

2020 年度案件別外部事後評価：
パッケージ I -6（タイ・パキスタン）

令和 3 年 11 月
(2021 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン
合同会社 適材適所

評価
JR
21-23

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。

0. 要旨

本事業は東南アジア諸国連合（以下、「アセアン」という。）の加盟国である 10 カ国において工学系に特化した高等教育ネットワークを形成し、域内の工学系大学の教育・研究能力を強化することを目指した事業であり、準備フェーズ、フェーズ 1&2 に続き実施された。高等教育のネットワーク強化はアセアンとメンバー大学に共通したニーズであり、本事業の妥当性は高い。フェーズ 3 では、大学と企業との共同研究、防災・環境など幅広い分野におけるメンバー大学の研究者による共同研究、産学連携と地域共通課題をテーマとした共同研究の経験が蓄積された。奨学金プログラムは、フェーズ 1&2 に比べ、研究者となる可能性の高い博士号取得者の割合が高くなり大学教員育成面での有効性が認められた。また、ASEAN University Network/Southeast Asia Engineering Education Network（以下、「AUN/SEED-NET」という。）が創刊したアセアン・エンジニアリング・ジャーナル (ASEAN Engineering Journal)（以下、「AEJ」という。）がタイとアセアンの引用検索の対象学会誌になったことから留学生以外の研究者からの投稿が増加し学会誌としての地位が高まった。さらに、本事業が開催を支援した工学系 10 分野を対象とした地域会議は、研究成果発表だけでなく共同研究や共同教育プログラムの導入を検討する場としても有効であった。その結果、本事業による帰国留学生、共同研究に従事したメンバー大学の研究者などが中心となり、フェーズ 3 の期間中に国際大学院プログラムの開講が進み、ダブルディグリー制度、交換留学制度、教員交流プログラム、短期留学・研究プログラムなどメンバー大学間の共同教育プログラムが増加しており、有効性は高い。

今回の事後評価調査では本事業で実施した 114 件の共同研究についてインパクトの有無を調査した結果、少なくとも 29 件で共同特許取得、技術普及など民間および政府への具体的な社会的なインパクトの発現を確認した。産業人材育成については 2018 年実績でメンバー大学から少なくとも修士号取得者 1275 名、博士号取得者 174 名が企業へ就職しており、高度産業人材の輩出についても一定のインパクトがあり、以上の点から、有効性・インパクトは高い。

専門家派遣、事業期間、協力金額などは計画どおりであった。本事業の事務局を置くタイも当初計画どおりに副事務局長、秘書の配置や事務所経費などを負担した。また、メンバー大学も当初計画通り留学プログラムでは授業料免除・減額などの措置を取った。以上の点から、効率性も高いと判断できる。

メンバー国の政府機関およびメンバー大学は域内の共同研究や奨学金制度を通じた教育・研究の質の向上および日本企業や日本の大学とのネットワーク強化に強い期待があり、

¹ タイ、マレーシア、インドネシア、フィリピン、ラオス、カンボジア、ミャンマー、ベトナム、シンガポール、ブルネイ

政策面の継続性は高い。体制面においては、メンバー大学間の協定が結ばれており、CLMV諸国²6 大学のうち 4 大学で同窓会組織が正式に設立されるなど、メンバー大学間のネットワークの基礎は十分に築かれている。技術面では、AEJ の発行と地域会議が重要であるが、AEJ は 2019 年に Scopus³ の引用検索の対象学会誌なったことで、安定的な投稿数も期待できるため持続性は非常に高い。分野別の地域会議についても、メンバー大学は開催経験を得て自主的な運営が既に可能となっている。また、Collaborative Research with Industry（以下、「CRI」という。）などを通して、メンバー大学の多くが企業との共同研究についても十分に経験を蓄積している。体制面について、共同研究は民間を含めたコンソーシアムとして継続されており、同窓会運営の体制もでき、地域会議と AEJ も継続されている。予算面で比重が大きい留学プログラムは既に終了しており、投入規模を絞った活動が可能となること、地域会議と AEJ については、予算投入を含めメンバー大学の継続意思が強いため、規模を限定して継続することが可能である。事務局体制の確保についてもメンバー大学の協力を得られる可能性がある。これらを踏まえると、持続性は高いと判断される。

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



2017 年カンボジア工科大学主催の地域会議（地質工学分野）

*AUN/SEED-Net の Facebook より転載

1.1 事業の背景

本事業は、日本・アセアン首脳会議（1997 年）において、当時の橋本首相により、アセアンの経済危機を克服するために、高等教育の強化に向けた協力を行う旨の発表が行われた。この発表を受けて、アセアン域内でグローバル化に対応できる人材育成を図るためには、工学系の大学を対象に、日本の工学系高等教育と研究の経験・ノウハウをアセアン諸国に展開することが有効であるとの認識から、アセアン地域の大学間協力の枠組みである ASEAN University Network（以下、「AUN⁴」という。）と連携して、工学系に特化した AUN のサブ・ネットワークとして AUN/SEED-Net の創設が構想され、2001 年から 2 年間の準備期間を経

² カンボジア(Cambodia)、ラオス(Laos)、ミャンマー(Myanmar)、ベトナム(Vietnam)の 4 カ国

³ 査読済文献の世界最大級の抄録・引用文献データベース

⁴ AUN はバンコクに本部を置く。AUN/SEED-Net は AUN を構成する 17 のネットワークの一つである。

て、2003年3月正式に本事業が開始され、メンバー大学間のネットワーク構築と教員資格向上を目的として、フェーズ1が2008年3月まで5年間実施された。フェーズ1で確立した教員資格向上やメンバー大学間のネットワークをベースに、さらなる基盤強化と事業範囲の拡大、教員の学位取得の継続を意図したフェーズ2が5年間、2013年3月まで実施された。フェーズ1&2のアセアンのメンバーは19大学であり、本邦支援大学として日本の11大学が参加した。AUN/SEED-Netのフェーズ1&2では、域内・本邦留学によるメンバー大学の教員の教育・研究能力向上において大きな事業効果を上げたが、メンバー大学間のネットワーク強化という点ではまだ課題が残った。このため、フェーズ3が実施され、産学連携やメンバー大学の国際プログラム・共同プログラムの設置を更に促進することでネットワークの強化を図った。フェーズ3ではASEANのメンバー大学が19校から26校へ、本邦支援大学も11校から14校へ増加するなどネットワークが拡大し、新規メンバー大学への継続支援が必要であったことと、国際・共同プログラムや産学連携の取組みを通じた更なるネットワーク強化が必要との認識に基づき、フェーズ4が実施されている。

1.2 事業の概要

事業の概要

上位目標	東南アジア地域において、産業の高度化とグローバル化、ならびに地域共通課題への取組みがさらに促進される	
プロジェクト目標	メンバー大学および本邦支援大学の連携による高度な研究・教育実施体制が整備される	
成果	成果1	メンバー大学と産業界、地域社会との連携が強化される
	成果2	地域共通課題解決に資する研究活動を実施する体制が整備される
	成果3	メンバー大学の研究と教育の能力が向上する
	成果4	メンバー大学および本邦支援大学の組織間および教員間の学術ネットワークが強化される
日本側の事業費	3,860 百万円	
事業期間	2013年3月～2018年3月	
事業対象地域	10カ国のメンバー大学所在地：タイ(バンコク、チョンブリ)、マレーシア(クアラルンプール、ペナン、セリケンバンガン)、フィリピン(マニラ、イリガン)、インドネシア(ジャカルタ、バンドン、ジョグジャカルタ、スラバヤ)、ベトナム(ハノイ、ホーチミン)、ラオス(ビエンチャン)、カンボジア(プノンペン)、ミャンマー(ヤンゴン)、シンガポール、ブルネイ	

実施機関	ASEAN10 カ国 26 メンバー大学【ブラパ大学、チュラロンコン大学、モンクット王工科大学ラッカバーン校、カセサート大学、タマサート大学シリントーン国際工学部（タイ）、ホーチミン市工科大学、ハノイ工科大学（ベトナム）、ガジヤマダ大学、バンドン工科大学、インドネシア大学、スラバヤ工科大学（インドネシア）、カンボジア工科大学（カンボジア）、ラオス国立大学（ラオス）、デラサール大学、フィリピン大学ディリマン校、ミンダナオ州立イリガン工科大学（フィリピン）、マラヤ大学、マレーシア科学大学、マレーシアプトラ大学、マレーシア工科大学（マレーシア）、ヤンゴン工科大学、ヤンゴン大学（ミャンマー）、国立シンガポール大学、ナンヤン工科大学（シンガポール）、ブルネイ大学、ブルネイ工科大学（ブルネイ）】
その他相手国協力機関等	アセアン 10 カ国の高等教育担当省
わが国協力機関	本邦支援大学 14 校（北海道大学、慶應義塾大学、京都大学、九州大学、名古屋大学、政策研究大学院大学、大阪大学、芝浦工業大学、東北大学、東海大学、東京工業大学、豊橋技術科学大学、東京大学、早稲田大学）
関連事業	アセアン工学系高等教育ネットワーク（AUN/SEED-Net）プロジェクト・フェーズ 1（2003 年 3 月～2008 年 3 月）、フェーズ 2（2008 年 3 月～2013 年 3 月）、フェーズ 4（2018 年 3 月～2023 年 3 月）、カンボジア工科大学教育能力向上プロジェクト（2011 年 10 月～2015 年 10 月）、ミャンマー工学教育拡充プロジェクト（2013 年 10 月～2018 年 10 月）、ミャンマー工科系大学拡充計画（2014 年）

1.3 終了時評価の概要

1.3.1 終了時評価時のプロジェクト目標達成見込み

プロジェクト目標である「(大学間連携による) 高度な研究・教育実施体制の整備」についてはある程度の効果が発現している一方で、共同大学院プログラムの実施等には課題が見られることから、有効性は中程度であると判断された。

1.3.2 終了時評価時の上位目標達成見込み

本事業は研究成果の社会実装への支援が強化されれば、上位目標を達成する見込みが比較的高く、その他様々な正のインパクトが発現していることから本事業のインパクトも高いと判断された。

1.3.3 終了時評価時の提言内容

フェーズ4の実施が想定されていたため、フェーズ4で取り組むべき事項として以下が提言された。

- メンバー大学間のモビリティプログラムの一層の促進のため共同教育促進の戦略を再検討すること
- 継続性確保のため同窓会を強化すること
- 産学連携は特許取得など、より専門的な見地から助言が得られるよう支援すること
- 外部資金の積極的な取り込みを促進すること
- PDMに基づく内部モニタリングを強化すること
- 投入と成果に関するデータ管理を強化すること
- AUN/SEED-Net ホームページの充実による研究プロジェクトへの申請や研究者間のマッチングを支援すること

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

井田 光泰（合同会社 適材適所）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2020年10月～2021年11月

2.3 評価の制約

- 本件調査は新型コロナウイルス感染症の流行により、本邦コンサルタントによる現地調査が出来ず、現地調査補助員を活用した現地調査に大きく依拠することになったが、メンバー大学の多くがロックダウン等で閉鎖期間が長く、現地調査補助員も大学関係者から対面での情報収集が困難となりオンライン調査に変更を余儀なくされた。
- ミャンマーにおいては、2021年2月に発生した国軍による全権掌握により、2月中旬以降、インターネットが遮断され、大学教員および現地調査補助員との連絡が不通となったため、予定していたインタビュー調査等が実施できなかった。このため、評価の対象期間も1月末までとした。

3. 評価結果（レーティング：A⁵）

3.1 妥当性（レーティング：③⁶）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の期間において、ASEAN+3「協力ワークプラン」（2007年～2017年）、ASEAN事務局「ASEAN Socio-Cultural Community Blueprint 2025」、第9回アセアン教育大臣会合「The

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁶ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

ASEAN Work Plan on Education 2016-2020」などアセアン関連の採択・文書が発表され、加盟国間の大学間ネットワークの強化、アセアン共同体を想定した単位互換の促進、大学の質の保証などが課題として挙げられ、また、産学連携における高等教育の役割強化も社会経済発展の柱の一つとして掲げられており、本事業の目的はそうしたアセアンの打ち出した方向性に沿った協力事業であったと言える。また、AUN は高等教育におけるアセアン共同体への貢献をミッションとし、「交換留学とモビリティに関するアセアン+3 ガイドライン」の策定や大学の認証システムの導入など制度的枠組みづくりを進めており、本事業はそうした枠組みに内実を与えるものであったと言える。

CLMV 諸国においては、事業開始時から事後評価時点において、社会経済に貢献できる工学系人材の輩出と高等教育へのアクセス拡充が重要な政策課題として挙げられている。本事業の目標であるネットワークを通じた教育・研究体制の構築はこの政策課題に対応する。また、先発アセアン諸国⁷（タイ、マレーシア、フィリピン、インドネシア）については、IT 活用などより高度化した産業ニーズに対応できる産業人材の輩出が重視されており、高度な産業人材の輩出を意図する本事業の上位目標と一致する。以上の点から、本事業はアセアン、AUN、各国高等機関の政策に沿った事業であったと言える（添付資料 1 参照）。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

ベトナムを除く CLMV 諸国のメンバー大学については、新しい工学分野の学科や修士・博士課程の開設、新規工学分野における教員の高学位取得などがニーズとして挙げられていた。先発アセアン諸国およびベトナムについては、大学ランキングなどを意識した競争力アップや国際化と産学連携強化が強いニーズとして挙げられており、本事業の国際プログラム化の促進や共同研究による産学連携強化のアプローチが合致している。また、産学連携においては日本企業とのネットワーク作りへの期待が大きい。

アセアン諸国の経済団体と大学との協力に関心・実績のある企業へのインタビューでは、実践的な工学系の教育を受けた質の高い産業人材育成が共通するニーズであり、本事業はそうした人材育成機関としての体制・環境づくりを支援するものであり整合性が高い。共同研究などのイノベーションについてのニーズは各国で異なるため一般化できないが、先発アセアン諸国では共同研究は企業の技術競争力アップの方法として徐々に認知されてきている。インドネシアでは、鉱工業分野では大学の研究調査能力に対する信頼があり、強い協力ニーズが認められるが、大学の研究内容を認識していない企業や産業団体においてニーズは明確でない。ベトナムでの調査（ホーチミン国家政治アカデミーの 2016-2019 年のイノベーションに関する調査）によれば、大学での研究成果は 5-10%しか実用化されておらず、全国商工会議所は大学からの実用化可能な技術の提案による共同研究を求めている。こうした点から、企業側からも質の高い技術者の輩出に強いニーズがあり、共同研究については

⁷ アセアンの原加盟国 5 カ国(タイ、マレーシア、フィリピン、インドネシア、シンガポール)を先発アセアン諸国と称するが、本事業においてシンガポールの 2 大学は留学生の受入れなど本邦支援大学と同じ役割であるため、本報告書では、先発アセアン諸国はシンガポールを除く 4 カ国を意味する。

先発アセアン諸国とベトナムでニーズが高まりつつあり、本事業の目的・アプローチと整合性が高い（添付資料2参照）。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

2011年11月の日本・アセアンサミットの行動計画では、教育分野の協力に関し、AUN/SEED-Netを通じた科学技術・工学等の分野における人材育成を促進する方針が示されている。新成長戦略では、「科学・技術・情報通信立国戦略」において、国際共同研究の推進や途上国への科学・技術協力など、科学・技術外交を推進することが謳われている。また、「アジア経済戦略」においては、日本の技術をアジアの成長に活用し、日本企業のビジネスチャンスを拡大することが狙いの一つとされている。こうした点から、本事業は日本の援助政策と整合性が高い事業であったと言える。

以上より、本事業の実施はアセアンとAUN、アセアン諸国の開発政策、本事業のメンバー大学のニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 有効性・インパクト⁸（レーティング：③）

3.2.1 有効性

3.2.1.1 プロジェクト目標達成度

フェーズ3はアセアンの持続的発展のために必要な高度人材を育成することを目標として、①フェーズ1&2で中心的取組みであったCLMV諸国のメンバー大学を中心とした高学位取得支援による大学研究・教育の質の向上、②共同研究の推進を通じたアセアンと日本の学術的ネットワークの構築・拡充プログラムの実施、③学術誌の発行と地域会議の開催による学術ネットワークの強化を継続支援すると同時に、④産学連携と地域共通課題解決の強化・拡大に注力した点に大きな特徴がある。「メンバー大学および本邦支援大学の連携による高度な研究・教育実施体制が整備される」というフェーズ3のプロジェクト目標に対する主な指標および実績は以下のとおりである。指標には目標値が示されていないが、フェーズ1&2での実績に比べて大幅に実績値が上がっていることから、プロジェクト目標は達成されたと判断される。

表1 プロジェクト目標の達成度

目標	指標	実績
プロジェクト目標	国際大学院プログラムの実施数	フェーズ1&2では4つのメンバー大学で英語による国際大学院プログラムが実施されたが、フェーズ3では、12大学23コースが国際大学院プログラムとして開講された。本事業で派遣された留学生が入学しているコースが多く、特に、タイの新しいメンバー大学やインドネシアのメンバー大学では本事業の留学生の受け入れが英語によるプログラムの開設あるいは新規留学生受け入れの直接的な契機となっている。類似するコースが地域内にないため、周辺国からも人気コースとなっているプログラムもある。

⁸ 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。

共同国際大学院プログラムの実施数	フェーズ3では、5大学が本邦支援大学とダブルディグリー制度を導入しており、フェーズ1&2ではあまり進まなかった国際大学院プログラムの増加という指標において前進があった。例えば、芝浦工大はツイニング(大学・大学院への編入制度)を積極的に推進しており、ガジャマダ大学(UGM)が本事業のネットワークを活用して大学院レベルの編入プログラムを実施している。九州大学と早稲田大学は、地球資源工学分野で、AUN/SEED-Netで連携関係を強化したチュラロンコン大学(CU)、バンドン工科大学(ITB)、UGMとダブルディグリーなどを導入した。その他、本事業の留学や共同研究などを通して形成された本邦支援大学との密な関係を活かしたケースなどがある。その他の共同モビリティプログラムとしては、交換留学制度12、教員交流プログラム12、短期留学・研究プログラム4となっている。フェーズ1&2では3件の交換留学と教員派遣などにとどまっていたのに対して本フェーズでは、大きく指標数値の改善が見られた。
------------------	--

出所：メンバー大学への質問票調査およびインタビュー調査結果

本事業の(1)産学連携の強化のための共同研究の推進、(2)地域共通課題の解決を目的とした共同研究の推進、(3)CLMV諸国のメンバー大学を中心とした高学位取得の支援による大学研究・教育の質の向上、(4)学術誌の発行と地域会議の開催を通じた学術ネットワークの強化の4つの事業コンポーネントについて、事業完了時におけるそれぞれの取り組みの達成状況を以下に示す。

(1)産学連携の強化のための共同研究の推進

AUN/SEED-Netは、フェーズ2の2011年から、CRIプログラムを実施し、パートナーとなる企業からの出資を条件に、産学連携のための共同研究資金を提供している。企業の生産効率の向上、新素材や技術の商品化など多様なテーマについて共同研究が行われた。これまでCRIの実績は47件(フェーズ2で12件、フェーズ3で35件)であった。応募競争率はフェーズ3が35/80(2.3倍)、フェーズ1&2が12/24(2.0倍)、プロジェクトからの配分予算は31万7298米ドルで、企業からの拠出額は6万3460米ドルであった。フェーズ1&2では、出資可能な企業を探すことが難しいとの声が強かったが、実施件数を見ても12件から35件へと大幅に企業との連携強化が図られていることがわかる。

CRI35件のうち、ベトナムの2大学で14件を占め、インドネシア(6件)、マレーシアとタイ(各5件)と続く。この中でCRIを積極的に活用して産学連携を図ったハノイ工科大学(HUST)とホーチミン市工科大学(HCMUT)では大学として教員にCRIへの応募を促したことを採択件数が多かった理由として挙げている。この2大学とインドネシアの複数の大学では既存の企業とのネットワークを活かしたことも活発な応募の理由として挙げられる。他方、カンボジア、ラオス、ミャンマー3カ国(CLM)では中小企業が多く資金提供に積極的な企業が見つからないといった理由で応募が少なかった。メンバー大学中10大

学がCRIを活用して企業が出資する共同研究の経験を得ており、総じて、CRIはネットワーク強化に一定の役割を果たしたと言える。

CRI以外の取組みとしては、教員対象の産学連携促進のための本邦研修、技術経営コースの開催、産学連携セミナーの開催、事務局内の産学連携促進アドバイザーチームの設置、メンバー大学ごとの産学連携ダイレクトリー作成(8カ国)などが行われた。メンバー大学において企業とのインターンシップは広く実施されていたため、本事業の活動としては実施されなかったが、質問票調査への回答⁹(21大学)によれば、日系60社、地元企業と外国企業68社でAUN/SEED-Netの繋がりや活動をとおして各メンバー大学ではインターンシップが実施された。また、メンバー大学の教員が32社(うち日系16社)に対して合計107回企業訪問を行い技術コンサルテーションが実施された。

質問票調査への回答(21大学)によれば、産学連携に関するプロジェクト活動はいずれも非常に高く評価しており、回答した大学のほとんどが非常に有益、あるいはある程度有益と回答した。産学連携はどの大学にとっても重要な課題であり、関心が高かった。例えば、HUSTは2016年に独立法人化し、産学連携が重要方針となったが、十分なノウハウがなかったため、本事業によるメンバー大学への一連の技術移転は非常に有益であったと回答している。技術経営コースに参加した研究者が資金獲得のノウハウを学んだ結果、いくつかの研究プロジェクト資金を獲得したとのフィリピン大学(UP)の例や事業マネジメントの方法を学び電動自動車関連の大きな研究プロジェクトにそのノウハウを活用したというスラバヤ工科大学(ITS)の例、日本の産学連携のアプローチを参考にしたというITBやCUの例があった。

(2)地域共通課題の解決を目的とした共同研究の推進

フェーズ2では2011年から地域共通課題の解決を目的とした共同研究(Collaborative Research Program with Common Issues、以下「CRC」という。)が開始された。4カ国の研究者が各国の沿岸における台風、津波、高潮等のシミュレーションを実施するなど、防災、環境分野などを中心にメンバー国で共通する課題についての共同研究が実施された。募集が行われた2011-2012年の2年間で16件の応募に対して4件が採用された。当初、共通テーマを特定する難しさなどで応募件数はあまり多くなかったが、フェーズ3の期間では、8カ国のメンバー大学から138件の応募があり、41件が採択された。成果として、60本の論文と37の発表がなされた(平均で1つの共同研究に対して3本の論文と2本の研究発表)。

CRCはベトナム14件、マレーシア13件と2カ国が特に活発に実施した。分野としては土木工学7件、環境工学6件などが多いが、他の分野も2~5件で、分野によってそれほど大きな偏りはなかった。CRCのような地域共通課題型の共同研究はあまり他にない貴重な機会である、他のメンバー大学との研究者のネットワークがあったなどの理由で、18大学中11大学がCRCに積極的に応募したと回答した。また、実際にCRCで共同研究を行った

⁹ 今回の調査では全メンバー26大学へ質問票を配布・回収して本事業の成果や意見等を聴取した。

11 大学が、CRC は地域共通課題解決のための関心喚起として、非常に高い、あるいはかなり高く役立ったと回答している。以上の点から、地域共通課題解決のための共同研究を行うための経験が蓄積されたと言える。なお、あまり CRC の採用件数が少なかった大学の声としては、メンバー大学からの受入れ留学生が少なく共同研究の相手先との接点も少なかった、応募したが不採用（プロポーザル作成のスキル不足などにより）といった理由が挙げられている。

(3)高学位取得の支援による大学研究・教育の質の向上

AUN/SEED-Net は設立当初より CLMV 諸国のメンバー大学の教育と研究能力を強化するために、メンバー大学および本邦支援大学への留学プログラムを実施してきており、フェーズ 3 においても継続された。フェーズ 3 期間中の奨学金受給者は全体 540 名で、その内訳は、修士号取得者 243 名、博士号取得者 144 名、学位取得できなかった者 42 名で、残りの 111 名は学位を取得中である。学位取得率は、博士号 80.89%、修士号 96.8%で、取得難易度の高い博士号では 2 割弱が未取得となったが、修士号は極めて高い取得率であり、全体としても学位取得率は高い。研究発表数の実績としては、各大学の卒業に必要な論文・発表数から、少なくとも修士 243 本、博士 288 本の合計 531 本となっている。また、本事業の卒業生が応募できる共同研究プログラムである Collaborative Research Program for Alumni Members (CRA) で、発表論文 18 本、発表 21 回の実績となっている。学位取得に要した期間は平均で、修士号 24.42 ヶ月間、博士号 37.76 ヶ月間、所定期間内に修了した留学生の割合は修士号で 79%、博士号で 68.8%であった。2019 年度の実績で文部科学省の外国人留学生プログラムと比較すると¹⁰、同プログラムにおける工学系修士号の標準就業年限内の学位取得率は 92.5%、博士号は 59.4%であったことから、AUN/SEED-Net の奨学金プログラムは、修士号は若干下回るが、博士号は学位取得率が高く、全体として奨学金事業として有効であったと言える。

奨学金プログラムのねらいは単に学生の高学位取得を促すだけではなく、高学位取得を通じた CLMV を中心としたメンバー大学の研究・教育レベルの向上にある。このため、学位取得後は母校に戻り、高学位を持つ教員として教育の質の向上に貢献することが期待された。フェーズ 3 における CLMV からの学位取得者 334 名のうち 127 名 (38.0%) が母校に戻り教員・研究者として従事している。特にベトナムとラオスで母校に戻る率が高い。ラオスは新しい工学分野で教員が必要なこと、ベトナムでは博士号取得者が多いため教員となる確率が高いことが主な理由である。カンボジアでは修士号では母校で空きポストが少なくなってきたため帰任率は低く民間企業や政府機関への就職が増えていたが、フェーズ 3 では空きポストに対応して留学生を派遣する措置が取られたため、今後は帰任率が高まる可能性が高い。¹¹ミャンマーは数年ごとに教員の転勤制度があるため、母校に戻る割合は低く

¹⁰ <https://www.studyinjapan.go.jp/ja/statistics/shinro-and-gakui/data/2019.html> (2021 年 7 月 26 日アクセス)

¹¹ 政府機関に就職した留学生の中には、カンボジア国家科学技術革新研究所の所長など、政府機関で科学技術振興や高等教育を支援する役割に就くケースも出てきている。

なっているが、他の大学で教員となっているものが28名おり、その人数を加えると母国で教員となっている割合は62.9%となる¹²。母国での教員以外の進路としては、他大学・研究機関47名(14.0%)、民間企業57名(17.1%)、政府機関20名(6.0%)、不明83名(24.9%)となっている。卒業生の進路については必ずしも調査を実施していないメンバー大学があるが、進路情報はある意味で大学の教育成果を示す指標となるため、各大学で進路調査を実施することが重要となる。

表2 留学プログラムによる国別学位取得者数と母校への帰任率

国名	学位取得者数*	母校帰任者数	帰任率 (%)
ラオス	55	39	70.1
カンボジア	132	34	25.8
ミャンマー	54	6	11.1
ベトナム	93	48	51.6
CLMV 合計	334	127	38.0
その他	53	21	39.7
全体合計	387	148	38.2

出所：メンバー大学への質問票調査結果 *博士号と修士号の合計

フェーズ1&2(準備期間2年を含め)の12年間では、218名の博士号取得者を輩出したが、フェーズ3の5年間で既に144名の博士号取得者を出し、奨学金受給者の37.2%を博士課程が占めるなど、より高学位取得のためのプログラムという役割が高まった。博士号取得者については教員・研究者となる可能性が高いため、高学位教員育成というプログラムの目的に対しては、フェーズ1&2より効果が高まったと言える。

さらに、CLMVの6大学について教員の出身大学(大学院)とAUN/SEED-Net卒業生の割合を調査したところ、本事業で留学し母校に戻り教員・研究者となっている人数は412名で、大学教員におけるAUN/SEED-Net卒業生の占める割合は15.1%(412/2714人)であった。教員の母数の大きいベトナム、教員の異動があるミャンマーで割合はそれほど高くないが、ラオス国立大学(NUOL)では56.7%、カンボジア工科大学(ITC)では29.2%と本プログラムの卒業生が占める割合は非常に高い。帰国した卒業生による母校の教育プログラム充実を通じた教育の質への貢献としては、新しい学科の設立(例:NUOL工学部の環境工学科、地質工学科、ロジステック・交通工学科の修士課程、材料工学、産業工学の学士課程の新設、HCMUTの建設マネジメント国際修士課程の新設、土木工学科に防災コースの新設、タマサート大学(TU)では18の新設コースの設置)における教員、カリキュラム作成、学生指導などで中心的な役割を果たすとともに、本事業で支援した国際共同研究プログラムの担い手

