

インド

2015年度 外部事後評価報告書

円借款「バンガロール市上下水道整備事業」

外部評価者：EY 新日本サステナビリティ株式会社

高橋 久恵

0. 要旨

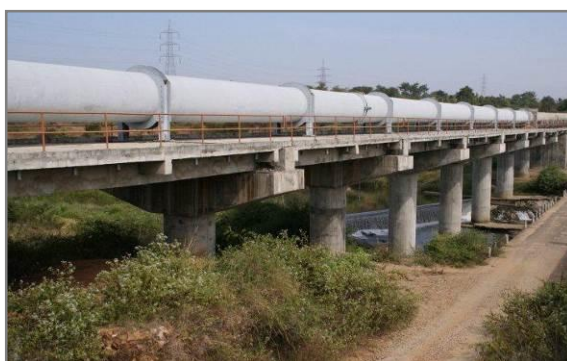
本事業はインドのバンガロール市において、上下水道施設の整備を通じ、給水量と下水処理量を増加することを目的として実施された。本事業の目的は、給水量の増加と衛生環境の改善を目指す同国の開発政策やカルナータカ州の水政策に加え、急速に発展するバンガロール市の開発ニーズ、日本の援助政策にも合致しており、妥当性は高い。本事業は実施機関にとり初の大型公共支援事業であったため、入札業務に遅延が生じ、サイトの確保や関係機関からの承認手続きに時間を要したため、事業期間が計画を大幅に上回った。また、物価上昇や土地問題に係る費用の増加により事業費も計画を上回ったことから、効率性は低い。なお、本事業の実施を通じて、給水カバー率、汚水処理カバー率¹は改善し、上水供給量・下水処理量も大幅に増加した。また、下水処理施設の処理水の水質も州公害管理局の指定した数値を満たすレベルに達している。さらに、上下水道施設が整備された地域では住・衛生環境が改善し、新たにITや自動車企業が進出しており、本事業は同市の産業基盤の改善にも寄与したといえる。よって、有効性・インパクトは高い。本事業で整備された各施設は適切に運営・維持管理されており、体制面、技術面、財務面においても大きな問題は認められない。したがって、本事業実施による効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高い。

1. 事業の概要



事業位置図



バンガロール市への送水管

¹ 本事業対象地域に占める給水エリア、汚水処理エリアの割合。なお、2006年までの対象地域は旧バンガロール市街 245km²を指すが、その後新たな地域がバンガロール市に統合され、同地域は2007年に575km²へ拡大した。詳細は表1の注を参照。

1.1 事業の背景

インドのカルナータカ州の州都であるバンガロール市は「アジアのシリコンバレー」として知られ、ソフトウェア産業を中心に急速に発展を続けている。1991年に410万人であった同市の人口は2000年には700万人に達すると見込まれ、旧市街地から郊外への開発が進められていた²。一方、同市は海拔840メートル～940メートルに位置し、かつ安定的な水源から離れているという地理的な条件により、1970年代以降約100km離れた水源であるカウベリ川より取水し給水供給量を増加してきた³。しかし、その総供給量は人口増加に十分対応できず、上水供給のさらなる増強が急務となっていた。また、人口増加の著しい郊外地区と旧市街地の一部では下水道整備がされておらず、審査時に市内の3カ所にあった下水処理場の処理能力は旧市街地区の排水量にも対応していない状況であった。そのため、旧市街地の生活環境の改善が困難であるばかりでなく、郊外の発展に伴う汚水量の増加によりさらなる生活環境の悪化が見込まれていた。

係る状況を受け、水需要の増加するバンガロール市の深刻な供給不足を緩和するため、既存のカウベリ水道システムの拡張を行い、同時に新たに生じる水利用に伴い発生する下水処理のため、下水処理場の拡張と建設を行うに至った⁴。

1.2 事業概要

バンガロール市において、上下水道施設を整備することにより、上水供給量と下水処理量の増大を図り、もって同地域の民生の向上及び産業の発展に寄与する。

円借款承諾額/実行額	28,452 百万円 / 23,047 百万円
交換公文締結/借款契約調印	1996年 1月 / 1996年 1月
借款契約条件	金利 2.1 % 返済 30年 (うち据置 10年) 調達条件 一般アンタイド (コンサルタントは部分アンタイド)
借入人/実施機関	インド大統領 / バンガロール上下水道局 (BWSSB)
貸付完了	2005年 1月
本体契約	Steel Authority of India (インド)、Degremont (フランス)、Dodsai Private Ltd. (インド)、Petron Civil Engineering Ltd. (インド) / Electro Steel Casting Ltd. (インド) (JV)、Bharat Heavy Electricals Ltd. (インド)、Nila Bauart Engineering Limited Baroda (インド)、Larsen & Toubro Ltd. (インド) / Ksb Pumps Ltd. (インド) (JV)、V A Tech Wabag Ltd. (インド)、Larsen & Toubro Ltd. (インド) / Thames Water Asia Pte.Ltd. (シンガポール) (JV)

