

インド

2020年度 外部事後評価報告書

円借款「ケララ上水道整備事業(I)(II)(III)¹」

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 早瀬 史麻

0. 要旨

本事業は、インド南部ケララ州の3市2村に上水道施設の整備を行うことにより、増加する水需要に対応する安定的な上水道サービスの提供を図り、もって同地域の住民の生活環境の改善に寄与することを目指していた。

本事業は、審査時から事後評価時までのインド政府とケララ州の開発政策、開発ニーズ、審査時の日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。本事業は村落部まで対象地にした水供給事業で、持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals:SDGs）やインド政府が重要視している農村部への水道普及といったトレンドを先取りできていた。事業実施にあたっては、実施機関の経験値をふまえて遅延を生じさせないための細やかな支援も検討されるべきであった。

本事業では、当初の範囲は概ね計画どおり実施されたが、事後評価時においても一部完成していない範囲が残っており、別資金を使用して建設が継続されている。事業費は、未成分の費用が建設費に計上されず計画内に収まったが、事業期間が大きく遅延したため、効率性は中程度である。

有効性の指標は、5カ所の事業対象地のうち1カ所では給水量、施設稼働率、給水人口、普及率の指標を達成しているが、その他の3カ所では配水網の未完成や不具合から給水できず、1カ所では技術者不足により浄水施設の設計能力に見合った給水量になっていない。一方、供給される水の品質を確保し断水も極めて稀であることから、安定したサービスが提供されているといえる。

本事業で期待された住民の生活環境の改善においては、上水供給による公衆衛生改善や水質向上について貢献事例がみられる。本事業による自然環境への負のインパクトは報告されておらず、建設中の損害への補償、用地取得・住民移転は規定に沿って実施された。本事業の効果の発現が一部限定的となっていることから、有効性・インパクトは中程度である。

持続性については、体制面や技術面の持続性について、一部適切な技術を有した技術者が配置できていないサイトがある。施設の運営・維持管理の状況については、自動化施設の使用や保守・安全管理に一部問題がみられたが、水供給機能は稼働していること、また財務面の持続性は政府補助金により担保される見込みであることから、本事業によって発現した効果の持続性は中程度と判断される。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

¹ 本事業は大幅な遅延が生じたことにより、再審査を2回受けた輪切り案件である。

1. 事業の概要



事業位置図



ティルバナナンプラムの浄水場

1.1 事業の背景

インドでは独立後に上水道の重要性が認識されはじめ、独立後の第1次5カ年計画（1951年4月～1956年3月）から上水道セクターへの予算が配分され、全国的な整備が開始された。それ以降、5カ年計画ごとに上水道セクターへの予算割当は増額され、中央政府の主導による施設整備に加え、海外援助機関からの資金・技術協力も行われてきた。その結果、第8次5カ年計画（1992年4月～1997年3月）の開始時点において、上水道普及率は、都市部で85%、農村部で78%に至っていた。

ケララ州においては、1996年3月時点の上水道普及率が都市部で74%、農村部で46%と全国平均に比較して普及が遅れていた。また、州内の一部地域では、地下水の汚染などによって安全な水が入手できない地域が多く存在していた。

1.2 事業概要

インド南部ケララ州において、上水道施設の整備を行うことにより、増加する水需要に対応する安定的な上水道サービスの提供を図り、もって同地域の住民の生活環境の改善に寄与することを目指していた。

円借款承諾額/ 実行額	(I) 11,997 百万円 / 11,833 百万円 (II) 32,777 百万円 / 29,634 百万円 (III) 12,727 百万円 / 5,662 百万円
交換公文締結/ 借款契約調印	(I) 1997 年 1 月 / 1997 年 2 月 (II) 2007 年 3 月 / 2007 年 3 月 (III) 2009 年 3 月 / 2009 年 3 月
借款契約条件 (I)	金利 2.1% 返済 30 年（うち据置 10 年） 調達条件 一般アンタイト
(II)	金利 1.30% 返済 30 年（うち据置 10 年） 調達条件 一般アンタイト

(III)	金利（建設） 2.1% （コンサルティング・サービス） 0.01% 返済 30年（うち据置10年） 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	インド大統領/ ケララ州水道局（Kerala Water Authority: KWA）
事業完成	(I) 2008年6月、(II) 2013年4月、 (III) 2015年7月（貸付完了）
事業対象地域	ララ州ティルバナンプラム市、コジコデ市、 シェルタラ市、ミーナッド村、パツバム村
本体契約	Subhash Projects and Marketing Ltd. (印), Electrosteel Castings Ltd. (印), Degremont SA(仏)/Degremont Private Ltd. (以前は Degremont Ltd.) (印), VA Tech Wabag GmbH (奥)/VA Tech Wabag Ltd. (印)/Koya & Company Construction Ltd.(印)/Kirloskar Brothers Ltd. (印), Tokyo Engineering Consultants CO., Ltd. (日), IVRCL Infrastructures and Projects Ltd. (印), Engineering Projects India Ltd. (印), Larsen & Toubro Ltd. (印), K. Ramakrishna Contractors (P) Ltd. (印), Shriram EPC Ltd. (印)
コンサルタント契約	東京設計事務所（日）
関連調査 （フィージビリティ ー・スタディ：F/S）等	ティルバナンプラム市 F/S（タタ・コンサルティング・エンジニア、1993年）、コジコデ市 F/S（タタ・コンサルティング・エンジニア、1994年）、シェルタラ市プロジェクトレポート（KWA、1993年）ミーナッド村プロジェクトレポート（KWA、1994年）パツバム村プロジェクトレポート（KWA、1994年）
関連事業	【技術協力】インド国上水道漏水検知サービス案件化調査（2013年10月～2014年3月） 【その他国際機関】世界銀行：Water Supply Project - Kerala（1985年～1994年）、Kerala Rural Water Supply and Environmental Sanitation Project（2000年～2008年／2011年～2019年）、Rural Water Supply and Sanitation Project for Low Income States（2013年～2019年） アジア開発銀行：Kerala Sustainable Urban Development（2005年～2016年）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

早瀬 史麻（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：2020年10月～2022年2月

現地調査²：2021年7月19日～9月23日、2021年11月1日～12月6日

² 現地調査は、現地調査補助員による訪問調査と、評価者が日本国内から遠隔で質問票の確認や情報を収集する形態で実施された。

2.3 評価の制約

今次事後評価では、新型コロナウイルスの感染拡大による渡航制限を受け、評価者が現地調査を実地で行うことができなかった。実施機関との協議はオンラインで行い、事業によって建設された施設の踏査は現地調査補助員が行った。現地調査の期間中には、断続的に聞き取りや書面によって情報を収集した。インパクトの確認のために計画していた受益者への聞き取り調査は、新型コロナウイルスの感染対策により控えることとなった。そのため、インパクトの発現について、家庭内の状況や生活ぶりを直接的に確認したうえでの分析ができなかった。

本事業は、2015年7月に円借款契約 III の貸付が終了した後も、一部の主要コンポーネントが完成されていない。貸付完了から5年を経過したことから事後評価の対象にはいるが、このような経緯から、有効性の判断は、事業完了時の実証的なデータによって行うことができず、事後評価時点の状況に基づいた分析となった。

3. 評価結果（レーティング：C³）

3.1 妥当性（レーティング：③⁴）

3.1.1 開発政策との整合性

審査時のインドの開発計画は第8次5カ年計画（1992年4月～1997年3月）で、計画の終了時までには都市部の上水道普及率を94%、農村部の普及率を100%にすることを目指していた。1990年代には70%であった安全な水へのアクセス率⁵は、2006年には86%と改善し、再審査時における第11次5カ年計画（2007年4月～2012年3月）による「インド全土での飲料水への持続的なアクセスの確立」という目標の達成に近づいていた。しかし、人口増加や経済発展に伴う上水需要の増加に施設設備が追いついておらず、給水量、水質、サービスの面で依然として多くの問題を抱えていたため、2011年12月までに、都市部全人口への上水の供給と下水・衛生施設の提供を政策目標として、インフラ整備を推進することが言及されていた。ケララ州においても、州の5カ年計画において、国の方針に合わせた普及率の目標を掲げていた。

