のGDP成長率は全国GDPと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容易ではない²⁷。なお、2011年以降の停滞は、エジプト革命後の国内の政治・経済・治安等の低迷に起因していると判断される。他方、アレクサンドリア周辺の企業（ホテル業・銀行業・観光業）にインタビューを行ったところ、「ボルグ・エル・アラブ空港の旅客ターミナルビル整備は、地域経済にとってチャンスである。アレクサンドリアに来る人は増えており、同市で開催される国内外主催の会議やイベントも増えている。同空港は地元経済を活性化させる要素の一つともいえる。エジプト経済は停滞しているが、本事業が完成し、地元経済界は大きなポテンシャルが与えられている。同空港においてLCCの参入拡大により、低料金でジェッダやクウェートをはじめとする湾岸諸国に訪問する人が増え、国外出稼ぎの敷居が以前よりも低くなっている。その意味では多くの人にとって機会が増えていると思う」といったコメントが得られた。こうしたコメントを踏まえると、本事業はアレクサンドリア県の経済発展及び社会開発に直接的及び間接的に下支えするものと推察される。



出所：世界銀行

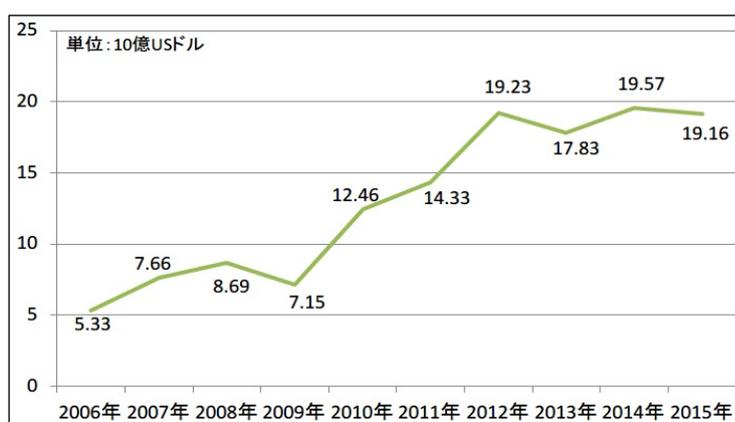
図 11：エジプト全国の GDP 成長率

図 12 はエジプト人出稼ぎ労働者の送金額データである。本事業開始年以降、送金額は上昇傾向にある。特に 2011 年のエジプト革命以降、国内経済の不況を理由に湾岸諸国に出稼ぎに行く労働者が増え、エジプト向けの送金額が増えていると推察される。出稼ぎ労働者数の推移データは確認できなかったものの、CAPMAS の直近のデータとして、世界には約 2.7 百万人のエジプト人出稼ぎ労働者が存在し、そのうち、約 1.9 百万人が湾岸諸国で労働

²⁶ エジプトでは地方統計データが十分に整備されていないことが要因である。

²⁷ なお、CAPMAS や EAC 幹部によれば、「GDP 成長率は全国的に地域差があまりなく、アレクサンドリア県も全国の GDP 成長率とほぼ同じ推移と考えられる」とのコメントがあった。

に従事している。いずれにしても図 12 のとおり、本事業完成以降（2011 年 9 月）、送金額データが一定程度あることを踏まえると、ボルグ・エル・アラブ空港を利用して近隣諸国に出稼ぎに行くエジプト人（利用者全体の 80-90%を占める）は現在の約 1.9 百万人の規模を維持することが見込まれる。そして、国外送金による家計所得・国家経済の下支えに本事業が寄与するものと考えられる。



出所：IECONOMICS

図 12：エジプト国内への送金額

3. 4. 2 その他、正負のインパクト

3. 4. 2. 1 自然環境へのインパクト

本事業では、事業開始前に建設工法、想定される環境問題の有無等を記載した簡易報告書作成及びエジプト環境庁による承認（環境許認可）が求められたが、当該認可は本事業開始前の 2004 年 10 月に承認された。

本事業完成後、環境面における負のインパクトは発生していないことを質問票及びEACへのインタビュー、現地視察を通じて確認した。大気汚染、水質、騒音・振動、生態系への負の影響は特認確認されなかった²⁸。

環境モニタリングの実施体制は、EAC の環境部が新規案件の環境審査から廃棄物処理計画・実施まで幅広く担っている。また、監督官庁である MOCA が検査官を定期的に派遣する外部モニタリングも実施されている。仮に、何らかの問題が発生すれば直ちに解決に向けた対応が採られる。ただし、本事業完成後、特に問題は発生していないため、これまでに環境モニタリングの結果を踏まえて実施された対策はない。

3. 4. 2. 2 住民移転・用地取得

本事業は既存空港の整備であったため、用地取得・住民移転は発生しなかったことを質

²⁸ ボルグ・エル・アラブ空港周辺には住宅や商業施設はなく、騒音・振動、健康被害は発生していない。

問票及び EAC へのインタビュー調査により確認した。

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ることから、有効性・インパクトは高い。

3. 5 持続性（レーティング：③）

3. 5. 1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関はEACである。ボルグ・エル・アラブ空港の運営・維持管理はEACのボルグ・エル・アラブ空港現地支部が担っている。事後評価時における同支部のスタッフ数は321名、そのうち旅客航空機の運用を担う運営部門では75名、空港全施設・設備の維持管理を担う維持管理部門では136名である²⁹。具体的な運営・維持管理業務の内容は、滑走路灯、搭乗ブリッジ、空港施設内の各種機器に係る運営・維持管理、ITインフラ・ネットワークの運用、空港内各エリア（チェックインデスク、バゲージクレーム、パスポート・コントロール、出発・到着ロビー等）のマネージメント等、多岐に亘る。今次調査では、質問票、EAC及び同空港現地支部へのインタビューを通じて、運営部門及び維持管理部門のスタッフは十分な数が配属されていることを確認した。EACでは、昨今の旅客数増加に則して、新規スタッフ数を増やし、人員不足による空港サービス低下が生じないように努めている。以上より、本事業の運営・維持管理の組織体制上の問題は特になく、と考えられる。

3. 5. 2 運営・維持管理の技術

EACではスタッフ向けの研修・トレーニングが数多く開催されている。一例として、EACによる「空港マネージメント」、「航空無線維持管理」、「電気機械研修（基礎編・上級者編）」、国内他省庁（例：環境省）による「環境モニタリング検査」、「環境事業のF/S」、「危険物質・廃棄物の環境管理」等、他国の組織による「滑走路点灯管理」、「空港セキュリティシステム」、「建物モニタリング・システム」といった研修が直近（事業完成後の2010年以降）において実施されている。また、職務実施研修（OJT）も実施されている。新たにスタッフが雇用されるとOJTが実施され、維持管理技術・技能の情報共有が行われている。なお、3. 2. 1 効率性・アウトプットで説明したJICAによる「空港マネージメント研修」（追加アウトプット）についても、参加者は身につけた業務関連の知識・経験を他のスタッフと共有し、勤労意欲及び業務水準の向上に役立てていることをインタビュー調査により確認し

²⁹ それぞれ2015年末時のデータ（出所：EAC）

た。加えて、同空港は本事業の施工業者が提供した運営・維持管理マニュアルに基づいて維持管理業務を行っており、航空運行上の安全面への対応や維持管理についても国際民間航空機関（ICAO）の基準に基づいて実施されている。以上より、本事業の運営・維持管理の技術面には特段大きな問題はないと見受けられる。

3. 5. 3 運営・維持管理の財務

表4は、ボルグ・エル・アラブ空港の運営・維持管理費、表5はEACの財政収支報告書、表6は同貸借対照表を示す。

表4：ボルグ・エル・アラブ空港の運営・維持管理費（直近3カ年）
（単位：千LE）

費目		2013年	2014年	2015年
運営費	人件費	14,123	14,226	15,582
	電力費	2,926	3,287	4,909
	水道費	192	103	239
	清掃委託費	2,213	2,933	2,504
維持管理費		1,738	6,600	12,929

出所：EAC

表5：EACの財政収支報告書

（単位：千LE）

費目	2013年6月末	2014年6月末	2015年6月末
営業利益	1,449,725	1,454,678	2,017,960
営業費用	(585,112)	(616,438)	(930,502)
売上総利益	864,613	838,240	1,087,458
その他利益	201,928	173,813	334,413
その他費用	(679,180)	(686,662)	(819,079)
当期純利益	387,361	325,391	602,792

出所：EAC

表6：EACの貸借対照表

（単位：千LE）

費目	2013年6月末	2014年6月末	2015年6月末
固定資産	5,422,360	6,223,815	6,235,819
流動資産	1,871,389	2,143,448	2,973,096
資産の部	7,293,749	8,367,263	9,208,915
固定負債	2,928,949	2,034,654	2,207,694
流動負債	2,150,949	2,629,733	2,629,852
資本	2,213,851	3,702,876	4,371,369
負債・資本の部	7,293,749	8,367,263	9,208,915

出所：EAC

表4の運営費についておおむね増加傾向にある。その理由は、ボルグ・エル・アラブ空港を利用する旅客数が増加傾向にあり、必要な費用が充てられているためである。維持管理費に関しては、整備された各施設・機材の補償期間が2014年半ば（補償期間は2年）ま

で続いてきたため、維持管理に充てる費用はさほど発生しなかったが、同年半ば以降より補償期間が終了し、本来必要とされる費用（表 4 内の 12,929 千LE）が配賦された³⁰。EAC 及び同空港幹部へのインタビューによると、「毎年十分な費用を充てることができる。利用者が増え、必要な費用を充てることは重要と考える」といったコメントを得た。したがって、適切な運営・維持管理費が支出されていると考えられる。表 5 のEACの財政収支報告書について、毎年当期純利益がプラスである。また、表 6 は同貸借対照表であるが、資本も増加傾向にあることを踏まえると、近い将来の財務状況にも懸念があるとは見込まれない。以上より、EACの財務状況は良好であり、本事業の運営・維持管理の財務面にも大きな懸念はないと判断される。

3. 5. 4 運営・維持管理の状況

本事業で整備された各施設・付帯設備の運営・維持管理状況については特に問題は発生していない。本事業の各施設（旅客・貨物ターミナルビル、エプロン・誘導路）・付帯設備の維持管理は、日中の航空便の運行が少ない時間に集中して実施されている。EACは年間運営・維持管理計画を作成し、ボルグ・エル・アラブ空港現地支部は当計画に基づいて運営・維持管理業務を行っている。また、スペアパーツの調達は円滑に行われ、保管状況にも問題ない³¹。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び教訓・提言

4. 1 結論

本事業は、エジプト第 2 の都市アレクサンドリア市近郊のボルグ・エル・アラブ空港において、増加する航空交通需要への対応・利便性の向上を目的に、旅客及び貨物ターミナルビル、関連設備等の整備拡張を行った。妥当性に関して、エジプト政府は「第五次経済社会開発計画 5 年計画」や「経済社会開発戦略フレームワーク」等を通じて航空需要の増加に対する整備や社会インフラへの対処方針を示している。また、事業開始前には同空港での旅客数処理能力の増加等が見込まれ、事後評価時にも同空港の拡張工事が企図されている。加えて、日本の援助政策との整合性も確認されるため、妥当性は高い。効率性に

³⁰ 自己収入により運営・維持管理が行われている。中央政府やその他組織（国際機関等）から本事業の運営・維持管理組織に対する補助金等はないことも質問票・インタビュー調査により確認した。

³¹ パーツのほとんどは国内で調達可能である。国外より取り寄せる場合も、3ヶ月以内で可能である。空港敷地内の倉庫に適切に保管されている。

関して、事業費は事業開始後の詳細設計において旅客・貨物ターミナル建設箇所や付帯設備の工事箇所の見直しにより当初計画を若干超過した。事業期間も、旅客ターミナルビル
の設計変更に時間を要し、当初計画より若干遅延が生じたことから、効率性は中程度である。本事業開始以降、湾岸諸国へのエジプト人出稼ぎ労働者等の旅客増加により、旅客数
や発着回数等は当初目標値以上を達成している。受益者調査やインタビュー結果においても同空港の利便性や地元経済への裨益についておおむね肯定的な回答・コメントが得られ
たことを踏まえると、有効性・インパクトは高い。また、本事業の運営・維持管理の体制・
技術・財務面に特に問題は見受けられなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。
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

ボルグ・エル・アラブ空港の旅客数は増加傾向にあるため、EAC は引き続き円滑な空港
運営に努め、空港サービスの向上に努めることが望ましい。また、バゲージ・クレーム・
エリアに放置されることが多い旅客手荷物については、同空港は航空機到着後に旅客に周
知徹底を強める等の対策が必要と考えられる。

4. 2. 2 JICA への提言

なし。

4. 3 教訓

(研修実施を通じた空港サービス向上への貢献、事業形成時における研修導入の検討)