² 出所：JICA 提供資料

³ バンガロール市ではカウベリ川から取水をする「カウベリ上水供給事業 (CWSS)」が3ステージにわたり実施されてきた (1974年に第1ステージ、1982年に第2ステージ、1994年に第3ステージが完了)。本事業はその第4ステージフェーズ1に位置づけられている。

⁴ 審査時に行われた需要予測では、給水量の需給ギャップが大きく、本事業の完成で必要な需要をすべて満たすことはできないことが見込まれた。そのため、本事業のフェーズ2を実施することで需要をほぼ満たす計画が立てられた。

コンサルタント契約	TCE Consulting Engineers Limited (インド) /パシフィック コンサルタンツインターナショナル (日本) /Mott Macdonald Ltd. (英国) (JV)
関連調査 (フィージビリティ ・スタディ : F/S) 等	フィージビリティ・レポート (1995 年) (タタ・コンサル タントエンジニア)
関連事業	<ul style="list-style-type: none"> ・(バンガロール市) カウベリ上水供給事業 (ステージ I : 1974 年、ステージ II : 1982 年、ステージ III : 1994 年) ・(円借款)バンガロール市上下水道整備事業 (II-1) (2005 年 3 月)、(II-2) (2006 年 3 月)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

高橋 久恵 (EY 新日本サステナビリティ株式会社)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間 : 2015 年 8 月～2016 年 10 月

現地調査 : 2015 年 11 月 21 日～12 月 2 日、2016 年 2 月 22 日～2 月 26 日

2.3 評価の制約

事後評価は原則として事業完了 3 年後までに実施されるが、2013 年に事業完了を予定していた後継事業 (バンガロール上下水道整備事業 (II) (以下、「フェーズ 2」という。)) と同時に事後評価を実施するため、本事業の事後評価はその完了が待たれていた。しかし、フェーズ 2 が 2015 年時点において完了していなかったことから、本事業の事後評価はフェーズ 2 の完了を待たずに単独で実施することとなった。そのため、本事業は事業完了後 10 年を経過しており、関連資料の入手や受益者への聞き取り調査では受益者が事業実施前後の変化を回答することが難しく、明確な回答あるいは整合性のある回答を得られないケースも見受けられた。このような情報に関しては参考情報として取り扱うこととした。

3. 評価結果 (レーティング : B⁵)

3.1 妥当性 (レーティング : ③⁶)

3.1.1 開発政策との整合性

審査時の開発政策である「第 8 次 5 年計画 (1992 年～1997 年)」では、上下水道分野の改善すべき目標が示された。上水道に関しては都市部の上水道普及率の増加、個別給水栓による給水地域での給水量の増加、漏水・盗水の防止対策・維持管

⁵ A : 「非常に高い」、B : 「高い」、C : 「一部課題がある」、D : 「低い」

⁶ ③ : 「高い」、② : 「中程度」、① : 「低い」

理の強化、下水道については下水道設備のある衛生的な便所の設置、大都市の下水処理施設建設における処理水再利用、都市部の下水道裨益人口の増加が掲げられた⁷。事後評価時の「第12次5カ年計画（2012年～2017年）」⁸は、包括的かつ持続的な発展に向け、「保健」「教育」「飲料水と公衆衛生」「都市・農村に不可欠なインフラの提供」を重視している。なかでも、「飲料水と公衆衛生」を健康問題に欠かせない重要課題としており、安全な飲料水と衛生施設にアクセスできる状態を実現することが掲げられている。

同国の水分野のセクター計画「国家水政策」（2002年）（2012年：2002年更新版）⁹は、水源の開発やマネジメント、公平・公正な水の配分、安全な飲料水と衛生環境の改善、下水道施設や無収水管理計画を通じた水の量・質の管理等を早急に取り組むべき課題としている。また、カルナータカ州の「州水政策 2002」¹⁰では、給水量の増加、公平な水配分を目標として掲げている。さらに、都市部の上下水道整備を所掌する都市開発省の方針「サービスレベルベンチマーク」¹¹も、都市サービスの向上に向け、給水・衛生分野で18項目の基準を示しており、同項目にも上水供給や下水処理の量・質の改善が含まれている。

以上より、同国の開発政策は、一貫して上下水道施設の整備を通じた上水供給量の増加と衛生環境の改善を目指しており、本事業との整合性が認められる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

