平成 23 年度案件別事後評価：パッケージⅡ-1
（ベトナム国・ラオス国・東ティモール国・ネパール国・エクアドル国・エジプト国・ヨルダン国・セルビア国）

平成 24 年 11 月
（西暦 2012 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

委託先
アイ・シー・ネット株式会社

評価
JR
12-19

序文

政府開発援助においては、1975 年以来個別プロジェクトの事後評価を実施しており、その対象を拡大させてきました。また、2003 年に改訂された「ODA 大綱」においても「評価の充実」と題して「ODA の成果を測定･分析し、客観的に判断すべく、専門的知識を有する第三者による評価を充実させる」と明記されています。

こうした背景の中、より客観的な立場から事業の成果を分析し、今後の類似事業等に活用できる教訓・提言の抽出を目的として、円借款事業については主に 2009 年度に完成した事業、また技術協力プロジェクトおよび無償資金協力事業については主に 2008 年度に終了した事業のうち、主に協力金額 10 億円以上の事業に関する事後評価を外部評価者に委託しました。本報告書にはその評価結果が記載されています。

本評価から導き出された教訓・提言は、国際協力機構内外の関係者と共有し、事業の改善に向けて活用していく所存です。

終わりに、本評価にご協力とご支援を頂いた多数の関係者の皆様に対し、心より感謝申しあげます。

2012 年 11 月

独立行政法人　国際協力機構

理事　渡邉正人

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事業担当部の見解が異なる部分に関しては、JICA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。

ベトナム

水環境技術能力向上プロジェクト

外部評価者：アイ･シー･ネット株式会社　伊藤　毅

0.　要旨

本プロジェクトは、水環境保全行政にかかる環境技術研究所（IET）の技術能力の向上を通して、ベトナムにおける研究拠点を形成し、水質モニタリング体制の構築を含む水管理行政の改善に資することを目的としていた。当初プロジェクトの目標の一つとして、IET が行政に対して水質モニタリング体制の構築などについて技術面から政策提言をすることを想定していたが、プロジェクト開始後に判明したその実現の困難さにより、IET の水環境保全への具体的な貢献の再検討が必要となった。これにより、モニタリング体制構築への貢献を可能な限り続けつつも、より技術的な面での貢献に重きを置き、各州での水環境保全行政実施機関の育成や、水環境保全技術に関する最先端の研究開発・普及を担う機関として位置づけるべく活動を進めることとなった。これらの状況の変化にも関わらず、ベトナムにおける水環境保全にかかる政策的優先度や水質改善・保全のニーズの高さ、またそれらに貢献するため環境分野を総合的にカバーする研究機関である IET が、主要都市に置かれた支所を通じて水質モニタリングや排水処理技術などの水環境技術を地方にも普及するというアプローチの適切性に変わりはなく、妥当性は高い。

当初のプロジェクト目標の第 1 であった水質モニタリング体制の構築への貢献という点は達成されていないものの、技術普及の面では達成が見られ、インパクト発現への貢献もある程度見られるため、有効性は中程度である。

専門家派遣と機材供与の実績が、計画よりも大きくなっているが、追加分の投入については合理的な説明があり、問題はないと思われる。しかし、計画時の投入金額見積の確認ができなかったが、供与機材の追加により当初計画額を上回ったと思われるため、効率性は中程度である。

IET の財務的および技術的持続性に問題はなく、上述のように、今後のベトナムの水環境行政の改善における IET の位置づけを見直したことにより、今後、IET が技術力の向上を通して、政策改善への貢献も含めて、水環境関連技術を普及していく環境に問題はなく、また、IET の実施体制、財務共に安定しており、持続性は高い。

以上により、本プロジェクトは、当初計画の観点からは全国的なモニタリング体制の構築に関して十分な効果の発現が見られないものの、水質モニタリングを含む水環境管理にかかわる技術を全国に展開するという IET に期待される位置づけを勘案すれば、本プロジェクトによる取り組みは効果を持続的に上げつつあり、全体として本プロジェクトの評価は高いといえる。

1.　案件の概要

案件位置図

IET 本部

1.1　協力の背景

1990 年代、ベトナムでは、ドイモイ改革に伴う急速な工業化に伴って、工場から排出される廃棄物、排煙、排水などによる環境汚染が深刻化していた。環境問題に対する関心は政府のみならず、国民の間でも高まっていた。様々な環境問題の中でも、水質汚濁に関しては、都市部の急激な人口集中による生活排水の増加や、未処理の産業排水の増加により地下水が汚染され、洪水時には汚水が水路よりあふれ、衛生状態の悪化をもたらすなど、問題は深刻化していた。たとえば、当時、ハノイ市を流れる河川の BOD[1]は 25~45mg/L、ホーチミンでは 20~150mg/L にもなった。

このような状況に対してベトナム政府は、1993 年に環境保護法を施行し、1995 年には環境基準を改めて整備したが、水質モニタリングを含む施策の執行において、実際に現場での活動を行う各省の地方天然資源環境部（Department of Natural Resources and Environment、以下 DONRE という）などでの技術や施設が不足しており、関連の法律や規制が十分な効果を上げられていなかった。このよう背景の下、ベトナム政府は、水質をはじめとした環境保全分野の経験が豊富な日本に対し、水質分析と汚水処理分野の技術の向上、及び国の環境管理能力の向上を目的とした技術協力を要請してきた。

本プロジェクトのベトナム側の実施機関は、ベトナム科学技術アカデミー（Vietnam Academy of Sciennce dn Technology、以下 VAST という）に設置された、環境技術の研究を受け持もつ環境技術研究所（Institute of Environmental Technology、以下 IET という）である。VAST はベトナムの行政制度上、省に相当する機関であり、環境行政を担う天然資源環境省[2]（Ministry of Natural Resources and Environment、以下 MONRE という）と対等な立場にある。

---

[1] 生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxigen Demand）。水中の有機物などが生物化学的に酸化・分解される際に消費される酸素量。数値が大きくなるほど汚濁が進んでいることを示す。河川の水質汚濁の測定に用いられる。一般的に、10mg/ℓ 以上になると悪臭の発生などが起こりやすくなる。

[2] 実際の環境行政機関は、MONRE の一部局であるベトナム環境総局（Vietnam Environemt Administration）である。

本プロジェクトの事前評価時において、本プロジェクトの成果を環境行政に効果的に反映させるためには MONRE の参画が必要であるとの判断から、本プロジェクトの合同調整員会のメンバーに MONRE を加えた。

1.2　協力の概要

評価対象プロジェクトの概要は次の通り。

上位目標	ベトナムにおける水環境保護に係る能力が向上する。
プロジェクト目標	水環境の保全に係るベトナム科学技術アカデミー（VAST）の機能が向上する。
成果	成果 1 : 水質モニタリングの実施及び分析手法の開発に係る VAST 研究者の能力が向上する。 成果 2 : 排水処理に必要な適正技術の開発と応用に関係する VAST の研究者の能力が向上する。 成果 3 : 中央及び地方の組織に対して水質モニタリング・排水処理に係るトレーニングを実施する VAST スタッフの能力が向上する。 成果 4 : VAST 研究者が天然資源環境省（MONRE）及び関係組織の環境保護活動に対して貢献する。
投入実績	【日本側】 1. 専門家派遣　17 人（長期専門家　6 人、短期専門家 11 人） 2. 研修員受入　28 人（前年度準備期間での研修 4 人を含む。水質管理コース、排水処理・水質分析コースなど） 3. 第 3 国研修　計 2 人 4. 機材供与　3 億 6764 万 7000 円 5. 現地業務費　5380 万 7000 円（排水処理実験施設の建設費 3109 万 4000 円を含む） 6. その他（含、調査団員派遣） 【ベトナム側】 1. カウンターパート配置　114 人 2. 機材購入　排水処理施設（化学処理）、薬品など消耗品、小額機材 3. 土地施設提供　プロジェクトスペース、専門家執務室 4. ローカルコスト負担：62 億 2200 万ベトナムドン
協力金額	8 億 5510 万円
協力期間	2003 年 11 月～2006 年 10 月
相手国関係機関	ベトナム科学技術アカデミー（VAST）
我が国協力機関	環境省
関連案件	「水環境管理技術能力向上プロジェクトフェーズ 2（2008 年 1 月～2012 年 1 月）、個別専門家派遣（環境政策アドバイザー）

1.3　終了評価の概要

2006 年 6 月に実施された終了時評価の評価結果は以下の通り。

1.3.1　終了時評価時の上位目標達成見込み（他のインパクトも含む）

本プロジェクト実施当時は、水環境モニタリングに対する国・地方の取り組みが活発になってきている一方、モニタリング手法や様式が統一されておらず、その精度に問題も多いという状況であった。ここで、本プロジェクトが提案する環境基準項目の分析手法の標準化が実を結べば、移転された技術が多くの関連機関に移転されることになり、上位目標達成に貢献する見込みは高いと評価されていた。

1.3.2　終了時評価時のプロジェクト目標達成見込み

一部の成果について品質の面での改善の余地があるものの、プロジェクトの成果はおおむね達成されつつあり、プロジェクト目標である IET の水環境技術能力向上はプロジェクト終了までには、ほぼ達成されるであろうと評価されていた。

一方で、プロジェクトの有効性をさらに高めるためには、ベトナム政府の環境改善に関する施策強化に伴って、MONRE をはじめ、MONRE 付属の研究所など、関連機関との関係強化と具体的な連携の強化が必要であるとされた。

1.3.3　終了時評価時の提言内容

終了時には以下の 5 つが提言された。各提言に対する事後評価時の対応状況を記す。

終了時の提言	事後評価時の対応状況
開発した成果品の品質の向上を図り、水質モニタリング標準手法の開発・提出や排水処理実験（嫌気性消化、コンポスト化処理）の実施など、残された課題を完結させるとともに、国際協力機構（JICA）の 専門家の知見などをさらに吸収し、各々の成果の質のさらなる向上に努めていくこと。	排水処理実験は予定されていたものをすべて完了した。水質分析の標準分析手順（SOP）の開発なども継続して行われており、継続的な品質の向上に努めている。
本プロジェクトの機材の維持管理計画をつくり、予算を確保し、同時に機材の拡充や将来の更新をも見据えた計画を検討していく。さらに、今後とも適切な人材の確保・活用を確実に行っていく。また、建設中の IET の新庁舎完成の際には、ベトナム側が責任をもって機材の移設を行うこと。	供与された機材は適切に維持管理されている。一部は必要性がなくなったために使用されていないが、それ以外は本評価時点においても日常的に使用されている。IET の新庁舎は 2007 年に完成し、すべての機材は適切に移設された。
VAST/IET は、MONRE や DONRE を中心とする地方行政機関に加え、民間企業や大学など多様なアクターに対して積極的に働きかけ、実際の水環境問題への対応に協力していくとともに、こう	MONRE との定期会議が設置され、IET ができる範囲での関係の強化は行われている。近隣 DONRE や民間企業などへのアプローチも行われ、業務委託を受け

した諸機関の能力向上にも資する連携を強めていくこと。事業実施からのフィードバックを通して実践的な技術能力を向上させ、ノウハウを蓄積していくこと。	ている。
今後のベトナムの水環境管理を直接担うのは各地域の DONRE であり、既に高い環境技術能力を有する VAST/IET が MONRE やその他の関係機関との連携し、DONRE の技術能力強化に貢献すること。	MONRE との定期会議の設置、ハノイ DONRE、フン・イェン省 DONRE との技術協力協定の締結などの具体的な貢献事例がある。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

伊藤　毅　（アイ・シー・ネット株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下の通り調査を実施した。

調査期間：2011 年 9 月～2012 年 11 月

現地調査：2011 年 12 月 11 日～12 月 23 日、2012 年 5 月 13 日～5 月 20 日

2.3 評価の制約

特になし。

3. 評価結果（レーティング：B[3]）

3.1 妥当性（レーティング：③[4]）

3.1.1 開発政策との整合性

3.1.1.1 ベトナムの開発政策との整合性

「第 7 次社会経済開発 5 カ年計画（2001-2005）」では、開発と環境保全の調和について言及しており、特に工業地区、大都市などの人口集中地域における環境汚染のモニタリングと抑制の重要性を明記していた。

「第 8 次社会経済開発 5 カ年計画（2006-2010）」では、持続可能な開発を保証する 3 つの軸の一つとして「環境」を挙げている。

「国家環境保護戦略 2001～2010」では環境分野の取り組みの強化を表明している。また、「環境行動計画（2002-2007）」では、水環境保全に関わる複数のプログラムが含まれている。さらに、「天然資源環境 5 カ年計画（2006-2010）」でも水質改善に取り組むことを明示している。

これらのことから、本プロジェクトとベトナムの開発政策との間に整合性が認められる。

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

[4] ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

3.1.1.2　開発政策における実施機関の位置づけの妥当性

本プロジェクトの相手国カウンターパート機関はベトナム科学技術アカデミー（VAST）の一部局である環境技術研究所（IET）である。VAST は、各省と同等の権限を持つ研究機関であり、2002 年の省庁再編に伴い設立された環境行政を担う天然資源環境省（MONRE）と同時期（2004 年 2 月）に設立され、対等の関係にある。本プロジェクトが計画されていた当時は、ベトナムにおいて環境問題を扱うほぼ唯一の研究機関であった。ほかには大学付属の研究機関などもあったが、専門家からのヒアリングによると、これらは教育と研究を兼ねる機関であり、本プロジェクトが目指した、環境行政の改善に貢献する研究開発・普及を行う機関の選定として、IET 以外の選択肢はなかった。本プロジェクトの終了時評価でも、ベトナムの各環境行政組織の役割の不確定性は十分に整理されているとは言い難いものの、プロジェクト形成時に組織的不確定要素を認識しつつも IET を主要カウンターパートとして選定したことは間違ってはいなかったと結論づけられている。

本プロジェクトは、IET の水環境関連技術、特に水質モニタリングと排水処理技術の研究開発能力の向上（成果）を通して、水質保全関連分野、特に全国的なモニタリング体制の構築について、MONRE に技術面から政策提言を行うこと、さらに、排水処理技術などについて DONRE を始めとする地方の関連行政機関での普及や人材育成を行うこと（プロジェクト目標）により、ベトナムにおける水質モニタリング体制の整備、MONRE と DONRE を中心とする行政機関の水質管理行政能力の向上、そして排水処理技術の国内での普及に資する（上位目標）ことを目指した。前述のように、当時から IET は MONRE の傘下にないことから、本案件は MONRE の要請によるものではなかったが、IET からの技術提案を行政にスムーズに反映させていく道筋を担保するために、本プロジェクトの合同調整員会（Joint Coordinating Committee、以下 JCC という）のメンバーに MONRE を加え、プロジェクトの実施中も MONRE と連絡調整の努力を行っていた。

しかし、本プロジェクトの開始後、プロジェクトの活動の一つである水質モニタリングの手法の標準化が MONRE の下ですでに進んでいたこと、IET の技術的提言を理解できる専門知識が MONRE にないなどから[5]、提言内容を政策に活用するのが難しいこと、さらに行政において IET と同等の位置づけである MONRE は必ずしも IET の提言を受け入れなくてもよい立場であることが判明した。さらに、プロジェクトの終盤には、MONRE が、その傘下に環境モニタリングセンター（Center for Environmental Monitoring、以下 CEM という）と環境技術コンサルティングセンター（Centre for Environmental Consultancy and Technology、以下 CECT という）という 2 つの組織を設立した。前者は水質を中心とした全国レベルの環境モニタリング制度の構築と監督を担う機関であり、後者はホーチミンにおいて排水処理を含む環境関連技術の研究開発と関連機関への技術指導を行う機関である。これらの機関の設立は、それぞれ、2006 年と 2007 年（CECT はそれ以前にも前身となる組織が MONRE の一部局としてあった）であるがプロジェクト実施期間中にこれらの組織の設立について認知されていた。

これらの、計画時の想定とは異なる状況を認識したことから、日本側の本プロジェクト

[5] 日本人専門家によると、「技術面だけの問題ではなく、政策立案・法制度整備を行う上での体制もまだ十分でなかった」との意見もある。

の当時の支援委員会のメンバーや専門家によって、プロジェクトの方向性が改めて検討された。その結果、プロジェクト目標のレベルにおいて、分析手法の標準化などに関する全国的な水質モニタリング体制の構築への技術面からの貢献ということを続けていくよりも、①他の国内機関よりも水環境保全の分野における先進的な環境技術の研究開発、②水環境保全の分野における技術の地方行政機関や民間への技術移転の促進、の 2 つにより焦点を当てていくこととし、また、上位目標レベルにおいても、水質モニタリング体制の構築への貢献よりも、上記①と②による水環境保全関連の技術の行政・民間での普及への貢献を重視することとした。しかし、このような戦略の見直しが各種プロジェクト文書に正式に反映されておらず、終了時評価も当初想定された効果を測る成果指標を用いて行われた。この点については、有効性項目において評価判断を行った。

上述した軌道修正後の目標を達成するために、IET は依然として適切なカウンターパートである。MONRE が設立した CEM や CECT は、先発の IET と類似の業務も担う機関であるが、その設備は本プロジェクトで支援を受けた IET の方が整っており、技術的な蓄積も多く、また、本部を置くハノイ以外の都市にも 2 つの支所を有し、全国への技術普及を行える基盤を備えている[6]。IET は、水分野以外のさまざまな分野を含む環境の総合的な研究を行い、高度な技術と設備を有する機関としてプロジェクト関係者にも認知されている。また、水保全に携わる地方行政機関への技術移転という観点から、技術的コンサルティングサービスと教育や研修などの人材育成の両方が可能な体制があり、国内の他の機関より幅広い対応力を持っている。これらの点は本プロジェクトのフェーズ 2 においても高く評価されており、IET に支援を継続する根拠となっている。

これらのことから、IET を支援対象とすることの妥当性は計画時から事後評価時に至るまで維持されていると評価できる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

1990 年代のドイモイ改革後の急速な経済成長の副作用として、主に工場から排出される廃棄物、排煙、排水などによる環境汚染が深刻化していた。中でも水質汚染は、工場を起源とするものに加えて、人口増加に伴う生活排水の増加もあり、地下水汚染や河川の汚染が極めて大きな問題となっていた。しかしその一方で、同国では水質保全のための環境状況調査やデータ分析を含むモニタリング技術や排水技術、さらに施設の不備が著しく、また、民間の工場などからの排水の適切な処理の普及も遅れており、これらの解決が喫緊の課題であった。

本プロジェクトの実施前から事後評価時に至る 2005 年から 2009 年の主要河川や湖沼における BOD レベル、海岸地域の水域の COD[7]やアンモニア濃度などについて、減少傾向が

---

[6] 日本側専門家によれば、「MONRE は、実情としてその権限を DONRE に対して行使する上で困難があるが、IET は首相直轄機関という立場を利用して、その壁を超えて DONRE に対応ができ、この点も IET の優位性である」と指摘する意見もある。

[7] 化学的酸素要求量（Chemical Oxigen Demand）。水中の有機物などが過マンガン酸カリウムによって化学的に酸化・分解される際に消費される酸素量。数値が大きいほど汚濁が進んでいることを示す。湖沼や海域の水質汚濁の測定で用いられる。これは、湖沼では微生物の呼吸の影響を、海域では塩分の影響を受け、BOD を測定することが難しいため。

ほとんど見られず水質汚染への対応が望まれていた。加えて経済成長や人口増加に伴う水環境へ負荷は大きく、ベトナムにおける水質の改善には多くの課題が残されていた。その一方で、同国では水質保全のためのモニタリング技術や施設の不備は著しく、これらの解決が喫緊の課題であった。

一方、IET は 2002 年に VAST 内の環境関連部署を再編して設立されたばかりで、職員の技術レベルの向上、また、保有する分析機器などの設備面の改善を必要としていた。

本プロジェクトの開始後、当初の想定と異なる事実が見えてきたことから、優先課題としての水質モニタリング体制の構築への貢献には困難が生じたが、それによって、ベトナムにおける開発ニーズへの本プロジェクトの妥当性が失われたということではない。ベトナムの水環境保全分野に貢献する研究拠点の形成という観点で、本プロジェクトは水質モニタリングのための技術に加え、排水技術の強化や、それらの実践のための最新の設備を供与した。さらに、それら技術を地方に普及するため、IET の人材育成機能の強化にも取り組んだ。これらの取り組みは、上述のベトナムにおける水質保全のための技術・設備の充実化という開発ニーズに合致している。

これらのことから、本プロジェクトは、事後評価時点でも、水質浄化のための技術改善、水質モニタリング技術の改善に関するニーズと合致していると判断できる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

2002 年の国別援助方針では、環境分野が重点分野の一つとして挙げられていた。特に、深刻化している森林破壊や水質、大気、土壌の汚染に対する支援や、ベトナム制定の環境保全法に実効性を与えるガイドラインや環境基準の整備が必要であるとしており、本プロジェクトは、この援助方針に沿ったものといえる。

また、現在実施されている「ベトナム国都市水環境プログラム（2007 年度～2015 年度）」において、本プロジェクトは、このプログラムの成果 2「調査・研究機関の能力向上」のための手段として位置づけられている。IET の技術能力が向上することにより、主に、①中央政府の環境行政改善の行動に対する技術的バックアップ、②政策施行レベルでの各行政機関の人材育成という 2 つの点で貢献することが期待されていた。

以上より、当初、水質モニタリング体制構築という目標の取り下げはあったものの、妥当な理由による変更と考えられ、依然として本プロジェクトの実施はベトナムの開発政策、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 有効性・インパクト[8]（レーティング：②）

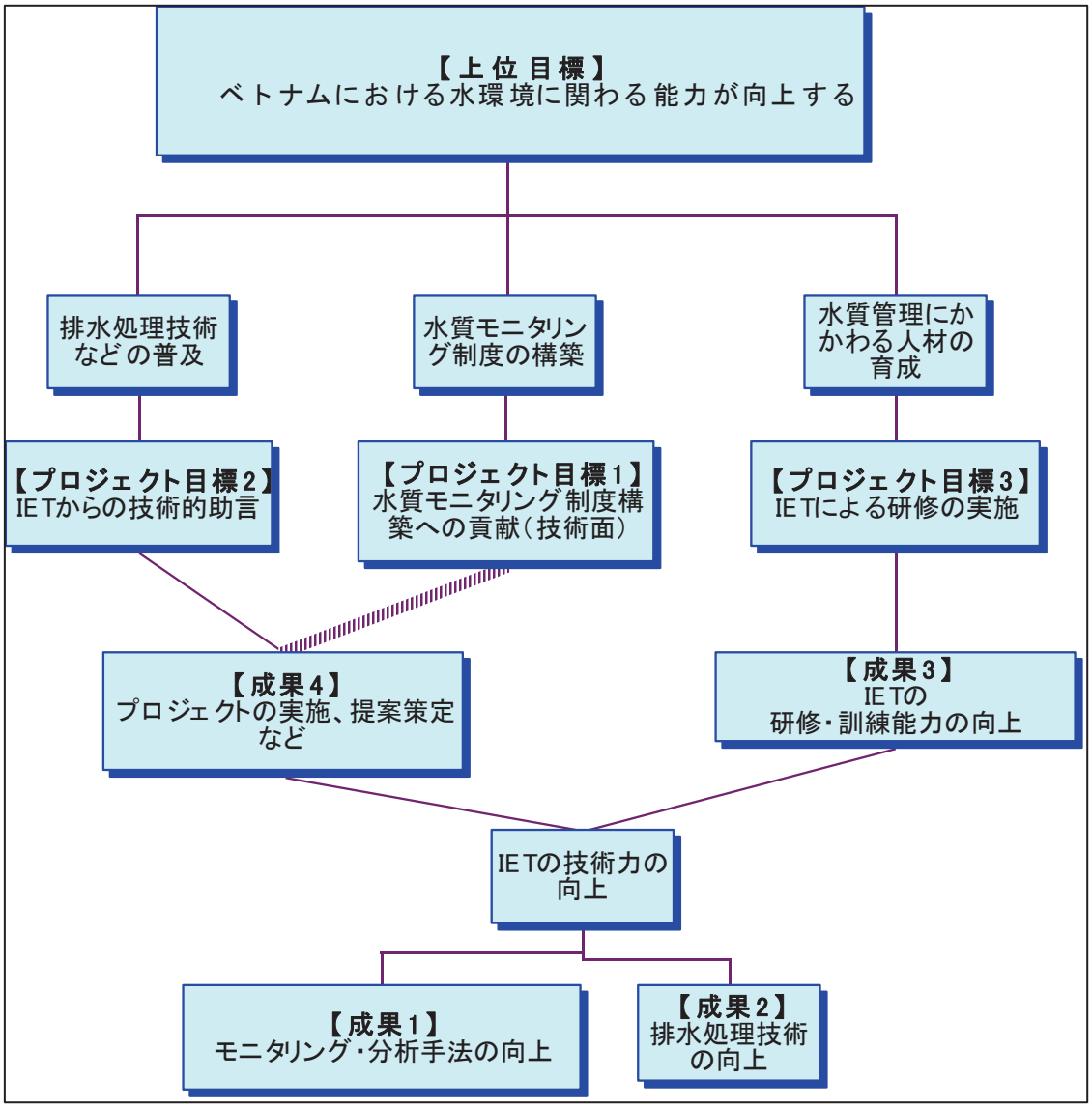
前述の通り、ベトナムの水環境保全能力の向上という全体像の中で IET が置かれている立場について、想定と異なる状況が見えてきたことに伴い、プロジェクトの目標レベルでの方向性の調整が必要となった。本プロジェクトの当初の目標構造は図 1 のようであったと考えられる。この中で、真ん中の点線の部分のつながり、つまり、IET が作成する提案が、

[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。

実際の貢献として結実するための道筋が、当初の目論み通りでなかったために、これを外した形で進めたということができる。これに応じて、プロジェクト目標の指標の部分での変更が必要となったが、プロジェクト目標の「水環境の保全に係るベトナム科学技術アカデミー（VAST）の機能が向上する。」、また、成果レベルでは大きな変更はない。

しかし、このようなプロジェクトマネジメントにかかわる変遷が、各種プロジェクト文書に正式に記録されていないため、どの時点で方向転換が起こったか明確ではない。

これらのことから、有効性・インパクトの判断においては、方向修正の事実を勘案しつつも、計画時の評価基準を用いて行った。



出所：関連資料から評価者が作成

図１　本プロジェクトの目標構造

3.2.1　有効性

3.2.1.1 プロジェクトの成果（アウトプット）

以下の 4 つが、プロジェクト目標達成のために必要な成果として設定されていた。

1) 成果 1

要約	指標
水質モニタリングの実施及び分析手法の開発に係る VAST 研究者の能力が向上する。	①　技術移転を通じて VAST（IET）の研究者によって習得された分析手法の数
	②　水質分析に係る標準分析手法（SOP）レポートの数

指標①に関しては、プロジェクトの活動を通して、12 種類の水質分析機器の分析技術を習得した。分析機器ごとに、機器の機能や測定原理、操作方法に関する研究レポートを作成し、VAST のプロジェクト評価委員会での審査を終えている。

指標②に関しては、ベトナムの 31 の環境基準項目のうち 18 の項目について、標準分析手順（SOP）案の作成が終了した。

PDM には、習得すべき分析手法の数や準備すべき SOP の数など、最終的な到達目標値が示されていないが、IET への聞き取りからも、これらの成果は、当時の IET の機能強化という点において、彼らの期待に沿うものであったとしている。

これらのことから、成果 1 について、当初目標を達成しているといえる。

2) 成果 2

要約	指標
排水処理に必要な適正技術の開発と応用に関係する VAST の研究者の能力が向上する。	①　VAST の排水処理システムの改善
	②　MONRE やそのほかの機関からの依頼によるケーススタディーの数

指標①に関する実績として、IET スタッフ自身が基本設計を作成した VAST 内で発生する排水を処理する施設が完成し、これに付属する 9 つの排水処理実験装置の稼動を通して、その処理技術を習得した。ただし、本来は実験系排水と生活排水の分離と有害廃液の分別収集を行うことが望ましく[9]、排水管理のためのマスタープランを作成したが、主に VAST 全体における実験排水の量が生活廃水の量に比べて少ないという理由で実行に移されなかった。

指標②については、5 つの排水処理に関する調査を受託した。

上記の実績から、成果 2 について、当初の目標をほぼ達成しているといえる。成果 2 は、IET スタッフの排水処理技術一般に関する基本的知識・技術の確立を目指すものであるが、

[9] 実験排水に含まれる有機化合物や金属類を別に処理することが必要であること、生活排水を分離しないと実験排水処理の処理量が大きくなり、処理施設の容量を大きく設計しなくてはならないという 2 点から、分離が望ましい。

これらの活動を通して取得した知識・技術を活用して、外部顧客に対する排水処理関連のコンサルティングサービスができるようになっており、求められる達成度に到達していたと見てよい。

3) 成果 3

要約	指標
中央及び地方の組織に対して水質モニタリング･排水処理に係るトレーニングを実施する VAST スタッフの能力が向上する。	① VAST（IET）のスタッフによって 6 種類以上の研修資料が作成される。
	② カリキュラムが各研修コースに対して作成される。

指標①に関して、水質モニタリング・分析コースのための 10 種類の教材や、排水処理技術コースのための 16 種類の教材など、合計で 31 種類の研修資料が作成された。

指標②に関しては、全国 64 の DONRE を対象にニーズ調査を行い、その結果に基づいてカリキュラムの原案（”Effective Training Curriculum”）を作成した。ただし、詳細なカリキュラムではなく、研修企画書的なものである。このカリキュラムを基にした提案書を MONRE に提出したが、コースを実際に立ち上げるまでには至らなかった。

これらのことから、成果 3 については、ほぼ達成している。

4) 成果 4

要約	指標
VAST 研究者が MONRE 及び関係組織の環境保護活動に対して貢献する。	① VAST（IET）に対して MONRE やその他の機関から与えられたプロジェクトの数。
	② その他の機関の関連プロジェクトに対する評価レポートの数。

指標①に関しては、2002 年 3 件、2003 年 2 件、2004 年 3 件、2005 年 4 件、2006 年のプロジェクト終了までに 1 件のプロジェクトが委託された。MONRE をはじめ、DONRE などからの求めに応じて実施された。環境分野を支援しているデンマークやスイスなどの他ドナーからも技術支援の引き合いを受けた。

指標②に関しては、2004 年 4 件、2005 年 3 件の実績がある。病院や民間企業の排水処理についてもコンサルティングやエンジニアリングサービスが行われている。このように、外部組織へのコンサルティング活動や受託調査などを継続して行うことができるようになったことは、本プロジェクトが、社会のニーズに応えるための基礎的能力を IET に根付かせることに成功した結果といえる。

本プロジェクトの終了時評価報告書では、この成果 4 における「重要な貢献目標」として、水質モニタリング手法や標準分析手法の導入に関する提言の作成を挙げているが、政府に対する提案などとしては、いくつかの水質基準でベトナムの現状を反映していない数

値が採用されていることに関する意見書を作成し、MONRE と科学技術省（Miinistiry of Science Technology: MOST）に提出した。また 2005 年 9 月には水質分析の標準化に関わる提言をベトナム標準・品質局（科学技術省傘下）に提出した。ベトナムの行政手順では、水質管理の管轄省である MONRE がこれらに対して見解を出して法制化の検討を始めることになるが、MONRE からの見解が出ないまま、現在に至る[10]。成果 4 の重要な意図の一つは、IET の政策策定への技術面からの貢献の実績作りであったが、これに関しては、本プロジェクトの当初の目論みに沿った形では、必ずしも十分な成果を達成できていなかったといえる。

これらのことから、成果 4 については、一部達成していないといえる。

3.2.1.2　プロジェクト目標達成度

本プロジェクトのプロジェクト目標は次のように定められている。

要約	指標
水環境の保全に係るベトナム科学技術アカデミー（VAST）の機能が向上する。	①　水質モニタリング報告書が VAST（IET）から MONRE に提出される。
	②　VAST（IET）によって助言される機関の数が 2002 年度に比べて増加する。
	③　VAST（IET）による研修を受けた人数が 100 人になる。

1)　指標 1：水質モニタリング報告書が VAST（IET）から MONRE に提出される

既述の通り、水質モニタリング体制の構築への貢献は本プロジェクトでの対応が困難な状況であったため、本プロジェクトの終了時点で、水質モニタリング報告書は提出されていない。全国水質モニタリングの制度自体もまだ形成の段階であった。なお、IET の業務のための水質モニタリングマニュアルが作成されると共に、IET の水質分析に関する技術力が強化された。

本プロジェクトの完了時、全国レベルの水質モニタリングの体制は、モニタリングポイントの整理や各ポイントでのモニタリング主体（外注・内製の別も含めて）などがまだ構築されていなかった。その一方で、3.1.1 で述べたように、プロジェクト実施期間の終了近く 2006 年に、MONRE は環境モニタリングセンター（CEM）を設立しており、水質モニタリングの整備は CEM に任されている。

2)　指標 2：VAST（IET）によって助言される機関の数が 2002 年度に比べ増加する

2002 年度の数字がないが、2003 年度 3 件、2004 年度 25 件、2005 年度 32 件、2006 年度のプロジェクト終了までで 11 件となった。内容は主に、水質分析に関するものと排水処理施設に関するコンサルテーションなどである。件数は安定しないが、2003 年の 3 件を基準と考えれば、増加しているといえる。また、成果 4 の達成状況で見たように、対外的に

[10] MONRE が十分に対応できなかった理由の詳細についての情報は得られなかったが、日本人専門家は、これも「MONRE の行政組織としての脆弱性によるものではないか」と見る意見もある。

技術サービスを提供する能力は高まっているといえ、プロジェクト目標としての IET の機能の向上という点は達成しているといえる。

3) 指標 3：VAST（IET）による研修を受けた人数が 100 人になる

DONRE を中心とする関連政府機関および、修士学生を対象に研修を実施した。2005 年度に実施された 2 回の研修（3 コース）で合計 213 人が研修に参加しており、目標の 100 人を大きく超え、目標を達成している。

これらのことから、プロジェクト目標は指標 2、3 については目標を概ね達成したものの、指標 1 については水質モニタリング体制の構築が計画時の想定と異なってしまったために計画を達成できなかったため、一部達成されていない。

3.2.2 インパクト

3.2.2.1 上位目標達成度

本プロジェクトの上位目標は次のように設定されている。

要約	指標
ベトナムにおける水環境保護に係る能力が向上する。	① モニタリングポイントの数。
	② 技術移転された水環境技術の実際の利用数。
	③ VAST（IET）から関係省庁・機関への技術提案の数。

上位目標の実現に至る開発シナリオも、図 1 の点線の部分が成り立たなくなったために、当初計画していた水質モニタリング体制構築への IET の貢献や MONRE への政策提言は間接的なアプローチとなった。本プロジェクト開始後の方向性の修正により、IET による先進的な水環境保全に係る技術研究開発と地方への技術移転によって、上位目標に貢献することを目指して活動が続けられた。

1) 指標 1：モニタリングポイントの数

全国の水質モニタリングのポイントの構築に関しては、MONRE の主導で全国 64 省のうち 60 省において、モニタリング活動を統括する「モニタリングセンター」が DONRE に設立されているものの、個別のモニタリングポイントの設定を含む全体の仕組みの構築は、いまだ確立されていない。また、CEM によれば、水質モニタリングのための個別の水質項目の標準分析手法はすでに MONRE を中心に作成されており、全てのモニタリング実施機関がこれを踏襲することがすでに義務付けられている。ただし、まだ改善の余地も大きく、本プロジェクトでも標準の改善に資するための水質モニタリングの業務マニュアルや SOP の作成・改善を進め、関係機関への提案や紹介なども行ってきている。本評価調査時点で、水質モニタリング体制の構築は MONRE 傘下の CEM に任されているが、モニタリング体制の整備にはまだ時間が必要で、CEM によれば、全国水質モニタリング体制の構築は 2020 年までかかるとしている。

また、実際にモニタリング活動を行う各省の DONRE の一般的な財務状況、環境管理

にかかる予算配置の状況などについて、具体的な状況は確認できなかったが、CEM によれば、近年の政府の財務状況の悪化に伴い、環境分野の予算も減少しつつあり、他の環境関連の業務との競合のなかで、モニタリングのための予算を確保するのは必ずしも容易ではないのが現状であるとのことである。

この状況において、IET は MONRE 主導のタスクフォースや研究会、関連のワークショップなどに参加しており、政策策定にも部分的にはかかわっている。これらの関連会議で、IET が蓄積している知見に基づいて技術的なインプットをしていくことで、今後も引き続き水質モニタリング体制の構築と強化に対して、間接的に貢献していくことが期待できる。

2) 指標 2：技術移転された水環境技術の実際の利用数

本プロジェクトによる支援の結果、IET の水質分析、水質モニタリングと排水処理の技術の向上とこれらの分野への技術指導や研修サービスが充実し、本評価時点においても蓄積した水質改善技術を用いて、関係機関・組織への技術移転は定常的に行われている。例えば、ハノイに隣接するフン・イェン省（Hung Yen Province）などで、DONRE を対象とした技術支援や研修を行っている。

本事後評価における現地価調査にて、IET が個別に交わしている業務協力に関する合意は 2 つ確認できた。一つはハノイ DONRE とのもので、これは、公害管理マネージャー制度の導入のためのプロジェクトに限定した協力合意である。もうひとつは、フン・イェン省とのもので、これはより一般的な水質管理行政における技術的支援に関する合意である。

また、民間企業などへのコンサルティングサービスなども行っており、これらの活動を通して、IET が設計した排水処理設備も建設されている。ただし、これらの活動は年間 10 件前後で、全国的な規模で見れば、まだ多いとは言えない。今後さらにその件数を増やすためには、ハノイの本部と 2 つの支所との連携ネットワークを強化し、支所のキャパシティも強化することが必要である。この点については、本プロジェクトのフェーズ 2 で継続支援されている。

3) 指標 3：VAST（IET）から関係省庁・機関への技術提案の数

この指標は、IET の水環境管理行政に貢献するための力の一つの指標として提案力を取り取り上げており、実施機関への質問票回答の結果、実際に IET が行政に対し 5〜6 件の技術提案を行ったことは確認できた。この提案には、MONRE だけにとどまらず、DONRE やその他の関連機関への提案やコンサルティングを通した貢献の実績も含まれる。他方、各種プロジェクト文書に目標数が定義されていないため、本指標の達成度を評価することは困難である。

なお、提案がどの程度行政に反映されるかは未知数であり、IET の提案活動が水環境管理ににどの程度実効性を持つのかも未知数と言わざるを得ない。例えば、IET は MONRE に対して、水質監視項目の提案や、モニタリングにおける分析手法などの提案は行ったきたが、それらは MONRE によって必ずしも活用されていない。MONRE は、IET を技術的に優れたパートナーとして認識しているものの、一般的には複数ある研究機関のひとつであるという位置づけであり、MONRE が業務を発注する場合は入札の形

をとる必要もあることから、IET に集中的に業務を依頼するという状況にはない。また DONRE やその他の関連機関への提案やコンサルティングについても、ハノイ、フン・イェン省、ハイ・フォン省、ホーチミンなどにとどまっており、国レベルの観点で見れば、まだ必ずしも十分とは見られていない。

上記から、指標 2 については目標を達成したものの、指標 1 については、当初計画からの状況の変化により、指標 3 については目標値が計画時に定義されておらず、評価判断が困難である。

これを受けて、本プロジェクトのフェーズ 2（2008～2012 年）では、IET のベトナムにおける水質モニタリング体制構築への貢献も視野に入れつつ、水環境管理にかかる技術力の向上とその普及を重視するという、フェーズ 1 の実績に基づくプロジェクトの方向修正を反映した内容になっている。フェーズ 2 の上位目標においては、本プロジェクト（フェーズ 1）からは水改善技術の DONRE、その他関連機関や民間への技術移転（指標 2）のみが維持されており、IET の技術力を向上し、そこを核として他の関連機関や民間に技術的波及効果をもたらすことに焦点を置いている。また、サービスの全国展開を念頭に、VAST/IET 本部と支部をつなぐ総合ネットワークシステムの構築と運用のための取り組みも含まれており、今後、次第に効果が現れると期待できる。

3.2.2.2　その他のインパクト

本プロジェクトは国際協力機構（JICA）の「ベトナム国都市水環境改善プログラム」において、技術面でのバックアップと関係者の人材育成を担うことが期待されていたが、表 1 の通り、プログラムで実施されている他の案件に直接的、間接的にかかわることを通して技術面からの支援を行ってきており、その点でのプログラム的な案件間の連携が見られる。

表 1　本プロジェクトのベトナム国都市水環境プログラムへの貢献

案件名（実施年）	IET の貢献
河川流域水環境管理調査（2008/5-2010/1）	技術的アドバイスの提供、資料の貸与
ハロン湾環境保全プロジェクト（2010/3-2013/3）	コンサルティングサービスや分析サービスの提供
全国水環境管理能力向上プロジェクト（2010/6-2013/6）	ICT スタッフのリソース人材としての参加
ホーチミン市水環境改善事業（2000-2007）	プロジェクト活動への直接的参加、評価活動への参加

出所：IET への質問票、IET 関係者からの聞き取り

前述の成果やプロジェクト目標にかかわる実績から見て、IET は関係機関などに対する技術指導や提案策定などができるだけの能力を備えたといえ、また、その能力を活用した様々な取り組みも始めている。民間企業や他関連行政機関に対する個別の指導・訓練については、全国規模でのインパクトという点で見れば、その強さはまだ限定的と言わざるを得ないものの、順調に実績を上げている。また本プロジェクトのフェーズ 2 において、IET が全

国の環境問題に対処するためのネットワークの拡大を支援しており、将来的には IET の支援が地理的に広がっていく見込みである。その点で IET は、本プロジェクトで築いた土台をふまえて、より上位の開発目標に対して貢献しようとする努力を継続してきたと見てよいだろう。事後評価時に行った IET に対する質問票でも、本プロジェクトが残したこれらの実績は、IET の期待を満たすものであったと回答している。

以上のように、プロジェクト目標については、指標 1（MONRE への水質モニタリング報告書の提出）については、水質モニタリング体制の整備自体が当初の想定のように進まなかったことなどから達成できなかったが、指標 2（助言した機関数）と 3（研修人数）については達成された。上位目標の達成状況については、指標 2（技術移転された水環境技術の実際の利用数）は達成したが、指標 1（モニタリングポイントの数）は、IET のベトナムにおける水環境行政の改善における位置づけとプロジェクトの期待のずれにより達成できず、指標 3（関係省庁・機関への技術提案の数）は目標値が計画時に定義されていないため評価判断が困難である。ただし、公的な記録は残されていないものの、本プロジェクトの途中で方向性の修正があったことを勘案すれば、プロジェクト目標の指標 1 と上位目標の指標 1 については未達成であることに相当の理由があるといえる。これらから、本プロジェクトの実績により一定の効果発現は見られ、有効性・インパクトは中程度である。

また、フェーズ 2 は、水質モニタリング体制構築への貢献をも視野に入れつつ、先進技術への特化、支所の機能向上というプロジェクトの方向性の修正に基づき実施されており、今後本プロジェクトによる支援のより大きな効果の発現を期待することができる。

3.3 効率性（レーティング：②）

3.3.1 投入

投入の計画と終了時の実績を以下に示す。

投入要素	計画	実績（終了時）
(1)専門家派遣	長期専門家(3 人):環境管理、水分析、水処理 短期専門家（必要に応じて派遣）	長期専門家（6 人、136 人月：水環境管理、水分析、水処理、業務調整、モニタリング） 短期専門家（11 人、24 人月）
(2)研修員受入	約 5 人／年間（水処理、水質分析など）	28 人(前年度準備期間での研修 4 人を含む。水質管理コース、排水処理・水質分析コースなど)
(3)機材供与	約 180 百万円	総額 367.647 百万円
(4)協力金額合計	不明	855.1 百万円
(5)相手国政府投入額	不明	53.8 百万円（排水処理実験施設の建設費 31.094 百万円を含む）

3.3.1.1　投入要素

日本側からの投入のうち、長期専門家派遣と機材供与は投入実績が計画を上回っている。当時の国内支援委員会のメンバーなどからの聞き取りによれば、計画時点において、本プロジェクトを小さく始めたいという日本側の意思もあり、長期派遣専門家の人数を 3 人と想定したが、プロジェクトの進捗に伴い、業務調整担当専門家の派遣が不可欠との判断から追加したとのことである。また、モニタリング担当専門家については、計画当時は、水分析担当専門家が水質モニタリングの改善業務も兼務する予定であったが、分析手法の技術移転業務が想定より多く、水質モニタリング業務まで手が回らない状況となったため、追加して派遣することとしたとの説明であった。

計画の長期専門家 3 人は、正しくは「3 分野」という意味である。3 年間のプロジェクト期間での人月に換算すれば 108 人月であり、実績の 136 人月は計画比で 28 人月、約 2 人年の増加で、説明にあった必要性を考慮すれば、この増加は適切といえよう。

機材供与については、これも同じく計画当初において、なるべく予算額を抑える方針から供与リストを厳しく精査したものの、実施途中において、IET が国家の認定研究所（リファレンス・ラボラトリー）として水質検査・分析のサービスを提供するために必要な分析機器を追加購入する必要性が判明したことが原因としている。

研修員の受入れも計画の倍近くになっているが、多くは集団研修への参加であり、プロジェクト経費からの支出ではない。

ベトナム側からの投入では、カウンターパートの人数が計画では 27 人のところ、実績では 144 人となっている。より多くの人材へのプロジェクトの効果の波及を求めてカウンターパートが増加することは一般的にあり、問題ではない。本プロジェクトでは、カウンターパートの増員が何らかの大きなコスト増につながった形跡は見られなかった。

3.3.1.2　協力金額

協力金額は、約 8 億 5500 万円であった。実施協議報告書などの計画時の関連文書に計画の金額が記載されていないため、計画比は資料が残っておらず確認できなかったが、プロジェクト開始後に機材供与が 2 億円分近く増えていることから、協力金額は計画より増えていると思われる。また、計画予算の資料が適切に管理されていない事実には問題がある。

3.3.1.3　協力期間

協力期間は、計画 36 カ月に対して実績 36 カ月であり、計画どおりだった。

以上より、本プロジェクトは成果の産出に対し、協力期間は計画内に収まった。投入金額について計画と比較ができない状態にあるが、専門家派遣と機材供与の増加により、当初見込みを上回っていると推測され、効率性は中程度である。

3.4　持続性（レーティング：③）

3.4.1　政策制度面

「天然資源環境 5 カ年計画（2006-2010）」で、DONRE や地方自治体の環境関連部署の職員の能力向上が大きな課題とされて以来、近年では公害防止管理者（Polution Control Manger:

PCM）の配置の義務付けに向けた取り組みや、工場廃水の監視・取り締まりの強化など、本評価時点においても水環境保全・管理の重要性は認識されている。これに伴い、国家政策や環境分野政策を効果的に打ち出していくために、水質管理関連の知識・技術を持つ組織の存在は求められており、政策・制度面での環境、そして、IET によるこの分野での研修やコンサルティングサービスに対する需要という意味で一般的には望ましい環境にあるといえよう。

MONRE での聞き取りなどからは、IET の立ち位置として、既存の分析技術や水処理技術を超えた、最先端の水質分析、ベトナムではまだ認識されていない汚染物質のモニタリングや処理など技術の受け口となることへの期待がうかがえた。今後のベトナムの経済発展に伴い、まだ表面化していない、有機化合物や内分泌かく乱物質（環境ホルモン）などに起因する水環境問題について、日本などの他国の前例も基に予測しつつ、それらに対応するために必要な技術をベトナムの状況にあった形に応用・導入していくための技術的な検討を行う役割が期待されている。

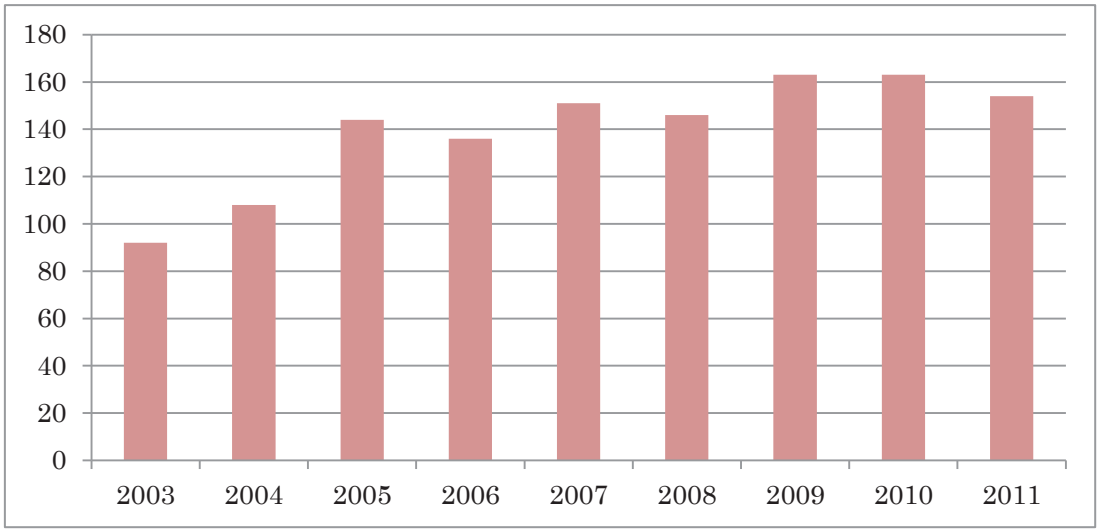
3.4.2　カウンターパートの体制

IET は環境工学部、環境分析部、環境計画部、電気化学部、生物技術部の 5 つの専門分野に特化した部署を持ち、水環境分野にとどまらず、環境問題を総合的に扱うことができ、ハノイの本部とホーチミン、ダナンの両支所を拠点として全国的な展開が可能な機関である。IET のスタッフの推移は図 2 の通り。

IET に大きな組織改変はなく、組織として安定している。IET のスタッフの人数と部署の配分の推移も、2005 年以降を見れば、漸増しており、比較的安定しているといっていい。

プロジェクト期間中に在籍していたスタッフ 143 人のうち､112 人は現在も在籍している。離職者のうち 8 人は引退であり、実質の離職者は 23 人で、全体の 16%にあたる。社会的ニーズが高く、転職先もあると期待できる分野の技術者という性質を考えれば、プロジェクト終了後 7 年間で 16%の離職者というのは、それほど高い数値ではないと思われる。

本プロジェクトでの能力強化の結果、IET はベトナムのレファレンス・ラボラトリーとして正式に認定された。ただしこの認定は、特定の分析技術について、一定の基準を満たしたことを公的に認められたもので、同様のサービスを行う MONRE 傘下の CECT、大学や民間企業との競争が起こりつつある。



出所：IET

図 2　IET の部署別スタッフの推移

IET は、コンサルティングサービスや受注案件などから得られる独自財源を活用して、独自の給与制度を設けている。その他、職場環境改善や研修機会の提供などを通して、職員の動機付けを意識的に行ってきている。

3.4.3　カウンターパートの技術

本プロジェクト終了後も、水質分析のための標準手順書である SOP の作成は継続されており、ハノイ事務所だけでなく、ホーチミン、ダナン事務所でも作成できるようになった。本評価時では、全部で 77 の SOP を有している。また、ホーチミンとダナンの両事務所もレファレンス・ラボラトリーの認定を受けるなど、本プロジェクトが築いた土技術的能力に立脚した活動が継続されている。

外部からの案件受注は、MONRE からは毎年 5 件前後、その他の組織や民間企業などからも毎年 3、4 件の水処理案件を継続して請け負っている。

本評価時点において、外部への定期的な技術研修プログラムは行われていないが、修士号を付与する教育プログラムを常設し、また、要請に応じて個別対応での単発の研修・訓練なども行っており、本プロジェクトで構築された人材育成にかかる技術も維持・活用されている。

プロジェクトが供与した機材は、本事後評価中での目視と、IET への質問票による活用状況の確認を行ったが、すでに役割を終えて使用されていない一部の機材を除き、ホーチミン支所にあるものも含めて、いずれも適切に管理され、稼動状態にある。

上記のように、プロジェクトが形成した技術基盤はしっかり定着しており、その上に立って、より高度、あるいはより幅広い技術・知識に対するニーズを持っている。本評価時点で IET から聞き取りを行った際に上がってきた今後の主なニーズは、環境アセスメント、健康被害の分析に関する知識と技術、重金属類の分析技術、さらに多様な廃水処理技術などであった。

3.4.4　カウンターパートの財務

本評価調査で入手できた、2007 年から 2011 年の収支データは表 2 の通り。

表 2　IET の収支バランス

	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011
1. 収入合計	18,478,766,942	18,834,502,818	26,994,621,717	40,523,308,493	40,101,775,118
1.1 政府補助金	11,050,588,090	10,279,172,639	13,422,242,496	17,632,949,135	17,072,853,154
1.2 外部収入	7,428,178,852	8,555,330,179	13,572,379,221	22,890,359,358	23,028,921,964
2.支出合計	18,427,456,091	18,824,264,657	26,972,381,732	40,498,180,049	40,080,885,618
2.1 人件費	8,500,232,793	8,663,871,296	12,417,525,990	19,045,954,992	18,647,325,430
2.2 分析用資機材購入費	7,945,869,785	8,098,836,212	11,607,687,338	18,032,872,279	17,644,781,052
2.3 分析機器施設運転･維持管理費	923,938,347	941,725,141	1,349,731,086	1,418,315,797	1,604,071,005
2.4 その他	1,057,415,166	1,119,832,008	1,597,437,318	2,001,036,981	2,184,708,131
3. 収支 (1-2)	51,310,851	10,238,161	22,239,985	25,128,444	20,889,500

出所：IET

プロジェクト完了後の収入は安定的に増加傾向で推移している。特に、2009 年以降は外部からの収入が政府からの補助を上回り、かつ増加傾向にあることは望ましい状況にあるといえる。分析業務に必要な支出も安定しており、財務的自立性に問題はないといえる。

以上により、IET の水環境保全分野おける技術研究及び技術移転（人材育成）に向けた活動において、カウンターパートの体制、技術、財務状況、いずれも問題はなく、本プロジェクトによって発現した効果の持続性は高い。

4.　結論および提言・教訓

4.1　結論

本プロジェクトは、水環境保全行政にかかる環境技術研究所（IET）の技術能力の向上を通して、ベトナムにおける研究拠点を形成し、水質モニタリング体制の構築を含む水管理行政の改善に資することを目的としていた。当初プロジェクトの目標の一つとして、IET が行政に対して水質モニタリング体制の構築などについて技術面から政策提言をすることを想定していたが、プロジェクト開始後に判明したその実現の困難さにより、IET の水環境保全への具体的な貢献の再検討が必要となった。これにより、モニタリング体制構築への貢献を可能な限り続けつつも、より技術的な面での貢献に重きを置き、各州での水環境保全行政実施機関の育成や、水環境保全技術に関する最先端の研究開発・普及を担う機関として位置づけるべく活動を進めることとなった。これらの状況の変化にも関わらず、ベトナムにおける水環境保全にかかる政策的優先度や水質改善・保全のニーズの高さ、またそれらに貢献するため環境分野を総合的にカバーする研究機関である IET が、主要都市に置かれた支所を通じて水質モニタリングや排水処理技術などの水環境技術を地方にも普及するというアプローチの適切性に変わりはなく、妥当性は高い。