本事業では追加アウトプットとして「空港マネジメント研修」が実施され、ボルグ・
エル・アラブ空港で働くスタッフが多く参加した。係る研修実施を通じて、搭乗手続き・
旅客誘導・手荷物検査など日常的な運営・維持管理業務を中心とする空港サービスの向上に
一定程度貢献していると考えられる。事後評価時において、航空便の離発着数・旅客数増
加が既に著しいことを踏まえると、同研修は係る現状下における空港サービスの維持・強
化には不可避であったといえる。後続の拡張事業の実施に際しても研修参加者の経験が礎
となる可能性が考えられることから、係る研修計画は事業形成時において先見の明があっ
たといえる。したがって、今後の類似事業形成に際しても JICA は相手国政府と研修実施を
通じた空港サービス能力向上に係る支援を随時検討することは有意義であると考えられる。

以 上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	1) 旅客ターミナルビル建設：床面積 20,840 m ² 、年間約 100 万人に対応	計画変更：床面積増加(床面積 24,277 m ²)、年間約 100 万人に対応
	2) 貨物ターミナルビル建設：床面積 890 m ² 、年間約 4,000 トン対応	計画変更：床面積増加(床面積 1,990 m ²)、年間約 10,000 トン対応
	3) エプロン・誘導路整備：1,494m×23m	計画変更：延長距離は減少(923m×23m)
	4) 関連施設整備(道路・駐車場、給電施設、上下水道ユーティリティ)	計画どおり：追加アウトプットとして、旅客ボーディング・ブリッジを3箇所及びトランジット旅客のための昇降機1基が増設された
	5) コンサルティング・サービス(詳細設計、入札書類作成、入札及び契約補助、施工管理、環境モニタリング、実施機関の組織強化)	計画どおり：追加アウトプットとして、本邦研修を主目的とした「空港マネージメント・コンポーネント」、及び「本事業の後続・第2期事業の詳細設計」が実施された。また、エジプト側の融資により、空港敷地内に管制塔が建設された。
②期間	2005年3月～2009年12月 (58カ月)	2005年3月～2010年9月 (67ヶ月) *追加アウトプット実施分は除く
③事業費		
外貨	5,732百万円	5,712百万円
内貨	2,843百万円	7,164百万円
合計	8,575百万円	US ドル支出分：289百万円 12,876百万円
うち円借款分	5,732百万円	5,718百万円
換算レート	1 USD=110円、1LE=17.7円 (2005年3月時点)	1 USD=98.46円、1LE=16.95円 (事業実施中平均：出所は国際通貨基金(IMF)の国際金融統計(IFS)データ) *追加アウトプット実施を含む

0. 要旨

本事業は首都エレバン市近郊において、電力供給能力の増大を目的に、コジェネレーション火力複合発電所（Combined Cycle Co-generation Power Plant; 以下、「CCPP」という。）を新設した。本事業は、アルメニアの「公共事業向け統合財政修復計画」（2003 年～2007 年）、「2036 年までの電力セクター開発の主要計画」（2015 年）等、電力セクター整備方針と整合している。事業開始前、1960 年代前半に運転を開始したエレバン火力発電所の設備が老朽化し、新規発電設備を整備し、電力供給の安定化を図る必要があったが、事後評価時も同国政府は新規電源の開発・誘致を計画中であり、本事業は開発ニーズに合致している。加えて、日本の援助政策との整合性も確認されることを踏まえると、事業の妥当性は高い。計画事業費に対して実績額は計画内に収まり、事業期間も計画内に収まったため効率性は高い。事業効果に関して、最大出力・設備利用率（発電）・稼働率・所内率・原因別の停止時間及び回数・送電端発電量は、おおむね当初の想定どおり、もしくは想定以上の実績値を達成している。その反面、単位時間当たり最大熱供給量・設備利用率（熱供給量）・総合熱効率・熱供給量は、主にナイリット化学工場の稼働停止の影響を受けて実績値が当初の目標値を達成していない。したがって、有効性・インパクトは中程度である。運営・維持管理の体制・技術・財務面に特に問題は見受けられないことから本事業によって発現した効果の持続性は高い。

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



エレバン・コジェネレーション火力複合発電所

1. 1 事業の背景

アルメニアでは発電設備の多くが老朽化し、電力設備や供給能力への信頼性が低下し、新規発電設備の開発・推進を通じた電力供給能力の増強・電力不足の緩和に取り組む必要性に直面していた。首都エレバン市近郊に位置するエレバン火力発電所は、天然ガスを燃料とする熱併給（コジェネレーション）火力発電所として 1960 年代に運転を開始したが、発電施設は老朽化し、供給能力が著しく低下していた。同国の電力需要の約 5 割は全人口¹の約 3 分の 1 を擁する首都エレバン市が占めていたが、その最大需要地である同市近郊に新規発電設備を整備し、同市周辺の電力供給の安定化を図る必要性があった。

1. 2 事業概要

首都エレバン市近郊に CCPP を新設することにより、同国の電力供給能力の増大を図り、もって予見される電力不足の緩和及び経済の持続的成長に寄与する。

円借款承諾額／実行額	26,409 百万円／26,399 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2005 年 3 月／2005 年 3 月
借款契約条件	金利：0.75% 返済：40 年（うち据置 10 年） 調達条件：一般アンタイト
借入人／実施機関	アルメニア共和国政府／ エレバン火力発電公社（Yerevan Thermal Power Plant Closed Joint Stock Company；以下、「YTPP」という。）
貸付完了	2013 年 7 月
本体契約（契約額 10 億円以上）	三井物産株式会社（日本）／GS Engineering and Construction Corporation（韓国）
コンサルタント契約	東電設計株式会社（日本）
関連調査 （フィージビリティ・スタディ：F/S）等	F/S（2003 年 1 月）
関連事業	【円借款】 ・「送配電網整備事業 ² 」（借款契約調印は 1999 年）

¹ 約 320 万人（2004 年データ。出所は国際通貨基金（IMF）

² アルメニア全国の送配電網を整備し、電力の安定性・信頼性を向上させ、送配電会社の経営強化を図る世界銀行との協調融資事業。

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：2015年9月～2016年10月

現地調査：2016年1月16日～30日、2016年4月2日～4月8日

3. 評価結果（レーティング：A³）

3. 1 妥当性（レーティング：③⁴）

3. 1. 1 開発政策との整合性

本事業開始前、アルメニア政府は公共サービス部門の国家計画である「公共事業向け統合財政修復計画」（2003年～2007年）策定し、エネルギーの安全保障の観点等を優先課題とし新規発電設備整備を計画していた。その中で、エネルギー安全保障の観点から国家事業として本事業を実施することを明記し、かつ、重要視していた。

事後評価時、アルメニア政府は「2036年までの電力セクター開発の主要計画」（2015年）を策定し、その中で今後の電力セクター整備方針を定めるとともに、天然ガス輸入増による電力供給の増加を目指すエネルギーの安全保障の重要性を指摘している。

以上より、審査時・事後評価時ともにアルメニアでは国家開発計画において電力セクターの整備が重要視されており、それぞれにおいて本事業と政策・施策との整合性が認められる。

3. 1. 2 開発ニーズとの整合性

本事業開始前、アルメニアでは発電設備の多くが操業開始後30年以上を経過し、電力供給能力や設備の信頼性が著しく低下していた。そのため、新規発電設備開発の推進により、電力供給能力の増強・電力不足の緩和に取り組む必要性に直面していた。特にエレバン火力発電所は、天然ガスを燃料とする熱併給（コージェネレーション）火力発電所として、1960年代に設備容量550MWで運転を開始したが、主に発電ユニットの老朽化が進み、本事業開始前においてその最大供給能力は85MWに低下していた。そのため、将来の電力需給には

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

差異が生じることが予見されていた。特に、同国の電力需要の約 5 割は全人口の約 3 分の 1 を擁する首都エレバン市が占めていたが、その最大需要地である同市向けに新規発電設備を整備し、同市周辺の電力供給の安定化を図る必要性は高かった。また、最大需要家（熱供給の需要の 90%以上を占める）であるナイリット化学工場⁵の操業状況に応じて熱供給の運用が行われていたが、将来的にその需給状況の逼迫が見込まれていた。このため、将来運転が停止される既存発電所の代替としても熱併給設備の併設・整備の需要が高かった。

事後評価時、本事業により設備容量 220MW、環境負荷が低く熱効率が高いCCPPが整備された結果、国内への安定的な電力供給、近隣国への電力輸出に貢献していることが確認された⁶。2015 年の国全体の送電端発電量⁷ (7,798.19GWh/年) のうち、本事業からの送電端発電量は 1,594.6GWh/年、その割合は約 20%と大きい。国内の火力発電所には他に、ラズダン火力複合発電所 5 号機⁸、ラズダン火力発電所⁹があるが、後者については既に建設から 40 年以上が経過し、老朽化により 2017 年に稼働停止予定である。そのため、事後評価時においてアルメニア政府は新規電源の開発を計画中であるが、同国の電源設備の安定・増強のため、その候補のひとつとして本事業敷地の隣でのCCPPの増設が検討されている。

以上より、事後評価時においても安定した電力の確保はアルメニアにとって主要課題であり、本事業は引き続き重要である。したがって、審査時及び事後評価時ともに開発ニーズとの整合性が認められる。

3. 1. 3 日本の援助政策との整合性

1992 年に閣議決定された「政府開発援助大綱 (ODA 大綱)」、及び同年に策定された「政府開発援助に関する中期政策」等を踏まえて、JICA は円借款の全体方針、重点地域や分野などを明確した「海外経済協力業務実施方針」を策定した。その中で、①持続的成長のための経済体質の強化、及び成長制約的要因の克服（適正なマクロ経済運営、産業構造強化、経済インフラ整備）、②貧困緩和と地方間格差の是正、③防災を含む環境保全と防災対策、④人材育成・制度造りを重点分野として支援に取り組むことを決めた。

⁵ YTPP の近隣に位置する。ラテックス、クロロブレン等の合成ゴムの生産を主力とする大規模な化学工場である。旧ソ連時代は国営企業であったが、その後民営化されてロシア企業の傘下となった。審査時において、同工場の製品は国内市場に供給されているほか、ロシアやウクライナなど諸外国にも輸出されていた。

⁶ 3. 4. 1. 1 インパクト・将来の電力不足の緩和にて後述する。なお、アルメニアの主要電源構成は原子力、火力、水力である。事後評価時における国内全体の発電設備容量に関して、原子力は約 400MW (1 ヶ所)、火力が約 1,500MW (計 3 ヶ所)、水力が 1,880MW (計 11 ヶ所) である。

⁷ 送電端発電量とは発電所で生産した電力量（電力生産量）から発電所内で使用された電力を引いた電力量を示す。

⁸ 設備容量は約 285MW、送電端発電量は約 638GWh/年（2015 年データ）。供用開始は 2012 年。

⁹ 設備容量は約 810MW、送電端発電量は約 547GWh/年（2015 年データ）。供用開始は 1969 年。

本事業は、電力インフラ施設整備を通じて電力供給の安定化及び経済成長を目指すアルメニアに支援を行うものであり、上記①持続的成長のための経済体質の強化、及び成長制約的要因の克服（適正なマクロ経済運営、産業構造強化、経済インフラ整備）と合致することから、日本の援助政策との整合性は確保されていたといえる。

以上より、本事業の実施はアルメニアの開発政策、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 効率性（レーティング：③）

3. 2. 1 アウトプット

本事業は、エレバン市南部に位置する既存のエレバン火力発電所に隣接した遊休地に、発電量 205MW級、熱供給量 103Gcal/hのCCPPを建設するものであった¹⁰。表 1 は、本事業のアウトプット計画及び実績である。当初の計画どおりアウトプットは実施された。

表 1： 本事業のアウトプット計画及び実績

審査時計画（2005年）	事後評価時実績（2016年）
1) コージェネレーション火力複合発電所建設一式（ガスタービン発電設備、蒸気タービン発電設備、排熱回収ボイラ、付属設備、スペアパーツ）	1) ～4) は計画どおり実施された
2) 既存関連設備の改修（冷却等、循環水ポンプ及び配管、ケミカルショップ、屋外開閉所、熱供給配管、工業用水・消火用水配管）	
3) 関連土木・建設工事（事業サイトの整地を含む）	
4) コンサルティング・サービス（詳細設計、資格審査・入札書類・契約書の作成、調達補助、施工監理、性能評価、運用・保守の補助、環境モニタリング補助、設備運用・維持管理にかかる技術移転と人材育成）	

出所：JICA 提供資料、質問票回答及び現場視察（事後評価時実績）

¹⁰ 本事業完成後、既存のエレバン火力発電所の発電・熱供給設備（2機）は2010年及び2013年に順次停止したことを YTPP へのインタビュー及び現場視察により確認した。



写真 1：発電所施設内の様子



写真 2：同施設内の中央制御室

3. 2. 2 インプット

3. 2. 2. 1 事業費

審査時の当初計画では総事業費 21,224 百万円（うち円借款対象は 15,918 百万円）であった。効率性の判断は当初計画との比較が原則であるが、本事業においては 2008 年 5 月に借款契約変更（追加借款供与）がなされたこと¹¹、その背景は後述のとおり世界市況の変化による急激な価格高騰であり、調達手続きはおおむね予定通りに行われ、調達手続きの遅延による事業費増加ではないことから、変更後の事業費との比較を行った。変更後の計画事業費は 38,444 百万円（うち円借款部分 26,409 百万円）となった。