バンガロール市では発展速度に上水設備が追いつかず、審査時における1人1日当たりの上水供給量は100ℓ（1995年）とインドにおける同市規模の都市に相当とされる150～200ℓから大きく不足していた。また、審査時の上水需給のギャップは306百万ℓ/日（MLD）（1995年）で、2000年には460MLDに拡大すると見込まれていた。下水道施設に関しても、同市の処理能力は376MLDに留まり、適切とされていた544MLDに比べ大幅に不足しており、上下水道の整備は喫緊の課題とされていた¹²。本事業の実施を通じて、事後評価時まで同市の上水供給量、下水処理能力はともに増加したが、審査時には400万人であった同市の人口も2014年には950万人へ増加し、さらに今後も継続的な増加が見込まれている¹³。バンガロール市域も審査時の約2.3倍に拡大しており、表1に示す通り上水供給・下水処理能力ともに需給ギャッ

⁷ 出所：JICA 提供資料

⁸ 出所：インド政府計画委員会ウェブサイトより

(http://planningcommission.nic.in/plans/planrel/fiveyr/12th/pdf/12fyp_vol1.pdf)

⁹ 出所：水資源省のウェブサイトより (<http://wrmin.nic.in/forms/list.aspx?id=1190>)

¹⁰ 出所：カルナータカ州ウェブサイトより (http://waterresources.kar.nic.in/state_water_policy-2002.htm)

¹¹ 出所：都市開発省のウェブサイトより (<http://moud.gov.in/>)

¹² 出所：JICA 提供資料

¹³ 実施機関によれば、同市の人口増加により、さらなる需要の増加が見込まれるため、事後評価時において実施機関はフェーズ2に続くフェーズ3の提案書をJICAに申請済みである。また、実施機関によれば、この人口増に対応し給水量を増加するためには、水源から同市への導水管を10年毎に設置し、給水施設を整備する必要がある。

プは依然として大きく、同市における上下水道施設の処理能力拡大へのニーズは引き続き高い。

表1 バンガロール市の上下水道施設能力の概要

	審査時（1995年）	事後評価時（2015年）
人口（百万人）	4.0	9.5 ¹⁴
バンガロール市域（km ² ）	245	575
上水総供給量（MLD）	567	1,430
需給ギャップ（MLD）	306	740
下水処理能力（MLD）	376	721
需給ギャップ（MLD）	168	423

出所：実施機関提供資料

注：バンガロール市には2007年に8カ所の都市地方体（Urban Local Body : ULB）が加わったことで、市域が拡大した。事後評価時においてはさらに110村が加わり、同市域は800km²となっている。しかし、入手可能な人口が旧バンガロール市域（審査時のバンガロール市域）+8ULBであること、事後評価時、公式にBWSSBがカバーしている地域が同じく旧バンガロール市域（審査時のバンガロール市域）+8ULBであるため、表1の「事後評価時」欄の情報も旧バンガロール市域（審査時のバンガロール市域）+8ULB（面積575km²）を対象とした情報を用いた。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時、日本は対インド国別援助方針（1995年）において、「経済インフラ整備」「貧困対策」「環境保全」分野を重点分野としていた¹⁵。そのうち「貧困対策」では安全な飲料水の供給、「環境保全」では水質や水供給の改善を強化していくとされており、上下水道施設の整備を行った本事業との整合性が確認できる。

以上より、本事業の実施は上下水道の供給・処理能力の拡大を目指してきたインドの開発政策やセクター政策、カルナータカ州の水政策に加え、急速に発展するバンガロール市における開発ニーズ、さらに日本の援助政策に十分合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：①）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプット（計画及び実績）、その変更内容や理由について以下に示す。上水道施設（表2参照）はおおむね計画どおり実施されたが、下水道施設（表3参照）は計画と大きく異なる。これは、下水処理施設の設備能力は詳細設計時に再検討される計画となっていたため¹⁶、詳細設計時の調査結果に基づきスコープが変更されたことによる。