当初のプロジェクト目標の第 1 であった水質モニタリング体制の構築への貢献という点は達成されていないものの、それ以外の関連機関への技術普及の面では達成が見られ、インパクト発現への貢献もある程度見られるため、有効性は中程度である。

専門家派遣と機材供与の実績が、計画よりも大きくなっているが、追加分の投入については合理的な説明があり、問題はないと思われる。しかし、計画時の投入金額見積の確認ができなかったが、供与機材の追加により当初計画額を上回ったと思われるため、効率性は中程度である。

IET の財務的および技術的持続性に問題はなく、上述のように、今後のベトナムの水環境行政の改善における IET の位置づけを見直したことにより、今後、IET が技術力の向上を通して、政策改善への貢献も含めて、水環境関連技術を普及していく環境に問題はなく、また、IET の実施体制、財務共に安定しており、持続性は高い。

以上により、本プロジェクトは、当初計画の観点からは全国的なモニタリング体制の構築に関して十分な効果の発現が見られないものの、水質モニタリングを含む水環境管理にかかわる技術を全国に展開するという IET に期待される位置づけを勘案すれば、本プロジェクトによる取り組みは効果を持続的に上げつつあり、全体として本プロジェクトの評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 カウンターパートへの提言

(1) IET の役割の明確化

IET の水環境保全分野における位置づけと役割について、中立的な研究機関として、最先端技術を中心とする水環境分野の技術研究開発・普及と、それに基づく技術的提案の策定、および、DONRE や民間企業を含む、水環境保全にかかわる活動を直接的に担う関係者への技術支援の全国的な展開というようなことを、IET の年次報告書などに具体的に明記し、MONRE を始めとする関係機関の間で IET との連携や協同などの考え方に関する共通認識を形成すると共に、連携・共同をさらに積極的に進めることが必要である。CEM、CECT や大学の研究機関なども一部 IET と類似の活動を行っているが、これらの機関が、一定の分野の既存の技術の標準化や普及を中心にするのに対し、IET はより広範囲の分野に関するより先進的な技術課題に取り組むための技術の実用化及びその技術普及を教育プログラム・研修などを通じて実施している。

(2) IET の支所の充実

IET の強みである先進技術に関する提案と技術支援・人材育成という機能を、より広範囲で展開していくためには、ハノイのみではなく、各支所がそれぞれの地域でハノイ本部と同等のサービスをできるように、さらに技術力の向上と各地域での関係者との関係構築を進めていくことが必要である。併せて、支所で対応が難しいより先進的な技術分野などや本部にしかない機材で対応が必要な場合などに応じるための、本部からの技術的なバックアップ体制を充実していくことが必要である。これらについてフェーズ 2 にて IET 本部と支部との技術サービスを提供する基盤の形成を進めてきたが、さらに今後も継続して取り組んでいく必要がある。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3　教訓

本プロジェクトから得られた教訓は以下の通り。

(1) 技術研究機関の開発行政への貢献の可能性を見通す

技術開発や技術改善にかかわる協力を行う場合、相手側実施機関が、受入国における技術分野の最高府（本プロジェクトでは VAST 傘下の IET）となることが少なくない。しかし、そこで開発あるいは技術移転されたものを行政制度・施策に生かしていくことをプロジェクト目標とする際には、当研究機関が行政策定プロセス上どのような位置づけにあるか、計画時に十分確認し、研究機関からの提案が制度構築や施策の実施に活用されるために必要な手立てをプロジェクトの中に織り込んでいくべきである。政策・施策への技術による貢献も、法整備や制度構築などへの提案・直接的な関与だけでなく、技術タスクフォースとしての参加、受託事業による貢献、人材育成を通した貢献など、さまざまな形があり得る。実施機関の置かれた位置づけを踏まえてもっとも現実的かつ効果的な手段を選択するという配慮が必要だろう。このような配慮が現実味のある案件形成をしたうえで、プロジェクトの実施において現実に即した柔軟な対応をすることが、上位目標達成のレベルにおいて、案件を成功させるために必要である。

(2) 軌道修正された開発シナリオの公式文書への記録

上記と関連して、本プロジェクトでは、IET の貢献の方向性をプロジェクトの実施途中から修正していた。しかし、この点が、本プロジェクトに関連する公的文書に記録されておらず、本評価において、この点についての確認作業に時間を要した。フェーズ 2 においてこれらの修正が実質的に盛り込まれているが、フェーズ 1 の終了時評価以降、フェーズ 2 の終了時評価まで、どの報告書にも、本評価で分析したような IET の位置づけや他関連機関との関係性の変遷とそこから導かれる IET への協力戦略の在り方などにかかわる記述が見当たらない。

計画とはあくまでも計画時点での仮説であるとの認識に立ち、環境の変化、あるいはプロジェクト開始後に判明した事情により計画を変更することもプロジェクトマネジメントの一環であることを考えると、これらをきちんと記録することにより、適切なプロジェクトマネジメントが行われていたことが明確になる。特に、実施期間が 3 年以下のプロジェクトでは、中間レビューが実施されないことから、このような重要な変更について、関係者と認識を共有できるように、何らかの形で文書化し、参照できるようにしておくことが重要であろう。このことはまた、透明性の確保、説明責任を果たすという意味でも重要である。

(3) 計画予算に基づく費用投入管理と記録

本プロジェクトでは、計画時点での費用見積もりの数字が得られなかった。また本プロジェクトでは、プロジェクトの開始後、状況に応じて専門家と機材の投入を追加されている。当時の専門家や国内支援委員会からの説明によれば、それぞれ、追加投入には理由がきちんと存在することが確認されており、このこと自体には問題はない。しかし、本来であれば、単なる必要性ということだけでなく、計画予算を基準として、追加予算が合理的

か、また、どこまで追加を許容するかなどの検討が行われるべきであるが、その記録が残されていないために、効率性の評価判断に困難が生じた。

プロジェクト予算の管理とその記録を適切に行う必要がある。

以上

ラオス

ビエンチャン市上水道施設拡張計画

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社　石橋　典子

0.　要旨

本事業はビエンチャン市内既存の 4 カ所の浄水場[1]のうち、カオリオとチナイモの 2 浄水場の拡張・改修をすることで、安定給水の確保と給水普及率を向上させることを目的としたもので、ラオスの開発政策・開発ニーズ、日本政府の援助政策とも合致していることから、妥当性は高い。対象浄水場の拡張・改修後は給水量が順調に伸び、給水人口の増加と普及率の向上に貢献した。一方、事業期間は、計画時の事業期間を若干上回ったため、効率性は中程度となった。持続性については、現状では基本的な運営・維持管理に大きな問題は発生していないものの、将来の継続性には懸念があり、財務面では独立採算機関としての自立性の道筋を立てる上での課題があり、本事業の効果の持続性は中程度と判断される。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1.　案件の概要

案件位置図

カオリオ浄水場着水井

1.1　事業の背景

ラオス国の第 5 次社会経済開発 5 カ年計画（2001-2005 年）は、上下水道を含む社会インフラ整備に重点を置いている。それに先立ち、通信運輸郵便建設省[2]（現、公共事業運輸省）は 1997 年の「通信、交通、郵政及び建設に関する開発計画」における水道セクターの開発目標として、大都市の水道普及率を 100%とするという目標を掲げた。一方、日本によるビエンチャン市の上水分野の協力の開始は 1963 年にさかのぼり、これまでカオリオ浄水場の整備(1964 年)及び改修工事（1983 年）、チナイモ浄水場拡張・改修（1992 年～1996 年）な

[1] 本事業計画時（2003 年）には、カオリオ、チナイモ、タドゥア、タゴンの 4 カ所の浄水場があった。
[2] 2007 年に Ministry of Communication, Transportation, Post and Construction から Ministry of Public Works and Transport (MoPWT)に変更された。

どの都市部上水道インフラ整備を行ってきた歴史がある。本事業の実施に先立ち、2003 年にはヴィエンチャン市上水道拡張整備計画調査を実施し、上水セクターのマスタープランを作成している。この調査の結果によれば、本事業実施前（2003 年）のビエンチャン市の給水量実績は約 7 万 8000 m^3/日で、2003 年の日最大水需要の 12 万 2000 m^3/日に対して供給能力は約 10 万 m^3/日と不足していた。実際には大きな需要の見込まれる時期に、既存浄水場の供給能力を上回る稼働[3]を行うことなどにより需要を充たしていた。このような状況の下、ビエンチャン市の水需要に応えられる浄水場の拡張・整備が喫緊の課題であった。

1.2　事業概要

ビエンチャン市において上水道施設及び配水管を整備することにより、安定給水を確保し、給水普及率の向上を図る。

<table>
<tr><td colspan="2">E/N 限度額／供与額：</td><td colspan="3">2,875 百万円／2,171 百万円</td></tr>
<tr><td colspan="2">交換公文締結：</td><td colspan="3">2006 年 2 月（詳細設計調査）
2006 年 6 月（本体）</td></tr>
<tr><td colspan="2">相手国実施機関：</td><td>ラオス公共事業運輸省／ビエンチャン市水道公社（NPVC）</td><td>事業完了：</td><td>2009 年 3 月</td></tr>
<tr><td rowspan="3">案件従事者</td><td>コンサルタント</td><td colspan="3">日水コン</td></tr>
<tr><td>施工業者</td><td colspan="3">清水建設</td></tr>
<tr><td>機材調達</td><td colspan="3">清水建設</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">事業化調査</td><td>基本設計調査</td><td colspan="2">詳細設計調査</td></tr>
<tr><td>第一次：2004年6月～9月
第二次：2005年4月～9月</td><td colspan="2">2006年2月～2007年2月(完了届より)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">関連事業</td><td>技術協力</td><td>無償資金協力</td><td>その他国際機関、援助機関など</td></tr>
<tr><td>・ ヴィエンチャン市上水道拡張整備計画調査（2003.3～2004.2）
・ 水道事業体人材育成プロジェクト（2003.9～）
・ 短期専門家:上水道給水計画分野 （2000）
・ 長期専門家：上水道施設維持管理（2000～2002）
・ 青年海外協力隊員：浄水場水質検査（1998-2000）
・ シニアボランティア：浄水場水質検査（2001-2003）
・ 技術協力プロジェクト：水道事業体人材育成プロジェクト</td><td>・ カオリオ浄水場整備計画(1963)
・ ビエンチャン地区上水道補修拡張計画（1983）
・ ビエンチャン市上水道拡張整備計画（1996）
・ ビエンチャン 1 号線整備計画</td><td>・フランス開発庁（AFD）
配水管網整備計画（2003-2004）
第 2 次漏水防止プロジェクト（2004-2005）
トレーニングセンター建設プロジェクト（チナイモ浄水場）

・ラオス政府
ドンマカイ浄水場建設計画</td></tr>
</table>

[3] 施設の供給能力は設計により基本的に決まっているが、実際にはそれを多少上回る給水が可能である。

	（2002-2005） ・ シニアボランティア：無収水管理（2004.4～）（ビエンチャン市水道局（NPVC）本局） ・ シニアボランティア：浄水場運転管理（2004～）（チナイモ浄水場） ・ 長期専門家：水道事業体人材育成（2005～）		

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

石橋　典子　（アイ・シー・ネット株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下の通り調査を実施した。

調査期間：2011 年 9 月～2012 年 11 月

現地調査：2011 年 12 月 4 日～12 月 16 日、2012 年 5 月 27 日～6 月 1 日

3. 評価結果（レーティング：B[4]）

3.1 妥当性（レーティング：③[5]）

3.1.1 開発政策との整合性

ラオスでは国家経済社会開発第 5 次 5 カ年計画（2001 年～2005 年）において、上水道の普及と給水率の拡大は経済、社会分野の優先課題とされ、上下水道などの社会インフラ整備に重点が置かれていた。また 2010 年に発表された第 7 次 5 カ年計画（2011-2015）では、総人口の 80%に清潔な水を提供することが経済分野における目標として掲げられた。また、通信運輸郵便建設省の開発計画（1997 年）では、2020 年までの水道セクターの開発目標として、全国の平均水道普及率を 90%に、大都市では 100%、小規模都市では 80%にすることを挙げている。2020 年までの国家都市開発戦略（2010 年発行、政府承認中）においても、2020 年までの都市部での水道普及率の目標を、都市人口の 80%、195 万人としている。

以上から、開発政策との整合性は高いと評価できる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の計画時（2003 年）に、ビエンチャン市の日最大水需要（2007 年）は約 14 万 m^3/日と想定されていたのに対し、既設の 4 カ所の浄水場の浄水能力[6]は合計 10 万 m^3/日[7]であり、約 4 万 m^3/日不足する見込みであった。ビエンチャン市では 2005 年以降定住人口の増加の他、民間企業の労働者や旅行者などの流動人口の増加、国家的なスポーツイベントの開催

[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」

[6] 浄水施設のもつ施設としての浄水能力で、日最大需要に沿って設計される。従って、以下「給水量」と記される日平均給水量よりも大きい水量となる。2003 年時の日平均給水量の実績は 7 万 8000 m^3/日。

[7] 既設浄水場はカオリオ、チナイモ、タドゥアとタゴンの 4 浄水場。このうちタドゥアとタゴンは非常時などの運転を前提としており、NPVC による市内給水能力の計算に含まれていない。

などのため、水需要が高まり、本事業が対象とする 2 つの浄水場以外にも、ベトナム企業との合弁会社による 2 つの浄水場が建設されていた他、中国の投資による浄水場建設計画があった。

本事業の計画当時は給水人口が全体の 4 割程度であり、残りの住民は井戸などからの水に頼っていた。このような状況の下、本事業は、ビエンチャン市において不足の見込まれる給水量を賄うための計画であり、また、継続して高い給水需要が予測されていたことから、ビエンチャン市で給水施設整備を支援する妥当性は高かった。

表1　ビエンチャン市の給水概況

	2005	2010	2015 推計値
ビエンチャン市の人口(人)	698,318	776,261	902,716
給水人口(人)	286,935	404,350	466,981
給水量(m^3/日)	120,197	171,807	n.a.
水道普及率(%)	41	52	52

出典：NPVC提出資料

3.1.3　日本の援助政策との整合性

計画時の国際協力機構（JICA）の事業実施計画において、5つの重点分野「インフラ整備／エネルギー開発分野の開発課題」の一つとして安全な水の安定供給が言及されている。本事業計画の前段階では、フランス開発庁[8]（L'Agence Française de Développement:AFD）の支援するプロジェクトが都市部の配水管の拡張、JICAのプロジェクトが浄水場などの改修・整備という都市部上水セクターにおける協力内容の意識的な棲み分けを行った。

以上より、本事業の実施は、ラオスの開発政策、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　有効性（レーティング：③）

3.2.1　定量的効果

3.2.1.1　給水能力の向上と施設利用率[9]

本事業により拡張・改修されたカオリオ浄水場、チナイモ浄水場の給水能力と施設利用率は表 2 の通り。

2 浄水場の 2010 年時点の給水量実績は、カオリオ浄水場で 6 万 1000 m^3/日、チナイモ浄水場は 8 万 5000 m^3/日であり、設計容量に対する施設利用率はそれぞれ 102%、106%と、

[8] 前述の通り、日本は 1963 年からビエンチャン市の上水分野の協力を開始し、これまでカオリオ浄水場の整備及び改修、チナイモ浄水場拡張・改修などの協力を行ってきた。JICA ヴィエンチャン市上水道拡張整備計画調査(2003～2004)時に JICA と AFD との協議により、JICA が都市部浄水場などの改修・整備、AFD が都市部の配水管の拡張を支援するという棲み分けを行った。この結果、本事業は浄水場の改修・拡張を行う事業内容の無償資金協力となった。

[9] 計画施設容量に対する実際の給水量を比較し、施設容量に対してどの程度稼働しているのかを計算したもの。

100%を超える利用率である。

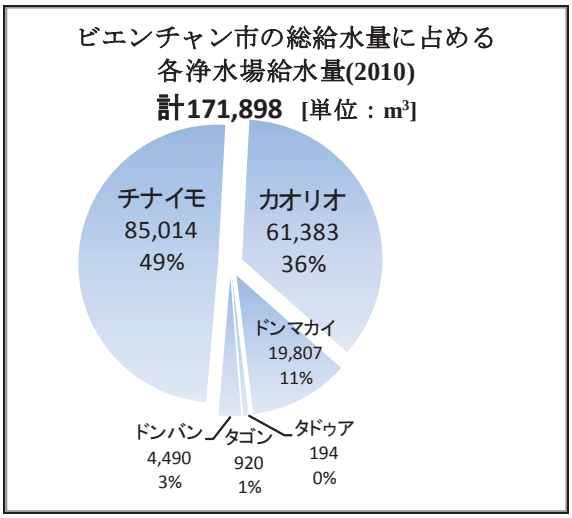
表 2　ビエンチャン市の総給水量に占める対象 2 浄水場の給水割合と設計容量

指標名(単位)	2010	設計容量 2009	施設利用率 (%)
カオリオ給水量 (㎥/日)	61,383	60,000	102
チナイモ給水量 (㎥/日)	85,014	80,000	106
2浄水場の総給水量の合計(㎥/日)	146,397	140,000	105

出典：基本設計調査報告書、NPVC 提供資料

3.2.1.2　ビエンチャン市全体の給水状況

ビエンチャン市全体の給水量に占める 2 浄水場の給水量実績は、下図の通り。



出典：NPVC 提供資料

図 1　ビエンチャン市の総給水量に占める各浄水場の割合

本事業を実施した結果、ビエンチャン市全体の日給水量は 2009 年の計画値 10 万 5001 m^3/日に対し、2010 年実績で約 17 万 2000 m^3/日と、計画比 164%を達成した（表 3）。この高い達成度の背景には本事業以外に図 1 に示した新規浄水場（ドンマカイ及びドンバン浄水場[10]）の給水がはじまったこともあるが、市内総給水量実績のうち本事業対象の 2 浄水場の水供給量は約 85%（14 万 6000 m^3/日、図 1 参照）を占めている[11]。また、この結果市全体の水道普及率[12]は 52%（計画比 114%、表 3 参照）まで改善しており、計画値（2009 年 45.6%）に

[10] ドンマカイ浄水場はラオス政府による建設、ドンバン浄水場は NPVC も出資するベトナムとの合弁会社により建設された。

[11] 2010 年実績で、新規浄水場のドンマカイとドンバンが 2 万 4300 m^3/日（約 14%）、既存浄水場のタドゥアとタゴン 1200 m^3/日（約 2%）。

[12] 水道普及率は計画給水区域の人口と行政区域内人口の割合。給水普及率は計画給水区域の人口のうち実際に給水を受ける人口の割合。本事業では、前者はビエンチャン市の人口全体に占める給水人口の割合で、後者はビエンチャン市供給網（全 9 郡のうち 7 郡）の人口に占める給水を受ける人口の割合。

比しても、良好な達成度であると評価できる。

表 3　対象 2 浄水場を含むビエンチャン市供給網[13]全体の給水状況

	基準値 2003	**2010**	**計画値 2009**	計画比(%)
ビエンチャン市の人口(人)	651,850	776,261	**767,949**	101
給水人口(人)	251,549	404,350	**351,329**	115
水道普及率(%)	39	52	45.6	114
給水普及率(%)	47	59	**46**	128
給水量(m^3/日)	78,251	171,807	**105,001**	164
一人当たりの給水量 (L/人/日)	n.a.	164	**n.a.**	n.a.
給水時間(H/人/日)	24	24	**n.a.**	n.a.

出典：基本設計調査報告書、NPVC 提供資料

3.2.1.3　給水時間、水圧、水質

給水時間については、ビエンチャン水道公社（Nampapa Vientiane Capital: NPVC）によれば、24 時間給水を実現しているとのことである。本事業対象の 2 浄水場の給水区域内での利用者の意識調査[14]（3.2.2　定性的効果の項参考）でも、24 時間給水を認める受益者の回答が確認されており、問題ないものと考えられる。ただし乾季や、朝や夕方などの利用ピーク時などの時間帯に水圧が不十分、または水量が不足することがあるなど、給水サービスの質には改善の余地があると考えられる。

2 浄水場では、ラオスの国家水質基準[15]項目に沿った水質検査を年 1 回実施しており、その結果、ラオスの水質基準を満たしている。さらに、濁度、色、pH 値などの主要検査項目については各浄水場の検査室で毎日検査が行われ、基準を満たしていることを確認して配水されている。しかし、利用者の意識調査（3.2.2　定性的効果の項参照）を実施したところでは、一部地域で雨季に濁り水がでる[16]ことがあるということであり、結果として雨季は利用者の一部に安全な水を提供できないこともあると理解される。

時間帯により水量や水圧に変化がおこる理由は、NPVC 技術部によると給水量の問題というよりは、主配管からの枝管が細く水圧を保てないこと、一部の家庭で設置している給水ポンプによって周辺地域に水が行き渡らないなど給・配水設備の問題も影響しているとのことである。

[13] ビエンチャン市供給網に含まれるのは、ビエンチャン市の 7 郡である。残り 2 郡は別の 2 つの小規模給水網に含まれるが、供用の開始は過去 1 年程度であり、NPVC のデータには含まれていない。

[14] 市内の 2 浄水場給水区域内で、一般企業向けは対面インタビュー調査、村落向けでは村長によって選ばれた利用者代表グループに対するグループインタビューを行った。サンプル数は、一般住民を対象とした 6 カ村（各村 10～13 人、計 65 人）、ホテルや工場 9 社の管理職ら（計約 10 人）である（合計 75 人）。

[15] 物理的項目が 5（色、濁度、におい、味など）、化学的項目 20（pH、硬度、カルシウムなど）、バクテリア関連項目 3（大腸菌群など）、有害物質 6（ヒ素、水銀、鉛など）、合計 34 項目

[16] 利用者意識調査で濁り水が出ることがあるという回答が、調査対象となった 9 事業所の 2 カ所と対象全 6 村のうちの 3 村で得られた。

3.2.2　定性的効果

3.2.2.1　水量、水質

本事業の効果を定性的な視点から補足するため、対象地域の住民を対象とした利用者の意識調査を実施した。意識調査の結果概要は表 4 の通りである。上記 3.2.1.3 で述べた通り、乾季や、朝や夕方などの利用ピーク時などの時間帯には水圧、水量が不十分となるものの、全回答者から、本事業の完成後、家事や手洗いなど、生活の利便性が向上したという回答が得られた。

表 4　利用者の意識調査結果の要約

対象者	利用者の意識
ホテル・工場 （9 事業所）	・水量と水圧は、9 事業所のうち 8 カ所が 2006 年以前よりも改善したか同等と回答し、概ね良好である。 ・2 カ所の事業所は、2007 年以降一日の給水時間が増えたと回答した。 ・水質について、7 事業所で水の濁りはないと回答した。2 カ所が濁りを認識したことがあると回答した。 ・9 事業所全部で料金は支払い可能なレベルであるとの回答を得た。このうち 7 事業所は金額も適切なレベルと回答したが、2 事業所は高いと回答した。 ・9 事業所のうち 5 カ所は、用地の購入における条件に水へのアクセスがあることを挙げた。
村の住民 （6 村）	・水量は季節や時間帯によって変化がある村が 5 村あり、乾季、朝夕などは水量の不足がみられる。水量に問題がないと答えた村は 1 カ村である。 ・水圧は、十分あると答えた村は 2 カ村、4 カ村は日中、特に朝に水が出にくい回答した。 ・水質は、濁度について 3 村では雨季などに問題が指摘された。また、6 カ村中 5 カ村で薬品の臭気が強いことがあるとの指摘があった。 ・2006 年以降自宅に水道を引いたことで、家の中で水が使えるようになり、家事・手洗いなどが便利になったという回答が 6 カ村の全回答者から聞かれた。6 カ村 65 人の参加者のうち約 3 割が料金が高いとコメントしたが、全村で支払い可能な額であると答えている。

出典：利用者意識調査

3.3　インパクト

3.3.1　インパクトの発現状況

本事後評価において、公衆衛生の改善や経済活動の活性化に関連した明確な関連性は確認できなかった。経済面については、市内の工場数は増加しているものの、NPVC 関係者の見解では、ビエンチャン市の経済発展と本事業との関係性は明確ではないとのことだった。しかし、ホテルや工場への聞き取り調査では、建築計画の検討時に水道の有無や給水事情などを確認したと答えた企業が 6 割近くにのぼったことから、給水事情の改善がビエンチャン市の経済活動に間接的な貢献を果たしたことがうかがえる。

3.3.2　その他、正負のインパクト

3.3.2.1　自然環境へのインパクト

環境影響評価と初期環境調査はヴィエンチャン市上水道拡張整備計画調査（2003 年～

2004 年）において実施され、本事業による施設建設及びその後の運用に起因する環境への悪影響はないと判断された。公共事業運輸省によると、その後も大きな問題が見受けられなかったため緩和策は実施されていない。またモニタリングは実施されていないものの、評価時点においても負の影響は生じていない。

3.3.2.2　住民移転・用地取得

Km6 増圧ポンプ場の改修において用地を拡張しており、その際に 1 世帯が住民移転・用地取得の対象となった。拡張用地は元来 NPVC の所有地であるが、対象の住民に利用されていた[17]ことから、村長などの第三者を交えた協議を実施し、合意された移転費用を支払うことで解決した。また、移転の実施後も元の土地利用者らからの異議申し立てもなく、用地取得において問題は発生していない。

これらのことから、ビエンチャン市内では場所や季節により水圧の低下がみられるものの、それ以外の給水量、給水人口と給水普及率は計画を上回る改善があったことは評価できる。特に給水人口は約 15 万人の増加となったが、それに対する本事業対象 2 浄水場による貢献度は高く、本事業が目指した給水普及率の改善に貢献した。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.4　効率性（レーティング：②）

3.4.1　アウトプット

本事業のアウトプットのうち日本側が負担する配水管については、後述の通り AFD の支援プロジェクトによる配水管工事区間の一部が、本事業と重複したため、配管総延長が約 3 割短縮された。また、本事業の効果に影響を及ぼす変更ではなかったが、実施段階において護岸工事距離の追加があった他、入札図書に項目落としなど（後述）を修正する必要があり、設計変更が発生した。ラオス側の負担内容は、機材保管用地などの借り上げ、既存施設移設、用地取得、電気引き込み及びフェンス設置工事などで、当初計画通り実施された。

入札の際に欠落していた仕様部分については、施工中の設計の変更と施工コンサルタントの自己負担による瑕疵担保期間中の補完工事により、最終的には基本設計とほぼ同等のアウトプットが達成された。また、総延長が短縮された送配水管は、短縮された分が AFD 支援の事業により完成されており、これらのことから、全体としては、本事業の効果の発現に影響を及ぼすようなアウトプットの変更はなかったといえる。

[17] NPVC によれば、ラオスでは慣習的に土地を利用していた第三者にも裁判所が利用権を認めるケースがある。このケースでは NPVC は不法占拠とは認識していない。

表５　アウトプット比較（計画/実績）

アウトプット	計画	実績
1. カオリオ浄水場の拡張　（既設：20,000m^3/日を60,000 m^3/日に拡張）		
1) 取水・導水施設：	取水構造物1式（44,000m^3/日） 取水ポンプ、護岸整備66m	護岸整備90m (24m追加）以外は計画通り
2) 浄水施設：	施設容量（40,000m^3/日） ・着水井・混和池 ・フロック形成池・沈殿池施設、排泥設備 ・急速ろ過施設、総ろ過流量槽及び塩素混和池	手すりや屋根の追加以外は計画通り
3) 配水施設：	配水施設（10,600m^3） ・配水池、ポンプ井、配水ポンプ ・薬品注入施設	配水池浮力防止対策以外は概ね計画通り
4) 電気施設・計装施設：	電気施設・計装施設	計画通り
5) 管理本館及び場内整備、他：	管理本館及び場内整備、他	計画通り
2. カオリオ浄水場改修　（既設：20,000m^3/日）		
1) 取水・導水施設：	取水塔の補修、取水ポンプ取替え、導水管塗装	計画通り
2) 浄水施設：	・着水井（混和池）施設改良 ・フロック形成池・沈殿池施設改良・補修 ・ろ過池のろ過方式の変更・ろ過速度の改良 ・逆洗水量計　新設	計画通り
3) 配水施設：	・配水池開口部のかさ上げ、配水管の追加設置、配水ポンプ取替え、水中ポンプ新設 ・薬品注入施設	計画通り
4) 電気施設・計装施設：	・ 動力盤・制御盤設備取替え・新設 ・原水流量計他計装設備の取替え・新設	計画通り
5) 管理本館、他：	管理本館・水質試験室：既設施設の撤去	計画通り
6) 配水管：	配水管の改良（取替え）	計画通り
3. チナイモ浄水場改良　（既設：80,000m^3/日）		
1) 配水施設：	配水池、配水ポンプ	配水池の盛土厚追加以外は計画通り
2) 電気施設・計装施設：	・受変電設備取替え ・計装施設	油式遮断機の追加以外は計画通り 計装施設は計画通り
3) 場内整備、他：	場内整備	計画通り
4) 送配水管：	送配水の分離、送配水管取替え、水劇圧対策設備	計画通り
4. Km6増圧ポンプ場改修		
1)配水施設：	配水ポンプ取替え、配水管改良	計画通り
2)電気施設・計装設備	受変電設備新設、計装設備・場内整備	計画通り
5. 送・配水管路延長		
送配水管	・送水管720m ・配水約11,915m	計画通り 8,615m（3,300m減）
6. ソフトコンポーネント		
研修などの指導	対象：2浄水場職員 1)運営維持管理 2)送配水運転制御	計画通り
成果品	1) ソフトコンポーネント完了報告書及び実施状況報告書 ・ソフトコンポーネント完了報告書 ・ソフトコンポーネント実施状況報告書 2) マニュアル・ハンドブック類 ・浄水場運転管理マニュアル ・運転制御マニュアル	ほぼ計画通り

出典：基本設計調査報告書、JICA 提供資料

表 6　主要アウトプット削減・追加一覧

変更箇所	スコープの削減	スコープの追加
1. カオリオ浄水場		
護岸工事	―	・護岸工事距離（24m）の延長
配水池	―	・浮力防止対策
ろ過槽	―	・既存のろ過砂の交換
フロック形成池・沈殿池、その他の施設	―	・手すり、屋根などの設置
2. チナイモ浄水場		
電気施設	―	・受変電設備の一部交換
配水池	―	・盛り土厚の追加
3. 送配水管路延長		
送配水管延長距離	AFD による支援との重複箇所(3,300m)の削減	―

出典：完了届、JICA 提供資料

以上のような計画の変更は、詳細設計時と工事実施中の 2 つの段階で行われた。これら変更の背景は次の通りである。

詳細設計調査時の変更

- 前述の通り、基本設計調査時では明確でなかった[18]AFD の支援するプロジェクトと重複した配水管敷設部分を削除した。工事の計画が詳細設計時に明確になり、これに基づいて、送配水管延長距離が短縮された。
- 基本設計調査時に既存設備の利用が可能と見込まれた機材のパーツに不具合が発見されたため、受変電設備の一部を交換した。

実施段階の変更

- 実施段階での変更の背景には 2 つあり、一つは詳細設計で作成・承認された入札図書に、基本設計と比べて項目の見落とし（手すり、ろ過砂の交換など）や不整合があったことである。もう一点は、詳細設計時の雨量や地下水量の推計などが実施段階の状況と異なったことなどから、当初計画の事業効果を発現させるためにはチナイモ配水池の盛り土追加や、カオリオ浄水場の護岸工事延長の追加工事が必要となった。なお、これらの変更を実施段階の後半で検討し始めたことにより、チナイモの盛り土追加など一部の施工は本事業期間終了後に行わなければならなくなった。

3.4.2　インプット

3.4.2.1　事業費

本事業の E/N 限度額は 28 億 7500 万円で、日本側実績は ODA 資金に該当する事業費は 21 億 7100 万円（計画比 75%）となった。しかし、本事業には、本来事業範囲内で行うべ

[18] 本事業の実施にあたっては、前述の通り AFD 支援のプロジェクトと協力内容の棲み分けを行った。しかし、2004 年当時 AFD のプロジェクトは配水管網システムの調査を実施中であり、調査終了後に支援対象となる区間を選定する予定であった。本事業の計画時は仮に AFD のプロジェクトによる支援がなくても本事業の効果に支障のないよう最低限の配水管整備を加え、詳細設計時に重複部分を削除するに至った。

き工事を、施工コンサルタントが事業期間の終了後に追加工事として実施した部分があり、このための費用の 2100 万円を加味すると、当初計画を実現するために投資された実績の総額は 21 億 9200 万円となる（計画比 76%）。事業費が計画を下回った主な理由は、競争入札により低価格が提示されたことによるものである。

ラオス側の負担額は計画 3900 万円であったのに対し、実績は 1500 万円となった。

3.4.2.2　事業期間

事業期間は、基本設計調査時に 32 カ月で計画された。実際の事業期間は、本体の E/N 締結から工事完了の 2009 年 3 月までの 34 カ月（計画比 2 カ月増、約 105%）であり、計画より若干上回った。途中で設計変更された箇所のうち、一部の工事は瑕疵担保期間にまたがったが、当該部分は施工業者および施工コンサルタントの自社負担により行われ、最終的に 2009 年 5 月にすべての工事が完了した。

事業期間の実績が計画を上回った理由は、送配水管敷設工事の実施段階で、工事区間の重複があった無償資金協力による国道 1 号線の施工が遅延し、それに合わせた敷設工事が必要だったこと、仕様の見落とし箇所などの補完や、雨量や地下水量などの設計条件の変更による盛り土や護岸工事距離の設計変更などに関するラオス側との調整に時間を要したことによる。

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

3.5　持続性（レーティング：②）

3.5.1　運営維持管理の体制

本事業の実施機関である NPVC が、事後評価時においても浄水場や配水施設の維持管理を実施しており、維持管理体制に変更はなかった。また、本事業対象の浄水場を含む NPVC の組織・実施体制は、計画時と比較して部署の増加と人員増加を除き大枠において変更はない。人員措置はチナイモ浄水場の運営維持管理人員に 1 名の不足が挙げられるものの、NPVC 管理部門は現在の陣営で運営は可能と判断している。実際に、運営に大きな支障は生じていない。また、基本設計調査で増員が提案された検針員の数は、NPVC 人事課によれば本評価時までに各支店に 5 人から 8 人に増員され、検針業務にも大きな問題はみられず、人員配置数は概ね適切である。

表 8　浄水場の運営・維持管理体制

（単位：人）

部署名	計画	実績 (2011年)
NPVC全体	約320	467
NPVC本社全体		211
(内訳)　管理系(本社)		91
技術系（本社）		120
全7支店（検針員含む）	n.a.	148
カオリオ浄水場全体	n.a.	37
(内訳)　管理系		5
技術系		32
チナイモ浄水場全体	n.a.	35
(内訳)　管理系		6
技術系		29
ドンマカイ浄水場	-	26
Km6 増圧ポンプ場	n.a.	3
その他	n.a.	7

出典：NPVC 提供資料及び聞き取り調査
注：上記人数には期限付き雇用契約職員を含まない。

3.5.2　運営・維持管理の技術

本事業では施設の運転維持管理、送配水運転制御の 2 項目で、ソフトコンポーネントによる研修が実施された。浄水場及び Km6 増圧ポンプ施設においては基本的な運転データが継続的に記録されており、運営維持管理は概ね良好と評価できる。

各種記録は定期的に NPVC 本社に提出され、データとして管理されている。水量などの施設運転記録は記録票を使ってつけられており、制度化がされたと言える。運転記録や運営・維持管理能力の強化にあたって、本事業のソフトコンポーネントのみならず、JICA シニアボランティアや水道事業体人材育成の専門家などによるラオス語版マニュアル作成や指導があったことにより運営・維持管理能力が補完されたと判断される。ただし、浄水場の運営・維持管理に大きな支障は起きていないものの、3 カ月、6 カ月ごとなどの定期点検などのメンテナンスの実施や定期点検計画がないなど、予防的な維持管理に不備が見られる。両浄水場の利用率が 100%を超える状態が続いていることからも、予防的メンテナンスの必要性は高いと思われる。

維持管理については、ポンプ修理を担う技術顧問がビエンチャン市内全ての浄水場のポンプの維持管理の支援にあたる体制となっていること、電気系統の修理も電力会社によるサポート体制があるため、夜間や緊急時を除き、日常業務の基礎的な技術面は現在のところ充足されていると思われる。

技術的な知見を維持向上するための仕組みとして、AFD の支援事業や JICA の技術協力プロジェクトなどで育成された講師による研修が行われている。初級研修とリフレッシャー研修があり、初歩的な維持管理技術の研修が定期的に行われており、これに参加することで新しい人材の育成も可能である。初歩レベル以降の研修は、各浄水場で浄水システムが異なることから、浄水場の古参職員を中心に実地訓練を通じて技術移転を行う体制である。チナイモ浄水場の水劇圧対策装置が 2010 年頃に起きた停電以降再起動ができず、担当者の

交代などもあり運転されていない[19]など、浄水場内の技術的知見の維持には課題がみられる。全般的に見れば、マニュアルの再確認・改定作業の実施や、担当者の交代による影響を受けずに技術的知見を組織的に向上する仕組みは脆弱である。

無収水対策については NPVC 技術部が担当し、AFD のプロジェクトによる支援を受け、各支社の職員と共に漏水対策の他、メーターの動作確認や修理を実施している。また、技術部は市内の配管網に圧力計・流量計を設置し（約 25 カ所）、流量と圧力の数値を確認することで漏水の状況をモニタリングしている。しかし、これらの活動にも関わらず、無収水量を削減するまでには至っていない。

3.5.3　運営・維持管理の財務

NPVC は独立採算制をとっている。収支状況は下表の通り。

表 9　NPVC の収支状況（直近 3 年）

（単位：百万ラオスキップ、百万円）

項目	2009	2010	2011	円概算額
収入				
水販売	74,701	55,134	61,516	
その他の収入	30,588	14,938	22,992	
総収入	105,289	70,072	84,508	857
支出				
人件費	7,969	9,526	8,971	
維持管理費	64,991	61,840	65,939	
その他の支出	25,832	12,292	19,023	
総支出	98,792	Δ 83,658	Δ93,934	Δ952
収支	6,497	13,586	9,426	96

出典：NPVC 財務部による質問票への回答

注：為替レートは 1 日本円 ＝0.010138 ラオスキップ(2011 年 11 月現在)

NPVC の収支は過去 2 年赤字が続いており、2011 年は 9600 万円[20]の赤字であった[21]。赤字が続く主な要因は、低料金によるものである（詳細は次項参照）。

水販売収入以外の収入は主に接続料[22]などであり、今後大きな増加が見込めないこと、支出面では維持管理費に占める電気代の割合が約 25%（2011 年）と高いことが確認され、短期的には独自財源による財政面の改善の見込みはない。

これまでの毎年の赤字分は、政府からの保証を得て借入することで賄っている。2011 年末時点における貸借対照表の債務残高約 5 億 8100 万円 に対し、資産は 38 億 1500 万円であり債務超過には陥っていない。また、財務省公社改善局（Department of Improvement of State Enterprises, Ministry of Finance）によれば、 NPVC の経営改善に向けての努力があれば、今後も政府からの財務的支援を継続する用意があるとしている。したがって、長期的な財務

[19] 水劇圧対策の機能をもつ弁が送配水管に設置されており、大きな問題は発生していない。

[20] 為替レートは、1 円＝0.010138 ラオスキップ（2011 年 11 月）で換算した。

[21] 2009 年の水販売収入が改善した理由は、同年に約半年間だけ水道料金を上げたことによるものである。

[22] 水道設置の申し込み後、各家庭は給水管及びメーター設置工事費用（2011 年時点で約 400 円（3 万 5000 ラオスキップ））と水道接続料約 2200 円（20 万ラオスキップ）を支払う。

面の持続性に不確実性は残るもの、今後、短・中期的に NPVC が財政破綻する可能性は低い。

3.5.3.1　水道料金

NPVC は独立採算制を採っており、法律上は水道料金を、原価に 5%の利益を上乗せした額として設定することが認められている。しかしながら、水道料金の値上げはその公共性から、首相裁決（1999 年）において、低所得者層の家計収入の 3%[23]で支払い可能な料金の範囲とすること、また値上げにあたっては政府との折衝や議会承認を必要としている。実際の値上げ幅は政治的な要因にも影響されるため、法律上認められた料金をそのまま設定することは困難である。現在の平均販売価格は 1350 ラオスキップ/m^3(2011 年)で、これは原価 1999 ラオスキップ/m^3 の 7 割に満たず、赤字が恒常的に発生する状況にある。NPVC によると現在の料金は、2009 年に値上げした料金だが、この際、手続きのため約 2 年を費やし、その間に燃料費などの生産コストが上昇したとのことである。

基準に基づくと実際に可能な値上げ幅は 80 ラオスキップ/m^3 程度、値上げ後の料金でも 1470 ラオスキップと、原価をカバーするには全く不十分な状況にある。現状では低料金からの脱却はできず、赤字財政の原因となっている。

表 10　2009 年以降現在までの 1m^3 当たりの水道料金表（民生・工業用共）

水道使用量（m^3）	料金（ラオスキップ）
6 未満	500
6 以上～21 未満	1,000
21 以上～51 未満	1,350
51 以上	2,700

出典：NPVC 提供資料
注：課金は 1m^3 単位

3.5.3.2　無収水

NPVC からの聞き取りによれば、無収水が財務状況に与える影響も大きい。本事業終了後の 2009 年以降、給水量は増加した一方で無収水率は約 30%(2003 年、推計値)から上昇し、2010 年時点で 34%となっている。無収水率が高い主な原因は、老朽化した給水管からの漏水である。無収水率を減らすため、本事業計画時から給水時の水圧を高くしすぎないなどの調整を行ってきたが、漏水の根本的な課題は、管の老朽化である。給水管の交換が必要と認識されているものの、そのために必要な財源を確保できていない。

3.5.3.3　水道料金改定の見通しと政府による財政支援

水道事業監査委員会[24]のメンバーでもある財務省公社改善局によれば、水道料金の値上げ折衝で水道単価についての議論[25]はあったが、水道料金の値上げを検討するためには、まず NPVC が長期事業計画を作成し、また内部事業監査の体制を整えることが必要であるという

[23] 1999 年 9 月の首相裁決 37/PM により、ビエンチャン市の水道料金は、家計収入に対する水道料金の比率が、低所得者向けの場合 3%以下、中・高額所得者向けの場合 5%以下となるよう定められた。
[24] 全国の水道公社や民間による水道事業の効率化を目的として、水道事業の監査を行う機関。
[25] NPVC 理事会と水道事業監査委員会メンバーによる、水道事業監査委員会議の場での議論。

意見で一致した。また、同局によれば、今後も継続して NPVC の赤字分を政府が支えていくためにも、やはり NPVC 自らの経営改善の努力が前提になるとしている。

この点については、JICA は 2012 年 8 月より技術協力案件「水道公社事業管理能力向上プロジェクト」[26]を開始し、NPVC の長期事業計画の策定、事業監査体制の強化を支援する。これらの活動を通じて NPVC の経営の効率化に資すると思われ、同時に中・長期的には政府の財政支援や料金値上げの前提条件が整っていくものと期待される。

以上により、NPVC の財務状況は、低料金設定と原価の上昇の問題などにより赤字体質が続いている。新規浄水場建設に係る投資などにより、さらなる逼迫が見込まれ、当面はラオス政府からの財政支援を受ける可能性があるものの、NPVC の財政面の持続性には課題がある。

3.5.4　運営・維持管理の状況

既存施設・機材には大きな問題はなく、施設の利用・維持管理状況は概ね良好である。維持管理についてはこれまでのところ、ポンプの故障時に旧式のスペアポンプを利用するなどの対応で急場をしのいできたが、ポンプのみならず機材の老朽化に見合う機材の維持管理計画策定、計画に沿ったスペアパーツの事前購入などの予防的な維持管理の仕組みが整備されない場合、中長期的には問題が発生する可能性がある。

以上より、本事業の維持管理は体制や技術面に若干の問題がある。財務的には、当面の持続性は政府によって支えられており、大きな問題はないものの、長期的な財務的自立に向けての懸念があることから、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

本事業はビエンチャン市内既存の 4 カ所の浄水場うち、カオリオとチナイモの 2 浄水場の拡張・改修をすることで、安定給水の確保と給水普及率を向上させることを目的としたもので、ラオスの開発政策・開発ニーズ、日本政府の援助政策とも合致していることから、妥当性は高い。対象浄水場の拡張・改修後は給水量が順調に伸び、給水人口の増加と普及率の向上に貢献した。一方事業期間は、計画時の事業期間を若干上回ったため、効率性は中程度となった。持続性については、現状では基本的な運営・維持管理に大きな問題は発生していないものの、将来の継続性には懸念があり、財務面では独立採算機関としての自立性の道筋を立てる上での課題があり、本事業の効果の持続性は中程度と判断される。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

[26] NPVC をパイロット水道公社として、対象の NPVC と他 2 県の水道公社の中長期的視野に基づく事業管理能力の強化のための体制整備をプロジェクト目標に、事業計画の策定、事業指標の改善などを目指す。実施期間は 2012 年 8 月～2017 年 7 月の 5 年間。

4.2　提言

4.2.1　実施機関、運営維持管理機関への提言

4.2.1.1　財務面改善の対策

NPVC は独立採算制の国営公社である一方、料金設定の自由がない状況の下、可能な限りの財務面改善の対策を行う必要がある。短期・中期の対応として、政策的な料金設定に起因する赤字分の政府による補てんや政府保証による低利融資の提供などの財政支援を前提として、設備投資分の財政支援を含む抜本的な財務対策の実施が求められる。

4.2.1.2　配水管網インフラの改善

本事業実施によりビエンチャン市内の給水量や給水普及率は改善したものの、主送配管から各世帯への給水に利用される枝管が細く、適切な水圧を維持できない地域が確認されている。配・給水管網の交換は、漏水問題の優先度の高い場所のみ AFD のプロジェクトにより支援されているが、細すぎる枝管の管の交換により管内の水圧維持を行い、今後の AFD の支援がより高い効果を上げられるよう促進していく必要がある。

4.2.1.3　浄水場職員の能力向上

2 浄水場の職員は日常の運営維持管理に必要な知見を持ち合わせているものの、チナイモ浄水場の水劇圧対策装置の運転など、職員の人事異動などにより技術的知見が維持されないケースがある。こうした新規の機材の運転にも対応できるよう、技術的レベルの向上を図る仕組みが実施機関内に必要である。更に、故障の有無にかかわらず機材の定期的な点検を行う予防的なメンテナンスが行われていないため、メンテナンス計画を作成し実施していく必要がある。

4.2.2　JICA への提言

4.2.2.1　NPVC の事業改善

2012 年 8 月開始予定の「水道公社事業管理能力向上プロジェクト」を通じて、経営の効率化に資する支援を実施予定である。ラオス政府からの財務支援を引き出すためには、内部の事業監査体制と長期事業計画の策定が必須である。同プロジェクトの支援を得ながら、健全な経営の基盤である、適切な水道料金の設定や設備投資計画などを含む事業計画の策定を行う経営体制を整備していく必要がある。

4.3　教訓

事業の持続性を担保するために、定期的なメンテナンスの実施は不可欠である。問題が発生しなくても、その前に実施する予防的メンテナンスの重要性について、ソフトコンポーネントなどを通して実施機関に十分理解させ、その体制を整えておくことが重要であろう。

以上

東ティモール

サメ・アイナロ上水整備計画

外部評価者：アイ･シー･ネット株式会社　下山　久光

0.　要旨

本事業は対象地域の住民に安全な水を安定供給するため、サメ（Same）とアイナロ（Ainaro）の浄水施設、取水施設と配水施設を改修、改善、更新した。東ティモール政府の開発政策、計画時の日本の援助方針、開発ニーズとの整合性が高く、計画時の妥当性は高い。実施にあたっては、事前に予測が困難な紛争の勃発により事業が一時中断されたものの、中断期間を除けば計画された期間内に事業は完了し、予算の超過も見られなかったため、効率性も高い。一方で、いずれの地域でも、計画された塩素による殺菌は実施されておらず、アイナロのヌグポ浄水場では浄水処理をした水の給水が行える時間に限りがあり、停止中は河川水をそのまま配水しているなど、本事業の目的である「安全な水の安定供給」が当初計画のとおりに達成されるには至っていない。また、サメでは滅菌は実施されていないものの、24 時間給水が実施されており、サメで供与した 200 の分水栓は全て設置された。一方で、アイナロではヌグポ浄水場の改修に古い水道管を利用している住民も被益しているが、本事業で敷設した配管には 33 世帯しか接続されておらず、新設配管の利用率は低く、インパクトの発現もあまり見られないため、有効性は低い。インフラ省水道局の両地方支局の財務は、維持管理費の予算配賦の増額により若干改善の兆しが見られるものの、依然として必要な資機材を適切に確保することができていない。本事業により整備された施設の、本来の機能を持続的に発揮するには、アイナロ支局の職員不足、維持管理計画の不足など組織、維持管理の課題もいまだ多く持続性は低い。

以上より、本プロジェクトの評価は低いといえる。

東ティモールは独立後 10 年しか経っていない若い国である。特にインドネシアによる統治が終了した後は水道技術者の育成や、施設の維持管理に必要な予算の確保にも苦労してきた。しかし、実施機関である基盤施設省は持続可能な上水道整備の実現に向け、水道事業の改善を含む活動計画（2013-2017）を、また上下水道衛生局は短期・中期計画を策定した。安全な水の安定供給には必要な予算を計上することは重要である点は上下水道局も認識しており、今後の継続した努力が期待される。

1.　案件の概要

案件位置図

アイナロのヌグポ浄水場

1.1　事業の背景

東ティモールのサメ、アイナロを含めた主要都市では、1950 年から 1974 年までのポルトガル統治時代や、1975 年から 1995 年までのインドネシア時代に上水道網が整備されたが、その後適切な更新や改修が行われていなかった。また、独立前の 1999 年の騒乱時には人為的に水道施設が破壊されたうえ、インドネシア人技術者の撤収により維持管理も滞っていたため、2002 年 5 月の独立時にはすでに水道施設の稼働は停滞していた。これらの水道施設による不完全な浄水処理や漏水は深刻化しており、また盗水も多く、これらによる断水や水質の悪化などが常態化し、市民の生活に深刻な影響を与えていた。

日本政府は、インドネシアが領有を放棄し、国際連合東ティモール暫定行政機構による統治が開始された 1999 年より、サメ、アイナロを含む 15 の都市を対象とした「水供給システム緊急整備計画調査」、主要都市の上下水道復興支援の必要性を提言に含む「東ティモール国復興支援計画調査」を実施し、上下水道の再整備に必要な支援の内容を検討した。東ティモール政府は、2002 年 11 月に上水道分野の追加的な支援を日本政府に要請した。2003 年 3 月に基本設計調査を、同年 8 月に基本設計概要説明調査を実施した。

1.2　事業概要

本事業は、東ティモールの地方都市サメおよびアイナロにおいて、水道施設（取水施設、導水施設、配水施設等）の整備・改修を行い、当該地区での給水サービスを向上させることにより、住民に安全な水が安定的に供給されることを目指している。

サメでは取水した原水の水質が比較的よいため、計画時より浄水場は設置されていない。取水後、貯水池にいったん水を貯め、塩素で殺菌をして配水するシステムであり、本事業も取水場、導水管と配水池の整備・改修のみを対象としている。アイナロには唯一の浄水場であるヌグポ浄水場があるが、浄水機能が劣っていたことから、本事業にて、取水施設や導・配水管の整備と改修とともに、沈殿池とろ過池などの新設も行った。

表 1　事業概要

E/N 限度額／供与額		1,064 百万円 ／ 1,062 百万円
交換公文締結		2005 年 5 月 2007 年 3 月（延長）
実施機関		基盤施設省/電気・水道・都市化担当長官/ 上下水道衛生局
事業完了		2008 年 3 月
案件従事者	本体	大日本土木
	コンサルタント	東京設計事務所
基本設計調査		2003 年 3 月（基本設計調査） 2003 年 8 月（基本設計調査説明）
関連事業		【技術協力】 東ティモール水道局能力向上プロジェクト （2008 年 11 月～2011 年 3 月）

	【無償資金協力】 ディリ市水道施設改善計画：UNOPS 実施 （2000 年 6 月～2003 年 7 月、2003 年 6 月～2004 年 3 月） 【開発調査】 水供給システム緊急整備計画調査 （2000 年 2 月～2001 年 2 月） 東ティモール国復興支援計画調査

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

下山　久光　（アイ･シー･ネット株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2011 年 9 月～2012 年 11 月

現地調査：第 1 回 2011 年 11 月 21 日～12 月 22 日

第 2 回 2012 年 5 月 17 日～6 月 1 日

2.3 評価の制約

対象となる浄水場、取水口、配水池のほぼ全ての流量計が故障[1]していたため、取水量、水生産量、給水量などの情報を得ることはできなかった。有効性を測るための指標に設定したこれらの情報が入手できなかったため、とくに有効性の評価判断で定量的分析に支障が生じた。

3. 評価結果（レーティング：D[2]）

3.1 妥当性（レーティング：③[3]）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の計画当時の東ティモールの国家開発計画（2002/2003 年～2006/2007 年）では、サメとアイナロを含む都市部において、十分で安全な水の安定供給を重要な政策課題としており、次の 2 つの目標が設定されていた。2 つの目標とは、 (1)都市人口[4]の 80%に対する管路による安全な水供給、(2)コミュニティー(地域)人口[5]の 80%に対する安全な簡易水道の提供、である。本事業は主に目標(1)の達成に資するものである。計画時の給水率はサメでは 27%、アイナロは 66%にとどまっていたため、上記(1)の目標には達していなかった。上下水道衛生局への聞き取りによれば、事後評価時点において、国務長官は 2012 年以降もこ

[1] 事後評価時に稼働が確認できた流量計はサメのホアルラ配水池のみである。
[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] 県庁所在地と、サメ、アイナロなどその他指定された都市の人口を指す。
[5] 都市として指定される県庁所在地以外の地域を指す。

れまで以上に水道事業への注力を強調している。

これらのことから、本事業の計画時から事後評価の時点を通じて、上水道の整備は国家政策の重要課題であるといえる。

3.1.2　開発ニーズとの整合性

本事業の計画時の 2004 年当時、サメ・アイナロの上水道分野では、上下水道衛生局以下の水道供給にかかわる組織や上水事業にかかわる法令の未整備、浄水施設・設備の不備や老朽化、維持管理体制の不備などによる配管網の劣化、利用者台帳の不備など、課題は多岐にわたっていた。また、サメでは、取水量が不十分なうえ、配水管路での漏水や盗水も多く、十分な水が利用者に供給されていなかった。アイナロでは、同地域唯一のヌグポ浄水場と配水管網の老朽化と、インドネシア統治の終焉と共に同国の水道技術者が引き揚げてしまったことにより、浄水場を安定的に稼働させることができなくなり、安全な水を十分な量供給することができなくなっていた。