事後評価時に、インド政府はSDGsによる開発目標の「6：安全な水」に関する取り組みとして、2024年までに全ての農村世帯が家の水道から安全な水の供給を受けることを目指した「Jal Jeevan Mission（命の水）」を2019年5月から開始した。政府はこれを国の旗艦プロジェクトと位置づけており、水資源や水供給を包括的、体系的に管理するために新設された省（Ministry of Jal Shakti）が主導し、国・州が協働して行う大規模事業として3,600億ルピー（約5,250億円）の予算が割り当てられている。2021

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」

⁵ ①個別接続、公共水栓、井戸等からの飲料水供給、②住居から1km以内の水源、③1人当たり1日20リットル以上の給水、を満たす人口の全人口に対する割合と定義されている。出所：World Development Indicator 07 World Bank

～2022年度の予算案には、都市部の世帯も対象に追加され、前年度の4倍となる5,000億ルピー（約7,500億円）の事業予算が示されていた。

ケララ州は、第13次5カ年計画（2017年4月～2022年3月）において、安全な水をすべての人たちに供給するロードマップを示すことと、都市の発展に合わせたプロジェクトの必要性を示している。

以上より、本事業は審査時から事後評価時まで、インド政府やケララ州政府の開発政策との整合性が認められる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時の上水道普及率は1996年3月時点で、ケララ州全体54%（都市部74%、農村部46%）となっており、インド全国平均（それぞれ85%、78%：1992年3月時点）と比べて普及が遅れていた。

州都であるティルバナンプラム市の1人1日当たり平均給水量は90リットルと、インド同都市規模で適量とされる150～200リットルを大きく下回っていた。コジコデ市は38リットルと州都以上に不足していた。これらの2大都市には上水道施設があったものの供給量が限定されており、また、漏水率を含む無収水率が30%台と高いという問題も抱えていた。シェルタラ市、パツバム村周辺、ミーナッド村周辺には、上水道施設がほとんどないため地下水に依存していたが、海水の地下水への浸透による水質の悪化が著しいという問題を抱えていた。

ケララ州では、①需要に対する絶対的な上水供給量不足、②既存の水源である地下水への塩水浸透による水質悪化、③高い無収水率や情報管理システムの不備等による州水道局の維持・管理体制の不備、が主な問題点として認識されていた。

審査時と事後評価時の上水需給量は以下の表1のとおり。事後評価時（2021年）には、ティルバナンプラム市は需要以上の上水を供給できているが、これは、唯一、ティルバナンプラム市が、JICA事業の供給のみでは不足が見込まれることから、州の財源により75MLD⁶浄水施設を新規に建設し、同市が2036年までの需要に対応することができる規模となっているためである。他の4地域では需要に対して、供給量が不足している。

以上から、上水供給施設の整備に関する開発ニーズは、審査時から継続して事後評価時も高いといえる。

⁶ MLDはMillion Liter per Dayの略、MLD=百万リットル/日

表 1 事業対象地の上水需給量 (単位：MLD)

	II/III 審査時 (2006 年)			事後評価時 (2021 年)		
	需要	供給	差異	需要	供給	差異
(A) ティルバナナタプラム市	246	190	-56	294	339	+45
(B) コジコデ市	209	72	-137	246	212	-34
(C) シェルタラ市	91	7	-84	98	66	-32
(D) ミーナッド村	61	13	-48	66	58	-8
(E) パツバム村	74	9	-65	84	63	-21

出所：実施機関の質問票回答（2021年11月30日）。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時の日本の対インド国別援助方針は、1989年2月と1995年3月に日本の援助関係省庁による「経済協力総合調査団」がインドに派遣され、インド政府との政策対話を重ねて策定された。3つの重点分野として経済インフラ整備、環境保全、貧困削減が挙げられていた⁷。

本事業は、地表水による安全な水道水の供給に必要な施設を整備することで、上水不足と地下水への依存を解消し、住民の生活環境の改善や環境負荷の軽減を図ることを目指した事業であることから、審査時における日本の援助政策との整合性が認められる。

3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業は、1996年の初回の借款契約から事後評価時点までにはほぼ四半世紀を経ている。その間、どのようなアプローチが取られてきたか、課題別に追っていく。

(1) 事業対象地の選定

同時期に形成された円借款事業には、4大都市（デリー、ムンバイ、バンガロール、チェンナイ）の上下水道事業があったが、いずれの事業も州都を対象としていた。一方、本事業は、初めて複数都市とその周辺の村までを含んだ上水道整備の計画であった。審査時の1996年には、協力準備調査（SAPROF）やコンサルタント調達の支援スキームがなかったため、実施機関の作成したFSを基に、JBICの前身にあたる海外経済協力基金（Overseas Economic Cooperation Fund：OECF）の行員が案件形成に当たった⁸。

振り返ってみると、地方政府の示すニーズを拾い上げている。また、今では世界的な潮流となっているSDGsの目標「すべての人に安全な水の供給」、特にインド政府が重要視している農村部への水道普及といったトレンドを先取りできていたともいえ

⁷ 対インド国別援助政策のプロセスに関する評価。

(https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hyouka/kunibetu/gai/india/kuni03_01_0303.html)

⁸ JICA職員へのインタビュー（2021年6月8日）。

る。

(2) ドナー機関との協力

ケララ州の同セクターでは、1990年代後半にオランダ・デンマーク政府や世界銀行が、地方政府組織レベルの水供給・衛生プロジェクトを実施していた。主な内容は、水供給施設の建設と能力強化で、施設の規模は数十世帯程度と小さいものの、住民の受益が直接的で、高度な技術を必要としないことや、同州では自発的な地域活動が活発で住民による維持管理の参加意欲も高かったことから広がりを見せていた⁹。

大規模施設を担うケララ州水道局（KWA）に対しては、1995年から3年間、オランダ・デンマーク政府が、運営・維持管理改善プロジェクト（Operation and Maintenance Improvement Project）を実施した。その事業完了レポート¹⁰には、漏水による供給量の損失が78%（KWAによると40%と食い違いがあった）、維持管理コストが高額で、水道使用料でそのコストを賄うことができていない問題は解消されず、改善に向けた提言が受け入れられなかったと記されている。

本事業の審査時の検討では、KWAの能力について無収水率の問題は指摘されていたが、他ドナーの事業経験を有していることや施工実績があるため技術的な問題はないと判断されていた。また、事業実施中にも内容に重複がなかったことから、ドナー連携は行われていなかった。実際には、KWAの経験としてこのような大規模な事業実施は初めてであり、入札書類の書類作成や選定、契約の手続きなどにも不慣れで、1996年の事業開始からコンサルタントの選定が6年も遅れ、その後も建設業者の選定は入札のやり直しが続いた。

計画時において、ケララ州の特性や住民のニーズ、実施機関の能力をよりの確に把握するためには、他ドナーなどからの情報収集や実施中の情報交換などの連携も行われるべきであった。

円借款の貸付完了後、JICAはレビューミッションの派遣などでKWAと監督機関の水資源省との協議を継続しているが、その際に、他ドナーや州計画委員会などの関係機関とも情報交換や協議をすることで、本事業が追加投入した、組織効率化や自動化の実現、漏水への対処、施設の保守管理や安全管理の重要さの認識の強化を図ることも考えられる。

(3) 入札・調達の難しさ

事業の遅延を引き起こした主要な要因は、入札や調達の難しさであった。一番長い時間を要したのは、コンサルタント選定で、円借款Iの契約時から選定まで約6年間かかっている。事業開始とともに選定プロセスに入りプロポーザルが提出されたが、ショートリスト化された段階で、手続き違反を指摘する第三者通報があり、ケララ州裁