¹⁴ 人口は2014年のデータ

¹⁵ 出所：JICA提供資料

¹⁶ 出所：JICA提供資料

表2 主なアウトプットの計画及び実績（上水道施設）

項目	計画（審査時：1995年）	実績（2005年）
1. 取水・導水施設	1カ所（水源～ネトカル調整池） 取水塔	計画どおり （取水施設と導水施設を繋ぐ 河道の堤防の高さが変更）
2. 導水・送水施設	1カ所（鋼管：径2,000mm、延長 9.7km）ネトカル調整池～トレカ ダナハリー浄水場	計画どおり （鋼管の径サイズが2,000mm から1,900mmに変更）
3. 浄水施設	1カ所（処理能力約270MLD）	計画どおり
4. 貯水池 ポンプ場	3カ所 トレカダナハリー：約13.5百万ℓ ハロハリ：約11.25百万ℓ ダダグニ：約11.25百万ℓ 各々約1,250KW×8台	計画どおり（容量を変更） トレカダナハリー：24百万ℓ ハロハリ：12百万ℓ ダダグニ：12百万ℓ 1,100KW, 1,200KW, 1,300KW×3台
5. 送水施設	送水管（鋼管：径1,950mm、延 長75km） 水撃作用緩和設備（WPRS）	送水管：ほぼ計画どおり （径サイズが1,950mm、1,600mm、 1,200mmに変更、延長94km） WPRS：計画どおり
6. 配水施設 配水池 配水ポンプ場 配水管 機材調達	7カ所（合計217百万ℓ）、 高架タンク5カ所 2カ所 124.5km 本管（延長74.5km）、 支管（新設延長約50km、リハビ リ約10km） 漏水探査機器、流量計	計画どおり（合計147百万ℓ） 高架タンクは中止 計画どおり 147km 本管（延長70km） 支管（新設：77km、リハビリ は中止） 計画どおり
7. その他		無収水対策・配水システムのリ ハビリ（パイロット事業）

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

表3 主なアウトプットの計画及び実績（下水道施設）

	計画		実績（2005年）	
	審査時 （1995年）	詳細設計時 ^注 （1998年）		
1. 下水処理施設				
増強	K&C バレー	55 MLD	55 MLD	55MLD
	ヘバルバレー	30 MLD	本事業対象外	本事業対象外
	小計（増強）	85 MLD	55 MLD	55 MLD
新設	ゲダラハリ	56 MLD	50MLD（ラジャカナル）	40 MLD
	メドラハリ	49 MLD	20 MLD（KR プラン）	20 MLD
	ボダンハリ	74 MLD	30 MLD（カダベシナハリ）	50MLD
	マイラサンドラ	97 MLD	75MLD	75 MLD
	テガラパリヤ	49 MLD	20 MLD（ナガサンドラ）	20 MLD
			20 MLD（ジャッカル）	10 MLD
	K&C バレー	-	30 MLD	30 MLD
	小計（新設）	325 MLD	245 MLD	245 MLD
増強・新設合計	410 MLD	300 MLD	300 MLD	
2. ポンプ場	11 カ所		8 カ所	
3. 幹線管渠	鉄筋コンクリート管：約 150 km 鋳鉄管：約 9km		55 km 16 km	
4. その他	機械器具、試験室機械器具、管渠維持管理用の清掃機器		計画どおり	

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

注：括弧内は、詳細設計時に新たに確定した下水処理場建設地を示す。

表4 主なアウトプット（その他、コンサルティング・サービス）

	計画（審査時：1995年）	実績（2005年）
その他	宿舎・管理棟建設 通信機器、サービス道路改修等	計画どおり
コンサルティング・サービス	内容：詳細設計作成、入札書類作成、入札補助、建設施工監理、職員トレーニング、各報告書作成等 工数：964 人/月（MM）	内容：計画どおり 工数：2,281 MM

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

アウトプット変更内容とその要因：

【上水道施設】

ほぼ計画どおり。但し、表5に記載のとおり、現地の状況に合わせた変更（取水施設から導水施設を繋ぐ河道の堤防の高さ、鋼管のサイズ（径）、貯水池の容量、ポンプ場に設置されたポンプ数、高架タンクの建設中止等）が生じた。なお、これらの変更は計画された取水や導水、浄水機能そのものに影響を与えるものではなく、効果の発現に対しても負の影響を及ぼす修正事項にはあたらないため、妥当な変更と判断される。

表5 上水道施設のスコープ変更の理由

項目	変更理由
取水・導水施設	取水施設から導水施設を繋ぐ河道の水位とその堤防の高さを考慮し、越流が起こらないよう河道の堤防の高さを変更。
導水・送水施設	コスト、安全性、効果を総合的に判断し、鋼管のサイズを変更。
貯水池	立地やニーズを詳細に調査した結果、当初計画よりも多くの容量が必要と判断されたため、主にトレカダナハリーの貯水池の容量を増加。
配水施設	バンガロール市の水供給量と処理能力に基づき、各地域へ持続的かつ均等な配分が可能となるサイズへと調整がなされ、配水池の合計容量を縮小。さらに、計画された一部配水ルートの使用が困難となり、迂回ルートを新たに採用したため配水管の長さも変更された。なお、本事業では、全ての配水池が標高の高い位置に建設されたことから、高低差の圧力を用いる高架タンクの設置が不要となり、中止となった。
その他	本事業の余剰金を活用し、当時バンガロール市で取り組むべき最も重要な課題の一つとされていた無収水対策のためのパイロット調査 ¹⁷ が2002年8月に追加され、事業後半に実施された。なお、調査の結果は本事業のフェーズ2の無収水対策のコンポーネントの活動に活かされている。