¹² 今回の調査では元留学生のうち半数以上は、学位取得中あるいは所在不明であった。

となっている。また、フィリピン大学 (UP)では7つのコースを新設するなど、留学生受入れを契機に新たな修士コースを設置するという事例もみられる。

(4)学術誌の発行と地域会議の開催を通じた学術ネットワークの強化

ASEAN Engineering Journal (AEJ) へは、フェーズ3で451本の論文応募があり、そのうち132本が掲載された。そのうち、少なくとも40本が国際共著論文である(AUN/SEED-Netの年次報告書による)。2016年までは10分野を3冊子に分けて発行されていたが、2017年からは一本化して、電子版・ハードコピーで年2回発行されている。応募件数で見ると、製造工学(65本)、化学工学(61本)、土木工学(54本)の順であるが、他の分野も20本以上提出されている。防災分野は11件と少ないが、同分野をもつ大学がまだ少ないことが影響していると思われる。大学別では、HCMUT(52本)、HUST(33本)、CU(31本)、ITB(32本)、マレーシア科学大学(USM)(31本)、UGM(30本)などが多いが、投稿が少ない大学も10大学ほどあり、バラツキが大きい。数が少ない大学については、留学生が少ない(AUN/SEED-Net 修士・博士課程の学生の論文投稿が少ない)、他の学術誌があるためといった理由が挙げられている。

フェーズ3においては、タイとアセアンの科学インデックス(Thai-Journal Citation Index Centre (TCI) and ASEAN Citation Index (ACI))を取得したことで、文献のデータベースに登録されたため、メンバー大学の投稿が活発になり、メンバー大学以外からの提出が67件と増加するなど、AEJの知名度と学術誌としての地位が高まった。本事業では、2017年、AEJの編集チームを強化し、全ての手続きをオンラインで一本化した新しいマネジメントシステムを導入した。また、Scopus(査読済文献の世界最大の抄録・引用文献データベース)のインデックス取得に取り組んだ。

フェーズ1&2において、地域会議はAUN/SEED-Netの留学生が卒業に必要な論文発表の場を提供するとともに、地域共通課題解決のためのテーマを検討するなど研究者間のネットワークを強化する上で有効であった。フェーズ3の期間中10分野で合計49回の地域会議が開催された。本事業ではAEJと地域会議をネットワーク強化の仕組みとして支援しており、論文投稿数、地域会議開催数など実績を上げた。

産学連携の強化および地域共通課題の解決を目的とした共同研究の推進、CLMV諸国のメンバー大学を中心とした高学位取得の支援による大学研究・教育の質の向上、学術誌の発行と地域会議の開催を通じた学術ネットワークの強化において十分な成果を上げること、国際大学院プログラムと共同国際大学院プログラムの設置という指標の達成状況から、プロジェクト目標を達成したと言える。

3.2.2 インパクト

3.2.2.1 上位目標達成度

「東南アジア地域において産業の高度化とグローバル化ならびに地域共通課題への取組みがさらに促進される」ことが上位目標として挙げられ、その指標は以下のとおりである。指標には目標値が示されていないが、フェーズ 1&2 との比較と共同研究によるインパクトの大きさなどから、十分なインパクトがあったと判断される。

表 3 上位目標の達成度

目標	指標	実績
上位目標	企業とメンバー大学による共同特許数	回答のあった 12 大学によると 2013 年～2020 年の本事業の共同研究成果に基づく共同特許数は 8 件 (6 件が日本企業との共同特許) で、フェーズ 3 で企業との共同特許が 8 件生まれたということで、一定の効果を達したと言える。
	地域共通課題解決に活用された研究成果の数	CRC41 件を対象に社会実装の有無について研究者への調査を実施した結果、15 件で具体的な社会実装の成果が確認できた。36.6%の CRC が活用されたことから、「地域共通課題解決への活用」という指標に対して、比較的高い成果を上げたと言える。
	企業に技術者および研究者として就職する卒業生の数	2018 年実績で、学士 1 万 6543 名中 7599 名、修士 3035 名中 1275 名、博士 509 名中 174 名が民間企業に就職しており、特に本事業と関連性が高い修士で 4 割、博士で 3 割以上の修了者が民間に就職しており、高度な産業人材の輩出に貢献している。このため、民間企業への技術者輩出という指標についても成果を上げた (表 4 参照)。

出所：メンバー大学への質問票調査および研究者へのインタビュー調査結果

本事業で実施した共同研究のうち、行政機関や民間セクターで活用された成果は本事業のインパクトである。本事業では地域共通課題に関する共同研究に限定して社会に活用された成果を指標としていたが、今回の事後評価では、民間企業との共同研究なども含め、本事業で実施した全ての共同研究 (114 件) を対象に社会実装の有無について研究者への調査を実施した。この結果、29 件で具体的な社会実装の成果が確認できた。民間については、既述の特許取得に加えて、新技術の提供によりスピノフ企業数社の起業促進、国内素材の実用化、中小企業への技術や効率的な機材の普及、製造プロセスの改良などの事例が見られた。政府機関への社会実装としては、有害物質の分布などのデータを政府へ提供、新工法の提案と公共事業での採用、未利用資源の活用提案、希少鉱物に関する政府への提言、離島の遠隔教育への IT 技術提案などの事例がみられた。

また、企業へ技術者および研究者として就職する卒業生の数という指標については、21 大学中集計可能なデータ提供があった 12 大学の進路別比率は以下のとおりです。

表 4 メンバー大学の卒業生就職状況(2018 年)

	就職				進学	求職中	その他	合計
	民間	政府機 関	研究機 関・大 学	その他				
学士	46%	6%	4%	2%	5%	5%	32%	100%
修士	42%	12%	7%	6%	11%	2%	21%	100%
博士	34%	23%	17%	6%	0%	5%	15%	100%

出所：メンバー大学への質問票調査結果

企業との関係ではインターン制度はかなり普及しており結びつきは強くなっているが、学生や採用者の評価などについて、企業にヒアリングするといった活動は実施されていない。卒業生の進路状況も徐々に把握できるようになってきているが、卒業後に就職活動を行う学生が多い大学では、大学が進路を把握することが困難であり、調査方法など今後の課題である。

以上の点から、産業の高度化とグローバル化、ならびに地域共通課題への取組みの促進という上位目標について良好な発現効果が見られる。

3.2.2.2 その他のインパクト

(1) メンバー大学への貢献

本事業によるメンバー大学へのインパクトとして、留学生の送出し/受入れによる大学の国際化 (16/21 大学)、AUN/SEED-Net 以外の国内外のネットワーク強化 (17/21) に大きなインパクトがあったと回答している。ただし、本事業で国際プログラムが数多く立ち上げられたが、それによって本事業以外の外国人留学生比率が高まったと回答したホスト大学は 5 校にとどまっている。また、AUN/SEED-Net に加わったことで、地域会議を主催するなど大学の知名度が高まった (NUOL)、日本の大学を含む他大学との協力が得やすくなった(17 件)、海外の大学とのネットワークが増加した (10 件) などのインパクトが認識された。大学間協定については、本邦支援大学を含め大学レベル・工学部レベルで様々な協力合意書が締結され、メンバー大学間が 158 件、メンバー大学と本邦支援大学間が 70 件となっている。全ての協定で本事業が直接関係したものとは言えないが、メンバー大学であることが大学間協定の要因となっている可能性は高い。

その他の大学への貢献として、研究プロジェクトが倍増した（ITC）、研究能力に対して信頼度が高まり公的機関からの研究資金が得やすくなった（HUST）、大学の実績（論文引用件数など）へ貢献（5件）が挙げられる。また、本事業によるほぼ全ての共同研究にメンバー大学の学生が参加しており、特に修士・博士課程の学生に論文執筆や学会発表のテーマを提供し、学位取得を後押ししたという人材育成上のインパクトも認められる。

産学連携では、共同研究や日本留学・日本の教員とのネットワークをとおして、日本企業と知りあい、社員研修、インターン受入などにつながった例や CRI の結果、起業やスピンオフ企業の設立につながったマレーシア大学（UM）の事例などがある。さらに、本事業で築いたネットワークを活かして、UTM によりマレーシア日本国際工科院強化プロジェクト（JICA 技術協力プロジェクト）が実施され、共同研究が推進されるなどのインパクトもある。

(2) 学術ネットワークの形成・強化への貢献

今回の調査で把握できた域内の学術ネットワークへの貢献は以下のとおりで、AUN/SEED-Net の研究者が多くのネットワーク形成に関わっている。

表 5 各国における学術ネットワーク形成・強化への貢献

国名	内容
インドネシア	ITS の研究者が中心となって Industrial Electronics Society, Indonesia Chapter を設立、AUN/SEED-Net のメンバー大学が核となって Sustainable Energy and Environment Forum を設立
ベトナム	ベトナム：AUN/SEED-Net 卒業生であるホーチミン工科大学の教員が、周辺 4 大学に対する工学部設置やカリキュラム改善を支援
ミャンマー	教員が 3 年毎に異動となるシステムがあるため、Myanmar Young Researchers Network (MYReN) をヤンゴン大学(UY)とヤンゴン工科大学(YTU)の研究者が中心となって 2019 年全国学長会の下に組織して若手研究者のネットワークを結成
マレーシア	再生エネルギー分野のネットワークを 2018 年に形成 (Malaysian Thermoelectric Society)
タイ	カセサート大学(KU)のメンバーが中心となり、2013 年 Solid Waste Association of Thailand を設立し、政策対話、セミナー開催など実施、TU が主導して Thailand Structural Steel Society (TSSS)～政府・民間・研究機関による技術開発等のプラットフォーム～を 2016 年に設立。2015 年 TU 研究者が他大学に呼びかけて設立した Artificial Intelligence Association of Thailand (AIAT)は同分野最大のプラットフォーム

出所：メンバー大学への質問票調査および研究者へのインタビュー調査結果

以上の点から、本事業完了時でメンバー大学および本邦支援大学の連携による高度な研究・教育実施体制が整備されるというプロジェクト目標は、国際大学院プログラムの実施数と共同国際大学院プログラムの実施数という指標に照らして達成され、上位目標においても、本調査の時点で産学連携と地域共通課題解決のための共同研究や、メンバー大学の高学位取得者（大学院レベル）の民間への輩出という点でも成果を上げている。本事業によるメンバー大学への貢献および域内における様々な工学系の学術ネットワークの強化への貢献など、想定した指標以外のインパクトも認められることから、有効性・インパクトは高い。

3.3 効率性（レーティング：③）

3.3.1 投入

表6 投入実績一覧表

	計画	実績
協力期間	2013.3～2018.3	2013.3～2018.3
日本側の投入		
事業費合計	39.5 億円	38.6 億円
専門家派遣	長期専門家 4 名 短期専門家 1 名 研究指導等	長期専門家 4 名 短期専門家 1 名 研修指導等 439 名
短期本邦研修受入	記載なし	156 名
タイ側の投入	事務局スタッフ給与補填	副事務局長 1 名、秘書 2 名の 人員配置と給与補填
メンバー大学の投入	授業料免除、寮費免除、生活費、交通費の補填等	授業料免除、寮費免除、生活費、交通費の補填等 3 億 440 万円相当(2014-2016)
外部資金		6 万 3459 米ドル（共同研究への民間企業への拠出金合計）

出所：事前評価表、フェーズ3 終了時評価報告書、AUN/SEED-Net 事務局からのデータ

3.3.1.1 投入要素

協力金額について、事業コンポーネントごとの正確な計画・実績値の対比はできないが、専門家派遣費、奨学金などの資金提供はほぼ当初計画どおりで、本邦研修、在外・第三国研修などの費用が当初計画より抑えられた。

学位取得プログラムのメンバー大学による費用負担については、生活費、医療保険、書籍代、旅費などは本事業が負担し、入学金と授業料は AUN/SEED-Net 事務局とホスト大学との協議に基づき、ホスト大学が入学金・授業料免除・減額などの措置を取った。また、現地の語学習得支援、寮費減額・免除などの措置を行ったホスト大学もあった。

投入量の妥当性という観点では、類似する留学プログラムとして日本政府の国費留学プログラムと比較すると、修士課程の留学生への日本政府の国費留学生への生活費の支給額は、月額 14 万 4000～14 万 7000 円 (2021 年度)¹³で、AUN/SEED-Net の奨学金は寮費と学費免除・減額というホスト大学の支援もあり、月額約 500 米ドルと ASEAN 域内における留学が主である点の違いはあるが学位取得に対するコスト面で効率性が高い。

3.3.1.2 事業費

協力金額は計画時が 39.5 億円に対して実績は 38.6 億円で計画値の 97.7%と計画内に収まった。

3.3.1.3 事業期間

協力期間は 2013 年 3 月から 2018 年 3 月までの 5 年間(60 ヶ月)で、計画どおりであった。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画どおりであり、効率性は高い。

3.4 持続性 (レーティング : ③)

3.4.1 発現した効果の持続に必要な政策・政治的関与

フェーズ 3 では、留学プログラム、産学連携および地域共通課題の解決を図るための共同研究、AEJ の発行と地域会議の開催などが主な柱であった。現在実施中のフェーズ 4 では、民間企業の協力を得て共同研究と留学プログラムを統合して共同教育プログラムが実施されている。本事業の持続性で重要となるのは、AUN/SEED-Net 強化へのアセアンとメンバー国の政策・政治的関与である。

3.1.1 で示したとおり、AUN は域内ネットワーク強化を方針としており、各国の高等機関も本事業によるアセアンおよび日本の高等教育とのネットワーク強化と国際化への貢献を高く評価している。また、アセアン、AUN とともに大学間のネットワークによる教育と研究の強化を重要な柱としており、本事業への期待は高い。アセアンは 2020 年に「ASEAN declaration on human resources development for the changing world of works and its roadmap」を採択し、高等教育を含むアセアンの人材育成の取組みのさらなる強化を打ち出しており、高度な産業人材育成という本事業のねらいとも合致している。メンバー大学のニーズとしては、CLM のメンバー大学は域内の共同研究や奨学金制度を通じた教育・研究の質の向上への貢献の重要性を指摘している。先発アセアン諸国およびベトナムについては、日本企業や日本の大学とのネットワーク強化に強い期待があり、そうした期待を反映して、AEJ の発行、地域会議開催への支援へのニーズが高い。添付資料 2 で示すとおり、産業団体と企業からも企

¹³ https://www.jasso.go.jp/sp/ryugaku/tantoshu/study_j/scholarship/kokuhi/kyuyo.html (2021 年 7 月 26 日アクセス)

業に役立つ技術開発などに大学との協力ニーズが認められる。このため、関係機関の政策あるいはニーズの面で継続性が高い。

3.4.2 発現した効果の持続に必要な制度・体制

本事業で形成されたネットワークを維持する上では、①大学が他の大学と組織的に活動を行う前提となる協力協定が本邦支援大学を含むメンバーの間で結ばれていること、②本事業で形成された留学生や研究者の同窓会組織づくりが重要となる。

①については、本邦支援大学を含め大学レベル・工学部レベルで様々な協力合意書が締結され、メンバー大学間が 158 件、メンバー大学と本邦支援大学間が 70 件で、全てのメンバー大学がなんらかの形で協力協定を締結しているため、本事業のメンバー間のネットワークの基礎は十分に築かれていると言える。また、フェーズ 4 では複数の大学・企業が 6 つのコンソーシアム（事業実施のための共同体）を結成し、その支援を行っており、より継続性の高い協力のプラットフォームが形成されていることから持続性は高いと言える。

②の同窓会組織については、フェーズ 1&2 の事後評価およびフェーズ 3 の終了時評価の提言を受けて、2018 年から同窓会支援プログラム(Alumni Support Program)（以下「ASP」という。）が開始され、同窓会活動への支援が本格的に実施された。これまでに、留学生の送出しが多い CLMV6 大学のうち、4 大学で同窓会組織が正式に設立され、HUST では 28 名、ITC では 116 名、HCMUT では 37 名¹⁴が設立時に会員となった。さらに、同窓会としてセミナー開催、分野別会議開催、日本の大学への留学生送出し促進、日系企業への助言・協力関係づくりなどの取組みが行われている。これらの同窓会には奨学金を受けた教員だけでなく、共同研究、地域会議に参加した大学の研究者、民間企業、政府機関など広範なメンバーが参加しているため、今後、産学連携や共同研究のネットワークとなることも期待される。送り出し大学だけでなく、ホスト大学においても同窓会設立の動きがある。2019 年にはマレーシア工科大学（UTM）にも同窓会組織が結成された。UGM、ITS などでも同窓会の留学生部会づくりが構想されている。このように、フェーズ 3 終了以降、組織的な同窓会づくりによるネットワーク強化が開始された。ただし、こうした取組みはフェーズ 4 の活動として実施されているため、同窓会の会費徴収や寄付による財政的基盤の確立などが、今後の課題となる。

さらに、本事業で学位を取得し、フェーズ 1&2 で学位を取得し母校で教員となった学生の中で、学科長など指導的役割についている者が増えており、彼らは本事業で形成したネットワークの体制・組織を維持する上で重要な人的資源となる。

事務局体制については、フェーズ 4 終了後は非常に大きな事業コンポーネントであった留学生支援が大幅に縮小されるなど事務負担は軽減される一方、CU が継続の意向を示しており、他のメンバー大学も事務局へのスタッフ派遣や事務局機能の一部移管などに積極的な姿勢であるため、体制維持は可能と思われる。

¹⁴ 2021 年 10 月時点の会員数は 51 名

3.4.3 発現した効果の持続に必要な技術

本事業の主要プログラムは、留学生プログラム、共同研究、地域会議、学会誌の発行である。このうち、本事業で開始した域内の留学プログラムについては既に制度（ガイドラインなど）が確立済みであり、運営（募集～選定～受入）は事務局とスタッフにノウハウが蓄積されており、財政的な裏付けがあれば、事業後もマネジメントは十分に可能である。また、留学プログラムの運営で特に重要となる学生へのサポートについても、ホスト大学で経験が蓄積されており、技術的な課題は特に見当たらない。共同研究の継続性については、先発アセアンおよびベトナムにおいては科学技術振興を目的とした政府による競争資金による研究資金の獲得が可能となっており、大学によって異なるが、地元企業との共同研究件数も多い。CLM のメンバー大学については、国内での共同研究はまだ限定的であるため、これまでの先発アセアンのメンバー大学とネットワークを活かして共同研究への参加を促進する必要がある。

日本企業との共同研究については、研究機能は日本にある企業が多いため、本邦支援大学との結びつきなどがないと継続できない可能性が高く、各メンバー大学が本邦支援大学を介したマッチメイキングの場を確保したり、本邦支援大学との共同研究などを通じた企業との関係をどのように継続するか検討したりすることが重要となる。分野別の地域会議についても、メンバー大学は開催経験を得て自立的な運営が既に可能となっている。学術誌の発行については、オンラインでの申請・審査・査読体制ができており、Scopus のインデックスを取得したことで、安定的な投稿数も期待できるため持続性は非常に高い。

3.4.4 発現した効果の持続に必要な財務

現在、フェーズ4が実施中であるが、事業構成はフェーズ3で実施した共同研究、留学プログラム、地域会議、AEJの発行のうち、共同研究と留学プログラムを統合する形で共同教育プログラム（Collaborative Education Program、以下「CEP」という。）が実施され、加えて同窓会ネットワーク強化のためのASPが新たに実施され、地域会議とAEJは継続されている。フェーズ4ではフェーズ3で支援した学生への継続支援は行っているが、留学プログラムは大幅に縮小され、現在は複数の大学（メンバー大学に限定されない）と企業が参加したコンソーシアムを通して共同学位、共同研究、産学連携（企業での研修や研究）を推進するというCEPへシフトし、これまでに6つのコンソーシアムが形成されている。学生数は各コンソーシアム10名程度と投入は小規模であり留学生も少ない。このため、フェーズ3に比べて対象人数も1/10以下で、各大学での授業料免除や企業の支援があることを考慮すると、小規模な財政支援があればフェーズ4以降も継続することは可能である。

カンボジア、ラオス、ミャンマーのメンバー大学では政府の研究予算の配分は限定的で、企業からの資金的支援も難しいため大学だけで研究の規模を確保することは難しいため、他のメンバー大学がコンソーシアム形成を計画する際、これら3カ国のメンバー大学からの研究者の参加可能性を検討することが望まれる。

AEJ と地域会議についてはメンバー大学の意欲は非常に高く、本事業のプログラムについてフェーズ 4 以降の継続意思についての質問票への回答では、AEJ については 12 大学、地域会議については 9 大学が是非継続したいと回答し、そのうち、大学の予算を出してもやりたいという大学もそれぞれ 5 大学、3 大学あった。AEJ については Scopus インデックスを取得済のため、投稿料や会費などの徴収による財源確保も比較的容易となった。地域会議について規模の見直しや低コスト化が必要であるが、継続することは十分に可能である。

留学プログラムについて CLM のメンバー大学からは継続を希望する声強いが、質問票調査の結果によれば、先発アセアンのメンバー大学が大学として奨学金の予算を拠出するのは難しいとの回答が多い（大学当局に正式に提案して承認を得る必要があり財政的負担も大きい）。このため、留学生プログラムを継続するのであれば、メンバー国の高等教育機関等の奨学金制度との連携が最も可能性がある。今回の調査で把握できた検討可能なスキームは以下のとおりである。

表 7 先発アセアン諸国政府による主な海外留学制度

国名	概要
タイ	ラオスとカンボジアからの留学生についてはタイ国際協力局(TICA)が小規模だが奨学金を提供。タイ人留学生向けには 9 つの海外留学支援スキームがあり、これまでの実績は博士 1143 人、修士 412 人で英米が 7 割を占め、日本は 4.7%、タイ政府では大学教員、研究者など将来公的セクターで働く理工系人材を対象に「The Project for the Promotion of Science and Mathematics (PSMT)」というプログラムを実施している。管轄するスキームは理系のみ対象なので、タイと日本の大学間の連携強化に活用が可能である。
マレーシア	「Malaysia International Scholarship (MIS)」では CLMV からの留学生を 20 の公立大学で受入れており、博士課程の受入れで AUN/SEED-Net メンバー 4 大学と連携できる可能性がある。
インドネシア	インドネシア政府の後発途上国への奨学金プログラムは CLMV が対象で、UGM での受入れが可能(GNB scholarship)。インドネシア人学生向けには、財務省のインドネシア奨学基金、教育省の奨学金制度があり、日本や他のアセアン諸国および国内留学を対象とした高学位取得のための奨学金制度が利用できる。
ベトナム	ベトナム政府とラオス・カンボジア政府との協力プログラムの中で、両国からの大学院への留学プログラムがあり、2 大学は既に受入れを行っている。

出所：メンバー国の高等教育機関への質問票調査およびインタビュー調査結果

留学生受入にかかる入学金・授業料の免除、寮など宿泊施設の提供、交通費の一部負担などであれば既にメンバー大学で実施していることでもあり、本事業のフェーズ4後も留学生プログラムが継続されれば同様の措置を取ることができると回答している。AUN/SEED-Net事務局への教員・職員の派遣や事務局機能の一部負担についても12大学が前向きな検討が可能と回答している。このため、メンバー大学へ財務負担を正式に要請し、検討を促すことで実現を図る必要がある。

以上の点から、本事業（フェーズ3）の成果は、フェーズ4で、メンバー大学のニーズに対応した新たなプログラムにシフトしながら、十分に持続されていると言える。

なお、本事業ではフェーズ1&2の事後評価で同窓会組織の強化、学会誌への支援強化、共同研究支援、プロジェクト終了後を見据えた戦略検討などが提案され、これらの提言内容は、フェーズ4においてプロジェクトのコンポーネントや活動として取り組みられており、そうしたプロジェクトによる取り組みが持続性向上に大きく貢献している。

以上より、本事業は、政策・政治的関与、制度・体制、技術、財務、いずれも問題なく、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

本事業はアセアンの加盟国である10カ国において工学系に特化した高等教育ネットワークを形成し、域内の工学系大学の教育・研究能力を強化することを目指して実施された事業であり、準備フェーズ、フェーズ1&2に続き実施された。高等教育のネットワーク強化は、アセアンとメンバー大学に共通したニーズであり、本事業の妥当性は高い。フェーズ3では、大学と企業との共同研究、防災・環境など幅広い分野でメンバー大学の研究者が共同研究に取組み、産学連携と地域共通課題をテーマとした共同研究の経験が蓄積された。奨学金プログラムはフェーズ1&2に比べ研究者となる可能性の高い博士号取得者の割合が高く大学教員育成面での有効性が認められた。また、本事業が創刊したASEAN Engineering Journal (AEJ) がタイとアセアンのインデックスを取得したことから留学生以外の研究者からの投稿が増加し学会誌としての地位が高まった。さらに、地域会議は研究成果発表だけでなく、共同研究や共同教育プログラムの検討の場としても有効であった。その結果、本事業による帰国留学生、共同研究に従事したメンバー大学の研究者などが中心となり、フェーズ3の期間中に、国際大学院プログラムの開講が進み、ダブルディグリー制度、交換留学制度、教員交流プログラム、短期留学・研究プログラムなどメンバー大学間の共同教育プログラムが増加しており、有効性は高い。

今回の事後評価調査では本事業で実施した114件の共同研究についてインパクトの有無を調査した結果、少なくとも29件で共同特許取得、技術普及など民間および政府への具体的な社会的なインパクトの発現を確認した。産業人材育成については2018年実績で、メンバー大学から少なくとも修士号取得者1,275名、博士号取得者174名が企業へ就職してお

り、高度産業人材の輩出についても一定のインパクトがあり、以上の点から十分なインパクトがあったと認められる。

専門家派遣、プロジェクト期間、協力金額などは計画どおりであった。本事業の事務局を置くタイも当初計画どおりに副事務局長、秘書の配置や事務所経費などを負担した。また、メンバー大学も当初計画通り留学プログラムでは授業料免除・減額などの措置を取った。以上の点から、効率性も高いと判断できる。

メンバー国の政府機関およびメンバー大学は域内の共同研究や奨学金制度を通じた教育・研究の質の向上、日本企業や日本の大学とのネットワーク強化に強い期待があり、政策面の継続性は高い。体制面においては、メンバー大学間の大学間協定が結ばれており、CLMV6大学のうち4大学で同窓会組織が正式に設立されるなど、メンバー大学間のネットワークの基礎は十分に築かれている。技術面では、AEJの発行と地域会議が重要であるが、AEJは2019年にScopusのインデックスを取得したことで、安定的な投稿数も期待できるため持続性は非常に高い。分野別の地域会議についても、メンバー大学は開催経験を得て自主的な運営が既に可能となっている。また、CRIなどをとおして、メンバー大学の多くが企業との共同研究についても経験を蓄積している。体制面について、共同研究は民間を含めたコンソーシアムとして継続されており、同窓会運営の体制もでき、地域会議とAEJも継続されている。予算面で比重が大きい留学プログラムは既に終了しており、投入規模を絞った活動が可能となっていること、地域会議とAEJについては、予算投入を含めメンバー大学の継続意思が強いため、規模を限定して継続することが可能である。事務局体制の確保についてもメンバー大学の協力を得られる可能性がある。これらを踏まえると、持続性は高いと判断される。

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 AUN/SEED-Net事務局およびメンバー大学への提言

同窓会組織の発展・継続のための財源の確保

フェーズ4で同窓会活動が大幅に強化されたが、立ち上がって間もない。組織としての継続性を確保するために、魅力あるサービスを提供することで、会員にとってのメリットを維持するとともに、会費の徴収や寄付金の徴収などで安定的な財源を確保できるようにそれぞれの同窓会が組織強化を図り、事務局が会員に有益となる本邦支援大学からの情報提供や各同窓会の活動紹介などで支援を行うことを提言する。また、母校で学科長など指導的立場になっている元留学生が増加しているため、そうした教員に積極的な役割を果たすよう要請することが効果的であると思われる。

卒業生の進路調査の実施と企業による卒業生評価の実施

今回の調査で各メンバー大学の卒業生の進路調査情報を収集した。フェーズ1&2に比べると、進路調査を実施する大学は増加し、把握できた卒業生の数も増加し、調査精度も高ま

っている。しかし、まだ半分の大学では進路調査は積極的に取り組まれていない。進路調査は学生へのキャリア教育や大学のPRに重要な情報となるため、大学として（難しい場合は工学部として）組織的に取り組むよう提言する。例えば、日本の大学は極めて正確な卒業生の就職先データや卒業生の経験談などキャリア関係の情報を収集・公表しているので参考となる。また、メンバー大学の中でもITBなど制度として進路調査を実施している大学があるので、そうした大学の経験から学ぶことも有効である。このため、事務局も意欲の高いメンバー大学への進路調査の方法の提供などで支援することが望まれる。

また高度な工学系の高等教育人材を輩出するという視点から、企業がメンバー大学の卒業生をどう評価しているのか知ることは重要であるが、質問票への回答によれば、現在、そうした取り組みを行っているメンバー大学はない。このため、各メンバー大学が、採用数の多い企業から採用した学生の評価情報を収集し、教育プログラムに反映させる仕組みを導入することを提言する。産業団体や日系企業の団体、工業団地などとメンバー大学との意見交換会の開催、大学のジョブフェアなどへの企業招待で意見聴取するなど、事務局が主導して、メンバー大学と企業とのコミュニケーションの場を積極的に創ることが有効である。