⁹ Domestic Water and Sanitation in Kerala, March 2014

¹⁰ Operation and Maintenance of Rural Water Supply Schemes of KWA 1995

判所での訴訟となった。この訴訟自体は政府側の勝訴となったが、裁判中は選定手続きが停止され、さらには、提出されたプロポーザルは有効期限切れとなって選定プロセスのやり直しとなった。

また、施工業者の調達にも困難が伴った。JICA 関係者からは、調達のために工事パッケージを分割したところ、全体数が 30 パッケージになり、数が多いため管理にあたるコンサルタントへの負担が重くなってしまったことが要因の一つとしてあげられた。一方で、工事にあたった KWA の技術者からは、本事業の規模自体が大きかったため、十分な施工能力を備えた企業を探すことが難しかったことや、1 社が複数のパッケージを受注したことで、能力を超えた業務となってしまう、建設が期限までに完成されなかったという点も指摘された。その場合は、再契約や再入札を行い、未完成部分を完成させていったが、遅延の要因となった。

本事業のような大規模な事業を KWA が実施するのが初めてであったため、入札書類の準備や選定に不慣れであったこと、また、地域の企業の能力も予測できなかった点もあった。

KWA が大規模事業を取り扱った経験が浅かったことから、コンサルタントや JICA は、事業開始直後からコンサルティング・サービスを通じて入札書類準備、適切な規模と施工能力を持った業者の選定、契約業務、実施中のモニタリングの支援を、よりきめ細かく提供することが必要であったと思われる。

以上より、本事業の実施はインド政府やケララ州の開発政策、開発ニーズ、審査時の日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高いと判断される。本事業は、JICA の水セクター事業として初めて州内の複数都市や村落部まで対象地にした計画で、事後評価時の SDGs やインド政府が重要視している農村部への水道普及といったトレンドも先取りできていたといえるが、一方で、実施機関の経験値をふまえ、遅延を生じさせないためのコンサルティング・サービスを通じた入札支援や実施中のモニタリングなど細やかな支援も検討されるべきであった。

3.2 効率性（レーティング：②）

（詳細は報告書最終頁の「主要計画/実績比較」参照）

3.2.1 アウトプット

審査時に計画されたアウトプットと実績に差異があったコンポーネントの比較を表 2 に示す。本事業はケララ州の 3 市 2 村の上水道施設の整備をするもので、主要なコンポーネントは（1）上水道整備で、①浄水施設、②送水施設、③配水網、④配水池の整備から構成され、うちティルバナンプラム市とコジコデ市においては、老朽化が進んでいた⑤既存の浄水施設の修繕も含まれていた。

この他に、（2）コンサルティング・サービス、（3）実施機関の組織強化があり、II と III の審査時には、（3）組織強化のコンポーネントに、実施機関内に情報管理シ

システムを構築して施設の自動化と情報の一元化を図る企業資源計画¹¹（Enterprise Resource Planning:ERP）、苦情対応システム、監視制御システム（Supervisory Control And Data Acquisition:SCADA）、中央制御システム（Central Control System）の整備が追加された。

表2 アウトプットの計画と実績

*計画と実績に差異の生じたコンポーネントのみを記載している。詳細は巻末の「主要計画/実績比較」を参照。

計画	実績
(1) 上水道整備	
(A) ティルバナンプラム市 ④配水池 11カ所 57 m ³ ⑤既存の浄水施設の修繕 2カ所	<2010年5月浄水場試運転> ④配水池は11カ所 41 m ³ ⑤既存施設の修繕1カ所が未完成。
(B) コジゴデ市 ③配水網 1865km ④配水池の整備 20カ所	<2015年2月浄水場試運転> ③配水網の204kmが未完成。 ④配水池は完成したが、うち2カ所が送水・配水管に未接続。
(C) シェルタラ市	<2012年1月試運転開始> 計画どおりに完成。
(D) ミーナッド村 ③配水網 920km	<2011年2月試運転開始> ③配水網の230kmが未完成 ¹² 。
(E) パツバム市 ②送水施設の送水管 92km、 ④配水池 13カ所 29 m ³	<2013年3月試運転開始> ②送水管は82km。 ④配水池は14カ所 27m ³ 。
(2) コンサルティング・サービス	
①土木工事に係る詳細調査、詳細設計、入札補助、②事業全体の管理、機器調達支援、③実施機関の組織強化支援	2016年3月31日に終了。
実施機関職員の能力強化を目的とした研修	国内研修は全て完了。 海外研修は訪日研修に14人参加。
(3) 実施機関の組織強化	
維持管理用車両：計128台、オフィス機器、維持管理機材	維持管理用車両は計61台、その他は全て完了。
II/III 審査時の計画で追加されたコンポーネント	
情報管理システム、苦情対応システム、プロジェクト管理システム、EPR、中央制御装置	ERPシステムは導入なし。 苦情対応システムは部分完了。 その他は全て完了。

出所：計画はJICAの提供資料、実績は実施機関の質問票回答（2021年11月30日、12月10日）。

¹¹ 企業の経営資源（人・物・資金・情報）を一元管理し、業務組織を横断的に有効活用することで利益の最大化を目指す計画のこと。

¹² KWAによると、他資金を利用してコジゴデ市とその周辺の地域全体に排水管網の拡張建設を続けている。

計画と実績の差異について、コンポーネント別に説明をしていく。

(1) 上水道整備

おおむね計画どおりに完成されたが、以下が事後評価時に未完成となっている。

配水網¹³：コジコデ市とミーナッド村の一部の排水管網が未完成となっている。両市とも、事業の貸付完了時（2015年7月の時点、計画の2013年7月から延長された）に建設業者が契約された工事を完成できておらず、契約不履行となり未完部分が残った。再度入札の手続きが行われ、他業者との契約が締結されたが工事は完成に至っていない。

配水池：コジコデ市で計画どおり配水池20カ所が建設されたが、うち2カ所は用地取得問題が解決されていないことから、送水・配水管への接続ができていないため、使用できていない。

配水管の交換工事：ティルバナンプラム市、コジコデ市、シェルタラ市では、配水管の破裂が多発したため、交換工事が必要となった。コジコデでは、試運転開始後に各所で配水管の破裂が起き、原因を追及したところパイプの強度不足であったことが判明し交換工事が行われた。コジコデ以外の都市については、ティルバナンプラムは3本の幹線、シェルタラはパイプ33km分について工事のやり直しが必要と判明したが、いつどのように行っていくか、具体的な計画は示されていない。

既存の浄水施設の修繕：請負業者の契約不履行によって工事が中途のまま契約終了となった。修繕内容は、変圧器やポンプの交換、薬品注入施設の建て替え工事などであったことから、施設の給水機能自体に影響は及んでいない。

なお、ティルバナンプラム市の配水池とパツバム村の送水管と配水池の差異は、設計変更によるものであった。

(2) コンサルティング・サービス

コンサルティング・サービスは、実施機関による事業実施を支援するもので、施設分布地図の作成や流量計の設置の支援も含まれていたが、貸付完了時までには実施機関が施設分布地図、流量計の設置に着手しなかったことから、その支援も行われなかった。

(3) 実施機関の組織強化

コンポーネントのうち、IIとIIIの審査時に追加されたERPシステムは導入されていない。苦情対応システムは部分的に導入され使用されている。その他のSCADAをはじめとする自動・遠隔操作に関する機能は、調達・設置後に施工業者から引き渡された時点では十分機能していたことが確認されているが、その後に使われなくなっている。事後評価時には浄水場の流量計を含んだ、ほとんどの計測は手動で行われていた。

¹³ 事業実施地では実施機関による事業も並行して行われており、配水管網には実施機関が予定していた部分も含まれている。

詳細は、持続性の項目で説明をする。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

審査時において、日本側の事業費は(I) 11,997 百万円、(II) 32,777 百万円、(III) 12,727 百万円で合計 57,501 百万円と計画されていた。実績は(I) 11,833 百万円、(II) 29,634 百万円、(III) 5,662 百万円の合計 47,129 百万円となり、審査時の計画の 82%と計画内に収まった。インド側負担分の事業費については、KWA より詳細情報の提供がなかった。