借款契約変更時の計画事業費（38,444 百万円）に対して実績額は 33,720 百万円であり、対計画比約 88%となった（計画額を下回った理由は、主に為替変動¹²によるものである）。なお、追加借款実施に至った経緯は次のとおりである。

2007 年 9 月、国際競争入札を経て締結された本体工事の契約金額は当初の想定を大幅に上回った¹³。この背景には世界規模での建設需要の増大や投機的資金が市場に流れ込んだことによる鋼材価格の世界的な高騰があった。また新興国を中心とした発電需要の増加により、火力複合発電所建設の需要も伸び続け、2007 年（本体工事契約時）において本事業と同規模のガスタービン（火力複合発電所の主要機器）の国際価格は 2004 年比約 160%、本事業のプラント全体（ガスタービン他関連設備を含む）の建設価格（ドル建て）は、2004 年比約 200%に増加していた¹⁴。当該契約金額は、特段高い水準ではなく、当時の市場価格を反映した妥当な金額であったが、アルメニア政府は短期間でその差額分の財政負担を行

¹¹ 追加借款の供与に際して、交換公文署名当時（2005 年 3 月）と同様の円借款供与条件（金利：0.75%、償還期間：40 年（うち据え置き期間 10 年）、一般アンタイド）が適用された。

¹² 事業実施中は円高/US ドル及びアルメニア・ドラム（AMD）安が進行していた。

¹³ 当初本体工事に振り分けられていた金額（計画費）14,361 百万円に対し、契約金額は 24,538 百万円であった。

¹⁴ JICA 提供資料

う余裕はなく¹⁵、国内の電力需給が逼迫する中、さらなる価格高騰を避けるための時間的制約に鑑み、日本政府に対して追加借款の要請を行った。

このように事業開始年（2005年）以降の予想を上回る鋼材価格の上昇とそれに伴うガスタービンを含むプラント価格高騰、ガスタービン市場の活況による需給の逼迫により事業費が大幅に増加したことは予測不可能かつやむを得ない事情であった。さらにアルメニアにおける電力需給の逼迫状況からスコープの縮小は困難であり、当時鋼材価格等の高騰が継続していた状況を踏まえると、再入札を行っても価格が当時より低く抑えられる可能性も低かった。このことから、追加借款は妥当な判断であったと考えられる。

3. 2. 2. 2 事業期間

審査時、本事業の期間は2005年3月～2011年9月までの6年7カ月（79カ月）と計画されていた。しかし上述のとおり、借款契約変更（追加借款供与）がなされ、その際に計画期間は2005年3月～2012年5月までの7年3ヶ月（87ヶ月）に変更された。このため、本事後評価では変更後の事業期間との比較を行った。実績期間は2005年3月～2012年4月までの7年2カ月（86カ月）で対計画比約99%となった。

3. 2. 3 内部収益率（参考数値）

財務的内部収益率（FIRR）

電力料金収入を便益、本事業に要する建設費及び維持管理費を費用、プロジェクト・ライフを30年として財務的内部収益率を審査時と同じ条件で再計算したところ16.08%となり、審査時の13.4%と比較して上昇した。その理由は、審査時の売電収入が想定より上昇し¹⁶、便益を押し上げていること等が挙げられる。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画内に収まり、効率性は高い。

¹⁵ ガスタービンスペアパーツ等の費用の増加分を自己負担で補うなどアルメニア側の自助努力もあった（JICA 提供資料）。

¹⁶ 審査時：15.69AMD/kWh、事後評価時：27.82AMD/kWh、売電（卸し）単価ベースで約1.77倍の上昇。

3. 3 有効性¹⁷（レーティング：②）

3. 3. 1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業では、発電量 205MW級、熱供給量 103Gcal/hのCCPPを建設し、電力供給能力の増大を図った。表 2 は本事業の定量的効果を示す目標値・実績値である¹⁸。

表 2：定量的効果にかかる基準値・目標値・実績値

指標	目標値	実績値		
	2011年 事業完成時	2013年 事業完成1年 後	2014年 事業完成2年 後	2015年 事業完成3年 後
【運用指標】				
1) 最大出力	205MW*	220MW	220MW	220MW
2) 単位時間当り最大熱供給量	103Gcal/h	0	0	0
3) 設備利用率（発電）	70.0%	85.0%以上	80.6%	88.8%
4) 設備利用率（熱供給量）	50.0%	0	0	0
5) 稼働率	86.7%	90.0%以上	82.9%	91.2%
6) 所内率	2.8%	3.1%	3.1%	3.1%
7) 総合熱効率（発電＋熱供給）	68.0%	49.0%以上**	49.3%**	49.3%**
8) 原因別の停止時間	人員ミス: 0時間/年 機械故障: 0時間/年 定期点検: 1,160時間/年	人員ミス: 0時間/年 機械故障: 0時間/年 定期点検: 240時間/年	人員ミス: 0時間/年 機械故障: 0時間/年 定期点検: 1,089時間/年	人員ミス: 0時間/年 機械故障: 0時間/年 定期点検: 240時間/年
9) 原因別の停止回数	人員ミス:0回/年 機械故障:0回/年 定期点検:1回/年	人員ミス: 0回/年 機械故障: 0回/年 定期点検: 1回/年	人員ミス: 0回/年 機械故障: 0回/年 定期点検: 1回/年	人員ミス: 0回/年 機械故障: 0回/年 定期点検: 1回/年
【効果指標】				
1) 送電端発電量	1,222GWh/年	1,764GWh/年	1,398GWh/年	1,594GWh/年
2) 熱供給量	451,100Gcal/年	0	0	0

出所：JICA 提供資料（審査時目標値）、質問票及び YTPP 回答（事後評価時）

注*：電力需要の高い冬季 220MW と低い夏季 190MW の平均値

注**：発電部分のみのデータ

¹⁷ 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。

¹⁸ 審査時の目標値は事業完成時の値である。本事業の事業完成は 2012 年であるが、同年のデータは入手できなかったため、事後評価においては、事業完成後 1 年（2013 年）以降の実績値を評価対象とした。

表2の各指標について、今次調査では質問票及びYTPPへのインタビューを通じて事後評価時の状況について次のとおり確認した。まず運用指標に関しては、

1) 最大出力の目標値(205MW)は、実態として電力需要の高い冬季の出力220MWと低い夏季の出力190MWの平均値であった。本事業実施により、当初の想定どおり220MWの最大出力が確保されている。

2) 単位時間当り最大熱供給量¹⁹は、本事業の供用開始(2010年4月)から事後評価時まで供給されていないため「0」である。その主な要因として、審査時に想定されていたナイリット化学工場が2010年初旬に経営上の問題により稼働を停止し、熱供給の需要が無くなっていることが挙げられる。本事業開始前にナイリット化学工場単体で90%以上の熱供給の需要を見込んでいたYTPPにとっては、同工場の稼働停止が大きな影響となり、供給を行えない状況にある。

3) 設備利用率(発電)²⁰は、発電部分は当初の想定以上の実績を上げている。

4) 設備利用率(熱供給量)は、上記2)の理由のため供給が行われておらず数値は「0」である²¹。

5) 稼働率²²は、おおむね当初の想定どおりである。2014年の数値が若干低いが、これは後述の4年に1度の大がかりな定期維持管理(C定期点検)²³の実施が影響している。

6) 所内率²⁴とは、発電設備の性能維持状況を確認する指標である。おおむね当初の想定どおりである。

7) 総合熱効率²⁵とは、性能維持度状況及び省エネ水準を確認する指標である。熱供給部分がないため目標値と比べ若干低いものの、発電単体の割合としてはおおむね当初の想定どおりである²⁶。

8) 及び9) 原因別の停止時間・回数に関しては、おおむね当初の想定どおりである。2013年と2015年は通常の定期点検(後述のA及びB定期点検)の実施により、それぞれ240時間(計10日間)の停止が確認された。2014年は、4年に1度の大がかりな定期点検(C定期点検)の実施により1,089時間の停止が確認された。C定期点検は、ガスタービンなど主要ユニットの解体点検・内部チェック等を伴うため多くの時間を要するが、その他の年に

¹⁹ 同発電所から供給される「熱」は、平均295度の高温である。審査時、本事業からのパイプラインを通じて化学製品の製造等に使用されることが想定されていた。

²⁰ 年間発電量÷(定格出力×年間時間数)×100により算定される。

²¹ YTPPによると、仮に熱供給の需要があれば、直ちに供給可能とのことである。

²² (年間運転時間÷年間時間数)×100により算定される。

²³ YTPPでは4年の一度の大がかりな維持管理点検はC定期点検として実施している。

²⁴ (年間所内消費電力量÷発電端発電量)×100により算定される。

²⁵ (年間発電端発電量×860)÷(年間燃料消費量×燃料発熱量)×100により算定される。

²⁶ YTPPによると、仮に熱供給の需要がある場合、発電+熱供給の割合は70%以上を達成できる見解を示している。

おける点検（A 及び B 定期点検）は機材・制御機器の基盤、各関連設備の稼働確認と必要に応じて修繕を行うものである。なお、本事業完成後、当初の想定どおり人員ミス・機械故障は一度も発生していない。

次に効果指標に関しては、

- 1) 送電端発電量は、当初の想定以上の供給を実現している。なお、2014 年は他の年より数値が低い、これは上記の大きな定期点検（C 定期点検）を行った結果、発電ユニットの稼働時間が少なかったことによるものである。
- 2) 熱供給量は、上述のとおり本事業開始以降～事後評価時まで供給が行われていないため数値が確認されていない。



写真 3：ガスタービン発電設備

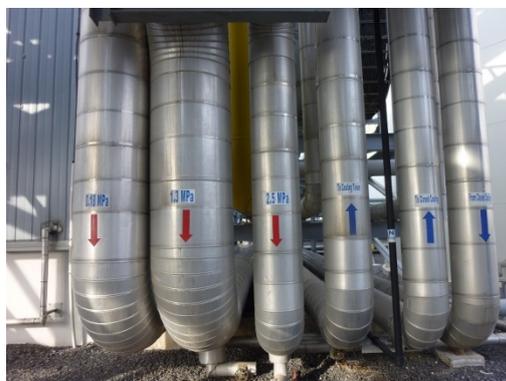


写真 4：熱供給配管

3. 3. 2 定性的効果（その他の効果）

環境負荷の低減

審査時、環境負荷の少ない最新式のCCPPが建設されることにより、首都エレバン市を中心とした地域への環境負荷の低減が見込まれていた。本事業では、最新式のCCPPが建設され、老朽化した既存の発電設備は運営を停止した。CCPPにおける発電は天然ガスを利用するが、天然ガスの生産時に硫黄分などが取り除かれ、硫黄酸化物や煤塵の発生がなく環境負荷は少ない。本事業のCCPPは従来型（既存）の火力発電所と比較して、低窒素酸化物（NO_x）型バーナーの採用、適正な燃焼管理の実施等を踏まえると優位性があり²⁷、同市周辺の環境負荷の低減に寄与していると考えられる。

3. 4 インパクト

3. 4. 1 インパクトの発現状況

²⁷ 具体例として、本事業のCCPPにおけるNO_x排出量は従来型の発電所のそれと比較して半分以下である。

3. 4. 1. 1 将来の電力不足の緩和

審査時、本事業を通じて不十分な予備電力供給力への対応が図られ、将来予見される深刻な電力供給能力の不足を緩和することが見込まれた。表3は、事業開始時～事後評価時までのアルメニア全国の送電端発電量、電力輸入量・輸出量、国内電力消費量の推移である。

表3：送電端発電量*・電力輸出入量・国内電力消費量の推移**

(単位：GWh/年)

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
1) 送電端発電量	5,943	5,602	5,572	5,779	5,341	6,183
2) 電力輸入量	320	352	409	338	266	246
3) 電力輸出量	1,045	608	313	360	366	1,061
4) 国内電力消費量	5,032	5,117	5,443	5,543	5,090	5,219
	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	
1) 送電端発電量	7,105	7,667	7,381	7,389	7,433	
2) 電力輸入量	189	79	137	191	160	
3) 電力輸出量	1,383	1,578	1,226	1,236	1,339	
4) 国内電力消費量	5,637	5,924	6,077	6,142	6,050	

出所：エネルギー天然資源省

注*：送電端発電量とは発電所で生産した電力量（電力生産量）から発電所内で使用された電力を引いた電力量を示す。

注**：送電端発電量に輸出入量を±した数値と国内電力消費量は一致しない。その理由は実際の電力消費までには送配電ロスが発生するためである。

1) 送電端発電量は過去10年においておおむね増加傾向にある。既出表2のとおり、2015年の本事業による送電端発電量は1,594GWh、表3の国内全体の送電端発電量は7,433GWh/年であり、その割合は約20%である。仮に本事業がなければ、4) 国内電力消費量の需要を満たせない可能性が高かったことから、電力供給の安定化に対する貢献度合いは高いといえる。2) 電力輸入量に関しては、国際送電線を通じて近隣国から一時的に輸入に頼ることがあるものの、減少傾向にある。その理由は、国内の電力生産量・送電端発電量が年々増加し、1年を通して安定した電力供給が実現しつつあるためである。一方、3) 電力輸出量はおおむね増加傾向にある。その理由として、アルメニアはロシア（ジョージア経由）及びイランから天然ガスの輸入と引き替えに（バーター取引²⁸）、電力輸出量を年々増やしていることが挙げられる。表4は参考までにアルメニアの天然ガス輸入量データを示すが、年々増加傾向にあることがその裏付けとなる。なお、2019年以降、アルメニア政府はイランからの天然ガス輸入量を大幅に増やすことを決定している²⁹。そのため近い将来、イラン向け