これらのことから、サメ、アイナロにおける水供給に関する開発ニーズは高い。

3.1.3　日本の援助政策との整合性

インドネシアからの独立を見据えた 1999 年に、東京で東ティモール支援国会合が開催され、日本のイニシアティブにより、東ティモールへの復興支援策に関する協議が開始された。JICA は 2000 年に「水供給システム緊急整備計画調査」を実施し、サメ、アイナロを含む主要都市の水道施設の復興支援に関する調査を実施した。同国が独立した 2002 年の日本の ODA 白書では、対東ティモールの重点支援分野に水道行政が含まれていた。したがって、日本の援助政策と本事業の整合性は高い。

以上より、本事業の実施は東ティモールの開発政策、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　有効性[6]（レーティング：①）

3.2.1　定量的効果（運用・効果指標）

3.2.1.1　運用効果指標

(1)　サメ

運用効果指標に関しては、上下水道衛生局のサメ支局が取水量、配水量、水質などのデータをほとんどとっておらず、情報が入手できなかった。本事業で各取水場と配水池に流量計が設置されたが、流量計がほぼ稼働していないうえ、故障する前のデータに関しても職員が記録する作業を怠り、支局も管理をしていなかったうえ、職員が計測するために現場への移動に必要な手段であるバイクなどが不足していたため、給水量の記録は取られておらず、定量的な判断はできなかった。有効性を評価する定性的な指標として、取水量の安定度、水質調整のための塩素による滅菌の実施状態を後述する。

[6] 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

(2)　アイナロ

運用効果指標に関しては、上下水道衛生局アイナロ支局が、サメと同じ理由で取水量、配水量、水質などのデータを取っていなかった。しかし、ヌグポ浄水場の稼働時間と浄水量については、同支局への聞き取りから判断できる指標を用いて以下の通り説明する。また、アイナロにおける本事業の有効性を判断する定性的な指標として、ヌグポ浄水場の水質調整のための塩素による滅菌の実施状態、導水管路の改修による効果を後述する。

アイナロのヌグポ浄水場は、老朽化のために本事業の計画時には稼働していなかった。本事業により機能回復を目指し、事業完了後は 24 時間の稼働を想定していた。しかし、上下水道衛生局への聞き取りによれば、完了後は電気料金と接続料の未支払いで電力会社とのトラブルが発生し、外部電力へのアクセスが遮断されたことに加え、発電機用燃料の配給遅配、夜間勤務にあたる浄水場職員の不足などから[7]、本評価時の 2011 年 10 月まででも、昼間の 10 時間しか配水実績が上がっていなかった。また、2011 年 10 月以前は地域の住民も動員して職員と共にろ過池の砂を洗浄していたが、維持管理費の遅配が続いた結果、これらの住民を動員できなくなった。2011 年 11 月から 12 月にかけては、職員が単独での洗浄すべきところを、重労働のためその作業をボイコットしてしまい、ろ過システムが稼働できなくなり、浄水場全体が停止していた。ろ過池の維持管理では、砂洗浄の方法が誤解されているため、過剰な労働が発生した結果、浄水場職員が砂洗浄を重労働として忌避する傾向が見られる。

2012 年 1 月になって、上下水道衛生局より支給される維持管理予算が 1 カ月当たり 500 ドルから 1000 ドルに増額され、近隣の住民を短期的に雇用できるようになった。砂の洗浄を再開したものの、砂の洗浄に 1～2 週間を要しており、その間は浄水場を停止しなくてはならず、結果的に浄水場の稼働は 1 カ月当たり 2～3 週間というのが現状である。洗浄に多くの時間がかかる理由には、ろ過池の仕切り弁がカルシウム分の凝集により目詰まりを起こしており開閉に支障をきたしている点も挙げられる。同支障により、ろ過池の水を完全に抜く作業に通常よりも多くの時間を要した結果、洗浄作業の延滞を助長している。

表 2　アイナロの事後評価時のヌグポ浄水場の稼働時間と浄水量

	計画	実績	計画比
稼働時間*	24 時間/日	2～3 週間/月 10 時間/日	19～29%
浄水量	36,000 ㎥/月	6,840～10,440 ㎥/月	19～29%

出典：外部評価者の現地調査をまとめた。

*上下水道衛生局アイナロ支局への聞き取りでは、月に 2～3 週間稼働日は 10 時間/日の稼働とのことである。

アイナロでは、浄水場が配水していない時間帯は、河川水を浄水せずにそのまま配水しており、現地ではバイパス配水と呼ばれている。以上より、アイナロでは浄水された安全な水の 24 時間給水は実現されていない。

[7] 上下水道衛生局の策定した短期、中期計画では浄水場職員の増員を検討している。

3.2.2　定性的効果

3.2.2.1　計画時に想定された定性的効果

(1)　サメ

サメでは原水の水質が比較的よいため、取水後、貯水池で塩素殺菌をして配水するシステムである。本事業の計画時には、乾季と雨季の水量の変動により取水量が大きく影響を受けていた。本事業では、確実に取水できるよう、取水パイプを交換した上で、設置深度を深くした。これにより、取水機能が向上し、合わせて、配水池の新設によってより多くの水を保留することが可能となり、配水機能が改善された。

定量的なデータはなかったものの、本評価調査で実施した、対象地域の 20 人の住民を対象にした簡易受益者調査でも、雨季の濁度が高い時期には一時的に配水池の栓を閉じるので水供給が制限されるが、それを除けば、水供給が制限されているという情報はなかった。また、上下水道衛生局のサメ支局への聞き取りでは、取水量は十分で住民からの不満も聞かれないとのことから、サメでは十分な取水があり、24 時間給水が実施されていると判断した。

水質に関して、浄水場がないサメでは本事業で塩素殺菌をする設備が配水池に設置されたが、職員が操作をしていないので、2010 年より稼働していない。サメ支局への聞き取りによれば、職員が施設の操作をしたかどうかを確認していないことと、事務所から取水地と配水池への移動手段が不足し、職員の移動が制限されていることが主な理由になっている。

一般細菌と大腸菌群の検査は行われておらず、データはない。中央の上下水道衛生局に提出する水質検査フォームにはこれらの項目が入っていないため、記録が残っていない。また、計画時から 2011 年 12 月までは、1 日おきに、しかも夜間しか電気がきておらず、業務時間内の機器利用は不可能だった[8]。塩素殺菌も行われていないので、データはないが、細菌数は原水から変化がないと考える。

以上から、サメでは取水、給水量は共に十分である一方、水質の確保は十分でなく、「安全な水供給」の達成には至っていない。

(2)　アイナロ

本事業の計画時、ヌグポ浄水場には沈殿池やろ過池がなく、浄水場の浄化機能は低く、原水の濁度が高いときは処理しきれなかった。本事業の実施により沈澱池と緩速ろ過システムが導入され、高濁度の原水の処理も可能になった。ただし、浄水場が稼働していない時間帯は、今も河川水をそのまま配水している。浄水場職員への聞き取りによれば、表 2 の通り浄水場の月間稼働実績は 2～3 週間、1 日の稼働は 10 時間とのことから稼働率は 19%～29%しかないので、1 カ月のうち 71～81%は、浄化せずに配水をしていることになる。

ヌグポ浄水場では本評価時、濁度軽減処理のみで、滅菌処理はしていない。これは、ヌグポ浄水場への外部電力が未通電なうえ[9]、発電機に必要な燃料の配給も十分でないために、

[8] 2012 年からはサメ、アイナロともに電気事情が改善され、午後 6 時～午前 6 時まで電気が街中で使えるようになっている。ただし、日中は電力会社が発電していない状況に変わりはない。

[9] 電力会社の電線から上下水道衛生局が保有する浄水場の受電盤に接続する際、電力会社が接続料を徴収するが、上下水道衛生局が未払いのためトラブルになり、未通電状態である。

塩素を投入する設備が稼働できないからである。また、一般細菌と大腸菌群の計測については、サメの状況と同様に、職員の誤解や電力不足により機材が使えないという問題のため、計測は行われていない。

本事業以前、ヌグポ浄水場では、取水口から浄水場までの導水には地面を掘り側面と底をコンクリートで固めた水路が利用されており、水路の上には異物の混入を防ぐため蓋をしていた。しかし、その蓋が壊れ、雨季には泥や動物の糞などが混入することが問題になっていた。本事業でこれをパイプの導水管に交換したことにより、これら汚染物質の混入は防げるようになり、その点では水質の向上に貢献している。

(3) ソフトコンポーネント

1) 給水管整備計画のための技術指導（サメ、アイナロ共通）

既設管網の維持管理能力の向上を目的とし、サメ、アイナロの両支局の局長を対象にした研修である。当初の計画では、1)給水管の整備計画が完成し整備を開始できる、2)配水管の状態を確認し管理を容易にする、3)配水システム配備の計画を作る能力を向上することが成果として想定されていた。しかし、事後評価時には整備計画はできておらず、両支局は既設管網の全体を把握していなかった。複数の支局員への聞き取りによれば、支局長は配水管維持管理の知識をある程度は得たものの、局長の指示に従い対応できる技術を持つ職員がいないため上記の業務を実施できず、研修の成果が実務に生かされている実例は得られなかった。

2) 顧客台帳整備の技術指導（サメ、アイナロ共通）

将来の水道料金の徴収に備えて、サメ、アイナロの各支局の顧客管理担当職員に台帳管理を指導する計画であった。期待される成果として、1)顧客台帳の整備による給水状態の把握と、2)料金徴収の効率的な実施が想定されていた。しかし、両支局への聞き取りによれば、本評価時で顧客台帳はまだ整備されていなかった。また、東ティモールの政治的事情（持続性で詳細を説明）により、本事業の開始時から本評価に至るまで、水道料の徴収は実施されていない。これらのことから、研修の効果を確認することはできなかった。

3) 水質分析技術向上のための技術指導（サメ、アイナロ共通）

本事業の計画時には、水質検査はほとんど実施されていなかったため、両地域の水質管理課の職員と浄水場職員を対象に、必要最低限の水質検査技術の定着を目的とした研修を実施した。期待できる成果として、1)水質検査の必要性認識の徹底、2)必要最低限の水質検査技術の習得、3)安全な水への理解と最低限のモニタリング体制の確立の 3 つを想定していた。

本評価時には、アイナロのヌグポ浄水場では、上下水道衛生局が規定し各浄水場で検査すべき濁度、pH 値、水温、残留塩素などの水質項目は、完全ではないものの、供与された機材を用いて継続して計測されていた[10]。したがって、同研修により移転された技術

[10] 前述の通り、細菌を計測する機材は電気供給の問題により利用されず、したがって計測されていない。

は活用されているといえる。

一方で、サメでは取水口や配水池へ職員が移動する手段が無いことに加えて、支局事務所から徒歩圏内の配水池でも職員が行こうとしない職務のサボタージュと支局の黙認により水質検査はあまり実施されておらず、記録もほとんど残っていない。したがって、技術が活用されているとはいえない。

4) 緩速ろ過システムの運転及び維持管理の講習

アイナロのヌグポ浄水場に設置された緩速ろ過システムの適切な運転と維持管理に必要な技術の習得を目的に、アイナロ支局の 3 人の技術者が 2 日間の研修に参加した。具体的な研修の内容は、ろ過池のメンテナンスの方法と計画の作成である。前述の通り、浄水場の職員は砂の洗浄を重労働と見なしており、職員への聞き取りからも、同業務を嫌っている言動が聞かれた。しかし重労働と見なされるのは、ろ過池の砂の表面に溜まった堆積物を 20 日～40 日程度の周期で取り除けば良い作業であるところ、全ての砂を運び出して洗浄しなければいけないと間違って理解していたこと[11]によるものであり、本研修の成果が正しく表れていない。

3.3 インパクト

3.3.1 間接的効果の発現状況

本事業の実施により期待されていた、水汲み労働時間の短縮、水因性の病気の発生、当事業で敷設された配管の活用実態を確認するために、本評価調査において、簡易な受益者調査を実施した。対象は、第 1 回調査においては、本事業の配水管敷設の対象地の住民で、サメで 20 人、アイナロで 37 人を、第 2 回調査ではアイナロで 56 人を無作為に選び、質問票に基づく聞き取り調査を行った。

(1) 水汲み労働時間の短縮

サメでは、本事業により配水環境が改善した結果、これまで河川や湧水から取水していた住民にとって、水汲みの時間は減ったことが受益者調査の結果から確認できた。本事業の計画時には、水汲みは女性と子どもの仕事と考えられていたが、事後評価調査では現地で住民への聞き取りから成人男性も水汲みをしていることがわかった。このことから、水汲み労働からの解放という便益は成人男性にも及んでいることがわかった。

(2) 水因性の病気の発生

サメとアイナロにおいて、それぞれの地域で最も大きい 2 つの病院の院長への聞き取りによれば、現地における水因性の病気の発生と、上水道との因果関係はわからないということである。サメの上下水道衛生局への聞き取りでは因果関係は見られないとしている。

上下水道衛生局アイナロ支局では、同地域内の病院長の見解とは逆に浄水場の稼働率の

[11] 2011 年 12 月時点での職員への聞き取りでは、上記の通り研修の実施内容と異なる作業をしてため、事業完了後の 4 年間の大半は作業内容に何らかの間違いがあると見なした。しかし、2012 年 6 月に訪問した際には、洗浄作業が完全にマニュアル通りかまでは確認できなかったものの、アイナロ支局長の洗浄方法の説明は概ね正しい理解だったので、改善されていると考える。

低さからその因果関係を懸念しており、水因性の病気の発現状況を保健省のアイナロ支局に調査するよう依頼している。しかし、調査が進展していないため、その関係は明らかになっていない。

(3)　新たに敷設された配管の活用状況

アイナロでは、配水管の敷設替えも実施された。インドネシア時代に敷設された古い配管の多くの利用者もヌグポ浄水場の改修により被益している一方で、新しい配管へ接続する世帯は依然として少なく、評価時点でアイナロ支局が把握しているのは 33 世帯のみである[12]。2012 年 5 月にアイナロ市街の 56 世帯に対して実施した受益者調査では、本事業で敷設された配管沿いの住民に調査をしたこともあり 68%(38 世帯[13])が接続していると回答した。接続していないと回答した 32%(18 世帯)のうち、67%(12 世帯)は自宅から新しい配管に接続できる距離にないと回答した。22%(4 世帯)は接続料 55 ドルを支払いたくないためと回答した。

本事業において、利用者への配水管接続は東ティモール側の責任事項となっている。厳密には、道路沿いに敷かれた配水管から 6m までの枝管は上下水道衛生局、6m 以上必要な場合は、6m を超える分は利用者負担という原則になっている。現地で資材が入手できないため、新しい配水管への接続が遅れている事情もある。

サメでは、新しい配管に接続している世帯が約 200 世帯ある。本事業で配布した分水サドル[14]が 200 あり、ほぼ全て利用されている。本評価でのサメ支局への聞き取りでは、約 900 世帯が新たに接続を希望している。本事業では、供与した 200 個を超える分水サドルの調達は東ティモール側の負担としているものの、対応が追い付いていない状態にある。

3.3.2　その他の正負の間接的効果

(1)　自然環境へのインパクト

修復を目的とした事業であり、環境へのインパクトは想定されていなかった。事後評価時点で新たなインパクトも確認されなかった。

(2)　住民移転・用地取得

本事業は既存施設の改修が主であり、また新たな水道管も公共地である道路沿に敷設したので、住民が同意しない移動や用地の取得は発生していない。

以上より、本事業の実施による効果の発現は計画と比べて限定的であり、有効性・インパクトは低い。

---

[12] 基盤施設省の策定した活動計画（2013-2017）には、アイナロ市の新設パイプへの接続事情の改善など改修に取り組む計画が含まれている。

[13] アイナロ支局が把握している 33 世帯よりも多い 38 世帯が JICA が敷設した配管に接続したと回答したのは、一つの世帯が配水管に接続すると、近隣住民も登録せずに分岐して不適切に接続をしているという背景がある。

[14] 市街に敷設した配水管から末端利用者への水道管接続に利用されるジョイント。

3.4　効率性（レーティング：③）

3.4.1　アウトプット

アウトプットに関しては、概ね計画通りとなった。

サメのホアルラ貯水池

アイナロのヌグボ浄水場

表 3　アウトプットの計画と実績比較表

計画	実績
(1) アウトプット 1)　サメ ①　メルパチ（取水量 560 ㎥/日） 取水場：集水埋（新設）1 条 配水場：配水池（増設）1 池（仕切り壁あり）、流量計（新設）1 台、滅菌設備（新設）1 式 ②　ダレラウ（取水量 864 ㎥/日） 取水場：取水枠（改修）1 枠 導水管：導水管（新設）1 条 配水場：配水池（増設）1 池（仕切り壁あり）、流量計（新設）1 台、滅菌設備（新設）1 式 ③　コタララ（取水量 130 ㎥/日） 取水場：滅菌設備（新設）1 式 導水管：導水管（新設）1 条 配水場：流量計（新設）2 台 ④　サメ配水区域 配水管整備延長：15.5km 2)　アイナロ ①　ヌグボ浄水場 取水場（サライ：取水量 1,200 ㎥/日）：堰の欠損（修理）1 式、取水口（新設）1 門 導水管：導水管　1 条 浄水場：普通沈殿池（緩速ろ過池改造）2 池 緩速ろ過池（新設）4 池 配水池（増設）1 池（仕切り壁あり）	(1) アウトプット 1)　サメ ①　メルパチ（計画時と同じ） 計画通り ②　ダレラウ（計画時と同じ） 計画通り ③　コタララ（計画時と同じ） 配水場：流量計（新設）1 台 他は計画通り ④　サメ配水区域 計画通り 2)　アイナロ ①　ヌグボ浄水場 計画通り

管理棟（新設）1 棟、管理人用住宅（新設）1 棟 各種設備：滅菌設備（新設）1 式、受電設備（新設）1 式、配電設備（新設）1 式、監視設備（新設）1 式、自家用発電機（新設）1 台 3)　アイナロ配水区域 ①　配水管整備延長：8.3km 4)　機材供与 ①サメ ・水質分析器具セット　1 式 ・サドル分水栓　190 個 ・さっ孔機　2 台 ②アイナロ ・水質分析器具セット　1 式 ・サドル分水栓　190 個 ・さっ孔機　2 台 （スペアビット　8 本） 5)　ソフトコンポーネント ①　給水管整備計画のための技術指導／顧客台帳整備の技術指導 ②　水質分析技術向上のための技術指導 ③　緩速ろ過システムおよび維持管理の講習 （基本設計調査には投入量などの情報はない）	3)　アイナロ配水区域 計画通り 4)　機材供与 計画通り 5)　ソフトコンポーネント 全て計画通り実施 ①　給水整備計画のための技術指導／顧客台帳整備の技術指導（2006 年 11 月～1.3 カ月、本邦コンサルタント 3 人が指導） ②　水質分析技術向上のための技術指導（2008 年 1 月～1.0 カ月、本邦コンサルタント 1 人が指導） ③　緩速ろ過システムおよび維持管理の講習（2007 年 11 月～0.5 カ月、本邦コンサルタント 1 人が指導）

3.4.2　インプット

3.4.2.1　事業費

計画時の E/N 限度額は 10 億 6400 万円の予算であったが、実績は数回の契約変更を経て 10 億 6200 万円となり、計画比は 99.8%だった。したがって、事業費は計画内に収まった。

主な変更内容としては、2006 年 5 月に発生した騒乱により、専門家の退避が日本大使館より命じられ、工事が一時中断した。中断期間中と再開時の臨時費用として 1900 万円の増額となった。一時中断による契約変更前の契約金は 10 億 4300 万円だったため、本増額で 10 億 6200 万円になった。

東ティモール側のアウトプットを伴う負担である用地の取得、施設の門扉とフェンスの建設については、現地調査でその実施を確認した。一方で、同じく先方負担であるアイナ

ロのヌグポ浄水場への外部電力への接続について、事後評価時には未通電だった。東ティモール側の負担の金額については、上下水道衛生局がデータを紛失しており、確認することはできなかった。

3.4.2.2　事業期間

計画時には、E/N が締結された 2005 年 5 月から 2007 年 9 月まで 29 カ月の事業とみていた。しかし、実際には 2004 年 5 月から 2008 年 3 月まで 35 カ月かかり、計画比の 120.7%となった。延長の理由は 2006 年 6 月に発生した紛争により、専門家が日本大使館に退避を命じられ工事が 12 カ月間中断されたことによる。紛争の勃発による工事の中断は事前に予測不可能なやむを得ない事情と考え、中断していた 12 カ月を事業期間と見なさず、実績を 23 カ月、計画比 79%とする。計画と比べると 6 カ月の短縮になるが、これは中断後の実施側努力によるところが大きい。よって、事業期間は計画内に収まったとみなす。

以上より、本事業は、治安状況の変化による途中の中断があったために、当初計画通りとはならなかったものの、事業の実態としては、事業費も事業期間も計画内に収まっているため、効率性は高い。

3.5　持続性（レーティング：①）

3.5.1　運営・維持管理の体制

本事業の運営・維持管理を担当するサメ、アイナロ両支局は、上下水道衛生局の地方水道衛生サービス部の下に置かれている。上下水道衛生局は計画開発部、ディリ市水道部、地方水道・衛生サービス部、総務部から構成されている（図 1）。本事業の計画時、上下水道衛生局と各支局の職務分掌は不明確で、一部責任分担が明らかになっていなかったが、JICA が 2008 年から 2011 年にかけて実施した「水道局能力向上プロジェクト」で職務分掌が整理された。

その職務分掌によれば、各支局の予算管理、浄水に必要な塩素などの消耗品や配管に必要な水道管、給与の支払いなど多くの支出にかかわる権限は、上下水道衛生局が保持している。一方で各支局は、支局が保有する浄水および配水関連施設の運転・維持管理、管轄区の配管の接続や故障対応などの顧客サービスなどの業務を受け持っている。しかし、両支局への聞き取りによれば、維持管理費の配布は遅延気味で、必要な資材は届かないか遅れる場合があり、また上下水道衛生局の技術者が維持管理のために支局を訪れることもない等、問題は多い。

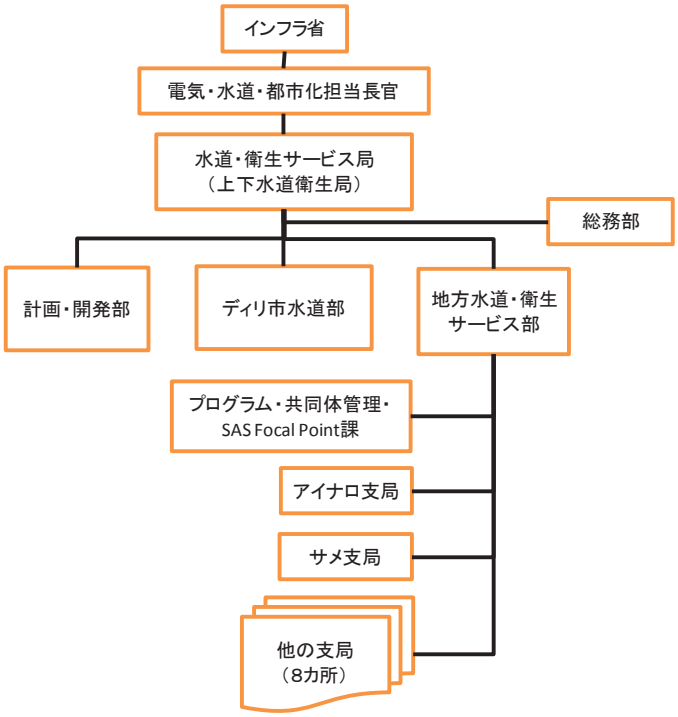


図 1　上下水道衛生局の組織図（事後評価時）

サメ支局では、本事業の計画時に 5 人だった職員が、本評価時には 11 人になり、6 人増員された。JICA 提供資料の中で示されている提案では 8 人が望ましいとあったので、十分な数の職員が配置されたといえる。

アイナロ支局では、本事業の計画時に 6 人であった職員数が、本評価時には 12 人となっている。しかし、JICA 提供資料の中の提案では 15 人の体制が望ましいとされている。

したがって、サメ支局では十分な職員数が配置された。一方で、アイナロ支局では、ヌグポ浄水場を 24 時間稼働させるために必要な職員数には足りていないうえ、同支局が兼轄している地方給水[15]に必要な職員の配置が不十分である。

ただし、両支局への聞き取りによれば、地方の支局では、必要に応じて支局内の部門間でお互いにサポートしながら業務を進めることもあるとのことである。

3.5.2　運営・維持管理の技術

2011 年に作成された「水道局能力向上プロジェクト」の終了時報告書によれば、本事業で改修した施設の維持管理に必要な技術が、事業完了時に浄水場職員に備わっていたとはいえないとしている。その理由として、施設運営に関する理解度の低さ、研修による能力強化の機会欠如などが挙げられている。本事後評価時には、供与された施設についても、サメでは滅菌作業が長年実施されず、計画通りに利用されていない点が見られた。また、アイナロのヌグポ浄水場も、緩速ろ過設備の維持に必要な砂洗浄が適切に実施されず稼働を停止する期間が長いことなど、職員が技術を理解しているとはいえない状況が多く見られた。とくに、ろ過池の砂の洗浄方法については、前述の通り正しく理解されていないの

[15] アイナロ支局は同地域に隣接する地域であるマウビセ、ハトブリコ、ハトフドにも水道技師を配置する計画だが、事後評価時点では配置されていない。

で、改善されれば現在は洗浄のために 1〜2 週間稼働が停止している状況は改善されると考える[16]。

本事業で作成した浄水と配水施設の維持管理マニュアルは、職員が英文を読めないため、サメ、アイナロともにほとんど利用されていない。また、前述の「水道局能力向上プロジェクト」では、アイナロのヌグポ浄水場の職員を対象にした簡易マニュアルをインドネシア語で作成した。しかし、3 名の浄水場職員を対象にした聞き取りでは、同職員はマニュアルの内容が分からないので、日々の業務でマニュアルを見る機会はあまりないと回答し、活用されている実態は見られなかった。

JICA 東ティモール事務所と上下水道衛生局への聞き取りを総合すると、東ティモールでは、現在の 30〜40 歳代が青年期をインドネシア統治時代に経験しており、当時の紛争の影響もあり継続的に教育を受けられなかった人も多く、このことも、一般的に上下水道衛生局の職員の基礎学力の不足につながっており、研修を実施しても効果が得られにくい状況となっている。さらに、2002 年の独立以後の 10 年間の大半は混乱期であり、人材育成に本腰を入れられなかった事情もあった。これらのことから、職員の運営・維持管理の技術を強化したくとも困難があるという背景があったといえる。

3.5.3　運営・維持管理の財務

サメ、アイナロそれぞれの現金としての予算収入の状況は表 4 の通り。これらの収入の全てを中央の上下水道衛生局に依存している。2012 年 1 月より維持管理費が 500 ドル/月から 1000 ドル/月になるなど、収入の合計は、本事業の計画時の 2004 年から、計画比で 2012 年にはサメでは 336%、アイナロでは 270%に増加している。維持管理費の増加の結果、支出に関して両支局とも近隣の住民を動員して施設の清掃がこれまで以上にできるようになったとしている。一方で、維持管理費の該当費目外という理由から、依然として職員の時間外労働の際の残業代などは払えていない[17]。現金以外に実物で配給されるものがあるが、車両用の燃料や発電機用の燃料、その他の交換部品や滅菌用薬品などの配給は中央の上下水道衛生局のロジスティックスの問題により一般的にかなり不足しているなど、運営上の課題が多い。

表 4　サメ、アイナロ支局の予算　（単位：米ドル）

費目	地域	2003 年（計画時）	2012 年（事後評価時）
維持管理予算	サメ	3,000	12,000
	アイナロ	3,000	12,000
人件費	サメ	5,916	18,000
	アイナロ	7,392	16,008

[16] 2011 年 12 月に評価者がアイナロ支部のヌグポ浄水場職員全員に砂洗浄の方法について聞き取りした際には、ろ過池に敷かれた砂の上部約 3cm を洗浄すべきところ、ろ過池の砂を全て洗浄していると説明していたことから、同職員が洗浄方法を正しく理解していないと判断した。しかし、実施機関のコメントによれば、アイナロ支局の職員は洗浄方法を正しく理解しているとの意見が出ている。

[17] 上下水道衛生局は 2010 年からの 2 年間は十分な維持管理費が配置できていなかったため、2012 年度は予算の再配分により十分な維持管理費を確保する予定。

合計	サメ	8,916	30,000
	アイナロ	10,392	28,008
計画比	サメ	336%	
	アイナロ	270%	

出典：現地聞き取り調査の結果を外部評価者がまとめた。

上下水道衛生局の総務部長によれば、このような財務上の困難が改善される見込みは低いとしている。また、中長期的には水道料金の徴収が開始される可能性もあるが、水道料金は国庫への歳入になってしまうため、仮に水道料金の徴収が開始されても、水道局の独自財源にはならない見込みである。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本評価時では、サメ、アイナロの両支局での上水道施設の維持管理は適切に実施されていなかった。いずれの支局にも機材と施設の保守・管理計画はなく、担当者の個人的な判断に頼っている状況である。維持管理や施設の稼働実績の記録もなく、給水量すら把握できていない。これらの情報が集められていないことは、今後維持計画などを作成する際の大きな支障になりうる。しかしこの状況に対して、本来であれば上下水道衛生局の地方水道・衛生サービス部が維持管理計画の指導をすべきであるが、実施されたという実績は各支局から聞かれないため、解決策を示せていないといえる。

アイナロ支局では、2008 年の事業完了以降に発生したヌグポ浄水場の故障箇所の修理を上下水道衛生局に毎月提出している月報の中で依頼しているが、修理は実施されたことはなく故障箇所は放置されている。上下水道衛生局は、緩速ろ過池の砂の洗浄方法を正しく理解させる対策を実施していない。上下水道衛生局への聞き取りによれば、修理に必要な部品が特定できず、また首都ディリから出張する予算を確保できないため、職員を派遣できないとのことである。

アイナロのヌグポ浄水場では、前述の通り電力会社とのトラブルのため、電力が供給されておらず、塩素投入の機器を運転することができていない。上下水道衛生局は、近々解決の見込みだと言うので、今後も進捗をモニタリングすべきである。また、アイナロでの電力供給はもともと夜間のみで、本事業の基本設計では、昼間は発電機を使って電力を確保することになっている。しかし、発電機用燃料の配給も滞っており、いずれにしても、塩素殺菌は行えない状況にある。

ヌグポ浄水場では、導水管や配水管内に堆積した砂が硬化して層を形成し、管の内径が小さくなる症状が 2011 年の JICA 専門員による現地調査で指摘されていた[18]。上下水道衛生局が浄水場の水を検査したところ、地質の関係から、200mg/L のカルシウムが含まれていることを確認し、このカルシウムが媒介となって砂の層を形成していることが分かった。この問題に対応して、現地で活動する NGO の支援により、別の湧水地に取水口を新設し、砂の層の堆積が起こりにくい材質の導水管を新たに敷設した。これにより当面は、この問題が回避できる見込みである。本事業で整備した取水口と導水管も並行して利用されている

[18] 本事業の計画時には高カルシウム濃度の原水を扱うための対策は指摘または検討されなかった。カルシウム成分が原因で導水管や配水管に堆積物が付着すると、浄水効率が低下すると考える。

が、砂の層の堆積が進めば、将来には導水管の敷設替えが必要になる可能性もある。

以上より、本事業の維持管理は財務に多少の改善はみられるものの、依然として問題が存在し、体制と技術にも重大な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は低い。脆弱国における復興支援案件として実施された本事業の効果を、当初の計画どおりに発現させ、これを持続的なものとしていくためには、施設の維持管理体制、技術により一層の成長が必要である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は対象地域の住民に安全な水を安定供給するため、サメ（Same）とアイナロ（Ainaro）の浄水施設、取水施設と配水施設を改修、改善、更新した。東ティモール政府の開発政策、計画時の日本の援助方針、開発ニーズとの整合性が高く、計画時の妥当性は高い。実施にあたっては、事前に予測が困難な紛争の勃発により事業が一時中断されたものの、中断期間を除けば計画された期間内に事業は完了し、予算の超過も見られなかったため、効率性も高い。一方で、いずれの地域でも、計画された塩素による殺菌は実施されておらず、アイナロのヌグポ浄水場では浄水処理をした水の給水が行える時間に限りがあり、停止中は河川水をそのまま配水しているなど、本事業の目的である「安全な水の安定供給」が当初計画のとおりに達成されるには至っていない。また、サメでは滅菌は実施されていないものの、24 時間給水が実施されており、サメで供与した 200 の分水栓は全て設置された。一方で、アイナロではヌグポ浄水場の改修に古い水道管を利用している住民も被益しているが、本事業で敷設した配管には 33 世帯しか接続されておらず、新設配管の利用率は低く、インパクトの発現もあまり見られないため、有効性は低い。インフラ省水道局の両地方支局の財務は、維持管理費の予算配賦の増額により若干改善の兆しが見られるものの、依然として必要な資機材を適切に確保することができていない。本事業により整備された施設の、本来の機能を持続的に発揮するには、アイナロ支局の職員不足、維持管理計画の不足など組織、維持管理の課題もいまだ多く持続性は低い。

以上より、本プロジェクトの評価は低いといえる。

東ティモールは独立後 10 年しか経っていない若い国であり、特にインドネシアによる統治が終了した後は水道技術者の育成や、施設の維持管理に必要な予算の確保にも苦労してきた。しかし、実施機関である基盤施設省は持続可能な上水道整備の実現に向け、水道事業の改善を含む活動計画（2013-2017）を、また上下水道衛生局は短期・中期計画を策定した。安全な水の安定供給には必要な予算を計上することは重要である点は上下水道局も認識しており、今後の継続した努力が期待される。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

(1) 安全な水の安定供給は東ティモール政府の優先政策課題であるが、本事業で対象になっているヌグポ浄水場が 24 時間配水できない最大の理由は予算不足によるところが大きい。予算の不足により生じる課題のひとつは、浄水場に配置される職員の不足である。アイナ

ロ支局によれば、各シフトは 8 時間交代（3 交替制）で各 2 人の配置が必要なので、必要な予算措置を検討し、速やかに配置すべきである。仮に 3 交代の要員配置が無理でも、可能な範囲で要員を増やし、稼働時間を少しでの延ばすことを検討すべきである。

また、2 つ目の問題として、ヌグポ浄水場では、外部電源に接続するための接続料と電気料金の電力会社への未払いから、外部電力へのアクセスが遮断されている。十分な予算を確保して、同地域で電力が供給されている夜間だけでも、発電機に頼らずとも浄水場が稼働できる体制を整えられたい。

(2) アイナロのヌグポ浄水場は、電気の未通電と職員の緩速ろ過池の砂の洗浄の理解が不正確な結果、維持管理が不十分であり、月に 19～29%しか稼働していない。上下水道衛生局は、これらの問題に早急に対応する必要がある。具体的には、①職員への適切な技術指導の実施、②外部電力へのアクセスを復旧したうえで、発電機の燃料配布計画の見直し、③職員が浄水場に通勤するために必要な、安価な移動手段（自転車など）の確保の 3 点である。

それらの具体案もさることながら、上下水道衛生局が保有する施設の維持管理計画を持たないことが最大の課題なので、早急に作成すべきである。複雑なものでなくても、チェック項目に沿った定期的な検査をするなど、できる範囲で始めながら、徐々に総合的な保守点検体制に発展させていくのが望ましい。

(3) ヌグポ浄水場では、上記の対策をしたとしてもなお、終日安定して電力を確保できる保証は必ずしもないことから、最悪、手動で塩素が注入できる仕組みの構築も検討すべきであろう。JICA から派遣中の給水改善アドバイザーへの聞き取りによると、サメの配水池で使われている手動式の塩素投入装置を設置できれば、電気がなくとも塩素による滅菌が可能になる可能性が高いとのことなので、対策を早急に検討すべきである。

(4) サメでは、支局の職員の移動手段の不足と職員のサボタージュにより、滅菌処理が行われていない。まず、移動手段の確保という課題にはアイナロと同様に、安価な自転車を購入するなどをすべきである。また、塩素滅菌の重要性を職員に再度認識させるような指導を徹底することで、職員のサボタージュを減らしつつ、支局も職員の管理を強化することが必要であろう。

4.2.2 JICA への提言

JICA は 2012 年 5 月より上下水道衛生局に 2 年間の任期で給水改善アドバイザーを派遣している。同専門家は日本の水道局の技術者として、豊かな知見を持っている。持続性で説明した通り、研修等を実施してもそれだけで技術の向上が見込みにくい職員もいるため、同専門家が実施機関の職員に継続して指導することによる技術の向上を目指す。派遣目的の一つに「ディリ市内および無償資金協力で建設した浄水施設の運転・維持管理が改善される」とあるので、実施機関への提言でもある通り、施設の管理体制をモニタリングする制度の確立から検討されたい。さらに、大きな課題の一つであるヌグポ浄水場の緩速ろ過池の砂洗浄のプロセスについて、職員の正しい理解が得られていない可能性が高い。砂洗

浄には月に 1～2 週間かけなくてはろ過装置が維持できないというのは、職員に維持管理の技術が正しく伝わっていない可能性が高い。ソフトコンポーネントの資料によれば、通常の管理は 20～40 日の間にろ過池の表層を数センチ削るだけとあるので、これだけ多くの時間を必要とする作業ではない。同給水改善アドバイザーが、両支局に追加的な技術指導を与えることが望ましい。

4.3 教訓

(1) 維持管理の体制構築

独立後間もない国家では、施設の維持管理能力が低いことは予見可能である場合が多い。本事業においても、上下水道衛生局が保有する施設を適切に維持できない可能性が計画時から指摘されていた。若干のソフトコンポーネントが組み合わせられるとしても、機材や施設の供与を中心とする無償資金協力だけでは、維持管理面の総合的な能力の強化は困難である。本事業では、施設整備後の状況をみて、技術協力プロジェクトを通じて総合的な能力強化を図ったこと、またその後、より緊密に対応する専門家を派遣したという対応は適当だったと考える。このような環境下での事業では、計画段階において、設備や機材を維持管理する体制の構築に向けての道筋を可能な限り見定めたうえで、必要に応じ無償資金協力以外の支援スキームも活用した、総合的な支援をすることが重要である。

(2) 事業内容と事業目標の整合性

紛争影響国が復興期にある段階で実施する支援は、通常の途上国における案件に比べて、情報の不足や準備の時間的制約が大きく、適切な目標を設定するのが困難な場合が多い。しかし、困難だからこそ、案件の形成時には復興支援期という状況を深く理解し、現地の状況や実施機関の能力に則して、現実的に到達可能な目標を設定すべきである。例を挙げれば、本事業のアイナロの場合、計画時から、夜間に従事できる職員がおらずヌグポ浄水場の稼働時間は昼間のみであった。サメでも同様で、計画時から事後評価時に至るまで夜間に塩素滅菌を行える職員の配置にはなっていない[19]。人材の補強と目標に応じた職員配置の確たる見込みなしに、本事業の施設改修の完成と共に 24 時間給水を見込むというのは、事業内容と事業目標の間の整合性に困難があるといえよう。事業により発現が見込まれる効果と、その先の目標達成とのロジックを関係者は慎重に確認し、適正な目標を設定すべきである。

(3) 効果を発現させるために必要な条件

アイナロでは、水道局が接続を希望する利用者に対して提供すべき鋼管が調達されるディリからアイナロまで運搬されず、また必要に応じて住民が自前で準備すべき鋼管が現地で入手できないことから、本事業で調達した配水管とサドル分水栓が十分活用されず、事業の最終的な便益が実現しないという状況が発生している。事業によって整備された設備を活用するにあたって受益者の費用負担が発生する場合は、それが実現可能かどうかを慎重に検討する必要がある。とくに、現地で入手困難な資材が必要となる場合は、その対策

[19] サメ支局は持続性で既述の通り、計画時に提案された職員数は満たしている。しかし、事後評価時の聞き取りでは、夜間に滅菌作業をできる職員の配置はされておらず、24 時間の浄水をできる体制ではない。

を十分に考慮した計画を立てるべきである。可能であれば、政府の定めた規格には最大限配慮しながらも、現地で入手可能な資材で代用できないか検討することも必要であろう。

以上

東ティモール

ディリ上水整備計画

外部評価者：アイ･シー･ネット株式会社　下山　久光

0.　要旨

本事業は対象地域の住民に安全な水を安定的に供給するため、ディリの浄水施設、取水施設と配水施設を改修、改善、更新した。本事業では、東ティモール民主共和国政府の開発政策、計画時の日本の援助方針、開発ニーズとの整合性が高く、計画時の妥当性は高い。実施にあたっては、事前に予測が困難な紛争の勃発により事業が一時中断されたものの、中断期間を除けば計画された期間内に事業は完了し、予算の超過も見られなかったため、効率性も高いと判断した。一方で施設完成後も、ベナマウク浄水場では施設運営上の問題から浄水施設の稼働に問題を抱えること、他 2 浄水場においても夜間は浄水せずに配水していることから、本協力事業のプロジェクト目標である「住民に安全な水が安定的に供給される」は達成されておらず、目標の達成には課題も多い。インパクトについては、受益者調査の結果、ディリ広域で生活環境の改善が見られるなど、ある程度の正の効果を確認できた。しかし、プロジェクト目標が達成されていない点は深刻な課題と捉え、インパクトを含む有効性は低いと評価した。持続性について、施設の機能を十分に活かすには、財務、組織体制、維持管理の技術ともに整備の途上にあるため現在は課題も多く、維持管理に深刻な影響が認められるため低いと評価した。

以上より、本プロジェクトの評価は低いといえる。東ティモールは独立後 10 年しか経っていない若い国である。特にインドネシアによる統治が終了した後は水道技術者の育成や、施設の維持管理に必要な予算の確保にも苦労してきた。しかし、実施機関である基盤施設省は持続可能な上水道整備の実現に向け、水道事業の改善を含む活動計画（2013-2017）を、また上下水道衛生局は短期・中期計画を策定した。安全な水の安定供給には必要な予算を計上することは重要である点は上下水道局も認識しており、今後の継続した努力が期待される。

1.　案件の概要

案件位置図

ラハネ浄水場の全景

1.1　事業の背景

東ティモールの首都のディリ（Dili）では、1950 年から 1974 年までのポルトガル統治時代や、1975 年から 1995 年までのインドネシア時代に上水道網が整備されたが、その後適切な更新や改修が行われていなかった。また、独立した 2001 年以前の騒乱時には人為的に水道施設が破壊されたうえ、インドネシア人技術者の本国への撤収により維持管理も滞っていた。したがって、2002 年 5 月の独立時には、これらの水道施設による不完全な浄水処理や漏水は深刻化しており、また盗水も多く、これらによる断水や水質の悪化などが常態化し、住民の生活に深刻な影響を与えていた。

日本政府は、インドネシアが領有放棄し、国際連合東ティモール暫定行政機構による統治が開始された 1999 年より、15 の都市を対象とした「水供給システム緊急整備計画調査」、主要都市の上下水道復興支援の必要性を提言に含む「東ティモール国復興支援計画調査」を実施し、上下水道の再整備に必要な支援の内容を検討した。これを受けて、ディリ水道施設改善計画を実施し、2004 年にディリ中央浄水場が整備された。この無償資金協力事業に合わせて東ティモール政府は、2002 年 11 月に上水道分野の追加的な支援を日本政府に要請した。2003 年 3 月に基本設計調査を、同年 8 月に基本設計概要説明調査を実施した。

1.2　事業概要

本事業は、ディリのベモス（Bemos）、ラハネ（Lahane）、ベナマウク（Benamauk）の浄水施設、およびそれぞれの浄水場の取水施設と配水施設の改修、改善、更新を行うことで、上水道施設としての機能を回復し、対象地域の住民に安全な水を安定的に供給することを目指している。

E/N 限度額／供与額		1,198 百万円 ／ 1,175 百万円
交換公文締結		2004 年 5 月
実施機関		基盤施設省/電気・水道・都市化担当長官/ 上下水道衛生局[1]
事業完了		2007 年 5 月
案件従事者	本体	大日本土木
	コンサルタント	東京設計事務所
基本設計調査		2003 年 3 月～5 月（基本設計調査） 2003 年 7 月～8 月（基本設計概要説明）

[1] 上下水道を管轄する国営組織。本報告書中では上下水道衛生局は中央政府の本部組織を指す。一方で、本事業で改修の対象となった 3 浄水場は上下水道衛生局の下部組織である上下水道衛生ディリ支局の管轄下に置かれている。組織体制の詳細は持続性の項で説明する。

関連事業	【技術協力】 東ティモール水道局能力向上プロジェクト （2008 年 11 月～2011 年 3 月） 水供給システム緊急整備計画調査（開発調査） （2000 年 2 月～2001 年 2 月） 東ティモール国復興支援計画（開発調査） 【無償資金協力】 ディリ市水道施設改善計画：UNOPS 実施 （2000 年 6 月～2003 年 7 月、2003 年 6 月～2004 年 3 月）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

下山　久光　（アイ･シー･ネット株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2011 年 9 月～2012 年 11 月

現地調査：第 1 回 2011 年 11 月 21 日～12 月 22 日、
第 2 回 2012 年 5 月 17 日～6 月 1 日

2.3 評価の制約

対象の浄水場において、ほぼ全ての流量計が故障していたこと、浄水場の管理者が記録を取っておらず、浄水場の取水量、水生産量、給水量などの情報を得ることはできなかったことにより、本事業の直接的な効果を測るための指標に関する情報が入手できなかった。これにより、とくに有効性の評価判断における定量的分析に支障が生じた。

また、持続性における財務面の検証においては、運営・維持管理にかかる支出内容の明細が開示されなかったため、評価判断に際し制約があった。

3. 評価結果（レーティング：D[2]）

3.1 妥当性（レーティング：③[3]）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の計画当時、東ティモール政府の国家開発計画（2002/2003 年～2006/2007 年）では、ディリを含む国内全土の十分で安全な水の安定供給を重要な政策課題としており、次の 2 つの目標が設定されていた。2 つの目標とは、(1) 都市人口[4]の 80%への管路による安全な水供給、(2) コミュニティー人口[5]の 80%への安全な簡易水道の提供、である。本事業

[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] ディリなどの県庁所在地とその他指定された都市の人口を指す。
[5] 都市として指定される県庁所在地以外の地域を指す。

は目標（1）の達成に資するものである。

上下水道衛生局からの聞き取りによれば、事後評価時点において、国務長官は 2012 年以降もこれまで以上に、水道事業振興を重点政策として注力しているとのことである。

これらのことから、本事業の計画時から事後評価の時点を通して、上水道の整備は国家政策の重要課題であったといえる。

3.1.2　開発ニーズとの整合性

本事業の計画時の 2004 年当時、ディリの人口は 15 万 3300 人で水需要は 2 万 9800 ㎥/日だったが、国際協力機構（JICA）提供資料によれば、ディリの浄水場の供給能力は 1995 ㎥/日しかなく、水供給事情がいかにひっ迫していたかが伺える。加えて、ディリでは人口増加や市街地の拡大が続いていた。2004 年には、「ディリ市水道施設改善計画」で給水量が 6000 ㎥/日のディリ中央浄水場が完成したが、それだけでディリの水需要を満たすものではなかった。継続的な水需要の上昇に対応するためには、インドネシアの統治終了と同時に引き揚げたインドネシア人技術者の不在と、施設の老朽化などにより機能の一部または全ての稼働が停止していた、浄水場を修復・改修し、給水能力を向上させることが喫緊の課題であった。また、計画時の予測の通り、2004 年以降、ディリの人口は増え続けており、本事業完了後の 2010 年には 20 万 5400 人となり、実に 34%もの増加を示している。水需要は 3 万 4000 ㎥/日と推計されており[6]、域内の水需要は継続して増加し続けている。

これらのことから、ディリにおける水供給に関する開発ニーズは高い。

3.1.3　日本の援助政策との整合性

インドネシアからの独立を見据えた 1999 年に、東京で東ティモール支援国会合が開催され、日本のイニシアティブにより、東ティモールへの復興支援策に関する協議が開始された。JICA はまず 2000 年に、「水供給システム緊急整備計画調査」を実施し、ディリを含む主要都市の水道施設の復興支援に関する調査を実施した。同国が独立した 2002 年の日本の ODA 白書では、対東ティモールの重点支援分野に水道行政が含まれており、復興支援の初期から水供給分野を重視していたことがわかる。2000 年からは、上記の水供給システム緊急整備計画調査の結果をふまえた対応として日本政府は、国連プロジェクトサービス機関（UNOPS）に資金を拠出する形で「ディリ市水道施設改善計画」を支援した。ディリ中央浄水場は 2004 年に完成し、地域の浄水状況改善に大きく貢献した。

したがって、日本の援助政策と本事業の整合性は高い。

以上より、本事業の実施は東ティモールの開発政策、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。

[6] 「第二次ベモス-ディリ給水施設緊急改修計画」事業化調査報告書より引用。

3.2　有効性[7]（レーティング：①）

3.2.1　定量的効果（運用・効果指標）

3.2.1.1　運用効果指標

（1）　給水時間、給水量

本事業の目標である 24 時間給水と実際の給水量の達成実績は表 1 の通り[8]。なお、給水量の情報を入手できなかったため、浄水場の配水時間と、配水時間から推計した浄水量で有効性を評価することにした。

表 1　対象浄水場の配水時間と浄水量

浄水場名	計画/実績*	ベモス	ラハネ	ベナマウク
浄水場配水時間/日	計画	24 時間	24 時間	24 時間
	実績	2 月～4 月：8 時間 5 月～1 月：10 時間	7 月～12 月：2.5 時間 1 月～6 月：8 時間	10 時間**** （月に 4 日間）
	計画比**	40%	22%	10%
浄水量/日	計画	2,000 ㎥	2,600 ㎥	600 ㎥
	実績***	666.4 ㎥～883 ㎥	270.8 ㎥～866.4 ㎥	0 ㎥～250 ㎥
	計画比	33%～44%	10%～33%	0%～41%

出典: JICA 提供資料および現地での関係者聞き取りより、外部評価者が作成。
注:*実績値は事後評価時の聞き取りにもとづく。
**配水時間の計画比は、「浄水場配水時間/日÷ 計画配水時間（24 時間）/日」より算出した。ただし、ベナマウク浄水場は配水時間が変則的なため、「(浄水場配水時間/日×4 日）÷（計画配水時間（24 時間）/日×30 日)」とした。
***浄水場配水時間/日で示す通り月によって稼働時間が異なるため、浄水量/日も変動幅が見られる。
****ベナマウク浄水場職員への聞き取りによれば、同浄水場では 2011 年 5 月から事後評価（第 1 回調査）の 2011 年 11 月まで、自家発電機用の燃料配給の制限により、稼働日が月に 4 日とされていた。

表 1 のとおり、配水時間の計画比は 10%から 40%と低い数値になっている。配水時間が計画に達しない最大の要因は職員の不足で､対象の 3 浄水場全てにおいて職員数が足りず、夜間の職員配置ができていない。少なくとも夕方 6 時から朝 6 時までの夜間の水生産を停止しているため、24 時間給水がそもそも不可能な状態にある。

加えて、ラハネ浄水場では、乾季に水源での取水量が少なくなるうえ、浄水場へ接続されている導水管からの盗水も多く、原水が確保できなくなるという問題もあり[9]、乾季は配水時間がさらに短くなっている。またベナマウク浄水場では、本事業完了後より、電力会社の所有する電線と浄水場の受電盤を接続する料金を上下水道衛生局が払っていない問題から、外部電源へのアクセスが遮断され未通電状態が続いており、自家発電機を利用して月に 4 日間程度配水していたが、2012 年 5 月の事後評価第 2 回調査時には発電機用燃料の配給不良により、稼働が完全に停止しており、電力の不足も配水時間の短縮の原因となっている。

[7] 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。
[8] 上下水道衛生局が記録を取っていなかったため、浄水場の配水時間と、配水時間から推計した浄水量で有効性を評価することにした。
[9] 基盤施設省の策定した活動計画（2013-2017）には、ディリ市内の貯水池等の改修に取り組む計画が含まれている。

（2） 水質

水質については、浄水場が稼働している時間帯は pH 値と濁度ともに上下水道衛生局が規定した基準を満たす水を生産している。

表 2　対象浄水場の水質

指標名	浄水場名	基準値（2003 年）	目標値（共通）	実績値（2011 年）*
pH（-）	1） ベモス	8.8	6.5-8.5	8.20
	2） ラハネ	8.8		8.18
	3） ベナマウク	8.8		7.94
濁度	1） ベモス	7.4	＜5.0	2.46
	2） ラハネ	6.5		0.65
	3） ベマナウク	6.0		4.58*

出典：上下水道衛生局が提出した資料より、外部評価者が作成。
注：*2011 年の実績値は事後評価時に収集した 2011 年 1 月～10 月までのデータを集計した。

表 2 の通り、本事業による施設の改修により浄水能力が強化され、その効果として、浄水場から供給される水の水質は改善している[10]。ただし、原水の濁度や pH 値に応じて薬剤の投入量を調整するなどの作業については、今後はマニュアルに従い、状況に応じて薬剤の投入量を調整するなど、さらに適切な水生産をするための技術的改善の余地はある。また、雨季の高濁度水への対応については計画時にはとくに問題視されていなかった。しかし、対象 3 浄水場を管轄する上下水道衛生局ディリ支局への聞き取りによれば、これらの浄水場全てにおいて雨季の一時期には濁度が浄水処理能力を越えてしまい、取水を停止することがあるとの説明があった。その頻度については記録がないが、ラハネ浄水場職員への聞き取りによれば、同浄水場で雨季の最盛期である 2 月から 4 月ごろに月 3 回程度発生する傾向が見られる。上下衛生水道局は取水口を閉鎖している時間帯は次善の策として深井戸から取水できる対策をとっているが、常時の取水口に比べれば深井戸の取水量は少なく十分とはいえない。

既述のとおり、ベモスとラハネ浄水場については浄水した水を配水していない夜間を中心に、川から取水した原水を浄水せずにそのまま配水している。また、電力が未通電の状態であるベナマウク浄水場は、事後評価時にはほぼ稼働していなかったが、浄水場職員は近隣地域の住民からの断水に対する苦情を恐れており、河川から取水した水を、終日そのまま配水している。発電機を稼働するための燃料の配給が停止された 2011 年 10 月以降は、稼働率が極端に低下し、水質は以前に比べて低下している。

したがって、水質の改善は浄水場の稼働時間に限られるため、事業目標である「安全な水」が十分に生産されているとは言えない。

[10] 急速ろ過装置を始め施設の稼働に電気が必要なベナマウク浄水場では 2011 年 10 月までは発電機を稼働させる燃料の配給があったと同浄水場職員から聞いており、したがって 2011 年 11 月時点で上下水道衛生局の水質管理室より入手したデータでは水質も良質だった。

3.2.2　定性的効果

3.2.2.1　ソフトコンポーネントの実施

（1）　給水管網整備計画のための技術指導

既設管網の把握を目的とし、上下水道衛生局の開発・改修部、同ディリ支局のディリ水道運転維持管理部の職員を対象にした研修である。当初の計画では、1）給水管の整備計画が完成し整備を開始できる、2）配水管と給水管の現状を確認し管理を容易にする、3）配水と給水システムの計画能力を向上することが成果として想定されていた。しかし、事後評価時には整備計画は完成していないうえ、既設管網の全体はデータで管理されておらず、複数の支局員への聞き取りからも、研修の成果が実務に生かされている実例は得られなかった。