先発アセアン諸国が持つ海外留学プログラムの積極的な活用によるCLM支援

3.4.1で示したとおり、CLMのメンバー大学においては教員の高学位取得へのニーズがある。このニーズへの対応として、3.4.4の表7で示すとおり、先発アセアン諸国の政府機関によるCLM向け奨学金プログラムの活用を積極的に活用するよう提言する。フェーズ4の期間中に、CLMおよび先発アセアンのメンバー大学が共同で、奨学金プログラムを運営する機関に働きかけるなどの支援が望まれる。また、JICAは2017年から「イノベーティブアジア」、2020年からは「科学技術イノベーション人材育成」というプログラムを開始し、工学分野などイノベーションが期待できる分野を対象に修士・博士課程への進学機会を提供しているが、メンバー大学は全て対象に含まれているため、このプログラムの活用も積極的に検討することを提言する。さらに、アセアンでは、メンバー国の高等教育機関および大学が参加する域内留学プログラムの提案を準備中であることから、AUN/SEED-Netの奨学金プログラムと連携できる可能性があり、アセアンと連携可能性を協議することも提言する。

4.2.2 JICAへの提言

フェーズ4以降の後方支援

フェーズ4で本事業が終了した場合、メンバー大学が持続性維持のための協力としてJICAに期待する点は非常に明確で、日本企業とのマッチング、本邦支援大学とのネットワークに係る情報提供、共同研究の優良事例やモデルの提示・助言等を求めている。フェーズ4以降の支援については、そうした強いニーズを十分に考慮して効果的な協力内容を検討することを提言する。

4.3 教訓

奨学金給付プログラムの有効性を高める方策

本事業が大きな事業効果を上げることができた理由として、事業コンポーネントがうまく相互補完的に機能したことが挙げられる。具体的には奨学金制度で高学位を取得した教員・研究者が卒業した大学の教員や同級生と応募できる共同研究プログラムおよびその結果を発表できる地域の学術会議を定期開催し、学術誌を発行することで、研究者のネットワークの継続性を高め、さらにそのネットワークを活かして大学間の共同学位プログラムの設置などより組織的なネットワークの形成へとつなげることができた。研究者の関係を維持できるプラットフォームを形成したことが多面的な効果発現に有効であった。こうした枠組みづくりは、他の奨学金給付プログラムの設計や持続性確保の仕組みの検討などで参考となる。

また、留学プログラムにおける産学連携強化という観点では、帰国した元留学生向けに研究資金を提供し現地の日本企業や地元企業との共同研究を実施し、それ以外にも産学連携促進のための本邦研修、技術経営コースの開催、産学連携セミナーの開催、産学連携促進アドバイザーチームの派遣など本事業では多様な産学連携への支援で成果を上げた。こうした取り組み内容も参考となる。

以上

添付資料 1: 主要メンバー国の高等教育機関に関する主な方針と AUN/SEED-Net についての見解

国名	主要政策	AUN/SEED-Net についての見解(回答者)
ラオス	<p>「国家計画 2020-2030」の工学系高等教育については産業振興を支える工学系人材の養成が重要政策となっている。ラオスでは高等教育法が施行され、教員・研究者が企業や社会にサービスを提供することが明確に役割として位置づけられたことから、産学連携や地域課題への対応が求められている。</p>	<p>同プロジェクトは工学系高等教育の発展に極めて大きな貢献を果たしている。フェーズ 1 開始時、ラオス国立大学工学部はわずか 6 名の博士号取得者と 5 つの学士課程のコースしかなかったが、現在では学士課程 16 コース、修士課程 9 コースに拡大、博士号取得者は 56 名に達し、そのほとんどが AUN/SEED-Net の卒業生である。AUN/SEED-Net はラオスの高等教育関係者においては極めて評価の高いプロジェクトである (Director General, Department of Higher Education, Ministry of Education and Sport)</p>
カンボジア	<p>「Policy on Higher Education Vision 2030」において、質の高い高等教育の提供、国家開発と市場の求める人材育成のためのカリキュラム開発、ガバナンス強化が目標と掲げられている。そのために奨学金の提供、STEM 教育の拡充などが戦略として挙げられている。</p> <p>「Cambodian Higher Education Roadmap 2030 and Beyond」は上記ビジョンに向けた戦略を示したもので、STEM 教員の質の向上、重点大学の教育研究施設充実、研究・イノベーションへの投資強化が掲げられている。</p> <p>「Education Strategic Plan (2019-2023) and its Reform Strategies」は STEM 分野の学生比を 27.1% in 2018 to 32% in 2023 へ、科学分野の COE を 3 つ設立すること、産業ニーズに合ったカリキュラム開発が挙げられている。</p>	<p>ITC はカンボジアの工学系で最も重要な高等教育機関であり、ITC が地域のトップ大学とのネットワーク、日本の大学との協力関係などをおしてレベルアップすることが極めて重要である。(Deputy Director General of Higher Education, Ministry of Education, Youth and Sport)</p>
ミャンマー	<p>「National Education Strategic Plan (2016-2021)」は 9 つの柱があり、高等教育では、国際基準の高等教育へのアクセス保証と雇用と国家開発への貢献が掲げられている(軍政権下で省庁再編となり、上記計画も見直しされる見込み)。</p>	<p>ミャンマーの高等教育の発展と研究能力強化において大きな貢献がある(Director General, Department of Higher Education, Ministry of Education ~ 本調査時の管轄機関)</p>

ベトナム	「Socio-Economic Development Strategy 2021-2025」では、国際競争力の強化を掲げそのために ICT を含む教育・訓練のレベルアップと科学技術の向上が重視されている。また、2019 年以降、高等教育機関のカリキュラム改訂の総理大臣令、大学認証制度に関する総理大臣令などで、高等教育の質の改編に向けた取り組みを行っている。	2 大学の質の向上に貢献していると認識している (Deputy Head of International Education Division, International Cooperation Department, Ministry of Education and Training)
インドネシア	インドネシアでは産学連携や高度産業人材育成が重視され、その実現のために「Higher Education for Technology and Education (HETI Project 2021-2025)」、科学技術研究資金提供プログラム「SBSN 2020 – (multi years)」、 「APBN funding」、 「Kampus Merdeka (emancipated learning program)」などが実施されている。	本プロジェクトをとおして、インドネシアのメンバー大学で日本留学による博士号取得者が増加し、他のアセアン諸国からの留学生受入れも進んだ。特に国際標準の教育と研究に参加することで、英語による大学院プログラムが開始されたことは、インドネシアにとって有益である(Director of Resources, Directorate General of Higher Education, Ministry of Education and Culture)
タイ	「The 20-Year National Strategy (2018-2037)」途上国から先進国に転換するための戦略で、7つの柱の一つが人材育成。「Higher Education, Science, Research and Innovation Policy and Strategy (2020-2070)」は4つの柱があり、社会の課題解決のための研究・イノベーション、研究の国際競争力アップが本プロジェクトと関連する。	本プロジェクトはタイとアセアンの工学系人材育成へ貢献するものであり、フェーズ4においても、左に示すタイ政府の政策、特に産学連携強化に貢献している(Director, Bureau of International Cooperation Strategy, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation)
フィリピン	Centers of Excellence (COE) and Centers of Development (COD)は「Higher Education Act 1994」の国際的研究、国家建設の目的に沿った戦略で、国際的な研究活動、教育の質、海外等とのネットワークをもつ大学を増やすことを目指している。	メンバー大学である UP, DLSU, MSU-IIT から、本プロジェクトは共同研究の拡大・強化のプラットフォームとして有効であるとの報告が上がっている。今後各国にある工学系ネットワークを AUN/SEED-Net が支援するような開かれたネットワークの強化に期待する(International Affairs Division, Commission on Higher Education)
マレーシア	「Malaysia Education Blueprint 2015-2025 (Higher Education MEB(HE))」で10つの柱のうち、国際競争力、タレント育成などが掲げられている。	ASEAN Engineering Journal, 研究での産業支援、域内の研究・教育の活性化などで貢献している(Director, Education Malaysia Division, Department of Higher Education, Ministry of Higher Education)

添付資料 2：産業界における産学連携ニーズ

国名	回答団体・企業名	ニーズ
ラオス	電力会社 2 社、精糖会社、通信会社の大手企業 4 社	実践的な技術者養成(商工会議所等との共同学位プログラムや共同カリキュラム改訂など)、圧倒的多数を占める中小企業に役立つ研究、大学の産学連携窓口の設置などを希望する。
カンボジア	廃棄物処理、エレベータ製造、機械制御、スタートアップ支援企業の 4 社	4 社とも ITC および AUN/SEED-Net の卒業生が経営者で、最大の関心は優秀な人材の発掘、これまでの協力はインターン受入れや学生プロジェクトの後援など。企業による奨学金提供も学生が就職するという保証があれば導入可能なので関心がある。ただし、大企業しか大学院レベルの人材ニーズはない。スタートアップへの学生の関心が非常に高いので今後支援を期待したい分野である。
ベトナム	ベトナム若手経営者協会	大学には技術はあるので民間企業にどのように技術を普及するかもっと戦略的になって欲しい。産業人材についてはよりソフトスキルと変化するビジネス環境に対応する意欲を持つ人材を育成して欲しい((British council のセミナーでの発言、2021 年 3 月 21 日)
	ベトナム商工会議所	大学はより実践的でビジネスにつながる見込みのある技術を創造する必要がある。他方、政府は企業と大学を結ぶ技術移転のプラットフォームの形成に努めるべきで、現状では企業のイノベーションのわずかしが大学の貢献がない。ホーチミン国家政治アカデミーの 2016-2019 の調査によれば、5-10%の研究しかビジネスに活用されていなかった。より商業化にむけて研究がプロアクティブになる必要がある(2019 年 8 月 18 日の発言)
	日系企業	若手人材の育成とベトナムの関係機関との関係強化が大学と連携する主な目的である。
インドネシア	鉱物資源企業	鉱物資源分野は大学の技術は非常に重要で MOU を結び、共同研究やアドバイザー役を依頼している。AUN/SEED-Net の奨学金プログラムは知らなかったが興味あり企業へプロモートしてほしい。
	大手建設公社	日本の企業のインフラ補修補強材は高額で活用できないため、インドネシアで競争力のあるローカライズされた製品ニーズがある。企業には日本の大学卒がおり、日本人の同級生でそうした製品開発に従事している友人がいるのでネットワークがある。メンバー大学の日本の大学とのつながりなど活かせる。
	半導体製造企業	研究ニーズは沢山あり、ITB と協力している。企業として海外の大学や ITB への留学制度がある。現在コロナで止まっているが、フルスカラーシップである。状況が改善すれば奨学金などで AUN/SEED-Net との連携も可能性がある。
	公営鉱業会社	AUN は良く知っている。研究で重要なパートナーである。奨学金はこれまで考えたことはなかったが、よいアイデアで、正式に本社に説明に来て欲しい。

タイ	タイ産業連盟(FTI)	加盟企業への調査によれば、共同研究は技術開発の一つのオプションとして認識されている。難しさは、大企業は情報をオープンにすることなく研究したい一方で中小企業は大学に技術協力して欲しいがそのための資金や技術者が不足することで、マッチングが重要である。一つの方法は政府が設置しているサイエンスパーク(産学連携のためのワンストップサービス提供)の積極的な活用、もう一つは FTI が中小企業向けに提供する産学連携資金への応募である。その他としては、政府の研究資金提供機関である National Research Council of Thailand (NRCT)の研究資金の6割は応用研究に提供されており、中小企業支援の資金は十分ではないが、プロジェクトベースで活用が可能となっている。環境、循環型技術についてそうした資金への応募が奨励されている。
フィリピン	フィリピン商工会議所	大学への期待は、企業が求める知識・スキルに大学のカリキュラムが適合していること、ビジネスについて良く理解していること、大学と企業による研修・インターン、共同研究などが主なニーズであり、商工会議所には、高等教育、職業訓練など分野毎に部会があり、そうした協力を実施している。また、在フィリピンの日本人商工会議所とも Philippines-Japan Business Council を通じた協力関係があり、日本企業を含めた協力が可能である。
マレーシア	(“White paper on Malaysia’s participation in international standards technology in energy sector.” March 2019)	企業へのインタビュー結果から、エネルギー分野における産業人材育成ニーズは特定スキル・技術ではなく、人材の総合力を高めることである。また、カリキュラムを国際的な基準に沿った内容に高めることも重要である。
	(Clair Report No.471 “Progress of Malaysia’s economic industry policy to aim at being a developed country by 2020” August 2018)	実践的な人材、国際的な基準に合致した質の高い人材、海外で教育を受けた人材の活用、労働生産性の伸びは年 2.3% (2011-2015) であり、2016 年～2020 年には、3.7% (サービス業 4.1%、製造業 3.0%)に向上させられるような教育プログラムの改善

タイ

2020年度 外部事後評価報告書

円借款事業「第8次バンコク上水道整備事業」

外部評価者：株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン 藺田元

0. 要旨

「第8次バンコク上水道整備事業」（以下、「本事業」という）は、バンコクにおいて首都圏水道公社（Metropolitan Water Authority：以下、「MWA」という）の浄水能力を強化し、取水・送水・配水施設の整備及び配水管を整備・拡充させることにより、バンコク首都圏の逼迫する水道需要への対応を図り、もって同地域住民の生活環境の改善に寄与することを目的に実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにタイ及びバンコク首都圏の開発政策・開発計画、開発ニーズとの整合性が高い。審査時の日本の援助政策との整合性も高いことから、本事業の妥当性は高い。管路敷設以外は概ね計画通りのアウトプットが実現し、事業費は計画内であったが、管路敷設延長が計画を下回り、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業により MWA の浄水能力は計画どおり増加し、浄水供給量が増加した。これは、本事業で実施された貯水池・ポンプ施設の増強、配水管の敷設と相まって、MWA の給水サービスの改善・拡張に結び付いた。これによる生活環境・公衆衛生の改善等のインパクトが発現し、水利用者の満足度は高い。また、本事業は地下水に代わる水源を提供し、地盤沈下の抑制に貢献していると考えられる。以上から、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は制度・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。

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



バンケン浄水場

1.1 事業の背景

バンコク特別市と周辺 5 県から構成されるバンコク首都圏は約 1,080 万人（2016 年）の人口を擁するタイの政治・経済の中心地であり、MWA がバンコク特別市、ノンタブリ県及びサムットプラカン県で上水道を運営していた。2008 年に 513 万 m³/日であった最大水需要は、2008 年時点の予測では 2017 年には 627 万 m³/日に達すると見込まれていた。しかし、2010 年当時の浄水供給施設能力は 552 万 m³/日であったため、需給が逼迫し水不足が生じることが懸念されていた。他方、JICA は合計 11 度の円借款事業及び 2 度の技術協力プロジェクトを通じてバンコク首都圏の上水道分野を支援していた¹。以上を背景に、タイ政府は 2008 年に日本に対して浄水場の拡張をはじめとした上水道整備を行う円借款事業を要請し、2009 年に本事業の借款契約が締結された。

1.2 事業概要

バンコクにおいて首都圏水道公社の浄水能力を強化し、取水・送水・配水施設の整備及び配水管を整備・拡充させることにより、バンコク首都圏の逼迫する水道需要への対応を図り、もって同地域住民の生活環境の改善に寄与する。

円借款承諾額/実行額	4,462 百万円 / 4,410 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2009 年 12 月 / 2009 年 12 月
借款契約条件	金利：0.8%（コンサルティング・サービス 0.01%） 返済：15 年（うち据置：5 年） 調達条件：一般アンタイド
借入人/実施機関	首都圏水道公社/首都圏水道公社
事業完成	2016 年 10 月
事業対象地域	バンコク特別市、ノンタブリ県、サムットプラカン県
本体契約	Summit Grade Limited Partnership（タイ）/St Power Engineering Corp., Ltd.（タイ）（JV）、Summit Grade Limited Partnership（タイ）
コンサルタント契約	日水コン（日本）/TEAM Consulting Engineering and Management., Ltd.（タイ）/Asdecon Corporation Ltd.（タイ）
関連調査	MWA Master Plan (Revised on 2008) (MWA)
関連事業	有償資金協力第 8 次バンコク上水道整備事業附帯技術支援（2010 年～2013 年）、バンコク上水道整備事業（1979 年）～第 7 次バンコク上水道整備事業（1999 年）までの 11 件の円借款事業、技術協力「水道技術訓練センター」（1985 年～1991 年）、「水道技術訓練センター（II）」（1994 年～1999 年）

¹ 有償資金協力「バンコク上水道整備事業」（1979年承諾）から第7次（1999年承諾）まで合計11度の円借款供与（借款総額100,819百万円）。技術協力プロジェクト「水道技術訓練センター」（1985年～1991年）、「水道技術訓練センター（II）」（1994年～1999年）。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藪田元（株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン）

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：2020年10月～2021年11月

現地調査：2021年3月（現地調査補助員による）

2.3 評価の制約

新型コロナウイルス感染症のパンデミックにより、外部評価者のタイへの渡航は行わず、実施機関へのヒアリング、本事業により建設された上水道施設の実査及び水利用者等へのインタビューは現地調査補助員を通じて実施した。

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の計画時（2009年）、タイ政府は経済社会開発に対する政策として、国家経済社会計画（第10次）を策定しており、同計画の中で「資源・自然環境の保全」を重点分野と位置づけ、上水道施設の整備の必要性を指摘していた。他方、MWAは1970年代から上水道マスタープランに基づき段階的な上水道施設整備を進め、給水能力増強のための浄水場拡張、配水区域拡大のための送・配水管整備、漏水削減のための送・配水管リハビリテーション等を実施してきた。本事業はMWAが2009年に作成した修正マスタープランに「第8次上水道整備事業」として位置づけられている。

事後評価時（2021年）、タイ政府は第12次国家経済社会開発計画（2017～2021年）により「足るを知る経済」「持続可能な開発」「人間中心の開発」の理念より経済成長と格差是正、地元の知恵とイノベーションによる生産性向上による開発を目指し、そのインフラ・ロジスティクス開発戦略では上水道施設の全国への普及と水消費の効率改善、技術革新の推進が言及されている。また、MWAの修正マスタープラン（上述）では、本事業の後も、2027年までの水需要の増加に応じた上水道施設の段階的な整備計画が示されている⁴。

以上から、本事業は計画時、事後評価時ともに、タイの開発政策との整合性が高い。

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁴ MWAは2017年に第9次上水道整備事業を開始し、水需要の増加に対応するためマハサワット浄水場の浄水能力はさらに1.5倍に増強される予定である。2021年4月現在、建設はまだ開始されていない。なお、MWAは事後評価時、新たなマスタープランを策定中である。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

「1.1 事業の背景」で述べたように、計画時、バンコク首都圏では水の需給が逼迫し、水不足が生じることが懸念されていた。事後評価時、本事業が拡張した2カ所の浄水場は十分に活用されており（「有効性」を参照）、さらなる水需要の増加に応じてマハサワット浄水場の拡張が予定されている（脚注4を参照）。また、本事業に含まれた送配水施設（ポンプ施設、配水池）は今後も人口増加による水需要の増加に応じて活用されると見込まれる。

以上から、本事業は計画時のバンコク首都圏の開発ニーズと整合性があり、その必要性は事後評価時も維持されていると判断される。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

計画時、日本の対タイ経済協力計画（2006年）では「社会の成熟化に伴う問題への対応」を重点分野と位置付け、都市問題の解決や環境管理体制強化への支援を開発課題として取り上げていた。これを受け、JICAはタイで都市部の生活・環境改善のための計画的な都市整備を行う方針を掲げていた。以上から、本事業には計画時の日本の援助政策との整合性が認められる。

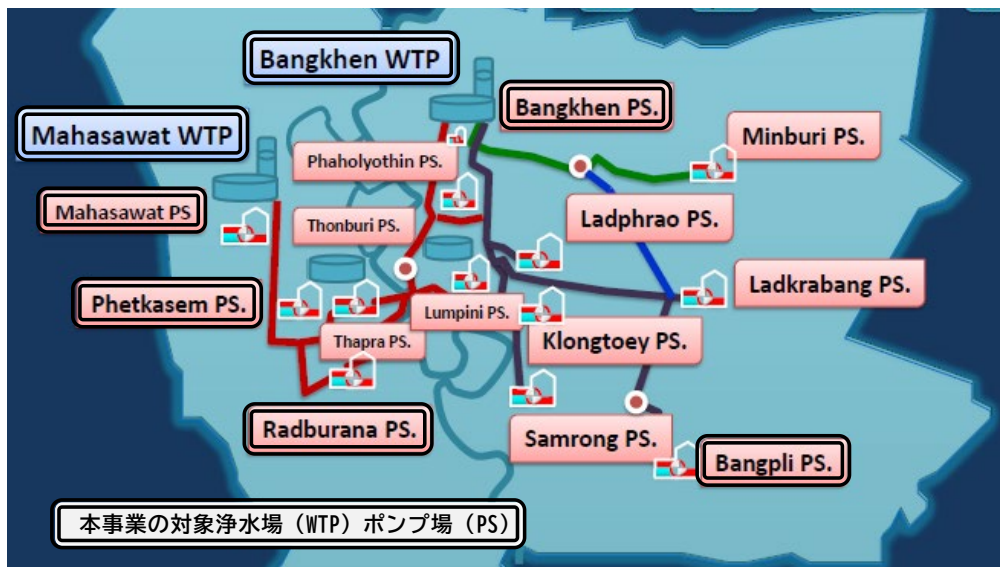
以上より、本事業の実施はタイの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

バンコク首都圏でMWAが運用する上水道システムでは、チャオプラヤ川を水源とするバンケン浄水場（浄水能力400万m³/日）、マエクロン川を水源とするマハサワット浄水場（浄水能力160万m³/日）が全体の約95%の水を生産している。給水地域はバンコク特別市、ノンタブリ県、サムットプラカン県で、チャオプラヤ川をはさんで東西に分かれている。マハサワット浄水場は川の西岸、バンケン浄水場は川の東岸に給水するが、両岸の送配水施設はチャオプラヤ川を横断する送水トンネルで連結されている。両浄水場の水は14カ所のポンプ場を通じて配水される。ほとんどのポンプ場には貯水池が併設されている。

本事業は、2017年までの水需要増加に対応するために主要浄水場を拡張し、必要に応じて一部ポンプ場・貯水池を拡張するとともに、新たな管路を敷設することによりMWAのサービス対象地域を拡大するものであった。本事業のアウトプットの計画と実績は表1のとおりである。



(注) 原水のためのサムリーポンプ場は上記地図の範囲外にある。
小規模なポンプ場 2 ヶ所は表示されていない。

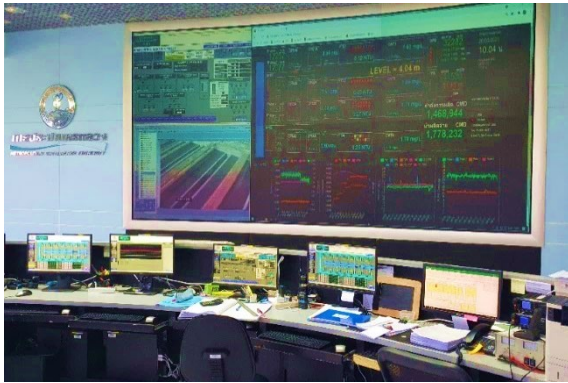
図 1 バンコクの上水道システム全体図

表 1 アウトプットの計画と実績

計画	実績
マハサワット浄水場拡張* 原水ポンプ (150 m ³ /分×2 台) 送水ポンプ (300 m ³ /分×1 台) 高速凝集沈殿池 (40 万 m ³ /日) 貯水池	計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり
バンケン浄水場拡張 原水ポンプ (358 m ³ /分×2 台) 送水ポンプ (300 m ³ /分×3 台) 高速凝集沈殿池 (40 万 m ³ /日) 排泥脱水設備 (40 万 m ³ /日) 変電所設備 (69/6.6kV、15MVA)	計画どおり 2021 年 12 月に完成予定 計画どおり 計画どおり 計画どおり
ポンプ場ポンプ増設 バンプリーポンプ場配水ポンプ (125 m ³ /分×1 台) サムリーポンプ場原水ポンプ (500 m ³ /分×1 台)	計画どおり 計画どおり
配水池拡張 ラットブラナ配水池 (4 万 m ³) ペッカセム配水池 (4 万 m ³)	ラットブラナ配水池 (1 万 m ³) 計画どおり
管路敷設* 配水本管 (112km) 配水支管 (875km)	配水本管 (74km) 配水支管 (470km)
コンサルティング・サービス 詳細設計・入札支援* 施工監理 (マハサワット浄水場・管路敷設以外) 施工監理 (マハサワット浄水場) *	計画どおり

(出所) JICA 提供資料、MWA 提供資料

(注) *は借款対象外



マハサワット浄水場の SCADA システム⁵ (左)、貯水池 (右)



バンケン浄水場の原水ポンプ (左)、送水ポンプ (右)

本事業により、バンケン浄水場及びマハサワット浄水場では、それぞれ、計画通り 40 万 m³/日の浄水能力を追加できる施設が建設された。2010 年までに詳細設計が行われてからバンケン浄水場の各部分の工事 (2011～2017 年) までの間に MWA が各所で必要な緊急工事を行ったりして状況が変化したため、バンケン浄水場では電力設備及び浄水設備等に重要な設計変更があり、同浄水場拡張の工事期間及び事業費が大幅に増大した。マハサワット浄水場は 2013 年 1 月、バンケン浄水場は 2016 年 6 月に拡張された施設が稼働開始した⁶。なお、両浄水場の実査及び MWA 現場職員へのヒアリングによると、本事業の施設設計には運営・維持管理の効率性・安全性に関する課題が散見された⁷。浄水場の職員からは、詳細設計時に十分なヒアリングを行って既存施設の設計や運用・

⁵ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) システムとは大きな施設やインフラなどを構成している装置・設備から得られる情報を、ネットワークを利用して一カ所に集めて監視すると共に、必要に応じて制御するシステムのこと。

⁶ 両浄水場では一部のポンプ施設の完成が遅れたが、拡張された浄水場の稼働には影響しなかった (脚注 9 を参照)。

⁷ マハサワット浄水場では堰 (Parshall Flume) の落差が小さく、そこで行う薬品投入の効率が低いほか、塩素注入の能力が不十分であったため、MWA は設備を追加する必要がある。また、水中ポンプのフロートスイッチ (水位を検知するセンサー) が水質に応じて選ばれていないため、頻繁に故障するほか、SCADA はシステム設計上、データ処理に時間を要し、状況に応じて迅速に運転を切り替えることが難しい。バンケン処理場では塩素注入機器は安価な機器を組み合わせため不具合が頻発する。また、塩素・活性炭貯蔵室や汚泥脱水施設の広さや設備の配置が運営・維持管理上、不便であるほか、沈殿池の照明は暗く、サンプル採取地点が隠れた場所にあり、作業時の安全性に欠ける。

維持管理上の経験を把握し、それを詳細設計に反映していれば、その一部は防げたはずであるとの指摘があった。

両浄水場に計画されたポンプのうち6台⁸については、2011年9月に契約した最初のコントラクターの実施能力が乏しく工事が大幅に遅れたため、MWAは2014年11月に契約を解除した。このうち、マハサワット浄水場の原水ポンプ2台は、2016年3月に契約締結し、新たに結んだ契約により2018年5月に完工した⁹。両浄水場の送水ポンプ4台は、2017年に施工された公的調達物資管理法に対応した入札書類の準備に時間を要し、2019年12月（マハサワット浄水場）、2020年3月（バンケン浄水場）に新たな契約が締結された。マハサワット浄水場の送水ポンプは2021年6月に完成した。2021年8月現在、バンケン浄水場の送水ポンプは2021年12月に完成予定である。

ラットブラナ配水池は貯水量4万m³の拡張が計画されていたが、必要性とコスト削減の両面から必要な貯水量を再検討した結果、1万m³に縮小された。同配水池はバンケン浄水場からの送水網とマハサワット浄水場からの送水網の接続地点にあり、両浄水場の水を融通することにより配水池容量が小さくても安定した配水が可能である。この変更に伴い事業費は削減されたが、この設計変更に時間を要したため同配水池の工事期間は2倍以上に増大し、完成は2016年10月であった。

本事業による管路敷設（借款対象外）は配水支管30契約、配水本管21契約の合計51契約により実施された。本事業における配水管敷設の完成は2010年10月～2013年5月で、管路延長470.0kmは計画の54%であった。また、配水本管敷設の完成時期は契約により2010年6月～2016年1月で、管路延長の実績73.5kmは計画の66%であった。敷設延長が計画を下回ったのは、一部の対象地域でバンコク首都圏庁、運輸省道路局、運輸省農村道路局などが実施する街路・下水・排水などの事業計画との調整の結果、実施が先延ばしにされたことが主な理由であった。なお、本事業で実施されなかった部分は、今後、関係機関との調整ができ次第、本事業の範囲外として実施される予定である。

計画通り、コンサルティング・サービスは以下の3契約により実施された。管路敷設の詳細設計と施工監理はMWA直営で実施された。

- ① 管路敷設を除く全体の詳細設計と入札支援（2010年1月完了、円借款対象外）
- ② 円借款部分（管路敷設とマハサワット浄水場以外）の施工監理（2020年9月完了、円借款対象）
- ③ 先行着手されたマハサワット浄水場の施工監理（2014年6月完了、円借款対象）

⁸ バンケン浄水場の送水ポンプ3台、マハサワット浄水場の原水ポンプ2台・送水ポンプ1台。バンケン浄水場の原水ポンプ2台はサムリーポンプ場の原水ポンプとともに別の契約で調達された。

⁹ 同浄水場では拡張工事完成後、原水ポンプの能力が不足したため、MWAが一時的に小型ポンプを複数設置して補う必要があった。他方、送水ポンプ4台は両浄水場にある既存ポンプ施設が安定して送水できるための予備ポンプとして計画されたが、両浄水場からの送水は既存ポンプで行われ、2021年3月の時点で、その完成の遅れが両浄水場からの送水の制約となったことはない。