審査時に計画されていたすべての施設の建設工事とコンサルティング・サービスを含めた費用で比較をすると、計画より 2 割程度少なくなった最大の理由は、コジコデ市とミーナッド村の配水網事業であった。これは、貸付完了までに完成されなかった部分の建設費用が計上されなかったことによるもので、この未完成部分は、事後評価時にケララ州のインフラ整備予算と Jal Jeevan Mission の予算で建設が進められている。

表 3 事業費の計画 (単位：百万円)

	I	II	III	累計
建設	10,081	31,370	11,395	52,846
コンサルティング・サービス	1,569	374	1,239	3,182
建中金利	327	237	0	564
物的予備費	20	796	93	909
合計	11,997	32,777	12,727	57,501

表 4 事業費の実績 (単位：百万円)

	I	II	III	累計	差異	計画比
建設	10,083	29,031	4,476	43,591	-9,255	82%
コンサルティング・サービス	1,550	357	1,186	3,093	-89	97%
建中金利	200	237	0	437	-127	78%
物的予備費	0	0	0	0	0	-
期限延長	0	9	0	9	-9	1%
合計	11,833	29,634	5,662	47,129	-10,372	82%

出所：JICA の提供資料。

3.2.2.2 事業期間

審査時の計画では、事業実施期間は 1997 年 2 月 (I の L/A 調印) ~ 2010 年 12 月 (III の事業完了) で、13 年 11 カ月、167 カ月とされていた。事業完了の定義は、すべての建設工事とコンサルティング・サービスの完了時と設定されていたが、事後評価時に配水管の建設と改修工事が未完成であるため、この定義に従うと事業完了に至っていないことになる。事業期間の実績について、仮に事後評価時までを事業期間として比較してみると、1997 年 2 月 (I の L/A 調印) ~ 2021 年 11 月 (事後評価時点) で実質的

に2017年3月までとすると、24年10カ月、298カ月で計画比167%となり、すでに大幅な遅延となっている。

事業期間が計画を上回った理由は、州の政権交代による影響に加え、1997年の事業開始からコンサルタント選定まで6年もかかったこと、これにより詳細設計が遅れた。さらには、建設業者の選定書類の準備や契約手続きにおいても、やり直しや訴訟による中断があったことで大きな遅延が発生した。実施機関によると、この他に用地取得の交渉や地質調査に計画より時間を要したこと、また、モンスーンや洪水など自然災害の影響を受けて調査や工事に遅れが生じたこともあげられている。ケララ州は毎年6月～10月はモンスーンに見舞われ、この期間には大雨や洪水による被害発生も増えるため、建設工事を計画どおりに進めることが難しい時期でもある。実施機関は、審査時の計画についてJICAと十分に協議を行い、自然特性もふまえた計画にするべきであったと振り返っている。

表5 事業期間の計画と実績

	計画			実績
	I	II	III	事後評価時
実施期間	1997年2月～2003年12月(70カ月)	2007年3月～2009年4月(29カ月)	2009年3月～2010年12月(22カ月)	1997年2月～未完成
1) 上水道整備事業				
用地取得・住民移転	1997年4月～1999年12月	1997年4月～2007年3月	1997年4月～2008年12月	1997年8月～未完成
詳細設計	1997年7月～1999年6月	2003年11月～2005年9月	—	1997年7月～2005年9月
入札手続	1998年4月～2001年12月	1997年4月～2007年3月	2004年5月～2009年3月	2004年2月～2018年10月
本体工事	2000年4月～2003年12月	2006年4月～2009年8月	2006年4月～2010年12月	2006年4月～未完成
2) コンサルティング・サービス				
選定	1996年10月～1997年6月	2002年5月～2003年8月	N/A	2002年5月～2003年8月
サービス	1997年11月～2003年12月	2003年9月～2009年8月	2003年9月～2010年12月	2003年9月～2016年3月
国内研修	-		2006年3月～2010年12月	N/A
海外研修	-		2009年～2010年	2012年9月3日～15日
3) 組織強化				
組織強化		2006年1月～2008年12月	2006年1月～2010年12月	2006年1月～2021年1月

出所：計画値はJICA提供資料、実績値は実施機関の質問票回答（2021年11月30日、12月10日）。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

本事業では、審査時に経済的内部収益率（EIRR）は8.7%と算出されていた。事後評価時点のEIRRの再計算は、全体の事業費と支払い意欲向上に関するデータが入手できず行うことができなかった。

表 6 審査時の経済的内部収益率¹⁴

審査時(2009年)
8.7%
前提条件
費用：事業費（税金を除く）、運営維持管理費
便益：上下水道料金、支払い意欲向上
プロジェクトライフ：40年

出所：審査時は JICA 提供資料。

以上より、アウトプットは、事業対象地の配水網整備と既存施設改修工事、実施機関の能力強化の一部が未完のまま貸付期間が終了した。本事業の事業費は計画内となったが、その主な要因は、上記の未完成部分の費用が貸付完了後の建設費に計上されなかったことによる。事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性・インパクト¹⁵（レーティング：②）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業は、事業対象地で「増加する水需要に対応する安定的な上水道サービスの提供」を目指すもので、事業の効果を示す指標として、①給水人口、②給水量、③施設利用率¹⁶、④無収水率¹⁷、⑤水道普及率¹⁸、の目標が事業対象地ごとに設定されていた。

目標値は 2036 年の人口予測に基づいている¹⁹が、事業が完成に至っておらず当初のシナリオと現状に乖離（かいり）があるため、これらの指標について目標値と実績値の比較で達成度を示すことができない。そのため、代わりに事後評価時までの 4 年間の実績値から達成状況の確認を行い、一部完成していないコンポーネントについては、その分を加味して判断をする。なお、④無収水率については、審査時に指摘されていた漏水の問題の他、水道メーターの不備、違法な接続や公共水栓が多く料金が徴収できていないことなど、事業のスコープ外の原因もあることから、事業の定量的効果を測定する指標として適していない。よって、有効性の判断から外すこととする。しかし、全ての事業対象地において、無収水率は基準値、目標値より悪化している傾向にある。これについては、実施機関による対応も含め、本項目ではなく持続性の運営維持管理の状況の項目の評価判断に加味する。

各事業対象地の指標の基準値、目標と実績を表 7 に示す。

¹⁴ III 期審査時に計算された収益率。

¹⁵ 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。

¹⁶ 施設利用率＝一日平均給水量/施設能力*100

¹⁷ 無収水率(%)=料金の対象とならなかった水量/給水量*100

¹⁸ a 世帯接続栓数×b 世帯当たりの人数（ティルバナンプラム市とシェルタラ市 5 人、その他 4 人）、c 公共栓数から(d)=(a*b+c*25)、e 人口と f 浮遊人口（ティルバナンプラム市 2 万 5 千人、コジコデ市 1 万人、パツバム村 5 千人、シェルタラ市とミーナッド村は各 2 千人）を以下の式に当てはめて算出されている。水道普及率=d/(e+f)*100%

¹⁹ 審査時の資料による。

表 7 定量的効果指標

* 各スキームの定量指標の目標達成状況は、セルの色を変えて示している。
 目標値を80%以上達成している場合、実績値部分のセルの色はそのままとしている。
 50%以上80%未満の場合には■、50%未満の場合には■に変えている。

(A) ティルバナンプラム市 試運転 2010年5月

指標(単位)	基準値		目標値	実績値			
	I	II/III	II/III				
	1996年	2006年	2012年	2018年	2019年	2020年	2021年
①給水人口(千人)	650	698	845	955	1,079	1,079	1,079
②給水量(千m ³ /日)	108	190	264	264	264	264	264
③施設利用率(%)	-	-	95%	100%	100%	100%	100%
④無収水率(%)	-	37%	29%	45%	40%	40%	40%
⑤水道普及率(%)	53%	77%	90%	85%	90%	90%	90%