（2）　顧客台帳整備の技術指導

将来の水道料金の徴収に備えて、上下水道衛生局の顧客サービス課の職員に顧客台帳の整備手段を指導する計画であった。期待される成果として、1）顧客台帳の整備による給水状態の把握と、2）料金徴収の効率的な実施が想定されていた。しかし、2012 年 5 月現在のディリ内の台帳に記載されている顧客数は、約 1 万世帯にすぎない。各世帯が 4、5 名の家族構成であったとしても、計画時のディリ全体の給水人口が 11 万 4100 人に対し、登録済みの顧客の比率はかなり少ないと言える。上下水道衛生局は過去の紛争時に顧客データを失った結果、現在では給水人口の過半数を顧客台帳に登録せずに、給水サービスを提供している。料金徴収についても、東ティモールの政治的事情により、事後評価に至るまでの間に水道料の徴収は開始されていない。したがって、研修の実施は JICA 提供資料で確認できたものの、台帳の整備方法など研修の効果を確認することはできなかった。

（3）　水質分析技術向上のための技術指導

本事業の計画時には、水質検査はほとんど実施されていなかったため、水質管理課の職員と浄水場職員を対象に、安全な水の供給を目指した最低限の水質検査技術の定着を目的とした研修を実施した。期待できる成果として、1）水質検査の必要性認識の徹底、2）必要最低限の水質検査技術の習得、3）安全な水への理解と最低限のモニタリング体制の確立の 3 つを想定していた。事後評価時には、上下水道衛生局が各浄水場で検査すべきと規定している濁度、pH、水温、残留塩素などの水質項目の検査は、完全ではないものの、供与された機材を用いて継続して行われていた。しかし、濁度や pH の変動により、投入する薬剤の分量を調整する技術まではみられなかった。したがって、同研修により移転された技術は、課題はあるものの、ある程度は活用されているといえる。

上記のことから、本事業の計画時に比較して水質に改善は見られるものの、稼働時間は半分以下であり、本事業の目的である「住民に安全な水が安定的に供給される」は達成されていないと判断した。

3.3　インパクト

3.3.1　間接的効果の発現状況

計画時に期待された、上水道利用率の向上、井戸や河川からの水汲み労働時間の短縮、上水道整備による生活改善、水因性の伝染病の削減を確認するため、配管の敷設替えを計画通り実施したディリの 4 つのゾーン（ゾーン 5、6、7、8）において、給水サービスを受けている住民 140 人をサンプルとして受益者調査を実施した。

（1）　上水道利用率の向上

受益者調査の結果、本事業実施前に主な水源を上水道と回答した受益者は 67%で、残りは河川 26%、井戸 6%、その他 1%であった。本事業実施後では、91%が上水道を使うようになり、その他、7%が河川、1%が井戸、1%がその他であった。結果として、上水道利用率は 24 ポイント向上した。

（2）　水汲み時間の短縮/生活環境の改善

上水道の利用率は 67%から 91%に増えている。上水道の利用により、河川からの水汲み労働時間が短縮したと回答した受益者は 140 人中 33 人（23.6%）である。水汲みから解放された時間の活用については、49%が娯楽に、33%が農業に充てていると回答した。

本事業の計画時では、水汲みは女性と子どもの仕事と考えられていたが、本事後評価調査での住民への聞き取りから、成人男性も水汲みに従事していることがわかり、このことから、水汲み労働からの解放という便益は成人男性にも及んでいることがわかった。

生活環境の改善に関しては、受益者調査の結果、70%の住民がプロジェクト実施後に給水事情が改善されたため生活環境が改善したと回答した。「改善された」と回答した受益者のコメントを見ると、実施前と比較すると水が安定して供給されるようになったので、水汲みの労働が減ったことを生活改善の根拠としている。

（3）　水因性の伝染病

上下水道衛生局、対象地域の病院への聞き取りからは、水道水と伝染病の関係を示す情報は得られなかった。本評価時点において、上下水道衛生局は国全体として水道水と病気の因果関係について保健省に調査を依頼しているが、調査は進んでいない。

一方、本評価調査での受益者調査の結果によれば、4%の回答者が、水道水による体調の不良を経験したことがあると回答した。病気の内訳は、主に腹痛と下痢となっており、これらが伝染病かどうかは不明である。

3.3.2　その他の正負の間接的効果

3.3.2.1　自然環境へのインパクト

（1）　自然環境へのインパクト

修復を目的とした事業であり、環境へのインパクトは想定されていなかった。事後評価時点で新たなインパクトも確認されなかった。

（2）　住民移転・用地取得

本事業により住民移転は発生していない。用地取得については、ベモス浄水場では 200 ㎡の用地が、ベナマウク浄水場では 90 ㎡の政府所有の土地が、無償で、適切な手続きを経て提供された。

以上より、本事業の実施による効果の発現は計画と比べて限定的であり、有効性・インパクトは低い。

3.4　効率性（レーティング：③）

3.4.1　アウトプット

アウトプットに関しては、表 3 のとおり、概ね計画通りとなった。

表 3　アウトプット計画と実績の比較表

計画（基本設計時点）	実績
（1）　アウトプット 1）ベモス浄水場（施設供給量 2,000 ㎥/日） ①　浄水施設 浄水施設：分水槽（新設）1 槽 混和梁（新設）2 梁 洗浄水槽（新設）1 槽 ②　建築施設 管理塔（改修）1 棟 自家発電棟（改修）1 棟 ③　機械設備 浄水処理装置（更新）4 ユニット 薬品注入設備（更新）1 式 滅菌設備（更新）1 式 ④　電気設備 配電設備（更新）1 式 監視設備（新設）1 式 自家用発電機（更新）1 台	（1）　アウトプット 1）ベモス浄水場（施設供給量 2,000 ㎥/日） 計画通り
2）ラハネ浄水場（供給量 2,600 ㎥） ①　浄水施設 導水管（敷設替）2 条 着水井（新設）1 池 ②　建築施設 管理塔（改修）1 棟 ③　機械設備 高速凝集沈殿池設備[11]（改修）1 池 急速ろ過池設備（改修）3 池 薬品注入設備（更新）1 式 滅菌設備（更新）1 式	2）ラハネ浄水場（供給量 2,600 ㎥） 計画通り

[11] 高速凝集沈殿装置は凝集剤を投入した原水を撹拌して、水中の異物を拘束させながら沈殿させ、濁度を軽減するために使われる。

④　電気設備 受電設備（新設）1 式 配電設備（更新）1 式 監視設備（新設）1 式 自家用発電機（更新）1 式	
3）ベナマウク浄水場（供給量 600 ㎥） ①　浄水施設 分水槽（新設）1 槽 浄洗高架水槽（新設）1 槽 ②　建築施設 管理棟（改修）1 棟 管理者用住宅（新設）1 棟 ③　機械設備 浄水処理装置（更新）2 ユニット 薬品注入設備（更新）1 式 滅菌設備（更新）1 式 ④　電気設備 受電設備（新設）1 式 配電設備（更新）1 式 監視設備（新設）1 式 自家用発電機（更新）1 台	3）ベナマウク浄水場（供給量 600 ㎥） ①　浄水施設 浄洗高架水槽：柱の幅を設計時より変更 他は全て計画通り
4）ディリ配水管 ①　配水管路　19.6km　（未給水地域には配水管を新設し、漏水のひどい箇所や古い配管については敷設替えを実施する。新設と敷設替えの内訳は基本設計調査では確認できない） ②　導水管　7.3km　（ラハネ浄水場）	4）　ディリ配水管 ①　配水管路：14.5km ②　導水管：計画通り
5）　機材供与 ①　ベモス ・水質分析器具セット　1 式 ②　ラハネ ・水質分析器具セット　1 式 ③　ベナマウク ・水質分析器具セット　1 式 ④　配水管路（ゾーン 1,5,6,7,8） ・サドル分水栓　1,998 個	5）　機材供与 計画通り
⑤　きっ孔機 ・手動式　8 台 ・電力式　2 台 ・スペアドリル　33 個	⑤　きっ孔機 ・手動式：4 台 ・電力式：計画通り ・スペアドリル：計画通り

6)　ソフトコンポーネント ①　給水管整備計画のための技術指導 ②　顧客台帳整備の技術指導 ③　水質分析技術向上のための技術指導 （基本設計調査には投入計画の記載はない）	6)　ソフトコンポーネント ①～③は以下のように計画通り実施された。 ①　給水整備計画のための技術指導、および ②　顧客台帳整備の技術指導 （第 1 回：2005 年 7 月 4 日～1.1 カ月、本邦コンサルタント 1 人が指導） （第 2 回：2005 年 11 月 22 日～1.0 カ月、本邦コンサルタント 2 人が指導） ③　水質分析技術向上のための技術指導 （2006 年 11 月 8 日～1.1 カ月、本邦コンサルタント 1 人が指導）

アウトプットの計画時と実績の主な差異についての詳細説明は以下のとおり。

ディリ内の配管整備が基本設計より 5.1km 短縮された原因は、上下水道衛生局の計画部長への聞き取りによれば、東ティモール政府が事前通告なしに自己予算により、ゾーン 1 の一部で配水管の敷設を開始したためである。上下水道衛生局への聞き取りによれば、当該の地区は、給水事情がとくに悪かったため、同衛生局は緊急性が非常に高いと判断し、本事業の着工を待つことができなかったためとしている。ただし、このアウトプットの削減にしたがい、事業予算も減額したため、効率性を下げる要因とはみなさない。

3.4.2　インプット

3.4.2.1　事業費

計画当初の基本設計時の予算は 11 億 9800 万円だったが、その後のゾーン 1 の配水管延長の短縮により 3200 万円減の契約変更があったので、計画時の予算を 11 億 6600 万円とする。実績は 2006 年 5 月に発生した紛争による退避の費用も含めると総額で 11 億 7500 万円になるが、紛争は事前の予測が不可能なやむを得ない事情と捉え、避難時に発生した 3800 万円の追加費用を実績の総額に繰りいれないこととする。したがって、実績は 11 億 3700 万円となり、計画比は 98.1%となる。

3.4.2.2　事業期間

事業期間は E/N が締結された 2004 年 5 月から 2006 年 9 月まで 29 カ月の事業と計画されていた。実績としては、2004 年 5 月から 2007 年 5 月まで 37 カ月かかったので、計画比は 128%となった。延長の理由は、2006 年 5 月に発生した紛争により、コンサルタントと施工業者が国外に退避を命じられ工事が 12 カ月中断されたことによる。

しかし、紛争の勃発は事前に予測不可能な外部事情と考え、実際の業務期間を実績の 37 カ月から退避中の 12 カ月を差し引いた 25 カ月とし、計画比の 86%とみなす。なお、ゾーン 1 の配管敷設工事が中止になったことで、施工期間が約 4 カ月短縮されたと考えられるので、計画と実績の差異と合致するものと考える。よって、事業期間は計画内に収まったとみなす。

以上より、本事業は、基本設計からの仕様の変更や、治安状況の変化による途中の中断などがあったために、当初計画通りとはならなかったものの、事業の実態としては、事業費も事業期間も計画の範囲内であり、効率性は高い。

3.5　持続性（レーティング：①）

3.5.1　運営・維持管理の体制

3.5.1.1　組織体制

上下水道衛生局は、ディリや地方の支局を含む水道事業関連の組織全体を統括している。インフラ省下に上下衛生水道局は置かれており、総務部、計画・開発部、ディリ水道部、地方水道・衛生サービス部より構成されている。本事業の対象となった浄水場は、ディリ水道部が運営、維持管理を担当している。したがって、浄水場職員はディリ支局の職員である。以下に上下水道衛生局の組織図を示す。

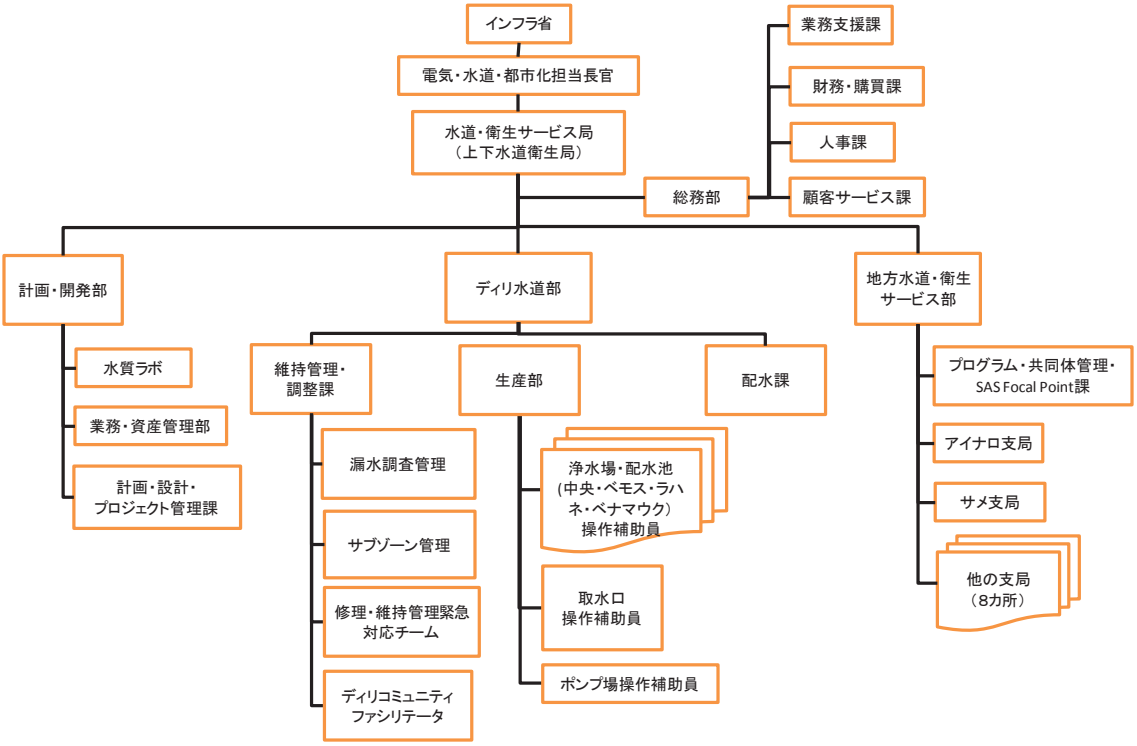


図１　上下水道衛生局全体とディリ水道部組織図（事後評価時）

ディリ水道部（ディリ支局）は維持管理調整課、生産部、配水課に分かれており、本事業の支援対象浄水場は生産部の管轄下に配置されている。

本事業の計画時では、上下水道衛生局とディリ支局の職務分掌は不明確で、上下水道衛生局、ディリ支局維持管理・調整課、生産部の浄水場職員の浄水場の維持管理の責任分担が明確になっていなかった。JICA が 2008 年から 2011 年にかけて実施した「水道局能力強化プロジェクト」で職務分掌が整備され、職員の業務分担は明らかになった。具体的に例をあげると、上下水道衛生局がディリ支局の予算管理と維持管理に必要な資機材の管理（発電機用燃料や塩素などの薬剤含む）、ディリ支局が浄水場職員の配置、維持管理予算の執行

と浄水場管理のアドバイス、浄水場職員が日々の運営と水生産など、を担当している。業務分担が明確になることによって、職務上の責任も明確になり、維持管理を適切に実施する環境整備の一助となった。

3.5.1.2　人員配置

計画時から職員数の不足が指摘されていたが、有効性で既述のとおり浄水場職員が不足しており、24 時間給水は実施されていない。各浄水場の人員配置の本評価時点での状況は表 4 の通りである。

表 4　浄水場の職員数

浄水場	職員数（2011 年 5 月時）	職員配置の目標数*
ベモス	5	8
ラハネ	2	6
ベナマウク	2	6

出典：上下水道衛生局への聞き取りより、外部評価者が作成。

注：*上下水道衛生局は、8 時間 3 交代制で各シフト最低 2 人の職員配置が必要としている。ベモス浄水場の場合は、浄水場に加えて取水口にも配置するため、浄水場に 6 人（各シフト 2 人×3 交代）と取水口に 2 人の計 8 人を必要としている。

24 時間稼働を可能にするために必要な人員はベモスで 8 人、ラハネとベナマウクで 6 人と考えられるが、上下水道衛生局による浄水場の増員の財務省への申請は、全体予算の不足により却下されている。すぐに増員される見込みが大きいとはいえないものの、UNOPS を通じて日本が支援したディリ中央浄水場はこれまで認められなかった増員が実現し、24 時間体制の稼働が可能になったケースもあるので、将来に他の浄水場でも増員が認められる可能性はある[12]。上下水道衛生局への聞き取りによれば、ディリ中央浄水場は生産許容量が 6000 ㎥/日と大きいため、前回の申請で優先的に職員の増員が認められたとのことである。

3.5.2　運営・維持管理の技術

水質検査の結果に基づいた薬剤投入量の調整、流量計の清掃を含む簡単な修理などはできておらず、浄水場の運営・維持管理の技術についてはまだ不十分である。文書化された維持管理計画も存在しない。

浄水場職員への聞き取りによれば、本事業で準備した浄水施設の維持管理マニュアルはあまり活用されていない。本評価調査での現地視察でも、マニュアルが倉庫に保管されているなど、普段から活用されていないことがうかがえた。対象 3 浄水場の浄水場職員からは、マニュアルを活用できない理由として、多くが英文で書かれている、内容が技術的に高度すぎて理解できない、マニュアルの内容を理解していないので活用する機会も分からないなどが挙げられた。

一方、本事業完了後、2008 年～2011 年に実施された JICA の技術協力プロジェクト「東ティモール水道局能力向上プロジェクト」により、処理前後の浄水の水質を測る検査の標

[12] 上下水道衛生局の策定した短期、中期計画では浄水場職員の増員を検討している。

準作業手順書や、日/月別水質管理データシートが完備されたことで、水質検査を体系的に実施し、結果を記録する環境が整備された。データシートは浄水場で計測する水質を記録し、上下水道衛生局へ報告するために用いる。このプロジェクトでは、これらの手続きを記した手順書などをインドネシア語で作成しており、言語の面での状況は改善されているが、マニュアルが活用されない状況は依然として続いている。

上下水道衛生局ディリ支局の維持管理・調整課は、職員を派遣して浄水場の維持管理、水生産の状態を点検している。浄水場の故障などの維持管理上の問題があるときの指導、浄水場で使う消耗品の補充などのアドバイスをすることが求められている。しかし、浄水場職員によれば、見回りは不定期で、見回りの際のアドバイスもあまり問題の解決に役に立っていないとのことである。

上下水道衛生局の管理職は様々な機会を通じて研修を受けているが、浄水場職員は、JICAが実施した前述の技術協力プロジェクト以来、研修を受ける機会に恵まれておらず、今後も研修が実施される予定は確認できなかった。

研修を受けられない状況が続いているのに加えて、JICA 東ティモール事務所と上下水道衛生局への聞き取りを総合すると、東ティモールでは、現在の 30～40 歳代が青年期をインドネシア統治時代に経験しており、当時の紛争の影響により教育を満足に受けていない人も多く、このことも、一般的に上下水道衛生局の職員の基礎学力の不足につながっており、研修を実施しても効果が得られにくい状況となっている。さらに、2002 年の独立以後の 10 年間の大半は混乱期であり、人材育成に本腰を入れられなかった事情もあった。これらのことから、職員の運営・維持管理の技術を強化したくとも困難があるという背景があったといえる。

3.5.3　運営・維持管理の財務

各浄水場の維持管理に関して、施設の修理、修理に必要なスペア部品、配水網の拡大に必要な資材、発電機用燃料などの費用や電気代など、運営・維持管理に必要な費用のほとんどは、各支局の申請に応じて上下水道衛生局が支給するシステムとなっている[13]。そのほかの細かい支出については、各浄水場が定額の予算を受け取り、その中で賄うこととなっている。この定額の予算は、2011 年までは 500 ドル/月[14]であったが、2012 年からは 2500 ドル/月になったとのことだが、支出内容については明確に開示されず、詳細は不明である。

水道料金の徴収は、本評価時では開始されていない。水道料金を徴収することを認める法律はすでに施行されており、上下水道衛生局は水道料金を徴収する権利を法的に持つ。しかし、水道料金は国庫への歳入になってしまうため、仮に水道料金の徴収が開始されても、水道局独自の財源にはならない見込みである。

3.5.4　運営・維持管理の状況

事後評価の時点では、維持管理の状況は浄水場によって違いがあった。対象 3 浄水場の

[13] 上下水道衛生局は 2010 年からの 2 年間は十分な維持管理費を配置できていなかったため、2012 年度は予算の再配分により十分な予算を確保する予定。

[14] 2011 年 12 月までは月あたりの維持管理費は 500 ドルだったが、2012 年 1 月よりディリは 2500 ドル、その他の地方支局は 1000 ドルに予算が増額された。

中で一番丁寧な維持管理ができているのはベモス浄水場であり、設備に多少の故障はあるものの、概ね順調に稼働している。その理由としては浄水場職員の質が最も高いと考えられ、実際に 3 浄水場中では施設の清掃も最も行き届き、水質検査の機材もきれいに整備され、水質検査のデータも丁寧に記録されている。一方で、ベナマウクとラハネ浄水場に関しては、故障箇所も多いうえ、清掃も行き届いているとはいえず、維持管理が十分であるとはいえない。

いずれの浄水場でも、保守・点検体制は確立されておらず、定期的な部品交換などは行われておらず、維持管理の記録も取られていない。また、上下水道衛生局は本事業の施設の補修には日本製の部品が必要であり、隣国インドネシアや第 3 国製の部品は使えないと聞き取りで回答している。しかし、実際は規格が合えば東ティモールでも入手しやすいインドネシア製の部品でも流用可能な場合もあるため、比較的調達が容易な国内でも入手できる部品で代用できないか確認をすることが重要である。

供与された水質検査機材は生物検査関連のもの以外、おおむね計画通り利用されている。

上下水道衛生局ディリ支局に域内の配管施設や、家屋内の蛇口など施設の故障対応状況を確認したところ、記録を取っていないため、過去の記録から頻度を確認することはできなかった。ディリ支局の故障対応の担当職員の記憶によれば、10 件/月以上は配管施設の故障を修理しているとの証言があった。故障の原因は配水施設の老朽化と給水不足に不満を持つ住民の故意の破壊である。上下水道衛生局は住民の破壊活動も警戒しているが、具体的な解決策を立てるには至っていない。

以上より、本事業の維持管理は財務に多少の改善はみられるが、体制と技術に重大な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は低い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は対象地域の住民に安全な水を安定的に供給するため、ディリの浄水施設、取水施設と配水施設を改修、改善、更新した。本事業では、東ティモール民主共和国政府の開発政策、計画時の日本の援助方針、開発ニーズとの整合性が高く、計画時の妥当性は高い。実施にあたっては、事前に予測が困難な紛争の勃発により事業が一時中断されたものの、中断期間を除けば計画された期間内に事業は完了し、予算の超過も見られなかったため、効率性も高いと判断した。一方で施設完成後も、ベナマウク浄水場では施設運営上の問題から浄水施設の稼働に問題を抱えること、他 2 浄水場においても夜間は浄水せずに配水していることから、本協力事業のプロジェクト目標である「住民に安全な水が安定的に供給される」は達成されておらず、目標の達成には課題も多い。インパクトについては、受益者調査の結果、ディリ広域で生活環境の改善が見られるなど、ある程度の正の効果を確認できた。しかし、プロジェクト目標が達成されていない点は深刻な課題と捉え、インパクトを含む有効性は低いと評価した。持続性について、施設の機能を十分に活かすには、財務、組織体制、維持管理の技術ともに整備の途上にあるため現在は課題も多く、維持管理に深刻な影響が認められるため低いと評価した。

以上より、本プロジェクトの評価は低いといえる。

東ティモールは独立後 10 年しか経っていない若い国である。特にインドネシアによる統治が終了した後は水道技術者の育成や、施設の維持管理に必要な予算の確保にも苦労してきた。しかし、実施機関である基盤施設省は持続可能な上水道整備の実現に向け、水道事業の改善を含む活動計画（2013-2017）を、また上下水道衛生局は短期・中期計画を策定した。安全な水の安定供給には必要な予算を計上することは重要である点は上下水道局も認識しており、今後の継続した努力が期待される。

4.2　提言

4.2.1　実施機関への提言

（1）　安全な水の安定供給は東ティモール政府の優先政策課題であるが、本事業で対象になっている 3 つの浄水場が 24 時間稼働できない最大の要因は予算不足にある。

予算の不足により生じる課題のひとつは、浄水場に配置される職員の不足である。上下水道衛生局によれば、各シフトは 8 時間交代（3 交替制）で各 2 人の配置が必要なので、必要な予算措置を検討し、速やかに配置すべきである。仮に 3 交代の要員配置が無理でも、可能な範囲で要員を増やして稼働時間を少しでも延ばすことを検討すべきである。これまで予算申請は却下されてきたが、2012 年に入りディリ中央浄水場の増員が認められ 24 時間稼働体制になった点を前例とし、上下水道衛生局は予算獲得のための努力を続けられたい。

また、二つ目の課題として、電気が未通電であることがいえる。ベナマウク浄水場は電気の不通、発電機用燃料の配給不足により、稼働時間が極端に少なく、2012 年以降は稼働を完全に停止している。独自予算がほとんどない上下水道衛生局は、財務省からの予算の取得を優先目的とし、電力会社が求める再接続料を速やかに支払い、電力が供給される体制に復帰するよう対応すべきである。

なお、上記の対応を積極的に実施することが必要であるが、短期的に解決しない場合には、その制約の下で効率的な運営・維持管理の計画を検討・実施することが求められる。

（2）　上下水道衛生局およびディリ支局は適切な保守点検ができていないが、その原因の一つとして、運営維持計画が作成されていないことが挙げられる。運営維持計画の作成を早急に開始すべきである。複雑なものでなくても、チェック項目に沿った定期的な検査をするなど、できる範囲で始めながら、徐々に総合的な保守点検体制に発展させていくのが望ましい。

4.2.2　JICA への提言

（1）JICA は 2012 年 5 月より上下水道衛生局に 2 年間の予定で給水改善アドバイザーを派遣している。同専門家は日本の水道局の技術者として、豊かな知見を持っている。派遣目的の一つに「ディリ域内および無償資金協力で建設した浄水施設の運転・維持管理が改善される」とあるので、施設管理をモニタリングする制度の確立の支援を検討されたい。また、確立されたモニタリング制度を活用することで、実施機関が優先度の高い維持管理活動を適切に行えるよう支援されたい。

（2）　これまでの聞き取りから、上下水道衛生局は浄水場の修理に必要な部品は日本製で

あるべきと考える傾向が見られるが、海外調達に不慣れなため必要な部品が入手できない問題がある。しかし、実際には東ティモール国内でも入手できるインドネシア製の部品を用いて代用可能な個所もある。専門家は代用可能な部品を指摘したうえで、必要な資機材を調達し現場に輸送するシステムの構築を支援することは有意義と考える。

4.3　教訓

（1）　独立後間もない国家では、施設の維持管理能力は低い場合が多い。本事業においても、上下水道衛生局が保有する施設を適切に維持できない問題が計画時から懸念されていた。若干のソフトコンポーネントが組み合わせられるとしても、機材や施設の供与を中心とする無償資金協力だけでは、維持管理面の総合的な能力の強化は困難である。本事業では、施設整備後の状況をみて、技術協力プロジェクトを通じて総合的な能力強化を図ったこと、またその後、より緊密に対応する専門家を派遣したという対応は適当だったと考える。このような環境下での事業では、計画段階において、設備や機材を維持管理する体制の構築に向けての道筋を可能な限り見定めたうえ、実施中、実施後に柔軟に対応し、フォローアップのための専門家派遣、他ドナーが実施する関連案件との連携など、総合的な支援をすることが望ましい。

（2）　紛争影響国が復興期にある段階で実施する支援は、通常の途上国における案件に比べて、情報の不足や準備の時間的制約が大きく、適切な目標を設定するのが困難な場合が多い。しかし、困難だからこそ、案件の形成時には復興支援期という状況を深く理解し、現地の状況や実施機関の能力に則して、現実的に到達可能な目標を設定すべきである。事業により発現が見込まれる効果と、その先の目標達成とのロジックを関係者は慎重に確認し、適正な目標を設定すべきである。そのために計画段階からリスクへの対応策も整理し、実施中にも対応することが必要である。例を挙げれば、浄水を 24 時間配水するには職員増が必要なので、目標達成に必要な対策として計画に含めるべきであった。また、その目標を達成するために、必要な支援内容を慎重に検討し、継続して支援することが重要である。

以上

国際協力機構 東南アジア・大洋州部

事後評価「ディリ上水整備計画」に係る JICA 事業担当部コメント

水道システムは、取水施設、導水管及び浄水場からなる「浄水部門」と、配水池を基地とする配水ネットワークからなる「送水・配水部門」で形成されるが、24 時間給水は、この 2 部門が適正に働いて初めて実現する。2003 年当時の紛争直後の東ティモール国は、事前評価表にもあるとおり、「水道施設による水供給のほとんどが簡易的またはコミュニティー(地域)水道的なもので、水量・水質の面から満足なシステムとは言えない状況」であり、その状況を改善するために、UNOPS や ADB、日本等が総体として水道整備支援を行うこととなった。

日本の無償資金協力により支援した「ディリ上水整備計画」は、まずは、機能不全に陥った浄水部門の緊急的改善から始める計画であり[1]、予定どおり完工した。他方、計画時点では、主に相手国政府等が行う予定であった下流の配水ネットワーク整備が遅れたため、浄水部門の運営状況に負の影響を与え、結果として、水道システム全体として当初の想定どおりには機能していない。

以上を踏まえつつ、下記は事後評価結果に対する、事実関係を中心とするコメントである。JICA は、国内の水道事業体の協力を得て、2012 年 4 月より「給水改善アドバイザー」として専門家を派遣している。下記分析にあたっては、当該専門家からも協力を得ている。

【１． 有効性：「浄水場稼働時間について」**】**（関連項目：「3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）」）

本報告書（p.5）では、浄水場の有効性の議論において、給水量の達成実績について言及しており、「給水量情報を入手できなかったため、浄水場の稼働時間と、稼働時間から推計した浄水量で有効性を評価する」とした上で、結果、浄水場の稼働時間が計画に比べて短いことが有効性の観点からの課題であると分析している。

現地に派遣されている「給水改善アドバイザー」が浄水場稼働時間について上水道衛生局職員にヒアリング調査した結果によると、無償資金協力で整備されたベモス・ラハネの浄水場は、24 時間稼働していることが分かった。別添にある通り、ラハネにおける 2012 年 9 月の実績を例にとると、稼働記録簿と薬剤補充記録簿の浄水場の凝集剤の補充サイクルから計算すると、1 日平均 22.5 時間運転していることが分かる（※注１）。

また、浄水量については、「注入塩素量、塩素要求量及び残留塩素濃度から推計」すると、2,314m3／日となり（※注２）、乾期の時点で、目標 2,600m3／日の 89.0%を達成している計算になる。

（※注１）浄水場稼働時間の計算式は以下の通り。
・9 月 1 日～24 日までに添加された凝集剤溶液量＝4,000ℓ （400kg×1,000ℓ÷100kg）
・凝集剤ポンプの単位時間あたり添加量＝0.127(ℓ/分) （(153+100)÷2=0.127ℓ/分）
・添加ポンプシステムの損失＝3%

[1] 事前評価表にある配水管のコンポーネントは、当該浄水場とは異なるゾーンに敷設されたもの。

・1 日～24 日のポンプ稼働時間＝544.1 時間
（4,000ℓ÷0.127(ℓ/分)÷(1.00-0.03)=32,470 分＝541.1 時間）
・1 日あたりのポンプ稼働率は 541.1（時間）÷24（日）＝22.5 時間
（注２）浄水量の計算式は以下の通り（9 月 1 日の場合）
・塩素添加量（1 分あたり注入量記録（平均値）＝150ml/分
・24 時間塩素溶液注入量(ℓ)＝150ml/分×60 分×24 時間÷1,000ml　=216.0ℓ
・24 時間塩素量（有効塩素量；次亜塩素酸カルシウムの有効塩素量は 70%）＝216ℓ×0.03（濃度 30kg/1,000ℓ＝0.03kg/ ℓ）×0.7=4.53kg

・アンモニア性窒素濃度　0.20mg/ℓ
・アンモニア性窒素塩素消費量　0.20mg/ℓ×8=1.6mg/ℓ
・測定平均残留塩素濃度　0.50mg/ℓ

・浄水量＝24 時間塩素量 4.86kg÷（アンモニア性窒素塩素消費量 1.60mg/ℓ＋測定平均残留塩素濃度 0.50mg/ℓ）÷1,000m3＝2,314m3

【２．　有効性：「夜間の運営について」】（関連項目：「3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）」）

本報告書（p.5）では、浄水場の稼働時間が計画に達しない最大の要因が、夜間の職員配置ができていないため、夜間の水生産を停止していることにあると指摘されている。

2012 年現在、全ての浄水場に住込みのオペレーターがおり、緊急時の体制は整っている。浄水場専属のオペレーターが行う一般的な作業は、水質検査、塩素や凝集剤の濃度調整・注入・補充、緊急時の対応に限定されており、夜間は薬剤が足りていれば、そもそも職員を水質監視のために浄水場に張り付ける必要はなく（※注３）、また夜間の水生産も停止していない。

（※注３）夜間の体制について
凝集剤の補充自体は、10 日に一度程度で十分であり、昼間に残量の確認を行えば、夜間に行う必要はない。凝集剤添加量の調整は、午後 5 時にも行っていることから、夜間の凝集剤の再調整は特に必要ない。夜間の施設の故障については、ガードマンが時間毎に巡回し、故障を発見した際に、ディリ支局の浄水場に連絡することになっており、職員が 24 時間水質の監視を行うことは想定されていない。

一方で、浄水場運用にあたっての措置として、本事業の対象地域への給水を 1 日あたり数時間に留めており、特に夜間は、浄水場を稼働させたまま給水を停止しているが、このような措置を取らざるを得ない背景として、以下の 2 つの要因がある。

1 つ目の要因は、需要量と供給量の均衡を保つため、配水池の出口にあるバルブの開閉により配水ネットワークの水圧調整を行う必要があるということである（※注４）。つまり、供給量を上回る需要量（※注５）、配水池（本事業の対象外）の容量不足（※注６）等により、無制限に給水し続けた場合、配水池が空になってしまうため、給水時間を制限せざるを得ない。

（※注４）ディリ上水の配水圧について
ディリの水道は、急速ろ過による浄水処理と自然流下方式の配水ネットワークで構成されている。自然流下方式の水道システムは、標高の高い位置に設置した配水池と配水区域との位置エネルギーの差を利用して浄水に水圧を与え、配水ネットワークに配水するものである。ディリの水道システムは、0.3-0.7MPa の配水圧がかかるように配水池が設置されているが、(1)漏水による圧力損失、(2)管網が錯綜しているため、水が複雑な流れ方をし、計算以上の管摩擦が発生し、圧力を損失している可能性がある。

（※注５）ディリの供給水量及び需要水量について
ディリの水道水の供給水量は、日量約 35,000t（4 つの浄水場で 10,000t、17 の井戸で 25,000t)である。

それに対し、漏水や違法接続を含めた推定需要水量は、日量約 57,000t で、需要に供給が追いついていない。

（※注６）ディリ上水の配水圧について
配水池の容量は、必要量(需要水量の 30%;7.2 時間)の約半分程度にしか満たない。

2 つ目の要因は、夜間に配水池のバルブを閉めて給水を停止しなければ、配水ネットワークからの漏水により、大量の水が失われてしまい、水の需要量が多い翌朝の時間帯に給水できなくなってしまうということである。つまり、夜間は浄水場を稼働させたまま給水は停止して、翌朝の水需要に対応すべく、配水池に浄水を貯留する必要がある。

本事業により整備した浄水場において給水時間を制限せざるを得ない主要因は、主に相手国政府等が整備・改修を担うことになっている配水池の容量不足及び配水ネットワークの漏水にあると言える。

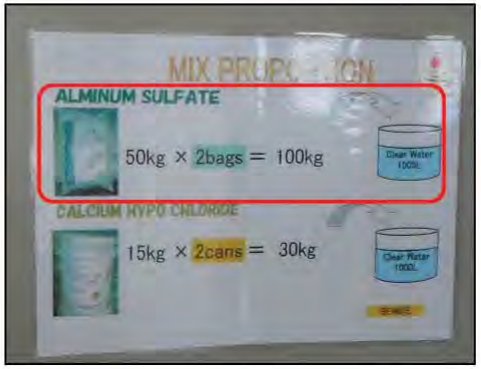
【3. 今後の対応等】

「住民に安全な水を安定的に供給する」ことを目的として実施された当該事業は、「浄水」⇒「送水」⇒「配水」の特に配水部分によって、本事業のインパクトが生み出されるところであるが、東ティモール側の実施体制の脆弱性がそのインパクトを生み出す過程におけるボトルネックとなっていると判断した JICA は、国内の水道事業体の協力を得て、2012 年 4 月より「給水改善アドバイザー」として専門家を派遣し、その対応にあたっており、送水・配水部門を含む、水道システム全体の改善に向けた取り組みを進めているところである。

以　上

2012年9月

日	凝集剤添加量 1分あたり注入量 記録値（平均値）	24時間注入量 （m3）	凝集剤補充量(kg)
1	153	0.22	200
2	153	0.22	
3	153	0.22	
4	153	0.22	
5	153	0.22	
6	153	0.22	
7	153	0.22	
8	153	0.22	
9	153	0.22	
10	153	0.22	
11	153	0.22	200
12	153	0.22	
13	100	0.14	
14	100	0.14	
15	100	0.14	
16	100	0.14	
17	100	0.14	
18	100	0.14	
19	100	0.14	
20	100	0.14	
21	100	0.14	
22	100	0.14	
23	100	0.14	
24	100	0.14	
	計	4.37	400



凝集剤400kgから作れる凝集剤溶液は、上図から4.00m3

補充された凝集剤から作られる凝集剤溶液は4．00m3である。この溶液を9月1日から24日までの24日間で、平均注入率127ml/minで注入した場合、管摩擦等による損失を3%とすると一日平均で約22．5時間運転したことになる。

ネパール

地方都市上水施設改善計画

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社　石橋　典子

０．要旨

本事業は、給水状況改善の緊急性が高い地方都市の 3 か所において、上水道施設の改善により、安全な水の安定供給を受ける人口を増加させることを目的としたもので、ネパールの開発政策と開発ニーズ、日本政府の援助政策とも合致し妥当性は高い。ほぼ計画通りのアウトプットが達成されたものの、事業期間が延長されたことから、効率性は中程度である。3 か所の浄水場の給水量、給水人口、水質は、計画をほぼ達成しており、また受益者が給水サービスに満足していることから、安全な水の安定給水を受ける人口の増加という本事業の目標は達成されたと評価され、有効性・インパクトは高い。ただし更なる事業効果の拡大のため、一部に見られる給・配水管網拡張の遅れを改善するための更なる努力が求められる。また、運営主体の水利用衛生委員会（以下 WUSC）は黒字経営ではあるものの、長期事業計画案にある機材更新計画は財政的な裏付けが弱いなど経営面の課題があることや、上下水道局地方事務所（以下 WSSDO）による WUSC 向けの支援体制の構築は、現行の JICA の技術協力プロジェクトが支援しているものの短期的には難しいと理解されることから、持続性は中程度である。

以上を勘案し、本事業の評価は高いといえる。

１．案件の概要

案件位置図

ガウラダ浄水場の浄水槽

1.1 事業の背景

ネパール国では、第 9 次 5 ヵ年計画(1998 年～2002 年)に基づき、国民への安全な飲料水の供給を拡大してきたが、この計画の最終年の時点での普及率は全国民の 71.6%であり、未だ約 3 割の国民が飲料水供給のサービスを受けていなかった。給水率の向上は国家政策

のひとつの大きな課題となっていた。

2004 年～2005 年の時点において、本計画対象の 3 つの地域（ドゥラバリ、ガウラダ、マンガドゥ）の給水普及率は、ドゥラバリ地域で約 30%、それ以外の 2 地域では 15%にとどまり、また、既存の水道施設からの供給も給水量が不十分であり、時間給水や断水が頻繁にあった。さらに、既存の水道の水質は濁度や鉄分の濃度が高く、飲料用に適さないことから、上水道施設の改善を通じた水質と給水量の改善が緊急の課題となっていた。

これを受けて国際協力機構（JICA）は、2003 年に在外プロジェクト形成調査を実施した。その結果、給水改善事業の必要性と実施可能性が確認されたことから、本計画対象地域を含む 8 地域を、優先プロジェクト実施対象地域として選定した。

1.2 事業概要

ネパールのプロジェクト対象 3 地域において、上水道施設の改善により、水質が改善された安全な水の安定給水を受ける人口が増加する。

<table>
<tr><td colspan="2">E/N 限度額／契約金額</td><td colspan="3">1,124 百万円／1,123 百万円</td></tr>
<tr><td colspan="2">交換公文締結</td><td colspan="3">2005 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="2">実施機関</td><td>公共事業計画省上下水道局(DWSS)及び水利用衛生委員会（WUSC）</td><td>事業完了</td><td>2007 年 7 月</td></tr>
<tr><td rowspan="3">案件従事者</td><td>コンサルタント</td><td colspan="3">エヌジェーエス・コンサルタンツ（日本）・日水コン（日本）（JV）</td></tr>
<tr><td>施工業者</td><td colspan="3">間組</td></tr>
<tr><td>機材調達</td><td colspan="3">間組</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">事業化調査</td><td>基本設計調査</td><td colspan="2">詳細設計調査</td></tr>
<tr><td>第一次 2005年6月～7月
第二次 2005年9月</td><td colspan="2">2006年1月～4月（完了届より）</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">関連事業</td><td>技術協力</td><td>無償資金協力</td><td>その他国際機関、援助機関など</td></tr>
<tr><td>・地方都市における水道事業強化プロジェクト（2010 年～2013 年）</td><td>・カトマンズ上水道施設改善計画
1 期：33.72 億円（1992～1994）
・カトマンズ上水道施設改善計画
2 期：22.44 億円（2001～2003）</td><td>アジア開発銀行（ADB）
・ドゥラバリの既存浄水施設の建設（1996 年）
・イタハリ地域における会議施設の建設（2000）</td></tr>
</table>

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

石橋　典子　（アイ・シー・ネット株式会社）

2.2　調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下の通り調査を実施した。

調査期間：2011 年 10 月～2012 年 11 月

現地調査：2011 年 12 月 17 日～12 月 31 日、2012 年 6 月 3 日～6 月 15 日

3. 評価結果（レーティング：B[1]）

3.1 妥当性（レーティング：③[2]）

3.1.1　開発政策との整合性

国家計画委員会(National Planning Commission: NPC)が 2002 年に策定した第 10 次 5 ヵ年計画(2002 年～2007 年)では、飲料水供給に関する政策目標として、①水道普及率を 85%に引き上げること、②安全な飲料水確保のため水質を改善すること、などを目標に掲げていた。暫定 3 ヵ年国家開発計画（2008 年～2010 年）は、上下水道を社会開発セクターにおける重点分野として取り上げ、水道普及率を 85％まで向上させる目標を掲げている。また、水道事業体などの組織強化、水道サービスの向上、水質向上などを戦略として打ち出している。

国家水計画(2005 年)と国家地方給水･衛生政策(2004 年)はともに、安全な水の供給を政策目標に掲げており、事後評価時点においても当該政策が有効である。

このように、水道普及率の向上や水質の向上は、国家開発計画において 2002 年以降継続した政策目標であり、地方給水・衛生政策においても安全な水の供給が政策目標であることから、開発政策との整合性は高い。

3.1.2　開発ニーズとの整合性

本事業の計画時点において、対象地域の給水普及率は、ドゥラバリで約 30%（2004 年）、ガウラダとマンガドゥの両地域においては約 15%（2004 年、2005 年）に留まっていた。また、既存の水源の井戸水は、1L あたりの鉄分が 2mg と、安全な飲料水の国家水質基準値となる 0.3mg を大幅に超過しており、飲料に適していないなどの問題があった（表 1）。したがって、既存の給水施設への浄水設備の設置や、新たな水源の開発により、安全な水の供給を受けられる人口を増やすことが喫緊の課題であった。

本評価時点でも、対象地域の一部地域では 3%を超える人口の増加があり、各浄水施設の運営管理を担う WUSC が 2011 年に作成した長期事業計画案においても人口の増加を見込んでおり、さらなる水供給が必要となっていること、既存の井戸水の水質に改善の余地があることからも、開発ニーズとの整合性は高いと判断される。

[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」

表 1　計画時点における対象地域の水供給の状況

	ドゥラバリ (2005年)	ガウラダ (2005年)	マンガドゥ (2005年)	給水サービスレベルの定義* 中程度の基準
水質				国家基準に則した水質
濁度 (NTU)	高濁度	n.a.	n.a.	例) 濁度　5以下
鉄分 (mg/l)	n.a.	高鉄分　2.2-5.7	高鉄分　2-2.5	鉄分　0.3以下
1日当たり給水時間(H/日)	8.6	23.9	n.a.	1日当たり給水時間(H/日)　24
給水普及率 (%)	34**	14**	15	

出典：基本設計調査報告、都市水衛生政策(2009)からの引用
注*都市水衛生政策(2009)に引用された、第 9 次五カ年計画(1998-2002)で定義されたサービスレベル
** 基本設計調査時に共同水栓の利用者数を計算に含めて算出された推計値

3.1.3　日本の援助政策との整合性

JICA のネパール国別事業実施計画（2001 年）において、社会サービスの充実と国民生活の改善、農業生産の拡充、経済、社会インフラの整備による産業振興と国民生活の改善、環境保全の 4 つの重点分野が挙げられている[3]。ネパール国別援助研究会報告書（2003 年）では、対ネパール援助に関する基本的考え方として、貧困郡に対する開発支援として飲料水供給などを含む保健医療改善が提言され、安全な水の供給を目標とする本事業は日本の援助政策に合致している。さらに本事業の実施中においても、対ネパール政策援助（ODA）国別データブック(2006 年)において、社会セクター改善、農業開発、経済基盤支援、人的資源開発、環境保全の 5 つの重点分野が挙げられている。経済基盤支援においては、電力、道路、上水道、防災などの基礎インフラの整備を行うとしており、日本の援助政策に合致していることから本事業の支援を実施した妥当性は高い。

以上により、本事業は、ネパールの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策との整合性が高く、本事業による支援の妥当性は高かったと判断される。

3.2 有効性[4]（レーティング：③）

3.2.1　定量的効果

本事業の目的は安全な水の安定給水を受ける人口の増加であり、これらを判断する指標としては、実際の給水人口の増加や給水普及率が主要な指標となる。ただし給水人口や普及率の増加を達成するためには、本事業が対象とする浄水場の整備に加え、給・配水管網の整備など、上水事業全体の取り組みが前提となる。このため本事業の有効性の評価では、まず浄水場の稼働状況を給水能力と水質の側面から分析し、運用能力と実績の評価を行う。その上で、給水人口、普及率などの目標達成度と要因の分析を行い、両者を踏まえて総合

[3] ネパール国別援助研究会報告書（2003）「第 2 章　わが国のネパールに対する援助のあり方」より引用
[4] 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。

的な評価を行う。なお有効性評価においては、以下の制約や変更が生じたため、下記点を踏まえた評価を行う。

• 給水人口を基準とした有効性の評価

一般に給水の普及状況を評価する場合は、給水人口と普及率が主な指標となる。このうち給水普及率を評価する上では、対象地域がほぼ同一の地域・人口構成であることが必要となる。本事業の対象地域では、給水地域区分の変更に伴い、当初計画として設定された給水地域・地域総人口と、現在の給水地域・地域総人口の間に乖離が生じた。このため当初計画と現在の普及率を単純に比較することが困難なため、より定量的に明確な比較が可能な給水人口を主な対象として検証し、普及率については参考値として分析する。

• 2011 年目標値の再設定

本事業の目標・計画値は、基本設計調査時に 2014 年を目標年として設定していたため、評価時点の 2011 年の計画値は設定されていなかった。本事後評価調査では 2011 年時点での実績の目標達成度を評価するため、2014 年の目標値を基に、2005 年から 2011 年までの平均割で 2011 年計画値を設定[5]した。なお 2014 年の目標値は、計画された配水管の敷設が完了することで、本事業で整備した給水能力が最大限に発揮されることを前提として設定されていた。

3.2.1.1　運用効果指標

(1)　浄水場の稼働状況

1)　給水能力の向上

本事業の実施前後の 3 浄水場の給水能力と給水の実績は表 2 の通り。本事業実施により、給水能力は計画通り整備された。事後評価時点の各浄水場の計画給水量（一日最大給水量に該当）は、計画比で 82%から 122%（2011 年）と、概ね良好である。ガウラダは計画を下回ったが、その理由としては、当初計画ほど世帯当たりの水需要が大きくなかったとがある。また、実際には需要があるが、給水管網の未整備のため配水不能地域が存在するため、これらの地域への給水を実現することで給水量のさらなる増加が期待される。

表 2　浄水場の稼働状況

	ドゥラバリ					ガウラダ					マンガドゥ				
	基準値 2005	計画値 2011	実績値 2011	達成度	目標値 2014	基準値 2005	計画値 2011	実績値 2011	達成度	目標値 2014	基準値 2005	計画値 2011	実績値 2011	達成度	目標値 2014
給水能力 (㎥/日)	n.a.		4,200 *			n.a.		1,100 *			n.a.		2,200 *		
給水量 (㎥/日)	705	n.a.	2,540	n.a.	n.a.	55	n.a.	499	n.a.	n.a.	155	n.a.	1,530	n.a.	n.a.
日最大給水量(㎥/日)	n.a.	2,986	3,048	102%	4,200	n.a.	732	599	82%	1,100	n.a.	1,500	1,836	122%	2,200
給水時間 (時間)	8.6	15-24	24	100%	15-24	23.9	n.a.	24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	10-15	n.a.	n.a.
一人当たりの給水量 (L/人/日)	45	n.a.	69	n.a.	45-100	n.a.	n.a.	66	n.a.	100	n.a.	n.a	122	n.a.	100

出典：基準値と 2014 年目標値は基本設計調査報告書、2011 年計画値は、2014 年目標値に基づき検証・設

[5] 基本設計調査を行った施工コンサルタントに設計時の考え方を確認の上、今回事後調査時に設定した。

定したもの。なお、この目標は 2014 年目標値が前提とする、新規配水管網への給水量を除いて設定された。下注を除く実績値は各 WUSC。

注 1：給水能力の(*)で示した値は事業実施後の能力、事業実施前の値は基本設計調査に記載なし。

注 2：一人当たり給水量のドゥラバリの実績値は、料金徴収票の値から算出[6]。

注 3：給水量の実績値は一日平均給水量の値、一日最大給水量は本事業の計画給水量のことである。基本設計調査時の日最大／日平均の比率（変動係数）は 1.2 に設定されているため、日最大給水量の計画値を給水量実績値×最大給で算出した。基準値は計画時の給水量の実績値、目標値は日最大給水量で設定されていたため、2011 年計画値も日最大給水量で設定した。

① 水需要の計画との相違

ドゥラバリとガウラダの一人あたり給水量[7]は 70L 弱であり、水道を敷設した世帯に対する一人当たり給水量の目標[8]である 100L の 7 割にとどまる。事後評価の現地調査では、両都市の給水区域では市内給水用の高架槽に常時水が確保され、既に 24 時間給水が実現していることが確認された。つまり、ドゥラバリとガウラダ地域の水需要は現在の給水量実績で充足していると考えられることから、給水量の値が計画より低くなった要因として、当初計画された需要見込みの設定が過大であったものと推測される。

② 給・配水管網の未整備

計画時の給水量目標(2014 年時)は、計画時に給水網に接続されていなかった未接続世帯の管網への接続による給水対象の拡大を前提[9]としていたが、ガウラダとドゥラバリにおいて管網距離延長による接続数の増加実績は前提よりも低かった。このため各都市とも、実際には需要があるものの給水を受けられない、いわば潜在需要地域が存在する。今後これらの地域への給水が実現すれば、給水量の増加が期待できる。

WSSDO によると、管網延長の遅れの理由は WUSC の設備投資予算が十分でないこと、管網延長計画の不備などによるものと理解されている。また WUSC からの聞き取りによると、管網の延長計画は具体的な資金調達の可能性が十分に吟味されたものではなく、毎年の管網延長目標も設定されておらず、現実性の低いものであった。ガウラダでは今後の配水管網の拡大計画を立てており、WUSC によれば、WSSDO から給・配水管の供与[10]を引き続き受けられれば、中期的には 2014 年の計画給水量目標を達成するものと予測している。ただし現在の整備計画の精度を踏まえると、この計画の実現性も、現時点では明確でない。一方ドゥラバリでは、給・配水管網拡大の設備投資費用の調達が困難で、現在具体的な拡

[6] 表 4 の給水量実績と給水人口から計算すると、ドゥラバリの一人当たり給水量は 164L/人/日となるが、料金徴収票の値から算出すると 69L/人/日となる。取水量・給水量の流水計の調整が行われていないため、給水量実績の値は、客観的な数値として料金徴収対象となった水量を使用。給水量の大きな差異が生じる理由は明確に把握されていない。詳細は「3.5.3　運営維持管理の財務　(3) 無収水の影響」の項を参照。

[7] 日平均の一人当たり給水量（L/日/人）。

[8] 計画時における一人当たり給水量は、給水栓を設置した世帯で 100L、共同水栓の利用者では 45L で設定された。

[9] 本事業ではドゥラバリとガウラダの主配水管整備を日本側が行ったが、それ以外の給・配水管網の整備はネパール側の担当事項とされていた。

[10] 配・給水管網の拡大に必要な機材調達について、ガウラダでは過去 2 年 WSSDO より配水管の供与を受けており、WUSC によると供与依頼を申請した距離とほぼ同等が供与されている。ただし、来年以降も同様な供与が受けられるかは明確ではない。

大の計画はない。管網拡大の遅延により、給水人口の計画達成による事業効果の拡大に課題がみられる。また、2014 年の計画給水量目標の達成や、事業効果の持続性に影響する可能性がある。

事業の計画時に給水域内の給・配水管延長の全体計画は作成されていたが、ネパール側による設備投資の見通しが示されておらず、WUSC においても投資計画に基づく資金調達[11]を行う財務的な余力はなかった。事業計画時には、このような実施機関の財務状況に対する懸念が十分に検証されず、結果、現実的に達成可能な事業目標の設定ができなかったと言える。

2) 水質

本事業対象のうち、ドゥラバリでは定期的な水質検査が実施されておらず、水質に関する定量的な分析・評価は困難であった。ドゥラバリを除く 2 浄水場の水質に関する現在の状況は下表の通りで、一部指標で基準値をやや上回るものも見られるが、飲料水としてほぼ問題のない水準に達していると評価できる。

表 3 給水水質

	ドゥラバリ				ガウラダ				マンガドゥ			
	基準値 2005	計画値 2011	実績値 2011	目標値 2014	基準値 2005	計画値 2011	実績値 2011	目標値 2014	基準値 2005	計画値 2011	実績値 2011	目標値 2014
濁度 (NTU)	高濁度	>5	n.a	n.a	n.a.	n.a.	0.63	n.a.	n.a.	n.a.	0.84	n.a.
鉄分 (mg/L)	n.a.	n.a.	n.a	n.a	高鉄分 2.2-5.7	<0.3	0.37	<0.3	高鉄分 2-2.5	<0.3	0.06	<0.3
大腸菌群 (col/ml)	n.a.	n.a.	n.a	n.a	n.a.	n.a.	nil	n.a.	n.a.	n.a.	nil	n.a.