外)

本事業に関連した JICA の技術協力として「有償資金協力第 8 次バンコク上水道整備事業附帯技術支援」が 2010 年 10 月～2013 年 3 月に実施され¹⁰、その一環として管路敷設について施工監理の改善、非掘削工法の導入などの知識が移転された。本事業による配水本管敷設の一部は非掘削工法で実施され、技協で得られた知識が活用されたと考えられる。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は 21,099 百万円（円借款：4,462 百万円）の計画であった。その実績（一部に見込み額を含む）は 20,586 百万円（計画比 98%、円借款：4,410 百万円）であった（表 2）。

表 2 事業費の計画と実績

（単位：百万円）

	計画			実績		
	全体	円借款	タイ側資金	全体	円借款	タイ側資金
バンケン浄水場・配水池・機材調達	4,338	3,508	830	6,634	4,102	2,532
マハサワット浄水場	2,117	0	2,117	2,532	0	2,532
管路敷設	9,680	0	9,680	9,026	0	9,026
コンサルティング・サービス	475	364	111	579	308	271
プライス・エスカレーション	2,334	395	1,939	0	0	0
予備費	929	195	734	0	0	0
税金・管理費	1,109	0	1,109	1,699	0	1,699
その他	116	0	116	116	0	116
合計	21,099	4,462	16,637	20,586	4,410	16,176

（出所） JICA 提供資料、実施機関提供資料より作成。

（注） 実績は MWA の質問票回答より集計。未完成の一部契約は最終契約金額を採用した。

管路敷設の費用はほぼ計画された事業費（物価上昇分を除く）のとおりであったが、アウトプットは計画の 55%（配水支管及び配水本管合わせて計画延長 987km に対して実績 544km）であり、効率性は低い。MWA によると、想定を超えた労賃や建築材料等の高騰、交通渋滞悪化等による夜間工事の増加などによりアウトプットに比べて工事費が増大した。総事業費実績はほぼ計画通りであったが、計画の 55%であった管路敷設

¹⁰ 附帯技術支援では、日本の水道事業体の技術・経験の共有により、MWA の上水道施設の運営・維持管理能力が向上することを目標に、大阪府、名古屋市、東京都の水道事業体による本邦研修、短期専門家派遣が行われた。大阪府は浄水・送水、名古屋は配水管理、東京都は無収水対策についての技術支援を行った。

延長が 100%となった場合の総事業費は約 29,000 百万円と試算され¹¹、計画の 1.4 倍程度となり計画を上回る。よって、本事業の事業費の効率性は中程度と判断される。

3.2.2.2 事業期間

本事業は 2009 年 9 月の借款契約調印から 2014 年 1 月に全ての工事及びコンサルティング・サービスが完了するまでの 53 カ月間で実施される計画であった。実際には、2009 年 12 月に借款契約が調印された。各コンポーネントの完成時期は以下のとおりである。

バンケン浄水場拡張	2016 年 6 月稼働(送水ポンプは 2021 年 12 月完成予定)
マハサワット浄水場拡張	2013 年 1 月稼働 (送水ポンプは 2021 年 6 月完成)
ポンプ場配水池拡張	2016 年 10 月
ポンプ場ポンプ増設	2013 年 4 月
管路敷設	2016 年 6 月
コンサルティング・サービス	2016 年 6 月

本事業の事業期間に影響を与えた主な要因として、バンケン浄水場の設計変更、浄水場ポンプ施設の契約解除、配水池の設計変更については前述の通りである。その他の要因として以下を指摘できる。

- 2011 年の洪水による工期延長：2011 年のモンスーンにより発生したタイの洪水により、バンコクの一部が浸水した。マハサワット浄水場建設サイト及び管路敷設サイトの一部が水没した他、市内道路網が寸断されたことにより、その他のサイトの工事も大きな影響が出た。この洪水による工期延長について、閣議決定により、公共事業において土木工事は 180 日間、機材調達は 120 日間、遅延賠償金が免除されることとなった。本事業の全ての工事契約の契約期間がこれに沿って延長された。
- 2013 年以降の労働力不足：タイ政府の新たな政策により 2013 年以降、タイの最低賃金が大幅に引き上げられた。バンコクと地方の賃金格差が縮小したためにバンコクでは人手不足となった。このため労働市場が売り手市場となり、想定された賃金で適切な労働力を確保することが難しくなった。このため、本事業を含む多くの公共事業において、これに対応するため工期が 150 日間延長された。
- バンケン浄水場のための原水ポンプの工事契約では、最低賃金引き上げの影響を受けてコントラクターが深刻な財務困難に陥ったことから、工期が 3 倍以上に増大した（計画 22 ヶ月→実績 68 ヶ月）。

¹¹ 管路敷設の実績 9,026 百万円が管路の 55%に相当することから、残りの 45%の管路を完成させるためには約 7,385 百万円 (9,026 百万円÷55%×45%)、これに税金・管理費 14%を加えた 8,419 百万円の事業費が追加的に必要とされる。これを加えた総事業費は 29,005 百万円と試算され、計画 21,099 百万円の 137%にあたる。

本事業のうちバンケン浄水場、マハサワット浄水場はそれぞれ2016年6月、2013年1月に稼働開始し、これを浄水場の完成時期と考えることができる。他方、ポンプ場の配水池拡張・ポンプ増強及び管路敷設は送配水施設の整備であり、両浄水場の拡張とは独立して効果が得られるため、両浄水場の完成をもって本事業全体の完成とみなすことはできない。よって、本事業全体の事業完成時期は、両浄水場の稼働開始及びポンプ場の配水池拡張・ポンプ増強及び管路敷設の完成の全てが完了した時期とするのが適切と考える。以上により、本事業の完成は2016年10月（ポンプ場配水池拡張の完成）、事業期間の実績は6年11カ月（83カ月）と判断される¹²。

他方、本事業では2011年の洪水により土木工事は180日間、機材調達は120日間、契約期間が延長された。これは自然災害による不可抗力が原因であり、効率性の判断からは除外すべきと考える。よって、事業期間は83ヶ月間から180日（6カ月間）を差し引いた77ヶ月間、計画53カ月の145%となる。以上から、事業期間の効率性は中程度である。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

計画時、以下の前提により本事業の浄水場拡張について財務的内部収益率（FIRR）は10.2%、経済的内部収益率（EIRR）は21.4%と算出された。

費用 FIRR： 事業費、水供給費用、維持管理費用

EIRR： 事業費、水供給費用、維持管理費用（いずれも経済費用）

便益 FIRR： 水道料金収入

EIRR： 水利用増加への支払い意思額（既存需要家）

代替水源の費用節約（新規需要家）

プロジェクトライフ： 稼働開始から30年間

事後評価時において同様の前提により実際の費用・便益に基づく再計算を行ったところ、FIRRは10.1%、EIRRは22.2%となった。計画時との違いは、計画時以降の実績を考慮して事業費、水供給費用、水供給量を見直したことなどにより生じたものである。

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。

¹² 本事業の完成時期について MWA と JICA は両浄水場の稼働開始を事業完了と再定義する合意を2020年9月に結んだ。未完成の送水ポンプは予備の施設として計画されたものであり、両浄水場は稼働開始以来、計画された浄水能力を問題なく実現していることから、本事業のうち両浄水場の完成時期をこのように再定義したことに問題はないと判断される。他方、事後評価では、本事業に浄水場と送配水施設の両方が含まれることを考慮して事業完成時期を判断した。

3.3 有効性・インパクト¹³（レーティング：③）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業はバンコク首都圏の逼迫する水道需要に対応することが目的であった。計画時、浄水場に関する指標として浄水能力、平均浄水供給量、最大浄水供給量、および推計裨益人口が設定されていた。浄水場については、これらの指標の達成状況を分析する。本事業の送配水施設（ポンプ増設、貯水池拡張、管路敷設）については計画時に指標が設定されていなかったが、その利用状況等に基づき、事業目的への貢献を分析する。

3.3.1.2 浄水場

本事業が拡張したバンケン浄水場とマハサワット浄水場及び MWA 全体の浄水能力、平均浄水供給量、最大浄水供給量の計画と実績を表 3 に示す。両浄水場は MWA 全体の浄水能力の 90%、浄水供給量の約 95% を占める中心的な浄水場である。

表 3 浄水場の関連指標の計画と実績

（単位：万 m³/日）

	基準値 2008	計画値 2016	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
バンケン浄水場 （2016年6月に本事業による拡張部分が稼働開始）											
浄水能力	360	400	360	360	360	360	400	400	400	400	400
平均浄水供給量	339	366	340	323	353	364	362	393	370	394	397
最大浄水供給量	358	388	394	359	395	403	395	424	412	419	424
マハサワット浄水場 （2013年1月に本事業による拡張部分が稼働開始）											
浄水能力	120	160	120	160	160	160	160	160	160	160	160
平均浄水供給量	107	147	115	148	134	145	147	140	136	147	159
最大浄水供給量	117	156	148	170	153	169	168	153	154	164	172
MWA 全体											
浄水能力	-	-	552	592	592	592	672	672	672	632	632
平均浄水供給量	-	-	496	505	519	546	544	567	538	572	584
最大浄水供給量	-	-	566	552	575	602	584	613	593	617	623

（出所）基準値・目標時は JICA 提供資料、実績は MWA 提供資料による。

（注）網掛け部分は 2016 年目標値を達成した指標

本事業によりマハサワット浄水場の設備能力は 120 万 m³/日から 160 万 m³/日に、バンケン浄水場の浄水能力は 360 万 m³/日から 400 万 m³/日に増加した。これは計画どおりであり浄水能力の計画達成度は高い。ただし、その実現は計画された時期（マハサワット浄水場が 2012 年 2 月、バンケン浄水場が 2013 年 12 月）から 1～2 年半遅れた。

¹³ 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。

2020年の平均浄水供給量は、2008年に比べるとバンケン浄水場が117%、マハサワット浄水場が149%に増加した。両浄水場を合わせると125%に増加した。計画時に設定された2016年の目標値と比較すると、2016年の時点で、バンケン浄水場ではわずかに計画に達しないが（目標達成率98.9%）、マハサワット浄水場は目標どおりであった（目標達成率100%）。

最大浄水供給量は両浄水場ともに2016年の目標値を達成し、2020年にはバンケン浄水場、マハサワット浄水場でそれぞれ浄水能力の106%、108%に達している。

計画時、本事業による浄水場拡張は、一人あたり浄水供給量に基づき、約125万人に裨益することが想定されていた¹⁴。本事業により両浄水場に追加された浄水設備能力は計画どおり80万m³/日であった。両浄水場では設備能力いっぱいの水生産が行われ¹⁵、2020年の設備利用率（浄水供給量÷浄水能力）は99.3%であったことから、本事業により約79.4万m³/日が追加的に浄水されたと見なすことができる。これは同年の総浄水供給量584万m³/日の約14%に相当する。よって、推計裨益人口はMWAの総水供給人口828万人（2019年末）の14%に相当する約116万人と算出される。これは目標値125万人の93%である。なお、両浄水場の水はMWAの給水地域全域に供給されており、実際にはMWAの総水供給人口828万人全体が裨益している。

以上のように、両浄水場について設定された指標の達成率は高い、また、2016年以降、バンコクでは24時間給水が維持され、洪水被害等で一時的に断水した期間を除き、深刻な水不足は発生していない。よって、両浄水場の拡張は目標を十分達成したと考えられる。

3.3.1.3 送配水施設

MWAが運用する配水ポンプ場のうち、本事業が增強した3カ所のポンプ場及び全体の配水量の変化を表5に示す。本事業はペッカセムポンプ場の配水池、ラットブラナポンプ場の配水池、バンプリーポンプ場の配水ポンプを增強した。

表4 ポンプ場による配水量の推移

(単位：万m³/日)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	増加率 2012～2020
ペッカセムポンプ場	24	27	34	36	33	35	34	37	36	50%
ラットブラナポンプ場	42	41	42	43	44	44	41	43	45	7%
バンプリーポンプ場	35	39	37	37	40	41	38	40	42	20%
全てのポンプ場	474	483	461	493	513	541	527	547	553	17%

(出所) MWA 提供資料

¹⁴ 全用途・漏水を含む一人あたり平均浄水供給量を641リットル/日として算出。

¹⁵ 設備利用率（浄水供給量÷浄水能力）は2016年の時点でバンケン浄水場が82%、マハサワット浄水場が92%で、その後も85%以上を維持し、2020年には99%に達した。

2012年～2020年の期間に全体では配水量が17%増加した。ポンプ場別の増加率はベッカセムポンプ場が50%、バンプリーポンプ場が20%、ラットプラナポンプ場が7%であった。ポンプ場による増加率の違いは各ポンプ場の配水対象地区の人口増加率の違いを反映したものである。いずれのポンプ場でも本事業の施設が活用され、配水量の増加に貢献したと考えられる。

本事業では約470kmの配水支管が敷設された。MWAは2019年に総延長36,453kmの配水支管で約828万人に給水していることから、配水支管1kmあたり接続人口は約227人となる。これに基づき、本事業では約10.7万人が新たに上水道を利用するようになったと試算される。これは、MWAの給水人口828万人の1.3%に相当する。

MWAは世界保健機構(WHO)の飲料水水質ガイドラインに適合した浄水と送配水を行うことを目的とする水安全計画(Water Safety Plan)に沿って水質管理を行っている。MWAのデータ(2020年9月)によると、バンケン浄水場、マハサワット浄水場の水質は全ての水質項目が基準値の範囲内であった。また、2019年に給水地域の蛇口で採取されたサンプルの95%以上は濁度が、99%以上は残留塩素濃度が基準値の範囲内であった。

以上から、「バンコク首都圏の逼迫する水道需要への対応を図る」という本事業の目的は十分達成されていると判断される。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業のインパクトとして、本事業のアウトカムである給水サービスの改善(給水地域の拡大、既存給水地域の給水サービス改善)が引き起こす「生活環境・衛生状況の改善」が期待されていた。さらに広いインパクトとして、これらに起因する家庭生活上・社会経済上の変化が想定される。以下、本事業による給水サービスの改善を概観したうえで、定性調査の結果に基づき¹⁶、「本事業以前からMWAの給水サービスが提供されていた地区(既存給水地域)」及び「本事業により新たにMWAの給水サービスが提供された地区(給水拡大地区)」のそれぞれで経済面、社会面のインパクトを分析する。

¹⁶ 典型的なインパクトの内容とその発現状況を把握することを目的に、定性調査として、以下を対象に現地調査補助員を通じたインタビューを行い、MWAの現在の給水サービス、及び、事業前後の給水サービスの変化とそれに伴う生活上・事業運営上の変化について質問した。

対象地区：バンコク特別市、サムットプラカン県、ノンタブリ県で「本事業以前からMWAの給水サービスが提供されていた地区(既存給水地域)」及び「本事業により新たにMWAの給水サービスが提供された地区(給水拡大地区)」

住民60名(男性24名、女性36名)：3地区の既存・拡大地区それぞれから数名ずつ個別・グループインタビュー。

事業者12名：学校(小中学校・大学)3カ所、医療機関3カ所、商業施設6カ所(大規模商業・レクリエーション施設、商店、工場など)の事業者への個別インタビュー

(1) 給水サービスの変化

アウトカムのうち、給水地域の拡大は本事業による配水管路敷設により実現した（給水拡大地区）。その裨益人口は約 10.7 万人（有効性参照）、MWA から給水を受ける総人口 828 万人（2019 年）の 1.3% に相当すると推測される。

マハサワット浄水場、バンケン浄水場の両浄水場は MWA 全体の浄水供給量の 95% を占め（有効性参照）、両浄水場の水は MWA の給水地域全体に提供されている。また、一人あたり浄水供給量は 2006 年の 565 リットル/日から 2019 年の 705 リットル/日に増加した¹⁷。よって、両浄水場の浄水供給量増加は既存給水地域全体の給水サービス改善に貢献したと考えられる。また、本事業により 2 ヶ所の配水ポンプ場で配水池が、1 ヶ所のポンプ場で配水ポンプが増強された。これは各ポンプ場の配水地区における配水の安定化に貢献し、給水サービス改善に結び付いたと考えられる。なお、本事業と並行して、MWA は配水ポンプ場の増強、配水本管・配水支管の修復・敷設などの事業を実施し、2013～2022 年に約 250 億円の投資が計画・実施されてきた。配水ゾーン毎の漏水管理を行う情報システムを活用した漏水削減、リアルタイム水質監視システムによる水質管理の強化にも取り組んでいる。既存給水地域における給水サービス改善は、本事業とこれらの事業の相乗効果である。

給水サービスについての住民へのヒアリングによると、水圧は概ね良いが、人口増が急速な地区等では時間帯によって水圧が低下することがある。水質も概ね良いが、一部の住民から硬度が高い、塩素が強いことがあるとの指摘があった。ほとんどの住民は断水の事前通知、水漏れへの迅速な対応など MWA の顧客対応及び水道料金に満足している。インタビューした住民の 9 割が MWA の給水サービスに「大いに満足」「満足」と回答した。他方、事業者の多くも水圧・水質に概ね満足している。ただし、病院や大型商業施設では独自に水質検査を行っているところもあり、残留塩素濃度が足りない場合に独自に塩素を追加することがある。なお、既存給水地区では、全ての住民・事業者から、水圧、水質が 10 年前に比べて改善されたことが報告された。

(2) 既存給水地区におけるインパクト

大半の住民は水圧を補うためのポンプを備えているが、水圧が改善されたため、以前のように頻繁にポンプを使う必要がなくなった。家庭での水の利用量・頻度についての大きな変化は報告されなかった。病院、学校、製氷工場などの事業者からは、MWA の給水サービスの水圧が良くなったので地下水の利用をやめたという報告があった。水質の改善により、以前は飲まなかった水道水を、蛇口に接続して利用する浄水器を通して飲むようになったことがほとんどの住民及び学校等の事業者から聞かれた。浄水器を利用する家庭ではボトルに入った飲料水の購入が減少し、水に関する支出の削減に結び付いた。多くの事業者は、より安心できる水質の水を安定して利用できることが事業にと

¹⁷ 一人あたり浄水供給量は MWA の総浄水供給量を総供給人口で割ったものであり、一人当たり水利用量とは異なる。2006 年は計画時の MWA による予測値から、2019 年は実績値から算出した。

って重要である考え、MWA の給水サービスの水圧・水質の改善は大いに歓迎されている。

(3) 給水拡大地区におけるインパクト

MWA の給水サービスに接続される前は、行政区が地下水を水源とする上水道サービスを提供していた。以前はたびたび断水が起こり、水圧が低いため、水の利用をめぐって隣人と諍いが起きることもあった。水質は劣悪で、蛇口をひねって最初に出る水が濁っているため、水がきれいになるまで出しっぱなしにしたり、水質改善のための薬品を使ったりすることもあった。MWA の給水サービスに接続されたことによりこのような問題は解消し、水についての利便性が高まった。

住民からは、家庭での水の利用量・頻度についての大きな変化は報告されなかった。飲用にはボトルの水を購入していた一部の住民は、MWA の給水サービスに接続後、浄水器を使って水道水を飲用に利用している。また、近隣にランドリーショップができたり、自宅で総菜の販売を始めたりした例が報告された。水質の改善は高く評価されており、全員が、家庭内の衛生改善に結び付いたと考えている。ただし、住民は以前から衛生管理・飲み水の管理には十分な注意を払ってきており、水系伝染病は MWA の給水サービスに接続される前からほとんど起きておらず、特に変化は報告されなかった。

事業所では MWA の給水サービスに接続する前、敷地内の井戸からの地下水や雨水が使われていた。今も地下水を主に使っている学校もあるが、多くは MWA の給水サービスを利用している。水源の変化を理由とする水の利用の変化は特に報告されなかった。大学では MWA の給水サービスになって水の管理が容易になったとの報告があった。多くの事業者は、より安心できる水質の水を安定して利用できることが事業にとって重要であり、水圧・水質の改善を高く評価している。

以上から、配水管網整備延長が計画を下回ったことから給水拡大地区の広がりには計画よりも小さくなったが、既存給水地区及び給水拡大地区の双方において、本事業に期待されたインパクトが一定程度、発現していると判断される。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

(1) 環境面のインパクト

MWA によると、本事業の工事はいずれもバンコク都庁が定めた指針に沿って、環境面・社会面への配慮を行って実施され、特に問題は生じていない。また、浄水場・ポンプ施設の拡張工事はいずれも MWA の敷地内であり、環境・社会面の問題は生じなかった。また、二つの浄水場で発生する汚泥は適切に処理されている。

本事業により地表水を水源とする給水サービスが改善・拡張されたことにより、地下水の利用が抑制されたと考えられる。バンコクでは 1980 年代以降、急速な経済成長と人口増加を背景に地下水の取水が増加し、もともと標高の低い都市の地盤沈下が大きな

問題となった。政府は 1977 年に地下水法を制定し、地下水管理区域や危機的区域を設置して取水規制・料金徴収制度を導入するとともに、上水道の整備により地下水から地表水への水源転換を促してきた。事後評価時、バンコクの地盤沈下は地区により年間 1～2cm と続いているが、本事業はその抑制に貢献していると見ることができる¹⁸。

(2) 社会面のインパクト

本事業による浄水場・ポンプ施設の拡張はいずれも MWA の既存施設の敷地内で行われ、用地取得・住民移転は発生しなかった。管路敷設についても用地取得・住民移転は発生せず、用地を管理・所有する関係機関との調整を経て実施された。

以上から本事業の有効性・インパクトについてまとめると、本事業により MWA の浄水能力増強、貯水池・ポンプ施設の増強、送水本管・配水支管の敷設により給水サービスの改善及び拡張が実現した。これにより生活環境・衛生状況の改善等のインパクトが発現し、水利用者の満足度は高い。本事業は地下水への代替水源を提供し、地盤沈下の抑制に貢献していると考えられ、環境・社会への重大な望ましくないインパクトは認められない。以上から、本事業の有効性・インパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

本事業の運営・維持管理は内務省管轄の国営企業である MWA が行う。MWA は総裁局を含め、総務、財務、計画・開発、技術・建設、生産・送水、東部サービス、西部サービス、情報技術の 9 部局から構成され、職員数は正職員 4,303 名、契約職員 1,075 名である（2019 年 9 月 30 日現在）。

MWA は 1967 年の設立以来、50 年以上にわたりバンコク首都圏で給水サービスを提供してきた。第 4 次 MWA 運営戦略（2019～2021 年）ではサービス提供地域の拡大による財務の安定、IT 活用による組織能力の強化、配水管の改善・水質モニタリング等による安定した給水システムの整備などに取り組んで来た。第 5 次 MWA 国営企業計画（2020～2022）では安定した水供給、組織適応力、関係者との持続的パートナーシップ構築、財務行政の向上などに取り組んでいる。MWA にはリスク・マネジメント、内部統制、内部監査の仕組みや CSR、環境への取り組みもあり、国内で各種の受賞歴を持つなど高い組織力を示している¹⁹。

¹⁸ 1997 年に 100 万 m³/日に達したバンコク首都圏の地下水取水量は 2008 年には 40 万 m³/日まで減少した。他方、本事業の給水拡大地区で新たに給水サービスを受けるようになった人口が 10.7 万人と見積もられること、一人当たり浄水供給量が 2019 年に 705 リットル/日であること、利用水量が事業前後で大きく変わらないとの住民が報告していることから(3.2.2.1(1)及び(3)を参照)、約 7.5 万 m³/日の地下水取水が削減されていると試算される。

¹⁹ 2019 年の MWA 年次報告書によると、同年には以下を受賞した：AREA 2019 for Health Promotion and Corporate Governance Category、2019 Outstanding Public Information Center Award、2019 Public Sector Excellence Award for Service Development and Corporate Governance、Honorable Prize for Transparent Organization from the 8th NACC Integrity Awards

本事業の運営は、生産・送水担当副総裁の下、原水送水管理部、バンケン浄水場管理部、マハサワット浄水場管理部、配水ポンプ場管理部、送配水管理部などが行う。施設・機材の維持管理には、同副総裁の下、電気システム維持管理部、機械・土木システム維持管理部、計器・自動化システム維持管理部等が当たる。運営・維持管理に係る MWA の体制は、部署ごとの役割が明確であり、実際の運営・維持管理状況からも、十分な運営維持管理を行う体制になっていると考えられる。

以上から本事業の運営・維持管理について組織・体制上の課題は見られない。

3.4.2 運営・維持管理の技術

MWA は、活性炭による高度な浄水処理、配水区画単位の水圧・漏水管理、リアルタイム水質モニタリングなど高度な技術を導入してきた。MWA は JICA の技術協力により設立された水道技術訓練センター（2017年に MWA Waterworks Institute of Thailand と名称変更）において、主に MWA 職員を対象に各種の研修を提供している。2019年に実施された研修には幹部研修、IT 活用、Water Safety Plan（浄水・水質管理）、漏水管理、労働基準、管路敷設、自動制御などが含まれる。大学・国際機関からの外部講師を招聘することもある。国内の他の上水道事業者の職員にも研修が提供されている。また、本事業の付帯技術協力は高度浄水処理、危機管理マニュアル、漏水削減・配水管理等について広範な技術移転を行った。これは MWA の技術力強化を通して本事業の運営・維持管理にも貢献していると考えられる。

バンケン浄水場は品質管理と環境管理について、マハサワット浄水場は環境管理と衛生管理について国際規格（ISO、HACCP）を取得した。現地視察においても、浄水場・ポンプ場の現場職員は運営・維持管理について適切な知識を持つと判断された。

以上から、MWA の技術水準は十分高く、本事業の運営・維持管理について技術面の課題は見られない。

3.4.3 運営・維持管理の財務

MWA の 2017～2019 年度の収支を表 6 に示す。水道料金収入を中心とした収入は支出を大きく上回り、年間 7,000 百万バーツ（約 210 億円）程度の営業利益がある。営業利益率は 34～38% であり、MWA の上水道事業は高い収益性がある。流動比率は 371～511%、負債比率は 27% 以下であり、財務の安全性も十分高い。また、現地実査には本事業の運営・維持管理については財務上の制約は特に報告されなかった。よって、本事業の運営・維持管理について財務上の課題は見られない。

表 5 MWA の財務実績

(単位：百万パーツ)

	2017 年度	2018 年度	2019 年度
営業収入	18,850	18,801	19,510
水道料金	16,785	16,631	17,349
メーター設置料	955	971	985
接続料	407	397	386
工事契約	443	541	506
その他	260	261	284
営業支出	11,651	11,636	12,944
材料費・消耗品費	2,429	2,184	2,312
人件費	3,499	3,623	3,902
減価償却費	4,345	4,493	4,770
その他	1,378	1,336	1,960
営業利益	7,199	7,165	6,566
その他の収支	369	354	437
純利益	7,568	7,519	7,003
営業利益率（営業利益÷収入）	38%	38%	34%
流動比率（流動資産÷流動負債）	371%	484%	511%
負債比率（負債÷資本）	27%	24%	24%

(出所) MWA 提供資料

3.4.4 運営・維持管理の状況

現地における実査及び現場職員へのヒアリングによると、本事業が拡張・増強した浄水・送配水施設には不具合が生じた設備があるが、MWA は修理などで対応し、施設の能力は概ね適切に維持されてきた。MWA が事後評価時までに行った修理、及び、2021 年 6 月時点で実施中の主な修理は以下のとおり。

➤ これまでに実施した修理

- ・ マハサワット浄水場では凝集剤・塩素等の薬品投入施設の増設、損傷した水中ポンプの修理が実施された。
- ・ バンケン浄水場では沈殿池遠隔操作装置の修理が行われた。また、塩素注入施設の塩素ガス漏れによりガスの影響で機器が損傷し、バルブ、塩素ガスボンの重量計、ガス探知警報装置などが修理された。
- ・ 2 ヶ所のポンプ場の貯水池の漏水が修理された。

➤ 実施中の修理（2021 年 6 月時点）

- ・ マハサワット浄水場に 14 ある濾過池の 1 つの床（K-Floor）に生じた亀裂の

修理について、入札が準備されている。なお、この不具合により同浄水場の浄水能力は 2020 年 11 月以降、1 割近く失われている。

- ・ サムリーポンプ場：設置した原水ポンプはベアリング・潤滑装置の不具合により 2021 年 6 月現在、稼働しておらず、スペアパーツをメーカーに発注して修理待ち。なお、この原水ポンプは水源となる河川の塩分濃度が低い時間帯に効率的に取水するために有用である。

以上より、本事業の運営・維持管理は制度・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。なお、浄水場の一部の不具合は修理される見込みであり、持続性には影響するとは判断しない。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、バンコクにおいて MWA の浄水能力を強化し、取水・送水・配水施設の整備及び配水管を整備・拡充させることにより、バンコク首都圏の逼迫する水道需要への対応を図り、もって同地域住民の生活環境の改善に寄与することを目的に実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにタイ及びバンコク首都圏の開発政策・開発計画、開発ニーズとの整合性が高い。審査時の日本の援助政策との整合性も高いことから、本事業の妥当性は高い。管路敷設以外は概ね計画通りのアウトプットが実現し、事業費は計画内であったが、管路敷設延長が計画を下回り、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業により MWA の浄水能力は計画どおり増加し、浄水供給量が増加した。これは、本事業で実施された貯水池・ポンプ施設の増強、配水管の敷設と相まって、MWA の給水サービスの改善・拡張に結び付いた。これによる生活環境・公衆衛生の改善等のインパクトが発現し、水利用者の満足度は高い。また、本事業は地下水に代わる水源を提供し、地盤沈下の抑制に貢献していると考えられる。以上から、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は制度・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。