²⁸ 基本的に天然ガスを1m³輸入するのと引き換えに、3kWhの電力を輸出している。

²⁹ 事後評価時現在、イランからの天然ガス輸入量は約390百万m³/年であるが、2019年には約1,160百万m³/年に大幅に増えることが決まっている（YTPPへのインタビュー結果）。

の電力輸出量も増える見込みである。したがって、天然ガスを燃料とし、全国の送電端発電量の約20%を担っている本事業の役割も一層重要になると推察される。

表4：アルメニアの天然ガス輸入元・輸入量

(単位：百万 m³/年)

輸入元	2011年	2012年	2013年	2014年
ロシア*	1,609	1,967	1,956	2,062
イラン	460	488	405	389
合計	2,069	2,455	2,361	2,451

出所：公共サービス規制委員会（Public Service Regulatory Commission (PSRC)）

注*：アルメニアはロシアと国境を接していないため隣接国のジョージアを経由する国際ガスパイプラインを通じてロシアより輸入されている。

3. 4. 1. 2 経済の持続的成長への貢献

表5は事業開始後～直近の国内総生産額（GDP）である。2008年～2009年の世界金融危機の影響を受けた時期を除き、GDPはゆるやかな増加傾向にある。本事業はアルメニア国内における電力の安定供給の実現、天然ガス輸入増による電力供給の増加を目指すエネルギーの安全保障の実現に寄与すると共に、国家経済を下支えする役割を担っていると考えられる。

アルメニアの経済・産業団体であり、電力料金を管轄している公共サービス規制委員会（以下、「PSRC」という。）にインタビューを行ったところ、「本事業が仮に実施されていなければ、現在の電力料金はもっと高い水準で推移している可能性がある³⁰。CCPPは比較的低コストで発電が可能であり、民生向上・経済の活性化に役立っているはずである。また、イランは人口・経済規模³¹も大きく、電力需要は旺盛だ。今後はさらに電力輸出を図ることが期待される」といったコメントがあった。このようなコメントからも、本事業の同国経済成長及び社会的安定への貢献は小さくないと考えられる。

表5：アルメニアの国内総生産額（GDP）

(単位：10億 US ドル)

2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
4.90	6.38	9.21	11.66	8.65
2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
9.26	10.14	9.96	10.43	10.88

出所：世界銀行

³⁰ 補足情報であるが、2015年6月に同国では電力料金の値上げが決まり、直後に値上げに対するエレバン市民によるデモが発生した。同年8月以降はそれまでの41.82AMD/kWhから48.78AMD/kWhに上昇したが、もし仮に本事業のような低コストによる発電が実現していなかったならば、48.78AMD/kWhを上回った水準であることがインタビュー調査により確認された。つまり、市民の間で電力料金に対する不安はより拡大した可能性が考えられる。

³¹ 人口は7,850万人（出所：2014年世界人口白書）、国内総生産（GDP）は4,027億ドル（出所：2014年のIMF推計）

3. 4. 2 その他、正負のインパクト

3. 4. 2. 1 自然環境へのインパクト

審査時、本事業は2段階の環境影響調査（EIA）の実施及び承認等が必要とされていた。第1段階では2003年9月に既に環境保護省の承認を得ていた。第2段階では本事業の本体工事着工までの2008年9月に同省により承認された。承認プロセスに特に問題や遅延は生じなかったことをYTPPへのインタビュー及びEIA資料により確認した。

また、事業完成後において、質問票及びYTPPへのインタビュー、現地視察を通じて大気汚染、水質、騒音・振動、生態系への負の影響は発生していないことを確認した³²。

環境モニタリングは、YTPPの生産技術課が担っている。仮に、何らかの問題が発生すれば直ちに解決に向けた対応がとられるが、本事業完成後、特に環境に関する負の影響や問題は発生していないため、モニタリング結果を踏まえて実施された対策はない。

3. 4. 2. 2 住民移転・用地取得

事業開始前、本事業の建設予定地（約20ha）の用地は既に取得されていた。同用地は、エレバン市が保有する遊休地であったが、アルメニア政府の調整の下、YTPPに移管手続きが行われた。遊休地であったため、住民移転は発生しなかった。金銭補償も発生せず、円滑に手続きが行われたこともYTPPへのインタビューにより確認した。

3. 4. 2. 3 その他正負のインパクト

表6は、事後評価時における本事業と他の火力発電所のkWh当たりの売電単価と電気料金である。

表6：アルメニア国内の他火力発電所との比較における本事業の優位性

火力発電所	事後評価時	
	売電単価	電気料金
①本事業 *供用開始は2010年	27.825AMD/kWh	48.78AMD/kWh
②ラズダン火力複合発電所 5号機 (Hrazdan CCPP No.5) *供用開始は2012年	35.00AMD/kWh	
③ラズダン火力発電所 (Hrazdan TPP) *供用開始は1969年	44.445AMD/kWh	

出所：YTPP

備考：1アルメニア・ドラム (AMD) =0.247円 (2016年1月下旬の為替レート)

³² 本事業周辺には住宅や商業施設はなく、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。

売電単価は各発電所がアルメニア配電網公社（以下、「ENA」という。）に卸す単価、電気料金は末端需要家（一般家庭等）が支払う単価である。電気料金から各発電所の売電単価を差し引いた金額はENAの収入となる。発電所運営のパフォーマンスとして、①本事業と②ラズダン火力複合発電所5号機はおおむね高い水準にある。どちらも熱効率の高い発電設備を運用しているが、YTPPによると本事業は運営面・維持管理技術面の高さが相まってやや低コストによる発電が可能としている。一方、③ラズダン火力発電所は供用開始後40年以上が過ぎ、老朽化・運用面において優位性に欠け、維持管理費用等が嵩み、売電単価も高い。かかる状況より、ENAにとって、本事業は収益性に富む存在であり、同国の配電事業の安定性にも寄与していると推察できる。

本事業の運用・効果指標（定量的効果指標）に関して、最大出力・設備利用率（発電）・稼働率・所内率・原因別の停止時間及び回数・送電端発電量は、当初の想定どおり、もしくは想定以上の実績値を示している。その反面、単位時間当たり最大熱供給量・設備利用率（熱供給量）・総合熱効率（発電+熱供給）・熱供給量は、主にナイリット化学工場の稼働停止の影響を受けて当初の目標値を達成していない。送電端発電量、電力輸出量、国内電力消費量は過去10年にわたっておおむね増加傾向にあり、その中で本事業の貢献度合いは小さくないと考えられる。以上より、本事業の実施により一定の効果の発現がみられ、有効性・インパクトは中程度である。

3. 5 持続性（レーティング：③）

3. 5. 1 運営・維持管理の体制

事後評価時における実施機関はYTPPである。YTPPはアルメニア政府が100%の株式を保有する組織であり、エネルギー天然資源省の監督を受けている。同省はYTPPが行う事業の監督に加え、総裁の任命、理事会の運営等も担っている。

YTPP全スタッフ数は約450名、組織の代表である総裁の直属として、本事業の担当部が施設の運営・維持管理を担っている。当部内には4つの課（運営課、自動制御監督課、中央修繕課、上下水処理システム課）が存在する。事後評価時において、当部のスタッフ総数は67名である。同スタッフ数は十分と見受けられ、過不足なく、適材適所に各課にスタッフが配置されて業務が行われていることを現地視察時及びYTPP幹部へのインタビューを通じて確認した。

以上より、運営・維持管理にかかる体制面での問題は見られないと判断される。

3. 5. 2 運営・維持管理の技術

YTPP では、本事業実施中にはスタッフ向け研修・トレーニングが随時行われた。2011年に JICA 課題別研修「ガスタービン・火力発電技術研修」に4名が参加した。また、同年に欧州系研修機関による「水冷塔・火力発電施設研修」に4名、2012年に「火力発電の化学システムの分析・マネジメント研修」に2名が参加した。また、事業完成後の2014年には国際労働機関（ILO）の国際トレーニングセンター（ITC）による「コンサルタントの選定・雇用及び国際財務報告書の作成研修」に2名、2015年には世界銀行による「財務マネジメント・ディスバース手続き研修」に2名、といった研修・トレーニングへのスタッフ参加実績がある。

本事業には業務経験が豊富なスタッフが多く従事している。実際、熟練したスタッフが適材適所に配置されていることを現地視察を通じて確認した。ほぼ全てのスタッフが大卒以上であり、厳しい入社試験や徹底した新規スタッフ向けのOJT研修も実施されている。これらより、運営・維持管理の技術力が確保されている³³。

運営・維持管理にかかるマニュアルも各部署配備されており、適時活用されていることを現場視察により確認した。

以上より、運営・維持管理にかかる技術水準は十分であり、問題はないと判断される。

3. 5. 3 運営・維持管理の財務

表7は本事業の運営・維持管理費である。

表7：本事業の運営・維持管理費

(単位：千 AMD)

2012年	2013年	2014年	2015年
10,600,000	9,900,000	19,900,000	10,800,000

出所：YTPP

2014年以外はおおむね毎年同じ水準である。2014年は、既出の4年に1度の大がかりな維持管理（C 定期点検）が実施され、その費用として100億 AMD（約24億円）が投入されたため、他の年より実績額が多い。YTPPによれば、「毎年十分な予算を運営・維持管理に投じている。C 定期点検に必要な費用も問題なく配賦している。費用の不足による運営・維持管理の問題は発生していない。本事業の設備に特に故障・不具合も発生していないため、毎年ほぼ同じ金額を投じている」といったコメントがあったことを踏まえると運営・維持管理の財務面は特に問題はないと考えられる。

³³ 運営・維持管理を担う全スタッフは2年に1度試験を受け、その業務知識が定期的に確認されている。仮に落第すれば、3ヶ月後に再試が行われ、再度落第すれば退職となる体制が存在する。

参考として、表 8 は YTPP の直近 3 カ年の財務収支報告書、表 9 は YTPP の直近 3 カ年の貸借対照表である。

(参考) 表8：YTPPの財務収支報告書

(単位：千AMD)

費目	2012年	2013年	2014年
①営業収入 (売電収入等)	54,852,441	55,343,815	64,409,966
②営業費用	(56,705,089)	(60,101,520)	(65,440,741)
③=①+②	(1,852,648)	(4,757,705)	(1,030,775)
④販管費	(521,942)	(490,066)	(827,114)
⑤総収支③+④)	(2,374,590)	(5,247,771)	(1,857,889)
⑥その他収入	99,816	16,483	359,421
⑦その他費用	(620,977)	(786,254)	(1,329,210)
⑧=⑤+⑥+⑦)	(2,895,751)	(6,017,542)	(2,827,678)
⑨財務費用	(997,671)	(1,027,427)	(1,535,994)
⑩営業外収入 (金利・為替収入等)	2,218,746	23,596,441	4,372,302
⑪税引前損益 (⑧+⑨+⑩)	(1,674,676)	16,551,472	8,630

出所：YTPP

注：カッコ内の数値はマイナスを示す。

(参考) 表9：YTPPの貸借対照表

(単位：千AMD)

費目	2012年	2013年	2014年
①固定資産	151,880,246	155,619,283	160,717,026
②流動資産	14,501,809	19,208,932	26,569,903
③資産合計 (①+②)	166,382,055	174,828,215	187,286,929
④固定負債	137,999,274	120,433,583	126,699,809
⑤流動負債	16,246,460	23,364,365	34,134,065
⑥資本	12,136,321	31,030,267	26,453,055
⑦負債資本合計 (④+⑤+⑥)	166,382,055	174,828,215	187,286,929

出所：YTPP

表 8 のとおり、営業費用が営業収入をわずかに上回っている状態が続いているが、その差はさほど大きくない。2013 年以降税引前損益はプラスに転じている。その要因として、営業外収入（金利・為替収入等）が同年において大きかったことが挙げられる。2014 年の税引前損益もプラスであったが、同じく営業外収入による要因が作用している。いずれにしても、表 7 の運営・維持管理費用の捻出が圧迫されるような事態は発生していない。表 9 に関しては、2013 年・2014 年の資本が 2012 年に比べて増加していることがわかる。また YTPP によれば、今後イランからの天然ガス輸入量の増加及びアルメニアでの発電量の増加が着実であり、本事業の稼働率が上がり、YTPP にとっても収益増が見込まれるとしている。そのため、近い将来の財務状況は事後評価時以上に好転が見込まれる。