出典：基準値は基本設計調査報告、実績値は WUSC 拠出の水質検査結果。

＜ガウラダ＞

ガウラダでは近隣の水質検査機関の検査項目が 18 項目となっているため、国家水質基準の 27 項目の検査が実施できないが、ほぼ年 1 回の頻度で検査を実施している。2011 年の水質検査では、18 の検査項目[12]中、鉄分を除く 17 項目で基準値を満たしていることが確認された。鉄分についても 2011 年計画値（0.3mg/L 以下）をやや上回ってはいるものの、国家基準の基準値[13]は充たしており、JICA 専門家[14]からも健康面の問題がないことが確認された。これらの数値は実施前と比較して数値が大きく改善したことが確認されている。

[11] 浄水場建設後に施設が WUSC に移管された後、WUSC が設備投資の計画を策定し、設備投資資金は WUSC と WSSDO がそれぞれ 4 割と 6 割負担が原則である。
[12] 国家水質基準は 27 項目であるが、本件対象地域の水質検査機関で検査可能な項目が 18 項目である。
[13] 鉄分の国家水質基準も 0.3mg/L であるが、これは鉄が除去できる場合の基準であり、鉄を含有する水を給水せざるを得ない場合は 3mg/L まで許容するという但し書きがある。
[14] 持続性の項で詳述する地方都市における水道事業強化プロジェクトの専門家チーム

＜マンガドゥ＞

マンガドゥでは国家水質基準に基づく水質検査をほぼ年 1 回実施しており[15]、2009 年は 27 項目中 25 項目、2011 年は 27 項目のうち残留塩素濃度[16]以外はすべてネパールの飲料水の水質基準を達成している。

＜ドゥラバリ＞

実施機関の WUSC によると、ドゥラバリでは元々の水源の水質が良好なため、水質検査機関による定期的な検査は実施されていない。具体的には、ドゥラバリの主な水源となる湧水について、事業計画時の基本設計調査団の分析結果では大腸菌の値以外に問題はなく、大腸菌についても浄水過程で投入する塩素消毒で死滅するため、検査の必要性は低いと認識しているとのことであった。事業計画時の水質が良好であったこと、また後述する受益者調査でも概ね水質についての不満は出ていないことなどから、水質面で大きな問題はないと推測されるものの、正確な評価は困難である。今後は実施機関に対して水質モニタリングの重要性を認識させ、法律に基づく定期的な水質検査実施状況のモニタリングを実施するべきであろう。

なお、ガウラダとマンガドゥの水質管理については、JICA プロジェクトの研修で水質管理の講習が実施されている。プロジェクトの支援を通じて、今後は WSSDO の職員により検査実施の必要性なども含めた指導が実施されるため、中期的には改善されることが期待される。

以上要約すると、浄水場の給水能力は当初計画通りの能力を維持しており、給水量の達成度は良好である。ガウラダは給水需要の過大な見通しや給水管網の整備遅れなどの要因により、計画給水量は計画をやや下回ったが、概ね良好と判断される。特にドゥラバリにおいては管網整備計画の整備、資金調達面の指導を行うことで、2014 年給水量目標の達成が可能と理解され、ガウラダ、ドゥラバリとも管網の整備を進めることでより高い達成度が期待できる。一方水質については、水質データの未整備のため、ドゥラバリでは確認できなかったものの、原水の水質はあまり検査の必要性が高くないこと、他の 2 地域についてはほぼ国家基準を達成していることから、安全な水を供給する能力は概ね整備されたものと評価できる。

(2)　給水人口と給水普及率

対象 3 地域の給水人口と給水普及率の推移は下表の通り。給水人口はドゥラバリを除いて 2011 年の計画値を達成しており、良好と評価できるが、給水普及率については、いずれの地域も計画を下回っている。

[15] 物理的項目が 3（色、濁度など）、科学的項目 20（pH、鉄分、マンガン、カルシウムなど）、バクテリア関連項目 2（大腸菌群）、有害物質項目 2（ヒ素、残留塩素）、合計 27 項目。

[16] 残留塩素の値が 0.3mg/L（2011 年）となり、国家水質基準の 0.1～0.2mg/L の範囲を上回った。

表 4　給水人口、給水量、給水普及率、給水時間

	ドゥラバリ					ガウラダ					マンガドゥ				
	基準値 2005	計画値 2011	実績値 2011	達成度	目標値 2014	基準値 2005	計画値 2011	実績値 2011	達成度	目標値 2014	基準値 2005	計画値 2011	実績値 2011	達成度	目標値 2014
給水量 (㎥/日)	705	n.a.	2,540	n.a.	n.a.	55	n.a.	499	n.a.	n.a.	155	n.a.	1,530	n.a.	n.a.
日最大給水量(㎥/日)	n.a.	2,986	3,048	102%	4,200	n.a.	732	599	82%	1,100	n.a.	1,500	1,836	122%	2,200
給水人口 (人)	8,480	22,299	15,494	69%	31,360	1,290	5,911	7,604	129%	8,885	2,870	11,262	12,560	112%	16,440
給水区域内総人口(人)	24,920	32,794	29,237	89%	36,900	9,292	11,822	28,938	245%	13,100	19,180	25,026	30,201	121%	27,400
給水普及率 (%)	34% *	68%	53%	78%	78%	14% *	50%	26%	53%	68%	15%	45%	42%	92%	60%
給水量 (L/人/日)	45	n.a.	69	n.a.	45-100	n.a.	n.a.	66	n.a.	100	n.a.	n.a	122	n.a.	100
給水時間 (時間)	8.6	15-24	24	100%	15-24	23.9	n.a.	24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	10-15	n.a.	n.a.

出典：基準値と 2014 年目標値は基本設計調査報告書、2011 年計画値は、2014 年目標値に基づき検証・設定したもの、実績値は各 WUSC。

注 1：2011 年の給水人口と給水普及率の実績は、WSUC が最新データを持っていないため基本設計調査と同様の考えで計算した。

注 2：給水普及率 2005 年基準値のうち、(*)で示したドゥラバリとガウラダの数値は、基本設計調査時に共同水栓の利用者数を計算に含めて算出された推計値。

注 3：給水量の実績値が一日平均給水量、計画給水量は一日最大給水量のこと。基本設計調査時の日最大／日平均の比率（変動係数）は 1.2 に設定されているため、同様の方法で計算した。基準値は計画時の給水量の実績値、目標値は日最大給水量で設定されていたため、2011 年計画値も日最大給水量で設定した。

1)　給水人口

3 浄水場のうち、ガウラダ、マンガドゥの 2 地域では、給水人口は、2011 年の計画比で目標を達成しており[17]、計画達成状況は良好と評価できる。一方ドゥラバリは計画比約 7 割にとどまっている。この背景には、上述した配・給水管網の拡張の遅れに加え、2008 年から 2009 年頃に共同水栓を廃止した[18]ことで、共同水栓の利用世帯数が減少したことが影響している。

2)　給水普及率

3 地域の 2011 年時の給水普及率は計画比 5～9 割といずれも計画を下回っており、特にガウラダについては計画比 5 割にとどまっている。ガウラダ、マンガドゥについては、給水地域・人口が計画を上回る規模に増加し、相対的に普及率が低下した[19]ことが計画を下回った主な要因となった。当初想定した給水総人口を前提とした普及率は、両都市で 5 割となり（表 5、表 6 参照）ほぼ目標を達成している。給水人口ベースでは計画を達成していることから、当初目的は概ね達成度しているものと評価できる。これら給水地域・総人

[17] 具体的には、ドゥラバリ 1 万 5494 人（計画比 69%）、ガウラダ 7604 人（計画比 129%）、マンガドゥ 1 万 2560 人（計画比 112%）である。
[18] 共同水栓で個人所有の家畜を洗うなど誤った使い方をするケースが見られたため。
[19] 給水普及率の計算では、給水域内の総人口が、普及率を計算する際の分母となるため。

口の計画からの大幅な増加には以下の背景がある。

① ガウラダは、近隣の WUSC との協議により、2009 年から給水が普及していなかった 2 つの地区の一部が新たに給水対象に追加された。水道に未接続の対象地域・人口を給水対象に追加したこと、世帯当たりの水需要が当初計画ほど大きくなかったことにより計画給水量が計画を大きく下回った。普及率は当初計画値(2011 年時)の 50%に対し、拡大前(2008 年)の給水普及率は 49%（計画比 98%）に達し、ほぼ計画を達成していた（下表参照）ものの、その後の給水対象地域の拡大により給水普及率は相対的に低下し、計画を下回った。

表 5 ガウラダの給水普及率(2008 年実績、給水対象地域拡大前)

給水人口(人) 2008年実績	5,012	給水区域内総人口(人) 2008年実績	10,301	給水普及率(%) 2008年実績	49%	給水普及率(%) 2011年計画値	50%

出典：実績値は WUSC 提供資料。

注 1：2008 年の給水人口と給水普及率の実績は、WSUC が最新データを持っていないため基本設計調査と同様の考えで計算した。

② マンガドゥでは、給水区域内総人口が当初計画値(2011 年時)の 2 万 5026 人に留まっていた場合、人口・世帯比の普及度を計る給水普及率は、50%に達し（下表参照）、計画比 110%になったものと想定される。実際には給水区域の一部に計画を上回る定住人口の増加が生じたため、対象の母体数の増加に伴い、相対的に低下した。このような人口増にもかかわらず、普及率は計画比 9 割に達していることから、達成度は良好と評価できる。

表 6 マンガドゥの当初給水総人口計画値(2011 年)を前提とした給水普及率(2011 年)

給水人口(人) 2011年実績	12,560	給水区域内総人口(人) 2011年当初計画値	25,026	給水普及率(%) 2011年実績 /当初計画値	50%	給水普及率(%) 2011年計画値	45%

出典：実績値は WUSC 提供資料。

注 1：2011 年の給水人口と給水普及率の実績は、WSUC が最新データを持っていないため基本設計調査と同様の考えで計算した。

③ ドゥラバリでは、配・給水管網の拡張の遅れのほか、2008 年から 2009 年ころに共同水栓を廃止したことが原因で給水人口が減少したことが影響している。

以上、浄水場の稼働状況と給水普及の状況を総合的に評価すると、浄水場は計画通りの能力が整備されており、給水人口も一部を除いて計画値に達している。給水普及率は算定基準が変わったため計画を下回っているが、給水人口の拡大という点ではほぼ目標を達成していると評価できる。一方で、給・配水管整備の遅れが本件の効果発現に影響を及ぼしている。

3.2.2　定性的効果

(1)　利用者の意識

本事業の効果を定性的な視点から補足するため、対象地域の住民を対象とした利用者の意識調査を実施した。調査対象者は本件の 3 浄水場の給水対象地域の住民合計 100 人である。

調査で確認された主要な意見は以下の通りで、総じて給水事情の改善を肯定的に評価する意見が目立った。

表 7　利用者意識調査結果概要

	ドゥラバリ ジャパ郡	ガウラダ ジャパ郡	マンガドゥ モラン郡
給水状況	良好 24時間給水	良好 24時間給水	良好 10-15時間給水
水質	良好	良好	良好
料金	9割の住民には支払い可能レベル	約9割の住民には支払い可能レベル	8割の住民には支払い可能レベル
生活の変化	・水栓が近く、利便性が向上	・水栓が近く、利便性が向上	・利便性が向上 ・水汲みが容易(7割) ・健康状態の改善(2割)

出典：事後評価調査時の利用者意識調査（2011 年）

- 回答者全員が、現在の給水状況を良好と答えた。水圧などの問題も挙げられなかった。マンガドゥ地域の回答者を除く全ての回答者は全員 24 時間給水と回答した。
- 回答者全員が、水質が向上している、濁度、臭気、味などの問題はないと回答した。
- 水道料金について、回答者の約 86%が支払い可能なレベルと回答した。
- 生活の変化について、水栓が近くなり水の利用が容易になったと回答した。

以上のことから、給水量、給水人口、水質共にほぼ計画を達成しており、また受益者も水供給の量・質ともに満足していることから、安全な水の安定給水を受ける人口の増加という本事業の目標は達成されたと評価できる。ただし、現在の給水量・人口は配・給水管網拡張の遅れによる影響を受けており、今後管網拡張には更なる努力が求められ、また管網を拡張していくことで、本事業効果を持続、拡大していくことが期待できる。これにより、有効性は高いと判断される。

3.3 インパクト

3.3.1　インパクトの発現状況

計画時点において、本事業は水質の向上により安全な水の安定給水を受ける人口が増加し、住民の健康を増進することが想定された。事後評価時点においては、健康面の改善では、根拠となる数値はとれなかったが、利用者意識調査の全対象者は水利用が容易・便利

になったことを生活の変化として挙げている。特にマンガドゥで水汲みが楽になったと言う回答が回答者の約 70%から寄せられるなど、給水事情の改善が給水区域の住民の生活状況の改善に貢献したことがうかがえる。経済活動の活性化についての明確な関連性は見られなかった。

3.3.2　その他、正負のインパクト

(1)　自然環境へのインパクト

基本設計調査時に実施された概略の環境影響評価[20]では、環境に対する重大なインパクトを与える項目はないとされたことから環境影響調査の実施は必要ないと判断され、その結果環境影響調査は実施されなかった。また、事後評価調査時に同行したローカルコンサルタントが現地で確認したところ、地盤沈下は確認されなかった。地方の実施機関関係者にも地盤沈下は特に確認されていないことから自然環境へのインパクトは特にないと認識されている。

(2)　住民移転・用地取得ドゥラバリにおいては給水需要が高く、浄水場の新設が必要だったため、新設浄水場の建設のための用地取得が必要となった。WUSC 委員によれば、施設の用地として 3 世帯から 7800 ㎡の用地を取得した。買い取り価格の交渉は村役員や郡レベルの地方行政、及び WSSDO などを交えて行われ、合意された金額を支払った。また、用地取得後も元の土地利用者らからの異議申し立てもなかったことから、用地取得においてマイナスのインパクトは生じていない。

以上より、本事業の実施による効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1　アウトプット

本事業のアウトプットはほぼ計画どおり整備された。ネパール側からは、ドゥラバリ取水施設建設用地の確保及びフェンス設置工事、送電線設置工事が実施された。日本側のアウトプットの計画と実績は下表の通り。

[20] 概略評価の結果、多少のインパクトを与える可能性が見込まれる項目として挙げられた廃棄物、地勢・地形、景観については、それぞれ軽減対策を実施すれば、支障はないと判断された。軽減対策は、具体的には既存汚泥投棄場の利用、地形の変更を最小限にする設計や景観を考慮した施設設計であり、これらの対策は本事業の中で対応されているものと判断される。

表 8　アウトプット（計画と実績）

アウトプット	計画	実績
1　ドゥラバリ地域		
1)取水施設の再構築	取水堰×1箇所 既存設備の撤去と新規建設 取水施設能力4,326 m^3/日	計画通り
2)導水･送水管の敷設	導水管3.02km 送配水管8.8km(計11.8km)	計画通り
3)浄水場の新設	設計処理水量：4,200 m^3/日 処理施設：沈殿池、粗ろ過池、緩速ろ過池 浄水池　約600m^3 消毒施設	計画通り
4)新設配水施設	高架水槽約450m^3×1ヶ所	計画通り
5) 既存配水施設の非常用自家発設備	1式	計画通り
6)配水管	管延長約6.7km (導水・送水管及び配水管計18.5km)	ほぼ計画通り +0.5km (計19.04km、+0.5km)
2　ガウラダ地域		
1)浄水場･配水施設の改修	設計処理水量：1,100 m^3/日 新設除鉄施設1ヶ所 新設浄水池約300m^3×1ヶ所 高架水槽揚水ポンプ、非常用自家発設備	計画通り
2)　配水管延長	約6.1km	ほぼ計画通り (約6.2km、+0.1km)
3　マンガドゥ地域		
1)浄水場･配水施設の改修	設計処理水量：2,200 m^3/日 新設除鉄施設 新設浄水池　約300m^3×1ヶ所 高架水槽揚水ポンプ　2台及び非常用発電設備 消毒施設	計画通り
4　ソフトコンポーネント		
研修などの技術指導	対象：3か所の水道事業体 1)水道施設の運転維持管理要員向け維持管理技術研修 2)WUSC向け組織強化	計画通り
成果品	1) ソフトコンポーネント完了報告書 2種 2）テキスト・マニュアル類 6種 水道施設運転維持管理分野及びWUSC組織強化分野のテキストとマニュアル 運転制御マニュアル等	計画通り

※除鉄施設：水中の鉄分除去のための施設
出典：基本設計調査報告書、JICA 内部資料、関係者聞き取り

ドゥラバリ浄水場入口

ガウラダ浄水場施設

マンガドゥ浄水施設の消毒施設

3.4.2　インプット

3.4.2.1 事業費

本事業の交換公文（以下 E/N）による供与限度額は 11 億 2400 万円で実績は ODA の支出額 11 億 2300 万円（計画比ほぼ 100%）である。ただし、コンサルタント負担額を含むと 11 億 6300 万円（計画比 105%）である。ネパール側負担額は、計画が 700 万円であったのに対し、実績は 600 万円（約 389 万ルピー)で、計画比は 85%となった。

日本側の実績のうち、ODA 予算による事業費は計画比のほぼ 100％である。しかし実際には、E/N に基づく額以外に、事業の完成に要したコンサルタントの自己負担分が存在する。これは、ネパール国内のゼネストや道路封鎖に伴う、工事資材、作業員及び日本人コンサルタントの移動の停止などにより発生した人件費や渡航費の超過などである。またネパール側の事業費は、アウトプットに若干低減があったのに対し、費用の実績は金額ベースで計画の 4 分の 1 の低減となった。ネパール側事業費が計画を下回った主な理由は、土地利用者との交渉がスムーズに進んだ結果、用地取得にかかる補償費用が当初見積りより安くなったためである。

3.4.2.2 事業期間

事業期間は、ゼネストや道路封鎖に伴う工事資材や作業員の移動停止などの影響による遅延を含め、計画の 16 ヵ月（2005 年 12 月～2007 年 3 月）に対して実績は 19 ヶ月（計画比 119%）となった。

以上より、効率性は中程度である。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1　運営維持管理の体制

地方での浄水場の計画、建設、運営維持管理を担当する機関は、本事業の前後で異なる。事業の計画・設計・建設は DWSS 郡レベルの地方組織である WSSDO が実施し、その完成後、施設は公的事業体である WUSC に移管され、施設の運営・維持管理のみならず、顧客への水道接続・設置工事、配管や機材などの設備投資など水道事業体として事業の運営を任される。

WUSC は住民組織であるが、法律上は経営に関して自立運営を義務付けられた公的事業体として規定されており、政府による組織運営面への関与はない。

WUSC は法律上、給水地域の居住者により形成されて政府の認可を受け、必要な設備投資の実施を含めて浄水施設の運営維持管理、経営を自立して行う公的な組織である。WUSC のメンバーは 3 年ごとに地元住民による選挙で選出され、浄水施設、配水管など上水施設全体の運営維持管理を行う人材を雇用して運営を行う。

WSSDO は、中央の DWSS の支援の下、各 WUSC を技術面、経営面の両面でモニタリングし、また、研修などを通じて技術指導する役割を担っている。WSSDO が直接 WUSC に補助金などの財政支援をすることはない。しかし WSSDO の年間予算の範囲で、WUSC とのコストシェアを基本に給水管やその他の高額な機材を供与している。

事後評価時の WUSC の人員構成は下表の通り。

表 9　浄水施設の運営・維持管理体制

（単位：人）

	ドゥラバリ		ガウラダ		マンガドゥ	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績
WUSC委員	n.a.	11	n.a.	11	n.a.	13
運営担当職員						
管理系	3交代制	9	3交代制	1	3交代制	2
技術系		10		2		6
その他		10		3		4
運営担当計	26	29	9	6	16	12

出典：各 WUSC 聞き取り調査

2007 年 7 月の本事業の完成以降、維持管理要員が増員されたが、ドゥラバリを除き配置された要員は計画より少ない。その理由は、マンガドゥにおいては今後新規の井戸と浄水施設建設計画に必要な資金を確保するため職員数を絞っていること、ガウラダにおいては日最大給水量の約 7 割弱の運転状況であることから、現在の配置職員数で運転しているためである。どちらの WUSC とも、運営・維持管理担当職員の時間外労働や、短期契約職員を雇用するなどの対応により、日々の運営・維持管理に支障は見られない。一方ドゥラバリにおいては、2012 年 3 月まで、マネージャーを含む 4 つのポストが 1 年以上空席であったため、職員の業務所掌に混乱がみられたが、2012 年 6 月時点では、新マネージャーを中心に維持管理体制を立て直しつつある。

(1) WUSC 向けの支援体制

WSSDO は各郡内の新規給水プロジェクトの計画・立案に関する調査の実施、建設、モニタリング、各 WUSC 向けの技術指導、そして衛生についての啓蒙活動を行う。WUSC

向けの技術指導は、エンジニアなどの技術系職員を中心に実施される。職員の構成は下表の通り。

WSSDO 職員によれば、上水施設を WUSC に移管する前に 2～3 日程度の研修を WUSC 職員に実施した。その後は、3 つの WUSC 向けの技術支援として、研修、運転維持管理に係る技術アドバイスの提供を、必要に応じて(平均月に 1､2 度程度)行っている。しかし、人的・予算的な限界から各浄水場の施設に合った実地訓練などの指導は行っていない。

表 10　WSSDO の職員数

(単位：人)	WSSDO モラン郡	WSSDO ジャパ郡
管理系	9 人	11 人
技術系	13 人	14 人
住民支援要員	2 人	2 人
総計	24 人	27 人

出典：各 WSSDO からの聞き取り及び質問票回答

注　本事業対象の WUSC マンガドゥは WSSDO モラン郡が、WUSC ドゥラバリ及びガウラダは WSSDO ジャパ郡の所掌である。

さらに、WSSDO による WUSC 向けの技術支援体制の強化を目的とする JICA の技術協力プロジェクトが 2010 年から実施中である（下表参照）。この技術協力プロジェクトでは、WSSDO 職員と本件対象の 3 つの WUSC 向けに、上水施設の維持管理技術と経営管理分野の研修を行うのと同時に、WSSDO を中心とした WUSC への技術支援の仕組みの構築を目指している。これまでに WSSDO と WUSC の職員を対象にした研修が実施されているものの、同技術協力プロジェクトの中間レビュー調査（2011 年 11 月）においては WSSDO に経営面の指導担当職員が配置されていないなどの課題が指摘された。

このプロジェクトの中間レビュー報告によれば、WSSDO による WUSC 向け技術支援の仕組みとその体制がプロジェクト期間中に確立できるかどうかは明確ではなく、プロジェクトの後半において決定していく見込みである。DWSS によると、WSSDO の経営面の指導を強化するため WSSDO の担当職員の配置を進めており、中央レベルの職員による指導体制の整備により体制強化を図ることを決定しており､今後支援体制の充足が期待できる。

表 11　JICA 地方都市における水道事業強化プロジェクト概要

協力期間：2010 年 1 月～2013 年 7 月

活動の対象者：		
	DWSS出先機関の東部地域モニタリング監督事務所、以下EMRO職員	
	モラン郡･ジャパ郡WSSDO職員	
	ドゥラバリ・ガウラダ・マンガドゥの3WUSC職員	
プロジェクト目標		
	プロジェクト対象となるモラン及びジャパ郡において、上下水道局による水道事業体への技術支援体制が強化される	

期待される能力強化の項目例		
	技能面	経営管理面
WSSDO	施工管理指標の作成	施工管理能力
	水道施設の維持管理	WUSCへの水道施設維持管理指導
	ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ方法の検討	経営・施設管理指標の評価
	住民対策(苦情等)	普及モデルの作成
WUSC	水道施設・管路､ﾒｰﾀｰ等の維持管理	水道施設台帳、給水台帳の整備
	検針・料金請求、水道料金の改定	漏水対策等有収水量・収益の改善
	無収水量対策、水質管理	ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞの評価
	ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ項目作成､手法の検討	中長期事業計画、年報の作成
	苦情処理の対応	苦情対策の迅速化

出典：プロジェクトインセプションレポートより抜粋
注：東部地域モニタリング監督事務所（Eastern Regional Monitoring Supervision Office: EMRO）は、本事業担当のモラン郡、ジャパ郡を含むネパール東部地域の DWSS 出先機関の監督事務所。

3.5.2　運営・維持管理の技術

上述の技術協力プロジェクトによる技術研修が実施され、3 つの WUSC や浄水場の職員がそれぞれの責任に関連する研修を受講している。ガウラダとマンガドゥでは古参の運営・維持管理要員の交代がなく、技術的な知見は、これら各浄水場の古参職員を中心に維持されており、浄水・送配水作業、水質管理及び運営記録つけなどの日常業務の基礎的な技術は充足している。設備に大きなトラブルが生じなければ、現在の事業効果を維持することが可能な技術水準にあると評価できる。ガウラダとマンガドゥの課題としては、組織内部で運営・維持管理の技術レベルを維持向上する仕組みが脆弱であり、職員間の技術レベルの標準化が必要なこと、予防的メンテナンス[21]に不十分な面が見られること、ポンプや電気系統の故障については外部支援に依存しており、緊急時のトラブル対応の体制が不十分なことなどが挙げられる。

ドゥラバリでは、他の 2 浄水場同様、日常的な浄水場運営は行われており、基礎的な技術は充足していると評価できる。ただし、他の浄水場と異なり、経験の豊富な古参職員がすでに離職しており、今後の技術水準の維持に懸念がある。 現地調査(2011 年 12 月)でも問題が確認されている。具体的には、高架層への揚水ポンプの運転記録や緩速ろ過施設の維持管理記録など、基礎的な記録の不備、水質検査機関による水質検査の未実施や、浄水場施設内の漏水が放置されている、ポンプや電気系統の故障対応が十分でないなど、維持管理への意識が低いと思われる点が見られた。

3 浄水場とも、浄水場の維持管理技術の維持・向上を自ら図っていく仕組みが弱く、技術を培った職員の交代によって技術レベルを維持できなくなる可能性がある。そのため、長期的な運営・維持管理技術の確保に向けて、JICA の技術協力プロジェクトなどの ODA 支援や、WSSDO などの技術支援により、技術向上のための制度・仕組みの構築に取り組んでいるものの、技術協力プロジェクトによる支援を事業実施と同時に行うなど、より適切なタイミングで投入することで､より迅速な効果の発現が期待できたものと理解される。

[21] 機材に不調がなくても毎月、半年ごとに行うべき設備・機材の定期点検など。

3.5.3　運営維持管理の財務

(1) 収支状況

現在の各 WUSC の財務状況の概要は下表の通りで、いずれも何とか黒字を維持している。営業収入の約 7 割前後が水販売からの収入であり、その他収入には利用者の支払う接続料や接続工事費、金利収入などがある。近年、燃料費や電気代などのコストが増えており、これらのコスト増に見合う水道料金の値上げが必要になっている。しかし、水道料金の値上げには、WUSC の規約に則りメンバーの年次総会[22]において利用者に諮り、合意を取り付ける必要がある。WUSC 委員によれば、利用者の同意を得るまで平均 2 年程度を要することから、各 WUSC の財務状況の不安定要素となり得る。

表 12　財務状況の要約

（単位：1 万ネパールルピー）

	ドゥラバリ*	ガウラダ**	マンガドゥ
営業収支(2011)	17.02	3.68	31.36
水道料金収入/総収入	69%	72%	65%
料金徴収率	95%	95%	95%

出典：各 WUSC の事業収支報告、事業計画及び聞き取り結果より
注　料金徴収率は、WUSC の聞き取りによるもの。
*　2010 年の実績
**　ガウラダの収支報告書では、収入と支出に WSSDO から供与された機材の額面が含まれるが、実際は現金の移動がないためここでは含めない金額とした。

各浄水場の現在の財務状況の現況と課題は以下の通り。

<ドゥラバリ>

- 2007 年以降の収支は黒字である。ただし、料金徴収票から想定される水販売からの収入額と帳簿上の額に違いがある。
- 前述の技術協力プロジェクトの 2009 年の報告書で、スペアパーツを購入していないなどの問題が報告されていたが、本評価時の WUSC 委員長からの聞き取りでは、燃料費、スペアパーツの予算は確保されており、地元やインドからスペアパーツを調達しているとのことである。
- 水道料金を値上げについて、2012 年初頭の WUSC の年次総会で利用者との協議を行ったが、水道料金の値上げはできなかった。なお、生産原価の計算はされていない。

<ガウラダ>

- 2009 年以降、年度毎の収支は黒字を維持しているが、収益性は低下傾向にある。過去 3 年間は電力事情の悪化により電気が供給される通電時間が減少したため、発電機の運転で電力を補っている。そのため燃料代が大幅に増加し、電気料金が上昇したことと相まって、電気代・燃料費支出の増加により黒字額が減少している。
- WUSC 委員によれば、燃料費、スペアパーツと修理予算は確保されており、近隣地区

[22] WUSC のメンバーである地元住民向けに年一度総会を開催し、年間の活動実績、収支報告、翌年の計画を説明し、意見交換を行っている。

で入手可能なパーツは購入されている。薬品は 2011 年半ばまで WSSDO から提供されていたため、該当の支出はなかった。なお、生産原価は計算されていない。

- 料金徴収率は 95%以上である。
- WUSC 委員によると、ガウラダ地区の電気料金が 2012 年に値上げされる予定であり、これによるコスト上昇分を水道料金に反映させる必要があると認識されている。料金値上げは WUSC 年次総会で利用者に諮るが、次回の年次総会で水道料金の値上げについての住民の合意を取り付ける見込みである。

<マンガドゥ>

- 主な収入は、水販売とその他の収入であり、このうち水販売収入だけで総支出額を賄っている。その他の収入は接続料などで、過去 3 年は、水販売収入の 5 割から 7 割に当たり、全体として安定的な収入源があるといえる。
- WUSC 委員によれば、燃料費、スペアパーツと薬品類などに必要な予算は確保されており、当面、安定的な維持管理ができる財務力があると評価できる。
- WUSC 委員長によると、過去 3 年間、水道料金の値上げはしていないが、電力事情の悪化により電気が供給される通電時間の減少により発電機の運転で電力を補っている。燃料代などの費用が増加した分を水道料金に反映させる必要性は認識されており、これまでも年次総会で住民への説明を行ってきている。次回の年次総会で、水道料金の値上げについての住民の合意を取り付ける見込みである。

(2) 長期事業計画・機材更新計画

3 つの WUSC では、既述の JICA 技術協力プロジェクトの支援で策定した長期事業計画案（2010 年～2025 年）において、維持管理費用や機材更新・拡張計画を盛り込んでいる。マンガドゥでは、機材の更新と拡張に必要な費用を計算した上で、維持管理基金と呼ばれる積み立てを行っている。ドゥラバリとガウラダでも予備基金の積み立て[23]は行われているが、必要な経費の目標額の計算はされておらず、長期事業計画と機材更新計画の財政的裏付けなど事業経営の視点が十分とは言えない。技術協力プロジェクトをより早いタイミングで投入することで、財政的裏付けのある事業計画策定を支援できたものと思われる。マンガドゥについては、現在の経営状況が良好であり、水道料金値上げ承認の可能性が高く[24]収益性の向上が見込めること、民間融資を活用した設備投資[25]などが見込めることから、今後は長期事業計画の達成の可能性が高い。他の 2WUSC のうち、ガウラダ WUSC は次回の年次総会で水道料金値上げが承認されると見込んでおり、収益性の改善が期待できる。ガウラダ、ドゥラバリについては JICA 技術協力プロジェクトによる漏水対策が既に始まっており、次項に挙げる無収水対策を更に強化することで財務状況の改善が見込める。さらに、現在 DWSS が進めている WUSC 経営面の指導体制強化を通じた経営改善が期待できる。

---

[23] 2011 年時の積立額総額はそれぞれ約 50 万円程度。

[24] 2011 年に開催した WUSC 年次総会などの機会に、財政状況の説明や、料金値上げ後のサービス拡充見込みについての住民向けの説明と行っており、委員長によれば料金値上げの承認可能性は高い。

[25] 良好な財務状況、給水地区の人口増加による水需要の増加、今後の料金設定を含む収支見込みが長期事業計画に示されている。マンガドゥ WUSC 委員長によると良好な財務状況と長期事業計画を示すことで、民間からの融資取り付けが可能。

(3) 無収水の影響

本件対象の 3 浄水施設における無収水率[26]は下表の通りである。

表 13　無収水率（2011 年実績）

		ドゥラバリ	ガウラダ	マンガドゥ
無収水率 (%)	実績	58%	33%	21%
	計画比	n.a.	n.a.	n.a.

出典：事後評価調査で収集されたデータより算出

無収水率はマンガドゥを除き高い。しかし、ドゥラバリとガウラダでは総水生産量の 30%を超えているが、無収水の発生原因が十分解明されてない。

特にドゥラバリでは推定で 50%を超えており[27]、原因として、給・配水管からの漏水、メーター不良のほか、浄水場内の漏水なども考えられる。しかし、取水と配水の流水計のキャリブレーションが行われていないこと、浄水場内の他の流水量の記録がつけられていない[28]ことなどから、原因の特定ができていない。ガウラダでは、配管の維持管理時の水利用が増加したことや、メーターの不具合が原因として考えられる。

無収水対策についての各 WUSC への聞き取りでは、無収水は財務面に影響があると回答しており、3 浄水場は漏水対策として、住民から漏水の連絡があった際の修理と、配管つなぎ目からの漏水を防ぐ工事に着手している[29]。しかし、配管つなぎ目の漏水対策は配水管を掘り出す作業があった場合に限られること、流水量が 0 を示すなど、明らかな不感水道メーター以外に、不良メーターの確認作業は実施されていないなど、実施可能な作業は限られており、無収水の削減の見通しは立っていない。これも、中長期的な財政の不安定要素となり得ることから、漏水探知作業の徹底、不感メーターの特定と迅速な交換などが必要である。

3.5.4　運営・維持管理の状況

事後評価時点に実施した施設・機材の視察において、本件の有効性に影響はないものの、流水計の故障や一部のモニターパネルの表示やブザーが鳴らないなどの不具合があることが確認された。それ以外の設備・機材の維持管理状況は、ドゥラバリを除きおおむね問題はない。ドゥラバリについては緩速ろ過施設の維持管理、ろ過砂の洗浄頻度などの問題がみられるほか、2011 年 12 月の現地調査時には施設内での約 0.5 リットル/分の漏水が確認された。

機材更新については、WUSC 委員によれば、パーツ類のうち地元で入手可能なものは

[26] 年間の給水総量に対する、料金徴収票から計算した利用者の受水総量を差し引いた、利用者に届いていない水の割合。

[27] この無収水率は、次の 2011 年のデータから計算されている。給水量 2540 m^3/日、料金徴収対象となった水量 1076 m^3/日、無収水量 1464 m^3/日である。

[28] 2012 年 3 月頃に着任した新マネージャーにより、高架槽からの配水記録つけが開始されるなど、新たな取り組みが始まったところである。

[29] 聞き取りで確認できた対策の他、実施中の技術協力プロジェクトでは下記の無収水対策を指導している。①配水管ルート巡回、空気弁・仕切弁の点検による漏水箇所の発見と修理、②家庭用水道メーターの適正な設置と点検、③メーターに関する顧客の苦情対応・交換。

WSSDO などからの支援を得て調達しているが、ろ過砂や流量計などの一部のパーツは現地で調達できない。さらに、ドゥラバリとガウラダの 2 つの浄水場では実質的には長期機材更新計画や維持管理計画がない[30]など、予防的な保守の面で課題がある。

以上により、本事業の維持管理は、体制や技術面に一部の問題があり、将来の財政的持続性に若干の懸念があることから､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、給水状況改善の緊急性が高い地方都市の 3 か所において、上水道施設の改善により、安全な水の安定供給を受ける人口を増加させることを目的としたもので、ネパールの開発政策と開発ニーズ、日本政府の援助政策とも合致し妥当性は高い。ほぼ計画通りのアウトプットが達成されたものの、事業期間が延長されたことから、効率性は中程度である。3 か所の浄水場の給水量、給水人口、水質は、計画をほぼ達成しており、また受益者が給水サービスに満足していることから、安全な水の安定給水を受ける人口の増加という本事業の目標は達成されたと評価され、有効性・インパクトは高い。ただし更なる事業効果の拡大のため、一部に見られる給・配水管網拡張の遅れを改善するための更なる努力が求められる。また、運営主体の WUSC は黒字経営ではあるものの、長期事業計画案にある機材更新計画は財政的な裏付けが弱いなど経営面の課題があることや、WSSDO による WUSC 向けの支援体制の構築は、現行の JICA の技術協力プロジェクトが支援しているものの短期的には難しいと理解されることから、持続性は中程度である。

以上を勘案し、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関、運営維持管理機関への提言

(1) WSSDO の WUSC に対する支援体制の充実

「3.5 持続性」で触れたように、JICA の現行の技術協力プロジェクトにより、WUSC 向けの技術支援体制や支援の仕組みなどが構築される過程にある。このプロジェクトでどのような支援の仕組みが確立されるかはまだ明確ではないものの、WUSC 向けの技術指導の量・質的な向上を図るため、まず WUSC の指導・教育を担当する WSSDO に経営面の指導が可能な人材を育成し、経営面の指導力を強化する必要がある。また、現在 WSSDO に配置されている人員はエンジニアが中心であるため、経営面の指導にあたる職員の配置などの増員が必要である。

(2) 各上水施設の配・給水管拡張

「3.2 有効性」で述べたように配・給水管拡張の拡張を通じて、給水区域内のより多くの人口が本件の便益を受けることが可能である。ドゥラバリにおいては、給水人口が計画

[30] 長期事業計画案は技術協力プロジェクトにより作成され、その中に機材更新計画が含まれている。しかし、実際にはその更新計画に見合う予算の積立てや、資金調達など財政的裏付けがなく、機材更新計画として有効と言えない。

を達成していない理由に配・給水管拡張の遅れがある。ガウラダでは現状の有効性の達成度は良好でだが、給水量が計画を下回った理由の一つに管網拡張が遅延していることが挙げられており、今後の本事業の成果の持続性に悪影響が出る可能性がある。更に長期事業計画案によれば､ガウラダとマンガドゥの 2 つの給水区域内の人口は増加傾向にあるため、ガウラダでは事業効果を持続させ且つ人口増加に見合うよう、さらなる配・給水管拡張のための努力が求められる。

(3) 水質検査機関による水質検査の実施、水質管理

「3.2 有効性」で述べたようにドゥラバリにおいては水質検査が実施されていないこと、水質検査結果に基づき水質を改善する水質管理の意識が低いと見られる。給水における安全な水の供給は重要な課題であることから、外部の水質検査機関による定期的検査を実施するよう WSSDO が働きかけを行う必要がある。WSSDO からドゥラバリ WUSC の委員と水質検査担当職員向けに水質管理の重要性についての理解の向上を図るとともに、検査実施状況や結果のモニタリングを行い、必要であれば水質管理の技術指導を行うなどのフォローアップが必要である。

4.2.2 JICA への提言

(1) 技術協力プロジェクトによる経営面の指導体制の強化

「3.5 持続性」で述べたように、WUSC が今後施設を運営・維持管理していくためには、経営面の強化が必須である。WUSC への能力強化支援は施設の維持管理技術のみならず財務管理を含めること、プロジェクト期間中に WUSC に対して量・質的に十分な指導を提供するには WUSC 向けの支援体制はプロジェクト開始当初から設置されているべきである。現在実施中の JICA 技術協力プロジェクトにおいても、長期事業計画の策定支援を通じて今後更に WUSC 向けに短期・中期的な経営面の指導内容[31]を強化すること、WSSDO 向けにはモニタリングデータに基づき指導を強化することで本事業の効果と持続性を更に高めることが可能と思われる。

4.3 教訓

(1) 事業目標設定の適切性

本事業の計画給水量目標は、未接続世帯への管網整備という、実施機関による自助努力を前提として設定されていた。管網拡張のためには相応の設備投資が必要だが、当初計画において資金調達に関する可能性が綿密に検証された事実は確認されなかった。事業目標の設定において、実施機関による管網の拡張という、目標達成に大きな影響を及ぼす要因が存在する場合、計画時の投資計画や資金調達計画の実現性を検証した上での事業スコープの再検討や、より慎重な目標設定を検討すべきであろう。

[31] この他、WUSC の経営面の指導は具体的な事例を使った問題解決方法の討議や演習で行うなど、実践的な内容が望ましい。

(2)　技術協力プロジェクトによる技術・経営面の指導

WUSC の水道事業経営や技術面の知見は各 WUSC によって異なること、本事業の計画当初は WSSDO による WUSC 向け経営面を含む技術支援が量、質ともに十分でなかったことから、ADB や JICA など、外部からの手厚い支援が必要であったと考えられる。これらの支援は事業実施後に実施されるようになったが、支援を事業実施と同時に行うなど、より適切なタイミングで投入することで、より迅速な効果の発現が期待できたものと思われる。浄水施設のような技術・経営面両方の知識・技術が求められる事業への支援については、運営主体の能力に合わせた技術協力などの支援を、事業の計画段階で適切に組み合わせることも検討すべきであろう。

以上

エクアドル

ワキージャス市及びアレニージャス市上水道整備計画

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社　伊藤　毅

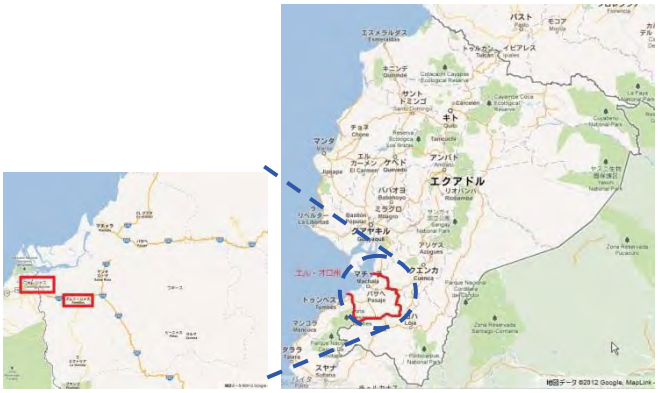
0.　要旨

ペルーとの国境紛争などの影響で開発の遅れていたアレニージャス市とワキージャス市の 2 市において、24 時間の水供給を実現するために本事業は実施された。

本事業は、エクアドルの国家開発政策と日本の援助政策における重点分野と整合しており、対象地域の開発ニーズとの整合性も高いことから、事業実施の妥当性は高いといえる。本事業の事業費および事業期間ともにほぼ計画通りであり、効率性も高い。給水能力の増強および安全な水質という点での目標は達成しているが、24 時間給水などのユーザー側の便益を見た目標は達成されておらず、また経済面や衛生面の期待されたインパクトの発現もみられていないことから、事業の有効性は中程度である。実施機関のワキージャス・アレニージャス両市地方水道公社の今後の組織としての在り方が定まらないなど、体制面の持続性に大きな問題があり、さらには財務面にも課題が見られることから、本事業の効果の持続性は低いと言わざるを得ない。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

1.　案件の概要



案件位置図

本事業により建設された浄水場

1.1 事業の背景

エクアドル国政府は、2001-2005年の国家開発計画の中で、上水道施設の普及・整備を進めることにより、水需要への対応と、水因性疾患の予防を目指すことを掲げている。

本事業の対象地域のエル・オロ州のアレニージャス市とワキージャス市はペルー国境近くに位置し、半世紀にわたる両国間の国境紛争のため、同地域の開発が遅れていた。両市は、当時の水供給システムの老朽化に伴う給水能力の低下と水質の悪化を解消し、あわせて将来の水需要に備えることを目的として、平和開発基金[1]の支援による水供給計画を2000

[1] 1998 年のペルーとの和平合意に基づいて、米国政府からの支援により 2000 年に設立された。

年に策定した。この計画では、安価で安定した上水道システムの構築を目指し、アレニージャス市にある多目的ダムのタウイン・ダムから取水して、自然流下方式で送配水を行う計画とした。2つの市に共通の水源から水を供給するという計画であるが、アレニージャス川は両市における唯一の大きな水源であり、両市への水供給計画を考えるにあたって、アレニージャス川を共通の水源とすることは避けられない条件であった。

しかし同計画は政府の財源不足のため実施に移されなかったため、同国政府は2002年2月に日本政府に対して無償資金協力の要請を行い、これを受けて日本政府は2004年5月に予備調査団、同年11月から2005年1月に第1次基本設計調査団、2005年6月から7月に第2次基本設計調査団を派遣し、浄水場の具体的な位置や配水池の構造と建設位置などについて検討を加え、基本設計案を作成した。これらの調査の結果に基づき、2006年1月に無償資金協力支援による本事業の合意文書が結ばれた。

1.2 事業概要

本事業は、エル・オロ県のアレニージャス市にあるアレニージャス川を水源とする浄水場を建設し、これに付随する取水ポンプ、ワキージャス市への送水管、ワキージャス市内の配水管の整備などを行い、アレニージャス市とワキージャス市の2つの市街地での24時間給水を実現することを目的としている。

本事業の実施機関は、本事業の実施を契機として2つの市によって新設された、アレニージャス・ワキージャス両市地方水道公社（Empresa Municipal Regional de Agua Potable de Huaquillas y Arenillas、以下 EMRAPAH という）である。

E/N 限度額／供与額		2,058 百万円／2,043 百万円
交換公文締結		詳細設計 2006 年 1 月／本体 2006 年 5 月
実施機関		ワキージャス・アレニージャス両市地方水道公社
事業完了		2009 年 2 月
案件従事者	本体	大成建設株式会社
	コンサルタント	協和コンサルタンツ株式会社／株式会社日水コン共同事業体
基本設計調査		第 1 次：2004 年 11 月～2005 年 3 月 第 2 次：2005 年 6 月～12 月
関連事業		なし

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

伊藤　毅　（アイ・シー・ネット株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下の通り調査を実施した。

調査期間：2011 年 9 月～2012 年 11 月

現地調査：2011 年 11 月 22 日-12 月 9 日、2012 年 4 月 29 日-5 月 11 日

2.3　評価の制約

特になし。

3.　評価結果（レーティング：C[2]）

3.1 妥当性（レーティング：③[3]）

3.1.1　開発政策との整合性

本事業の計画当時のエクアドルの 2001-2005 年の国家開発計画では、上水道施設の普及・整備を最重要課題としており、さらに、小規模自治体都市部の衛生状況の改善を優先的に進めるとしていた。本事業の対象地域であるワキージャス市とアレニージャス市は優先整備地区に指定されていた。また 2008 年に制定された現行の新憲法においても、安全な水の確保は人権の一部として位置づけられている。

事後評価時において、最新の 2009-2013 年の国家開発計画でも、水供給は優先課題として位置づけられており、本事業の計画時から本評価時までを通して、水供給の整備は国家的な優先課題であり続けている。

これらのことから、本事業は、エクアドル国の政策に合致したものといえる。

3.1.2　開発ニーズとの整合性

対象の 2 市は、ペルーとの国境地域に位置し、二国間の国境紛争の影響により、基本的な経済・社会インフラの整備が他の地域に比べても遅れている地域であった。1998 年のペルーとの和平合意を機に 2000 年に「平和開発基金」が設立されたが、これを財源とした事業の一つとして、2025 年を目標年次とする「アレニージャス・ワキージャス両市の地方上水システム再設計計画」が 2000 年に策定された。平和開発基金による過去の案件を見ると、上水道関連 3 件、道路 2 件、教育 2 件、畜産 1 件となっており、上水道分野のニーズは高かったといえよう。しかし、上記の計画は、事業規模が大きすぎたために、エクアドル政府、また援助機関のいずれも対応することができずにいた。

それぞれの市の上水供給に関する当時の状況を見てみると、ワキージャス市では、送配水管の未整備や老朽化に伴い、給水制限が行われていた。地下水のみを水源とし、井戸から直接ポンプで給水していたため、ポンプ燃料の費用が割高な上、ポンプ故障時には給水できなくなるという問題があった。そのため、市民の中には、自家用の貯水槽とポンプを用意している世帯も多く、自家ポンプによる吸引が汚水の混入を引き起こすことも懸念されていた。

アレニージャス市でも同様に、浄水場の老朽化や配水管の問題により給水制限が行われており、また一部の地域は給水網がカバーできず、給水車による供給しか行われていなかった。浄水場の能力が不十分なため、雨季には高濁度の水がそのまま供給されていた。

事後評価時点においても、両市の人口は依然として増加傾向にあり、市街地への安定的な水の供給の必要性に変化はない。このような、水供給にかかわる様々な問題の存在から、対象 2 市において、水供給分野の開発ニーズは高かったといえる。

---

[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」

3.1.3　日本の援助政策との整合性

2005 年度のエクアドルに対する援助の基本方針は、「無償資金協力及び技術協力を中心として貧困対策、環境保全及び防災の 3 分野を優先分野として支援する」というものであり、また、ペルー・エクアドル間の和平が達成されたことを受けて、ペルー・エクアドル国境地域の開発支援を目的にした無償資金協力事業と技術協力プロジェクトの実施も重視していた。個別の重点分野として、「貧困対策」の「基礎インフラ整備」の一つとして「上下水道」分野が含まれていた。この援助方針は、本事業実施中に発表された 2006 年度の基本方針においても維持されていた。

援助の重点分野の一つである上下水道分野であること、並びにペルーとの国境地域の開発に資する事業であることから、本事業は当時の日本の援助政策との整合性が認められる。

以上より、本事業の実施はエクアドルの開発政策、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　有効性[4]（レーティング：②）

3.2.1　定量的効果

3.2.1.1　運用指標

本事業によって建設された浄水場は、計画通り 100 L/秒の水を生産している。

3.2.1.2　効果指標

浄水場の給水能力に加えて、本事業の効果を見るための指標として、一人当たり給水量、給水時間、残留塩素濃度が設定されていた。事後評価では、これに、現地調査で実施した受益者の満足度に関する調査結果を加えて分析した。

表 1　ワキージャス市での目標達成状況

指標	基準値 (2004 年)	目標値 (2008 年)	2010 年	2011 年
人口	44,665 人	51,056 人（2008 年） 54,587 人（2010 年）	48,285 人 （2010 年センサス）	データなし
登録ユーザー数[5]	7,683 件		12,046 件	12,223 件
給水量（L/sec）	水源（井戸）の総生産量は 6,680 ㎥/日(約 77 L/sec）	100 L/sec（8,640 ㎥/日）のうち 72 L/sec（約 6,220 ㎥/日）	70 L/sec	70 L/sec
		井戸給水量	60 L/sec	60 L/sec
一人当たり水使用量	約 130 L/日	150 L/人/日	データなし	データなし
給水時間	平均週 56 時間	24 時間/日、家庭の蛇口がつかえる	平均約 1 日 20 時間 60%の地域で 24 時間、30%の地域で 12 時間、10%の地域で 8 時間以下	平均約 1 日 20 時間 60%の地域で 24 時間、30%の地域で 12 時間、10%の地域で 8 時間以下

[4] 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。
[5] 公的に配水登録がなされているユーザー数（多くは世帯）

残留塩素濃度	ほとんどの地区で検出されない	全域で 0.1 mg/L 以上	一部下回ることもある。	一部下回ることもある。

出所：EMRAPAR 資料、質問票回答、EMRAPAH からの聞き取り情報

表 2　アレニージャス市での目標達成状況

項目	基準値 (2004 年)	目標値 (2008 年)	2010 年	2011 年
人口	15,183 人	16,759 人（2008 年） 17,608 人（2010 年）	21,326 人 （2010 年センサス）	
登録ユーザー数	2,831 件		3,926 件	4,047 件
給水量 （L/sec）	水源ポンプの送水量は 4,780 ㎥/日（約 55 L/sec）	両市共通の浄水場の給水能力として 100L/sec（8,640 ㎥/日のうち 28 L/sec（約 2,419 ㎥/日）	30 L/sec	30 L/sec
一人当たり給水量	133 L/日	150 L/人/日	データなし	データなし
給水時間	平均週 46 時間	24 時間/日	21.5 時間/日	21.5 時間/日 35 ゾーン中、16 ゾーンで24時間給水
残留塩素濃度	市中心部のみ 0.12 mg/L	全域で 0.1 mg/L　以上	一部下回ることもある。	一部下回ることもある。

出所：EMRAPAR 資料、質問票回答、EMRAPAH からの聞き取り情報

① 一人当たり給水量

本指標については、基本設計当時からデータの計測ができておらず、計画値は、両市のあるエル・オロ州の州都のマチャラ市での値を適用した。現在も EMRAPAH はこのデータを収集できておらず、その主な原因は、各戸に配置する水量計の普及が進まないことと、水量計が設置された世帯でも水量計の読み取りと集計が行われていないことによるものである。本事業の計画には、本指標についてどのように実績を確認するかについての計画が示されていないため、本事後評価ではこの指標に基づく評価は行わず、それ例外の設定指標を用いて評価を行った。

② 給水時間

ワキージャス市では、一日のうち 60%の地域で 24 時間、30%の地域で 12 時間、10%の地域で 8 時間以下の給水と公表しており、目標値に対する全体の達成率は 78.3%（60×1.0＋30×0.5＋10×0.33）になる。アレニージャス市は、35 ゾーン中 16 ゾーンで 24 時間給水であるが、こちらは、個別のゾーンの給水時間は明らかになっていないが、EMRAPAH によれば、24 時間給水ができていない地域での給水時間は 12 時間程度としている。これを基にすると、達成率は 72.9%（16/35×1.0+19/35×0.5）となる。これらのそれぞれの市の達成率に 2 市への給水量の配分、7 対 3 を加重して平均すると、全体の達成率は 76.7%となる。いずれの市でも、市全域にわたって給水時間が不足しているのではなく、市内の一部の地域で 24 時間給水が実現しておらず、給水時間に地域的なばらつきがあるという状況である。EMRAPAH では、その原因は主に水圧の不足によって給水が止まることである

としている。それぞれの市の一部は標高が浄水場の位置に比べて若干高いことから、水圧が低くなることがあるとされている。また、アレニージャス市で既存のロマ・キト浄水場[6]からの供給を受けている地域において、ロマ・キト浄水場からの給水が滞る際に水圧が下がり、供給できなくなることがある。さらに、詳細な情報は得られなかったが、アレニージャス市では、本事業が当初想定していた市中心部の外側に都市部が発展しつつあり、これらの地域での人口増加が全体の水需給・水圧バランスを崩し、これが低水圧地域の水圧の減少を助長している可能性もある。実際、2010 年のセンサスの結果によれば、アレニージャス市の 2010 年の人口は 2 万 1326 人で、基本設計調査で予測していた 1 万 7608 人の約 1.2 倍となっている。