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（MWA）への提言

- MWA は本事業の範囲であるバンケン浄水場の送水ポンプを早急に完成させ、常に円滑な送水を可能とするための予備送水能力を確保する。
- MWA は不具合が生じたマハサワット浄水場の濾過池床を早急に修理し、同浄水場の浄水能力を回復させる。また、サムリーポンプ場の原水ポンプを早急に修理

し、同ポンプ場の取水能力を回復させる。さらに、バンケン浄水場の沈殿池の照明設備追加など、安全面に配慮した改善を検討する。

- MWA は関係機関との調整を踏まえ、本事業で建設できなかった管路をなるべく早期に建設する。

4.2.2 JICA への提言

JICA は MWA による上記の提言の実施を促し、その実施状況をモニタリングする。

4.3 教訓

施設拡張における運用・維持管理者の設計への関与

本事業で拡張された 2 つの浄水場においては運営・維持管理の効率性・安全性に影響する設計上の課題が一部の施設で散見されたが、詳細設計時に浄水場の現場職員等の意見を求めるなどにより、既存施設の設計や運営・維持管理上の経験を十分に参照していれば、その一部は防げたと考えられる。よって、既存施設を拡張する事業においては、既存施設の運用・維持管理を行う技術者やオペレーターの意見を聴取する機会を十分に設け、既存施設のスペックや能力、運営・維持管理上の様々な経験を十分に参照した設計を行うことが重要である。

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット	マハサワット浄水場拡張 原水ポンプ (150 m ³ /分×2 台) 送水ポンプ (300 m ³ /分×1 台) 高速凝集沈殿池 (40 万 m ³ /日) 貯水池 バンケン浄水場拡張 原水ポンプ (358 m ³ /分×2 台) 送水ポンプ (300 m ³ /分×3 台) 高速凝集沈殿池 (40 万 m ³ /日) 排泥脱水設備 (40 万 m ³ /日) 変電所設備 (69/6.6kV、15MVA) ポンプ場ポンプ増設 バンプリーポンプ場配水ポンプ (125 m ³ /日×1 台) サムリーポンプ場原水ポンプ (500 m ³ /日×1 台) 配水池拡張 ラットブラナ配水池 (4 万 m ³) ペッカセム配水池 (4 万 m ³) 管路敷設 配水本管 (112km) 配水支管 (875km) コンサルティング・サービス 詳細設計・入札支援・施工監理	マハサワット浄水場拡張 計画通り 計画通り 計画通り 計画通り バンケン浄水場拡張 計画通り 2021 年 12 月に完成予定 計画通り 計画通り 計画通り ポンプ場ポンプ増設 計画通り 計画通り 配水池拡張 ラットブラナ配水池 (1 万 m ³) 計画通り 管路敷設 配水本管 (74km) 配水支管 (470km) コンサルティング・サービス 計画どおり
② 期間	2009 年 9～2014 年 1 月 (53 カ月間)	2009 年 12 月～2016 年 10 月 (洪水による不可抗力の期間を除いて 77 カ月間、月計画比 145%)
③ 事業費		
円借款	4,462 百万円	4,410 百万円
タイ側資金	16,637 百万円	16,176 百万円
合計	21,099 百万円	20,586 百万円
換算レート	1 バーツ=2.80 円 (2009 年 4 月)	1 バーツ=3.09 円 (円借款ディスバース時の平均適応レート)
④ 貸付完了	2017 年 3 月	

0. 要旨

「ラホール給水設備エネルギー効率化計画」（以下「本事業」という。）は、パンジヤブ州ラホールにおいてラホール上下水道公社（Lahore Water and Sanitation Agency：以下「ラホール WASA」という。）が運用する老朽化した深井戸 105 カ所を更新することにより、井戸能力の回復と給水設備にかかるエネルギーの効率化を図り、もって持続的で安定した給水サービスの実現に寄与することを目的に実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにパキスタンの開発政策・開発計画、開発ニーズとの整合性が高い。計画時の日本の援助政策との整合性も高いことから、本事業の妥当性は高い。おおむね計画どおりのアウトプットが実現し、事業費は計画内であったが、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業によるエネルギー効率改善と井戸能力回復の達成度は高く、それにより深井戸ポンプのトラブルによる断水が減ったこと、水圧が改善されたことなどが住民に歓迎されている。本事業が地下水位に影響した可能性は否定できないが、ラホール WASA は様々な方法で地下水低下の抑制に取り組んでおり、本事業の影響が緩和されている可能性も指摘できる。従って、環境・社会への重大なインパクトは認められない。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の一環として行われた技術支援はラホール WASA のエネルギー監査チームの活動を拡大し、各深井戸の適切な運営・維持管理に貢献している。本事業の運営・維持管理は制度・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。

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



本事業が建設した深井戸施設

1.1 事業の背景

パキスタン・イスラム共和国（以下「パキスタン」という。）の第2の都市であるパンジャブ州ラホールは、都市部人口約1,127万人（2017年）を抱えるパンジャブ州の州都であり、また同州経済の中心地である。同都市部の人口は1975年から2010年までの年平均約3%で増加してきたが、地下水源により深井戸建設がなされてきたことから、同都市部の給水率は89%（2014年）と高い数値を示していた。他方、深井戸施設は耐用年数を超えて稼働しているため老朽化し、設計時の水量を揚水できていないことから給水量が低下していた。

これらの深井戸は1977年以降、1990年代に多く整備され、2014年までに、ポンプの老朽化等により揚水量が著しく低下していた。加えて、揚水に係るエネルギー効率が悪化し、これらのポンプ稼働に必要なエネルギー消費が増大していた。ラホールの上下水道事業を運営するラホールWASAでは、2012年には電力費が運営コストの約45%に達して財政を圧迫していた。よって、深井戸の電力費削減は喫緊の課題であった。

以上を背景に、パキスタン政府は2012年に日本に対しラホールの深井戸の更新を行う無償資金協力による支援の要請を行い、2015年に本事業の交換公文が締結された。

1.2 事業概要

パンジャブ州ラホールにおいて老朽化した深井戸を更新することにより、井戸能力の回復と給水設備にかかるエネルギーの効率化を図り、もって持続的で安定した給水サービスの実現に寄与する。

供与限度額/実績額	2,611百万円（詳細設計：57百万円、本体：2,554百万円）/2,452百万円（詳細設計：57百万円、本体：2,395百万円）	
交換公文締結/贈与契約締結	詳細設計：2015年1月（交換公文/贈与契約） 本体：2015年6月（交換公文/贈与契約）	
実施機関	ラホール上下水道公社（Lahore Water and Sanitation Agency）	
事業完成	2018年1月	
事業対象地域	パンジャブ州ラホール	
案件従事者	本体	（株）飛島建設
	コンサルタント	（株）NJS コンサルタンツ
	調達代理機関	なし
基本設計調査/協力準備調査	2013年6月～2014年7月	
関連事業	パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト（技術協力：2015年7月～2018年6月）	

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藪田元（株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン）

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：2020年10月～2021年11月

現地調査：2021年1月～2月（現地コンサルタントによる）

2.3 評価の制約

新型コロナウイルス感染症のパンデミックにより、外部評価者のパキスタンへの渡航は行わず、ラホール WASA へのヒアリング、本事業により建設された深井戸施設の実査及び水利用者へのインタビューは現地コンサルタントが実施した。

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

パキスタン政府が2009年に策定した「国家飲料水政策」では、2025年までに全国民に安全な飲料水を提供することを目標に掲げていた。これを受けて策定された「パンジャブ州飲料水政策」（2011年承認）では、2020年までに全住民に安全で安価で適切な量の飲料水を提供することを目指すとともに、各市の上下水道公社の組織・経営改革の促進が謳われていた。さらに、2018年に承認されたパンジャブ州の水資源分野の新たな政策「パンジャブ州水政策」では、同州が表流水資源に乏しく地下水に過大に依存していることなどを踏まえて水資源の利用と保全、インフラ整備と環境、水の需要と供給のバランスを取りながら表流水の開発と地下水の持続的な利用を進め、すべての都市と農村で安全な飲み水を提供することが戦略とされている。

以上から、給水設備のエネルギー効率化と安定した給水サービスの実現を目指した本事業は計画時（2014年）、事後評価時ともにパキスタンの開発政策との整合性がある。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

「1.1 事業の背景」で述べたように、計画時、ラホールでは老朽化した深井戸の更新とエネルギー効率の改善が重要課題であった。また、3分の2の深井戸で塩素注入器が機能しておらず、深井戸の更新に合わせて適切な塩素注入器を整備することが必要であった。さらに、地下水中のヒ素濃度が上昇していることからヒ素除去装置の設置が計

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

画されていた³。

事後評価時、本事業で更新された深井戸はラホール WASA の総送水量の 2 割を担っており、事後評価時にもその必要性は維持されている。また、ラホール WASA の支出の 4 割を占める電力支出に関して、本事業により深井戸の電力消費が削減されたことから、エネルギー効率の観点においても本事業の重要性は維持されている。（「3.3 有効性・インパクト」を参照）

ラホール WASA が 2019 年に作成したマスタープランによると⁴、ラホールの水需要は今後 20 年間で約 40%増加すると見込まれる。枯渇しつつある地下水だけではこれに対応できないために、ラホール WASA はラホール近郊を通る灌漑水路を水源とする浄水場の建設を決定し、その第一段階としてアジアインフラ投資銀行の融資を受け、2024 年末の完成を目指して 245.5 千 m³/日の能力を持つ浄水場の建設が進められている⁵。さらに、上記マスタープランでは 2040 年に向けて表流水を水源とする浄水場建設を段階的に進める計画が提案されている。表流水を水源とする給水が開始された地域では既存の深井戸は生産量が抑制されるが⁶、水源の地下水から表流水への転換には長期間を要すると考えられ、本事業の必要性は当面、維持される。

以上から、本事業は計画時、事後評価時ともにパキスタンの開発ニーズとの整合性がある。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本の「対パキスタン・イスラム共和国別援助方針」（2012 年 4 月）の重点分野として「人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」が掲げられ、本事業は同方針の開発課題である「衛生・環境改善」の下、「水と衛生の確保プログラム」に位置づけられる。

「JICA 国別分析ペーパー」では、同プログラムの中で、持続的な水資源の活用及び上下水道運営・維持管理システムの構築を目標に、パンジャブ州における上下水道施設の整備及び実施機関の運営・維持管理能力向上、組織経営体制・財務体質の改善に対する包括的な支援を検討する方針としている。よって、本事業には計画時の日本の援助政策との整合性が見られる。

以上より、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 ラホールでは 2000 年頃に地下水のヒ素汚染が確認され、2010 年の調査では 85%の深井戸で WHO 飲料水水質ガイドラインを超えるヒ素が検出された。健康被害が懸念されたことから、ラホール WASA はヒ素濃度が 20µg/リットルを超える深井戸にヒ素除去装置を設置し、飲料水及び台所用水を公共給水栓方式で給水する事業を 2012 年に開始した。事後評価時、ラホール WASA は該当するすべての深井戸にヒ素除去装置を設置し、住民に無料で飲料水を提供している。

⁴ “Preparation of Master Plan for Water Supply, Sewerage and Drainage System for Lahore, Volume-1 Final Master Plan Report-Water Supply, Main Report” February 2019, MM Pakistan (Pvt.) Ltd.

⁵ この浄水能力は 2020 年の総送水量の約 14%に相当する。

⁶ 第一段階の対象地域には本事業の 105 カ所の深井戸のうち 7 カ所が存在する。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業ではおおむね計画どおりのアウトプットが実現した（表1）。

表1 アウトプットの計画と実績

	計画	実績
日本側負担アウトプット <ul style="list-style-type: none"> ・ 深井戸更新 ・ ポンプ機材据付 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 吐出量6.8m³/分 ➤ 吐出量5.1m³/分 ➤ 吐出量3.4m³/分 ・ ポンプ室建設 ・ ポンプ付帯設備・電気設備の据付 ・ 接続管の設置 ・ エネルギー監査用機材 ・ コンサルティング・サービス 	105 井 105 カ所 41 基 55 基 9 基 105 カ所 105 カ所 105 カ所 3,600m 2 セット 詳細設計、 調達・施工管理、エネ ルギー監査用機材の 使用方法指導	いずれも 計画どおり
パキスタン側負担アウトプット <ul style="list-style-type: none"> ・ 門扉・フェンスの設置 ・ ヒ素除去施設 	105 カ所 105 カ所	日本側工事契約で実施 計画どおり （追加）接続管の設置：日 本側負担以外の部分

詳細設計時及び施工段階では現場の状況に応じて、深井戸の位置変更、配水管網との接続管の位置や延長の変更など、多くの設計変更が必要とされた。計画時からの主な設計変更は以下のとおりである。

- 工法等に応じた一部サイト位置の変更：深井戸位置については、現場の地質に応じた工法の選択や周辺状況（高圧線、近接する他の深井戸との干渉等）に応じた技術的な理由による変更が多かったが、一部には、土地所有者や近隣住民の理解を得られなかったことによる変更もある。本事業のコンサルタントによると、ラホール WASAは予定された敷地の所有者・管理者に文書などで工事前に十分な確認を取っ

ていなかったほか、住民説明会などで周辺住民の意思を確認していなかった。ラホールWASAによると、17カ所の深井戸で住民の反対が起きたが、井戸掘削位置の調整、有力者・政治家等を通じた説得により対応した。

- ▶ サイト変更等に伴う接続管延長の変更：深井戸の位置の変更、及び、ラホールWASAの既存施設台帳の整備が遅れており、提供された情報に多くの誤りがあったこと等により、多数の深井戸で接続管の位置・延長が変更された。
- ▶ ポンプ揚程の増大と必要なポンプ等の仕様変更：詳細設計時に、ラホールWASAから、配水網の末端でも適切な水圧を確保するために深井戸の揚程（ポンプが水を汲み上げることのできる高さ）を増大して欲しいとの要請があり、それに応じてポンプ仕様等の変更が行われた⁷。
- ▶ 地下水位に応じた一部ポンプの揚程変更：準備調査時には対象地点の地下水位に応じて深井戸ポンプの仕様や揚程を定め、ポンプの運転効率及び地下水位への影響を最適化できるように計画された⁸。建設後、一部の深井戸の初期運転の結果に応じてポンプ効率を最適化する揚程の削減が行われた。すなわち、施工時に予想より地下水位が大幅に高いことが判明した一部の深井戸について、インペラー（ポンプの羽根）を1枚取り外すことによりポンプの揚程を変更した。これにより過剰揚水によるポンプ故障の可能性及びエネルギー効率の低下を抑制することができる。取り外されたインペラーはラホールWASAが保管し、エネルギー監査等の結果に基づき、地下水位や井戸の効率が低下した時点で戻される予定である。56カ所の深井戸でインペラーの取り外しが行われた。

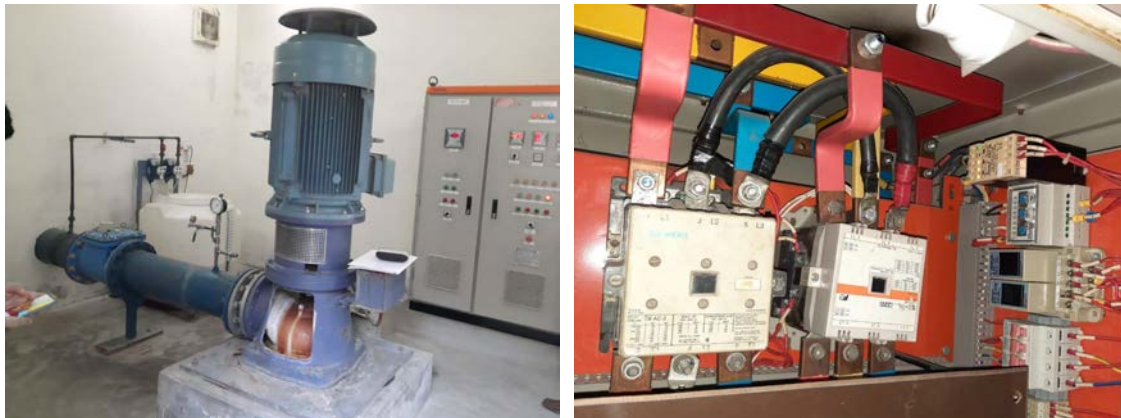
以上を含め、本事業の設計変更はいずれも準備調査時の計画方針に沿ったものであり、ラホール WASA、JICA 及びコンサルタントにより技術的な妥当性が検討されたうえで行われており、適切であったと考えられる。また、ラホール WASA によると、対象深井戸の選定基準、並びに、施工や機材の品質は適切であった。

コンサルタントによる技術支援（ソフトコンポーネント）では、ラホール WASA エネルギー管理班及び維持管理部門の職員 30 名を対象にエネルギー監査についての技術指導が行われた。これにより、地下水の利用可能性に応じてポンプの仕様や揚程を選択することの重要性、本事業で供与したエネルギー監査用機材を用いて深井戸の運転及びエネルギー使用状況を把握し、その結果に基づきポンプ場の適切かつ効率的な運転・維持管理、施設更新を提案する方法等についての理解が進んだ。終了時に行った試験で

⁷ 揚程が小さいとポンプ吐出口での水圧（吐出圧）及び配水水圧が小さくなる。配水網の末端で水圧が不足すると、利用者が自家用ポンプを利用し、地中の汚水が配水管に引き込まれて深刻な衛生上の問題が起きやすい。準備調査時では既存深井戸のポンプ吐出圧が 10m 前後であったことを参考に吐出圧 10m で計画し、ラホール WASA もこれに同意していた。

⁸ ラホールの地下水位は年々、低下しているが、本事業は 2031 年の予想地下水位を基に計画された。

は、エネルギー監査についての対象職員の正答率は 85%であった。ラホール WASA によると、この技術指導の内容と手法は適切で、その過程で用意されたマニュアル・フォーマットなどの技術資料は大変有用で、事後評価時にも活用されている。



本事業により建設された深井戸（右：操作パネルの内部、左：ポンプ）



パキスタン側負担で建設されたヒ素除去施設

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は 3,110 百万円（日本側：2,611 百万円、パキスタン側：499 百万円）の計画であった。おおむね計画どおりのアウトプットが実現し、事業費は 3,091 百万円（計画比 99%、日本側：2,452 百万円、パキスタン側：638 百万円）と計画内に収まった。

工事開始後、ラホール WASA が設置するヒ素除去装置への接続や深井戸掘削位置の変更に伴う既存配水管網への接続等について工事数量が増加し、事業費の増加を招いた。深井戸掘削位置の変更はパキスタン側が詳細計画時に提供した情報が不十分であったことに一因があることから、これに伴う接続管延長の増加にかかる費用はパキスタン側が負担することとなり、パキスタン側費用が増加した。日本側事業費の実績は競争と上述の設計変更の結果、計画の 94%にとどまり、全体として、総事業費はほぼ計画どおり

であった。なお、パキスタン側は接続管設置工事、ヒ素除去施設の設置を行ったほか、受変電設備負担金を負担した。

3.2.2.2 事業期間

本事業は、2015年1月のコンサルタント契約から詳細設計、入札期間を入れて2017年4月までの28カ月間で実施される計画であった。実際には、本事業は2015年4月のコンサルタント契約から34カ月目の2018年1月に完成し、事業期間は計画の121%であった。

事業期間が計画を上回った理由は、パキスタン側の銀行取極めを得るために時間を要して本体契約のための入札が遅れたこと、工期の終盤になり1カ所の深井戸の代替サイトを探す必要が判明し、その確定に時間を要したことであった。

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、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性・インパクト⁹（レーティング：③）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の目的は、揚水能力の低下した深井戸ポンプ場において地下水位や計画揚水量に見合ったポンプを選定して設備を更新することにより、エネルギー効率の改善及び揚水能力の回復を図ることであった。計画時に設定された指標の実績は表2のとおりであった。

表2 運用・効果指標の計画と実績

	基準値 (2013)	目標値 (2020)	実績 (2020)
指標①：平均エネルギー効率 (kWh/m ³)	0.317	0.202	0.213
指標②：1日当たり総送水量 (m ³ /日)	261,349	516,753	376,273
指標③：1日当たり平均運転時間 (時間/日)	14.6	14.6	10.82
参考指標：運転時間当たり平均送水量 (m ³ /時間)	17,901	35,394	34,776

(出所) 基準値・目標時は JICA 提供資料、実績はラホール WASA 提供資料による。

(注) 指標の対象は本事業の対象となった 105 カ所の深井戸

エネルギー効率：各深井戸で 2019 年～2020 年に実施されたエネルギー監査で得られたデータに基づく。

1日当たり送水量：各深井戸のエネルギー監査時に計測された運転時間当たり送水量に1日当たり運転時間を乗じて算出した。

1日当たり運転時間：各深井戸で実際に記録された運転時間に基づく。

運転時間当たり送水量：2013年の基準値は最終的に選定された深井戸を対象に再集計した値。対象深井戸が入れ替わったがポンプの合計能力が変わらなかったため、目標値は準備調査時の目標値をそのまま採用した。

⁹ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

(1) エネルギー効率の改善

本事業実施前、対象深井戸ポンプの平均エネルギー効率は 0.317kWh/m^3 であったが、本事業ではこれを 0.202kWh/m^3 に下げることが計画されていた。これにより 36.3%の電力使用量削減が期待された。本事業実施後、ラホール WASA が実施したエネルギー監査の結果、最新の監査結果に基づき、本事業の対象深井戸の平均エネルギー効率は 0.213kWh/m^3 と算出され、電力使用量は 32.8%削減されたと推測される¹⁰。この削減率を前提とすると、2020年には電力量 9.6 百万 kWh、電力費 260 百万ルピー（約 2.5 億円）が節約されたと試算される¹¹。これは 2020 年のラホール WASA の電力支出の約 6%に相当する。

エネルギー効率改善の達成度は、目標とされた改善（36.3%の電力使用量削減）に対する実績（32.8%の削減）により 90%と算出される。詳細設計時にラホール WASA の要請に応じて深井戸ポンプの揚程を増加させたが、その検討過程で、これによりエネルギー効率は低下することが判明した。この変更により本事業の対象深井戸のエネルギー効率は 0.229kWh/m^3 になると見込まれていたが、実際にはこれを上回る効率化が実現している。

なお、本事業実施後のエネルギー監査により、105 カ所の深井戸のうち 3 カ所についてはエネルギー効率が特に低く（ $0.39\sim 0.58\text{kWh/m}^3$ ）、接続先の配水網の一部が閉塞していることがその理由であることが指摘された。3 カ所の深井戸のうち 1 カ所についてこの問題は解決されたが、残る 2 カ所の深井戸では配水網の問題個所を特定して改善するのに時間を要している。この 3 カ所の深井戸を除くと平均エネルギー効率は 0.210kWh/m^3 まで改善される。

以上から、本事業によるエネルギー効率改善の達成度は「高い」と判断される。

(2) 井戸能力の回復

本事業実施前、対象深井戸 105 カ所では設計能力の半分程度しか送水できなかった。本事業では、井戸とポンプの更新により井戸の揚水能力を回復し、本事業実施前と同じ運転時間（14.6 時間/日）を前提に、1 日当たり $516,753\text{ m}^3$ の送水を実現することが計画されていた。

参考指標である運転時間当たり平均送水量の実績（2020 年）は計画の 98%に達しており、対象深井戸ポンプの揚水能力が計画どおり回復したことが分かる。しかし、後述する理由により 1 日当たりの平均運転時間が本事業実施前の 1 日 14.6 時間から 2020 年の 1 日 10.8 時間に減少したため、1 日当たり総送水量は $376,273\text{ m}^3$ と計画値の 73%にとどまった。なお、2020 年の 1 日当たり総送水量は 2013 年の 144%であった。

¹⁰ ラホール WASA では各深井戸について年 1 回程度のエネルギー監査が行われており、最新データは 2019～2020 年に実施された監査によるもの。平均値は、各深井戸の送水量により加重平均を算出した。

¹¹ 105 カ所の深井戸の 2020 年の電力消費 29.2 百万 kWh、電力料金 1kWh 当たり 27 ルピーを前提に算出した。

ラホール WASA によると、2013 年当時の深井戸ポンプの標準的な運転時間は夏 20 時間、冬 18 時間であったが、地下水位の低下が顕著になってきたこと、電力支出が経営を圧迫すること等から、2014 年以降は少しずつ短縮されて、2019 年 4 月以降は夏 12 時間、冬 10 時間となった。なお、本事業の計画時には、ある程度の地下水位低下を見込んだうえで深井戸が設計されていたが、一部の深井戸では、実際の地下水位が想定以上に低下した。

目的である「井戸能力の回復」そのものは、運転時間当たり平均送水量においてほぼ達成されている。計画時に指標とされた 1 日当たり総送水量は計画値の 73%にとどまったが、これは 1 日当たり平均運転時間が計画時の想定に比べて短縮されたためであり、本事業の施設・機材の不具合等に起因するものではない。以上を踏まえ、本事業による井戸能力回復の達成度は「高い」と判断される。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

（1）ポンプ故障回数の減少

本事業実施前、対象深井戸 105 カ所では平均して 3 年に 1 回、モーターが焼き切れて巻き直しが必要とされていた。その主な理由は、電力供給が不安定なこと、電圧変動に対する保護回路がないか、あっても運転継続を優先してそれをバイパスする配線を行って運転を続けることがあったこと、修理が不完全なモーターを利用していたこと等であったと考えられる。また、ラホール WASA によると、老朽化したポンプは 1,800～2,000 時間運転するごとに（1 日 12 時間運転するとして 5～6 カ月に 1 度）大きな故障が発生し、モーターの巻き直しをはじめとした大修理が必要とされていた。さらに、地下水位に見合わないポンプによる過剰揚水によるキャビテーションによる故障も発生していた¹²。

本事業の 105 カ所の深井戸は完成して 3 年以上を経過しているが、修理はリレーやベアリングの交換がほとんどで、モーターの巻き直しが行われたことは一度もない。4 割近くの深井戸では 3 年間、何も修理が必要とされなかった。その背景として、施設・機材が新しいことに加え、電圧変動やモーター温度等の異常を検知して作動する保護装置が適切に機能していること、また、予防保全と修理がおおむね適切に実施されていることが挙げられる（「3.4 持続性」を参照）。

本事業の深井戸 105 カ所のうち 50 カ所を対象に実施した現地実査時に行ったオペレーター及び維持管理担当者へのヒアリングでは¹³、以前、あるいは他の既存の深井戸では半年に一度はオーバーホールが必要だが、本事業の深井戸ではほとんど問題が起きない、という意見がほとんどであった。本事業の対象外の深井戸約 500 本では 2019 年～

¹² キャビテーションとはポンプ内部あるいは吸込側配管内部の圧力が低下することにより気泡が発生し、吐出量が減少するとともに異常音や振動が起こる現象。

¹³ 対象 105 カ所の深井戸から地理的なバランスを考慮して 50 カ所を選び、現地コンサルタントが訪問して現地実査及びオペレーター等へのヒアリングを行った。

2020年の2年間に84件の大修理が行われたが、ラホール WASA によると、予防保全が定着するに従って大修理の頻度は年々、減少傾向にある。

故障回数の減少はラホール WASA の維持管理費用削減に結び付いたと考えられる。ラホール WASA によると、本事業の対象井戸では、以前に比べて維持管理費が2割程度削減されたとされる¹⁴。

(2) ソフトコンポーネント（エネルギー監査についての技術指導）

本事業の技術指導に沿って、ラホール WASA の運営・維持管理担当副総裁の下、電力局長を筆頭に7名で構成されたエネルギー監査チームがエネルギー監査を実施している¹⁵。同チームはひと月に約100カ所の深井戸で本事業の機材を使ってポンプの運転状況及びエネルギー使用状況を計測し、過剰揚水を防止して電力を節約するとともに、異常が検知された場合、ポンプ施設の修理や予防保守の必要性が確認された場合に運営・維持管理部門に報告している。ラホール WASA によると、バルブを調整して過剰揚水をコントロールすることで¹⁶、調整された深井戸1カ所当たりの電力を3kW節約できる。これまでに29カ所の過剰揚水がコントロールされた。1カ所当たり1日11時間運転として年間約12,000kWh、電力費にして年間約34万円相当、29カ所では年間986万円相当が節約された計算である。また、エネルギー監査で得られた情報はエネルギー効率の悪い深井戸ポンプの更新時期を判断するためにも利用される。2017年以降、47カ所の深井戸ポンプがエネルギー監査の結果に基づいて更新された。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業はラホールの持続的で安定した給水サービスの実現に寄与することが期待されていた。以下、ラホール WASA の給水サービス改善への本事業の貢献を分析する。