出所：実施機関への質問票回答及び聞き取り調査

【下水道施設】

下水処理場の処理能力は、審査時に計画されたとおり詳細設計時にあらためて精査された。その際、住民により建設地が占拠される等の土地問題が生じ、建設地の確保が困難になったことから、ポンプ場も含め下水処理施設の建設場所の変更を余儀なくされた。変更の際には必要とされる処理能力を確保するため、あらたな設置場所、各施設の処理能力が検討されており、効果の発現に影響はなく、妥当な変更であったと判断される。主な変更の内容と理由は表6に示すとおり。

¹⁷具体的には、モデル地域における漏水・無収水対策に向けた調査（メーターの設置、料金支払いシステム整備）、配水システムのリハビリが実施された。

表 6 下水道施設のスコープ変更の理由

項目	変更理由																			
下水処理施設	へバルバレー下水処理施設は、水質の深刻な悪化を受けて、より早急な対応が求められていた。一方で、本事業の進捗が遅れたため、州政府の資金により増強が行われた。																			
	K&C バレーでは、既存施設の欠陥に対応するため既存施設の拡張に加え、新たに施設が建設された。																			
	下水処理場の処理能力は、計画段階において「詳細設計時に 2001 年時の人口や開発予測、汚水量を基にあらためて決定する」とされていた。詳細設計時の調査の結果、計画処理能力が変更となり、さらに事業開始の遅れに伴い、下水処理施設の建設計画地の多くが住民により既に使用されていたため（不法な侵入）、新たに建設地を準備する必要が生じた。その結果、処理量と適切な設置場所が検討され、以下の通り変更された。																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>変更前</th> <th>変更後</th> <th>変更理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゲダラハリ</td> <td>ラジャカナル</td> <td rowspan="3">計画された用地が取得できなかったため、建設地を変更。</td> </tr> <tr> <td>メドハリ</td> <td>KR プラン</td> </tr> <tr> <td>ボダンハリ</td> <td>カダベシナハリ</td> </tr> <tr> <td>マイラサンドラ 処理能力を縮小</td> <td></td> <td>事業の遅延に伴い、0.5km 離れた場所に州の支援で下水処理場（ヴァンヤハバティ・バリー）が建設されたため、規模を縮小。</td> </tr> <tr> <td>テガラパリ ヤ</td> <td>ナガサンドラ</td> <td>計画された用地が取得できなかったため、建設地を変更。</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ジャッカル</td> <td>各施設の建設場所、処理能力の変更に伴い、全体の処理能力を調整するため新設。</td> </tr> </tbody> </table>	変更前	変更後	変更理由	ゲダラハリ	ラジャカナル	計画された用地が取得できなかったため、建設地を変更。	メドハリ	KR プラン	ボダンハリ	カダベシナハリ	マイラサンドラ 処理能力を縮小		事業の遅延に伴い、0.5km 離れた場所に州の支援で下水処理場（ヴァンヤハバティ・バリー）が建設されたため、規模を縮小。	テガラパリ ヤ	ナガサンドラ	計画された用地が取得できなかったため、建設地を変更。		ジャッカル	各施設の建設場所、処理能力の変更に伴い、全体の処理能力を調整するため新設。
	変更前	変更後	変更理由																	
ゲダラハリ	ラジャカナル	計画された用地が取得できなかったため、建設地を変更。																		
メドハリ	KR プラン																			
ボダンハリ	カダベシナハリ																			
マイラサンドラ 処理能力を縮小		事業の遅延に伴い、0.5km 離れた場所に州の支援で下水処理場（ヴァンヤハバティ・バリー）が建設されたため、規模を縮小。																		
テガラパリ ヤ	ナガサンドラ	計画された用地が取得できなかったため、建設地を変更。																		
	ジャッカル	各施設の建設場所、処理能力の変更に伴い、全体の処理能力を調整するため新設。																		
ポンプ場	下水処理場の建設地の変更に伴い、ポンプ場数も変更する必要が生じた。詳細な調査の結果、処理量と適切な設置場所が検討され、実績のとおりに変更となった。																			
幹線管渠	管渠は本事業開始後に鉄筋コンクリート管の約 150km 中 95km がインド側で実施されることとなり（完成済）、本事業内での建設は 55km に変更となった。铸铁管は約 9km の計画が 16km に変更となった。																			