そのほか、停電の影響もあると見られる。停電の頻度はそれほど多くなく、週に数回程度であり、またすべての停電が大きなものとは限らない。しかし、EMRAPAH によれば、一度大きな停電があると、浄水場や取水場のポンプの復旧に時間がかかり、場合によって 2、3 日は浄水場の運転ができなくなることもあるとのことであり、電力供給の不安定さも安定給水の実現に影響を及ぼしているとみられる。

なお、対象地域全体での各住居への末端配管の接続の割合については、アレニージャス市では、2008 年の市による 16 経路での配水管の整備により約 60%から 95%となったとし、ワキージャス市では 100%であるとしている。

③　水質

残留塩素濃度については、浄水場から送水管に送られる水について、毎日計測されており、常時 0.1mg/L 以上を維持していることが確認されている。浄水場からの供給先でも、毎週 4 地点、週によって検査場所を変えて、水質検査が行われている。その結果、一部、0.1mg/L を下回ることもあるが、おおよそ全域で必要な塩素濃度を保っている。

残留塩素濃度以外の水質項目についても、EMRAPAH によれば、浄水場での毎日の検査と供給先での 4 地点でのサンプル調査の結果により、問題ないとしている。ただし、水質の分析データはないが、アレニージャス市の一部の標高の高いところでは浄水場からの水の水圧が低いため、浄水場からではなく、取水口からの水に処理を行わず直接ポンプで送っており、この地域で水質の問題が起こっている可能性は否定できない。

3.2.2　定性的効果

事後評価時の現地調査において、アレニージャス市 42 人、ワキージャス市 64 人を対象とした受益者調査を行った。サンプルの選定は、市内を地理的ブロックに分けてそれぞれから均等に選定した。ブロック内ではランダムにてサンプルを選定した。

3.2.2.1　水質に対する受益者の満足

現地調査で実施した受益者調査によれば、塩素以外の臭気を感じた回答者は、ワキージャス市で 28%、アレニージャス市で 19%と、ワキージャス市の方が多い。ワキージャスで臭気を感じると答えた回答者の 7 割以上が、その臭いを「腐敗臭のような臭い」としてい

[6] 老朽化が著しく、近年は給水能力と浄水機能が大きく落ちている。

る。ただし、本事業により、井戸からの水と浄水場からの水は配水管の接合で混合されており、井戸水の臭気がそのまま利用者のところに届くということは考えにくく、配水管や各戸の貯水槽などが原因となっている可能性もあり得る。

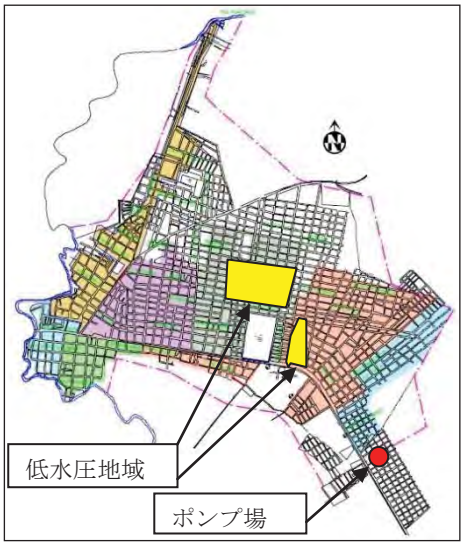
同受益者調査での水道水をそのまま飲むかどうかの質問について、そのまま飲むと答えた回答者はほとんどいなかった。半数は沸騰させるとし、別の半数は飲料水を購入すると答えており、飲み水としての信頼性は低いことがうかがえる。

しかし、前項で述べた通り、水質検査からは特に問題はなく、受益者が挙げる不満足は、安全性の問題よりも味などへの嗜好の問題と考えることができる。

3.2.2.2　水量・水圧などの給水サービス全体に対する受益者の満足

受益者調査の結果によれば、給水圧が「低い」あるいは「ない」と答えた回答者が、ワキージャス市で 32%、アレニージャス市で 19%であった。EMRAPAH の各事務所で地図を用いて確認したところでも、それぞれの市内の標高の高い一部地域で水圧の上がらない地域があることがわかっている。

ただし、浄水場の位置については、基本設計調査における重要検討事項であり、確保できる土地の有無と全域において自然流下ができる場所を検討した上で選定している。



出所：EMRAPAH 提供資料および聞き取り情報から作成

図 1　アレニージャス市での低圧地域　　図 2　ワキージャス市での低圧地域

同調査において、全体として現在の給水サービスに満足している（選択肢の「とても満足」と「満足」の合計）と答えた回答者は、ワキージャス市で 63%、アレニージャス市で 52%と、半分強にとどまっている。本事業により、給水能力や給水時間は当初の目標には達していないものの、給水時間や水質は事業実施前よりも改善が見られる。それにも関わらず、給水サービスに対する全般的な満足感の低さや水質に対するユーザーの不信感は依然として強く残っている。この受益者の不満というのは、既存のロマ・キト浄水場とワキージャス市の井戸の給水の不安定さや水質の問題などの影響もあろうが、EMRAPAH のユ

ーザーに向けての、水供給に関するさまざまな情報の提供が不十分であり、水供給の状況が改善されていることがユーザーに十分伝わっていないということも示唆される。

上記のことから、事業目標のレベルでは、水供給時間は目標に達しなかったものの、浄水場からの総給水量とその水質についても、当初計画どおりの効果を発揮している。

3.3 インパクト

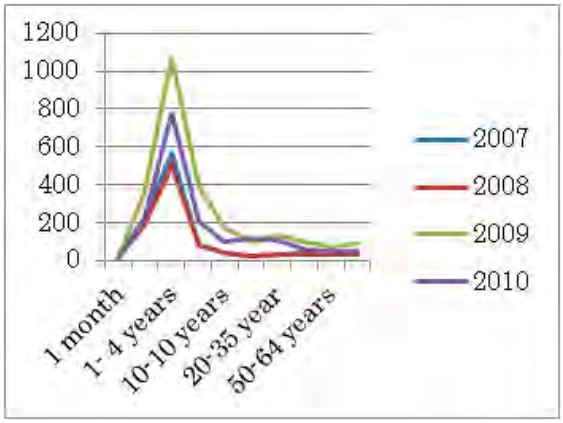
3.3.1 インパクトの発現状況

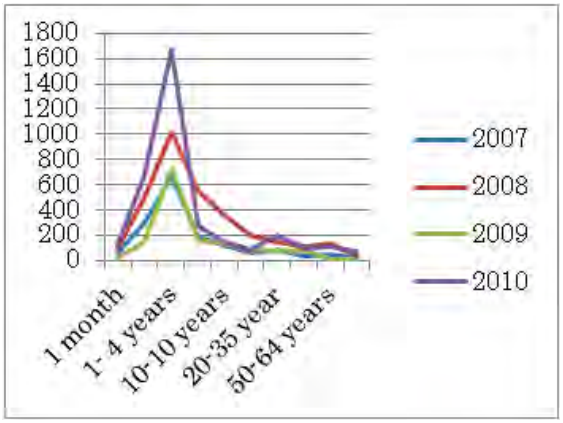
3.3.1.1 ポンプ利用の減少による経済的効果

事後評価調査の一環として実施した受益者調査によれば、ワキージャス市での家庭ポンプの使用率は約 25%で、2008 年の 23%とほとんど変わらない。2008 年時点で使用していた世帯では、ほぼ全世帯でポンプを使用し続けており、使用時間についても 2008 年と 2011 年でほぼ同じ程度であった。これらのことから、事業前と同程度のポンプへの依存度があると推測できる。多くが電気ポンプで、ポンプ使用の部分だけの電気代の計算は不可能であったが、ポンプ使用の費用に大きな変化はないと見るのが適当であろう[7]。

3.3.1.2 健康改善へのインパクト

2 市の市立病院のデータによれば、2007 年から 2010 年にかけての 2 市での水因性疾患の年代別発症状況は下のグラフのようになる。本事業の完成は 2009 年 2 月であるので、2007 年、2008 年のデータは事業前、2009 年、2010 年を事業後のデータと見ることができる。すべての年で 1～4 歳で最も発症数が多く、大まかな年代別の発症傾向はほぼ同じだが、発症数の経年変化からは、本事業の前後で改善傾向は見られない[8]。





出所：アレニージャス、ワキージャスの市立病院からのデータに基づいて作成

図 3　アレニージャス市での水因性感染症の推移　　図 4　ワキージャス市での水因感染症の推移

[7] 本事業の基本設計調査では、当時、「ほぼすべての地域で水圧が低く、ほぼすべての世帯でポンプを使っている」としているが、ポンプ使用率の具体的な調査方法や結果は示されていない。このため本評価では、受益者調査で収集した事業の事前事後におけるポンプの使用状況に関するデータを用いて分析を行っている。基本設計と異なる結果であるが、基本設計に調査方法や結果が具体的に記載されておらず、その理由はわからない。そうした状況下、本調査では事業前後を比較しており、これを評価に活用することとする。

[8] 水因性疾患の原因となるものには、飲料水の汚染以外にも様々な要因が考えられるが、本調査ではその他の要因も含めた詳細な分析はできていない。

3.3.2　その他、正負のインパクト

3.3.2.1　自然環境へのインパクト

汚泥槽、汚泥濃縮槽で処理した濃縮汚泥を、本事業の浄水場の敷地内で乾燥させ、敷地内の定められた場所に適切に投棄されている。正確な量のデータは得られなかったが、視認では、量は多くなく、環境への影響はないと考えられる。

3.3.2.2　住民移転・用地取得

事業の実施により、浄水場の用地として約 8000 ㎡の土地取得があった。これは、適切な法手続きを経て個人から購入しており、住民移転は発生していない。

このように、本事業の成果としては、事業目標のレベルでは、浄水場の総給水量という観点では計画を達成しており、24 時間給水は目標に対して約 77%の達成度と十分ではない。水質についてはほぼ達成している。一方、期待されたポンプ使用の低減による経済的効果や衛生面でのインパクトについては効果が認められなかった。以上より、本事業により一定の効果の発現は見られ、有効性・インパクトは中程度である。

3.4　効率性（レーティング：③）

3.4.1　アウトプット

本事業において無償資金協力により整備・提供されたアウトプット（計画と実績）を表 3 に、エクアドルにより整備・提供されたアウトプット（計画と実績）を表 4 にそれぞれ示す。

表 3　無償資金協力により整備・提供されたアウトプット（計画/実績）

項目	計画	実績
浄水場関連	1) 取水施設 ゲート 1 式、上屋改修 1 式、ポンプ 45Kw×3（110L/sec）、ポンプ新規 3 台および既存 2 台の取り付け、コントロールパネル既存用および新規用あわせて 2 式、吸入管・場内配管 1 式	計画通り
	2) 導水施設（取水施設～浄水場） φ300mm、270m、DIP	エアバルブの個数が 47 個、計画比＋1 個
	3) 浄水場：100L/sec（8,640 ㎥/日） 着水井（2m×2m×3m）、フロック形成池（4m×37.4m×1.7m）、薬品沈殿池（5.3m×14.75m×3m　2 池）、急速ろ過施設（4.2m×3.1m、13.02 ㎡　6 池）、送水施設（6.5m×14m　平屋 1 式、ポンプ）、浄水池（20m×30m×3m　2 池、配水池兼用）、天日乾燥床（5.5m×12m×1m　4 池）、管理棟（13m×20m　平屋、塩素室、受電室　各 1 棟）、薬品注入設備（硫酸アルミニウム、消石灰　2 式）、薬品注入設備（前・中・後塩素）	計画通り
	4) 送水施設（浄水場～アレージャニス配水池） φ250mm、1,180m、PVC	1080m、計画比－100m。ドレーンバルブの個数が 35 個、計画比＋1 個

項目	計画	実績
	5) アレニージャス配水タンク 12m×14m×3m　500 ㎥×1 基	計画通り
	6)非常用発電設備(675kVA) -ディーゼル発電機、燃料タンク	計画通り
	7)土木・建築構造物 導水・送配水ポンプ室、薬品注入棟、ろ過池管理棟	計画通り
ワキージャス市内配水関連	1）ワキージャス配水タンク：20m×30m×3m　1,800 ㎥×2 基、浄水池と兼用 2）ワキージャス配水本管：φ500mm、19,860m、DIP 3) ワキージャス市内配水本管：φ250mm～500mm、5,020m、PVC/DIP	配水本管が 19,940m、計画比＋80m 市内配水本管が 4,670m で計画比－350m
技術指導	運転・維持管理要員を対象に維持管理に関わる技術指導	計画通り

出所：基本設計調査報告書、JICA 提供資料、質問票回答

上記の施設整備に関して、運転経費削減のための次のような工夫がなされている。

- 水源を要請書の案であったダムの水とせずに、その下流側で取水することにより、ダムからの強制放流による空気との接触と河川の自浄作用を活用し、曝気処理や生物処理などの前処理を省略できる方法を採用した。
- 浄水場の位置について、アレニージャス川の東岸と西岸の 2 カ所について検討し、施工性、ポンプ運転の経済性などの点から西岸を選定した。
- ワキージャス市の地形は海に面した平坦な地形である事から、市内に 4 基の配水池（高架タンク）の建設要請があったが、ワキージャス市内には自然流下で配水しポンプを使わなくてもよい方式を採用した。

また、維持管理の簡易化のため、運転･保守点検･補修の手間のかかる機械はなるべく使用しないこととし、各種計測装置は必要最低限度、電気的計測装置は設けないこととした。具体的には、場内送水ポンプ、汚泥掻寄機などの複雑な維持管理が必要とされる機器を使わず、各種制水弁の開閉を手動にして運転が容易となる維持管理計画とした。

表 1 の実績欄に示される若干の仕様変更は、送水管・配水管については、詳細設計時の正確な測量に基づく修正によるもの、バルブの数の変更は、標高差による水圧の調整に対応するためのものであり、いずれも、詳細設計時に現場の状況に合わせた微調整という範囲のものである。

表 4　エクアドル側により整備・提供されたアウトプット（計画/実績）

計画	実績
浄水施設予定地の収用	計画通り
アクセス道路の整備	計画通り
電力線の引き込み、変圧器	計画通り
浄水場周囲のフェンス	未実施

出所：基本設計調査報告書、質問票、EMRAPAH からの聞き取り

3.4.2　インプット

3.4.2.1　事業費

日本側負担分は 20 億 4300 万円（詳細設計分 4900 万円、施工監理分 1 億 975 万 8000 万円、施工・工事分 18 億 9500 万円）で計画比 99.3%となり、ほぼ計画通り。

エクアドル側負担分は 10 万 5183 ドル（土地収用分 9000 ドル、アクセス道路整備分 2000 ドル、電気配線・変圧器分 9 万 4183 ドル）であった。

日本側負担分の見積もりの差額は、主に詳細設計による設計の詳細化に伴うもので、計画の変更に伴うものではない。

エクアドル側負担分のうち、土地収用とアクセス道路の修復について必要な措置はほぼ取られており、問題は生じていない。浄水場のフェンスは、建設の緊急性がないとして予算がつけられず、現在まで建設されていないが、EMRAPAH によれば、これまでのところ、このことによる問題は生じていない。

3.4.2.2　事業期間

2006 年 1 月の詳細計画分 E/N 締結から 2009 年 2 月の 37 ヶ月間であり、環境影響評価と承認の取り付けに時間がかかったものの、事業期間の遅延は生じず計画比 97.6%となり、ほぼ計画通り。

以上より、本事業は事業費及び事業期間ともにほぼ計画通りであり、効率性は高い。

3.5　持続性（レーティング：①）

3.5.1　運営・維持管理の体制

3.5.1.1　組織体制

EMRAPAH は、本事業を契機として設立されることとなり[9]、2004 年 5 月に 2 市の合意が成立し、同年 6 月 2 日に合意文書が調印されている。EMRAPAH の総裁はアレニージャス市の市長とワキージャス市の市長が交代で就任することとなっており、現在はアレニージャス市の市長である。理事会は、アレニージャス市とワキージャス市から 2 人ずつ、各市の市議会議員が参加している。理事長は国家水資源庁（Secretaria Nacional del Agua: SENAGUA）から出されている。

この体制により、本事業で提供された両市における浄水場の運営維持管理は、アレニージャス事務所10が担当している。主管事務所はアレニージャス事務所であり、財務情報などは、ワキージャス市の事務所のものも含めてアレニージャス市の事務所に集約されているが、ユーザー管理と水道料金の徴収は、アレニージャス事務所とワキージャス事務所11それぞれが実施しており、統合的な管理が行われていない。

---

[9] エクアドルでは、市役所が上下水道を直接的に運営管理するのが一般的で、両市においても、本事業以前では、各市が上水供給を行っていた。

[10] 取水場、本事業で建設された浄水場、ロマ・キト浄水場の管理と、市内の配水網の管理、アレニージャス市のユーザー管理と水道料金徴収を担当している。

[11] ワキージャス市の塩素注入・ポンプ場、市内の 7 つの井戸、市内の配水網の管理と、ワキージャス市のユーザー管理と水道料金徴収を担当している。

2008 年の憲法改正により、公社への国の関与の明確化と理事の数の修正が必要となったため、これに対応した EMRAPAH の設立法の改定案が 2008 年 3 月に作成された。ワキージャス市は 2010 年 8 月に 1 カ所の修正をもって改定設立法案を承認することを正式に決定したが、アレニージャス市は、2010 年 11 月に、両市浄水場からの水の分配を等分とするなど、5 カ所の条文の修正を要求し、事後評価時点においても、改定設立法についての 2 市の合意は得られていない。現在後述のように、EMRAPAH の分社化が相当の現実味を持って議論されており、もしこれが実現すれば、両市の水配分と担当業務の見直しに伴う組織再編や技術スタッフの再配置など、現在の体制を大きく変更しなくてはならない。このため、今後本事業で建設した浄水場の運営維持管理が適切に行われる体制が存続するか、見通しは不透明となっている。

水配分の問題にかかわる過去の経緯を見てみると、まず本事業の基本設計時においては、アレニージャス市とワキージャス市で 3 対 7 で水を分けるとされていた。しかし実際は、水の配分に関する 2 市の公的な合意文書は存在せず、本事業の基本設計調査の過程において、日本側施工コンサルタントから、設計の前提条件としてこの水分配率が提示され、両市が基本設計に合意するという形で水分配についても合意したこととなっていた。しかし現在、アレニージャス市長が水配分を等分にすると主張する根拠の一つとして、3 対 7 という分配率に関する合意文書が存在していないことを挙げており、他の関係者がこれに対して反論できないでいることを考えると、本事業における水分配に関する合意形成は必ずしも十分ではなかったのではないかと考えられる。

EMRAPAH の理事会は、これらの水分配問題の解決や改定設立法の成立に向けて、本評価の時点においては、まだ効果的な解決策を見つけられずにいる。

これらの問題の今後の解決の方向性について、2 市の市長はいずれも、EMRAPAH が両市に依存しない独立採算を目指すべきであることについて、意見は一致している。2011 年にアレニージャス市は、独自にコンサルタントを雇用して EMRAPAH の給水サービスの分析を行い、その結果として、水道事業を、①取水・浄水事業、②ワキージャス市配水事業、③アレニージャス市配水事業の 3 つに分けてそれぞれ独立事業体とすることを提案した。アレニージャス市の市長は、分社化という案には同意しつつも、浄水場は従来通りアレニージャスの管轄とする案を主張している。事後評価の現地調査期間中の 2012 年 5 月 10 日に、都市住宅省（Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda: MIDUVI）の仲介による協議が行われ、この問題の解決に向けての取り組みが開始されたが、今後の見通しは、まだ予断を許さない。

さらに、アレニージャス市事務所とワキージャス市事務所との間の共通の財務管理の不備、統合的な情報管理の不在、管理上の書式の不統一なども問題となっており、運営維持管理に必要な両市間の調整が適切に行われていない。

3.5.1.2　人員の配置

EMRAPAH の実際の運営を取り仕切るマネージャーの任期は 2011 年 7 月に切れているが、EMRAPAH の設立法の改定が行われていないことから、再任あるいは後任の手続きも行われないまま、継続して従事せざるをえない状況が続いている。

本事業による施設の運営維持管理にかかわる人員としては、取水ポンプ場 3 人、浄水場 8 人（うち 1 人はインスペクター）、水質試験室 2 人の体制で、業務ローテーションもしっかり組まれており、勤務記録もつけられている。浄水施設の運転・維持管理の人員体制として支障は出ていない。

料金徴収スタッフは、ワキージャス市では 2 人で、さらに 2 人の採用を予定している。平均で一人当たり 1 日 100 ユーザーに徴収票を配達する計算となるが、実際は回りきれず、徴収票の配布はユーザー側からすると 1 ヵ月半に 1 回のペースとなっている。アレニージャス市では 3 人で、一人当たり 1 日 70 ユーザー対応とワキージャス市に比べ負荷は現実的であるものの、十分ではない。

そのほか、組織体制に関連することとして、ワキージャス市の水源の井戸はいずれも私有地内にあるが、地権者から請求されていないために、地代などが払われていない。将来的には求められる可能性もあり、EMRAPAH が水供供給事業を安定的に継続していくための基盤インフラに不安があるということであり、EMRAPAH 自身も将来の懸念材料として挙げている。

より大きな問題として、EMRAPAH 自身も認識しているが、マネジメント面での技術・知識の弱さがある。EMRAPAH は年間計画や中長期計画などを作成していない。これは、スタッフ個人の問題もあるが、意思決定や指揮命令系統が依然として不明確であり、組織管理のための改善活動などが実施できる状態にないためと思われる。特に、浄水場関連のものを除く、水質、水圧、顧客情報、料金徴収などの情報・データの収集・管理に支障をきたしており、管理上の意思決定のための材料が得られないという悪循環に陥っている。今後、機材の更新や増加する水需要に対応するための計画策定、さらに料金改定や徴収の改善による財務改善などを行っていく上での支障となる可能性が大きい。

このような既存の体制に課題が見られるだけでなく、憲法改正に伴って生じた体制に関わる議論は完全分社化の方向に進んでおり、今後、組織、人員の両面における体制に大きな変更の可能性と、それに伴う本事業浄水場の運営維持体制の組み替えへの影響が懸念される。これらのことから、組織体制面での持続性は問題点が多いといわざるを得ない。

3.5.2　運営・維持管理の技術

浄水場は、8 人のオペレーターが運転マニュアルに従って運転しており、問題なく稼動している。浄水場における水質検査は毎日行われており、週単位で報告書が作成されている。検査試薬などの調達や検査機器の維持にも問題はない。近年、検査項目に微生物関連と重金属が加えられたが、これらに関する検査機器は不足している。

浄水場での給水量や水質のデータなどは定期的に収集・報告・管理されている。ただし、EMRAPAH 全体での情報管理が適切に行われていないため、アレニージャス市とワキージャス市の 2 つの事務所の間で情報が共有されておらず、必要な情報がすぐに引き出せるようにはなっていない。

本事業によって技術指導を受けた者は、浄水場で 4 人（2 人が水質検査室、2 人がオペレーション）。うち、検査室とオペレーションそれぞれ 1 人ずつが離職しているが、日常的な

運営・維持管理上の技術的な困難は発生していない。

本事業の効果である給水時間と水質を今後も維持、あるいはさらに改善していくためには、既存の浄水場や井戸の管理技術も必要最低限のレベルは維持する必要がある。この点については、アレニージャス市のロマ・キト浄水場と、ワキージャス市の井戸施設の管理者も、必要に応じて本事業の浄水場からの技術支援を受けており、EMRAPAH 内部での技術力維持・向上のための情報共有などは行われている。これにより、これら既存の施設でも通常の運転には問題ない。

以上のことから、本事業では施工時の各設備の運転方法といった簡単な指導以外、集中的な技術指導は行われてないが、EMRAPAH による安定的な給水と定期的な水質検査は続けられており、浄水場の運営・維持管理のための技術に大きな問題は見られない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

3.5.3.1 収支バランス

EMRAPAH の収入は、大きく分けて、ユーザーからの料金徴収、市役所からの補填と、中央政府からの補助の 3 つである。中央政府からの補助金も市役所を通して支給される。2 市は、取水口のポンプの運転コストについては等分で負担し、浄水場の運転コストについては、水分配の割合に従って、アレニージャス市 30%、ワキージャス市が 70%を負担することとしている。

年間の収支データは表 5 の通り。傾向として、アレニージャス市で赤字傾向、ワキージャス市で若干の黒字、全体では年によって大きく変動している。各市、全体いずれでも外部資金（市政府と中央政府からの拠出）への依存度は 50%強という状況である。中央政府からは、毎年一定の補助金が市政府を通して供給されることとなっており、また、2 市の政府は、EMRAPAH が赤字になった際にこれを補てんする義務を負っている。現在、EMRAPAH の財務管理はアレニージャス市事務所とワキージャス市事務所で別になされており、それぞれの市は、それぞれの事務所の赤字を補てんすることとされている。しかしながら、同表の「市政府拠出」と「中央政府補助金」の項の数字に見られるように、市からの拠出金（EMRAPAH の設立法案の 100 条では、EMRAPAH の赤字分は各市が補填すると決められている）と中央政府からの補助金の変動は大きく、毎年の収入の上下変動が大きい原因の一つとなっている。アレニージャス市では過去 5 年間のうち 3 年は市政府からの資金供給の不足のために赤字となっており、ワキージャス市でも 2009 年は市からの資金供給の不足のために赤字に陥っている。このため、水道料金に基づく内部収入は増加傾向にあるものの、現状では安定的な収入源を確保しているとは言いがたい状況にある。

さらに、EMRAPAH がユーザーから徴収する料金（表 5 の項目 1）には 10%の水源保全貢献費が含まれている。実際には水源保全を行う組織は中央・地方のいずれのレベルにも存在せず、この資金は EMRAPAH に留保された預かり金である。EMRAPAH はこの水源保全貢献費も自社資金と区別しておらず、本来の収入は表の数字より 10%低いということになり、赤字幅はより大きくなる。加えて、EMRAPAH の設立前からのものも引き継いだ、未徴収分の水道料金総額（延滞利子込み、表 5 の項目 2）が、ワキージャス市で帳簿上は約 200 万ドルあるといわれているが、うち 80 万ドル分程度はユーザー登録の不備による、存

在しないユーザーに課せられたもので、実質は 120 万ドル程度と推測されている。この実質延滞料金額も、ワキージャス市では収入の 20～30%を占め、アレニージャス市でも 20%以上、年によっては 50%近くを占めている。これらのことから、当該年度の本来収入でない収入への依存度が高く（売掛金の回収が年度内に十分できていない）、財務の健全さという点で問題がある。

EMRAPAH によれば、後述する既存のロマ・キト浄水場の改修やアレニージャス市での高架タンクの新設などを計画しており、これらのための予算措置が必要であることも考慮すると、現在の財務状況は安定的とは言えない状況にある。運営維持に必要な修繕費用も手当てが配分されていない現状と、現在進行している分社化の議論を考慮すると、近い将来にこの状況が改善する見通しは低いと考えられる。

表 5　EMRAPAH の 2007 年以降の財務状況　　（単位：US ドル）

		2007	2008	2009	2010	2011
1. 料金収入	アレニージャス	9,601.59	57,883.66	106,118.94	127,436.95	200,906.32
	ワキージャス	34,499.44	101,494.12	174,858.28	278,367.32	332,422.02
2. 未払い金徴収	アレニージャス	54,035.70	88,967.86	89,789.24	122,369.47	102,545.82
	ワキージャス	149,638.38	144,176.67	162,190.63	217,598.53	346,422.24
3. 市政府拠出	アレニージャス	90,464.52	139,413.70	128,223.21	153,051.16	91,988.59
	ワキージャス	26,945.00	26,875.89	6,500.00	12,000.00	0.00
4. 中央政府補助金	アレニージャス	71,145.40	145,296.65	6,520.36	191,834.61	15,987.50
	ワキージャス	214,151.47	363,307.71	0.00	577,459.19	0.00
5. 外部収入合計（3+4）	アレニージャス	161,609.92	284,710.35	134,743.57	344,885.77	107,976.09
	ワキージャス	241,096.47	390,183.60	6,500.00	589,459.19	0.00
	両市合計	402,706.39	674,893.95	141,243.57	934,344.96	107,976.09
6. 収入合計（1+2+5+その他収入）	アレニージャス	226,658.31	434,434.93	313,038.19	600,282.99	427,825.07
	ワキージャス	431,973.63	637,438.96	351,891.20	1,088,871.48	747,592.95
	両市合計	658,631.94	1,071,873.89	664,929.39	1,689,154.47	1,175,418.02
7. 支出合計	アレニージャス	208,318.20	446,930.48	472,083.91	500,166.50	529,030.42
	ワキージャス	262,165.90	557,978.10	646,706.88	1,032,708.75	708,256.30
	両市合計	470,484.10	1,004,908.58	1,118,790.79	1,532,875.25	1,237,286.72
8. 収支	アレニージャス	18,340.11	-12,495.55	-159,045.72	100,116.49	-101,205.35
	ワキージャス	169,807.73	79,460.86	-294,815.68	56,162.73	39,336.65
	両市合計	188,147.84	66,965.31	-453,861.40	156,279.22	-61,868.70

出所：基本設計調査報告書、質問票、EMRAPAH からの聞き取り

3.5.3.2　料金徴収

現行の水道料金表は表 6 の通りである。

各戸の水道メーターが設置されている場合はその計測に基づいて、設置されていない場合は基本料金を徴収するとしているが、実際にはすべてのユーザーから料金表で定められた「基本料金」のみを徴収している。これは、料金表で定めている、基本料金で使用できる水量の 23 立方メートルという設定が高すぎるという意見もあるが、そもそも、メーターに基づいて料金を請求していないことによる。ワキージャス市では、試行として、200 世帯を対象に、従量制での料金徴収を始めることにしており、アレニージャス市でも同様の試

行を行いたいとしている。

また、メーター計測ができていないため、ユーザーの水使用量のデータが蓄積できておらず、そのため、無収水率などの財務計画の策定に必要な情報を収集することができていない。

一方、ユーザーによる支払い率は依然として半分程度にとどまっている。支払い率を高める取り組みとして、徴収伝票を使用者本人に手渡しする、料金滞納者の水道供給を止める、また、不動産売買において、当該の物件の水道料金が精算済みであることの証明を市役所での不動産売買の承認の条件とするなどが行われている。

表 6　水道料金表　　（単位：US ドル）

分類	一般住宅	商業	工業	公共･政府機関
基本使用量（㎥）	23	50	75	30
基本使用量以上の料金単価（セント／㎥）	0.12	0.2	0.4	0.06
基本料金（ドル）	2.76	10	30	1.8
定額徴収（ドル）	1.5	2	3	0.75
アレニージャス川流域保全貢献費（基本料金の10%、ドル）	0.276	1	3	0.18
付加税（ドル）	0.25	0.75	1.5	0.15
合計支払い料金（基本使用量の場合）	4.79	13.75	37.5	2.88

出所：EMRAPAH

3.5.4　運営・維持管理の状況

事後評価時の現地調査において、機材、施設の状況として以下のことが確認された。

①　浄水場の状況

- 両市浄水場の塩素ガス注入のためのレギュレーター3つすべてが使用開始後 1 年程度で破損し、1 つ 3000 ドルをかけて交換した。しかしその後、交換したもののうち 1 つが破損したため、現在は中間での注入が行われていない。
- 上記塩素ガスレギュレーター以外の機材の状況は良好。

②　取水口の状況

- 取水口および両市浄水場のポンプ室の床や壁､配水池の外壁にひび割れが生じている。
- 取水口の背後のがけの保護が行われておらず、崩壊の危険が否定できない。
- アレニージャス川の貯水池から取水口につながる水路が管理されておらず、一部、構造が崩れている個所､斜面からの土砂などで水路に堆積物が多くある個所などが放置されている。この点についても EMRAPAH は認識しており、改修に 10 万ドル必要と試算しているが、資金調達の目途は立っていない。
- 過去 1 度、乾季にアレニージャス川の水位が低下し、灌漑用水への水門を閉めて、浄水場への原水供給を優先したことがあるが、それ以外は取水に問題はない。

取水口背面の斜面の状態

取水口への導水路の状態

③　アレニージャス市の状況

- 本事業で目標とした給水時間が達成されなかった要因のひとつは、給水対象地域に含まれる一部の高地で水圧が不足していることである。これら地域への水供給や水質は、老朽化した既存のロマ・キト浄水場の機能に依存していると考えられている。このためアレニージャス市では、ロマ・キト浄水場から高地への送水管の交換、高架タンクの増設を検討している。ただし、EMRAPAH は修復に 80 万ドルを要するとし、アレニージャス市長も 150 万～200 万ドルが必要としており、これら高額の予算が配分されるかどうかは未定である。

④　ワキージャス市の状況

- 本事業で建設した浄水場はアレニージャス市に位置するため、ワキージャス市に送水された水は市内の塩素注入施設により塩素濃度が維持されているが、この施設が 2010 年に床が傾き、補修した。その後も、周辺の地面にひび割れが見られる。
- 基本設計では井戸からの水供給が 40 L/秒以上あることを前提としており、市内での水供給量、水圧の維持のためには、少なくとも 3 つの既存の井戸が安定的に稼働していることが必要である。ワキージャス市の既存の井戸は現在も、それぞれ 15 L/秒以上の揚水があるとしている。しかし、水位の変化による揚水量の変化や、老朽化した部品の交換や電気代の滞納などによるポンプの休止により、既存井戸からの給水量が安定していないという状況がある。また、7 つの井戸のうち、PH7 は水質の問題のために運転されておらず、PH1 は交換部品待ちのため、PH4 は電気料滞納のため休止中であり稼働中のものは 4 つである。

⑤　その他

- 2011 年度の中央政府からの補助金により、アレニージャス市内の水圧管理のためのバルブ設置工事（9 万 5000 ドル）と総水量維持のためのワキージャス市の既存井戸改修工事（38 万 7000 ドル）を計画したが、2 市からの支出が滞っており（アレニージャス市からの 1 万 7800 ドルのみ）、計画が実施できていない。これらの工事は、本事業の目的とする 24 時間給水を最終的に実現するために必要である。
- 料金徴収に不可欠なユーザー登録のデータベースに問題がある。市役所の住民台帳と

の整合性を見つつ修正を加えているが、重複登録や存在しないユーザーの登録などがあり、氏名の変更や土地所有者の変更などの際の更新も追いついていない。ワキージャス市では現在、約 65%の登録データの見直しが終了し、全部のデータの見直しが終了するのは 2012 年の 4 月までかかる見込み。

なお、本事業完了後の瑕疵検査において指摘された項目はほぼ適切に対応されているが、ポンプのコントロールパネルの保護のための取水口と浄水場への電気安定器の設置については、事後評価時に至るまで実施されていない。これまでのところ問題は発生していないが、EMRAPAH も早期設置の必要性を認識している

上記のように、事業範囲の施設の一部に多少の劣化が見られるが、大きな問題となる程度のものではない。また、塩素注入のレギュレーターの破損の原因は不明であるが、自らの努力で再度購入している。うち 1 つが破損して 2 回の注入しか行われていないが、塩素濃度はほぼ問題なく、深刻な影響には至っていないと考えられる。

一方で、取水ポンプ場の背後の斜面の保護や、ポンプ場に引き込む水路の整備など、改善すべき点が確認された。そのほか、EMRAPAH も独自に個々の施設改善の計画を策定しているが、そのための財源を確保できないことから実施に至っていないなど、運営・維持管理の状況においても、持続性にかかわる問題がみられる。

以上より、本事業の維持管理は組織体制と財務状況に重大な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は低い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

ペルーとの国境紛争などの影響で開発の遅れていたアレニージャス市とワキージャス市の 2 市において、24 時間の水供給を実現するために本事業は実施された。

本事業は、エクアドルの国家開発政策と日本の援助政策における重点分野と整合しており、対象地域の開発ニーズとの整合性も高いことから、事業実施の妥当性は高いといえる。本事業の事業費および事業期間ともにほぼ計画通りであり、効率性も高い。給水能力の増強および安全な水質という点での目標は達成しているが、24 時間給水などのユーザー側の便益を見た目標は達成されておらず、また経済面や衛生面の期待されたインパクトの発現もみられず、事業の有効性は中程度である。実施機関のワキージャス・アレニージャス両市地方水道公社の今後の組織としての在り方が定まらないなど、体制面の持続性に大きな問題があり、さらには財務面にも課題が見られることから、本事業の効果の持続性は低いと言わざるを得ない。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

4.2 提言

4.2.1 実施機関（EMRAPAH）および 2 市政府への提言

- 早急に EMRAPAH の改定設立法についての合意を成立させる。現在の EMRAPAH は、

二市間の意見の相違や、共通の浄水場とそれぞれの市の複数の独自水源の総合管理など、現在の経営管理体制にとって難易度の高い経営環境に直面しており、今後の対策としては、なるべく責務・業務を簡素化する方向で検討すべきであろう。現在、EMRAPAH を分社化する案が浮上しており、2 市はともにこの案に関心を示している。最終的には当事者である 2 市と現在の公社の関係者の合意によって決めるべきことであるが、具体的に話を進めるための場を作るために、MIDUVI が仲介役として協議を進めるのが望ましいと考えられる。

- EMRAPAH の設立法の改定に合わせて、2 市からの資金供与のあり方を改善することも検討してみる。現状のように毎年の赤字分を両市が義務として補てんするような方法もあるが、これでは毎年の補てん額が変動する可能性があり、市にとってもEMRAPAH にとっても、前もって財務計画を立てることが難しくなると考えられる。一方、EMRAPAH の財務的な自立に向けて中・長期的なスケジュールを決めて、そのスケジュールに沿ってあらかじめ決めた額を供与するという方法もある。何らかの方法をとるにせよ、サービス強化を促進する形で財務の安定化に向けての方法を確定することが必要である。
- ユーザー登録、接続記録、支払い帳簿、メーター設置・保守記録、水使用量などのマネジメント情報の収集と管理の体制を再構築することで、中長期的な運営計画策定の改善に役立てる。
- 取水口への引き込み水路の改善・保護を行うことで、取水水路が狭まり浄水場への水供給が困難になることを防止する。
- 両市とも、浄水場以外の水源にも依存しており、市内の配水管では、本事業で建設した浄水場からの水と、その他の水源からの水が混合されており、これら他の水源からの水の水量、水質の安定は、本事業の効果発現を安定的に維持するためにも重要である。市の水需要に安定的に応え、本事業の効果を持続的に維持するためには、アレニージャス市のロマ・キト浄水場のリハビリおよび、ワキージャス市の既存井戸の安定的運転のための電力供給の改善やポンプ整備などの維持管理活動の強化も必要である。
- アレニージャス市の一部では、浄水場を通さずに、取水場からの水を直接配水している地域がある。また、上記の、他の水源からの水供給の不安定さも原因となって、一部水質に懸念のある地域もある。これらの地域について、定期的な水質検査を実施し、状況を把握するとともに、水の安全性について利用者に適切な情報を提供することが必要である。

4.2.3 JICA への提言

EMRAPAH の設立法の改定が完了することを条件に、中長期計画や財務計画の策定、顧客管理、情報管理などの管理面の技術支援の可能性を検討する。これら管理面での技術の確立が不十分なままであれば、本事業が想定した効果の持続や効果の発現に大きな懸念が生じかねない。

4.3　教訓

①　実施機関の受け入れ準備の慎重な見極め

本事業のように、複数の行政組織の協同事業であるなど、政治・行政的に複雑な背景を持つような場合は、カウンターパート機関に人が配置され計画通り機能する状態になる前に事業を開始することは極めて大きなリスクを抱えることになる。事業開始のタイミングを慎重に見極めることが必要である。できれば、少なくとも文書において設立が確認されてから開始すべきであろう。さらに事業開始後も、カウンターパート機関の公的な設立が順調に進み、それに伴って技術面、マネジメント面での能力が備わっていくかどうかを、事業のリスクマネジメントという観点からモニタリングしていくことが必要であろう。

②　マネジメント技術の重要性

上記の受け入れ機関の準備状況の見極めに関連して、特に、組織マネジメントスキルに関する分析の重要性を強調したい。無償資金協力の場合、施設維持管理のための技術についての事前の分析は行われるが、カウンターパート機関がその施設を持続的に運営するための、中長期計画の策定、財務管理などのマネジメントスキルに関する考察が必ずしも十分ではない場合がありえる。しかし、本事業の場合のように、施設維持管理の技術に大きな問題がなくても、マネジメントスキルの不足のために、事業の効果やインパクトの発現や持続性の確保の上で大きな問題が発生することがある。事前の調査において、施設の維持管理だけでなく、その施設を活用した事業実施のためのマネジメント技術という点も含めて分析し、必要な対応を事業の中に組み込んでいくことが必要であろう。

③　重要事項の別途合意形成

水供給の事業において、地域間の水分配というのは極めて重要な事項である。本事業では、2 市の間の水分配について、基本設計調査報告書の中で設計の前提として記載し、基本設計の内容に関する包括的な合意として署名を交わしたものの、水分配そのものに関する合意文書は作成されなかった。この、水分配に関する合意文書の不在ということが、現在の 2 市間の問題の解決を困難にしている大きな要因の一つとなっている。

無償資金協力事業の基本設計調査は、多くの重要検討事項について案を提示し、基本設計に対する関係者の合意は、設計に含まれるすべての提案についての合意とみなすことができる。しかし、将来争点となりうるような重要事項の合意形成については、独立した合意文書がとり交わされるよう、日本側としても適切に確認すべきであろう。あるいは、重要事項についての関係者間の正式な合意形成を案件開始の条件とすることも一法であろう。いずれにしても、事業の成功のための条件を見極め、それらが十分に整うための慎重な検討と対応が必要である。

以上

エジプト

エルマハラエルコブラ浄水場施設改善計画

アイ・シー・ネット（株）青木憲代

0. 要旨

本事業は、エジプト・アラブ共和国のガルベヤ県エルマハラエルコブラ市と周辺 10 村において、浄水場施設と配水管網の整備工事を行い、その運営管理担当職員に対して技術訓練を実施することにより、給水状況の改善を図り、同地区の住居環境の向上に寄与することを目的としている。

本事業は、エジプトの開発政策や日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、事業の妥当性は高い。主要な運用効果指標もほぼ計画値を達成しており、本評価調査で行った受益者調査でも本事業による水供給の改善の認知度も高いことが確認されたことから、事業の有効性は高い。本事業の事業費及び事業期間ともに計画内に収まっており、効率性は高い。運営・維持管理の体制や技術力の維持には問題はないものの、外国製スペアパーツの調達や維持管理上軽微な点で課題があるため、本事業による効果の持続性は中程度といえる。以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要

案件位置図

凝集沈澱池

1.1 事業の背景

エルマハラエルコブラ市は、ナイルデルタ地域の繊維工業を有する産業都市であり、1980 年代からの繊維産業の拡大により市内への人口流入が続いてきたが、人口増加に対する給水施設の整備は立ち遅れており、給水の供給量不足の問題が顕在化していた。市内には慢性的に水が届かない地域があり、安定した給水量を確保するための給水施設の整備が急務とされていた。計画地は、浄水場と小型の簡易浄水施設（コンパクトユニット）と井戸施設から給水されているものの、給水状況の抜本的な解決には至っておらず、老朽化した既存の浄水施設の補修も含め、新たな浄水施設の拡張が求められていた。

1.2 事業概要

本事業は、ガルベヤ県エルマハラエルコブラ市と周辺 10 村において、浄水場施設と配水

管網の整備工事を行い、その運営管理担当職員に対して技術訓練を実施することにより、給水状況の改善を図ることを目的としている。

E/N 限度額／供与額		2,423 百万円／2,387 百万円
交換公文締結		2006 年 6 月
実施機関		全国上下水道庁（NOPWASD）
事業完了		2009 年 3 月
案件従事者	本体	大日本土木株式会社
	コンサルタント	八千代エンジニヤリング株式会社／ 株式会社東京設計事務所 共同企業体
基本設計調査		2005 年 7 月～2005 年 12 月
関連事業		「ナイルデルタ地域上下水道公社運営維持管理能力向上プロジェクト」（2011年4月～2014年3月）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

青木　憲代　（アイ・シー・ネット（株））

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下の通り調査を実施した。

調査期間：2011 年 9 月～2012 年 11 月

現地調査：2012 年 2 月 6 日～21 日、2012 年 4 月 21 日～5 月 2 日

2.3 評価の制約

特になし。

3. 評価結果（レーティング：A[1]）

3.1 妥当性（レーティング：③[2]）

3.1.1 開発政策との整合性

エジプト政府は、「第 5 次国家経済社会開発 5 カ年計画」（2002/03 年～2006/07 年）の中で、上水道セクターの重点目標として 2007 年までに給水能力を 1900 万㎥/日から 2600 万㎥/日に引き上げ、送配水管網を 2 万 6000 km から 3 万 900 km に拡張することを掲げた。

この国家目標をもとにして、全国上下水道庁（National Organization for Potable Water and Sanitary Drainage: NOPWASD）は、大カイロ圏とアレキサンドリア市を除く全国の大型上下水道建設事業計画を 5 カ年計画としてまとめ、監督官庁である住宅公共施設省[3]の承認を

[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」。
[3] 事後評価時の省名は住宅都市開発省となった。

受けて、事業を実施している。

一方、事後評価時点のエジプト政府は、「第 6 次国家経済社会開発 5 カ年計画」（2007/08 年～2011/12 年」の中で、公共施設整備の重点目標として上下水道施設整備を掲げている。給水能力を 2012 年までに 2190 万㎥/日から 2780 万㎥/日まで引き上げ、配水管網も 2012 年までに 2 万 9200 km から 3 万 6100 km に拡張することを掲げた。

NOPWASD は、上記の 5 カ年計画に従い、施策の重要項目として、給水の普及率を 100％とするための浄水場の新設と、既存の浄水場の稼働の効率化を挙げている。

本評価時点での状況としては、ガルベヤ上下水道公社（Gharbeya Portable Water and Sanitation Company: GHAPWASCO）[4] は「ガルベヤ県上下水道マスタープラン」（2011 年～2037 年）[5]を新しく策定しており、維持管理能力をさらに向上させ、既存施設の給水能力を計画年度内に 360 L/秒から 800 L/秒とするとしている。

これらのことから本事業は、事前評価時と本事後評価時ともに、エジプトの開発政策に整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

対象地域では、エルマハラエルコブラの旧浄水場[6]（以下、旧浄水場）、小型簡易浄水施設（以下、コンパクトユニット）と井戸施設からの水が供給されていたが、旧浄水場は老朽化が激しく、地下水の汲み上げにより、井戸水は塩分濃度が高いなどの問題があり、対象地域全体として、給水圧、給水量、断水などの点に問題が起こっていた。

送配水は、ポンプによる圧送方式で送られているが、停電時には旧浄水場やコンパクトユニットからの送水は停止する。この停電中に水圧が下がり、送配水管内に汚水を吸い込み、送配水した水が汚染されるなどの課題があった。

本事業の計画は、これらのニーズに応えるためのものであり、供給側と需要側の両方の観点から、本事業実施のニーズが確認された。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本は2003年に「政府開発援助大綱」を策定し、その重点課題における貧困削減の一環として、安全な水供給を重視し、生活の質の改善に不可欠な援助事項として位置づけている。

「対エジプト国別援助計画」においても、1980年代前半から今日に至るまで、日本の援助重点分野の一つとして、上水道の整備が位置づけられてきた。本事業前までは、シャルキーヤ県やギザ市、大カイロ圏などで日本の給水関連の事業が実施されており、全国で3番目に人口の多いガルベヤ県を対象としたものはなかった。受益者規模が大きいと想定できるガルベヤ県での本事業は、援助の優先度としても妥当性が認められる。

---

[4] 持続性のところで述べるが、セクター改革が行われ、ガルベヤ上下水道公社は、政府機関から独立採算制の企業となったため、名称が変わった。

[5] 2005 年以降のセクター改革に伴い県レベルの計画が立てられるようになった。

[6] 1984 年からチェコスロバキアの援助により、フェーズ 1 とフェーズ 2 で建設され、2001 年にフェーズ 3 で拡張された浄水場。本事業対象の浄水場の敷地内にある。市内には英国によって 1924 年に建設され修復を重ねている浄水場も別にあり、これも旧浄水場と呼ばれている。本報告書では、チェコの支援によるものを旧浄水場と呼ぶこととする。

対エジプト援助の上水分野の主要ドナーである GTZ は、中央の維持管理監督機関の設立や強化を中心に支援を行い、日本は、県の上下水道公社を対象として維持管理や技術移転を中心とする協力を行っており、他ドナーとの支援対象の区分けは明確である。

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

3.2 有効性[7]（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果

3.2.1.1 運用指標

本事業は、表 1 に示す通り、同じ浄水場敷地内にある旧浄水場の浄水量 400 L/秒に、新設の浄水場による 400 L/秒の増加量を足した 800 L/秒を目標値としているが、計画どおり達成している。

表 1　本事業の運用指標

指標名（単位）	基準値（2005 年）	目標値（2010 年）	実績値（2010 年）	計画比
給水量 L/秒	400L/秒	800L/秒	800L/秒	100%

出所：GHAPWASCO と NOPWASD 質問票回答

3.2.1.2 効果指標

対象地域の都市部の給水人口は、目標値を約 2 万 5000 人上回り、2010 年には、47 万 9467 人に達しており、この増加分が都市部の 1 人 1 日平均給水量にも影響している。都市部では、計画以上の給水人口の伸びにより、目標値の 215 L に対して 192 L となっている（計画比 89%）。農村部では、人口が予測通り伸びていないこともあるが、1 人 1 日平均給水量は計画通り 125 L を達成している。

表 2　本事業の効果指標

	基準値（2000 年）	目標値（2010 年）	実績値（2010 年）	計画比
1 人 1 日平均給水量 都市部 農村部（1 万人以上） 農村部（1 万人以下）	 163L 89L 89L	 215L 125L 125L	 192L 125L 125L	 89% 100% 100%
給水率	100%	100%	97%	97%
給水人口 エルマハラコブラ市 周辺 10 村	 431,954 126,591	 454,746 人 144,139 人	 479,467 人 133,521 人	 105% 93%
合計	558,545	598,885 人	612,988 人	102%

出所：GHAPWASCO と NOPWASD 質問票回答

[7] 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。

3.2.1.3 水道水質

計画時に目標としたエジプト水質基準から判断して、計画以上に質のよい処理水が得られている。

表 3　水質基準と処理水の実績水質

	計画水質（処理水）注）	実績水質（処理水）
pH 値	6.5-9.2	7.47-7.95
色度	コバルト・プラチナスケールで最大20-30	なし
味	容認できる範囲	容認できる範囲
臭い	無臭	無臭
濁度	ジャクソン単位5	0.3
蒸発残留物	1,200 mg/L	105 mg/L
鉄	0.3 mg/L	0.01 mg/L
マンガン	0.1 mg/L	0.01 mg/L
銅	1.0 mg/L	0.002mg/L
亜鉛	5.0 mg/L	なし
硬度	500 mg/L	130 mg/L
カルシウム	200 mg/L	80 mg/L
マグネシウム	150 mg/L	45 mg/L
硫化物イオン	400 mg/L	20 mg/L
塩素イオン	500 mg/L	30 mg/L
ナトリウム	200 mg/L	-
アルミニウム	0.2 mg/L	なし
カルシウムバランス	±0.1	-

出所：基本設計調査報告書、GHAPWASCO からの情報
注）エジプト水質基準に基づく計画

3.2.1.4 配水管網の水圧

給水圧については、管路網内において、最低でも30 m 程度の給水圧を保持することを目標としている。実績では、管路網内の給水圧は25 m[8]を達成しているものの、利用ピーク時には、給水圧が5 m まで下がる地域がある[9]。都市部の人口増加により、特にピーク時の給水量が十分ではなく、また配水池などが経由地になく、貯水ができないことも主な理由として挙げられる[10]。古い配水管をそのまま使用している地域もあり、そこでは漏水の可能性もあるとされている[11]。なお、本事業後、市郊外において送配水管を環状に結びつけることにより、都市部におけるピーク時の水圧保持の課題が改善されることが期待されてい

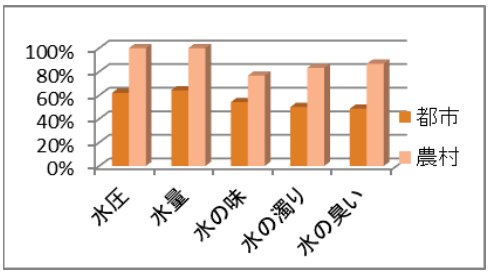
[8] エジプト基準では、25 m が送配水末端網の需要家への最小給水圧としている（4-5 階建物に直接給水可能な水圧を基準とする）。
[9] 給水圧の設定の経緯は、基本設計報告書にも詳細に書かれているが、基本設計後の NOPWASD の採用した給水圧分析モデルにより、エジプト側の送配水管計画が作られており、基本設計で立てた給水圧値が、達成できない可能性もあるとされる（現地雇用エジプト人上水道専門家）。
[10] 浄水場関係者による情報。
[11] GHAPWASCO による情報。技術協力プロジェクトの「ナイルデルタ地域上下水道公社運営維持管理能力向上プロジェクト」が無収水率改善のための活動をガルベヤ県でも行うこととなっている。漏水に関わる技術移転はこれから行われる。

る。また、将来的には浄水場を増設することを予定しており、敷地も確保されている[12]。

3.2.2 定性的効果

3.2.2.1 水質や水圧や水量の改善

本事業による効果を把握するために受益者調査を実施した[13]が、調査の回答者は農村部における水供給改善の認知の度合いが、都市部と異なって水圧と水量では100%が改善したと回答している。水の味[14]や臭い[15]、濁り[16]についても、都市部と比べて改善の認知の度合いが高い。都市部では、高層建物に居住する人口も多く、建物内の給水管の老朽化や洗浄の頻度などの影響もあり[17]、臭いや濁り、味について原因を特定するのは困難である。GHAPWASCO で確認したところ、エルマハラエルコブラ市の送配水管については、洗浄計画を地域ごとに立て、定期的に洗浄を実施しているとのことである。さらに、現在計画されている環状線の送配水管網が整備されれば、市内の配水管を原因とする水の汚濁の可能性はさらに低くなると期待される[18]。



出所：受益者調査結果
図 1　事前事後の比較において「改善した」と回答した者

3.2.2.2 給水時間の改善

給水時間の改善に関しては、都市部の89%の回答者、農村部の96%の回答者が、24時間給水を受けられるようになったとしている[19]。

---

[12] 浄水場関係者による情報。

[13] エルマハラエルコブラ市70サンプル（エルマハラエルコブラ市は、第一地区と第二地区に分かれており、それぞれ35サンプルずつ調査）、農村地域30サンプル、合計100サンプルを調査した。全体の裨益者数から考えても、ケーススタディ的なもので、統計的な有意性を問う調査ではない。主な利用者が小口需要家であることから調査対象を世帯とした。各世帯の平均人数は4.52人である。実施時期は2012年1月。「改善したか」という相対質問の結果から濁りや臭いの状況や問題の原因を追究するのは困難であるものの、あくまでも、全体的な受益者の状況を把握し、原因についても推測されうる要因を探るという視点に立っている。