(B) コジゴデ市 試運転 2015年2月

指標(単位)	基準値		目標値	実績値			
	I	II/III	II/III				
	1996年	2006年	2012年	2018年	2019年	2020年	2021年
①給水人口(千人)	145	560	1,011	N/A	739	796	825
②給水量(千m ³ /日)	54	72	246	120	133	140	140
③施設利用率(%)	-	-	95%	69%	76%	80%	80%
④無収水率(%)	-	30%	25%	20%	41%	41%	N/A
⑤水道普及率(%)	18%	52%	90%	37%	64%	69%	72%

(C) シェルタラ市 試運転 2012年1月

指標(単位)	基準値		目標値	実績値			
	I	II/III	II/III				
	1996年	2006年	2012年	2018年	2019年	2020年	2021年
①給水人口(千人)	N/A	54	559	445	489	500	655
②給水量(千m ³ /日)	-	7	111	55	60	67	71
③施設利用率(%)	-	-	85%	51%	56%	63%	66%
④無収水率(%)	-	-	19%	25%	44%	44%	N/A
⑤水道普及率(%)	-	99%	100%	86%	82%	84%	100%

(D) ミーナッド村 試運転 2011年2月

指標(単位)	基準値		目標値	実績値			
	I	II/III	II/III				
	1996年	2006年	2012年	2018年	2019年	2020年	2021年
①給水人口(千人)	42	70	453	235	317	357	N/A
②給水量(千m ³ /日)	-	13	73	36	48	55	58
③施設利用率(%)	-	-	85%	51%	68%	75%	79%
④無収水率(%)	-	-	19%	30%	33%	33%	N/A
⑤水道普及率(%)	11%	16.3%	100%	43%	70%	80%	80%

(E) パツバム村 試運転 2013 年 3 月

指標(単位)	基準値		目標値	実績値			
	I	II/III	II/III	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
	1996 年	2006 年	2012 年				
①給水人口 (千人)	49	69	405	151	330	246	388
②給水量 (千m ³ /日)	1.7	1.8	93	30	43	45	60
③施設利用率 (%)	-	-	85 %	33%	48%	50%	67%
④無収水率 (%)	-	-	19 %	30%	40%	40%	N/A
⑤水道普及率 (%)	13 %	12.1 %	90 %	33%	71%	53%	83%

出所：基準値と目標値は JICA 提供資料、実績値は実施機関の質問票回答（2021 年 11 月 30 日）。

注 1) I では、目標値の設定はされていなかった。

注 2) 2021 年のデータは年初から事後評価時（2021 年 11 月）までの平均値。

全ての指標を達成させているのはティルバナンプラム市のみで、設計された②給水量を供給することができており、③施設利用率も 100%と施設も十分に使用されている。⑤普及率も計画を上回っており、目指していた規模以上の①給水人口に対して水供給ができていているといえる。

その他の 4 市村の対象地域のデータは、年を重ねるごとに上がっているが、全ての指標の達成度が 80%以上に至っていない。最新のデータ（2021 年）では、②給水量は、設計された給水能力に対して、ミーナッド村 79%と 8 割に近づいているが、コジコデ市は 57%、シェルタラ市 63%、パツバム村 64%にとどまっている。

コジコデ市とミーナッド村は、配水網に未完成部分があり、計画量の配水ができないことから、浄水場の稼働を制限していることが大きな要因の一つとして挙げられる。未完成部分の配水網は他の資金により建設が進められており、完成すれば②給水量も目標達成させることが期待される。

シェルタラ市は、配水管の仕様の誤りからパイプ破裂の問題が起きていることが、施設の稼働が 7 割以下に押えられている要因の一つである。改修工事が必要であるが、目途がたっていないため、②給水量、④稼働率の指標が達成されるかも不明である。数値上で⑤普及率は達成されているが、実際には、一部の人口に水が届いていない可能性があるものと推測される。

パツバム村は、持続性の項目で説明をするが、運営・維持管理に関する人員不足によって施設をフルに稼働できていない。業務委託の手続きが進められているので、適切な業者が運営・維持管理を行うことができれば、この問題は解消され、②給水量や③施設利用率の指標も達成されると思われる。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

定性的な効果を、一定の質の上水が安定して供給されることとして、事後評価時の状況から達成状況を判断する。

インドにおいて、上水の水質基準は国家基準（IS10500-2012 CPHEEO guidelines）により決められている。実施機関では、各浄水場の検査室で基準を満たす給水ができ

ているか、実施機関の品質管理監督規定に基づいた検査が行われている。現地踏査時の検査室への確認では、供給されている上水の水質に問題は見られなかった。

供給の安定については、実施機関によると各事業対象地で断水が発生することはまれで、ほぼ 24 時間 365 日の配水ができていると回答された。よって、上水道サービスは安定的に提供されていると判断する。

事業目標である「増加する水需要に対応する安定的な上水道サービスの提供」は 5 カ所の事業対象地のうち、ティルバナンプラム市は給水量、施設稼働率、給水人口、普及率の目標を達成している。その他の 4 カ所の事業対象地のうち、2 カ所は施設が未完成である。また、配水網の改修が必要である、人員不足により稼働がフルにできていないといった問題がある対象地がそれぞれ 1 カ所あり、設計された設備の能力を活かすことができていないが、問題が解決されれば効果は発現されるものと思われる。供給される水の水質は安定しており、断水も極めて少ない。よって、事後評価時点において、有効性は中程度と判断される。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

審査時、本事業のインパクトとして「地域住民の生活環境の改善」が設定され、より具体的には「安全な上水供給による公衆衛生改善」と「生活利用水の水質向上」が期待されていた。

公衆衛生改善については、本事業に特化した研究やデータは存在しないが、ケララ州保健サービス局の感染症報告データ（2011 年～2019 年分）での統計的な分析²⁰によると、ケララ州において、2011 年から 2019 年にかけて報告された感染症は、生物や空気由来による感染は少なく、95～99%が水系によるものであると報告されている。水系感染症は、下痢性疾患が 97%で、2011 年から下痢性疾患の報告件数が増加傾向にあるが、死亡例はないため懸念度は低い。一方、深刻な症状をもたらす水系感染症の腸チフス（-98.8%）、A 型肝炎（-64.6%）、コレラ（-50%）は大幅に減少する傾向にあった。同州の水系感染症の発生は、冬期と比較して雨期に多く、下痢性感染症の件数が劇的に増えるのは、雨期のモンスーン時期に重なっている。主な要因は、トイレの浄化槽の水が井戸に流入してしまうこと、井戸水が適切に塩素消毒されないまま使われてしまうなど、井戸の水質汚染であると推測されている。水道水の普及により、汚染された水を使用する機会は減ることにつながることから、深刻な症状をもたらす水系感染症の減少、ひいては衛生環境の改善に対して、本事業も一定の貢献があったと推測することができる。

²⁰ International Journal of Research in Medical Sciences vol 9 No.8 2021
<https://www.msjonline.org/index.php/ijrms/article/view/9841> (2021 年 12 月 1 日アクセス)



水質サンプル採取口（シェルタラ）



水質検査室（コジコデ）

実施機関によると、生活利用水の水質向上への本事業の貢献は、広い対象に水質基準を満たした上水が提供できていることであると認識されている。

州都のティルバナナタプラム市でいえば、2010年以降、10年間で人口が187%と大幅増となっているが、本事業はその人口の8割に水を供給していること、さらには、24時間断水なしの提供が実現されていることが挙げられた。他の主要都市（デリー、ベンガルール、チェンナイなど）においては達成されておらず、24時間給水の実現は本事業の大きなインパクトであるといえる。

本事業の開始前、農村部には小規模な水供給施設が地理的に分散して設置されていたので、供給可能な範囲や規模が限定されていた。そのため、急増する人口と水の供給需要に対応することができず、また水質も良くなかった。本事業で配水網が整備され、対象地域に24時間途切れることなく良質な水が供給されるようになり、以前の小規模な供給施設は使う必要がなくなったという。

コジコデ市の事業対象サイトはアラビア海に面した海岸線沿いにあり、海水が浸透した地下水を主な水源にしていたので塩辛い水を使用していたが、本事業によって品質の良い水道水が供給されるようになった。