ラホール WASA は2020年の時点で596カ所の深井戸により年間878.3百万m³の水を生産し、約75万世帯に給水している（表3）。人口増に伴う水需要の増加に対応し、ラホール WASA は毎年のように新たな深井戸を建設し、送水量を増やしてきた。本事業が更新した深井戸105カ所による送水量（1日当たり37.6万m³）はラホール WASA の2020年の総送水量の21%を占める。本事業により対象深井戸の送水量は11.5万m³/日増加したが（表2を参照）、これはラホール WASA の2020年の総送水量の6.4%に相当する。

¹⁴ モーター巻き直し1件でポンプの大きさに応じて6~8.5万円かかるため、もし105カ所の深井戸で3年に1回これを行うとすると、年間約250万円が必要とされていたと試算される。本事業によりこのような維持管理費が節約されたと考えられる。

¹⁵ 同チームは1992年に設置されたが、当時は各深井戸の電気料金請求書の分析・確認が主な業務であった。

¹⁶ 過剰揚水を抑制するには本事業の実施段階で行ったようにインペラーを取り外して揚程を調整するのが最も効率的であるが、そのためにはポンプを取り外す必要があり簡単には実施できないため、これまではバルブによる調整のみが行われている。

表3 ラホールWASAの井戸数と総送水量の推移

	2013年	...	2018年	2019年	2020年
深井戸数	484	...	557	570	596
1日当たり総送水量（万m ³ /日）	180.5	...	176.5	170.2	179.6
接続世帯数	614,159	...	701,652	717,020	745,680

（出所）ラホールWASA提供資料

ラホール WASA によると、市内でも特に 5 つの地区（Gulbeg, Sabzazar, Walled City, Township, Jorey pul）で、本事業により給水サービスが大きく改善したとされる。これらの地区では本事業実施前は厳しい水不足で、水圧低下や断水への苦情が多く寄せられていたが、本事業実施後は苦情がほとんどなく、住民との信頼関係が築かれた¹⁷。なお、ラホール WASA の配水は高架水槽を使わないポンプ直送のため、深井戸ポンプのトラブルが直接、蛇口での水圧低下や断水に結び付きやすい。

上記の 5 地区で実施した住民へのインタビューによると¹⁸、本事業が更新した深井戸は以前のものに比べてトラブルが少なく長期間の断水がなくなったこと、水圧が改善されたことが報告された。また、給水サービスの改善により衛生面や生活上の利便性が改善したことが報告された。全員がラホール WASA の現在の給水サービスに満足し、本事業を高く評価している。他方、配水管からの漏水が迅速に修理されないこと、深井戸から遠い住宅では水圧が低く、新たな深井戸が必要であるとの指摘があった。

インタビュー対象者全員が深井戸に併設されたヒ素除去施設から飲み水を得ていた。また、地下水のヒ素汚染による健康被害、ヒ素除去施設の利用についての情報は住民にも広く浸透し、多くの住民がヒ素除去施設を利用しているとのことであった。ラホール WASA によると、ヒ素除去施設 1 カ所当たり 1 日 3,500～6,000 リットルの飲料水が提供されているため、ヒ素除去施設 1 カ所当たり平均 1,200 世帯の利用者がいるとすると¹⁹、1 世帯当たり 1 日 3～5 リットルの飲料水を利用していることになる。このことから、同施設のみで全住民が十分な量の飲料水が提供されているとは考えにくく、別に飲料水を購入していると推測される。

ラホール WASA のデータによると、本事業の 105 カ所の深井戸の約 6 割で WHO 飲料水水質ガイドライン（10 µg/リットル）を超えるヒ素が検出されているが、大腸菌は検出されておらず、水質に特に大きな問題はない。他方、市内全域の蛇口で採取した水サンプルの 6%で大腸菌が検出されたほか（2020 年、全 2,690 サンプル）、48%で残留

¹⁷ ラホール WASA には 34 の配水地区がある。しかし、配水地区別に水理的に独立した配水網は形成されておらず、地区別の送水量、給水時間などの情報は得られなかった。また、本事業が更新した深井戸はラホール市内に広く分布している。以上から、本事業の給水サービス改善への貢献を地区別に定量的に分析することは難しかった。

¹⁸ 現地コンサルタントによる各地区でのグループインタビュー：合計 15 名、うち女性 3 名。

¹⁹ ラホール WASA 全体で 594 本の井戸が 75 万世帯に水を供給し、ヒ素除去施設は各深井戸に併設して設置されている。

塩素濃度が基準を下回った（2020年、全3,276サンプル）。本事業の深井戸では大腸菌は検出されず、塩素消毒施設はすべて適切に稼働していることから、老朽化した配水管網における汚染や、他の深井戸での塩素消毒施設の不備などの原因が考えられる。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため、カテゴリ C に該当するとされた。

（1）環境面のインパクト

ラホール WASA 提供の地下水位等高線図によると、ラホールの地下水位は2015年以降も低下を続けている。また、1960年代に年間0.3mであった地下水位の低下速度は2000年代には年間0.8mに、2010年代には年間1.0mに増加したとされる²⁰。

本事業では、地下水位低下が著しいサイトにおける地下水位への影響を避けるため、地域的な予想地下水位を考慮して、地下水位の低いところには揚水能力の小さいものを、高いところには揚水能力の大きいものが配置された。2018年には地下水位の急速な低下が見られたため、ラホール WASA は地下水位の低下を抑えるために以下の施策を打ち出し、地下水汲み上げの抑制に取り組んできた。その結果、2019年、2020年の地下水位の低下は穏やかなものとなった²¹。

- 約200カ所のモスクで沐浴に使われた水を公園・緑地の灌漑に再利用している。公園・緑地での地下水の散水は停止し、灌漑水路の水を利用している。
- 約400カ所の駐車場で水の再利用を実施することにより7割の水が節約された。再利用施設のない駐車場への給水を停止した。
- 公園内に約7,000m³の貯水槽を建設し、洪水を貯水して道路清掃と公園・緑地の灌漑に利用している。今後、更に10カ所で同様の貯水槽を建設する予定。
- 節水を促すために深井戸ポンプ施設の運転時間を短縮した。
- 2017年に商業用の水道料金を値上げした。2018年より民間深井戸に対する地下水利用料の徴収を開始した。

地下水の利用に限界があるため、ラホール WASA は表流水の利用への転換を進めている（「3.1 妥当性」を参照）。さらに、市中心部のこれ以上の地下水位低下を防ぐ

²⁰ Lahore's Groundwater Depletion-A Review of the Aquifer Susceptibility to Degradation and its Consequences, S. Kanwal 他：Technical Journal, University of Engineering and Technology (UET) Taxila, Pakistan Vol. 20 No. I-2015

²¹ 例えばラホールの中心にある Mazang Chungi 地区では2015年から2018年にかけて地下水位が約20m下がったが、2019年、2020年には地下水位のそれ以上の低下は認められなかった。

ため、市北部・北西部に新たな深井戸群を建設することが検討されている。

ラホール WASA によると、2018 年にかけての地下水位の急激な低下は水需要の増加に応じた深井戸数の増加が原因と考えられる。本事業は既存深井戸の更新であり深井戸数の増加には寄与していない。しかし、本事業の対象深井戸の多くは 2017 年中に運転開始したこと、対象深井戸 105 カ所の総送水量は 2013 年に比べて 4 割以上増加し（「3.3 有効性」を参照）、ラホール WASA の総送水量の 2 割を占めることから、本事業が 2018 年にかけて見られた地下水位の急激な低下の一因となった可能性は否定できない。他方、ラホール WASA は様々な努力を講じて地下水低下の抑制に取り組んでおり、その結果、本事業の地下水低下への影響が緩和されている可能性も指摘できる。

なお、上述の地下水への影響以外、本事業の建設工事と深井戸の運転による環境面の影響は特に確認されていない。

（2）社会面のインパクト

対象深井戸 105 カ所のほとんどは更新対象となった深井戸と同じ敷地に建設され、その多くは公園・学校等の公用地である。ラホール WASA は無償で土地を借り受け、深井戸が使われなくなった時は更地にして土地所有者に返還される。私有地を借り受けて設置されたものはない。

ラホールでは深井戸が近いと給水サービスが良くなるため、一般に、近隣住民は深井戸を歓迎する傾向がある。しかし、中にはポンプ運転による振動・騒音や美観を心配して近隣住民が反対することがある。ラホール WASA によると、本事業では 17 カ所の深井戸で住民の反対が起きたが、井戸掘削位置の調整、地域の有力者・政治家等を通じた説得により対応し大きな問題とはならなかった。本事業完成後の苦情は特に確認されていない。

（3）その他のインパクト

本事業の結果、ラホール WASA の電力支出が 1 割程度節約されたと考えられるほか、維持管理支出も削減された（「3.3 有効性」を参照）。多数の深井戸の更新が無償で実施されたことと共に、これはラホール WASA の財務に肯定的な影響を与えたと考えられる。また、これにより温室効果ガス（CO₂）の排出量は 2020 年には年間約 5,400 トン削減されたと試算される²²。

また、本事業を通してラホール WASA は、地下水の状況に応じて深井戸の能力や掘削深度を適切に計画する手法を取得した。これは他の深井戸の建設時にも活用されており、ラホール WASA の深井戸についての投資の効率化に結び付いたと考えられる。

以上から有効性・インパクトについてまとめると、本事業により深井戸のエネルギー

²² 2020 年の電力利用量の削減を 9,600MWh、発電による温室効果ガス排出率を 0.566 トン/MWh として試算した。

効率改善が達成され、ラホール WASA の電力支出が約 1 割抑制された。深井戸能力の回復は運転時間当たり送水量においてほぼ達成されている。1 日当たり送水量は計画値の 73%にとどまったが、これは 1 日当たり運転時間が計画時の想定に比べて短縮されたためであった。本事業による送水量はラホール WASA 全体の約 2 割を占める。本事業により深井戸ポンプのトラブルによる断水が減ったこと、水圧が改善されたことなどが住民に歓迎されている。本事業が地下水位に影響した可能性は否定できないが、その他の環境・社会への重大な好ましくないインパクトは認められない。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：③）

3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

本事業の運営・維持管理を行うラホール WASA は 1976 年に設立され、パンジャブ州の州都であるラホールのサービス区域内で上下水道サービスを提供している。総裁の下に置かれた財務・管理、運営・維持管理、及び技術を担当する 3 名の副総裁の下で、約 300 名のエンジニアを含む約 7,000 名の職員が勤務している。

運営・維持管理担当副総裁の下、管轄区域を 8 つに分けてそれぞれの区域の水道・下水道・排水施設の日常の維持管理を行っている。各深井戸ではオペレーターが 3 交代で 24 時間勤務を行っている。深井戸 2 カ所につき、更に 1 名のオペレーターが緊急時に備えて配置されている。他方、深井戸メンテナンス局長が深井戸や下水ポンプ場のポンプ施設の維持管理を、電力局長が上下水道の電気施設の運営・維持管理を行っている。

ラホール WASA は、事後評価時、すべての深井戸の維持管理を外部委託している。本事業の 105 カ所の深井戸については 2019 年 10 月よりある民間企業と 3 年間の維持管理契約が締結された。同企業は各種予防保守と修理を担当し、すべてのスペアパーツの在庫を備えたうえで、24 時間体制で不具合への対応を行い、コントロール・パネルや電気設備、機械設備の軽微な修理であれば 3~4 時間以内で、大きな修理でも 24 時間以内に対応できる体制が採られている。ラホール WASA は同企業の活動状況、故障発生頻度、故障への対応時間等を監視する。規定の時間内に対応できない場合、企業には 1 件につき 5,000 ルピー（約 3,500 円）の罰金が科される。本事業の運営・維持管理状況（後述）に問題が見られないことから、この外部委託は適切に行われていると見られる。

以上から、本事業の運営・維持管理の制度・体制面に特に課題は見られない。なお、深井戸を 3 交代制で運用することで職員数が多くなり、ラホール WASA の全支出の 4 割を占める人件費が財務の大きな負担となっている。このため、ラホール WASA は新規常勤職員の雇用を抑えて契約職員を増加しているほか、SCADA システムを用いた自動運転を導入することを計画している²³。SCADA システムは 7 カ所の深井戸で試験的

²³ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) システムとは大きな施設やインフラなどを構成している装置・設備から得られる情報を、ネットワークを利用して一カ所に集めて監視すると共に、必要に応じて制御するシステムのこと。

に導入され、来年度以降、財源に応じて対象を拡大する予定である。

3.4.2 運営・維持管理の技術

現地実査では、訪問した 50 カ所の深井戸で勤務するオペレーターのほとんどが井戸の運転と日常点検・予防保守の手順を適切に理解していると判断された。また、105 カ所の深井戸はすべて適切に運営・維持管理されている（後述）。

2019 年度、ラホール WASA の研修センターでは 1,265 名の職員が各種の研修を受けた。深井戸については電気設備の運営・維持管理について 32 名のエンジニアが、塩素消毒については 287 名の深井戸オペレーターが研修を受けた。このように、ラホール WASA はオペレーターの研修に取り組んでいるが、現地実査では一部のオペレーター、特に契約職員として雇用されたオペレーターの一部は十分な研修を受けていないと考えられる者が見られた。

他方、パンジャブ州住宅都市開発・公衆衛生局がラホール市内に設置したアル・ジャザリー・アカデミーが JICA の技術協力（「パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト」2015 年 7 月～2018 年 7 月）の支援により研修体制を強化し²⁴、能力強化プロジェクト州内 5 都市の上下水道公社及び中小都市の上下水道事業体の技術者及び経営者層を含む職員の再教育に取り組んでいる。同プロジェクトでは、アル・ジャザリー・アカデミーにおける「深井戸施設の運営・維持管理（水理解析・水質管理・安全対策）」「漏水探知」「下水・排水施設の運営・維持管理」「電気機械設備の運営・維持管理」「事業計画」「資産管理」の研修システム構築、講師能力強化が実施された。また、その一環としてパンジャブ州の各都市の上下水道公社の職員がアル・ジャザリー・アカデミーで研修を受け、その成果の職場での普及を促進した。同プロジェクトの完了報告書によると、ラホール WASA では「電気設備の運営・維持管理」「機械設備の運営・維持管理」の研修成果が組織内で活かされている。同プロジェクト終了後、アル・ジャザリー・アカデミーは各上下水道公社への研修を続けている。2020 年度には深井戸の運営・維持管理についてはラホール WASA のエンジニア 36 名が電気設備の運営・維持管理についての研修を受講した。また、ラホール WASA の KPI（Key Performance Indicator）が新たに設定され継続的にモニタリングされるなど、「事業計画」についての研修成果が活用されている。さらに、2021 年 2 月より「パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト（フェーズ 2）」（2021 年 2 月～2024 年 2 月予定）が開始され、アル・ジャザリー・アカデミーやラホール WASA の研修センターの研修の質の向上を目指した活動が実施されている。

本事業のソフトコンポーネントによる技術支援が深井戸施設のエネルギー効率改善に焦点を絞った能力強化であったのに比べ、同技術協力プロジェクトはアル・ジャザ

²⁴ パンジャブ州政府はパンジャブ州の水道事業者の能力向上を目的として、2009年にラホールにパンジャブ上下水道アカデミーを設置した。後に、同アカデミーの名称はパキスタンの歴史的な発明家・技術者アル・ジャザリー（Al-Jazari）の名前にちなんでアル・ジャザリー・アカデミーと変更された。

リー・アカデミーを通じ、間接的に、上下水道運営についてより幅広い分野の能力強化を行っている。また、能力強化の技術範囲について、二つの支援の間に重複はない。ラホール WASA は、組織の技術力の強化にアル・ジャザリー・アカデミーが決定的な役割を果たすと認識しており、JICA の技術協力を非常に高く評価している。

本事業のソフトコンポーネントはエネルギー監査チームの活動を拡大し、各深井戸の適切な運営・維持管理に貢献している（「3.3 有効性」を参照）。ラホール WASA によると、同チームは新たな職員に対してエネルギー監査の研修を独自に実施することが可能であり、技術は十分定着していると考えられる。

本事業の維持管理を受託した企業はラホールに本社を置く総合建設企業であり、本事業の維持管理状況に特に問題が見られないことから、十分な技術力を持つと考えられる。

以上から、本事業の運営・維持管理の技術面に大きな課題は見られないが、契約職員として雇用されたオペレーターへの研修を充実する必要性が指摘される。

3.4.3 運営・維持管理の財務

ラホール WASA の一般世帯のための上下水道料金は 2004 年以来、値上げされていない。表 4 に見られるように、2017 年度～2019 年度の上下水道料金収入は営業支出の半分程度にとどまり、これを都市不動産税の配分及び州政府からの補助金で補っている。料金収入が 2017 年度から 2018 年度にかけて大きく増加したが、ラホール WASA によると、これは商業用料金の値上げ、住宅階別料金制度の導入、外部委託の導入等による料金回収率の向上が理由である。電力費は支出の 4 割を占め（2020 年）、電力料金の上昇が電力費増加につながっている。維持管理費（外部委託費を含む）は 2019 年度に減少しているが、ラホール WASA によると、本事業により新しい深井戸施設が建設され故障が少ないことがその一因である。

表 4 ラホール WASA の収支

(単位：百万ルピー)

	2017 年度	2018 年度	2019 年度
上下水道料金収入	3,527	5,086	5,522
その他	724	556	756
営業収入	4,252	5,642	6,278
人件費	3,329	4,200	4,376
維持管理費（外部委託費を含む）	1,307	1,405	986
電力費	3,380	3,500	4,395
その他	399	842	908
営業支出	8,415	9,948	10,665
営業収支	-4,164	-4,306	-4,387
営業収支（前年からの繰越）	232	102	96
州政府補助金	2,196	2,618	2,626
都市不動産税（州政府）からの配分	1,838	1,681	1,718
累積剰余金	102	96	52

(出所) ラホール WASA 提供資料

過去 10 年間、ラホール WASA の上下水道料金収入は支出をカバーできず、州政府が集める都市不動産税の配分を加えても、赤字であった。この赤字を補うためにパンジャブ州政府は年間 20 億ルピー以上の補助金を継続的に提供してきた。赤字が継続する背景には、電力料金、石油滑油・潤滑油価格、人件費等が年々上昇するにもかかわらず、一般世帯向けの上下水道料金が 2004 年以降凍結されてきたことにある。赤字幅が拡大してきたにもかかわらず、州の補助金額は同じレベルにとどめられてきたため、ラホール WASA の財務状況は大変厳しいものになりつつある。このため、ラホール WASA はパンジャブ州政府の財源を検討する組織である資源動員委員会の指示の下、段階的な上下水道料金の引き上げと支出削減により 3 年以内に損益分岐点に達成する事業計画を作成した。この事業計画は、承認のために 2019 年に州政府内閣委員会に送付された。事後評価時には、ラホール WASA が同事業計画で提案された料金引き上げを進めるか、あるいは州政府が赤字を十分補填できるように補助金額を引き上げるか、州政府による検討が続けられている。

このように、ラホール WASA の財務は政府補助金に多くを頼っており、健全とは言えない。ただし、現地視察によると、本事業の深井戸の運営・維持管理に直接の問題となるような財務面の制約は見られず、必要な消耗品・交換部品は適時に供給され、適切な維持管理作業が行われていた。以上から、本事業の運営・維持管理の財務面に大きな課題はないものの、ラホール WASA の財務を中長期的観点から健全化してゆく必要性が指摘される。

3.4.4 運営・維持管理の状況

本事業の対象である 105 カ所の深井戸はすべて稼働状態にある。ただし、2021 年 1 月時点で、配水管網あるいは電力供給の問題により 3 カ所の深井戸は運用されていない。また、配水管網への接続位置を変更する必要がある深井戸 1 カ所は運転時間が少ない。各深井戸ではラホール WASA の維持管理計画に沿って電気機械設備の定期点検が行われる。各深井戸は運転時間が 2,000 時間に達する毎に点検されるという基準があり、おおむね年に 2 回点検を受けている。

現地実査を行った 50 カ所の深井戸の 3 分の 1 はこれまで何の修理も必要とされず、全く問題なく運転されてきた。1 カ所を除き、ほぼすべての深井戸が適切に清掃されていた。大修理が行われた深井戸はなく、軽微な修理である保護リレーの交換 (13 カ所)、ベアリングの交換 (8 カ所)、ブレーカーの交換 (5 カ所) などが行われた。また、流量計、水圧計が故障したままの深井戸が、それぞれ 11 カ所、7 カ所あった。ただし、流量や水圧の計測はエネルギー監査時のみに行われているため、日常の運転に支障は生じていない。日常の点検や予防保守はおおむね適切に行われている。2019 年の瑕疵検査時に指摘された定期的な潤滑剤追加は十分に実施されているが、中には、必要以上の頻度で潤滑剤が追加された深井戸も見られた。運転や実施された点検・日常保守の内容は記録されているが、記録用の公式ログ・ブックが支給されず、一般のノートに記録され

ている深井戸が4カ所あった。全体として、50カ所の深井戸のすべてが「良い」あるいは「適切」な運営・維持管理状況にあると判断され、「良くない」「悪い」とされた深井戸はなかった。

本事業が提供したエネルギー監査用の機材は十分活用されている。故障した機材が一部にあるが、いずれも修理あるいは更新されている。

以上より、本事業の運営・維持管理は制度・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. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、パンジャブ州ラホールにおいてラホール WASA が運用する老朽化した深井戸 105 カ所を更新することにより、井戸能力の回復と給水設備にかかるエネルギーの効率化を図り、もって持続的で安定した給水サービスの実現に寄与することを目的に実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにパキスタンの開発政策・開発計画、開発ニーズとの整合性が高い。計画時の日本の援助政策との整合性も高いことから、本事業の妥当性は高い。おおむね計画どおりのアウトプットが実現し、事業費は計画内であったが、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業によるエネルギー効率改善と井戸能力回復の達成度は高く、それにより深井戸ポンプのトラブルによる断水が減ったこと、水圧が改善されたことなどが住民に歓迎されている。本事業が地下水位に影響した可能性は否定できないが、ラホール WASA は様々な方法で地下水低下の抑制に取り組んでおり、本事業の影響が緩和されている可能性も指摘できる。従って、環境・社会への重大なインパクトは認められない。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の一環として行われた技術支援はラホール WASA のエネルギー監査チームの活動を拡大し、各深井戸の適切な運営・維持管理に貢献している。本事業の運営・維持管理は制度・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。

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（ラホール WASA）への提言

- (1) 本事業で建設された深井戸のうち、配水網の閉塞によりエネルギー効率が下がったままの深井戸2カ所（C Block Muslim Town、Queen's Road）について、配水網の閉塞箇所を特定し、閉塞の解消を図る必要がある。また、適切な位置での配水網に接続できず十分活用されていない深井戸1カ所（Saadi Park）について、適切な接続管を建設し、活用を図る必要がある。

- (2) 一部の深井戸オペレーター、特に契約職員として雇用されたオペレーターの一部は研修が不十分と考えられることから、契約職員を含めたすべてのオペレーターに適切な研修を行う必要がある。
- (3) 限られた地下水のより効率的・持続的な利用のため、以下の課題に取り組む必要がある。
- 水の再利用をはじめとした地下水利用抑制策を強化するとともに、地下水位の継続的なモニタリングを行い、地下水位の急激な低下を防ぐため、必要に応じてポンプ運転時間の調整を行う。
 - 水源の表流水への転換を段階的に進め、水資源の利用可能性と水需要をバランスできるように地下水と表流水を適切に組み合わせる。
 - 老朽した配水管の更新、配水区画化、高架水槽の利用、漏水削減、台帳整備などにより配水網を改善する。
 - 適切な料金設定、水道メーターの普及、水の再利用等により水需要を抑制する。
- (4) 事業計画についての州政府の検討結果を踏まえ、財務の健全化に努める。

4.2.2 JICA への提言

JICA はラホール WASA による上記の提言の実施を促し、その実施状況をモニタリングする。

4.3 教訓

都市部におけるインフラ整備事業の準備

本事業では深井戸の建設時になって予定された敷地の土地所有者や周辺住民の理解を得られず代替敷地を探したり、周辺住民の理解を得るために時間を要したりすることが少なくなかった。よって、都市で深井戸などのインフラ施設を建設する事業においては、計画段階で実施機関が、敷地の所有者・管理者に文書などで十分な確認を取るとともに、住民説明会などで周辺住民の意思を予め確認し、協力を得られるように丁寧に説明しておくことが重要である。

以上

2020年度 外部事後評価報告書
円借款「チェナブ川下流灌漑水路改修事業」

外部評価者：合同会社適材適所 南村 亜矢子

0. 要旨

本事業は、パンジャブ州中部のチェナブ川下流用水路灌漑地区（Lower Chenab Canal、以下「LCC」という。）において、既存灌漑施設および排水施設を改修し、施設維持管理を担う農民組織（Farmers' Organization、以下「FO」という。）を設立・育成することによって、農業生産の拡大を図り、同地区の農民の所得向上に寄与することを目的としている。

農業が基幹産業であるパキスタンにとって、本事業の実施はパキスタンの開発政策やセクター方針、灌漑設備の整備による農業用水確保というニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。事業の効率性については、事業費は計画内に収まったが、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。

受益面積、主要農産物別作付面積、水利費徴収率は審査時に想定された水準を上回っており、有効性は高いと判断できる。本事業のインパクトとして想定されている「小農の所得向上」は統計資料では確認できなかったものの、本事業の改修工事によって灌漑用水を確保できるようになり、作付面積の増加や、換金作物へ転換した小農がある点から農業収入の向上に貢献している可能性があること、その他新規ビジネスの開始、教育、特に女子への教育費の支出増加等のインパクトが確認されたこと、負のインパクトは確認されなかったことにより、有効性・インパクトは高いと判断した。

本事業の維持管理は、技術面、財政面に大きな課題は見られない一方、体制および現在の施設状況にそれぞれ課題があり、今後、灌漑設備の運営・維持管理体制のより一層の強化が求められる。したがって本事業によって発現した効果の持続性は中程度とした。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業で整備された三次水路

1.1 事業の背景

パキスタンパンジャブ州中部のチェナブ川下流用水路灌漑地区（LCC）は、英植民地時代の19世紀に開発されたパキスタン最古の用水路灌漑システムのひとつであり、灌漑農業の中心地であるパンジャブ州の中でも最大の灌漑面積を有している（124万ha）。しかし、灌漑面積の拡大とともに、施設の容量不足が顕著なうえ、水路の浸食や施設の老朽化で水利用の効率性が下がり、農業生産性を損なっているため、施設の拡幅・改修が急務であった。

LCCのうち、最上流部では、JBICの融資部分による「全国排水路整備事業」によって灌漑用水路および排水路の改修工事が実施され、下流部分にあたるパートB（灌漑面積61万ha）は、最上流部に引き続き、老朽化等により低下した通水能力を回復する必要があった。また、水路の拡幅・改修のみならず、公平かつ効率的な水配分が実施され、水路の維持管理が行われることが農業生産性の向上に必要であり、整備された水路を長期的に活用する観点からも、適切な維持管理体制の確立が必須であった。本事業では1997年のパンジャブ州灌漑排水公団（Punjab Irrigation and Drainage Authority、以下「PIDA」という。）設立以降、パンジャブ州政府が進めてきた農民への水管理の移管を中心とした制度改革（Irrigation Management Transfer、以下「IMT政策」という。）を支援し、農民組織（FO）の能力向上を支援することとなった。

1.2 事業概要

本事業は、パンジャブ州中部のチェナブ川下流用水路灌漑地区（LCC）において、既存灌漑施設および排水施設を改修し、施設維持管理を担う農民組織（FO）を設立・育成することにより農業生産の拡大を図り、もって同地区の農民の所得向上に寄与することを目的として実施された。

円借款承諾額/実行額	12,523百万円 / 11,619百万円
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/ パンジャブ州灌漑排水公団 ¹
事業完成	2018年3月 ²
事業対象地域	パンジャブ州中部のチェナブ川 下流用水路灌漑地区（パートB）

¹ 2019年5月に解体されたため、実質的に現在はパンジャブ州灌漑局（Punjab Irrigation Department : PID）が受け継いでいる。

² 「3. 2. 2. 2 事業期間」参照

本体契約 ³	-
コンサルタント契約	National Engineering Services Pakistan Limited (パキスタン) / National Development Consultants (REGD) (パキスタン)
関連調査 (フィージビリティ・ スタディ：F/S) 等	-
関連事業	円借款：世界銀行・アジア開発銀行・国際協力 銀行「全国排水路整備事業（1997年3月）」 技術協力事業：「パンジャブ州水利行政 アドバイザー（2006年～2008年）」 「パンジャブ州農民参加型灌漑農業強化 プロジェクト（2009年～2013年）」

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

南村 亜矢子（合同会社適材適所）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2020年10月～2021年11月

2.3 評価の制約

新型コロナウイルス感染症の世界的な流行のため、現地調査を中止し、代わりに現地調査補助員を活用し遠隔にて調査を実施した。そのため、一部のデータ収集において制約が生じた。また、本事業の審査時にインパクトを検証するためのベースラインデータや情報源の情報がなく、事後評価時においてもインパクトを定量的に検証できる既存資料はパキスタンで編纂されていなかったため、インパクトは定性的な情報によって判断した。

3. 評価結果（レーティング：B⁴）

3.1 妥当性（レーティング：③⁵）

3.1.1 開発政策との整合性

審査時には、パキスタン政府は「10カ年長期開発計画」（2001年～2010年）において水資源開発戦略を策定し、将来の水需要の増加を満たすための水量確保の重要性を強調