[14] 味については、浄水場に近い地区では、残留塩素の影響を受け、古い送配水管網や居住建物の給水管の状況と関連しているとされる（浄水場関係者による情報）。

[15] 浄水場での臭度は基準値内であるため、臭いの原因としては、配水管のパイプが老朽化しているためか、接続部に汚水が浸透していることが考えられる。但し、エルマハラ浄水場は、市内の数カ所で水質検査をしており、汚染（大腸菌など）は確認されてはいない。

[16] 浄水場での濁度は、2 時間ごとに計測されているが、値は非常に低いため、濁りは送配水網または居住建物の給水管で生じていると考えられる。

[17] 現地雇用のエジプト人給水専門家によれば、高層建物において給水管管理のための洗浄は一般的に行われていないとされる。

[18] GHAPWASCO による情報と現地雇用のエジプト人給水専門家による情報。

[19] 受益者調査結果。事業前に行ったベースライン調査（基本設計調査報告書）によれば、都市部で計画断水が行われていると回答した世帯が 48%、計画外の断水が 37%であった。このベースライン調査には給水時間について記述がないが、このような計画断水の状況が改善され、ほぼ 24 時間給水が実現し、断水も 3.2.2.3 にあるように改善された。

表4　給水時間の改善

	都市	農村
24時間	89%	96%
18時間	1.4%	0%
16時間	1.4%	0%
12時間以下	7.2%[20]	3.3%[21]

出所：受益者調査結果

3.2.2.3 不定期の断水の改善

不定期の断水は、都市の81.4%、農村部の96%の回答者が改善したとしている[22]。

表5　断水の改善

	都市	農村
断水の改善	81.4%	96.0%

出所：受益者調査結果

3.2.2.4 水源の変化

都市部については、100%の回答者が各世帯の水道蛇口から給水を得るようになった。農村部については、事業実施前と変わらず、100%の回答者が水道蛇口から給水を得ている[23]。

表6　水源の変化

	都市	農村
事業前		
水道蛇口	92.9%	100%
モスクの水	2.8%	0%
低層階から高層階へ水を運ぶ	11.4%	0%
事業後		
水道蛇口	100%	100%

出所：受益者調査結果

3.2.2.5 ソフトコンポーネントの成果

本事業では、既存施設の維持管理のための技術支援も含めてソフトコンポーネントが実施された。具体的な内容は、浄水プロセス管理技術とデータに基づく維持管理技術の指導である。この中には、モニタリングシステムについての技術指導が含まれている。このモ

[20] アパート等の高層階に住む世帯、アパート用の適切な送水ポンプを持たないアパートで生じているとされる（浄水場関係者による情報）。
[21] 末端配水管の世帯である。水圧不足が主な原因とされる。
[22] 受益者調査結果。
[23] 受益者調査結果。

ニタリングシステムでは、取水流量、濁度、残留塩素の数値がパソコンで確認できるようになっている。

これらの指導の結果は、水浄化のシステム管理のためのモニタリングシステムを用いた水質制御過程の管理とデータ分析・活用に活かされており[24]、指導に沿った薬品[25]の投入、データ入力、データ保存・処理が行えるようになった。ただし、IT 専門の人材はいないため、モニタリングシステムのソフトに不具合が生じた場合などの対応はできていない。浄水場での薬品の投入管理については、もともと暑い季節は、水量の増加のほかに、処理過程や送配水管内での雑菌の増加への対応のために塩素使用量を増やしている。一方冬期は、運河の水量が少なくなることに起因する濁度の上昇への対応のために、硫酸アルミニウムの投入を増やすことなどが必要で、状況の変化に応じた投入管理が行われる。本事業後は、ソフトコンポーネントでの指導により、データに基づいて取水流量と濁度に合わせた薬品の投入ができるようになった。薬品投入の量としては大きな変化はないが、水質の維持のために適切な管理ができるようになっている。

本事業を通じて給水量・水圧の増加、水質の改善、断水頻度の減少が実現され、住民の受益は大きかったものと考えられる。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

3.3.1.1 水配分の公平性

対象地域では、供給量が増加して水量・水質・水圧は改善された。改善の度合いについては、都市部と農村部で差異がある。都市部は農村部のような一戸建てではなく高層階建物に住んでいて、人口密度の高い居住形態をとっているため、給水の状況が異なっている。

エジプト側の事業である送配水管の設置状況による水供給の地域差については、数箇所の地域を選択して、配水管工事の有無や工事による効果を確認しようと試みたが、都市部や郊外地域には、本事業による新しい配水管と本事業以前の古い配水管が地域的に入り交じっており、本事業による水配分の公平性への寄与について断定できるような情報は得られなかった。

3.3.1.2 その他、生活環境の改善

事業以前に給水をすでに受けていたために、顕著な生活環境の改善とはいえないが、60%の回答者[26]が、生活環境が改善したとしている。

表7　水供給が改善したためにどのような変化があったか。（複数回答可）

	「改善した」（回答者60名中）
掃除回数が増加した	95%　（57）
洗濯の回数が頻繁になった	85%　（51）

[24] 本事業による新浄水場では、PC 画面で数値が確認できるモニタリングシステムが導入されている。旧浄水場については、このようなデジタル形式のモニタリングと自動制御は導入されていないが、ソフコンの指導により、旧浄水場でも流量や汚濁量を計測し、必要な薬品を投入するようになった。古い施設なため、新浄水場のように自動制御となっておらず、計測数値結果による水質制御をしている。

[25] 主に硫酸アルミニウムと塩素。

[26] 受益者調査結果。

	「改善した」（回答者60名中）
夜睡眠を長く取るようになった[27]	55%　（33）
時間を節約できるようになった	28%　（17）
水に関する心配がなくなった	15%　（9）
水汲みの時間が減少した	15%　（9）

出所：受益者調査結果

3.3.2 その他、正負のインパクト

3.3.2.1 自然環境へのインパクト

本事業では、環境に対する負荷を軽減するために、沈殿池汚泥の排水運河への未処理放流をやめ、汚泥槽、汚泥濃縮槽で処理した濃縮汚泥を、本計画の浄水場から 8 km 離れた既存の下水処理場に運搬して天日乾燥による処理が計画され、濃縮汚泥を運搬車で下水処理場まで運搬し、処理されるようになった。環境省によるナイル川・運河汚染防止法に従って排水処理が行われるようになった。

しかし、排水運河[28]の周辺地域では、廃棄物を投棄し[29]、旧浄水場が現在も運河に浄水過程で生じる汚泥を排水処理しているため[30]、排水運河の水質はよくはなっていない。したがって、本事業により運河の汚染が顕著に改善されたわけではない。ちなみに、事業前後の排水運河の水質モニタリングは行われていない[31]。

また、本事業の取水施設の工事の際には、シートパイルによる仮締め切りと水替え工事が行われ[32]、エルマラ運河の水質汚濁が可能な限り防止された。

3.3.2.2 住民移転・用地取得

本事業の実施による住民移転や用地取得は、既存浄水場の用地を使用したため、発生していない。

3.3.2.3 工事による周辺住民への影響

浄水場の敷地周辺は住宅地であるため、近隣への騒音・振動の少ない工事方法で行われ、周辺住民への影響はなかった[33]。工事中に浄水場関係者によりモニタリングが実施されたが、特に工事中の周辺住民や周辺地域に対する影響はなかった[34]。

以上より、都市部の人口が計画以上に増加したため、水圧が計画値に達しておらず、特にピーク時のみ最終配水網における水圧が十分ではないものの、他の効果指標は達成して

[27] 本事業前は、高層階の世帯が、低層階で水圧が高くなる夜間に低層階から水汲みをしていたが、事業後は低層階からの夜間の水汲みがなくなった。深夜に水圧が高くなる際に水を貯めていた世帯では、水に関わる心配が軽減された。

[28] 運河には 2 つあり、通常の運河と並行して排水運河がある。排水運河は通常の運河より幅が狭い。

[29] 近隣住民による投棄かどうかは確認できていない。

[30] 新浄水場では、本事業の供与のバキュームカーが汚泥を汚水処理施設へ運んでいるが、旧浄水場については、このようなバキュームカーがないため、現在も排水運河に排出されている。旧浄水場の汚泥の運搬については、本事業の対象外となっている（基本設計調査報告書）。

[31] 運河汚染防止法はあるものの、水質モニタリングの実施は求められていない。罰則などの規定もない。

[32] 実施運営機関と維持管理機関による情報。

[33] 浄水場関係者による情報。

[34] 浄水場関係者による情報。

おり、また、水配分の公平性や生活環境の改善などのインパクトも認められることから、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：③）

3.4.1 アウトプット

本事業において、日本側により整備・提供されたアウトプット（計画と実績）を表 8 に、エジプト側により整備・提供されたアウトプット（計画と実績）を表 9 に示す。

表 8　日本側により整備・提供されたアウトプット（計画と実績）

項目	計画	実績
施設整備	1）　取水・導水施設（440L/秒の取水量） -取水口、原水ピット、導水ポンプ、取水管（3本）、原水ピット	計画通り
	2）浄水施設（着水池から薬品沈殿池まで、440L/秒の浄水生産能力、約3万5000㎥/日） -急速混和池を含む着水井、上下迂流式フロック形成池、凝集剤注入設備、急速ろ過池、ろ過池洗浄用水槽、塩素注入設備、塩素中和設備、汚泥処理設備（排水槽、排泥槽、汚泥濃縮槽）	計画通り
	3）送配水ポンプ設備（520L/秒×60mk の送水能力）	計画通り
	4）運転管理設備 -制御盤、監視パネル、計測器など	計画通り
	5）受変電設備（11kV/380V、1250kVA） -受電盤、変圧器、配電盤	計画通り
	6）非常用発電設備（675kVA） -ディーゼル発電機、燃料タンク	計画通り
	7）土木・建築構造物 導水・送配水ポンプ室、薬品注入棟、ろ過池管理棟	計画通り
機材調達	1）汚泥運搬用の 10 トン車級バキュームカー1 台 2）維持管理工具 計測器、安全対策器具	計画通り
技術指導	運転・維持管理要員を対象に維持管理に関わる技術指導[35]と技術指導成果品の提出 -データ処理用のアプリケーション（基本設計書、設計仕様書、ユーザーズマニュアル）	計画通り

出所：基本設計調査報告書、JICA 提供資料、質問票回答

表 9　エジプト側により整備・提供されたアウトプット（計画と実績）

計画	実績
浄水施設予定地の整地	計画通り
10.5kV 電力線引き込み	計画通り
送配水管のリハビリ・接続	計画通り

出所：基本設計調査報告書、関係者へのインタビュー、コンサルタント提供資料

[35] 事業では、既存浄水場の維持管理のための技術支援も含めてソフトコンポーネントが実施された。

エジプト側負担分の送配水管のリハビリ・接続については、本事業対象の浄水場から市内中心に敷設する送配水管は、計画どおり 2009 年までに完成した。基本設計時に、本事業として計画されていたエルマハラエルコブラ市の外環道路沿いの新たな環状の配水幹線網を建設する事業については、基本設計後に、予算が確保され次第、工事に着手することとなり、本事業外の工事となった[36]。

出所：基本設計調査報告書の浄水場図をもとに編集

図 2　本事業のエルマハラエルコブラ浄水場

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

本事業の E/N 限度額が 2,423 百万円に対して、契約金額での実績は 2,387 百万円であり、計画比 98.5%に収まっている。基本設計計画時のエジプト側の 1,102 百万円の概算費用には、エルマハラエルコブラ市の外環道路沿いの配水幹線網工事も含めて費用が計上されていたが、実施時にはこれが本事業外となったため、基本設計時の概算費用と比較すると支出が抑えられる結果となった。エルマハラエルコブラ市の外環道路沿いの配水幹線網工事費は、358.22 百万円が計上されていたため、これを基本設計時の概算費用 1,102 百万円から引いた 743.78 百万円を、計画時の額と直した場合、支出合計は 728.58 百万円であるため、計画比は、97.9%となる。エジプト側の支出も計画内に収まっている。

ソフトコンポーネントの詳細活動計画と実績を比較すると、詳細活動計画では日本人専門家 3.3 MM と現地補助員 5.0 MM なのに対して、実績では、日本人 3.8 MM、現地補助員 6.5 MM と投入が増えている[37]。投入を増やすことにより、旧浄水場も含めて、本事業の維持管理が確実になされるよう指導した[38]。

[36] ガルベヤ県 NOPSWASD の計画。
[37] JICA 提供資料、コンサルタント提供資料。ソフトコンポーネントは、新旧両方の浄水場を対象とすることとし、計画より期間を延ばして行われた。
[38] コンサルタントによる情報。

3.4.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、事業事前計画表によれば、詳細設計・入札・材料調達・輸送・建設・検査・試運転・技術指導を含め約 32 カ月であり、2006 年 7 月の詳細設計開始から 2009 年 2 月の技術指導完了まで 32 カ月要したことになり、計画通り実施されている。アウトプットの大幅な増減がないため、事業期間にも影響がない。エジプト側事業としては、浄水場からエルマハラエルコブラ市内を中心とする送配水管の建設を事業期間内に完了した。

以上より、本事業は事業費及び事業期間ともに計画内に収まり、効率性は高い。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

3.5.1.1 実施機関

NOPWASD は、本事業の計画時と比較して組織の変更はない。

3.5.1.2 維持管理機関の監督機関

上下水道事業の維持管理機関については、2004 年以降、大幅な組織改革が行われた[39]。住宅都市開発省の管轄の下、上下水道資産保有会社（HCWW）が、大統領令（No.135/2004）により、県上下水道公社の監督・モニタリングを行う組織として設立された。HCWW は、全国 23 の加盟上下水道公社（Affiliated Company）の経営のシステム化と標準化を進め、加盟公社の予算申請の取りまとめと予算配分の決定を行い、各公社の業務実績も評価している。

HCWW は、技術、運営、顧客満足、水質など 64 項目のパフォーマンス指標を設定し、3 カ月ごとに各県の水道公社に報告をさせ、年度末に総合評価を行い、業績のよい公社職員にボーナス[40]を与える。ガルベヤ県の場合、他の 22 県の公社と比較して、これまでの業績評価は高く、昨年度は 17 カ月分のボーナスが与えられている。

3.5.1.3 ガルベヤ県の維持管理機関

ガルベヤ県では、計画時のガルベヤ県上下水道公社（Gharbeya Company for Water Supply and Sanitary Drainages: GACWASD）は、組織再編により 2005 年に GHAPWASCO と名称が変更された。計画時に GACWASD は政府機関であったが、現在は、HCWW の監督下の独立採算の企業となったものの、収入不足の際には公的支援を受ける。

GHAPWASCO の職員数は 5940 人であり、本事業の計画時と変わりはない。給与もインフレーション率に従い若干増加したが、基本的に変更はない。

セクター改革以前は、計画や政策や戦略も上位機関が策定したものに従い、自ら行うことはできなかったが、現在では GHAPWASCO で独自の計画や戦略を策定することができる。各県のマ

[39] GTZ は 2005 年から 10 年間の計画で、中央における上下水道の維持管理のための監督機関の設立と機能強化を支援している。本事業もこの新しい取り組みによる維持管理改善の影響を受けており、特に持続性の向上にとって望ましい環境が整っているといえる。

[40] 全職員にボーナスを支給するなどのインセンティブを与えている。以前は公社の職員は給与のみでボーナスがなかった。

スタープランが策定されたのち、HCWW の承認を受け、エジプトとしての優先プロジェクトが選ばれ、最終的に国のマスタープランが策定されることになっている。

GHACWASCO の総裁は外部から選ばれ、契約は 1 年ごと、任期は 3 年間である。HCWW の公社運営実績の評価により任期の継続が決定される。

3.5.1.4 維持管理機関のエルマハラエルコブラ支局

エルマハラエルコブラ浄水場の本事業の要員配置図では、技師の浄水場長の下に、水質制御部、運営部、維持管理部がある。水質制御部と維持管理部は、旧浄水場の水質管理と維持管理も担当している。運営部のみが、本事業の浄水場の運営にあたる。運営部は 3 人が交代で勤務し、24 時間体制である。

エルマハラエルコブラ浄水場の要員配置については、瑕疵検査時にさらなる増員が求められた。その結果、本評価時点では、表 10 にあるように計画された要員数が充足されている。技能工を増やし技師を減らしているが、現場レベルで技術を持つ人を増やすという GHAPWASCO の方針でもある。化学技師は、水質管理と薬品投入に重要な役割を担うため増員している。

表10　本事業の要員配置実績（評価時）

	既存施設要員数	本事業増員数（計画）	本事業増員数（実績）	全体の要員数（実績）
浄水場長	1	0	0	1
技師	7	2	-5	2
技能工	14	7	17	31
化学技師	2	1	5	7
事務員	0	1	2	2
作業員	11	4	-2	9
合計	35	15	17	52

出所：GHAPWASCO とエルマハラエルコブラ浄水場による情報

3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業以前も旧浄水場を運営・維持管理するうえで十分な技術を技術職員は有していたが、事業完了時の運営･維持管理に関わる技術職員の技術レベルは、自動制御の運営・維持管理の能力を得て必要な技術レベルに達している。保守・点検体制も整っている。維持管理の計画は、コンサルタント会社とコントラクターが提示した標準作業手順書（Standard Operation Procedure: SOP）に沿って立てられている。浄水過程や維持管理などは詳細に維持管理ログがとられている。維持管理の計画どおり、業務が行われている。

SOP 手順

維持管理ログ

汚泥運搬車

3.5.3 運営・維持管理の財務

NOPWASD の予算は、国家開発計画により配分が決定される。第 6 次計画での大幅な伸びは、政府が農村部に対する給水施設を拡充する計画を打ち出したためである。

表11　NOPWASD の新旧5カ年計画予算

	第4次計画	第5次計画	第6次計画
年度	1997-2002	2002-2007	2007-2011
総事業費*	12,000百万 LE	17,949百万 LE	37,500百万 LE*

出所：NOPWASD による情報
*総事業費には下水道事業も含まれる

ガルベヤ県計画予算は、第 5 次計画でも第 6 次計画でも、全国 23 県のうち 2 位を占めている。

表12　ガルベヤ県計画予算（全国の総事業計画予算*に対する割合）

	第5次計画	第6次計画
ガルベヤ県	10.2%	12.4%

出所：NOPWASD による情報
*総事業費には下水道事業も含まれる

維持管理に関わる予算は、県から HCWW 経由で財務省に申請し、承認された予算計画に基づいて支出されている。HCWW は、必要に応じて予算の増額の根拠などを公社に確認している。ガルベヤ県への補助金は、HCWW がほぼ計画どおり拠出している[41]。GHAPWASCO の収支状況を表 13 に示す。営業活動収入は増えている。これは、顧客支払い率の向上など GHAPWASCO の営業努力による。不足する経費[42]は、政府から GHAPWASCO へ HCWW の補助金として補填される[43]。

[41] GHAPWASCO による情報。2012/13 年の見込みについては、政権交代もあり、確かな回答は得ていない。
[42] 水道公社の補助金申請は県が申請を行う（GHAPWASCO による情報）。
[43] HCWW からの GHAPWASCO への補填額実績は、2007/8 年度、74,100,000LE（エジプトポンド）、2008/9 年度、72,007,683LE、2009/10 年度、117,871,432LE、2010/11 年度については情報入手できず（GHAPWASCO による情報）。2009/10 年度の金額が多くなっているのは、新規浄水場の稼働、環境基準適合を目的とした浄水場設備の設置などのため支出が増加したためである。

表 13　GHAPWASCO の収支状況　　（単位：LE）

	2009/10	2010/11
収入		
営業活動収入	182,760,280	205,111,506
無償供与	30,440,746	39,470,350
投資と利子	10,811,520	11,672,817
その他の収入	14,918,148	4,106,738
合計収入	**228,930,694**	**260,361,411**
支出		
燃料、部品、電気等	41,871,243	44,657,144
雇用者給与	136,695,622	185,657,534
減価償却、税金、利子等	82,384,381	101,450,802
負債損失等	85,850,880	6,011,073
合計支出	**346,802,126**	**337,776,553**
収支	**-117,871,432**	**-77,415,142**

出所：GHACWASCO 財務部

県の水道料金は、HCWW が基本的な素案を決め、財務省と住宅都市開発省が許可したあと、国民議会にかけて承認されたのちに法令が発令される。国民の支払い能力を考慮して決められるため､施設建設･維持管理や上水道事業運営の持続可能性は考慮されないが、事業前と比較すると、表 14 のように水道料金は値上げされている。

表14　水道料金体系　（LE/㎥）　GHAPWASCO

使用者区分	2005年	2011年
一般家庭（30㎥未満）	0.23	0.35
一般家庭（30㎥以上）	0.30	0.47
建設工事現場	0.50	4.38
公共施設	0.35	1.40
公共施設（体育施設）	0.40	2.63
小規模事業所	0.50	1.52
大規模事業所	0.53	1.52
観光・投資事業所	0.85	2.63
政府公共住宅（1部屋）	2.5LE/月	10.5LE/月
政府公共住宅（2部屋）	3.0LE/月	12.6LE/月
政府公共住宅（3部屋）	4.0LE/月	16.5LE/月
政府公共住宅（4部屋以上）	5.0 LE/月	20.1LE/月

出所：GHAPWASCO による情報

GHAPWASCO エルマハラエルコブラ支局の収支は表15の通りである。現在、エルマハラエルコブラ支局の水道料金顧客支払い率は90％である。顧客支払い率が高まったのは、顧客に対応する業務の時間を増やし、業務に関わる職員に賞与を与えるなどのインセンティブを与え徴収の徹底が行われたためである。セクター改革前、水道支払い率は30％であった。

表15　GHAPWASCO エルマハラエルコブラ支局の収支状況　（単位：LE）

年度	収入	支出	不足
2006/7	24,369,569	33,396,422	9,026,853
2007/8	33,821,969	40,606,709	6,784,740
2008/9	44,538,128	52,601,131	8,063,602
2009/10	43,490,135	54,816,097	11,325,962
2010/11	53,056,404	67,459,903	14,403,499

出所：GHAPWASCO による情報

GHAPWASCO エルマハラエルコブラ支局の維持管理実績は表16の通りである。2009/10年度は、エルマハラエルコブラ支局内で2つの新しい浄水場が稼働し始め、TSM[44]が求める環境基準を満たすための工事をエルマハラエルコブラ浄水場で行ったために、費用が増加している。

表16　GHAPWASCO エルマハラエルコブラ支局の維持管理費（実績）（単位：LE）

年度	実績
2006/7	19,345,267
2007/8	20,995,347
2008/9	20,909,801
2009/10	32,137,152

出所：GHAPWASCO による情報

3.5.4 運営・維持管理の状況

施設・機材の使用や維持管理については、現地雇用水道専門家による訪問の際の目視と聞き取りでは、完成後 3 年たった現在もよい状況で維持されている。ただし、凝集沈殿池は、2 つの壁面にヒビが入っており、いずれ修復が必要とされる[45]。

本事業のマニュアルは、基本的に活かされており、保守・点検の方法も、アラビア語で各施設の壁面に要領が記されている。日常・定期点検の回数と状況も維持管理ログに記入されている。

スペアパーツについては交換記録をつけて、なくなった際に業者に依頼する。スペアパーツの確保は、調達する努力を行っているが、現時点では、外国製のスペアパーツ調達は製造元ですでに製造していないものもあるため、調達に時間がかかり、あるいは調達できずにいる。調達できないものについては、現地で対応可能な修理方法をとるなり、調達できないスペアパーツの自動化機材については、旧施設と同様に手動で対処している。

PC の管理については問題があった場合、IT に詳しい職員が浄水場内にいないため、コンサルタント会社の現地事務所職員が対応して、解決している。

2 年前に行われた本事業の瑕疵検査では特に瑕疵はなく、提言事項である清掃の徹底、定期的メンテナンスなどについては、ほぼ改善がなされている。しかし、瑕疵検査時に指摘された安全対策意識の向上のための定期的訓練は実施されていない。

---

[44] TSM（Technical Sustainable Management）は、浄水場における環境基準や維持管理の基準であり、項目をクリアすると証明書を得られる。

[45] 施設の稼働には問題がないが、清掃時に排水をして清掃しようとしても、この壁面の水漏れのため、沈澱池の水が空にならないので、ポンプで水を汲み出して清掃している。これを修理する際には、修理期間に水供給を止めなければならず、修理の時期を逸したままできている。

浄水過程の各施設の状況も維持管理ログに記録されている。塩素漏れも台帳に記録されている。塩素漏れの際には、緊急対応の手順が決められており、それに従って対処する[46]。塩素中和設備のある薬品棟にはラミネートされたアラビア語の手順表が塀に書かれている[47]。職員は安全のための対応方法を把握している[48]。モニタリングシステムは稼働していても、パソコンの維持管理について問題があった場合は、コンサルタント会社の現地事務所職員が対応して解決している。

以上より、本事業の維持管理にスペアパーツ調達や施設の若干のメンテナンス工事の必要性があるため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

本事業はエジプトの開発政策や日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、事業の妥当性は高い。主要な運用効果指標もほぼ計画値を達成しており、本評価調査で行った受益者調査でも本事業による水供給の改善の認知度も高いことが確認されたことから、事業の有効性は高い。本事業の事業費及び事業期間ともに計画内に収まっており、効率性は高い。運営・維持管理の体制や技術力の維持には問題はないものの、外国製スペアパーツの調達や維持管理上軽微な点で課題があるため、本事業による効果の持続性は中程度といえる。

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 実施機関 NOPWASD への提言

- 2009年以降予算を確保次第、進めるとされるエルマハラエルコブラ市の環状線地域の送配水管の建設は、予算を確保して完了させるべきである。送配水管を環状にすることにより、水圧が保持され、管内清掃の効果が顕著になり、都市部における水圧と水質向上に寄与することができる。

4.2.2 維持管理機関 GHAPWASCO への提言

- 凝集沈殿池は、壁面にヒビが入っている。現在時点で稼働には問題がないが、清掃時に排水をして清掃しようとしても、この壁面のヒビから水が沈澱池内に入ってくるため、ポンプで水を汲み出して清掃している。適切な時期に工事がなされるように対応すべきである。
- エルマハラエルコブラ浄水場のモニタリングシステムの維持管理に関して、本浄水場内には、IT に通じた人材がいないため、GHAPWASCO の IT 専門家が、本浄水場のモニタリングシステムを把握し、必要な際にトラブルの解決ができるようにする。
- スペアパーツについて、エジプト国外からの調達には複雑な輸入手続きが必要で時間

[46] 塩素漏れは塩素ボンベ交換の際に生じることがあるが、軽微な漏れでありこれまでに事故はない。
[47] コントラクターが OJT の際に実施したもの。
[48] 非常時の緊急訓練は、これまで 1 回だけ実施された。

も要するため、定期的な交換が必要な部品については、前もって準備して次年度のスペアパーツを確保できるようにすることが求められる。HCWWなどの監督機関を通してスペアパーツに関わる情報を共有し、解決策が検討されるべきである。

- 塩素漏れなどの非常時に対応した訓練を定期的に行う必要がある。
- エルマラ運河からの取水に関し、取水口近くに廃棄物が投棄されないように地域住民の意識改革に取り組むことが必要である。

4.2.3 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

- 上水道の維持管理については、セクター改革が開始されて以来、維持管理監督機関であるHWCCが機能し始め、エジプトにおける上水道の維持管理が改善されつつある。HWCCは、各県の上水道公社の経営のシステム化と標準化を進め、技術、運営、顧客満足、水質などのパフォーマンス指標を設定し、各公社の評価を行い、維持管理に関わる技術移転などの情報共有を促進している。このようなセクター改革により、これまでなかった上水道関連の職員の維持管理に関わる改善意欲が向上したことは、よい事例として学ぶ点が多い。

以上

ヨルダン

ヨルダン渓谷北・中部給水網改善・拡張計画

アイ・シー・ネット(株)　青木憲代

0. 要旨

本事業は、ヨルダン渓谷北部の北シュナ地域と中部地域の一部地区において、給水施設が整備され、効率的な水資源管理が行われることにより、安全な水の効率的な供給が図られることを目的として行われた。

本事業の実施は、ヨルダンの開発政策や日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、妥当性は高い。主要な運用効果指標においてほぼ計画値を達成しており、高い効果の発現がみられ、受益者調査においても給水事情の改善が伺えることから、本事業の有効性は高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を超えたため、効率性は中程度である。運営・維持管理の技術には大きな問題はないが、体制や財務状況にやや問題があり、本事業による効果の持続性は中程度といえる。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 案件の概要

案件位置図

アダシアポンプ場

1.1 事業の背景

ヨルダンでは水資源が周辺国と比較しても著しく少ない。日本政府は、開発調査の枠組みでザルカ地区上水道施設改善計画調査や水資源管理計画調査などを行い、これらの調査の結果をもとに、無償資金協力による上水道施設改善計画などの支援を継続的に実施してきた。技術協力プロジェクトでは、無収水対策能力向上プロジェクト（フェーズ 1 及びフェーズ 2）が 2005 年から 2011 年にかけて実施されている。現在では、環境プログラム無償の上水道エネルギー効率改善計画が実施されている。これらの援助は、送水ポンプと送水管の改善によって、無収水率の低減と電気代の削減を主な目的としている。このように日本政府は、水資源の損失を最小化するような水道事業の技術的改善のための支援を実施してきた。これらの一連の支援の流れの中で、本事業が実施されている。

1.2 事業概要

ヨルダン渓谷北部の北シュナ地域と中部地域の一部地区において、給水施設が整備され、効率的な水資源管理が行われることにより、安全な水の効率的な供給が図られ、もって地域住民の生活環境改善に寄与する。

E/N 限度額／供与額		53 百万円／53 百万円（詳細設計） 2,011 百万円／1,978 百万円（本体）
交換公文締結		2004 年 12 月 28 日（詳細設計） 2005 年 6 月 30 日（本体）
実施機関		ヨルダン水公社（WAJ）
事業完了		2008 年 2 月 20 日
案件従事者	本体	大日本土木株式会社
	コンサルタント	八千代エンジニヤリング株式会社
基本設計調査		2004 年 7 月～2004 年 12 月
関連事業		無

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

青木　憲代（アイ・シー・ネット(株)）

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：2011 年 9 月～2012 年 11 月

現地調査：2011 年 11 月 26 日～12 月 12 日、2012 年 4 月 12 日～4 月 21 日

2.3 評価の制約

実施機関であるヨルダン水公社（Water Authority of Jordan: WAJ）の北部地域管轄機関（Northern Governorate Water Administration: NGWA）は、元は政府機関であったが、政府の民活政策により、2011 年 9 月にヤルムーク水道公社（Yarmouk Water Company: YWC）となった。さらに、フランス系水道コンサルタント会社による経営改革が 2011 年 9 月に開始されており、本事後評価調査は、YWC の体制や財務の改革期間と重なった。このため、改革以前の情報や本事業に関わるデータなどの収集などに困難があった。同コンサルタント会社は財務、技術、運営の改革について明確な方向性を示してはいるものの、まだ YWC との合意形成には至っていないため､同コンサルタント会社より得た改革に関わる計画が、必ずしも実施されるわけではない。

3. 評価結果（レーティング：B[1]）

3.1 妥当性（レーティング：③[2]）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の計画時、ヨルダン政府は、国家経済社会開発 3 カ年計画（2004～2006 年）を策定しており、給水セクターの目標として、無収水の減少、地下水の過剰揚水の制限、組織制度の効率化、人的資源の開発、財務状況の改善と国庫財源の負担軽減を掲げた。また、経済効果が最大化されるような水資源の最適利用の促進が掲げられている。当時の水セクター政策（Water Sector Policy）は、循環性地下水の過剰揚水の抑制、水道施設からの不明水と漏水の削減、水道施設への SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition: SCADA)システム[3]の導入が推進項目として挙げられている。

一方、事後評価時の国家開発計画である国家アジェンダ（National Agenda 2006-2015）では、他ドナーと連携しつつ、「限りある水資源の有効な管理」を目指し、上水道の整備、無収水対策、水質汚染対策を中心に事業を展開していくとしている。

最新の給水政策であるヨルダン水戦略（Jordan’s Water Strategy 2008-2022）においても、適切で安全な飲料水供給、無収水対策、既存の水資源の有効利用、財務体質改善のための民間のノウハウの導入、新しい技術による給水技術の向上を促進するとしている。

計画時と事後評価時における国家開発政策と給水政策において、既存の水資源の有効利用、安全な飲料水供給を共に掲げていることから、本事業は、ヨルダンの開発政策と整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

ヨルダンでは、井戸からの過剰揚水を避けるため、新たな地下水源の開発は認められていない。そのため、既存の井戸の揚水量を維持しつつ、有効活用する必要がある。ヨルダン渓谷の北・中部地域では、1978 年に敷設されたアスベスト管を含む配水管の老朽化が進み、管路からの漏水が著しかった。ポンプ設備、配水池などの老朽化も目立ち、山斜面の高地に増え続ける居住者への対応に追い付かず、高地居住区への給水圧不足の問題と、低地での過剰水圧の問題が顕在化していた。

これらの課題に対応するために、給水地域を細かく区割りし、各配水区に設置したバルブを操作して対処していたものの、この送配水システムを無計画に修復してきたため、システムが複雑になってしまっており、根本的な送配水システムの改善が求められていた。

本事業での配水管の改善と給水ネットワークの再構築により、漏水率を低減することができ、また、老朽化していた機材や施設の改修と拡張により、給水管理が効率化され、利用者のニーズを満たすことが可能となった。高地居住区にも適切な水圧で水供給ができるようになり、低地の過剰水圧も改善された。

---

[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」

[3] 遠隔モニタリングのための計測器（流量計、水圧計、水位計）と中央監視装置、データ伝送装置であり、SCADA システムの目的は、給水量のモニタリング、給水圧のモニタリング、既存井戸のモニタリングである。

これらのことから、本事業は、水道事業者や地域住民のニーズとの整合性が高いことが確認できた。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本の対ヨルダン国別援助方針では、重点分野である基礎生活の向上の項目で水供給が挙げられており、その中でも特に生活用水と灌漑用水の確保が取り上げられている。JICA のヨルダン国別事業実施計画（2005 年度）でも同様に、重点分野の基礎生活の向上の中で、水の有効かつ効率的な利用に留意し、水供給能力を向上させるとしている。具体的には、上水道施設の整備、無収水対策を中心とした協力を展開するとしている。

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

3.2 有効性[4]（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果

3.2.1.1 運用指標

運用指標に関わる本事業実施前の基準値、目標値、本事業実施後の実績値を表 1 に示す。各配水池の容量は計画通りであり、送水量も計画以上を達成している。

表 1　運用指標

	基準値 (2003 年)		目標値 （2010 年）		実績値 （2010 年）		計画比	
	容量 (㎥)	送水量 (㎥/時)	容量 (㎥)	送水量 (㎥/時)	容量 (㎥)	送水量 (㎥/時)	容量 (㎥)	送水量 (㎥/時)
マース配水池	625	194.2	1,600	194.2	1,600	230.0	100%	118%
タバカット ファヒル配水池	650	165.2	2,500	299.2	2,500	300.0	100%	100%
クレイマ配水池	600	41.0	600	61.0	600	100.0	100%	164%[5]

出所：北シュナ事務所からの情報

3.2.1.2 効果指標

効果指標に関わる本事業実施前の基準値、目標値、本事業実施後の実績値を表 2 に示す。漏水率が下がり、給水人口も目標値の 100.4%を達成し、1 人 1 日平均給水量も目標値の 97%となり、給水圧は計画通り最高の 6 bar[6]が得られるようになり、高地での給水が可能となった。

[4] 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。

[5] 事業後、クレイマポンプ場周辺で、WAJ との BOT (build-operate-transfer)で逆浸透水膜処理施設ができ、これまで従来使われていない水資源であった塩分を過剰に含む地下水を処理することができるようになり、クレイマポンプ場に新しく送水が可能となった。この逆浸透膜水処理施設による増量 100(㎥/時)を含む。

[6] 最低水圧の 2.5 bar は 4 階建てへの直接給水が可能な水圧であり、6 bar あれば、高台の上まで給水が届く水圧である。

表 2　効果指標

指標名(単位)	基準値 (2003 年)	目標値 （2010 年）	実績値 （2010 年）	計画比
漏水率(%)（注 1）	30	20	22	90%
給水人口(人)（注 2）	117,674	137,426	137,992	100.4%
1 人 1 日平均給水量(L)	114	129	125 [7]	97%
給水圧	-	2.5*-6 bar	6 bar	100%

出所：北シュナ事務所からの情報

（注 1)漏水率の基準値と実績値は、北シュナ事務所管轄の給水量と顧客使用量から導き出された無収水率[8]から、無収水率の半分が物理的漏水によるものとして算出したもの（無収水率×1/2[9]）

（注 2) この給水人口は、北シュナ事務所管轄とキナナ事務所管轄、中部管轄の 2 地域の給水人口を合計したものである。そのため、基本設計では、給水率 100%と仮定し、給水人口を行政人口と同じ値として目標値としている。実績値は、顧客データと水道料金徴収率[10]から導き出したものである

水質については、表 3 のとおり、3 つの配水池でいずれもヨルダンの基準値を満たしている。

表 3　水質基準と各配水池の実績水質 (評価時における検査値)

	計画水質 (処理水)（注）	クレイマ 配水池	タバカットファヒル 配水池	マース 配水池
pH 値	6.5-8.5	7.99	7.48	7.28
色度	コバルト・プラチナスケールで最大 20-30	< 13	5	2
味	容認できる範囲	可	可	可
臭い	無臭	無臭	無臭	無臭
濁度	ジャクソン単位5	< 0.56	0.33	0.3
蒸発残留物	1,200 mg/L	596	598	493
鉄	1.0 mg/L	< 0.035	< 0.035	0
マンガン	0.1 mg/L	< 0.05	< 0.05	0
銅	1.0 mg/L	≤0.05	< 0.05	0
亜鉛	4.0 mg/L	< 0.08	< 0.08	0.05
硬度	500 mg/L	186	412	376
カルシウム	200 mg/L	42	109	97
マグネシウム	150 mg/L	19	34	32
硫化物イオン	400 mg/L	9.86	37	23

[7] ワディアラブの一部の井戸は、本事業で使用できることになっていたが、他地域のイルビッドの需要のため、イルビッドへ送水されるようになり、実績値には達していない。

[8] 無収水率は 44%(2010 年)。全国平均の無収水率は 41%。北部地域 4 県の平均無収水率は 38.28%。無収水率の定義は、水道システムに投入された水量のうち、料金請求の対象とならなかった水量のことであり、パイプや配水池からの漏水に伴う物理的な損失水量や、違法接続や水道メーターの不備・不具合に起因する損失水量などが含まれる。無収水率については、基本設計報告書報告書によれば、2003 年基準値が 53%であり、2010 年目標値が 40%となっている。

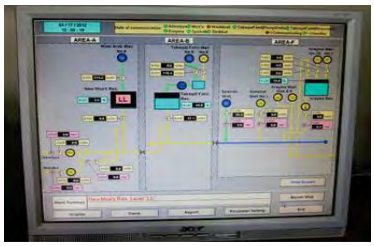
[9] WAJ や YWC でも無収水率の構成要素が分析されていない(現地調査結果)。北シュナ事務所についても同様であり、物理的な漏水率は、WAJ と YWC との協議のもとに、無収水率×1/2 を今回の物理的な漏水率の算出方法とした。物理的漏水率については、漏水測定のための機材が必要であるが、測定機材がないため、この係数を便宜上使用した。

[10] 北シュナ事務所の水道料金支払い率は 85%(2011 年)。

	計画水質 (処理水)（注）	クレイマ 配水池	タバカットファヒル 配水池	マース 配水池
塩素イオン	500 mg/L	312	83.4	44
亜硝酸	2 mg/L	< 0.1	< 0.1	0.019
硝酸塩	50 mg/L	16	14	16
アルミニウム	0.1 mg/L	< 0.03	< 0.03	0

出所：YWC の水質検査室資料
（注）ヨルダン水質基準に基づく計画

3.2.1.3 ソフトコンポーネントの効果


SCADA システム制御室モニター

ソフトコンポーネントは、SCADA システムの運用に焦点をおいて行われた。SCADA システムの運用の現状と関連する能力について、中央制御室職員と配水池及びポンプ場の現場担当職員とに分けて､聞き取りを行った。ソフトコンポーネント実施当時、SCADA システムのオペレーター候補者として研修を受けた職員 1 人は、現在も SCADA システムのオペレーターをしている。研修を受けた現場の技術職員の 4 人のうち 3 人は、マース配水場、クレイマポンプ場、タカバットファヒルポンプ場で現在も勤務している[11]。

聞き取りの結果によれば、計測機器の運用、SCADA システムの運用、装置・機器の維持管理については、研修で習得したことを現在も活用している。研修内容として学んだ配水関連のデータ分析・活用、データの異常の発見と対応については、データ管理の制度が成り立っていないため、研修で知識は得たものの、実際に集まったデータを配水管理に活かせていない[12]。

3.2.2 定性的効果

3.2.2.1 供給側管理

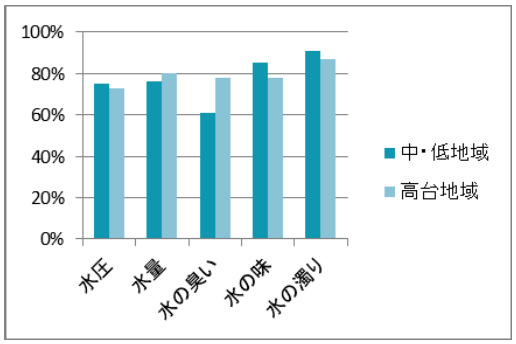
水圧調整が容易となり、事業前と比較してバルブ調整の回数が 1/3 に減った。複数の水源と配水池容量の情報が北シュナ事務所制御室で把握できるようになり、送配水管理が容易となった[13]。

3.2.2.2 受益者による改善に関わる評価

本事業による効果を定量的に把握するために受益者調査を実施した[14]。事業の事前と事後を比較して、改善状況のそれぞれの項目について「改善した」とした回答者の割合を図

[11] 現場技術職員 1 名は他の地域へ異動した。
[12] YWC は、SCADA から得られる井戸や配水池の取水量と配水量などのデータ(日毎、季節毎、年毎)の報告を義務付けておらず、また、北シュナ事務所でも、これらの記録を定期的に記録していない。
[13] 北シュナ事務所の維持管理担当者による情報。
[14] 中・低地域 45 サンプル、高台地域 55 サンプル、合計 100 サンプルを給水区域ごとに区分して調査した。対象地域は居住地域でもあるため調査対象を世帯とした。各世帯の平均人数は 7.2 人である。2011 年 11 月実施。

1 に示す。水圧については、中・低地域の回答者の 75%、高台地域の 73%が、事業前と比較して改善されたと回答している。水量については、中・低地域の 76%、高台地域の 80%が増加したと回答している。水の臭いについては、中・低地域の 61%、高台地域の 78%がよくなったと回答している[15]。水の味については、中・低地域の 85%、高台地域の 78%がおいしくなったと回答している。水の濁りについては、中・低地域の 91%、高台地域の 87%が改善したと回答した。



（出所）受益者調査結果

図 1 本事業前後の比較により「改善した」と回答した割合

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

3.3.1.1 生活環境の改善

本評価調査で行った受益者調査では、生活環境は改善したかの質問に対して、全回答者の 74%が改善したと回答している。全回答者の 62%は、水量が増加し、衛生状況が改善したと回答した。標高の高い地域の回答者の回答を見ると、事業以前は 42%の世帯がタンクで水を購入していたとしており、水タンクを利用していた人は全て事業前に比べて利便性が向上したと回答した。タンクでの水購入は水道水より高価であるため、これらの世帯では、11.3JD(ヨルダンディナール)/月（日本円で約 1296.74 円）のコスト削減につながっていると試算できる[16]。

3.3.1.2 プロジェクト便益の公平な配分

配水管の整備が行われた地域を、中・低地地域と高台地域と分けて調査したところ、いずれの地域からも給水状況が改善されたという回答があり、高台地域で給水がなされなかった地域においても給水がなされるようになっている。高台地域以外で給水がなされなかった地域においても給水がなされるようになった。

3.3.2 その他、正負のインパクト

3.3.2.1 自然環境へのインパクト

配管工事により、自然が破壊されるようなことはなかった[17]。既設アスベスト管は撤去

---

[15] 中・低地域の臭いの原因については、送水されていない時間帯に接続部分において圧力の関係で汚水が浸透することなどの可能性が考えられるが、これについても実証的な調査が行われたわけではない(現地雇用ヨルダン人給水専門家)。

[16] 民間会社から水タンクを購入する場合の費用は、1 ㎥あたり 3JD。この地域では 1 世帯が使用する水量の平均 4 ㎥/月であるが、この場合、4 ㎥/月が水道基本料金の上限内であることから水道を使えば 0.7JD で済み、11.3JD/月が節約できることとなる。11.3JD は日本円で 1296.74 円に相当する (2012 年 4 月 25 日交換レート、JD=114.756 円) 。

[17] 北シュナ事務所関係者の情報。

せず、破砕することなく埋設したため[18]、アスベスト飛散は生じなかった。土中に埋設されたアスベスト管は、埋設場所がわかるように GIS（Geographic Information System : GIS）データによる地図が作成され、WAJ に提出された。WAJ は、地下埋設物の情報が記載されている GIS 図面に基づき、アスベスト管の位置を把握している。

なお、地下水の揚水による地盤低下は生じていない[19]。

3.3.2.2 住民移転・用地取得

住民移転はなかった。用地取得は、タバカットファヒルポンプ場とアダシアポンプ場の用地を取得するために、2436 平方メートルの乾燥地で未使用の土地が買収された[20]。用地取得はヨルダンの法制度に則った手続きで行われ[21]、法的な争いはなく、土地所有者は買収価格の条件に合意している[22]。

3.3.2.3 遺跡

本事業による遺跡への影響はない。タバカットファヒル配水池は、ローマ・ビザンチン時代のペラ遺跡に隣接していることから、配水池とそれに接続する配管の詳細設計にあたり、考古庁による環境モニタリングが実施された。具体的には、配水池の地上高は既存ポンプ場の高さ以下とすること、外壁は背景にある遺跡にマッチした色を選択することなどの指導があった。施工時も、考古庁と WAJ の立ち会いのもと、配管敷設のための掘削が行われた。

3.3.2.4 工事中の住民への配慮と交通対策

配水管の敷設工事中は、給水車による散水で周辺への埃を防ぐ対策が行われた。タバカットファヒル地域は、人口の多い地域であり、道路脇の工事は通行の妨げになるため、昼間の工事を止めて夜間に行われた。工事の対象となる幹線道路での交通安全対策は、工事の標識とコーンを早めに提示し、交通整理用蛍光ベストを着用した整理員が配置され、工事現場周辺の交通の整理にあたり[23]、交通安全と工事の安全の両立が図られた。安全監理を重要視し、安全健康規則の計画を策定し、工事作業員に対してこれを徹底するようにした。具体的には、ヘルメットの着用、足場の確保、安全な機材の置き場の確保、休日取得の励行などである。

---

[18] 既設アスベスト管の処理に関しては、撤去せず地中埋設で残すことが、環境省と WAJ との協議において決定された(基本設計調査報告書)。

[19] 現地調査で雇用した現地水道専門家の確認。

[20] 価格は、1 平方メートルあたり、39.2JD で、9 万 5515JD が支払われた(WAJ による情報)。

[21] 一般的な用地取得の手順は、まずコンサルタントが設計計画に基づいて必要な土地取得の区域を WAJ に伝え、WAJ の土地取得局で価格を設定して土地所有者に買収の要件を通知する。土地所有者が価格などの点で受け入れない場合、再度設計変更などをして土地所有者と交渉し合意を得るように継続的にやり取りをする。合意が得られ次第 WAJ がコンサルタントに連絡し工事が開始される。今回の用地取得もこの手順で進められた。

[22] WAJ による情報。

[23] WAJ とコンサルタント会社提供写真と報告書で確認。

3.3.2.5 健康への影響

老朽化したアスベスト管による住民の健康への影響が危惧されていたが、ダクタイル鋳鉄管[24]などの送配水管を採用することでこの不安は解消した。工事作業員の作業の際にも、前述のように破砕することなく埋設したので、アスベスト飛散はなく、工事従事員と周辺住民への影響はなかった[25]。

3.3.2.6 環境モニタリング

遺跡以外の項目については、特段、環境モニタリングはなされなかった[26]。

上記より、生活環境の改善と給水の地域間の公平の確保というインパクトは達成されているといえる。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性は高い。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業で日本側のアウトプット（計画と実績）を表 4 に、ヨルダン側のアウトプット（計画と実績）を表 5 に示す。

表 4　日本側アウトプット（計画と実績）

項目	計画	実績
1.配水本管、送水管の敷設替え	1)北部地域　5 万 7739m 2)中部地域　3580m 計:6 万 1319m	ほぼ計画通り[27]
2.配水枝管の調達	1)北部地域　7 万 2778m 2)中部地域　875m 計:7 万 3653m	計画通り
3.ポンプ場の更新(北部地域のみ)	1)アダシアポンプ場 56 ㎥/h×274m×2 台 32 ㎥/h×74m×1 台 ポンプ小屋:1 棟 2)タバカットファヒルポンプ場 160 ㎥/h×10m×1 台 188 ㎥/h×64m×3 台 受水槽(380 ㎥×1 基) ポンプ小屋:1 棟 3)クレイマポンプ場	計画通り

[24] ダクタイル鋳鉄管は、健康に害がないばかりでなく、配水管としては、強靭性、耐食性などの優れた特性を持つ素材。

[25] WAJ とコンサルタントからの情報。

[26] WAJ とコンサルタントからの情報。

[27] YWC の CAD 図面による情報によれば、6 万 250 メートル。

項目	計画	実績
	163 ㎥/h×40m×2 台 ポンプ小屋:1 棟	
4.配水池の改修(北部地域のみ)	1)マース配水池 1600 ㎥×1 基 2)タバカットファヒル配水池 2500 ㎥×1 基	計画通り
5.SCADA システムの構築(北部地域のみ)	1)北シュナ事務所 ①遠隔監視(テレメーター盤、PC、CRT、プリンター、ソフトウェアなど) 2)各ポンプ場、配水池および井戸 ①電磁流量計、水圧計、テレメーター盤および水位計	計画通り
6.SCADA システムの技術移転 (ソフトコンポーネント)	1)成果品(計画) ①設備管理マニュアル ②活用マニュアル ③研修対象者の理解度の評価報告書 ④ソフトコンポーネント完了報告書(英文) ⑤ソフトコンポーネント完了報告書(和文)	計画通り

出所：基本設計調査報告書、JICA 提供資料、質問票回答

出所： 基本設計調査報告書完成図より作成

図 2　ヨルダン渓谷北部地域給水関連施設イメージ図

表 5　ヨルダン側アウトプット（計画と実績）

計画	実績
1.配水池建設用地の確保・造成	タバカットファヒル配水池とアダシアポンプ場用地の確保と造成。
2.配水枝管敷設工事	配水枝管敷設は、7 万 9807m 工事を実施。
3.各戸給水接続管敷設工事	各戸給水接続管敷設工事は、7901 世帯へ 5 万 4250m 実施。
4.電力線の引き込み	計画通り
5.電話線の引き込み	計画通り

計画	実績
6.配水量の増加分の確保[28]	ほぼ計画通り[29]
7.浄水施設運営技術および SCADA システム管理技術指導に関わる技術職員の確保	計画通り

出所：基本設計調査報告書、関係者へのインタビュー

3.4.3 インプット

3.4.3.1 事業費

無償資金協力の E./N 限度額が 2,064 百万円に対して、実績で 2,031 百万円であり、比較すると 98%の計画の枠内で支出している。ソフトコンポーネント研修の投入量は、1 カ月(研修 17 人日)であり、投入量の変更はない。ヨルダン側の概算事業費[30]は、296 百万円[31]と積算されているが、実績では 298.74 百万円[32]となっている。概算時と実施時の為替レートの変動を加味すると計画内に収まっていると判断できる。

3.4.3.2 事業期間

本事業の事業期間は、当初は 35 カ月と計画されていたが[33]、実績では 37 カ月であった(計画比 106%)[34]。ヨルダン側負担事業は予定期間内に完了した。

そのほか、事業監理体制については、WAJ は、WAJ の代表、考古庁の代表、各市代表、コントラクター、コンサルタントからなる事業監理チームを編成し、適宜中央と現場で、進捗や課題などの確認や調整、交渉、課題解決を進める定期会議を開き、事業を効率的に進める仕組みを確立していた[35]。建設・建築を含む事業では、ヨルダン側の用地取得、許認可取得などの事前準備が計画通り進まずに、本体工事にも影響が及ぶことが多いが[36]、本事業が遅延なく完工できたのは、これらの監理体制が有効に機能したことによる。

以上より、本事業は、事業費は計画内に収まったもの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度と判断できる。

---

[28] 他地域から配水を受けて、対象地域の水量を確保する必要があったため。

[29] 本事業用に使用されることになっていた一部の井戸は、他地域が水量不足となり、その地域に対して水量を提供する必要が生じ、対象地域の全体水量が計画より不足するようになった。本事業のスコープではないが、クレイマポンプ場周辺で、WAJ との BOT で逆浸透膜水処理施設ができ、これにより配水量の不足分を確保できるようになった。

[30] 基本設計調査報告書。

[31] 積算時点 2004 年 8 月、為替レート(2004 年 8 月 31 日を起点とした過去 6 カ月の平均)、1US ドル=110.49 円、1JD=156.06 円。

[32] 積算時点 2005 年 7 月、為替レート(2005 年 7 月 31 日を起点とした過去 6 カ月の平均)、1US ドル=114.94 円、1JD=162.99 円。

[33] 事業事前計画表。

[34] 2005 年 2 月～2008 年 2 月 (37 カ月)。

[35] 当時の WAJ 事業担当マネジャーによる聞き取り結果。

[36] 北部地域で行われた他ドナーによる配水管網改善事業では、ヨルダン側実施関連機関の対応が遅れて、事業が大幅に遅れるなど具体的に事例がある。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

WAJ の下部組織である NGWA が、2011 年 9 月に YWC[37]となり、北シュナ事務所も YWC の下部組織となった。フランスの水道関連コンサルタント会社が競争入札で受注し、WAJ との 5 年間の契約で経営改善にあたることになった[38]。具体的には、財政赤字の改善、ポンプに使用する電力消費の減少、難民などの流入による人口増加への対応、無収水率の改善、顧客に対する適切な対応、施設・機材に対する維持改善・更新などを目的とした改革を進めようとしている。

このフランスのコンサル会社によって、YWC の組織の改革案[39]が WAJ に提出されたものの、YWC の多くの職員[40]から受け入れられず、本評価時点では NGWA の当時の組織構造のままとなっている。

北シュナ事務所は、顧客部、技術維持管理部、財務行政部に分かれる。職員数は 79 人で、1 人のエンジニア[41]とディプロマを持つ職員 15 人を含む。事務所内の職員以外は、現場の技術職員がほとんどであり、施設の維持管理や漏水、給水配水管関連の異常の際に、トラクターやシャベルカーで出向き、問題を解決する人員である。

現在の YWC には、SCADA で得られる水源井戸の水位変動の傾向などの情報を収集・管理・活用する制度が構築されていない。

3.5.2 運営・維持管理の技術[42]/

運営･維持管理に関わる技術職員の技術レベルは、事業完了時ですでに通常の運営・維持管理に必要なレベルに達していた。中央制御室の職員は、本事業のために IT に通じた人材として WAJ から配置されており、ソフトコンポーネントの研修を通して、SCADA システムに関する知識と技術をよく習得している。