以上より、本事業の運営・維持管理の財務面に大きな懸念はないと判断される。

3. 5. 4 運営・維持管理の状況

本事業で整備されたガスタービン発電設備、蒸気タービン発電設備、排熱回収ボイラ、及び関連設備の稼働状況は良好である。事業完成以降、故障や不具合は発生していない。

YTPP では毎年維持管理実施計画を策定し、同計画に基づき運営・維持管理業務が実施されている。定期的と日常的維持管理に分類されて実施されている。定期的維持管理は毎年実施され、一例として、既出のとおり4年に1度は大規模な予算（約24億円）が手当され大がかりな維持管理（C定期点検）が実施されている。日常的維持管理については半年毎・3ヶ月毎・毎月・毎週・毎日、それぞれ発電施設にかかる維持管理業務が分担されて実施されている。また、スペアパーツも適切に調達・確保されている。調達体制も問題なく、配達に遅延は生じていない。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び教訓・提言

4. 1 結論

本事業は首都エレバン市近郊において、電力供給能力の増大を目的に、CCPPを新設した。本事業は、アルメニアの「公共事業向け統合財政修復計画」（2003年～2007年）、「2036年までの電力セクター開発の主要計画」（2015年）等、電力セクター整備方針と整合している。事業開始前、1960年代前半に運転を開始したエレバン火力発電所の設備が老朽化し、新規発電設備を整備し、電力供給の安定化を図る必要があったが、事後評価時も同国政府は新規電源の開発・誘致を計画中であり、本事業は開発ニーズに合致している。加えて、日本の援助政策との整合性も確認されることを踏まえると、事業の妥当性は高い。計画事業費に対して実績額は計画内に収まり、事業期間も計画内に収まったため効率性は高い。事業効果に関して、最大出力・設備利用率（発電）・稼働率・所内率・原因別の停止時間及び回数・送電端発電量は、おおむね当初の想定どおり、もしくは想定以上の実績値を達成している。その反面、単位時間当り最大熱供給量・設備利用率（熱供給量）・総合熱効率・熱供給量は、主にナイリット化学工場の稼働停止の影響を受けて実績値が当初の目標値を達成していない。したがって、有効性・インパクトは中程度である。運営・維持管理の体制・技術・財務面に特に問題は見受けられないことから本事業によって発現した効果の持続性は高い。

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

熱供給の需要についてアルメニア側（エネルギー天然資源省）は、今後取りうるべきアクションについて協議を行うことが望ましい。事後評価時において、ナイリット化学工場の再稼働の話が浮上しているが、特にエネルギー天然資源省は同工場が再稼働する場合には、本事業からの熱供給の実現や、その他将来的な廃熱の有効利用方法について今後も検討を継続することが望ましい。

4. 2. 2 JICA への提言

特になし。

4. 3 教訓

研修機会・OJT等を通じた円滑な事業実施への貢献

YTPP は、事業実施全般を通じて、また完成後の運営・維持管理において、円滑に事業の推進・維持を行っており、将来の維持管理においても問題となる状況は見受けられない。YTPP では研修機会や OJT が充実していることに加え、維持管理能力の維持・向上のためのスタッフ向けの定期試験が導入され、能力のある人材が定着しており、これらが事業を成功に導く要素であった。類似事業形成の際には、JICA 及び実施機関は、人材育成の仕組みや課題を精査し、必要に応じてスタッフ向けの研修機会の充実や定期試験の導入を図るなど、事業効果の継続的な発現に必要な人材の育成・定着の仕組みを検討することが重要であると考えられる。

以 上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	1) コージェネレーション火力複合発電所建設一式（ガスタービン発電設備、蒸気タービン発電設備、排熱回収ボイラ、付属設備、スペアパーツ） 2) 既存関連設備の改修（冷却等、循環水ポンプ及び配管、ケミカルシヨップ、屋外開閉所、熱供給配管、工業用水・消火用水配管） 3) 関連土木・建設工事（事業サイトの整地を含む） 4) コンサルティング・サービス（詳細設計、資格審査・入札書類・契約書の作成、調達補助、施工監理、性能評価、運用・保守の補助、環境モニタリング補助、設備運用・維持管理にかかる技術移転と人材育成）	1) ～4) は計画どおり実施された
②期間	2005年3月～2012年5月 (87カ月)	2005年3月～2012年4月 (86カ月)
③事業費		
外貨	28,725百万円	27,318百万円
内貨	9,719百万円	6,402百万円
		(約24,910百万 AMD)
合計	38,444百万円	33,720百万円
うち円借款分	26,409百万円	26,399百万円
換算レート	1 USD=108円、1AMD=0.326円 (2008年2月時点)	1 USD=98.46円、1AMD=0.257円 (事業実施中平均：出所は国際通貨基金 (IMF) の国際金融統計 (IFS) データ)

0. 要旨

本事業は、パキスタンにおいて給電システム¹及び関連施設の近代化・拡充を行い、電力系統²の運用の効率化・安定化を図ることを目的として実施された。事業の目的は、審査時及び事後評価時において経済成長に資する電力セクター改革を重視するパキスタンの開発政策、効率的・安定的な電力系統の整備に向けた同国の開発ニーズに合致し、また、審査時の日本の援助施策とも合致しており、妥当性は高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、入札・契約に係る遅延や既存の施設・機材を継続利用しながら新たな機材を導入設置するという本事業の特徴、実施体制の抱える課題や治安悪化・自然災害等の諸要因が影響し、事業期間は計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業の実施を通じて、給電システムの通信障害や送電線の事故平均復旧時間、ロス率が減少し、電力系統の信頼性・安定性が改善した。さらに、効率的な電力系統の運用によるコストの削減や電力系統の透明性の向上といったインパクトも確認されたため、有効性・インパクトは高い。一方、維持管理機関となる国営送電会社³（National Transmission and Dispatch Company、以下、「NTDC」という。）に体制面、技術面、運営維持管理状況の一部に課題が残っており、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

¹ 季節や気候条件、時間により異なる電力需要に合わせて発電電力の調整を行い、周波数や電圧に影響が出ないように安定した電力供給を行うことに加え、変電所や発電所の監視・制御を行うことにより、特に雷電等による事故時に停電地域・時間を最小限に留める役割を有するシステム。

² 発電所から送電線、変電所、配電線を経由して、需要家に至るまでの全ての要素が有機的に連携されたものの総称で、電力の発生から消費までを包括するシステム。

³ NTDCは、パキスタンで唯一のシステムオペレーターであり、中央電力購入庁（Central Power Purchasing Agency Guarantee Limited、以下、「CPPA」という。）から託送料を受け取り、所有する送電網を通じて各地域の配電会社の送配電網に電力を搬送する役割を担っている。また、発電各社による電源開発の進捗に合わせた送電設備の整備事業を行ってきた。

1. 事業の概要



事業位置図



電力制御システム 表示スクリーン

1.1 事業の背景

経済成長の加速と貧困の削減に取り組んでいたパキスタンでは、経済成長に伴い急増する電力需要⁴に対し、電力セクター改革を進めつつ、民間発電事業者（Independent Power Producer、以下、「IPP」という。）を中心とする大規模火力発電と発電単価の安い水力発電を効率的に組み合わせることを課題としていた。また、同国では火力発電の多くは主として中・南部、水力発電の多くは北部に位置していることから、500 キロボルト（kV）と 220kVを中心とした超高压送電システムによる効率的かつ安定的なシステム運用が必要であった。全国の超高压送電システムと発電設備の管理・運用は、NTDCが実施しており、NTDCの中央給電指令所⁵（National Power Control Center、以下、「NPCC」という。）がその中心機能を担っている。1990年に運用を開始したNPCCは遠隔監視機能を持つ給電システムを一応備えていたものの、技術革新と電力システムの急速な拡大、IPPの参入により、機能的にも容量的にも安定的かつ円滑なシステム運用の実施が困難となっていた。係る状況を受けて、本事業ではパキスタンの電力システム運用の効率化と安定化を目的として、NPCCの中央処理システムの取り換え、発電所・変電所の末端装置（Remote Terminal Unit、以下、「RTU」という。）の新設、通信システム等の整備を実施することとなった。

1.2 事業概要

パキスタンにおいて、NPCCの給電システム及び関連設備の近代化・拡充を行うことにより、NTDCの電力システム運用の効率化と安定化を図り、もって同国の経済・社会の発展に寄与する。

⁴ 1998年～2003年度の電力需要は年平均4%以上の伸びとなった（出所：JICA提供資料）。

⁵ 各発電所から届くデータをもとに、電力システム全体を把握し、主に需給調整業務や接点業務を行う指令所で、NTDCの一部署である。

円借款承諾額/実行額	3,839 百万円 / 3,123 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2005 年 8 月 / 2005 年 8 月
借款契約条件	金利 1.3% 返済 30 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	パキスタン・イスラム共和国大統領 / 国営送電会社
貸付完了	2013 年 2 月
本体契約	・ Alstom Grid Sas (フランス) / 株式会社 ビスキャス (日本) / Areva T&D (パキスタン) (JV)
コンサルタント契約	—
関連調査 (フィージビリティ・スタディ: F/S) 等	・ F/S (実施者: WAPDA、実施年: 1994 年) ・ F/S の見直し (実施者: NTDC、実施年 2002 年)
関連事業	(技術協力) ・ 送変電維持管理研修能力強化支援プロジェクト (2011 年～2014 年) (円借款) ・ ダドゥ～クズダール送電網事業 (2006 年 12 月) ・ パンジャブ州送電網拡充事業 (I) (2008 年 5 月) ・ 全国基幹送電網拡充事業 (2010 年 3 月) (世界銀行) ・ 電力セクター改革プログラム (2014 年～2016 年)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

高橋 久恵 (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: 2015 年 9 月～2017 年 1 月

現地調査: 2016 年 1 月 10 日～1 月 22 日、7 月 17 日～7 月 22 日

2.3 評価の制約

本事業で調達された機材に対しては、実施機関により引渡証明書 (Taking Over Certificate、以下、「TOC」という。) が 2014 年 9 月に発行済である。また、後述のとおり、アウトプットはおおむね計画どおり産出されており、事業効果も発現している。一方、本事業は次の理由により、事後評価時実施時において、引き続き未完了である。1) 設置された一部 (3 カ所) の RTU が電力制御システム (Supervisory Control And Data Acquisition、以下、「SCADA」という。) に接続されておらず稼働していない。通信シス

テムの一部に技術面での障害が生じ、正確に稼働していない。2) 上記も含めたパンチリスト（問題が生じている機材、通信システムに関して、その要因や解決策をコントラクターが確認・対応するためのリスト）への対応をコントラクターが実施中である。そのため、対応後に実施されるべき信頼性テストの実施及び瑕疵担保期間が終了していない。3) 審査資料において「瑕疵担保期間の終了」を完成月と定義している。上記を踏まえ、通常は事業完成後の中長期的な効果として把握されるインパクトについても、定義上は本事業は未完成であるものの、一定の効果発現が見られることから、効果発現状況の経年変化や見通しを分析し、判断に加味することとした。

3. 評価結果（レーティング：B⁶）

3.1 妥当性（レーティング：③⁷）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時におけるパキスタンの開発計画「10 年開発計画」（2001 年～2010 年）は電力セクター開発戦略を示し、同戦略は送配電網の整備・増強、システムロスの削減等を重視するとした。併せて具体的な新規設備投資計画として、追加的な設備容量拡大、送配電ロス率の低下を目標とした送配電設備整備を進めるとした⁸。

事後評価時の中長期開発計画「Vision 2025」（2014 年）において、同国は 2025 年までに上位中所得国となることを宣言し、成長と開発を支える 7 本の主要開発分野を掲げている。その主要分野には「エネルギー・水・食糧等の安定的確保」が含まれ、安定的かつ信頼できる電力の供給、電力へのアクセス増加、配電ロスの低下を通じた電力単価の引き下げ、エネルギー自給率の増加、効率化による電力需要管理等の目標が示された。さらに 2013 年に策定された「National Power Policy」では、2017 年までに電力の需給ギャップの改善、発電単価の引き下げ、送配電ロス率の低下、等を目指すことが掲げられている。

上記のとおり、審査時から事後評価時に至るまで、同国の開発政策・計画は送配電網の整備や増強、送配電ロス率の低下といったエネルギーの安定供給の確保と向上を重視してきた。本事業は同国の電力系統運用の効率化・安定化を図ることを目的としたものであり、審査時、事後評価時ともに同国の開発政策との整合性が高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、同国では経済成長に伴い急増する電力需要に対応するため、大規模火力発電と単価の安い水力発電を効率的に組み合わせることを課題としていた。しかし、火力発電は主に中・南部、水力発電は北部に位置しており、超高電圧送電システムによる効率的かつ安定的な系統運用が必要であった。また、超高電圧送電システムと発電設

⁶ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁷ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁸ 出所：JICA 提供資料

備の中心的機能を担うNPCCでは、システムの老朽化による通信障害、機器障害が頻発する等の問題を抱え、安定的かつ円滑な系統運用の実施が困難になっていたことから、関連設備の抜本的な近代化と拡充が急務とされていた⁹。