出所：実施機関への質問票回答及び聞き取り調査



浄水施設（トレカダナハリ）



下水処理施設（ナガサンドラ）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の審査時の総事業費は 33,474 百万円（うち円借款部分は 28,452 百万円）であったが、実績は総事業費 36,253 百万円（うち円借款部分は 23,047 百万円）となり、計画を上回った（計画比 108%）¹⁸。主な理由は、物価上昇に伴う資機材費用の増加、事業期間の遅延（詳細は「3.2.2.2 事業期間」を参照）に伴う工事費用の増加、下水処理施設のスコープ変更に伴う土地収用のための費用増加、さらに想定を上回る入札価格等による。

3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された本事業の事業期間¹⁹は 1996 年 1 月～2001 年 12 月の計 72 カ月であったが、実績は 1996 年 1 月～2005 年 5 月の計 113 カ月となり、計画を大幅に上回った（計画比 157%）。実績が計画を上回った主な理由は、「入札業務」「用地取得」に関して、以下の通り遅延が生じたためである。

1) 入札業務に係る遅延

本事業は実施機関にとり、ドナーから支援を受けた初めての大型公共事業であった。そのため、特に入札書類の準備に計画より長い時間を要し、約 2 年の遅延が生じた。これに伴い、建設工事開始の時期が当初より遅れ、その間に多数の下水処理場の設置場所が変更を余儀なくされた。

2) 用地取得に係る諸問題

既述の通り、下水処理場の設置場所に加え、上水道施設のトレカダナハリー貯水池からハロハリ貯水池までの送水管施設の敷設予定地の一部についても、工事の開始遅延に伴い住民による不法占拠の問題が生じた。その解決に時間を要し、完成時期が 1 年ほど延期した。

上記に加えて、下水道管渠の敷設につきバンガロール開発庁やバンガロール市役所からの工事の承認の取得に時間を要したことやマイラサンドラ下水処理場の建設場所で地盤調査の実施に支障が生じたため、調達に必要な情報の取得までに時間を要したこと、ポンプの供給プロセスに関する問題²⁰やカルナータカ州汚

¹⁸ 本事業では、ヘバルバレー下水処理場の増強及び下水道の幹線管渠の 63%が事業の対象外となった。本評価で入手した審査時と完了時の資料では、事業費の項目の内訳が一部異なっていたため、同変更を考慮した事業費用の単純な比較はできないが、可能な範囲で項目を再整理したところ、下水処理場は計画の 266%、幹線管渠は 52%であった。下水処理場の費用は、K&C バレーの下水処理場が増強に加え新設も実施されたこと、建設地変更に伴う事業の遅延、物価上昇等により大幅増となったが、各処理場の費用の詳細が不明なため、これ以上の分析は困難であった。一方、幹線管渠は総延長の縮小に加え、鋼管のサイズを安全性・効率性を考慮のうえ縮小しており、妥当な変更であったといえる。

¹⁹ 事業期間は借款契約調印（事業開始）から工事完了（事業完成）までと定義する。

²⁰ 本事業では、ポンプの設置に際してモーターはインド製、ポンプ本体は最新モデルを採用したため日本製が用いられた。この状況によりモーターをインドから日本に送り試運転を行うことが必要とな

染管理委員会による排水基準変更に伴う調整業務等が事業の遅延に影響した。また、上下水道施設の建設地の変更には、通常各種管渠の変更も伴う。管渠の変更は単にルートのみでなく、その高低差などを考慮した設計が求められることから²¹、通常より多くの時間が必要になったといえる。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

審査時の前提条件を算定根拠²²として、財務的内部収益率（FIRR）の再計算を行った。審査時、7.29%と試算された FIRR は 5.46%となった。計画を下回った主な理由は、事業期間が延長したこと、ならびに水道料金の引き上げ率が審査時の仮定よりも低くなり便益が低くなったためである。

以上より、本事業は事業費が計画を上回り、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。

3.3 有効性²³（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

（1）上水道：給水カバー率、給水量

対象地域における給水率及び給水量の推移を表 7 に示す。本事業は審査時に同市の給水人口の増加を目指していたが、実施機関からは同データを確認できなかったため、本評価では代替する指標として給水カバー率を確認することとした。加えて、本事業で整備した浄水施設の処理能力や既存施設の処理能力の情報をもとに同市の給水量についても目標値を設定し、有効性の分析を行った。

本事業の実施により、本事業の給水カバー率は審査時の 70%から事業完了時には 100%へ改善した。2007 年にはバンガロール市域に 8ULB が加わったことで（表 1 の注を参照）、同率は一定期間 70%まで落ち込んだものの、その後フェーズ 2 実施による貢献もあり、事後評価時には 95%まで増加していることが確認された。また、本事業によりカウベリ川からの上水施設を拡張し、270MLD の処理能力²⁴を有する上水施設を建設することで、事業完成年の上水供給能力は 950MLD となることが計画されていた。実際には、本事業とは異なるアルカバシ川を水源とする供給能力が天候や降水量の変化により 2005 年以降減少したが²⁵、事業完成年の市全体の