シェルタラ市のホテルには、「JICA事業の水を使用」（WE USE JICA WATER）という看板が掲げられており、本事業による水道水が、良質な上水のブランドとして認識されていた²¹。

本事業のインパクトに特化した検証はされておらず、定量的な情報は得られなかったが、上記のような定性的な情報から、期待されたインパクトは一定程度の発現があるといえる。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

審査時において、自然環境への重大な負のインパクトは想定されていなかった。本

²¹ 現地調査補助員による踏査報告。

事業には、「環境配慮のための OECF ガイドライン」（初版）が適用される。なお、「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」（2002 年 4 月）においては、影響を及ぼしやすいセクター・特性や影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断されるため、カテゴリ B に該当する。

インド国内法により義務付けがなかったため、環境影響評価（EIA）は行われていない。本事業による建設工事中のモニタリングと対応は、主に大気への影響を水の散布によって粉塵（ふんじん）を減らす対策がとられた。また、騒音、振動、土壌汚染、大気環境、土壌内の水質と廃棄物処理について、1 日 1 回モニタリングが行われた。

実施機関によると、コジコデ市で建設工事の岩盤発破時やシェルタラ市で配水管建設中に、周辺家屋に被害が生じたが、いずれも補償で対応がされた。

すべての事業対象地において、浄水施設の取水は近隣の河川を水源としているため、地盤沈下は発生していない。また、上水施設での汚泥処理は、ティルバナンプラム市とコジコデ市、パツバム村では汚泥増粘剤により化学処理され、シェルタラ市とミーナッド村では脱水後に肥料として再利用する方法で処理されている。浄水場から供給される水の品質も、インド国内基準を満たす値であり、自然環境への負のインパクトは生じていない。

(2) 住民移転・用地取得

本事業に必要な用地取得面積は 131.14ha で、インド国内法に基づきほぼすべての用地は計画どおり取得された。また、用地取得に伴う住民移転は 11 世帯が対象になった。実施機関によると、住民説明会の開催を経て被影響住民の合意を得たうえで、国・州の規定に従った補償が行われた。用地取得計画のうち、コジコデ市の配水池用地の 2.28ha 分は、住民移転は発生しないが、地権者との係争が継続して用地の取得ができず、問題解決の目途はたっていない。そのため、事後評価時に配水池は完成しているが、給水・配水管と接続することができず配水池 2 カ所が使用できない状態にある。

(3) その他正負のインパクト

特になし。

本事業の効果については、施設の建設で一部修理が必要な部分がある、人員不足のためフル稼働ができていないといった問題によって、事後評価時において設計された設備の能力を活かすことができていないが、将来的に問題が解決されれば効果は発現されるものと思われる。供給される水の品質は安定しており断水も極めて少ない。

本事業で期待されたインパクトについては、住民の生活環境の改善と浄水供給による公衆衛生改善や生活利用水の水質向上に対する貢献事例がみられる。自然環境への負のインパクトは報告されておらず、建設中の被害に対して補償がされ、浄水場で発生す

る汚泥の取り扱い各施設で適切に行われている。用地取得、住民移転ともに規定に基づいた対応がなされている。

以上を総括して、本事業の効果の発現が一部限定的となっていることから、有効性・インパクトは中程度と判断される。

3.4 持続性（レーティング：②）

3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

実施機関の KWA は、1984 年に設立された州政府管轄の組織で、ケララ州において、①上下水道事業の計画立案、実施、促進、維持管理、資金調達、②州全域への安全な水と十分な下水道サービスの提供、③州の上下水道に関する計画策定、④上下水道に関しての州基準の確立、⑤上記業務の効率的な遂行のための調査・研究、を担っている。

審査時（2008 年 3 月時点）の KWA 職員は 9,024 人うち技術者が約半数の 4,735 人で、事業完成後、各事業対象地には職員 1,714 人（うち技術者 568 人）が配置される計画となっていた。その際、事業完成後の施設の運営・維持管理は KWA が行い、必要となった場合に、水道管の運営・維持管理は、建設業者へ外部委託していくことが検討されていた。

事後評価時において、ケララ州の省庁再編によって監督局が州灌漑局から州水資源局に変更されたため、州水資源局の下に、KWA 役員会、経営責任者が位置づけられているが、具体的な実施機関の体制や業務内容に変更はない。

事後評価時（2021 年 4 月時点）の KWA 職員は 6,735 人。うち技術部門は 745 人の技術者を含む 4,845 人、管理部門が 1,890 人であった。この他に外部委託業者の人員は推定 7,000 人と、KWA 職員より多くなっている。

本事業の実施地で運営・維持管理に関する KWA 職員数は表 8 のとおり。計画時に想定された職員数と比べ 12～16%となっている。運営・維持管理については、監督のために最小限の KWA 常勤スタッフが配置され、あとの運営・維持管理の業務は外部委託されている。事後評価時の踏査と聞き取りでは、ティルバナンプラム市には十分な人員が配置されているが、コジコデ市、シェルタラ市、ミーナッド村、パツバム村の施設では、塩素注入施設、管制センター、遠隔操作場の定員に対して、24 時間体制をとるのに必要な人員の配置がなかった。また、パツバム村は、外部委託契約が途上であったため、人員不足により施設がフルに稼働できない状態であった。これらの人員不足は、専門の異なる他部署の人員が兼任をすることで、24 時間分のシフトを回すことができている。

表 8 運営・維持管理の職員数

役職 (単位：人)	合計	技術者	事務	経理	計画時の 想定	合計人数/ 計画
合計	241	149	75	18	1,714	14%
(A) ティルバナンプラム市	54	35	15	4	390	14%
(B) コジコデ市	62	44	15	3	465	13%
(C) シェルタラ市	38	20	15	3	311	12%
(D) ミーナッド村	46	27	15	4	294	16%
(E) パツバム村	41	23	15	4	254	16%

出所：実施機関の質問票回答（2021年11月30日）。

実施機関によると、新型コロナウイルスの影響を受けて、本部は閉鎖または時間短縮の対応がとられたが、その期間中も上水供給自体は通常どおりに行われた。しかし、維持管理の人員不足はより顕著になり、漏水などによる利用者からの苦情への対応が遅れ気味になっているという。

KWA の具体的な運営体制について、ケララ州計画委員会²²から、①適切な文書作成、②データ収集・分析・記録の集積、③漏水の検知と防止のための技術・テクノロジーの更新、④プロジェクト実施における期限の遵守⑤顧客サービス向上を図る事業運営の改善、が求められていた。同様の点について、本事業の実施中や現地踏査で確認された課題とも共通している。

以上を総括すると、KWA の位置づけや役割について問題は見られない。また、運営・維持管理に関わる KWA の人員は外部委託で賄われているが、専門性の必要な部署の技術者を配置できず、十分な運営・維持管理の体制をとることができていないサイトもある。よって、制度・体制の持続性について一部課題がある。

3.4.2 運営・維持管理の技術

審査時において、KWA は、世銀、デンマーク、オランダからの援助受け入れの経験から十分な技術を有しており、また、ティルバナンプラム市、コジコデ市での水道事業の施工実績があるため、技術能力、実施能力に特段の懸念はないとされていた。

KWA によると、運営・維持管理能力について、必要な技術を有した業者に外注しており、施設は適切に管理されている。常勤がいる浄水場以外の施設は、KWA が運営・維持管理の監督をしている。外部委託先の職員、KWA 職員とも有資格者が適切な訓練を受けて運営・維持管理を担っていることから、特に問題はないという見解が示されている。しかし、パツバム村では、地元の外部委託先にメンテナンスや電気系統、電気設備の技術を持った企業がないため、維持管理ができていない部署も出ていると踏査時の調査への回答があった。