同国の発電設備容量、電力需要はともに審査時以降も増加を続けているが、事後評価時の最大需要/発電設備容量は97%であり、需要量に対応した設備容量の増加が必要となっている(表1参照)。また、事後評価時においても引き続き同国の中南部・北部間で電力が融通されており、同国の安定的な電力供給には十分な電力の容量に加え、システム障害発生時の迅速な対応を可能とする系統運用が重要とされている。したがって、本事業で実施する送電系統の遠隔監視機能を持つ給電システムの拡充、RTUの設置、さらに通信システムの整備へのニーズが確認できる。

表1 パキスタンの電力の最大需要と発電設備容量

	2004年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
最大需要 (MW)	11,078	18,860	18,940	18,827	21,017	22,083
発電設備容量 (MW)	15,819	20,986	20,499	20,850	22,753	22,745
最大需要/発電設備容量 (%)	70	90	92	90	92	97

出所：NPCC 提供資料

3.1.3 日本の援助政策との整合性

外務省の「対パキスタン国別援助計画」(2005年2月)では、重点分野の一つに「健全な市場経済の発達」、そのもとに「市場経済の活性化と貧困削減を支援する経済インフラの拡充と整備」の重要性が示された。JICAの「対パキスタン国別業務実施方針」(2005年3月)では、質量両面で信頼性の高い電力供給は経済発展に資するとし、電力セクターを積極的に支援するとした。また、公的部門の果たす役割が大きい電力分野における送電系統の整備を優先支援分野としていた。JICAの「海外経済協力業務実施方針」(2005年4月)においても、健全な市場経済の発達を対パキスタン支援における重点分野に指定していた。さらに、本事業は、同国の電力系統運用の効率化と安定化、ひいては同国の経済・社会の発展に資することを目指し実施されたものであり、日本の対パキスタンの重点支援分野に合致する。

3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業では、NTDCの一部署であるNPCCがほぼ単独で事業実施ユニット(Project Implementing Unit、以下、「PIU」という。)の役割を担った。本事業で調達された機材は、SCADAを含む中央処理システム、RTU、通信システム、電話回線網等多岐にわたる。一方、NPCCが運営・維持管理(Operation and Maintenance、以下、「O&M」という。)を担当する機材は中央処理システムのみで、RTUや通信システム及び電話回線網のO&Mを担当しているのはNTDCの通信部門である。NPCCの職員はRTU

⁹ 出所：JICA 提供資料

や通信システムの技術的な知識・経験を有してないため、機材の調達や設置に際してもあらかじめ NTDC の通信部門との連携が必須であったが、本事業では機材が設置される段階においても通信部門の関与が限定的な体制で事業が進められた。この実施体制が「3.2.2.2 事業期間」で後述の通り、本事業のスムーズな実施に影響を及ぼし、事業遅延の要因の一つとなったといえる。

以上より、本事業では、計画段階に各機材の所管部門の責任・役割分担が十分に考慮されなかった点において、事業のスムーズな実施体制に課題が残ったものの、本事業の実施はパキスタンの開発政策、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：②）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットの計画及び実績を表 2 に示す。実績はおおむね計画どおりであったが、設置された RTU 数が審査時の計画より大幅に増加した。主要なアウトプットの変更内容とその要因は以下に示すとおり。

表 2 主なアウトプットの計画及び実績

項目	計画	実績
中央処理システム設置	<ul style="list-style-type: none"> 電力制御システム ハードウェア（サーバー、ワークステーション、LAN 等を含む） データ処理システム 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり 計画どおり サブ機能 Limited Market Operation は除外
RTU 設置	計 9 カ所 (発電所 1 カ所、変電所 8 カ所)	計 49 カ所 (発電所 16 カ所、変電所 33 カ所)
通信システム整備	<ul style="list-style-type: none"> 端末局 10 カ所 中継局 35 カ所 (NPCC のデータ処理システムと RTU を繋ぐ通信網の交換)	計画どおり
電話回線網	NTDC の旧回線の交換	計画どおり
地方管理センター整備	<ul style="list-style-type: none"> NPCC との電話回線接続 制御盤の塗装 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり (機能に影響しないとの判断から) 制御盤の塗装は除外
その他	<ul style="list-style-type: none"> NPCC 職員の宿舍 53 室 車両 4 台 	計画どおり
コンサルティング・サービス	入札書類作成、入札補助、施工監理、事業進捗状況の報告 (NTDC の自己資金で実施)	サービス内容は計画どおり ¹⁰

出所：JICA 提供資料、NPCC 提供資料

¹⁰ 当初選定されたコンサルタント会社との契約は計画どおり 2008 年 4 月に終了した。事業期間の延長に伴い、引き続きコンサルティング・サービスが求められたが、入札準備段階におけるパフォーマンスが十分でなく改善が見込まれなかったため、同契約は更新せず、別のコンサルタント会社に引き継がれた。

主要なアウトプット変更内容とその要因：

【中央処理システム】

変更内容：サブ機能Limited Market Operationの除外¹¹

変更理由：同機能は市場での電力売買時の価格設定に係るサブ機能であったが、その機能を管轄する中央電力購入庁（Central Power Purchasing Agency、以下、「CPPA」という。）の事業として別途実施することが NTDC の方針として定められた。本来その機能を担う組織に移行するという決定に沿うものであり、妥当な変更であったといえる。

【RTU の新設（設置）】

変更内容：RTUの設置数が9カ所から49カ所へ増加¹²

変更理由：審査時の計画では、9カ所の発電/変電所に新しいRTUを設置し、残りの発電所/変電所においては既存のRTUを継続して活用する予定であった。しかし、コンサルタントが資機材設置のための詳細調査をした際（2008年）に、既存のRTUと新しいRTU間には互換性がなく、また既存のRTUには今後増加が見込まれるデータに対して適切な予備容量（spare capacity）を確保することが出来ないことが判明した。RTU間に互換性がない場合、各施設のデータが正しく中央処理システムに送信されない問題が生じ、さらに予備容量が十分でない場合、今後増加が見込まれるデータを収集・送信できず、瞬時の各施設・電力系統の現状の把握に支障をきたす可能性が高いとの判断から、既存のRTUの仕様を変更する必要性が指摘された。その際、RTUの仕様変更（増強）に係る費用は、新設費用よりも高額であったため、効率性を考慮して新設数を増加させることとなった。これは、実施機関であるNTDCが、コンサルタント、JICA専門家の意見を踏まえ、RTUの機能、互換性や効率性を再検討したうえ、NTDCからの要請を受け、JICAが正式に承認したアウトプットの変更であり、事業効果発現の観点から、妥当な変更であったといえる。

¹¹ 出所：JICA 提供資料

¹² 出所：JICA 提供資料



設置された RTU
(ラワット変電所)



設置された通信システム
(イスラマバード大学構内変電所)

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

総事業費は 5,720 百万円（うち円借款部分は 3,839 百万円）と計画されたが、実績は 5,343 百万円（うち円借款部分は 3,513 百万円）となり、計画内に収まった（計画比 93%）。RTU設置数は大幅に増加したものの、為替の変動¹³、調達した資機材に対する税金の支払い免除、物的予備費が不要となったことが計画内に収まった理由として挙げられる¹⁴。

3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された本事業の事業期間は 2005 年 8 月～2009 年 1 月の計 42 カ月であったが、実績は 2005 年 8 月～2016 年 1 月の計 126 カ月¹⁵となり、計画を大幅に上回った（計画比 300%）。RTUのアウトプット実績が計画を大幅に上回った点（計画比 544%）を考慮する必要があるが、RTUを除く主要なアウトプットに大幅な変更がないのに対し、RTUを除く各アウトプットの事業期間の対計画比はアウトプットの対計画比を大幅に超えている（表 3 参照）。RTU設置の段階に至るまでの「コンサルタント選定」「入札・契約」期間も、計画期間を上回っていた。本事業の主な遅延理由は、以下に記載のとおりである。うち、「災害・治安等」に関しては、予測不可能かつ避けることのできない外部要因であったといえる。さらに、インフレや為替の変動により予定価格が計画を上回ったことや事業スコー

¹³ 為替レートは、審査時には 1 パキスタンルピー（Rs.）=1.75 円、貸付実行期間の平均では Rs.1=1.35 円となった。また、本事業では貸付期間終了後にも資機材の調達・据付作業が実施されており、実施機関によれば、資機材の調達開始（2010 年 3 月）から据付完了（2014 年 9 月）までの平均レートは Rs.1=0.94 円となった。

¹⁴ NPCC からの質問票回答より。

¹⁵ 事業期間は L/A 調印日（事業開始）から瑕疵担保期間終了日（事業完成）までと定義されていた。ただし、「2.3 評価の制約」に記載のとおり、本事業は事後評価時において未完了と判断されたため、事後評価の実施にあたり、事業完成時を「事後評価第 1 次現地調査実施月」とした。

プの変更などの外部要因も影響した。一方で、「災害・治安」以外の以下の各要因に関しては、計画時の調査等において事業実施遅延を起こしうるリスクをより慎重に見極め、対応策を講じることも可能であったと考えられる。

表3 アウトプット及び事業期間の対計画比

	アウトプット 対計画比	事業期間 対計画比
中央処理システム	100%	333%
RTU	544%	333%
通信システム	100%	425%
電話回線網	100%	255%
計画比の平均	211%	337%

出所：JICA 提供資料及び NPCC 提供資料より作成。

注：事業期間は L/A 調印日から瑕疵担保期間終了日までと定義されている。表3はアウトプットごとの事業期間の対計画比を個別に計算し、その平均を示したもの。

本事業の主な遅延理由：

【入札に係る遅延】

1年未満と計画されていた入札期間は4年以上を要した。これは、PIUであるNPCC並びにコンサルタントともに円借款事業の調達手続きに不慣れであったこと、実施機関による書類の確認にも一定の時間を要したことから、入札書類の作成開始から記載事項の確定に至るまでに想定以上の時間が必要とされたためである。

【災害・治安等の外部要因】

本事業実施中に同国では大規模な洪水が2回発生した。2010年7月の洪水ではカイバル・パクトゥンクワ州、パンジャブ州、シンド州全体が被害を受け、主要な道路が寸断、本事業の作業も一時的に中断を余儀なくされた。さらに、2011年8月に発生した洪水では同国の南部地域全体が影響を受けた。これらの被害を受け、本事業は約6カ月間作業が遅延したと考えられる¹⁶。また、ペシャワール地域におけるテロリスト活動の活発化により治安が悪化し、同国の内務省から本事業活動の許可が下りず、作業が遅延が生じた。さらに、パキスタン国内の治安悪化の影響により、特に2013年4月以降はコントラクターの外国人技術専門家の渡航に制限が課された点も本事業の進捗に影響を与える要因となった。

【デザイン（事業期間の設定）】

本事業では、事業サイトが全国に点在し、かつ既存の施設・機材を活用しつつ新たな機材を導入・設置する設計が計画されていた。このような状況を考慮した場合、1年5カ月と計画されていた機材の調達・据付期間には本来3年程度の期間が必要

¹⁶ NPCC への聞き取り調査より。

であったとの意見が挙げられた¹⁷。審査時に双方合意のもと技術的妥当性を踏まえて設定された事業期間について、評価者が事後評価時点においてその適切性の検証を厳密に行うことは困難だが、パキスタン側関係者（実施機関、コンサルタント）は事業期間の設定が楽観的過ぎた点を指摘している。審査前の計画段階より、技術面や事業の特徴を考慮した現実的な事業期間が設定されているのかについて、実施機関との間でより慎重な確認を行うことが必要であった可能性も考えられる。

【実施体制】

「3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ」に記載のとおり、本事業では NTDC の一部門である NPCC が PIU としての役割を担ってきた。しかし、調達された機材の大部分は NPCC ではなく NTDC の通信部門がその O&M を担当すべき機材であった。NPCC 職員は通信システムに関する十分な専門知識を有していなかったこと、一方で事業開始当初、NTDC の通信部門の関与は限定的であったため、機材設置時の連携や調整にも時間を要したことがスムーズな事業の進捗に影響した。給電システムは NPCC 単独で運用を担うことができる機材ではないため、関係部署、特に NTDC の通信部門が、本事業開始当初から、より深く関与することが不可欠であったといえる。

【既存施設での作業開始の遅延】

本事業では、既存の施設にて各機材の据付を行った。その際、古くからある施設では、機材の設置に不可欠とされる各施設所内の製図の入手が困難であったため、コンサルタント・コントラクターが現況を把握するために計画を上回る時間を要し、機材の適切な搬入・設置に遅れが生じた。

【信頼性テスト実施前の TOC の発行】

本事業では、実質的に事業が完了したとして、2014 年 9 月には調達された機材に対する TOC がコンサルタントより発行済みである。TOC を発行するタイミングは契約ごとに異なるが、通常は信頼性テストや瑕疵担保期間が経過した後に発行され、その後にコントラクターに対して契約金額の残額が支払われる。NPCC 及びコンサルタントによると、本事業の場合、契約に基づき、パンチリストへの対応や信頼性テスト実施以前に TOC が発行されており、支払い後にコントラクターのパフォーマンスが悪化したことが、事業の遅延要因の一つと指摘されている。

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、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