り、この作業に伴い約 1 年の遅延が生じた。実施機関によれば、フェーズ 2 では同様の問題（遅延）が生じないようにポンプ本体もインド国内で調達可能なポンプが使用されている。

²¹例えば、下水を流下させる管渠は適切な勾配を持ち、よどみなく下水処理場まで下水を送る設計とする必要がある。

²²費用：初期投資費用、維持管理費、便益：水道料金収入、プロジェクトライフ：完工後 30 年

²³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。

²⁴270MLD の給水量は事業完成年におけるバンガロール市の総給水量の 30%、事後評価時の 20%を占めている。

²⁵本事業ではカウベリ川を水源とする上水施設を整備したが、アルカバシ川を水源とする上水施設において、雨量や自然条件の変化に伴い、供給量が 150MLD から本事業完成時には 50MLD に減少して

給水量は 890MLD と当初の目標値の 94%に達した。その後、フェーズ 2 による上水道施設が完成し、事後評価時の同市の上水供給量は 1,430MLD に増加、施設の稼働率も事業完成後 100%が維持されており、上水道整備による本事業の効果は同市の上水供給地域における給水カバー率、給水量の改善に寄与したといえる。

表 7 給水カバー率及び給水量

	基準値	目標値	実績値				
	1995 年	2001 年	2005 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
	審査年	事業完成年	事業完成年	事業完成			
			6 年後	7 年後	8 年後	9 年後	
給水カバー率 (%) 注 1	70	N.A.	100 注 2	70	85	90	95
給水量 (MLD)	680	950	890	930	950	1,230 注 3	1,430
浄水施設稼働率 (%)	100	N.A.	100	100	100	100	100
無収水率 (%) 注 4	30	N.A.	35	38	45	45	40
漏水率 (%) 注 4	20	N.A.	25	28	35	35	30

出所：JICA 提供資料及び実施機関提供より作成

注 1：1995～2005 年の対象地域は、旧バンガロール市街の 245 km²であったが、その後拡大し、2011 年時点は 575 km²となっていた。

注 2：実施機関より提供可能とされた 2006 年のデータを示す。

注 3：2013 年にフェーズ 2 の実施により給水量が増加している。

注 4：無収水率・漏水率は、審査時において本事業の効果に指定されていなかったものの、同市の概要を把握するため参考情報として入手した²⁶。

(2) 下水道：汚水処理カバー率、汚水処理量、放流水水質

対象地域の汚水処理カバー率、汚水処理量、放流水の水質²⁷を表 8 に示す。本事業は事前評価制度の導入前に審査が行われており、下水道施設に関しては審査時に目標値が設定されていなかったため、本評価では各下水処理場の処理能力や審査時に推計された計画汚水量、州公害管理局の定める水準等の情報をもとに目標値を設定し、その達成状況を確認した。

審査時に 60%であった汚水処理カバー率は事業完了年には 70%に増加した。上述の通り、バンガロール市域の拡大により、2011 年は 60%に低下したものの、下水処理施設への管渠の接続が進むにつれて、下水処理施設の稼働率とともに順調に増加し、事後評価時の同率は 80%まで改善している（下水処理施設の稼働率は表 9 参照）。本事業により新たな下水処理場が設置されていなければ、同率はさらに低い状況となっていたことから、本事業は同率の増加にも貢献したといえる。

いた。

²⁶ 同市には本事業で建設した配水管とは別の老朽化した配水管からの漏水が多く、事後評価時の漏水率、無収水率がともに審査時より悪化した。本事業ではその事業目的に鑑み、無収水率対策については追加的に限定的な地域を対象としたパイロット事業（調査）を実施することとしていたため、本事業実施による同率への影響はない。なお、パイロット調査の結果はフェーズ 2 の無収水対策コンポーネントに引き継がれており、本格的な無収水対策の実施へとつながっていることから、今後の効果の発現が期待される。

²⁷ 放流水質は本事業で拡張・建設した下水処理施設を対象とした数値を示す。

る。事業完成時の汚水処理量は、審査時に推計された計画汚水量の 23%となったが、計画汚水量は上水供給量の 80%と推計されており、本事業の下水処理施設は、その数値に基づき処理能力が設計され、整備が行われた。一方、下水処理場は建設完了後徐々に管渠への接続率や稼働率が上昇していくことから、フル稼働までには一定程度の時間を要する²⁸。本事業の下水処理場も 2020 年までにフル稼働することを想定していること、本事業による管渠整備は限定的であること、事後評価時の汚水処理量が事業実施前に比し大幅に増加し、計画値の約 7.5 割に達していることから、本事業実施による汚水処理量の増加については計画に見合った効果が得られたと判断できる。