³ 契約額 10 億円以上の企業

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」

していた。事後評価時には、同政府は長期開発計画の「Pakistan 2025: One Nation - One Vision」を策定し、エネルギー・水・食糧の安全保障を1つの柱と位置づけて、水配分の効率化、節水や再利用による水供給量の確保を強調している。

パンジャブ州では、審査時において「パンジャブ州灌漑開発戦略 2004 年」を策定し、州政府の優先事項に、既存灌漑施設の長期的かつ効率的な利用を目指した施設改修の実施を含めている。事後評価時は同州灌漑局（Punjab Irrigation Department、以下「PID」という。）が策定した「Punjab Water Policy 2018」において、水の安全保障をパキスタンの重要課題であるとし、「使用可能な水量を増加させること」を目標の一つに掲げ、灌漑地域における水のロス削減により水供給量を確保して灌漑用水の配分を行うとしている。なお、審査時にパンジャブ州政府は「受益者参加の促進」や「水管理を担当する政府機関の能力向上と組織制度改革等による効果的な維持管理の実施」を目指して、IMT 政策を推し進めていたが、「Punjab Water Policy 2018」においてその管理体制の是非を問う方針が示されており⁶、2019 年 5 月に PIDA の解体をもって、灌漑設備の管理は PID へ再度移管されることとなった（詳細は「3.4 持続性」を参照）。つまり州政府の方針転換により、審査時に目指していた農民を主体とした灌漑設備の運営維持管理体制は、事後評価時には継続されていなかったが、審査当時や事業実施期間中は州政府が IMT 政策を推し進めていたため、州政府の方針転換によって本事業の妥当性が損なわれているとは判断できない。

上記のとおり、審査時および事後評価時のパキスタン政府およびパンジャブ州政府の開発政策では、水政策の一環として灌漑用水の確保や公平な水配分を重要課題として掲げているため、本事業はパキスタンの開発政策や計画に整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、パキスタンでは灌漑施設の老朽化のため水利用が非効率であり、農業生産性は低い状態であった。そのため、灌漑施設の整備による安定的な農業用水の確保、農民組織による自主的な維持管理体制の構築を通じた農業用水の効率的利用を実現し、農業生産性の向上を図る必要があった。事後評価時でも、パキスタンにおいて農業セクターは主要産業であり、農業生産を支える水の確保と効率的な水利用は依然として重要な課題である。したがって、利用可能な水量を確保するために灌漑施設を整備・管理することはパンジャブ州の開発ニーズに合致している。また事業対象地域では依然として小農の割合が多いことや農業生産性が低いため⁷、農業所得が低い小農が農作物の収量を確

⁶ 同政策では、これまで実施されてきた PIDA/地域水委員会（Area Water Board: AWB）/FO の設置・機能強化を通じた灌漑管理体制の改革結果をレビューして得られた教訓を活かし、パンジャブ州の社会政治的な状況に適合し、PID および水利用者の双方が受け入れやすい体制改革を推進すべきだと述べている。

⁷ 2018 年～2019 年における主要農産物の生産性を比較すると、インドのパンジャブ州における小麦の生産性は 5.2 t/ha、綿花は 0.8t/ha、さとうきび 81.8 t/ha、コメ 6.2 t/ha（いずれも 2018 年～2019 年のインドパンジャブ州政府のデータ：<https://agri.punjab.gov.in/?=agriculture-statistics>）に対し

保するためには安定的な灌漑用水の供給が不可欠であり、この点においても本事業は小農の所得向上に対するニーズにも対応しているといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時の日本の「海外経済協力実施方針」（2005年）では、パキスタンの重点分野は貧困層の多い農村・地方都市における社会・経済サービスのアクセス向上であると述べている。また「対パキスタン国別援助計画」（2005年）では、健全な市場経済の発達を日本の対パキスタン支援における重点分野の一つに掲げ、雇用吸収力の拡大と貧困削減を志向した農業・農村セクターの発展を支援していくとしていた。

以上より、本事業の実施はパキスタンの開発計画、パンジャブ州のセクター方針・戦略および開発ニーズ、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

本事業は、英植民地時代の19世紀末に開発されたパンジャブ州中部のチェナブ川下流用水路灌漑地区（LCC）の下流部のパートB地区（灌漑面積61万ha）を対象としており、1) 土木工事、2) 農民組織設立・育成支援、3) 営農パイロット事業、4) コンサルティング・サービスの4つで構成されている。本事業の対象地域図は図1に示すとおりである。

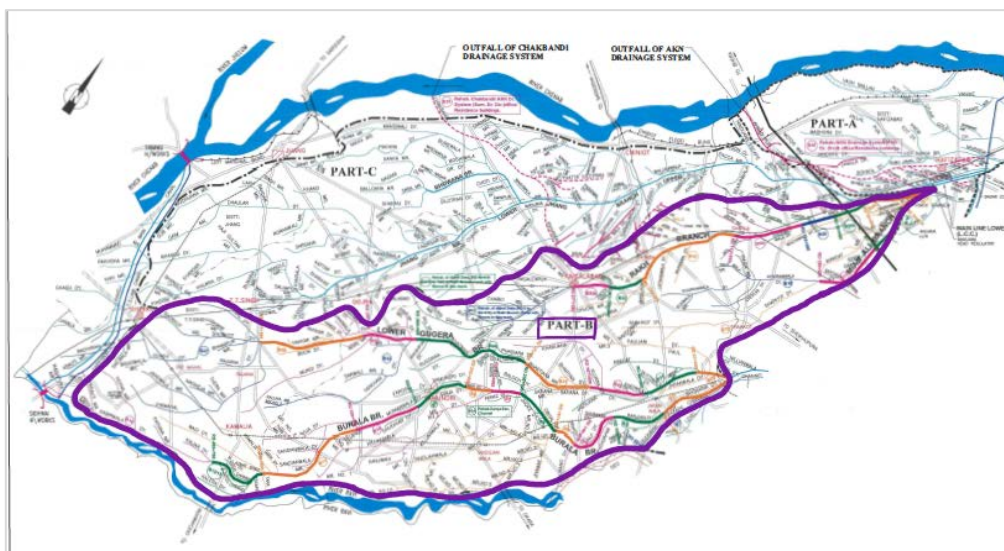


図1 本事業の対象地域

出所：PID 関連資料より評価者編集

て、パキスタンのパンジャブ州における主要農産物の生産性は、小麦は2.8 t/ha、綿花0.62 t/ha、さとうきび62 t/ha、コメ2.1 t/haであった（パキスタン統計局, Pakistan Statistical Yearbook 2019）。

1) 土木工事

本事業の土木事業は、①二次水路拡幅・改修、②三次水路改修、③三次水路ライニング、④排水路の改修の4つで構成されている。土木工事の計画と実績の対比は次表に示すとおりである⁸。

表 1 土木工事の計画・実績対比

工事内容	計画値			実績値		
	関連資料① ^{*1}	関連資料② ^{*2}	PID 計画 ^{*3}	当初計画に対する実績	追加工事分	合計
①二次水路拡幅・改修	375 km	402.6 km	381 km	381 km	-	381 km
②三次水路改修	2,158 km	1,586.1 km	1,501 km	1,501 km	304.83 km	1,805.83 km
③三次水路ライニング	321 km	342.8 km	992.06 km	992.06 km	307.84 km	1,229.9 km
④排水路の改修	399 km	401.4 km	-	構造物の改修		

注*1): 関連資料①は、審査時の JICA 提供資料。

*2): 関連資料②は審査時に JBIC (当時) と PID で署名された文書に記載されている情報である。
なおマイルであったため、1 マイル= 1.60934 km として km に換算した。また同資料では④の
工事内容は記載されておらず、対象となる排水路の全長が記載されているだけである。

*3) PID より

出所：JICA 提供資料、PID 質問票回答

土木工事においては、事業実施期間中に円高が進んだことによって 25 億ルピー分の余剰金が発生したため、土木工事が追加された。その内容は、②三次水路改修 304.83 km、③三次水路ライニング (ライニングと側堤保護工) 307.84 km である。土木工事の追加分は、特に灌漑用水の供給が行き届いていない三次水路を選定して改修とライニング工事を実施するものであり、スコープの変更は妥当であったといえる⁹。

土木工事の計画値に関する情報は、表 1 に示したように参照する資料によって異なるが、計画 (関連資料①) と実績を比較すると「①二次水路拡幅・改修」はほぼ計画どおりである一方、「②三次水路改修」の実績値は、追加工事分を含めても計画値を大幅に下回った。「③三次水路ライニング」は実績が計画を大幅に上回っている。「④排水路の改修」は、計画では排水路の改修とされていたが、PID によると排水路自体の改修工事は元々計画されておらず、対象排水路のコンクリート橋の整備、流入工の整備、建物の修復工事が計画されていたとのことである。本項では、関連資料①の計画と実績を比較したが、計画値が参照する資料によって異なり、特に関連資料①と PID が認識してい

⁸ 本事業では、土木工事の計画値が複数存在しており、その要因を特定することは困難であったため、日本側および PID で認識された計画値を表 1 に示すこととした。

⁹ また事業実施により三次水路の最下流部における灌漑用水量が改善しており (PID 質問票、FO インタビュー結果)、スコープの変更は事業効果を高めるためにも妥当であったと判断できる。

る計画内容が異なるため、計画値と実績値の差異が生じた要因を特定することは困難であった¹⁰。

2) 農民組織設立・育成支援

技術支援である農民組織設立・育成支援として、計画どおり、組織立ち上げ支援、FOの常任委員会、事務局メンバーへの研修、FOの定期的なモニタリングとパフォーマンス評価が実施された¹¹。PIDAはPIDと協力の下、FOメンバーに対して、水路の維持管理方法(分土工のオペレーション、分土工の状態のチェック方法、分土工の構造タイプ)、水利費徴収、灌漑用水の公平な配分や放水量の測定方法、紛争解決方法等に関する研修を実施した。本調査でインタビューしたほとんどの元FO¹²ではこれらの研修は効果的だったと回答している。

一方、設置数に関しては、実績値は計画値をやや下回っている。実績値が計画値をやや下回ったのは、FO設立の過程で訴訟が起こされたため、LCC(東)とLCC(西)で合計26組織が設置されなかったためである。FOは、カルパンチャヤット(Khal Panchayat、以下「KP」という。)と呼ばれる末端水路を管理する水利組合の議長で構成されていたが、KPの議長選出における争議や、FOの常任理事会メンバーからFO理事長選出の際に異議申し立てによって訴訟となり、FOが設立されなかった¹³。

表2 本事業によって設立されたFO数

	計画値	実績値	
		第1期	第2期/事業完了時まで
LCC(東)	85	84	72
LCC(西)	67	65	54
合計	152	149	126

注：LCC(東)：第1期：2005年4月～2009年12月、第2期：2011年2月～2016年2月
LCC(西)：第1期：2007年7月～2011年4月、第2期：2013年12月～2016年12月

¹⁰ PIDが認識している計画値と比較すると、追加工事分も含めて「②三次水路改修」も「③三次水路ライニング」も計画通りに土木工事が実施されており、PIDでもそのように認識している。

¹¹ PID質問票回答より。

¹² 詳細は「3.4 持続性」で述べるが、現在FOは解体されているため、本報告書で事後評価時の状況を述べている場合は、「元FO」と表記した。なお、事後評価では、9つの元FOに対してインタビュー調査とサイト調査を実施した。1つの元FOにつき最上流部、中流部、最下流部からそれぞれ5人程度、合計15人程度の農民を対象にインタビューを実施した。9つの元FOの内訳は、LCC(西)が4箇所、LCC(東)が5箇所で、パフォーマンスがよくなかったと認識されている元FOが3箇所含まれている。二次水路別には、Rahk Branchから4FO、Lower Gugera Branchから2FO、Burala Branchから2FO、Mian Ali Branch/Upper Gugera Branchから1FOを対象とした。なお、元FOメンバーは末端水路の水利組合であるKhal Panchayatの議長で構成されており、今回のインタビューには元FOの常任委員会メンバーでもある委員長、事務長、財務部長、委員会メンバーも含め、9つのFOから合計205人が参加した。なお、Khal Panchayat議長はほぼ男性が務めているため、今回の参加は全員男性であり農業を主たる生業としている。また、FOおよび農民によって多少の幅はあるが、インタビュー対象となったFO所管の地区における農民の平均所有農地面積は0.5ha～2.8haである。

¹³ PID質問票回答より。なお、FOが設置されなかった三次水路は、PID(Administrator/Executive Engineer)の管轄下に置かれた。

3) 営農パイロット事業

営農パイロット事業は、ファイサラバード農業大学 (University Agriculture Faisalabad、以下「UAF」という。) ¹⁴が実施機関となり、計画どおり小麦の苗床栽培、農業用水分析、ドリップ灌漑法、管井戸、レーザー均平に関する試験・研究をチェナブ下流灌漑地域の三次水路で実施した。当初計画どおり、営農パイロット事業は Mongi、Killianwala、Khurianwala の 3 つの三次水路で実施されていたが、本事業の事業期間の延長に伴い、フェーズ 2 (2012 年～2015 年) として、同じ活動が Khikhi、Dijkot、Shahkot の三次水路を対象として実施された。UAF によると本事業の目的は研究であり、新しい技術が農民の課題解決に資するかどうかを検証してデータを蓄積することであり、この点において、営農パイロット活動に関する十分なデータが蓄積され、研究の目的は達成されているといえる。また、対象となった三次水路では本事業で最新の水管理技術が適用され、主要作物の生産性向上に大きく貢献したとのことである¹⁵。特にレーザー均平技術は、農民により非常に節水効果があると認識され対象地区の 90%で活用された。ただし機材は高価なため小農には購入できないため、事業終了後多くの農民は機材をレンタルしている¹⁶。

4) コンサルティング・サービス

施工監理を担当するコンサルタントが調達され、詳細設計、入札関連書類準備、入札評価補助、施工監理が計画どおり実施された。

3.2.2 インプット

(詳細は報告書最終頁の「主要計画/実績比較」参照)

3.2.2.1 事業費

事業費は審査時の 14,733 百万円 (うち円借款分 12,423 百万円) に対して、実績は 13,697 百万円 (うち円借款分 11,619 百万円) であり計画を下回った (計画比 93%)。次項で述べるように、土木工事の遅延によって事業期間の延長が生じ、コンサルティング・サービス費も大幅に増加したものの、事業実施期間中に円高が進み、結果として事業費は当初の計画内に収まった。なお、円高の影響で現地通貨分の事業費が膨らんだ分は、アウトプット増および工期増の両方に影響した。

¹⁴ 営農パイロット事業コンポーネントの契約は、2006 年 9 月 15 日付で PIDA と Pakistan Agriculture Research Council (PARC) 間で締結されているが、PARC はイスラマバードをベースとするため、ワーキンググループメンバーとして参加しているファイサラバード農業大学が実際の現場活動を担った。

¹⁵ UAF への質問回答と営農パイロット事業に参加した農民 (約 70 人) へのインタビューより。

¹⁶ 営農パイロット事業に参加した農民へのインタビューより。

3.2.2.2 事業期間

事業期間は当初、円借款調印の2005年8月から農民組織設立・育成支援が終了する2011年12月までの77ヵ月であったのに対し、実際の事業期間は2005年8月から2018年3月¹⁷までの152ヵ月となり（計画比197%）計画を大幅に上回った。特に土木工事に遅延が生じ、追加工事分も含めて本事業の56パッケージ¹⁸中25パッケージで遅延が生じた。さらに、農民組織設立・育成支援のコンポーネントも訴訟により設立が遅れたFOへの支援が長引いたため、当初計画よりも事業完了に時間を要した。

事業期間が伸びた主な理由¹⁹は、受注企業であるコントラクターの人員不足と管理者の能力不足により、土木工事がスムーズに実施されなかったためである。このため、2社に委託した6パッケージについては再入札が実施され、コントラクターが変更となった。また実施機関であるPIDAとコンサルタント企業側の担当者の交代が多く、事業全体の現状や進捗把握に時間を要して意思決定が遅れ気味になったことや、双方の関係構築に時間を要したことが挙げられる。

さらに、2009年後半にパンジャブ州政府の財政難のため、開発事業に関する業者への支払い停止が発生したことや、同時期に工事関係の物資が高騰し、工事業者が高騰分の支払いに関する訴訟を起こしたことも工期の遅延に影響した。これ以外にも、2010年と2014年に過去最大級の洪水が発生し、資材の供給ルートに混乱が生じたことや、洪水被害の地域出身の労働者が作業現場に戻れなかったことが、工事の進捗に影響した。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

(1) 財務的内部収益率（FIRR）

審査時に本事業の財務的内部収益率（FIRR）の計算は行われていない。

(2) 経済的内部収益率（EIRR）

審査時の本事業の経済的内部収益率（EIRR）は16.2%であった。EIRR算出の前提条件は表3のとおりである。事後評価におけるEIRR再計算の結果は22.6%であり、審査時のEIRRを上回った。その主な理由は、本事業の実施によって主要農作物の作付面積が増加したこと、主要農産物の収量が審査時の目標値よりも増加したことである。ただし、EIRRの計算では、農業生産の増加は本事業によってもたらされたという条件で増加農産物収益を便益として算定しているが、農業生産の増加は他の多くの要因にも起因する点に留意する必要がある。

¹⁷ PIDでは2016年6月に事業が完了したと認識しているが、質問票に対するPIDの回答には農民組織設立・育成支援コンポーネントは2018年3月に終了したとあったため、事業完了時は2018年3月とした。

¹⁸ 56パッケージのうち、コントラクターを替えるために6パッケージで再入札が実施されたため、その重複分を除くと、工事内容としては50パッケージである。

¹⁹ JICA提供資料およびPID質問票回答より。

表 3 EIRR 算出の前提条件

費用：	事業費（税金を除く）、維持管理費
便益：	増加農作物収益
プロジェクト・ライフ：	30年 ²⁰

以上より、事業費は計画内に収まっており、アウトプット増や様々な外部条件の影響があったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性・インパクト²¹（レーティング：③）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業では、受益面積、農作物別作付面積、水利費徴収率、主要農作物別生産高が、事業効果を図る指標として設定されている²²。本事業の用水路改修による水量増加は、雨季（Kharif：5月～9月）のみであり、乾季（Rabi：10月～翌年4月）には川の水量自体が極端に少ないため、水路拡張による増水効果は非常に限定的であるとして、雨季のみに限定した指標が設定されている²³。運用・効果指標の基準値と目標値、事後評価時点での実績値は表4のとおり。

表 4 運用・効果指標

指標	基準値	目標値	実績値	
	2001年～ 2004年平均	2015年	2015年～ 2016年	2019年～ 2020年
		事業完成5年後	事業完成年	事業完成4年後
(1) 受益面積(ha) ^{*1*2}	456,684	519,694 ^{*3}	497,226 ^{*4}	563,926
(2) 農作物別作付面積(ha) ^{*1}				
コメ	45,510	67,810	193,778	80,000
綿花	55,475	55,475	56,651	35,000
メイズ	95,639	95,639	41,721	87,500
サトウキビ	103,842	103,842	70,415	173,000
飼料作物	92,965	97,644	78,147	126,500
油糧種子	22,481	33,723	5,781	42,867
その他（果物、野菜等） ^{*5}	40,772	65,561	50,733	19,059
(参考) 小麦 ^{*4}	-	-	384,598	570,000

²⁰ PIDの関連資料ではプロジェクト・ライフは40年と設定されていたが、審査時のJICAの関連資料では30年と設定されていたので、プロジェクト・サイクルは30年とした。

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。

²² JICA提供資料では、目標値は事業完成5年後と設定されていたが、事後評価を実施した時点では、2019年～2020年の統計数値が最新であったため、その数値を適用した。

²³ 審査時のJICA提供資料より。

指標	基準値	目標値	実績値	
	2001年～ 2004年平均	2015年	2015年～ 2016年	2019年～ 2020年
		事業完成5年後	事業完成年	事業完成4年後
(3) 水利費徴収率 (%)	44*2	60	-	LCC (東) 65*6 LCC (西) 70*6
(4) 主要農作物別生産高 (トン/年) *1				
コメ	67,241	121,602	385,380	65,960
綿花	59,629	65,797	93,932	44,590
メイズ	218,124	240,810	215,569	209,400
サトウキビ	5,078,668	5,607,241	3,932,649	4,571,660
飼料作物	1,212,890	1,406,632	1,107,596	2,291,300
油糧種子	9,888	16,416	7,000	8,160
(参考) 小麦*4	-	-	1,274,844	793,860

出所：基準値および目標値は JICA 提供資料。事業完了時は実施機関の事業完了報告書 (PC-4)、事後評価時は実施機関提供

注*1：雨季の数値

*2：「受益面積」は、表中の農作物別作付面積を合計した数値 (審査時の JICA 提供資料より)

*3：審査時に日本とパキスタンで合意された文書によれば (2005年2月22日付)、受益面積の基準値も目標値も事業対象の LCC パート B の灌漑面積である 607,573 ha となっている。この背景には、パキスタン側では改修工事によって灌漑面積は変化しないが、作付強度は向上するという考え方がないと推察される。

*4：本事業の目標値は雨季のみに焦点を当てているため、乾季に作付される小麦は基準値には含まれていない。

*5：豆、ひよこ豆、果樹、野菜 (雨季)

*6：LCC (東) は、FO が設立された時期である 2005 年～2017 年までの平均値。LCC (西) は同様に 2007 年～2018 年の平均値を算出した。

事後評価時の「(1) 受益面積」は 563,926 ha であり、目標値の 519,694 ha を上回った。「(2) 主要農作物別の作付面積」をみると、コメ、サトウキビ、飼料作物、油糧種子の事後評価時の作付面積は目標値を上回ったが、綿花、メイズ、野菜・果物の作付面積は目標値に届かなかった²⁴。年によってやや作付面積に変動がみられることや、UAF の見解によると作付面積の変化の要因は複合的であるため、特定するためには詳細な調査が必要とのことだが、考えられる要因としては、生産コストが増加したことや、気温の上昇により他作物へ転換したことが考えられるとのことである。また、事後評価で実施した元 FO メンバーへのインタビューでは、本事業によって末端水路での灌漑用水量が増加したことや市場価格の上昇により、サトウキビや小麦 (乾季) の作付面積が増加したとことが挙げられており、事業対象地域内で同じような状況が発生していた可能性がある。

²⁴ 審査時の JICA 提供資料では、これら目標値の設定の背景説明が記載されていなかったもので、詳細は不明だが、綿花とメイズの目標値は基準値と同じ面積が設定されていることから、綿花やメイズよりも、コメ、飼料作物、油糧種子の作付面積の増加が想定されていたと考えられる。

「(3) 水利費の徴収率」²⁵は、LCC（東）が平均で 65%、LCC（西）70%であり、いずれも目標値の 60%を上回っている。この背景には、本事業によって末端水路まで灌漑用水が提供されるようになり、農民が水利費を支払うようになったことが大きい。FO に対する水利費徴収の研修が効果的であった点も目標値の達成に貢献していると考えられる²⁶。時期によって水利費の徴収率が 60%を下回ることもあるが、その主な理由は、灌漑用水の供給が滞った場合は、農民が水利費の支払いを拒否することがあること²⁷、水利費を常習的に支払わない農民がいること、水利費不払い農民に対する法的措置がなく、対抗策が取れないことである²⁸。

「(4) 主要農作物別の生産高」について、飼料作物以外の農作物の生産高は計画値を下回った。UAF によれば、作付面積と同様に詳細な調査や文献調査を実施してその要因を特定する必要があるとのことだが、考えられる要因は、生産コストの変動による作付けパターンの変化、気温の上昇、優良な種子の入手が困難だったこと、害虫駆除状況等とのことである。ただし元 FO メンバーへのインタビューによれば、作付面積の場合と同様に、本事業によって灌漑用水量が増加したことや市場価格の上昇により、サトウキビや小麦（乾季）の生産高が増加したとのことであり、綿花からサトウキビにシフトした FO 地区もあった。なお図 2～図 5 に示すように、パンジャブ州における作付けパターンを経年でみると、近年は綿花が減少傾向にあるが、サトウキビは近年上下動がみられ、コメは事業完了前後は横ばいで近年は増加傾向にある。このように農作物の生産高には変動があるため、その要因の特定には、詳しい調査が必要と考えられる²⁹。

²⁵ 水利費徴収率は年によって多少の変動があるため、単年度ではなく、LCC（東）および LCC（西）において FO が設置され始めた年から最新年までの雨季の平均値を取った。変動が生じている（水利費徴収率が低い年がある）理由のひとつに、当該年は水量不足であったため農民が水利費を支払わなかった可能性もある（FO メンバーへのインタビューより）。

²⁶ PID/PKPA（パンジャブ州カルパンチャヤット公団）および元 FO へのインタビュー結果より。

²⁷ 末端水路での灌漑用水の供給量が少ない場合は、水利費を軽減する措置を取っているケースもあるとのことである（PKPA 質問票回答より）。

²⁸ PID と PKPA への質問票回答、および FO メンバーへのインタビューより。

²⁹ パキスタン政府では、依然としてコメを外貨獲得の主要農産物と見なしており、政府の方針にも大きな変化はないため（パンジャブ州農業局 HP: <http://www.agripunjab.gov.pk/strategy>, 2021 年 7 月 24 日アクセス）事業対象地域でコメの作付面積と生産高が減少している点に、政策的な要因が影響しているとは考えられない。また、パンジャブ州の作付けパターンにも大きな変化はみられないため、事業対象地域のコメの作付面積と生産高の減少について詳細な調査が必要である。

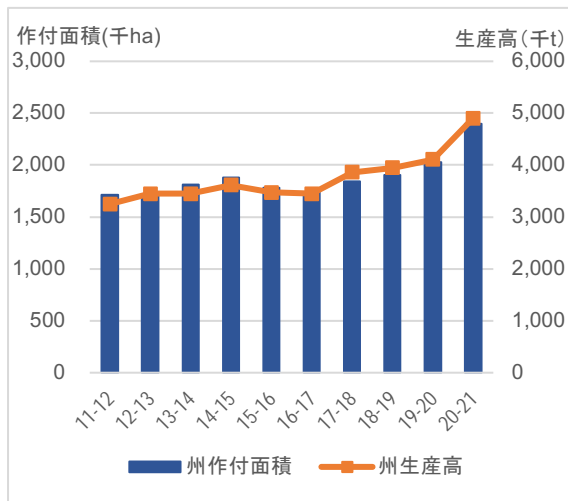


図 2 パンジャブ州におけるコメの作付面積と生産高の推移

出所：パンジャブ州農業局 Crop Reporting Service 提供の統計データ

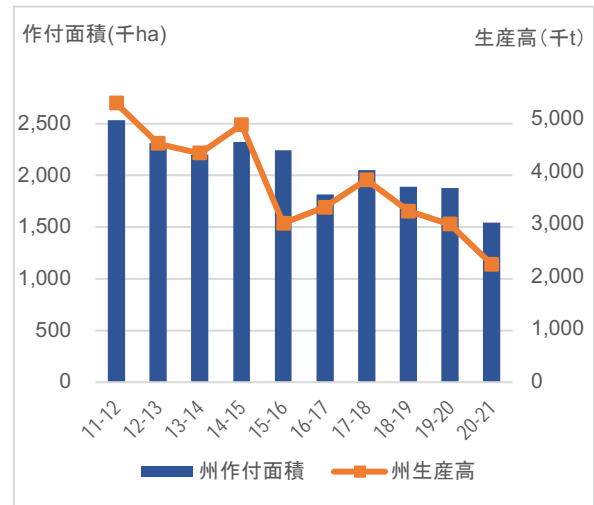


図 3 パンジャブ州における綿花の作付面積と生産高の推移

出所：パンジャブ州農業局 Crop Reporting Service 提供の統計データ

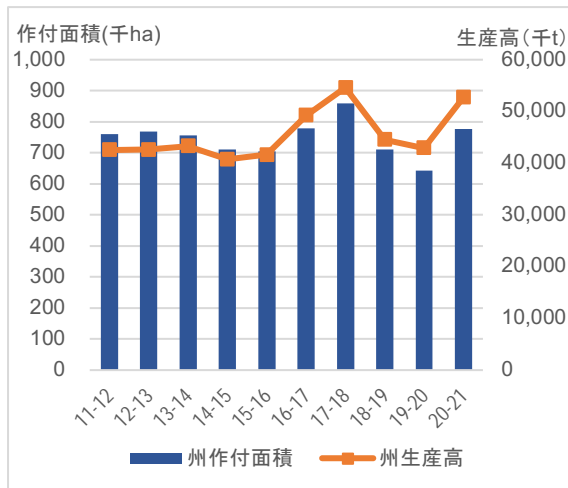


図 4 パンジャブ州におけるサトウキビの作付面積と生産高の推移

出所：パンジャブ州農業局 Crop Reporting Service 提供の統計データ

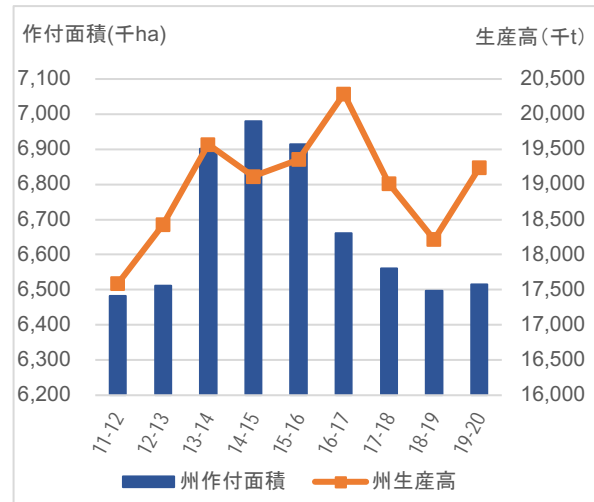


図 5 パンジャブ州における小麦の作付面積と生産高の推移

出所：パンジャブ州農業局 Crop Reporting Service 提供の統計データ

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

(1) 塩害の軽減

審査時には、本事業による水路のライニング工事によって事業対象地域の塩害が軽減されることが期待されていた。PIDによれば、本事業において水路のライニング工事を実施したことによって、対象地域の塩害や湛水害（Water logging）の軽減につながったとのことであり、元 FO メンバーからも塩害の被害はないとのことだった。さ