技術レベルの維持・向上のための研修や技術指導は、ソフトコンポーネントの研修と施工業者が工事中と工事完了後に実施した研修のほかには特になされていないが、北シュナ事務所の担当職員間で、これらの研修内容が業務を通して共有されている。

研修ニーズについては、YWC が組織ごとに研修内容を確認し、研修計画を立てており、WAJ の承認待ちである。現時点の状況から判断すれば、SCADA などから得られた情報を

---

[37] YWC は、100％WAJ が所有しており、YWC の予算は WAJ からまかなわれる。独立採算制ではない。

[38] この受注者への契約金額の支払いに対して、EU（European Union）が財政技術監査、主監督事務官派遣、行政技術者派遣のために 90 万ユーロの無償資金協力をするなど、一部資金を支援している。同時に、この契約に合わせて、KfW(Kreditanstalt für Wiederaufbau)が北部地域の施設投資に 420 万ユーロ の無利子融資を供与することになっている。EU とドイツが協調して経営改善の支援をしている。

[39]フランス系水道コンサルタント会社によって提案された組織図は、機能を重視したもので、IT 部、人的資源部、O&M（Operation and Maintenance）部、財務部などに分かれている。これに対して、旧組織図は、地域ごとの管轄支局から成り立つ組織図である。

[40] かつての NGWA の組織と比較すると大きな組織改革の内容であったため、職員が反対運動を起こし YWC の改革案に従わなかった。そのため、水灌漑省の大臣が仲裁に入り旧組織のままとした。

[41] エンジニアの定義は日本と異なり、学士以上の学位をもたなければならない。

[42] 本事業は、北部地域の北シュナ事務所を中心として技術指導をしている。中部地域については、基本設計時と同様、管轄機関が異なることもあり、中部地域の維持管理について把握できてない。

管理・分析・活用するための制度構築に関わる研修が必要である。中長期的な観点からみた場合、現時点では特に稼働には影響がないものの、ポンプ場の汚れの除去、排水の調整などいずれ問題が生じる箇所があるため、技術指導の必要がある。

施設・機材の管理計画、保守・点検体制は確立されている。日常、定期点検の回数と方法が決められている。維持管理ログの作成も行われるようになり、定常的に水圧、水量、塩素調整について記録されている。

ポンプグラント部は、主軸潤滑の機能の維持やポンプ内の空気の除去のために、少量の水を意図的に漏らして湿らせる必要があるが、現状では行われていない。このままの状態が継続した場合、グランドパッキンの寿命が短縮したり発熱したりして、ポンプへの不具合が生じるため、技術指導する必要がある。

3.5.3 運営・維持管理の財務

WAJ と YWC が北シュナ事務所の財務に関する権限を持っている。維持管理費用については、事務所では自らの采配で使用できる予算を持っておらず、修理に必要な配管、メーターなどの維持管理部品の数量を YWC に年度ごとに申請する。ただ、YWC と WAJ が許可しない限り、申請通りには確保することができない。ヨルダンの水道専門家に維持管理の現状を詳細に聞くと運営維持管理（O&M）の支出は十分であるとは言い難く、中長期的な観点から必要とされる O&M の費用が支出されているとはいえない。

水道料金は、2011 年 1 月に改訂された[43]。一般的な料金決定の手続きは、WAJ が水灌漑省の水道料金委員会に改訂案を提出し、その後、議会へ提出して承認を得る形をとる。公社の経済性よりも、各地域の社会経済的状況に合わせて水道料金が決定される。決定された地域ごとの水道料金で各地域管轄局が運営するが、基本的に水道料金だけでは赤字運営である。YWC によれば、北部地域全体の給水原価[44]は 1 ㎥あたり 1.1 JD である[45]。YWC は、給水原価[46]を低くするために、ポンプなどの更新や配水管の修理により、電気料金を減らすことを計画している。表 6 に YWC の水道料金を示す[47]。

---

[43] 2011 年 1 月に改訂された料金で、毎月支払いである。3 カ月に一度の徴収であった第 2 次現地調査時（2012 年 4 月）では、毎月よりも 3 カ月の徴収のほうが、徴収率が高いことから、2012 年 1 月にさらに新しい料金が設定されていた。

[44] 給水原価は、北部地域のみならずヨルダン全体が、水道料金を上回る設定となっているため、使用すればするほど国の負担が増加するため、節水や給水制限を国全体で行っている。

[45] 為替レート 1JD=108.79 円、2011 年 12 月 31 日。

[46] 他ドナーにより水道原価解析と料金設定を含めた制度・組織面での技術援助が行われてきたが、実際の水道料金の値上げの際には社会経済的な側面も考慮される。水道原価に応じた値上げ幅では議会や市民の反対が大きいため、ドナーが提案するほどの料金設定はできなかった経緯がある。

[47] 受益者調査の結果では、水道料金について受益者の意見は、66%が料金を高い、9%が少し高い、25%が妥当な価格としている。以前タンクを使用していたほとんどの世帯は、タンク水購入費用と比べると値上げした水道料金のほうがまだ安いので、妥当な価格と回答している。

表 6　YWC の水道料金　2011 年　（単位：JD）

使用者区分	料金
一般家庭（7m^3 未満）	0.700
一般家庭（7-13m^3 未満）	1 ㎥あたり 0.145
一般家庭（13-19m^3 未満）	1 ㎥あたり 0.500
一般家庭（19-25m^3 未満）	1 ㎥あたり 0.940
一般家庭（25-30m^3 未満）	1 ㎥あたり 0.145

出所：YWC

WAJ も収支は赤字である[48]。表 7 に 2009 年と 2010 年の収支表を示す。収入は約 1.4 倍の増加、支出は 14.3%の減少となっている。支出と収入も含めた赤字額は、この 2 年間で判断する限り減少している[49]。

表 7　WAJ の収支状況　（単位：JD）

	2009	2010
収入		
水販売・水道料	34,249,747	39,681,779
機械レンタル料	9,269,000	12,260,000
下水料金	9,246,100	7,116,782
メーター管理収入	3,110,414	2,395,587
契約世帯水道接続料金	1,697,496	1,744,546
その他の収入[50]	797,137	682,566
利子税金原価償却差引前	12,208,126	19,033,670
その他の収入	1,811,210	2,108,512
為替差損	0	15,818,037
収入総計	**72,389,230**	**100,841,479**
支出		
水購入料	3,313,754	3,821,944
雇用者給与/賃金	20,668,595	19,690,810
運営維持費用	21,146,904	20,324.226
事務管理費用	1,032,515	1,010,610
下水事業への支出	22,543,533	13,398,752
減価償却費	67,568,402	68,491,052
未徴収滞納水道料金	2,920,107	1,000,000
利子税金差引前歳出	79,012,706	61,747,622
金融手数料	21,637,189	24,117,242
為替差損	9,335,762	0
支出総計	**249,179,467**	**213,602,258**
年間収益	**-176,790,237**	**-112,760,779**

出所：WAJ 財務部入手資料

[48] 他国とは異なる水事情があり、夏場の需要の際には、イスラエルやシリアから水を購入または借りる。イスラエルのティベリア湖を水源とする海抜マイナス 300 mm のヤルムーク川から高地のアンマンまで 170 キロの距離があり、1200 メートルの標高差の大都市へポンプで上げなければならず、電気料金が維持管理コスト高の原因となっている。WAJ の赤字は、国家予算から補てんされている。

[49] 職員を 1 割減らしていることも影響していると、WAJ 関係者から説明を受けた。

[50] 他地域へ水を供給した際の収入を含む。

YWC は 2011 年より改革を開始したため、本評価調査時点では、以前の NGWA 当時の財務情報しか入手できていない。以下に NGWA の 2 年間の収支状況を示す。収支合計は赤字となり、維持管理費の 56%を電気料金が占めている。今後、ポンプや車両の運転記録など必要な記録を職員に義務付け、電気料金や車両の燃料費を中心に支出を減少させる予定である[51]。

表 8　NGWA の収支状況　（単位：JD）

	2009	2010
収入		
他県への水販売料	12,508,932	13,127,018
給水顧客接続料金	1,435,095	1,555,153
下水道使用料	1,168,948	1,196,063
下水接続料	470,656	823,724
タンク販売料金	481,217	496,954
WAJ への水販売料金	359,465	269,790
メーター顧客支払い料金	257,671	246,142
農業用水料金	4,356	3,046
その他収入	2,175,870	94,984
収入総計	**18,862,210**	**17,812,874**
支出		
維持管理費 (表 10 内訳表示)	16,040,301	17,950,738
人件費	7,669,266	7,773,076
原価償却	2,921,137	3,437,685
事務管理費用	686,491	779,366
支出総計	**27,317,195**	**29,940,865**
年間収益	**－8,454,985**	**－12,127,991**

出所：YWC 財務部入手資料

表 9　維持管理費の内訳　（単位：JD）

	2009	2010
電気料金	8,986,031	10,204,111
維持費	2,776,535	2,672,168
個人所有井戸水購入費	1,370,417	1,476,486
燃料費	1,304,785	1,423,509
補償金	313,224	1,037,801
交通費	503,938	654,256
薬品代	277,761	227,179
機械・車両費用	462,597	203,509
WAJ からの水購入費	45,013	51,719
維持管理費合計	16,040,301	17,950,738

出所：YWC 財務部入手資料

[51] YWC 財務部からの情報。

3.5.4 運営・維持管理の状況

現地の上水道専門家によれば、機材の運営・維持管理状況は一部の点で課題はあるが、全般的には維持管理は可能な限り現地事務所で行われており、外観検査と性能検査において特に異常はみられなかった。実際には、配給される部品量は必要な維持管理に十分であるとされる[52]が、軽微な点で維持管理状況の改善が必要であるとのことである。大きめの配水管バルブなどのスペアパーツは現地事務所では調達できないため、これらを調達するまで[53]現場では漏水を止めることができず、その地域では断水となることがある。

タバカットファヒルポンプ場は、遺跡の外観を守るために低い場所に設計されている。このポンプ場は、瑕疵期間の 2008 年 5 月に未曾有の集中豪雨[54]をうけ、ポンプ施設が冠水するという事故が発生した。雨水対策として、毎時 50 mm に対応できるよう U 字側溝が施工され、ポンプ室の床部には水位検知自動排水ポンプを設置していたが、冠水開始時にオペレーターがメインポンプの緊急停止で電源を切ったため[55]、結果的に床部排水ポンプも停止することとなった。コンサルタントは WAJ と協議し、機械・電気設備に必要な補修や部品交換を行った。事故後、施工コントラクターとコンサルタントが防護壁を建設し、雨水の流入を防ぐための対策が取られた。具体的には、日本側コンサルタントはポンプ場周囲の U 字側溝の外周に高さ 60 cm の止水壁（擁壁工）を設け、WAJ も土堤を建設した。

そのほか、以下のような状況が確認された。

- タバカットファヒルポンプ場の一部のポンプ以外、他のポンプ場では漏水は生じていない。タバカットファヒルポンプ場のポンプの水漏れでは、漏れた水をポンプで汲み上げているが、コントロールパネルからポンプ場への配線目的で作られているケーブルピットと呼ばれる U 字溝に近い形状の堀に水がたまっている状態であった[56]。
- タバカットファヒルポンプ場とクレイマポンプ場では、錆や地下水に含まれる炭酸カルシウムの汚れが付着している[57]。
- 事業後、クレイマポンプ場周辺で逆浸透水処理施設ができ、クレイマポンプ場に新しくポンプが追加されたが、このポンプの使用についての情報は、SCADA システムのプログラムのシステム上の制約から、システムに追加されていない[58]。
- SCADA システムは、ある程度配水池に水が残ることを前提としており、一定量の水量を残さないと警告が発せられるようになっているため、警告スイッチを外して使用している。
- 盗難に遭った SCADA システムの一部の通信ケーブルは修理されたが、再度盗難に遭ってそのまま放置されている。スペイン政府の支援により北部地域全体に SCADA シ

[52] 北シュナ事務所の維持管理担当者による情報。
[53] 北シュナ事務所の情報によれば、イルビッド支局まで約 80 km あり、連絡から調達まで 1 日半以上かかるとされる。
[54] 現地の気象データとしても計測不可能な豪雨とされる(WAJ による情報)。
[55] これは感電防止の観点からも必要な措置ではあったとされる。
[56] 瑕疵検査時にすでに指摘されている点でもある。
[57] この問題についても、注 58 と同様、瑕疵検査時に指摘されている。
[58] SCADA システムは、プロクラム作成者のみがプログラムを修正追加できるとされている(コンサルタントからの情報)。

ステムが導入される際に、それらの通信ケーブルは、安全監視対策とともに修理されることになっている[59]。

以上より、本事業の維持管理の技術には大きな問題はないが、体制と財務状況に問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業の実施は、ヨルダンの開発政策や日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、妥当性は高い。主要な運用効果指標においてほぼ計画値を達成しており、高い効果の発現がみられ、受益者調査においても給水事情の改善が伺えることから本事業の有効性は高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を超えたため、効率性は中程度である。運営・維持管理の技術には大きな問題はないが、体制や財務状況にやや問題があり、本事業による効果の持続性は中程度といえる。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 YWC

【組織的体制】

一部の重要なスペアパーツは、北シュナ事務所の倉庫にはなく、YWC イルビット支局に連絡して調達しなければならない。現地事務所が自らスペアパーツを管理できる体制が構築されるべきである。

北シュナ事務所では毎月の配水量と貯水量の帳票を作成していないため、季節ごとの長期的な地下水位の変動傾向を把握することができていない。また、SCADA システムから得られた情報を分析し、予防・予報・推定に役立てるようなデータ管理制度が YWC に確立されていない。これらのデータの管理体制の整備が必要である。

【財務的体制】

YWC と WAJ が財務の一切の情報や権限をもっている。維持管理のための部品や修理器具などの供与決定の権限については、現場の事務所に移譲することが必要である。

【技術管理体制】

各ポンプ場のポンプグランド排水量の調整、ポンプの塗装、タバカットファヒルポンプ場のケーブルピットの漏水修理、ポンプの錆や地下水に含まれる炭酸カルシウムの汚れの除去など、基本的詳細項目を点検維持管理する監督・維持管理体制が成り立っていない。

---

[59] YWC 戦略計画室の担当者の情報によれば、スペイン政府の支援により、北部地域 4 県において SCADA システムが導入されることが決定されている。WAJ はすでに承認済であるが、第 2 次現地調査時点では、ヨルダン議会の承認を待っているところであった。承認が得られれば、2012 年に開始され、4 県の事務所に制御室を設け、総合的な制御室がイルビットの YWC 本部に設置される。この SCADA システムが導入された際には、北シュナ事務所の SCADA システムが YWC の中央制御室と接続されることになり、現在の盗難に遭った箇所の修理とその周辺に盗難監視カメラの設置が計画されている。

YWC の予防維持管理チームが現場を訪問しているが、この現場指導が機能し、維持管理が現場の状況に応じて行われるように、YWC 内で維持管理を監督・モニタリングする体制が必要である。

4.2.2 北シュナ事務所

【組織内技術移転】

これから YWC の改革が進められるが、本事業に関わる維持管理の知識や知見について、北シュナ事務所内の職員間で技術移転を確実に進め、人事異動などの影響を最小限に抑える必要がある。

【緊急時対応訓練】

今後、タバカットファヒルにあったような想定外の雨が降り、同じような事故が発生する可能性は否定できないため、オペレーターや関係者による想定外の事態に対する訓練を定期的に実施するなど、日頃から危機管理を意識し、危機管理体制を整備することが必要である。

4.2.3 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

SCADA システム導入の際に、実施機関が IT に精通した職員を北シュナ事務所に配置したことは、適切なことであった。これは、実施前に、北シュナ事務所に PC が 1 台もなく、SCADA 制御に関わる業務担当者が必要と判断されたため、日本側が WAJ に提案し、実現された。このように、SCADA システム導入の際には、必要とされる人材の確保がまず必要であり、実施後の運用と維持管理に大きく関係している。

以上

セルビア

ベオグラード市上水道施設整備計画

外部評価者：アイ･シー･ネット株式会社　下山　久光

0.　要旨

本事業は、監視・制御・データ集積（SCADA）システム[1]、配水ポンプと制御装置、水質検査機器を、日本の支援でセルビア共和国のベオグラード市上下水道公社（Beogradski Vodovod i Kanalizacija: BVK）が調達することにより、市内の既存上水施設の適切な施設運転・維持管理を図るとともに、市内の水不足地域の給水事情を改善し、ベオグラード市の安全で安定的な飲料水供給に寄与することを目的として実施された。本事業はベオグラード市の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。計画時の課題であった市全体の夏場の渇水と、標高の高いゾーン 3 と 4[2]の恒常的な水不足は、本事業の効果に加えて、他ドナーと BVK の自助努力の成果もあり、ほぼ解消されており、有効性・インパクトも高い。一方で、セルビアの負担事項である調達されたポンプの据え付けが完了していない。日本側の負担事項は事業費、事業期間ともに計画内におさまったものの、セルビア側の負担事項については計画を大幅に上回ることになるため、効率性は中程度である。BVK が SCADA システムを自立的に発展させるなど技術面では概ね良好だが、ベオグラード市が据え付け費用を計画通り執行できず、財務面に一部課題が見られることから、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1.　案件の概要

案件位置図

本事業で PS-15 に設置されたポンプ

[1] SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition）システムは、日本語では監視制御システムと呼ばれることが一般的である。本協力対象事業の場合、ベオグラード市の水道運営をモニタリングし、一部施設については中央制御室から遠隔操作できるシステムになっている。

[2] ベグラード市は標高の差により BVK が 4 つのゾーンに分けている。

ゾーン	1	2	3	4
標高（メートル）	75-125	125-175	175-225	225-310

1.1　事業の背景

本事業の対象地域であるベオグラードはセルビア[3]の首都である。計画時の人口は 132 万人で、給水人口は 84%であった。市の上下水道の運営は BVK が実施している。既存の上水道施設は老朽化の進行とともに故障が多く、また、取水できる地下水が減少して、特に夏場は水不足を起こしていた。上水道の運営に関係する施設数も多く、各施設の水運用が包括的に行われていなかった。結果として適切な水配分がなされず、恒常的な水不足に見舞われる地域が多かった。さらに、水質分析機器は使用不能になっているものも多く、円滑な水質管理業務に支障をきたしていた。

1.2　事業概要

ベオグラード市において、SCADA（監視・制御・データ集積）システムの構築、配水ポンプ・水質試験機器を更新することにより、市内の既存上水施設の適切な施設運転・維持管理を図るとともに、市内の水不足地域の給水事情を改善し、ベオグラード市の安全で安定的な飲料水供給に寄与する。

E/N 限度額／供与額		754 百万円／661.97 百万円（I/II 期） 454 百万円／370.82 百万円（II/II 期）
交換公文締結		2005 年 7 月（I/II 期） 2006 年 10 月（II/II 期）
実施機関		ベオグラード市上下水道公社（BVK）
事業完了		2008 年 2 月
案件従事者	本体	荏原製作所
	コンサルタント	東京設計事務所
基本設計調査		2005 年 3 月
関連事業		他機関案件など 1）ドイツ復興金融公庫（KfW）：水道メーターや配管更新による無収水量対策（8.909 百万 EUR） 2）欧州復興開発銀行（EBRD）：マキッシュ II 浄水場拡張計画（20 百万 EUR）

2.　調査の概要

2.1　外部評価者

下山　久光　（アイ･シー･ネット株式会社）

2.2　調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下の通り調査を実施した。

調査期間：2011 年 9 月～2012 年 11 月

現地調査：2012 年 3 月 13 日～27 日、6 月 17 日～25 日

[3] 2004 年の計画時にはセルビア・モンテネグロ

2.3　評価の制約

有効性の評価について、事業目標が「給水不足地域の給水事情が改善する。」と曖昧だったため、特に定量的評価の運用指標に制約が発生した。具体的には、本目標が配水量または配水効率のいずれの改善によって達成されるべきかが曖昧であったため、有効性の判断を制約する要因になった。

3.　評価結果（レーティング：B[4]）

3.1　妥当性（レーティング：③[5]）

3.1.1　開発政策との整合性

ユーゴスラビア連邦共和国のセルビア共和国政府は、1995 年に「国家水計画（Master Water Plan for the Republic of Serbia）」を策定し、その中で水源の確保・保護、総合水管理の維持・発展の必要性を明記した。基本設計調査を実施していた計画時には、ベオグラード市では「都市計画概要（General Urban Plan of Belgrade 2021）」が作成され、その中の総合的水管理計画では水資源、上下水道管理などを含む水問題について、市の体力に沿った計画を実施することとしていた。事後評価時でも同概要は市の中心的な上水道政策である。また、2001 年に策定された「緊急改善計画」では、漏水率を 33%から 28%に改善すること、ポンプを更新して取水量や排水量を増量させることなどが計画された。前述の国家水計画に従って 2004 年に策定されたベオグラード市の「水供給施設開発計画（Prospective Development Program for Water Supply System for Belgrade）」では、需要量にあった安全な飲料水の安定供給を目標に掲げていた。本事業は、配水ポンプを更新するとともに、全ての施設の運転状況を把握して効率的な水運用システムを構築し、同市への飲用水の安定供給に寄与するもので、政策との整合性は高い。

3.1.2　開発ニーズとの整合性

計画時のベオグラード市では、夏場の渇水や頻繁に発生する断水が問題になっていた。標高が高い地域（ゾーン 3、ゾーン 4）では夏場だけではなく、恒常的に水が不足していた。その主な理由は施設の老朽化により、故障が頻発していたことや、水道システム全体の稼働状況を把握する手段がなかったことによる管理上の問題であった。本事業の計画の前年に策定された「水供給施設開発計画」では、ベオグラード市内の一日当たりの水需要を 95 万 400 ㎥（2005－2010 年）から 120 万 9600 ㎥（2010－2020 年）に拡大すると予測していた。市の拡大に伴い、給水人口は 2003 年の 131 万 9188 人から 2011 年の 158 万 3857 人に増加し、特に郊外のゾーン 4[6]では、1 万 7092 人から 3 万 6429 人へと急増した。このような急速な水需要の増加に対応するためには、効率的な水運用と各ゾーンへの適切な水配分が必要とされた。事後評価時点でも、安定的な給水ニーズは依然として高く、給水事情の改善を目的とした本事業は、ベオグラード市の開発ニーズに合致している。

---

[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」
[6] ベオグラードの郊外に向かって広がっている地域は全てゾーン 4 に含まれる。具体的には、ゾーン 4 は 4 地区に小分類されている。なお、地区の 1 つは最初にゾーン 4 として設定された地域の総称で「ゾーン 4 地区」と呼ばれている。：ゾーン 4 地区、南地区、アバラ地区、ビンチャ地区。

3.1.3　日本の援助政策との整合性

計画時において、日本の対セルビア援助政策でも、上下水道を含むインフラを対象にした復興支援を重点目標としていた。紛争とその後の経済制裁により疲弊したインフラ再整備の一環として、市民の生活に直結する上水道の整備を、セルビアで最も人口の多いベオグラード市で実施した本事業の意義は大きい。特に、日本の水道局でも導入されており、その利便性に定評がある SCADA システムを無償資金協力にて導入し、最新の水道管理システムを構築したことは、その後のシステムの自立的な発展を見てもその妥当性は高いといえる。

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

3.2　有効性[7]（レーティング：③）

有効性の指標として、給水量、配水量、施設の稼働状況、施設と機材の維持管理状況が計画時に設定されていたが、事業目標として「給水不足地域の給水事情が改善する。」が挙げられていたため、本事業の内容から目標を配水効率の改善、配水の地域・季節格差の解消と捉え、効果指標としてゾーン別給水人口、年間の水需要経緯を用い、有効性を評価しようとした。しかし、実施機関は関連データを管理していなかったため、ゾーン別給水人口の予測値、給水量、漏水率の計画値から配水効率を判断することにした。

3.2.1　定量的効果（運用・効果指標）

（1）　ベオグラード市の給水事情の改善

1）　ゾーン別給水量

ベオグラード市の給水人口は、2003 年の 131 万 9188 人から、2011 年の 158 万 3857 人に増え、2003 年度比 120.1%になった。給水量では、2004 年を基準とした場合、2008 年の全 4 ゾーンの日最大供給量は 105.7%で、ゾーン 1 は 116.6%、ゾーン 2 は 110.5%とそれぞれ増加している。市全体の給水量が増加する一方で、ゾーン 3 とゾーン 4 は 2004 年比 72.4%、79.7%と低下しており、依然として地域的な格差が存在していたことがわかる。しかし、本事業で 2007 年に SCADA システムが、2008 年以降に配水ポンプがそれぞれ導入され、全面的に稼働するようになった 2011 年の日最大供給量をみると、2011 年の全 4 ゾーンの日最大供給量は 2004 年比 97.9%まで下がり、ゾーン間の格差も縮小している。このことから、本事業により、配水効率が向上し、より少ない給水量で多くの給水人口を賄えるようになったといえる。

[7] 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。

表 1　ゾーン別日最大供給量　（単位：㎥/日）

ゾーン	2004 年（基準年）	2008 年	基準年に対する 2008 年の比率（%）	2011 年	基準年に対する 2011 年の比率（%）
1	381,165	444,532	116.6	397,804	104.4
2	240,332	265,603	110.5	248,128	103.2
3	143,697	104,052	72.4	104,975	73.1
4	20,499	16,337	79.7	17,916	87.4
計	785,693	830,524	105.7	768,823	97.9

出典：BVK が提出したデータをもとに、外部評価者が作成

ベオグラード市の給水人口は、前述の通り、2003 年から 2011 年にかけて 121.7%になった。最も給水人口が増えたのはゾーン 1 で、7 年間で 17 万 8874 人増だった。最も高い伸び率を示したのはゾーン 4 で、2003 年比 213.3%と倍増した。ベオグラード市がゾーン 4 を中心とした郊外に向けて拡大し、人口が増加しているためである。BVK は、給水人口が倍増したにもかかわらず、日最大給水量を 2004 年の 87.4%まで下げることができた理由を次の通り説明している。

計画時には高い高度のゾーン 4 へ配水するために、送水時に高水圧をかける必要があったため、給水人口に対して他のゾーンよりも大量に配水していた。例えば、2003 年ごろゾーン 1 では一人当たり 0.59 ㎥/日の給水があったのに対して、ゾーン 4 では 0.83 ㎥/日も給水しなければならなかった。しかし、配水中継地に加圧ポンプを新設したので、高い水圧をかけて必要以上の水を送水する必要が無くなった。事後評価時にはゾーン 4 の 2011 年の一人当たり給水量は 0.49 ㎥/日まで効率化された。

表 2　ゾーン別給水人口

ゾーン	2003 年（基準年）（人）	2011 年*	基準年との比率
1	639,980	818,854	127.9%
2	403,520	513,169	127.1%
3	241,269	215,405	89.2%
4	17,082	36,429	213.3%
計	1,301,851	1,583,857	121.7%

出典：BVK が提出したデータをもとに、外部評価者が作成

* 2011 年のゾーン別給水人口は BVK も正確な人数を把握していなかったため、2011 年の全給水量に対するゾーン別の給水率から、各ゾーンの人口を想定することとした。

受益者への聞き取りでも、2009 年以降、夏場も含めて常時断水は非常に少なくなったとの証言を得ている。以下の表 3 の通り、計画時に渇水と断水が問題になっていた住民のうち、ゾーン 3 では 92.1%、ゾーン 4 では 77%[8]が、水道水が持続的に供給されている

[8] ゾーン 4 では 23%の住民が断水の経験を述べているが、これらの回答者の地域では水道への違法接続のため水圧が非常に低いことが判明した。

と回答した。

表 3　ゾーン 3 とゾーン 4 における水供給事情　　（%）

受益者の回答	ゾーン 3	ゾーン 4
水供給は安定している	92.1	77
水供給は安定していない	7.9	23

出典：受益者調査結果

注：ゾーン 3 ではサンプル数 76、ゾーン 4 ではサンプル数 53 を調査した結果を割合で表示している。

24 時間給水に関しては、水道管の破裂や冬場の凍結による一時的な断水を除けば、常時貯水池の水が確保されていること、計画時には断水が問題になっていたゾーン 3 と 4 の住民への受益者調査の結果から水不足による給水制限は少なくなったといえるので、完全ではないものの、ほとんどの地域で事実上の 24 時間給水が実施されているといえる。

2）　給水量の季節変動

ベオグラード市全体では、7 月から暑い季節が始まるため水の消費量が増え、8 月が 1260 万㎥/月と水消費量のピークとなっており、年間の最低需要である 930 万㎥/月と比較すると 135%に値する消費量にも対応できている。ゾーン 1 のみで見た場合でも同様に 8 月の水消費量がピークで 620 万㎥となっており、消費量が最も少ない 11 月の 370 万㎥と比較して 167.6%の消費量に対応できている。

ベオグラード市の 2011 年の貯水池の月別平均貯水量を BVK が提出したデータより確認したところ、全ゾーンを通じて貯水量が 0 に近い数値を示している貯水池は見当たらず、1 年を通じて渇水が起きていないことがわかった[9]。計画時には夏の渇水が最も顕著であったゾーン 3 と 4 での受益者調査の結果からも、水不足が発生しているという顕著な状況は見られないため、ベオグラード市の給水量は十分といえる。

表 4　ゾーン別貯水池月平均残水量　　（%）

	月											
ゾーン	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	61	64	59	60	62	63	56	63	59	60	54	55
2	70	70	69	68	69	68	57	55	54	56	65	67
3	60	61	59	56	59	52	50	52	52	55	52	52
4	71	71	67	67	68	66	63	66	65	64	64	68

出典：BVK が提出した資料より外部評価者が作成

3）　配水効率の改善と関連事業の影響

[9] ゾーン 2 の Petlovo Brdo では近隣の水道工事のため、2011 年 7 月から 10 月にかけて、計画的に栓が閉められている結果、貯水量が減っているが、BVK は地域の渇水事情を示すものではないと説明した。

給水量の減少に対して、給水人口が増加している状況で十分な給水が可能になったのは、本事業の効果に加えて、KfW による配水管の敷設替えによる漏水の軽減（計画値では 33%→28%へ 5%減）、BVK の自助努力による漏水率の低下も併せた複合的な効果によると考えられる。ゾーン 4 については、2003 年から 2011 年の間に給水人口が 213.3%になったのに反比例して、最大給水量は 2004 年の 87.4%まで下がっている。

給水量に影響のある浄水場設計容量のデータは入手できなかったが、計画時より閉鎖された浄水場もなく、設計容量には変更はないと考える。事後評価時に建設中だったマキッシュ II 浄水場拡張事業もフランス開発庁と欧州復興開発銀行の支援により実施中であり、2012 年末の稼働開始を目途に工事を進めている。マキッシュ II の完成時には、古くから稼働しているベレボデとビンチャの浄水場の閉鎖も計画されていた。しかし、BVK への聞き取りによれば、ベオグラード市は拡大し続けており、給水地域と給水量は増え続ける見込みが高いため、これら両浄水場の閉鎖は当面延期される見込みである。

取水に関しても BVK や米国国際開発庁が実施したポンプの更新により、計画時に問題になっていたサバ川沿いに掘られた井戸からの取水量の低下は、軽減されている。BVK では微量ながらもこれらの井戸から毎年の取水量減を観測しており、サバ川の表流水を取水するマキッシュ I と、現在拡張中のマキッシュ II によって、十分な水供給を確保していく計画である。

（2） 水質検査精度の向上による水の安全性の変化

BVK の回答によれば、計画時と同様に、セルビアの上水道の水質を規定している法令 FRY42/98 に沿って、事後評価時でも水質検査は継続されている。事後評価時には物理科学（23 項目）及び生物化学（7 項目）で規定されている濁度、残留塩素量、含まれる鉱物の割合、細菌数など全ての基準を満たしていることを確認した。

本事業による機材の導入によって、実施前と比較した時に水質の向上が見られるわけではないが、検査効率と検査の精緻化が進み、水質検査の精度が向上し、水質が安定して検査できるようになったといえる。

3.2.2 定性的効果

定性的な効果として「施設稼働状況・配水状況が的確に把握でき、適切な施設運転・維持管理が可能になる。」ことが期待されていた。SCADA システムの導入により、ベオグラード市内の複雑な水供給網をモニタリングし、市内各地の水圧を把握できるようになった。不足している箇所に加圧するための指示を出すことで、水圧不足も解消された。機材の維持管理についても、ポンプの稼働データから、維持管理部が遠隔でも必要な処置を予見し、故障前に部品の交換ができるようになった。例えば、同一ポンプステーションの中で、一定の水圧が確認できているにもかかわらず、通常よりも配水量が少ないポンプに関しては、モーターに異常がある可能性が指摘され、故障による停止が発生する前に検査と補修をすることができる。水質に関しては、各配水タンクの残留塩素を常時確認できるシステムが確立されたため、浄水場で適切な塩素量をこれまでよりも微細に調整できるようになった[10]。

[10] ただし、本事業で調達した各貯水池の残留塩素量を確認する測定器の試薬が、調達プロセスの長期化に

3.3　インパクト

3.3.1　インパクトの発現状況

（1）　上位目標の達成状況

上位目標「ベオグラード市において安全な飲料水が十分に供給される」の達成状況は次の通りである。

プロジェクト・デザイン・マトリクス（PDM）の指標では、目標の一人当たり給水量 240 L/日に対して、2011 年には 304 L/日[11]まで増加していているうえ、24 時間給水も目標の 132 万人に対して 158 万人に達しており、上位目標の指標は達成したといえる。

（2）　生活環境の向上

前述の表 3 の通り、ゾーン 3 とゾーン 4 の 129 世帯を対象に実施した受益者調査の結果、夏場の渇水が問題になっていた両ゾーンでは、共に高い割合で給水が継続していることが確認できた。したがって、給水事情は改善され、住民も断水や渇水の影響を避けられるようになり、生活環境は向上したといえる。具体的には、夏場でも生活に必要な水が継続して得られるようになり、洗濯や食事の準備などに支障が軽減された。

（3）　セルビア全土における給水事業の促進

計画時には、「セルビア国内での安全で十分な水の供給事業が促進される」ことが間接的効果として期待されていた。しかし、事後評価時点では、本事業と国内全土における給水事業の促進関係を示す事実は確認できなかった。人口規模ではセルビア第 2 の都市であるノビサド、およびニシュが SCADA システムの導入に興味を示しており、視察を受け入れた経緯がある。BVK への聞き取りによれば、ノビサドは資金不足により導入には至っていないが、ニシュは小規模ながら自己資金で簡易の給水監視システムを導入した。

3.3.2　その他、正負のインパクト

本事業は基本的に既存施設の改修であり、新たに土地を取得して施設を建設するものではなく、自然環境へのインパクト、住民移転・用地取得に関する負の効果は見られなかった。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1　アウトプット

日本側のアウトプットはほぼ計画通りだったが、セルビア側の負担事項である機材の据え付けが、事後評価時でも完了していなかった。セルビア側はこのほかの負担事項である変圧器や通信設備など（詳細は表 5 を参照）の機材は計画通り提供した。

より枯渇している場合があり、職員がマニュアルで検査せざるを得ない時期もある。

[11] 前述の通り事後評価時の漏水率を 28%と設定し、2011 年の浄水場からの平均配水量 423 L/日に有効配水率 72%（100%-漏水率 28%）をかけて算出した。

3.4.1.1　アウトプット一覧と実施結果

（1）　配水ポンプ場機器

ポンプステーション 23（以下 PS-23、地域名スチューデンスキグラッド Studentski Grad）に予定された機材（ポンプ 5 台、回転数制御装置 2 台、ソフトスターター3 台、フラップゲート 5 台）の据え付けが、事後評価時点で完了していなかった。

機材の据え付けは、計画時よりセルビア側の負担事項である。BVK は老朽化したポンプの更新の必要性を認識しているものの、これまでベオグラード市政府の予算不足により設置ができていないと説明している。とくに、事業が完了した 2008 年から世界経済危機の影響を受けたセルビアも経済が停滞し、政府の財政支出も削減された結果、据え付けに必要な予算を配置されていない。2012 年度の予算では、PS-23 全体の改修として 1 億ディナール（約 8900 万円[12]）を計上したが、他に優先する事業もあるとの理由で、具体的な据え付け工事計画は決まっていない。人口増加が著しいゾーン 1 やゾーン 4 の水需要に対応するためにも、早期にこれらの給水ポンプを据え付け、さらに配水効率を上げ、給水能力を強化することが求められる。

①　ポンプ

ポンプ場名	更新台数（事業実施時）	更新台数（完了時）	据え付け済み台数
PS-1a Bele Vode	3	3	3
PS-1b Bele Vode	4	4	4
PS-18 Tansmajan	4	4	4
PS-19 Bezania	3	3	3
PS-23 Studentski Grad	5	5	0　（未実施）
PS-17 Zvezdara	3	3	3
PS-20 Zeleznik	2	2	2
合計	24	24	19

出典：更新台数については JICA 提供資料より確認し、据え付け済み台数は外部評価者が現地調査で確認した。

②　ポンプ場付帯機材

機材	更新台数（事業実施時）	更新台数（完了時）	据え付け済み台数
回転数制御装置	8 台	8 台	6 台**
ソフトスターター	16 台	16 台	12 台***
制御盤	7 面	0 台*	-
フラップゲート	23 基	23 基	18 基****
圧力発信機	75 式	75 式	75 式

出典：更新台数については JICA 提供資料より確認し、据え付け済み台数は外部評価者が現地調査で確認した。

* 制御盤はソフトスターターと回転数制御装置に組み込まれたため、アウトプット減とみなさない。

** PS-23 において、2 台の回転制御装置が据え付け未完了。

*** PS-23 において 3 台が据え付け未完了、PS-1a において 1 台が据え付け後取り外し。

**** PS-23 において、5 台が据え付け未完了。

[12] 1 ディナール≒ 0.89 円で計算（2012 年 6 月 20 日現地通貨レート）

機材は全て計画通り調達された。しかし、PS-23 でポンプが据え付けられていないため、付随している回転数制御装置 8 台のうち 2 台と、ソフトスターター16 台のうち 3 台が据え付けられないまま放置されている。また、ソフトスターター1 台は 2010 年に BVK が独自予算で購入した回転数制御装置と交換され、事後評価時には使われていなかった。ソフトスターターに比べて回転数制御装置は活用度が高く、計画時の 1 台では不足していたため 2 台目を追加購入したという。ソフトスターターはポンプが稼働を開始する際に急激な加圧によるポンプへの損傷を軽減する機能に特化しているのに対して、回転数制御装置はポンプの送水量を自由に調整できるため、配水量を調整でき事業の効率化に寄与できる。

取り外されたソフトスターターは、技術的には他のポンプステーションで転用が可能だが、事後評価時には具体的な転用の計画を BVK がもっておらず、目途は立っていない。

フラップゲートはポンプに合わせて設置されるもので、PS-23 で 5 台のポンプが未設置になっているため、併せて 5 基も未設置になっている。

③　配水池用残留塩素分析計

（台）

機材	数量：事業実施時	数量：完了時	据え付け済み台数
残留塩素分析計	20	20	20

出典：調達された機材数については JICA 提供資料より確認し、据え付け済み台数は外部評価者が現地調査で確認した。

計画通り。

(2)　監視・制御・データ集積（SCADA）システム

若干の変更はあったが、SCADA システム全体の機能に影響を与えるものではないため、計画通り一式の投入と据え付けをしたとみなす[13]。

(3)　水質試験機器

（台）

機器名	数量（計画時）	数量（完了時）
科学分析計		
原子吸光分析計	1	1
全有機体炭素分析装置	1	機材変更のため中止
紫外－可視吸収　分光装置	1	機材変更のため中止
イオンクロマトグラフ	-	1
微生物分析計		
加圧滅菌機（オートクレイブ）	1	1
顕微鏡	1	1

出典：JICA 提供資料

計画時の全有機体炭素分析装置、紫外-可視吸収分光装置は水質検査室での必要性が非常に高く、事業実施前に BVK が独自予算での購入に踏み切ったため、前述の 2 機器に次いで

[13] SCADA システムを構成する部品数が膨大であり、図表による表示を割愛する。

購入の必要性が高かったイオンクロマトグラフに変更された。

3.4.2　インプット

3.4.2.1 事業費

以下の表 5 の通り、日本側の事業費は 88%で計画内に収まった。一方で、セルビア側の負担経費については、情報を入手することができなかった[14]。

表 5　事業費の差異分析

1）　日本側負担分	計画	実績	計画比
機材：配水ポンプ、モーター、インバータ他、SCADA システム、水質試験機器	1,094 百万円	952 百万円	87%
実施設計・施工管理	83 百万円	81 百万円	98%
合計	1,177 百万円	1,033 百万円	88%
2）　セルビア側負担経費			
変圧器（14 台）	EUR25 万	不明**	
通信設備、専用無線回線、アンテナ（1 式）	EUR4 万	不明	
据え付け用材料、ケーブル材料、ラダー、ラック	EUR20 万	不明	
合計	EUR49 万	不明	
合計円価*	66 百万円		

出典：JICA 提供資料

* 為替交換レート：EUR1=134.62（2004 年 7 月）。

** 実施機関にセルビア側の支出金額について質問票で確認したところ、個別の費目について個々の金額を確認するのは会計制度上困難なため、提示できないとの説明がされた。

3.4.2.2　事業期間

日本側の事業期間は全体で計画どおりであった（計画比 100%）。一方でセルビア側の負担事項は事後評価時でも完了しておらず、計画を大幅に上回ることになる[15]。

表 6　業務期間の計画と実績

	計画	実績	計画比
I 期：SCADA システムの調達と据え付け	17.5 カ月*：2005 年 9 月～2007 年 2 月	16 カ月：2005 年 11 月 5 日**～2007 年 2 月 28 日	91%
II 期：配水ポンプ類、水質分析機器の調達	17.5 カ月：2006 年 6 月～2007 年 12 月	14 カ月：2006 年 12 月 28 日**～2008 年 2 月 28 日	80%
全体	28 カ月（2 年 4 カ月）	28 カ月（2 年 4 カ月）	100%

[14] 事業費のサブレーティングとしては、計画内で収まった日本側を③とし、セルビア側を情報の欠如から判断不可とした。

[15] 事業期間のサブレーティングとして、計画比 100%で収まった日本側を③とした一方で、事業を継続中のセルビア側を①とし、総合で②と判断した。

出典：JICA 提供資料

*基本設計調査時には I 期の工期を 20 カ月と想定していたが、開始時期がずれ込んだため、基本設計調査後の 2005 年 8 月に実施された事業化調査で 17.5 カ月に工期を短縮することとした。当初予定からの主な変更点は、SCADA システムの構築に必要な機材調達を I 期での実施に変更したことである。

**施工コンサルタントの契約締結日。

以上より、本事業は日本側の事業費及び事業期間については計画内に収まったものの、セルビア側の事業期間が大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

BVK の組織体制は 2010 年に改編された。2011 年には職員数は 2594 人と計画時に比べて、531 人が削減されている。削減は基本的に定年退職による自然減と、新規採用の抑制によるところが大きい。BVK への聞き取りによれば、公社の特徴として、以前から多くの職員を抱えていたため、削減による人材不足はあまり見られないとのことである。SCADA システムの維持管理を委託されているコンサルタント会社にも管理者の質や人数に不足がないか意見を求めたところ、さしたる問題は見られないとの回答だった。

本事業で深い関係がある BVK のマキッシュ浄水場施設内に設置されている中央情報技術局には 16 人の職員が在籍しており、SCADA システムの中央管理室では、交代で 24 時間 SCADA システムを管理している。各ゾーンの計 4 カ所のコントロールセンターには各 5 人が配置されており、同じく交代制で 24 時間管理を実施している。両施設の関係者に職員不足の有無について意見を聞いたが、現状のオペレーションでは十分との回答を得た。

本事業で主な対象となった 7 カ所のポンプステーションでも職員数について十分か否かについて聞き取りをしたが、職員数が不足し問題が生じているという意見は聞かれなかった。

3.5.2 運営・維持管理の技術

（1） BVK や保守管理契約の業者への聞き取りによれば、中央と地域のコントロールセンターに所属する SCADA システムの管理者には、これまで導入後に退職した職員はいないとのことである。SCADA システムがいまだ障害による機能停止を経験していないことから、運営と維持管理に必要な職員の技術は、SCADA システムの導入時より上記の研修や日々の業務を経て段階的に上達し、これまでに維持管理には十分なレベルになっていることがうかがえる。

BVK への聞き取りによれば、今後、新たな人材を配置する場合にはベテラン職員による組織内の OJT が実施される。必要に応じて SCADA システムの維持管理契約を結ぶ業者から技術者が派遣され、研修を実施する計画である。

（2） 本事業の対象 7 ポンプステーションの管理者の一部に、管理者マニュアルの活用について聞き取りを行ったところ、マニュアルは全て保管されていることが確認され、必要に応じて参照している旨の証言を得た。ただし、管理者の業務は非常に単純化されており、

日々の業務でマニュアルを確認する機会はあまりないとのことである。

SCADA システムのプログラミングや電気回路など技術マニュアルに関しては、システムが継続的に発展しているため開発技術者は頻繁に参照しているとの証言が得られた。これらのマニュアルは機能の追加など、必要に応じて更新されているとのことである。

（3） SCADA システムの運用により各ポンプの稼働状況はつぶさにモニタリングできるようになったため、予防的な維持管理も容易にできるシステムになった。ただし、本事業の終了後 4 年しかたっていないため、ポンプに目立った故障は見られず、大規模な修理が必要な状況は、事後評価時までに発生していない。

本事業の対象外の旧型ポンプについては、不具合が発生するか発生が見込まれる場合には停止させ、予備ポンプの稼働に切り替えている。その際の対応能力についても、ポンプに関しては部品の調達も容易であり、職員の技術力も十分なので、大きな問題は見られないとのことである。

3.5.3 運営・維持管理の財務

（1） BVK の財務

表 7 BVK の財務

1999 年～2003 年

（100 万ディナール）

年	支出合計	収入合計	収支
1999	895	565	-330
2000	1,841	664	-1,177
2001	2,386	1,855	-531
2002	3,409	2,909	-500
2003	4,909	4,170	-739

2007 年～2010 年*

（100 万ディナール）

年	支出合計	収入合計	収支
2007	11,163	6,813	-4,350
2008	10,287	6,267	-4,020
2009	6,840	7,012	172
2010	7,181	7,226	45

出典：1999 年～2003 年のデータは JICA 提供資料より。2007 年～2010 年のデータは BVK のホームページより。

*2004 年から 2006 年の BVK の財務データは公表されていない。

表 7 の通り、事業実施前には BVK は恒常的に収支が赤字であった。しかし、2007 年、2008 年でそれまで蓄積していた有利子負債を清算し、2009 年以降は黒字に転じるまで財政は改善された。2011 年以降の情報は公開されていないが、BVK への聞き取りによれば少額の黒字ということである。

財政改善の理由としてひとつあげられるのは、人件費の抑制である。BVK への聞き取りによれば、職員数は 2007 年の 2869 人から 2012 年の 2594 人まで 275 人削減された。また、SCADA システムの導入による無駄のない給水、消費電力の少ないポンプへの更新などの維持管理費を削減し、給水エリアの拡大と無収水率の削減により収入を伸ばしている。

（2） 事後評価時の 2012 年予算には、PS-23 の据え付け費用として 1 億ディナール（約 8900 万円）の予算が BVK に計上されていた。しかし、1 億ディナールは用途を限定されていないため、予算計上がそのまま予算執行になるとは限らない。BVK が優先したい事業があれば、予算が流用される可能性もある。据え付けにこれだけ多くの費用がかかる理由は、据え付けに際して、ポンプステーションの電気系統や配管系統の改修など、付随する工事も多く含まれるからである。2012 年度も予算は計上されたが、支出の許可がベオグラード市より得られず、BVK も据え付け工事の具体的な予定は分からないと回答した。

財務状態は改善されてきているが、PS-23 に調達したポンプと制御機材が設置されていないなど、市政府の予算不足を理由に、必要な予算が配分されない課題もある。同市の予算不足の問題は、セルビア全土が 2008 年から影響を受けている経済危機とも関係しており、既存の調達した機材を据え付ける予算を過去 4 年間にわたり配分できなかったことから、将来発生する他の機材更新についても、予算不足により更新できない問題が生じる可能性はあると考える。

3.5.4 運営・維持管理の状況

（1） ISO9001 の国際規格[16]に沿って、調達された機材は維持管理されていることを確認した。具体的には、品質管理システムが国際標準化機構（ISO）で認められた規格に則して、マニュアルなどの作成により水質管理技術の継承、PDCA サイクル[17]での水道事業モニタリングによる事業の継続性などが改善されている。

BVK の説明によれば、維持管理計画も ISO9001 に沿って施設の更新と改修をモニタリングしている。ただし、PS-23 のように、耐用年数を越えても予算の都合により更新されないポンプも見られる。

（2） SCADA システムは自立的な発展を続けており、システム管理下に置かれる施設数、監視対象地域も拡大している。特に、モニタリングが可能な施設数は事業終了時の 159 施設から、事後評価時の 234 施設まで飛躍的に増加した。これは、調達した基本システムを BVK が積極的に活用し、自立発展的に拡大している好事例である。

（3） 維持管理に関連して問題が見られた機材は、水質検査機材のオートクレイブのみである。メーカーの代理店が現地にあるものの、小さな部品でも納品するのに非常に多くの手間と時間がかかり、スペアパーツが入手しづらいとのことである。事後評価時にも実際に一部の部品に不具合が見られたが、接着剤で応急処置がされていた（以下の写真を参照）。

[16] 国際標準化機構が定めるサービスを提供するシステムを管理する規格。
[17] Plan（計画）、Do（実行）、Check（評価）、Action（改善）サイクルの略称。生産管理や品質管理などの管理業務を円滑に進める手法の一つである。

その他の機材については全て現地に代理店があり、スペアパーツの入手も容易であり、保守管理の問題は見られないとの回答があった。

貯水池の残留塩素濃度を測定する機材には、測定用の薬剤が使われる。この薬剤は消耗品であり、定期的に補充が必要となっている。しかし、薬剤の入手には入札の手続きを経るため多くの時間を必要とし、不定期に薬剤が枯渇する問題が発生している。事後評価時には薬剤が枯渇しており、機材は稼働を停止していた。測定器の停止時には、職員が貯水池を訪問し、持参する水質検査キットを用いて測定を実施する。現地で修理の部品が入手しづらいことや消耗品が入手できずに停止するのは問題であり、計画段階で配慮されるべきである。

SCADA システムの管理画面

応急処置をしたオートクレイブ

以上より、本事業の維持管理は財務状況に軽度な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、SCADA システム、配水ポンプと制御装置、水質検査機器を、日本の支援でセルビア共和国の BVK が調達することにより、市内の既存上水施設の適切な施設運転・維持管理を図るとともに、市内の水不足地域の給水事情を改善し、ベオグラード市の安全で安定的な飲料水供給に寄与することを目的として実施された。本事業はベオグラード市の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。計画時の課題であった市全体の夏場の渇水と、標高の高いゾーン 3 と 4 の恒常的な水不足は、本事業の効果に加えて、他ドナーと BVK の自助努力の成果もあり、ほぼ解消されており、有効性・インパクトも高い。一方で、セルビアの負担事項である調達されたポンプの据え付けが完了していない。日本側の負担事項は事業費、事業期間ともに計画内におさまったものの、セルビア側の負担事項については計画を大幅に上回ることになるため、効率性は中程度である。BVK が SCADA システムを自立的に発展させるなど技術面では概ね良好だが、ベオグラード市が据え付け費用を計画通り執行できず、財務面に一部課題が見られることから、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2　提言

4.2.1　実施機関への提言

（1）　PS-1a では、BVK が独自の予算で購入した回転数制御装置と本事業で調達されたソフトスターターが交換されたため、調達された機材が取り外された。取り外されたソフトスターターは倉庫で保管されており、事後評価時には活用されていなかった。ソフトスターターはポンプが稼働を開始する際に、急速な加圧によるポンプへのダメージを緩衝するために有効な機材である。技術的に、取り外されたソフトスターターを他のポンプで転用することは可能である。ベオグラード市内ではいまだに旧型のポンプを使っているポンプステーションもあり、ソフトスターターを導入すれば稼働開始時にかかるポンプへの負荷軽減が期待できるので、速やかに据え付け可能なポンプを特定し再利用すべきである。

（2）　PS-23 では、本事業で調達したポンプ 5 台、回転数制御装置 2 台、ソフトスターター 3 台の据え付けが完了していない。これらの機材が設置されれば、PS-23 周辺地域の配水量をモニタリングしながら、特に人口が急増しているゾーン 1 や 4 に対してより効率的な配水ができるようになるうえ、使用中の旧型機材に比べれば維持管理も容易になることが期待される。ベオグラード市政府と BVK の間の予算執行の問題であり、予算が確保されても執行されない問題が続いている。また、機材の放置が長くなれば故障の発生も考えられ、据え付け時に修理のための追加予算が必要になる可能性もある。この据え付け工事が実施されないため、本事業が完了していないことを真摯に捉え、また追加費用の発生を防ぐため、据え付けをできる限り早くすべきである。

4.2.2　JICA への提言

据え付けが完了していない PS-23 の機材については、今後もフォローすべきである。据え付けが完了すれば、効率性の高い配水、電力消費量の節約、故障頻度の低下によるコスト減が見込まれる。

4.3　教訓

（1）　無償資金協力事業では、日本側と先方実施機関側で担当業務を分けて実施するが、先方実施機関の実施能力を過大評価した結果、先方の担当業務が予定通り実施されない場合がある。本事業の場合、機材の据え付けを先方の負担事項としたが、据え付けに付随する工事として電気系統の改修やパイプの交換など、PS-23 の場合、据え付けに必要な予算は 1 億ディナール（約 8900 万円）にも達している。先方実施機関のオーナーシップ増進のため、先方の負担事項を定めるアプローチは適切であると考えるが、負担事項が予算面と技術面から実施可能かどうか、計画段階で慎重に審査すべきである。さらに、案件の実施中から折に触れて先方の負担事項についても進捗を確認するように心がけ、事業が完了した箇所から順次引き渡しをするなど、支援側も共に事業を完了する姿勢を維持すべきである。

（2）　本事業の事業目標として「給水不足地域の給水事情が改善する。」が挙げられたが、具体的な目標は設定されていなかった。本事業で調達した機材を用いて配水効率が向上し

た結果、配水の地域及び季節間格差が改善され、事業目標が達成されたと考える。一方で、実施機関は特にポンプの更新に関しては、維持管理費や消費電力費が削減されたことを重視した一方で、配水効率の向上には配慮が少なかったため関連する指標を確認しておらず、本事後評価の制約となった。

実施機関とドナー間で事業目標の解釈が異なると、評価に必要なデータが手に入らず、評価結果に支障が生じる。また、事業目標に対する認識も異なるという問題も起きる。実施機関にとっても、事業効果を正確に把握できる手段をもつことは重要である。今後は、事業目標が関係者間で適切に共有されるよう、計画時から確認をとりながら、事業を実施すべきである。

以上