前出のケララ州計画委員会の水衛生分科会からは、運営・維持管理の技術に関して、①KWA に熟練技術者が不足している、②浄水場内での損失と無収水率を含めて処理さ

²² ケララ州第13次5カ年計画（2017～2022年）の策定にあたり検討を行った水衛生分科会報告書。

れる水量と実際の供給量に大幅な乖離がある、③施設の保守業務の必要性が認識されていない、④塩素処理技術が適切に監督されていない、⑤生産や供給上の問題について包括的な情報を持っている職員がいない、⑥組織としてデータの管理や蓄積がされていない、といった問題点が指摘されている。これらは、本評価の現地踏査で確認された問題点とも重なっている。以上から、運営・維持管理の技術的な側面に一部課題がある。

3.4.3 運営・維持管理の財務

過去5年分のKWAの収支は以下の表9のとおり。運営・維持管理に必要な費用を料金収入で賄うことができていないが、国と州の補助金で補填（ほてん）されているので運営ができています。州内で唯一、上下水道の供給を行う組織であることから、補助金がなくなる可能性は低い。

表9 KWAの収支

(単位：ルピー)

年度	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
収入合計	11,001,791,613	11,659,035,588	12,290,292,442	12,853,461,717	13,755,640,460
水使用料 (家庭)	5,842,571,055	6,223,282,041	6,532,922,793	7,117,605,758	8,359,583,042
水使用料 (その他)	11,408,878	32,016,667	91,801,376	51,093,273	281,609,395
ケララ州 補助金	2,651,069,000	2,965,575,000	2,809,747,800	3,590,231,800	2,735,311,300
国補助金	81,393,000	104,652,000	36,569,000	-	320,429,705
その他	2,077,584,680	2,333,509,880	2,819,251,473	2,094,530,886	2,058,707,018
支出合計	14,561,184,943	16,600,372,068	15,477,407,323	18,069,399,684	18,088,160,023
O&M	3,353,469,906	3,702,503,084	4,084,894,725	4,654,306,066	4,407,696,875
人件費	7,340,861,414	8,235,403,725	8,950,467,922	9,044,815,286	9,238,770,744
その他	3,866,853,623	4,662,465,259	2,442,044,676	4,370,278,332	4,441,692,404
収入-支出	-3,559,393,330	-4,941,336,480	-3,187,114,881	-5,215,937,967	-4,332,519,563

出所：KWA年間会計報告書2017年～2021年度版。

注) 2020-2021年のデータは暫定値。

KWAは料金の未払い対策、無収水率の削減の取り組みを強化している。2019年にKWA本部のAdministration SectionにRevenue Monitoring Cellが形成され、メディアによる意識向上キャンペーンやIT化などによる未払い料金の回収強化が図られている。

その取り組みの一つが施設の位置と所有者をデータベース化するGISシステムの作成で、一般家庭や公共の水栓の位置と料金の請求先の情報も含まれたものである。事後評価時(2021年4月時点)で、州内の全施設(浄水場242カ所、ポンプ場692カ所、パイプライン7万5000km、配水池1,486カ所、水栓260万世帯、20万カ所の公共水栓)の約半数がGISシステムに登録された。また、水道流量計に関する方針が策定さ

れ、設置、メーターの管理、読み取りなどのルールも州の規定²³として明文化された。

水道料金については、2014年9月の料金改定以降、据え置きとなっており、運営・維持管理費用を賄うことができる水準にはなかった。これに対してケララ州政府は、2022年から毎年5%の料金値上げを開始する文書を発出した²⁴。

財務的な持続性について、運営・維持管理に必要な費用を料金収入で賄うことができず、料金改定や無収水・未払い対策はまだ途上であるが、国と州の補助金で補填されているため運営ができていることから、運営・維持管理費用は担保される見込みである。

3.4.4 運営・維持管理の状況

事後評価時の運営・維持管理の状況について、主要な施設である取水、浄水、配水機能は稼働しており、水の供給は継続的に行われている。一方で、現地踏査によって、以下のような課題が存在することが判明した。

(1) 自動化に関する設備

本事業では、II と III の審査時に、監視制御システム（SCADA）や中央制御システム、流量計を導入して監視制御を自動化し、中央制御システムで一括管理をすることが目指されていた。事後評価時の現地踏査では、ティルバナナンプラム市の施設で活用が試みられているが、すべての施設でこれらの機能は実務に使われておらず、システム自体に接続されていない配水池も複数、存在することが判明した。このため、各施設での正確な流量を把握すること、さらに漏水の個所や状況の検知をすることが困難となっている。運転・計測が手動に依存していることから、より多くの人員が必要となってしまう。水の殺菌に使用される塩素の投入も自動化が可能な作業であるが、パツバム村の配水池 13カ所のうち 5カ所では人員不足のため、塩素の再投入作業が適切に行われておらず、これは安全な水の供給に影響が及びかねない問題である。

現地調査補助員の報告によると、自動化に関する機能が使われていない要因²⁵として、浄水の生産・供給量の測定、さらに運用における SCADA や遠隔システムの重要性や利点が十分に理解されていないこと、また、KWA にとって新しいシステムを導入しなくとも水の供給自体は手動でできていること、さらに、設置を行った建設業者からの十分な技術移転や運営・維持管理の計画が具体化されていなかった点が指摘された²⁶。システムの導入時は 2G の通信帯が使用されていたが、事後評価時には 3G/4G には更新されており、本事業の施設がアップデートに対応できていないことも使われて

²³ KWA Implementation of Meter Policy (2021年3月15日)

²⁴ 2021年2月10日付けの政府通達 G.O.(Ms) No.9/2021/WRD

²⁵ JICA インド事務所によると、SCADA が機能していない要因は、KWA が依頼をしてもコントラクターが故障箇所を修理しない、O&M 契約が適切に締結されていないなどが理由である。

²⁶ JICA インド事務所によると、貸付実行完了後も再三にわたり、SCADA の機能化の必要性について指摘し改善を依頼したが、KWA に受け入れられなかった経緯がある。

いない要因の一つであった。

(2) 保守管理

すべてのポンプ場、浄水場、配水池は試運転以降、一度も塗装が行われていなかった。これは、インドの公共インフラ保守管理規定²⁷の違反である。金属部分の塗装は腐食を予防し施設を良好に持たせるため、保守作業に必要である。特に、浄水施設内の圧力タンクは、腐食が生じると破裂の危険もある施設であり、早急なメンテナンスが必要である。コジコデ市導水施設と浄水施設の水槽下層部に高濃度のマンガン、鉄、マグネシウムなどの金属が検知されていた。供給されている水質には影響は及んでいないが、原因の究明と対応が必要とされる問題である。配水池はシェルタラ市 1 カ所、コジコデ市で 2 カ所が使われておらず、パツバム村は配水池の一部の容量だけを使用している状態であった。

漏水は KWA の経営を圧迫し、利用者の不満が高まる要因²⁸となっているが、漏水への処置は問題が起きてからの事後的な対応となっており、すべての事業対象地において、事前に漏水を防止する検知・点検作業が行われていない。有効性の項目で示したように、無収水率は悪化する傾向にある。導入された機械のメンテナンスについて、実施機関の技術者によると、本事業による設備は 10 年以上前に設置されたもので、国内にスペアパーツを製造している会社がなく、海外製の浄水施設はスペアパーツの入手が困難となっている。

(3) 安全管理

ポンプ場や浄水場内で作業をしている職員の安全対策（ヘルメット、安全靴）、保安上の対策（制服と名札）は、すべての施設の KWA 職員、1 社を除いたすべての外部委託業者の職員に着用がみられなかった。職員の事故防止、部外者の侵入防止、職業意識の向上のために義務化が必要である。

以上のように、事後評価時の運営・維持管理の状況について、すべての事業実施地において自動化に関する設備が事業で導入されたものの実務に使用されておらず、現地踏査では、定期的な保守管理が実施されていない、安全管理が行き届いていないといった問題がみられた。

持続性については、体制面は外部委託を活用して運営・維持管理の体制が組まれている。一部、配置ができていないサイトがあったが、外部委託契約が進行中でこれにより充足される見込みである。技術面は、研修や資格の規定があり、適切な技術を持

²⁷ インド国 Central Public Works Department Maintenance Manual : CPWD では、10 年ごとの塗り替えが義務付けられている。