らに本事業によって浸透による損失（漏水損失）を最小限に抑えることとなり、最下流部における灌漑用水量が増加したとのことである。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業に期待されていたインパクトは、地域住民の生活の向上、特に小農（土地所有面積 5ha 以下）の所得向上である。農民の所得向上に関する統計データ（事業対象地区における小農（土地所有面積 5 ha 以下）の所得に関するデータ含む）は、パンジャブ州の関連組織ではまとめられておらず入手困難であった。PID およびパンジャブ州カルパンチャヤット公団（Punjab Khal Panchayat Authority、以下「PKPA」という。）では、農作物の生産高の向上や農業所得の増加によって事業対象地域の農民の所得レベルが向上したこと、農地価格の上昇とこれによる税収の増加³⁰、畜産等の新規事業の開始、果物栽培の増加や養殖を開始する農民の増加において、本事業のインパクトがあったと考えている³¹。

元 FO メンバーへのインタビューによれば、農業所得の増加、地価の上昇、畜産・漁業・酪農等の新規ビジネスの開始、教育への支出増加（特に女子教育への支出の増加）、家屋の増築、トラクターやバイクの購入などが可能になったとのことである。事後評価で実施した元 FO へのインタビューの結果、農民の平均月収は 25,000～35,000 ルピーであった。審査時における農民の平均月収に関するデータは入手できなかったため³²事業開始前の状況との比較は困難であり、農業所得の向上には農産物の価格上昇等の複数の要素が絡むため本事業の貢献度を明確には示せないが、元 FO メンバーのインタビューや PID/PKPA の見解より、本事業が農民の所得向上に影響を及ぼした可能性はあると考えられる。

この他、FO へのインタビューにより、本事業の実施によって農民組織活動への女性の参加が増加した等のインパクトはないことが確認されている³³。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

本事業は「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」（2002年4月制定）に掲げる影響を及ぼしやすいセクター、影響を及ぼしやすい特性および影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断されるため、カテゴリ B に

³⁰ ただし固定資産税は 5 ha 以上の土地所有者のみであるため、5ha 以下の土地所有農民が多い本事業の対象地域ではインパクトは限定的と考えられる。

³¹ PID および/PKPA への質問票より。

³² 審査時の JICA 提供資料では「貧困層の多い小農の所得向上が見込まれる」と記載があるのみであり、具体的な数値は示されていない。また、統計データの入手も試みたが、農民所得に関するデータは編纂されていない模様であった。

³³ また作付けパターンの変化により女性の農業への就労が増加したケースもあれば、減少したケースもあり（野菜の作付量が増加すれば女性の就農機会が多くなるが、それ以外は変わらないか減少するとのこと）、この点においても本事業の実施と女性へのインパクトは確認されなかった。

該当するとされていた。本事業による住民移転・用地取得は発生していない。一方、工事実施の際に土地開墾のために一部の森林を伐採している。これはライニング工事の設計の際に、水路の浜堤（バーム）³⁴にある木や森林を伐採する必要性が確認されたこと、用水路わきの道路を車両が通れるように整備する必要があったためである。森林局の規定にしたがって州政府により水路脇への木の植え替えが実施されたとのことであり、環境へ負担はないと考えられる³⁵。

主要農産物別の生産高の点では一部の農作物において審査時の目標値より低いものもあるが、受益面積、主要農産物別作付面積、水利費徴収率は審査時に想定された水準を上回っており、有効性は高いと判断できる。本事業のインパクトとして想定されている「小農の所得向上」は、PID および元 FO へのインタビュー結果より、本事業の改修工事によって灌漑用水の供給量が増加し、これが作付面積の増加につながったことや、農業収入の向上に貢献している可能性があること、新規ビジネスの開始、教育（特に女子）への支出増加、家屋の増築やトラクター・バイクの新規購入等のインパクトが確認された。また本事業による負のインパクトは確認されていない。以上のことから、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、有効性・インパクトは高いと判断できる。

3.4 持続性（レーティング：②）

3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

(1) 運営・維持管理体制に関するパンジャブ州政府の方針転換

PIDA は「The Punjab Irrigation and Drainage Authority Act 1997」によって設立され、2005 年以降パンジャブ州で推進されてきた農民への IMT 政策の下、PIDA の傘下に二次水路の維持管理組織として地域水委員会（Area Water Board、以下「AWB」という。）、三次水路（Distributary および Minor）は FO とナリパンチャヤット（Nari Panchayat）³⁶、末端水路は水利組合（KP）が責務を負う組織として設置され、農民の参加型による灌漑水路の維持管理の枠組みが構築された。しかし、2019 年 5 月 22 日に発行された「Punjab Khal Panchayat Ordinance」（2019 年 12 月 13 日付で「Punjab Khal Panchayat Act」として発行）をもって PIDA が解体され、同時に AWB、FO、ナリパンチャヤット、KP の活動も停止となり、その後これらの組織は実質上解体となった。

PIDA が解体された理由は、①不十分な灌漑設備の運営維持管理、②低い水利費徴収率³⁷、③盗水件数の増加、④PIDA と FO のエリート層による援助の横取り（elite capture）、

³⁴ 浜堤と呼ばれる堆積地形のこと。

³⁵ PID への質問票および PID への追加情報収集結果より。

³⁶ 日本語の定訳がないためカタカナ表記とした。ナリパンチャヤット（Nari Panchayat）は三次水路のマイナー（Minor）に設置される水利組合であり、域内のカルパンチャヤット（Khal Panchayat）の議長で構成されている。水路補修計画の承認、水路工事入札プロセスへの参加・工事の監督、輪番灌漑計画策定圃場等および FO の支援業務が主な機能であった。

³⁷ 本事業の水利費徴収の目標は 60%と設定されていたが、PID への質問票の回答では FO が財政面で自立するためには 80%の水利費の徴収率を維持する必要があるとのことである。またパキスタ

⑤FO 内での水利費の横領や、責務遂行能力が低い FO があったこと、⑥監査報告において FO における記録管理が不十分との指摘があったこと、⑦分水工での流量記録改ざんによる大がかりな盗水があり、常任委員会が停止処分を受けた FO があったことが挙げられる³⁸。

PIDA の解体以降は、灌漑設備の建設および運営・維持管理は次表のような体制で実施されており、水路の運営・維持管理は一次水路から三次水路まで PID の管轄下に置かれることになった。また、水利費は FO が徴収し、PIDA/AWB へ一定の割合を納入していたが、PIDA の解体後、水利費は州の歳入局（Revenue Department）が徴収している。

表 5 灌漑施設建設と運営・維持管理体制

	2005 年～2019 年 5 月		2019 年 6 月以降	
	建設	運営・維持管理	建設	運営・維持管理
一次水路	PIDA/PID	PIDA/PID	PID	PID
二次水路		AWB		
三次水路 (Distributaries/ Minors)		FO/ナリパンチャヤット		
末端水路	州農業局	カルパンチャヤット (KP)	州農業局	カルパンチャヤット (KP)
排水路	PID	PID	PID	PID

出所：JICA 提供資料、PID 質問票回答

2019 年 12 月付で制定された「Punjab Khal Panchayat Act 2019」（以下、「PKP Act 2019」という。）では、末端水路の維持管理を担う Khal Panchayat (KP)³⁹を設置することおよびパンジャブカルパンチャヤット公団（Punjab Khal Panchayat Authority : PKPA）を設置することが規定された。同 Act では、KP と PKPA の役割や責務、および現場での灌漑設備の運営・維持管理について以下のように定めている。

- KP の役割・責務は輪番計画（warabandi: 水配分計画）の作成、水配分に関する農民間の紛争の仲裁を担うこと。
- PKPA は KP 議長の選出、農民間の水紛争の仲裁、水配分の輪番計画の実施支援、水利費の請求書の配賦と農民のタイムリーな支払いを促進すること。
- PID の Canal Officer（実際には各地区を所管する PID の Executive Engineer、Sub-Divisional Officer、Sub-Engineer）が三次水路の運営維持管理および KP と連携する役割を担うこと。

上記のような新体制が発表された一方、事後評価時点ではまだ体制の移行期であり、

ンの新聞報道（Dawn 誌）によれば、PIDA が所管している FO の水利費徴収率は平均で 45%である一方、PID の管轄下にある FO の水利費徴収率は 70%とのことであり、PIDA が解体された一因を裏付けているといえる。

³⁸ PID の Strategic Planning/Reform Unit からの回答より。

³⁹ 2019 年まで IMT 政策下で設置されていた Khal Panchayat は一旦解体となり、新たに同じ名称の Khal Panchayat を設立する必要がある。

PKPA は設置されたものの、PKPA のフィールドオフィサーの配置は進んでいない。さらに IMT 政策下で設置されていた KP も一旦解体されており、事後評価時点において PKP Act 2019 で規定された KP がまだ設立されていない。つまり末端水路の維持管理が組織的に遂行されていない状態であり、事後評価時点では、農民がボランティアベースで維持管理活動を実施していた⁴⁰。

(2) PID の運営・維持管理体制

PID では灌漑地区を 8 つの灌漑地区 (Zone) に区分し、それぞれの管轄地区を Chief Engineer が統括している。本事業の対象地域はファイサラバード灌漑地区の下に設置されている 5 つの部 (Circle) のうち、LCC (東) Circle と LCC (西) Circle が所管している。LCC (東) Circle には 1,216 人 (うち技術職員は 461 人 (38%))、LCC (西) Circle には 1,124 人 (うち技術職員は 541 人 (48%)) の職員が配置されている⁴¹。ファイサラバード灌漑地区では、Chief Engineer をトップとして、Circle 長には Superintending Engineer、その下には Division 長である Executive Engineer が配置され、技術職員を監督するとともに、各々所管する地区の水路の運営維持管理をモニタリングしている。

(3) 運営・維持管理に関する人員体制面の課題

このように組織を統轄するエンジニアが配置され、組織運営を推進している一方、現行の人員体制の課題は、日々の維持管理 (土手の清掃、水路の土砂排除、障害物 (水路に落ちた木などの) の除去等) を担う Beldar と呼ばれる技術職員の数が不足しており、維持管理が行き届いていない地区がある点である⁴²。事後評価で実施したサイト調査では、インタビューした 9 地区の全てにおいて、農民からは現在の維持管理は行き届いておらず、盗水が増えている⁴³という意見が聞かれた。

一方、PID では組織の人員配置数は州政府によって承認された人数で十分であると認識しており、PIDA 解体後も PID の人員数に大きな変動はなく、承認された人員内で現場レベルの職員を配置して対応に当たっている⁴⁴。

上述した点を総合的に判断して、現行の運営・維持管理の制度・体制には、やや課題がみられるといえる。

⁴⁰ FO メンバーへのインタビューより。

⁴¹ PID 全体では約 35,000 人の職員が配置されている。

⁴² 例えば、LCC (東) Circle の Lower Gugera Canal Division では、114 人の Beldar が配置されているが、9 km から 36 km ほどある 1 つの三次水路 (Distributary) に配置されている Beldar は 3~4 人程度であり、適切な水路管理のためには人員の増加の必要性が高い。

⁴³ PID によれば、盗水犯と科された罰金の額が犯罪記録に記載されるとのことである。

⁴⁴ PID 質問票回答より。

3.4.2 運営・維持管理の技術

PIDA 解体の前は、FO が三次水路の運営維持管理の責務を担っていたが、FO の運営維持管理に関するスキルや知識が不十分な場合は、PID が技術的な支援を提供し、課題解決にあたっており問題はなかった⁴⁵。

現在、一次水路から三次水路までの運営・維持管理を担っている PID は、長年水路の運営維持管理を担ってきたため、灌漑設備の建設および運営・維持管理の経験やノウハウが技術職員に蓄積されており、一次水路、二次水路はもとより三次水路までの運営維持管理の技術面に大きな課題はないと考えられる。FO が三次水路の運営維持管理主体であった期間でも PIDA と PID のエンジニアが FO の運営維持管理を技術面で支援していたため、PID でも三次水路の運営維持管理ができる十分な能力があるといえる。PID では新人、ジュニア・シニア・上級エンジニアのそれぞれが受講すべき研修を規定しており、エンジニア学校が研修を提供している⁴⁶。以上のことより、運営・維持管理の技術面の課題はないといえる。

3.4.3 運営・維持管理の財務

(1) PIDA 解体前

PIDA 解体前は、主に PIDA、AWB、FO が二次・三次水路の運営・維持管理を担っていたため、ここでは AWP と FO の財政面について述べる。なお PIDA は解体後、ほぼ PKPA が組織を引き継いだ形になっているため、PKPA の財務状況と共に、事項で述べる。

AWB の財務資料⁴⁷によれば、会計年度 (Fiscal Year : FY) 2016-2017 年では土砂排除、水路土手の補強、分土工の補修等の水路の維持管理費に支出額の約 3 割が充てられていたが、FY2018-2019 年では、1 割台と減少傾向であった。なお、毎年一定の割合 (徴収した水利費の 33%~50%) が PIDA への水利費の納入に充てられている。PIDA の解体理由に低い水利費の徴収率が挙げられていたが、財務資料上では、AWB 内では徴収した水利費収入で収支バランスが取れるように運営されていたことが伺える。

表 6 AWP (東) (西) の財務状況^{*1}

(単位：百万ルピー)

	AWP LCC (東)			AWP LCC (西)		
	FY 16-17	FY17-18	FY 18-19	FY 16-17	FY17-18	FY 18-19
収入						
前期繰越	0.092	3.947	21.525	7.326	5.923	4.491

⁴⁵ PID 質問票回答および FO へのインタビューより。

⁴⁶ PID 質問票回答より。

⁴⁷ PID/PKPA 提供

	AWB LCC (東)			AWB LCC (西)		
	FY 16-17	FY17-18	FY 18-19	FY 16-17	FY17-18	FY 18-19
水利費徴収	136.924	128.646	112.926	86.679	64.003	53.975
収入合計	137.016	152.163	134.451	94.005	69.926	58.466
支出						
PIDA への水利費納入	44.971	50.39	48.926	32.047	36.218	27.049
給与	21.917	21.515	19.124	23.982	16.221	12.396
事務所経費	7.506	5.58	1.709	7.559	1.516	0.99
燃料費	1.346	1.722	1.364	6.104	1.469	0.811
車輛修理費	2.238	1.003	0.451	1.301	0.079	0.208
設備修理費	2.959	0.107	0.032	0	0.008	0.01
その他支出	4.541	0.207	1.987	0.005	1.302	0.377
土砂排除	19.839	10.152	4.984	4.983	2.786	2.564
水路土手の補強	11.834	6.421	5.879	10.316	4.644	1.924
分土工補修	15.918	13.971	1.74	1.784	0.938	0.631
その他支出	-	-	-	-	0.064	0.502
合計	133.069	111.068	86.196	56.034	29.028	47.462
残高	3.947	21.525	48.255	5.923	4.491	11.003

出所：PID

注*1：PIDA が解体される前の3年間分

FO の財務状況で重要な要素は、水利費の徴収率である。FO の財政的な自立のためには水利費の 80%を確保する必要があるとのことだったが、水利費徴収率のこれまでの平均値は 61%であり、AWB が所管していた 5 つ（ファイサラバード灌漑地区を 1 つと見なして）の地区ごとの水利費徴収率でも 80%を超えていたのは、1 地区のみである。これにより多くの FO が財政的に自立していたとはいえない状況だったと判断できる。

表 7 AWB 管轄区における水利費徴収率の平均

AWB 管轄地区	水利費徴収率
ファイサラバード灌漑地区 LCC (東) (乾季 2004-05～雨季 2018-19)	63%
ファイサラバード灌漑地区 LCC (西) (雨季 2007～乾季 2018-19)	69%
LJC Sargodha (雨季 2007～乾季 2018-19)	89%
Derajat, DG. Khan (雨季 2007～乾季 2018-19)	33%
Bahawalnagar (雨季 2000～乾季 2018-19)	65%
LBDC, Sahiwal (乾季 2011-12～乾季 2018-19)	52%
全体平均	61%

出所：PKPA 質問票回答

(2) PIDA 解体後

PIDA 解体後の状況として、PID と PKPA（一部 PIDA）の財務状況を確認した。事業対象地域を所管している PID ファイサラバード灌漑地区における直近 3 年分の収入と支出は以下のとおりである。このうち、本事業で改修した LCC パート B の灌漑設備の維持管理費は、FY2018-2019 年は、83 百万ルピー（ファイサラバード灌漑地区の総支出額の 4%）、FY2019-2020 年は 60 百万ルピー（同 3%）と一定の額が支出されている。2019 年 5 月の PIDA 解体後も PID のファイサラバード灌漑地区の総予算額にはあまり変動がみられないが、PID によると現在の運営維持管理費の予算で、灌漑設備の運営維持管理費用はカバーできているとのことである。

表 8 PID ファイサラバード灌漑地区の収入・支出

(単位：百万ルピー)

	FY 18-19	FY 19-20	FY20-21
収入	2,307	2,015	1,855
支出	2,263	1,993	1,118*
(うち LCC パート B の運営・維持管理費)	83	60	-

出所：PID 質問票回答

注*：2021 年の年度途中まで

PIDA/PKPA の予算(収入)と支出は以下に示すとおり。PIDA 解体前の最後の年度は、政府によって予算が承認されなかったため⁴⁸、支出が水利費収入を上回り、約 30 百万円の赤字であった。PKPA が新たに設立された FY2019-2020 年からは水利費の収入がなくなり、政府からの予算だけが PKPA の収入源となった。主な支出は、人件費がほぼ 9 割を占め、次に旅費（5%）が主な支出項目となっている。

表 9 PIDA/PKPA の予算・支出状況

(単位：百万ルピー)

	PIDA	PKPA	
	FY 18-19	FY 19-20	FY20-21
予算	(264*1)	249	287
水利費収入*2	124	-	-
支出（実績）	163	174	116*3

出所：PKPA 質問票回答

注*1：何らかの理由によって政府に予算が承認されなかった（PKPA 質問票）。

*2：水利費の徴収による収入は PIDA が解体される FY18-19 まで計上された。

*3：2021 年 8 月までの実績

⁴⁸ PKPA によるとその理由は不明とのことである。

「Punjab Water Policy 2018」では年間水利費の 135 ルピー/エーカーで必要な維持管理費の 10～12%しかカバーできていないと指摘されていたが、事後評価時には年間水利費は倍の 270 ルピー/エーカーに増額されている。依然として、その水準でも水利費だけで必要な維持管理費を賄っているとは考えられないが、パンジャブ州では灌漑設備の維持管理費を確保するために水利費を増額して灌漑設備の維持管理費の確保に尽力してきた。また灌漑用水路の維持管理費の不足分は州予算により賄われており、一定の運営・維持管理費を確保している⁴⁹。こうした点に鑑み、州灌漑局は一次から三次水路までの灌漑設備の運営維持管理の予算確保においてコミットしており、財政面の持続性には課題はないといえる。

3.4.4 運営・維持管理の状況

事後評価において、FO が所管する 9 カ所のサイト調査を実施した。その結果、全般的に水路の維持管理状況は良好とはいえず、末端水路の農民まで灌漑用水が行き届いていない状況も確認された⁵⁰。水路によって状況は多少異なるが、概ね以下のような課題がみられた。

- PID の技術職員である Beldar による三次水路の維持管理業務の水路の土砂排除、雑草の除去が適切に実施されていない。
- 上流での盗水、構造物や水路岸の破損と未修理、清掃が行き届いていないこと等により、末端の水路まで十分な灌漑用水が供給されていない。
- 水路の損傷や構造物の破損状況について PID の職員は認識しているが、修理に時間を要しているケースがある⁵¹。
- PIDA/FO が三次水路を管理していた頃は、灌漑用水の供給停止、盗水、設備の不具合等の課題が発生した場合、農民の代表である FO 理事長 (President) へ直ちに情報が伝達され、迅速な対応がなされていた。一方、現行の体制下では、農民は行政機関である PID の職員と直接コンタクトをすることを躊躇する傾向が多く、物理的にも事務所まで 100km 以上離れているため、現場の状況や課題が PID 職員に伝達されにくい状態にある⁵²。したがって、問題が発生しても迅速かつ適切な対応が取れず、維持管理状況が芳しくない状態を生み出す結果につながっている。

⁴⁹ PID 回答より。

⁵⁰ 事後評価で訪問した 9 つの FO のうち、末端の農民まで灌漑用水が行き届いていたのは 4 つであり、残りの 5 つの FO では末端の農民は灌漑用水の供給量に不満を抱えていた。また、8 つの FO が PIDA 時代の灌漑運営維持管理体制のほうが水路の維持管理状態がよく、農民参加型の維持管理体制に戻って欲しいという意向を示していた。

⁵¹ 特に本事業によって改修された Burala 二次水路の頭首工に設置されている水位調整施設のケーブルが農民によって破壊されており、レギュレータが途中で停止したまま動かすことができず流量が制限されるため、末端水路までの灌漑用水が行き届いていない。現在 PID 内において修理の手続き中であり、迅速に修理する必要がある。

⁵² FO メンバーへのインタビューより。

- 上流の農民には政治的なコネクションを持っている農民がそれを利用して優先的に（違法に）給水を得ているケースもある。

なお、新型コロナウイルスのため、一時期ラホール市でロックダウンが実施されたり、PID および PKPA 職員のシフト勤務が実施され、平常時レベルの運営・維持管理が遂行できなかったが、全体的には大きな影響はなかったとのことである。また現在の体制下では水利費はパンジャブ州の歳入局が担当しているが、新型コロナウイルスの影響に鑑み、水利費の軽減措置が取られ、水利費収入が減少する可能性があるとのことである⁵³。



図 6 Lukhuana 三次水路からの灌漑用水が末端水路まで行き渡っている。



図 7 維持管理が行き届いている Padhyara 三次水路



図 8 灌漑用水が供給されていない三次水路 (Minor)



図 9 側堤の保護工が破損している Tulwala 三次水路



図 10 Burala 二次水路のケーブルが破損した水位調整施設

本事業の運営・維持管理の体制は、新しい体制に移行してから2年しか経過しておらず依然として移行期で体制整備中といえるが、フィールドレベルでのPIDおよびPKPAの人員配置が急がれるため、運営・維持管理の制度・体制は一部課題があると判断した。運営・維持管理の技術面は問題なく、財務面ではPIDは灌漑設備の維持管理予算の確保にコミットメントしていることから問題はないと判断できる。一方、現在の運営・維持

⁵³ PID の回答より。

管理状況には課題がある。したがって、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、パンジャブ州中部のチェナブ川下流用水路灌漑地区 (Lower Chenab Canal) において、既存灌漑施設および排水施設を改修し、施設維持管理を担う農民組織を設立・育成することによって、農業生産の拡大を図り、同地区の農民の所得向上に寄与することを目的としている。

農業が基幹産業であるパキスタンにとって、本事業の実施はパキスタンの開発政策やセクター方針、灌漑設備の整備による農業用水確保というニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。事業の効率性については、事業費は計画内に収まったが、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。

受益面積、主要農産物別作付面積、水利費徴収率は審査時に想定された水準を上回っており、有効性は高いと判断できる。本事業のインパクトとして想定されている「小農の所得向上」は統計資料では確認できなかったものの、本事業の改修工事によって灌漑用水を確保できるようになり、作付面積の増加や、換金作物への転換した小農がある点から農業収入の向上に貢献している可能性があること、その他新規ビジネスの開始、教育、特に女子への教育費の支出増加等のインパクトが確認されたこと、負のインパクトは確認されなかったことにより、有効性・インパクトは高いと判断した。

本事業の維持管理は、技術面、財政面に大きな課題は見られない一方、体制および現在の施設状況にそれぞれ課題があり、今後、灌漑設備の運営・維持管理体制のより一層の強化が求められる。したがって本事業によって発現した効果の持続性は中程度とした。

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

- (1) PID は、現行の維持管理体制の状況をレビューし、課題を整理して適切な対応を取る必要がある。PID では承認された人員数で灌漑設備の運営・維持管理は十分との認識であるが、FO へのインタビューとサイト調査の結果、灌漑設備の維持管理状況に課題が見ついている。特にフィールドレベルにおける維持管理の実施状況を把握し、課題を整理することが求められる。事後評価の結果より、特定される可能性の高い課題は、1) Beldar の人員不足を可能な限り解消し、三次水路の維持管理を適切に遂行できるようにすること (Beldar のトレーニングも含む)、2) PKPA のフィールドレベルの職員配置によってフィールドレベルで農民へのサポートを充実させること、3) 末端水路を管理する Khal Panchayat (KP) の設置に向けた働きかけを行うことである。なお、3点目の KP の設置について権限あるいは責任を担

う機関が PID、PKPA、あるいは州農業局なのか PKP Act 2019 には規定されていないため、関係機関と協議し、KP 設置のプロセスを確認する必要があると考えられる。

- (2) 事後評価で実施したサイト調査の結果、水位調整施設が破損していた箇所は、早急に対応し、末端水路までの灌漑用水量が行き渡るようにすべきである。
- (3) 本事業の実施後、灌漑設備の運営維持管理体制は、農民主導型から 2005 年まで適用されていた行政主導による体制に戻されている。今後、PIDA 解体後の水路の運営維持管理状況を評価し、2 つの運営維持管理の効果を検証し、よりよい灌漑設備の運営維持管理体制について示唆を得ることが期待される。

4.2.2 JICA への提言

PID が農民参加型の運営維持管理体制と行政主導の運営維持管理の効果を検証した際には、その結果を得て、灌漑設備の運営維持管理に関する知見を蓄積し、他事業の事業計画に活かすことが望まれる。

4.3 教訓

計画時における重要数値の算出根拠の計画化と実施機関との合意確認

本事業では、計画時の土木工事の内容（対象水路の長さ）や運用指標の数値が、審査時に作成される和文の資料とパキスタン側との合意文書（英文）とで異なっており、さらにパキスタン側で認識されている計画値⁵⁴も、これらの関連資料に記載されている数値とは異なっていたため、計画値と実績値の比較や差異分析が困難であった。同様に、事業効果を測るための指標として示されている基準値や目標値の算出根拠となった資料や算出の条件が記されていないため、事後評価時に入手した数値と比較可能かどうかの判断も困難であった。したがって、計画時には相手国とアウトプットや指標の数値について確認・合意すること、設定した数値の条件や算出根拠やデータの出所を示し、正確に事前事後の比較を行えるようにすることが重要である。

以上

⁵⁴ パキスタンでは PC-1 と呼ばれる政府指定のプロジェクトドキュメントが準備されるが、これには改修水路の全長等は記載されておらず、パキスタン側が認識している改修水路の全長は、本事業を請け負ったコンサルタントが提出した事業完了報告書に記載されていた数値であり、それは入札図書や土木工事の仕様書を参照されたとのことである。

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット 1) 土木工事	①二次水路拡幅・改修 375 km ②三次水路改修 2,158 km ③三次水路ライニング 321 km ④排水路の改修 399 km	①二次水路拡幅・改修 381 km ②三次水路改修 1,805.83 km ③三次水路ライニング 1,229.9 km ④排水路：対象排水路のコンクリート橋整備（12カ所）、流入工の整備（30カ所）、建物の修復（7カ所）
2) 農民組織設立・育成支援	<ul style="list-style-type: none"> 組織立ち上げ支援 FOの常任委員会 事務局メンバーへの研修 FOの定期的なモニタリング パフォーマンス評価 FO設置数 LCC（東）85 LCC（西）67 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり FO設置数 LCC（東）72 LCC（西）54
3) 営農パイロット事業	<p>以下に示す試験・研究</p> <ul style="list-style-type: none"> 小麦の苗床栽培 農業用水分析 ドリップ灌漑法 管井戸 レーザー均平に関する <p>実施地域は、Mongi、Killianwala、Khurianwalaの三次水路。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり <p>実施地域は、Mongi、Killianwala、Khurianwalaに加え、Khikhi、Dijkot、Shahkotの三次水路。</p>
4) コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> 詳細設計 入札関連書類準備 入札評価補助 施行監理 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり
②期間	2005年8月～2011年12月 (77カ月)	2005年8月～2018年3月 (152カ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	<p>500百万円 14,233百万円 (8,133百万ルピー)</p> <p>14,733百万円 12,523百万円 1ルピー＝1.75円 (2005年2月時点)</p>	<p>不明 不明</p> <p>13,687百万円 11,619百万円 1ルピー＝1.23円 (2005年～2016年平均)</p>
④貸付完了	2016年2月	

以 上