¹⁷ NPCC、受注コンサルタントへの聞き取り調査より。

3.3 有効性¹⁸（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

(1) 運用指標：給電システムの通信障害回数、送電線事故復旧時間

審査時に設定されていた運用指標の基準値、目標値、実績値を表 4 にまとめた。本事業実施前、平均約 450 回/日生じていた給電システムの通信障害回数は、事後評価時には平均 18 回/日まで減少した。本事業実施前は、給電システムの老朽化及び容量不足に伴う通信障害、機器障害が頻発する事態となっていた。新たに中央処理システム及び末端装置、通信システム等を整備したことでシステムの機能が改善し、通信障害回数は目標値は満たさなかったものの大幅に減少した。

送電線事故平均復旧時間の実績は 550kV 系、220kV 系の送電線ともに平均 10 分/回へと短縮され、目標値の平均 45 分/回未満（500kV 送電線）及び平均 34 分/回未満（220kV 送電線）を達成している。

事業実施前には、各施設（発電所/変電所）から電話で事故状況（故障箇所等）の情報を入手していたため、正確な状況の把握やその状況に基づいた復旧方針の策定にも時間を要していた。本事業の実施により RTU が設置されたことで、NPCC の表示スクリーンで停止範囲や停電電力、故障部位といった事故様相を瞬時に把握することが可能となり、その結果、復旧に向けた方針の検討や操作にかかる時間が短縮され、事故復旧も迅速に対応可能になったといえる。

表 4 給電システムの通信障害回数、送電線事故平均復旧時間

	基準値	目標値	実績値	実績値
	2004 年	2010 年	2014 年	2015 年
	審査年	事業完成 1 年後	資機材の据 付完了年 ^注	資機材の据付 完了 1 年後 ^注
給電システムの通信障害回数 (回/日平均)	約 450	10	20	18
500kV 送電線事故平均復旧時間 (分/回)	45	45 未満	10	10
220kV 送電線事故平均復旧時間 (分/回)	34	34 未満	10	10

出所：JICA 提供資料、NPCC 提供資料

注：運用・効果指標の実績値は事業完成年とそれ以降の変化を記載することとなっている。しかし、資機材の据付は完了しているものの、事後評価時において本事業は未完了とされている。したがって、本事後評価では全ての機材の据付が完了した年（2014 年）とその 1 年後の実績値を用いて、効果を確認した。

¹⁸ 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) 効果指標：送電ロス率¹⁹

事業実施前には 7.6%であった送電ロス率は、事後評価時には 3.8%となり、目標値（7.6%未満）を達成した（表 5 参照）。新たな給電システムの整備により、電力系統をリアルタイムで監視し、電圧を適切に維持することが可能となり、結果として送電ロス率の改善に貢献したといえる。

表 5 送電ロス率

(単位：%)

	基準値	目標値	実績値	実績値
	2004 年	2010 年	2014 年	2015 年
	審査年	事業完成 1 年後	資機材の据付完了年	資機材の据付完了 1 年後
送電ロス率	7.6	7.6 未満	5.0	3.8

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料等

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

(1) 電力系統の信頼性の向上

本事業により新たなシステムを設置したことにより、上記のとおり事故発生時の平均復旧時間が減少しており、電力系統の信頼性が改善した。本事業実施前に NPCC が使用していた 1985 年製の給電システムは、パキスタン国内の送電系統の遠隔監視機能を持つ給電システムを備えてはいたものの、電力系統の拡大に伴う容量不足及びシステムの老朽化により、通信障害や機器障害が頻発し、常時電力系統を監視できていない状況にあった。本事業で設置した新たなシステムでは、各施設から瞬時に送られてくる負荷（潮流、電圧等）情報を NPCC の表示スクリーンで常時モニタリングすることができる。そのため、NPCC の通信指令担当は瞬時に各系統の現状を把握し、迅速かつタイムリーな電力系統の運用や潮流制御を行うこと、また事故発生時の迅速な対応を行うことが可能となり、電力系統の信頼性が向上したといえる（表 6 参照）。

¹⁹ 送電ロス（損失）は、電力供給元から変電所や各消費者まで電力を送配電する際に失われる電力量を示す。発電量＝消費量＋送電ロス、と表すことができる。送電ロスは送電電圧が高くなるほど低くなる。また、需要の増加に伴い電圧は下がるため、系統内の電圧を適切に維持することが送電ロスの低下に必要とされる。

表 6 送電線事故時対応フロー（事業実施前後の比較）

タイミング	事業実施前	事後評価時
事故発生時	送電線事故の発生 ↓	送電線事故の発生 ↓
状況把握	各施設に電話をかけ、事後状況を把握 ↓	表示スクリーンに表示される正確な情報でリアルタイムに事故状況を把握 ↓
復旧方針策定・復旧	電話で確認をした情報（一部不確実な情報が含まれる）をベースに復旧方針を策定、復旧	システムが把握した正確な情報をベースに復旧方針を策定し、復旧
所要時間	復旧までに平均約 45分（500kV 送電線） 34分（220kV 送電線）	復旧までに平均約 10分
信頼性	人間系の介在した情報をベースにするため、一部に不確実な情報が含まれ、復旧作業の安全性・確実性が劣る。	システムが把握した正確な情報をベースにするため、復旧作業も安全かつ確実。

出所：JICA 提供資料及び NPCC への聞き取り調査より作成。

上記のとおり、計画された効果はほぼ達成されたが、本事業実施中または実施後に新たな発電所や変電所が設置されている²⁰。今後、より安定的な系統運用を行うためには、全ての発電所・変電所等がSCADAシステムに接続される必要がある。事後評価時点において、NTDCでは接続されていない発電所・変電所等のSCADAシステムへの接続に向けた新たな支援をアジア開発銀行に申請している。これらが本事業で設置したSCADAシステムに接続されることで、将来的にはさらに本事業の効果が高まることが期待できる²¹。

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、パキスタンにおける電力系統運用の効率化と安定化を図ることで経済・社会の発展に寄与することがインパクトとして期待されていた。しかし、「2.3 評価の制約」に記載のとおり、信頼性テスト、瑕疵担保期間の終了を経て、事業の完成と見なされるため、事後評価時に本事業のインパクトを分析するには時期尚早と考えられる²²。一方で、今次想定された運用・効果指標は一部を除き目標値に達していることから、一定程度のインパクトが発現していることも想定される。そこで、実施機関やコンサルタント等への聞き取り調査を通じ、以下のとおりインパクトの発現状況、変化、見通しを確認した。

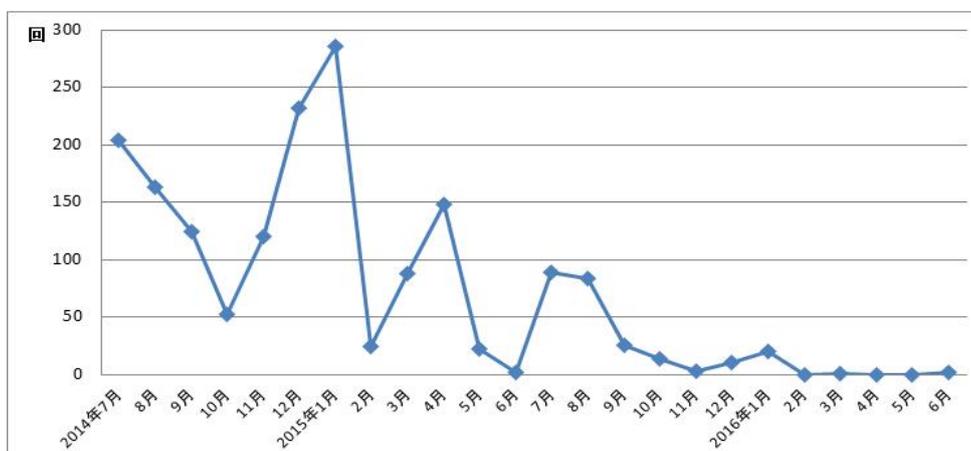
²⁰ 事後評価時に確認できた施設数は IPP の施設が 17 カ所、水力発電所 4 カ所、火力発電所 2 カ所の計 23 カ所である。

²¹ NPCC への聞き取り調査より。

²² NPCC 及び NTDC の通信部門での聞き取り調査より。

(1) 正確な情報の把握による電力系統の透明性の向上と安定運用

図1は、周波数の変動が規定範囲を超えた回数の推移を示したものである。本事業では2014年9月に各施設へのRTUの設置が完了している。その後、RTUとSCADAの接続に一定期間を要したが、接続が大幅に進捗した2016年にはその回数がほぼ0回にまで低下した。周波数は発電と負荷（需要）のバランスで定まる。周波数が大幅に変動した場合には発電用タービンや機材の一部が運転を続けることが出来なくなり、発電機が停止し大停電につながる可能性が生じる²³。NPCCにSCADA、発電/変電所にRTUが設置されたことで、事業実施前は各施設から電話を通じて入手していた各施設からの発電量・全体の発電量と負荷需要のバランスを瞬時に把握・分析し、周波数をコントロールすることが可能となっている²⁴。



出所：NPCC 提供資料

図1 周波数の変動が規定範囲を超えた回数の推移

なお、NPCCの所長によれば、正確な情報を入手し、その情報が瞬時に表示されることで、電力系統の現状把握、的確な需給の調整、そのための判断が可能になったことから、本事業の実施が電力系統の透明性（適時の情報に基づく電力系統の的確な運用）を確保したといえることができる。

(2) コストの節約

事後評価時においてNPCCは70カ所の発電所を管轄しているが、発電に係るコストは発電所ごとに異なる²⁵。給電システム及び関連設備を拡充したことにより、電力需要に併せ、より発電が必要となる場合には発電単価が安い発電所から順番に稼

²³ 実際に周波数の大幅な変動を300回近く記録した2015年の1月には（図1参照）、パキスタン全土で大規模停電が発生した。

²⁴ NPCCでの聞き取り調査より。

²⁵ 1キロワット（kWh）の発電に必要なコスト（燃料代及び運営維持管理費）は最も安価な発電所でRs.0.79、最も高額な発電所ではRs.31.8と大きく異なる。

働を開始し、発電量を減らすことが可能な場合にはより発電単価が高い発電所から稼働を止めるという判断を瞬時にかつ効率的に行っている。その結果、効率的なシステムの稼働が可能になり、発電やシステムの稼働に係るコスト削減につながった。例えば新たな給電システムを設置後、燃料費につき、NTDCは2013年にはRs.930,634百万を業者に支払っていたが、2014年にはRs.728,953百万と2割強のコスト削減²⁶となったという²⁷。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

本事業の実施に伴う工事は、全て実施機関所有の敷地内での機材調達、据付であり、自然環境への負のインパクトは生じていない点を実施機関への聞き取り調査を通じて確認した。

(2) 住民移転・用地取得

本事業は既存施設敷地内での機材の調達・据付を行ったものであり、新規の用地取得及び住民移転は発生しなかった。

以上より、給電システムの通信障害回数、送電線事故発生時の平均復旧時間、送電ロス率はいずれでも減少し、給電システムの安定性・信頼性の向上が確認され、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

「2.3 評価の制約」に記載のとおり、事後評価時点において信頼性テストを終えておらず、コントラクターが引き続き維持管理を担当しており、NTDCのNPCC及び通信部門が機材のO&Mを本格的に開始するのは信頼性テストの実施後となる。主に中央処理システムのO&Mを担当するNPCCの職員数は385名、うち124名が技術者である。NPCCの所長によれば、職員数は十分確保できている。一方、RTUや通信システム、電話回線網のO&Mを担当するNTDCの通信部門の職員数は120名、うち64名が技術者である。同部門のチーフエンジニアによれば、技術者の人数が不足しているが、新たに30名の技術者の採用プロセスがほぼ完了しており、技術者不足は解消する見込みである。

なお、NPCCの主な役割は各施設から送られたデータを把握し、需給調整や系統連系の指令を出すことであり、通信システムに関する技術面での専門性は有していない。したがって、給電システムの運用には、両者の関与が不可欠である。また、機

²⁶ 出所：NPCCからの質問票回答

²⁷ 本事業で全ての機材の設置が完了したのは2014年である。

材の一部は変電所内に設置されており、変電所運営部門（Grid Station Operation: GSO）の協力も必要となる。しかし、NTDC では全体を管理する立場にある責任者が一時的（約 10 か月）に不在であったことも、事業完了に向けた作業に関して、NTDC 内の部門間の調整や連携が十分図られないという問題につながった。2015 年に本事業の事業完成に向けた管理・監督を担当する NTDC の取締役役員（技術者）が配属されたことで、今後の対応等につき定期的な会議が設定されるようになったことから、今後連携体制の改善が期待できる。