²⁸ KWA のカスタマーセンターに寄せられた 1 週間分のクレーム件数（2021 年 9 月 18 日～9 月 24 日）は 4,519 件で、その 91% の 4,110 件が水漏れに関するものであった。

った技術者が配置されているが、一部配置されていない事業実施地では他部署の職員が兼任することで賄われていた。運営・維持管理の状況は、自動化設備、保守・安全管理に一部課題がみられたが、水の供給に関する主要な施設は稼働できている。財務面の持続性は、政府補助金により担保されている。以上を総括して、本事業において発現した効果の持続性は中程度と判断される。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、審査時から事後評価時までのインド政府とケララ州の開発政策、開発ニーズ、審査時の日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。本事業は村落部まで対象地にした水供給事業で、SDGsやインド政府が重要視している農村部への水道普及といったトレンドを先取りできていた。事業実施にあたっては、実施機関の経験値をふまえて遅延を生じさせないための細やかな支援も検討されるべきであった。

本事業では、当初のスコープは概ね計画どおり実施されたが、事後評価時においても一部完成していないスコープが残っており、別資金を使用して建設が継続されている。事業費は、未完成分の費用が建設費に計上されず計画内に収まったが、事業期間が大きく遅延したため、効率性は中程度である。

有効性の指標は、5カ所の事業対象地のうち1カ所では給水量、施設稼働率、給水人口、普及率の指標を達成しているが、その他の3カ所では配水網の未完成や不具合から給水できず、1カ所では技術者不足により浄水施設の設計能力に見合った給水量になっていない。一方、供給される水の品質を確保し断水も極めて稀であることから、安定したサービスが提供されているといえる。

本事業で期待された住民の生活環境の改善においては、上水供給による公衆衛生改善や水質向上について貢献事例がみられる。本事業による自然環境への負のインパクトは報告されておらず、建設中の損害への補償、用地取得・住民移転は規定に沿って実施された。本事業の効果の発現が一部限定的となっていることから、有効性・インパクトは中程度である。

持続性については、体制面や技術面の持続性について、一部適切な技術を有した技術者が配置できていないサイトがある。施設の運営・維持管理の状況については、自動化施設の使用や保守・安全管理に一部問題がみられたが、水供給機能は稼働していること、また財務面の持続性は政府補助金により担保される見込みであることから、本事業によって発現した効果の持続性は中程度と判断される。

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 実施機関への提言

本事業で建設された施設の運営・維持管理に関する問題点が現地踏査で見つかった。以下の2点は深刻な問題であるため、早急な対応が求められる。

- ・ 浄水施設の圧力タンクのメンテナンス
- ・ コジコデ市の導水ポンプと浄水場内の水質改善

以下については、主任技術者（Chief Engineer）と各事業実施地の技術者間で規定や運用の検討、さらに予算の確保を行ったうえで組織全体として、次年度中に対応することが望まれる。

- ・施設の保守管理計画と安全管理計画
- ・自動制御システムのアップデートと活用のための運営・維持管理研修

また、州計画委員会から①適切な文書作成、②データ収集・分析・記録の集積、③漏水の検知と防止のための技術・テクノロジーの更新、④プロジェクト実施期限の遵守、⑤顧客へのサービス向上を図る事業運営、について改善が要求されていた。これらは、本事後評価調査で見受けられた課題とも重なっており、組織全体として改善に取り組むことが求められる。

4.2.2 JICA への提言

再審査時に自動制御システムの導入が追加され、計画どおりに建設はされたものの、事後評価時にすべての事業対象地で使われずにいる。これらのシステムは、正確な流量の把握や労働力の効率化にも寄与することが期待され、実施機関の経営に悪影響を及ぼしている漏水の早期検知や、人員不足の解消にもつながるものと思われる。貸付完了後もこれらのシステムの必要性について、JICA インド事務所は KWA に指摘を続けているが、実際には KWA 側の理解との間に乖離が生じている。自動制御システムが機能していなくても上水の供給自体は可能であるが、より効率的で持続的な水道事業運営の達成に向けた取り組みを KWA に促すためには、研修などによる他都市の事例紹介を通じ自動制御システムの必要性を理解してもらい、活用につなげることが必要と思われる。

4.3 教訓

経験の浅い実施機関へのより細やかな支援

本事業の遅延の主な要因のうち、実施機関の経験値に関わるものはコンサルタント選定と契約の遅れであった。実施機関は海外ドナー事業の実施経験は有していたものの、本事業のような大規模な事業の実施は初めてで、入札書類の作成や業者の選定、契約の手続きなどにも不慣れであった。その結果、パッケージの規模の設定、コンサルタント会社の能力の把握が適切にできず、能力を有していない企業が大きすぎるパッケージを扱うこととなり、施設が完成しないまま契約終了となるケースや、入札のやり直しが繰り返され時間を費やしてしまった。

経験の浅い組織が大規模事業の実施機関となる場合、事業の遅延を防ぐため、コンサルタントや JICA は、事業開始直後からコンサルティング・サービスを通じて入札書類の準備、契約内容の検討を行う必要がある。特に、適切な規模で能力を持った業者を選定するためには、入札の資格要件の厳格化や能力がない業者の排除要件の明確化を事前に行うことが重要である。また、実施中のモニタリングについては、実施機関と適宜会合を持ち、課題の早期発見・解決のためのメカニズムを構築するなど、よりきめ細かなモニタリングを行うことが、円滑な入札実施や事業の遅延回避に有効であると考えられる。

現地の特性に応じた配慮やアプローチの検討

審査時、実施機関と JICA は十分な協議を行い、現地の特性に応じた配慮やアプローチを検討すべきであった。ケララ州は毎年 6 月～10 月はモンスーンに見舞われ、建設工事を計画どおりに進めることが難しい時期でもある。スケジュールはこの点も見込んで策定すべきであった。

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット 上水道整備		
(A) ティルバナシ タプラム市	浄水施設 74MLD、送水施設、 配水網 410km、配水池の整備 11 カ所既存の浄水施設の修繕 2 カ 所	ほぼ計画どおり。 既存上水施設の修繕 1 カ所 は一部未完成。
(B) コジコデ市	浄水施設 174MLD、送水施設、 配水網 1,865km、配水池の整備 20 カ所、既存の浄水施設の修繕 1 カ所	ほぼ計画どおり。 配水網の約 304km が未完成。
(C) シェルタラ市	浄水施設 107MLD、送水施設、 配水網 659km、配水池の整備 18 カ所	ほぼ計画どおり。
(D) ミーナッド村	浄水施設 浄水施設 71MLD、送 水施設、配水網 960km、配水池 の整備 14 カ所	ほぼ計画どおり。 配水網の約 230km が未完成。
(E) パツバム市	浄水施設 浄水施設 90MLD、送 水施設、配水網 625km、配水池 の整備 13 カ所	ほぼ計画どおり。
コンサルティング・サービス	詳細調査、詳細設計、入札補 助、事業全体の管理、機器調達 支援、実施機関の組織強化支援 実施機関職員の能力強化研修	コンサルティング・サービス は2016年3月31日に終了。
		国内研修は全て完了。 海外研修は訪日研修に14人が 参加。
実施機関の組織強化	維持管理用車両：計 128 台、 オフィス機器、維持管理機材	維持管理用車両は計61台、 その他は完了。
II/III 審査時の追加	情報管理システム、苦情対応シ ステム、プロジェクト管理シス テム、EPR、中央制御装置	ERP システム導入なし。顧客 対応ソフトウェアは部分完 了、その他は完了。
② 期間	1997年2月～2010年12月 (178カ月)	1997年2月～ 事後評価時時点で未完成。
③ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	1,772百万円 65,271百万円 (162,524百万 INR) 67,043百万円 1INR = 2.49円 (2008年11月時点)	1,947百万円 45,183百万円 (102,113百万 INR) 47,129百万円 1INR = 2.26円 (1996年2月～2015年7月平均)
④ 貸付完了	2015年7月 (2013年7月から延長)	