3.5.2 運営・維持管理の技術

審査時には、本事業の実施中に請負業者から NTDC 職員に対し O&M に係る適切な技術移転が図られることから、技術面における能力に問題はないとされていた²⁸。実際に研修は 2011 年に実施されたものの、研修を受けた職員の多くは異動または転職をしていることが NTDC の NPCC 及び通信部門への聞き取り調査で確認された。よって、研修で移転された維持管理に係る技術面での知識・経験が十分活用されておらず、適切な O&M が行われるためには、信頼性テスト実施後にリフレッシュ研修が必要という状況にある。NTDC の通信部門のチーフエンジニアによれば、通信部門の職員は調達された機材の基本的な運用や維持・管理を行うことはできるものの、適切な修理・修繕等に対応する能力を有していない。今後、十分な維持・管理を担当していくためには、電子機器に関する技術的な知識・経験に関する研修の実施や電子工学のバックグラウンドを有する技術者が NTDC の通信部門に必要となる²⁹。一方で、事後評価時において資機材の運営・維持管理を担っているコントラクターにより NPCC 及び通信部門に対する OJT が継続されている。さらに、アジア開発銀行による維持管理能力に係る技術支援も検討されている等、O&M に係る技術的なキャパシティの向上への期待が見込まれている。

各機材には調達時に O&M のためのマニュアルが配布されたものの、NTDC 職員によれば、O&M 実施時に必要となる現況図面（as built drawing）は事後評価時もコンサルタントが保有しており、NTDC の NPCC や通信部門に共有されておらず、早急な受け渡しをコンサルタントにリクエストしている。

3.5.3 運営・維持管理の財務

NTDC の純利益は過去数年にわたり黒字であり、売り上げも年々増加している。審査時には、配電子会社からの売電料金滞納が影響し、NTDC の売上、営業利益ともに低い水準となっていた。しかし、事後評価時においては、配電子会社が消費者

²⁸ 出所：JICA 提供資料

²⁹ 本事業の事業完成に向けた管理・監督を担当する NTDC の取締役役員（技術者）によれば、適切な O&M に向けて、NPCC の職員はシステム障害を回復するためのコンピュータシステムに関する技術、NTDC の通信部門の職員は電力線搬送通信（Power Line Communication :PLC）の装備品のメンテナンス・修理に係る技術的な能力を向上させる必要がある。

から徴収した電力料金は信託口座に入金され、そこから CPPA を介して送電料金相当分が NTDC に支払われている。また、その料金体系は電力規制庁によって燃料代等を考慮にいたった適正な水準に設定されているため、NTDC は安定的な収入が確保できる形となっている。したがって、NTDC が財務上、運転や維持管理に悪影響を及ぼす事態に陥る可能性は低いと考えられる。

表 7 NTDC の収支状況

(単位：Rs.百万)

項目	2012 年	2013 年	2014 年
売上	868,459	894,923	1,016,965
電力購入費	850,442	878,088	997,128
小計	18,017	16,835	19,837
運営費 ^{注1}	18,543	14,771	12,683
営業利益	-526	2,064	7,154
その他の収入	3,588	96,860 ^{注2}	1,609
金融費用	2,769	749	1,365
税引き前利益	293	98,175	7,398
税	90	38,751	57
当期純利益	203	59,424	7,341

出所：NTDC 財務部提供資料

注1：2013年、2014年の運営費が減少しているが、2013年には2012年に見積もられた貸倒引当金の一部を2013年に戻入れたため、また、2014年には送電ロスが減少したため、それぞれ運営費が前年に比べ減少した。

注2：2013年に累積された貸倒引当金が戻入れされたことにより、「その他の収入」が2012年、2014年と比較し高額となっている。

事後評価時点において、本事業で整備した機材の維持管理はコントラクターが実施しており、NTDC の予算ではカバーしていない。信頼性テストを終えた後に NTDC が運営/維持管理の予算を確保することとなるが、NTDC によれば必要と見積もられている通信部門管轄の対象機材の運営/維持管理費用は年間約 Rs.51.4 百万であり、NTDC の通常予算で確保可能な金額とされる。また、NPCC 管轄の機材についても必要な運営/維持管理費用は確保できるとしつつも、正確な金額については把握されていなかった。そのため、NTDC は信頼性テストを終えるまでに NPCC の維持管理に必要な維持管理費も含めた正確な金額を見積もっておくことが望ましいといえる。

上記のとおり、必要とされる O&M 費は実施機関で対応可能と考えられることから、財務面における持続性に懸念となる事項はない。

3.5.4 運営・維持管理の状況

既述のとおり、事後評価時点には、コントラクターがパンチリストに対応中の段階であり、O&Mはコントラクターによって実施されている。パンチリストの各項目への対応が終了し、信頼性テストが実施され（6カ月間）、その後1年間の瑕疵担保

期間を経て事業完成³⁰とみなされ、O&MがNTDCにより行われることとなる。

事後評価時の主要な各機材の稼働状況は以下のとおり。また、NTDCのNPCC所長及び通信部門チーフエンジニアによれば、調達された主な機材の約8割～9割が稼働している。

表8 機材の稼働状況

機材名	稼働状況
中央処理システム	良好
RTU	49カ所に設置されたRTUのうち、3カ所が接続状況に問題が生じており、システムに未接続。信頼性テストの実施に向けて、コントラクターが問題を確認中。
通信システム	通信障害が生じており、事後評価時の稼働率は約88%。コントラクターが要因を確認中。
電話回線網	構内自動交換機（Private Automatic Branch Exchange: PABX）の環境設定（コンフィギュレーション）に問題が生じており、コンサルタントが要因を確認中。事後評価時の稼働率は約60%に留まっている。
地方管理センター整備	地方管理センターとNPCC間を接続した電話回線の稼働率は93%。

出所：NPCC及び通信部門への聞き取り調査より。

信頼性テストは当初2014年7月に実施が予定されていた。しかし、設置された機材の接続や通信システムの不具合、その確認を行うコントラクターの外国人技術専門家の渡航制限、またNTDCとコンサルタント間で契約書の内容理解の相違、その相違による機材設置後の作業の役割分担の不明確化、さらにNTDC内の抱える連携不足等様々な要因が影響し、事後評価時点においても信頼性テストの実施に至っていない。事後評価の第1次現地調査以降、第2次現地調査が実施されるまでの間にも残りの作業計画をあらためて見直したスケジュールが計画され、その計画に沿った作業が開始される等一定程度の進捗は確認されている。今後、信頼性テストの実施に向けて機材が全稼働する状態となるよう、早急な対応が望まれる。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、技術面に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

³⁰ 実施機関によれば、事業完成は2017年3月となる見込みである。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、パキスタンにおいて給電システム及び関連施設の近代化・拡充を行い、電力システムの運用の効率化・安定化を図ることを目的として実施された。事業の目的は、審査時及び事後評価時において経済成長に資する電力セクター改革を重視するパキスタンの開発政策、効率的・安定的な電力システムの整備に向けた同国の開発ニーズに合致し、また、審査時の日本の援助施策とも合致しており、妥当性は高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、入札・契約に係る遅延や既存の施設・機材を継続利用しながら新たな機材を導入設置するという本事業の特徴、実施体制の抱える課題や治安悪化・自然災害等の諸要因が影響し、事業期間は計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業の実施を通じて、給電システムの通信障害や送電線の事故平均復旧時間やロス率が減少し、電力システムの信頼性・安定性が改善した。さらに、効率的な電力システムの運用によるコストの削減や電力システムの透明性の向上といったインパクトも確認されたため、有効性・インパクトは高い。一方、維持管理機関となる NTDC に体制面、技術面、運営維持管理状況の一部に課題が残っており、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業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

- ・給電システムの運用には NTDC 内の関係部局の調整・連携が不可欠である。事業実施中には NTDC の部門間において、本事業で PIU の中心的役割を担った NPCC と通信システムの大半の O&M を担当している通信部門の連携が十分に図られてこなかった。そのため役割分担が明確になっておらず、信頼性テストの実施に向けた作業の一部にも問題が生じている。NTDC では 2015 年に本事業の完成に向けた管理・監督を担当する取締役員が配属され、今後の対応につき定期的な会議が設定されるようになった。NTDC は関係部署による同会議を今後も継続して実施し、コンサルタント・コントラクターも含め各役割を明確にしたうえで連携・調整を図り、事業完了に向けた作業をスムーズに進める必要がある。
- ・本事業は整備したシステムの信頼性テストを終えておらず、NTDC は未完了事業と認識している。NTDC はコントラクターによるパンチリストの対応を早急に済ませ、信頼性テストを実施し、NTDC への機材の受け渡しが完了するよう努める必要がある。また、パンチリストへの対応が遅々として進まない場合には、問題となっている要因を検出する目的も兼ねてパンチリストへの対応完了を待たず、信頼性テストを実施することも一案である。
- ・事業実施中、新たな発電・変電所が建設されている。また、水力発電や原子力発電、IPP による発電所も有り、その大半はシステムに接続されていない。NTDC は、ア

ジア開発銀行が検討中の技術支援も考慮のうえ、上記の接続されていない発電所/変電所の接続計画を早急に作成し実施していくことで、本事業で整備したシステムがさらに有効活用されることが期待される。

- ・ 瑕疵担保期間終了（事業完成）後、適切な O&M を実施するために、1) 実施機関はコンサルタント、コントラクターの協力を得て、本事業で支援した機材の O&M に係る費用を NPCC の管理するシステムも含め正確に見積もりその予算の確保に努めること、2) O&M に関与する職員へのリフレッシュ研修の場を設定し、不足している技術面でのキャパシティの向上を図る必要がある。

4.2.2 JICA への提言

- ・ 事後評価時にいたるまで、NTDC 内の連携が十分に図れておらず、コンサルタント・コントラクターも確認作業を行うべき担当部署が明確に把握できず、事後評価時までの作業に支障を来してきた。JICA は進捗促進のため、案件開始当初より定期的なモニタリングを行っており、事後評価実施の一年前から開始された NTDC 内の月例会議にも JICA は参加してきている。JICA 関係者は引き続き、必要に応じて事業完了に向けた進捗を適宜把握するために会議への参加等により、進捗を後押しする必要がある。

4.3 教訓

ステークホルダーの役割の明確化を考慮した実施体制の検討

本事業では、NPCC がほぼ単独で PIU の役割を担ったが、この実施体制がスムーズな事業の実施に影響し、遅延の要因の一つとなったといえる。給電システムの運営には NPCC のみでなく RTU や通信システムを担当している NTDC の通信部門や変電所設備を担当している GSO も関与している。NPCC には他部門が担当している機材や施設に関する専門知識を有する職員がいないことから、事業実施当初、技術面での能力不足や各資機材の管轄部門の関与が限定的といった実施体制が支障を来し、事業の遅延につながった。本事業のように複数の部門が施設・機材の運営・維持管理を担っている場合、計画段階において実施機関及び JICA は各機材の運営・維持管理体制における責任分担を明確にし、PIU 等にて中心的役割を担う機関・部署は整備施設対象調達機材への関与が最も高い部門とすること、計画段階から整備施設対象調達機材に関連する部門が事業計画の意思決定プロセスに適切に関与する体制を構築することが重要である。

既存の施設や機材活用時の事前の準備

本事業では、既存の施設に資機材が据付けられた。実施機関によれば、古くからある施設では資機材の設置に不可欠とされる各施設所内の製図の入手が困難であったため、資機材を適切に搬入・設置し、SCADA システムへの接続を行う際、現状の把握に想定以上の時間を要した。既存施設への機材の据え付けを含む事業の場合、計画段階におい

て機材の据付に必要となる図面の入手を含め現状把握を十分に行うこと、事業開始時までには十分な情報が得られない場合には、現状を把握するために必要な手段を計画し、それらに要する時間を踏まえた事業期間を設定することが望ましい。

以上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット		
中央処理システム	<ul style="list-style-type: none"> 電力制御システム ハードウェア (サーバー、ワークステーション、LAN 等を含む) データ処理システム 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり 計画どおり サブ機能 Limited Market Operation 除外
末端装置 (RTU) の設置	<ul style="list-style-type: none"> 計9カ所 (発電所1カ所、変電所8カ所) 	<ul style="list-style-type: none"> 計49カ所 (発電所16カ所、変電所33カ所)
通信システムの整備	<ul style="list-style-type: none"> 端末局10カ所 中継局35カ所 (NPCC のデータ処理システムと RTU を繋ぐ通信網の交換) 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり 計画どおり (既存の500、220及び132kv ラインを光ファイバーアース線(OPGW)へ交換)
電話回線網	NTDC の旧回線の交換	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり
地方管理センター整備	<ul style="list-style-type: none"> NPCC との電話回線接続 制御盤の塗装 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり 制御盤の塗装は除外
宿舍	NPCC のエンジニア・職員の宿舍53 (室)	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり
車両	4台	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり
コンサルティング・サービス	入札書類作成、入札補助、施工監理、事業進捗状況の報告 (NTDC の自己資金で実施)	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり
②期間	2005年8月～2009年1月 (42カ月)	2005年8月～2016年1月 (126カ月)
③事業費		
外貨	4,131百万円	4,235百万円
内貨	1,589百万円 (908百万パキスタンルピー)	1,108百万円 (821百万パキスタンルピー)
合計	5,720百万円	5,343百万円
うち円借款分	3,839百万円	3,513百万円
換算レート	1パキスタンルピー = 1.75円 (2005年2月時点)	1パキスタンルピー = 1.35円 (2005年8月～2013年2月平均)