表 8 汚水処理カバー率、汚水処理量、放流水質

	基準値	目標値	実績値					
	1995 年	2001 年	2005 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	
	審査年	事業完成年	事業完成年	事業完成				
			6 年後	7 年後	8 年後	9 年後		
対象市域における汚水処理カバー率 (%)	60	N.A.	70 ^{注 1}	60	65	75	80	
汚水処理量 (MLD)	150	796 ^{注 2}	180	319	479	525	600	
BOD 濃度 (出口) ^{注 3}	60 ^{注 4}	20	11.8	11.7	11.7	12.1	11.5	
SS 濃度 (出口) ^{注 3}	150 ^{注 4}	30	13.4	14.1	15.0	15.1	14.1	

出所：JICA 提供資料及び実施機関提供資料より作成

注 1：実施機関より提供可能とされた 2006 年のデータを示す。

注 2：審査時の資料によれば、計画汚水量は上水供給量の 80%として計算されている。そのため、目標値は事業完了時の上水供給量（旧市街地 600MLD と郊外地区 395MLD の合計）の 80%として設定した。

注 3：数値は対象施設の平均値を示す。

注 4：審査年の BOD 濃度、SS 濃度は K&C バレーのみの数値を指す。

本事業で建設された下水処理施設の処理水の生物化学的酸素要求量（以下、「BOD」という。）²⁹濃度及び浮遊物質（以下、「SS」という。）³⁰濃度はカルナータカ州公害管理局の定める水準（目標値）を満たしている。なお、K&C バレーの BOD 濃度、SS 濃度（出口）はともに実施前の数値と比較し大幅に改善しており³¹、水質の改善といった効果も確認された。

²⁸ 実施機関への聞き取り調査より

²⁹ 生物化学的酸素消費量とも呼ばれる最も一般的な水質指標の一つで、水中の有機物などの量を、その酸化分解のために微生物が必要とする酸素の量で表したものである。一般に、BOD の値が大きいほど、水質は悪い。

³⁰ 水中に浮遊する粒子径 2 mm 以下の不溶性物質の総称である。

³¹ K&C バレーの BOD (出口) 濃度は事業実施前後で 60mg/l から 9.5mg/l、SS 濃度 (出口) も 150mg/l から 11.1mg/l へと改善した (表 8 参照)。

表9 下水処理施設の稼働率

(単位：%)

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
K&C バレー	104.1	86.2	98.3	92.3	96.5
カダベシナハリ	55.4	52.7	58.0	68.5	64.8
マイラサンドラ	45.4	49.8	57.3	61.0	78.3
ナガサンドラ	37.4	33.7	42.0	48.9	64.4
ジャッカル	40.6	39.4	58.7	73.1	86.9
K R プラン	26.4	37.3	76.8	104.2	107.9
ラジャカナル	44.8	46.5	88.2	90.86	65.3 ^注

出所：実施機関提供資料

注：2015年後半にラジャカナルの下水処理場に繋がる管渠の一部が道路の拡幅工事の影響を受け10MLD程度減少したことから、同施設の2015年の稼働率が低下している。同工事が完了する2016年12月以降、同率は回復する予定である。

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

事業の定量的効果を補完することを目的に受益者調査³²及びサイト視察時に上下水道施設の近隣住民に対する聞き取り調査を実施した。以下にその概要を示す³³。

給水量について確認したところ、増加したと回答した受益者は6割程度であった。但し、具体的に給水量を確認したところ、事業実施後に平均して一家族あたり約260増加していることが確認された（表10参照）。また、1回の給水時間³⁴もやや改善しており（図1参照）、受益者の約7割が給水の頻度・タイミングの適切さについて信頼できる、または普通と回答している（表11参照）。なお、事業実施前と比較し、水質が改善したと回答した受益者は28%にとどまった（表12参照）。その理由には、給水の頻度は通常2日に1度のため、各家庭では給水時に各家庭に設置したタンクに水を貯め必要に応じて貯めた水を利用している。そのため、タンクでの保存状態により水質が悪化していることがあるとの意見が挙げられた³⁵。一方で、7割程度の回答者は水質に不満を持っておらず、ラジャジナガーの居住区や各地区でBWSSBの窓口となっているサービスステーションにおいて住民に意見を求めた際には、雨期に泥が混ざることがなくなった、色が透明になった、臭いがなくなったという意見も多く聞かれた。

³² 受益者調査は、上下水道施設が整備されたサイト近辺の5居住区（インドゥラナガー、JPナガー、ラジャジナガー、RBIコロニー、ナンディニ）で、受益者100名を対象に実施した。サンプルの抽出方法は有意抽出である。サンプルの内訳は次の通り。性別：男性41名、女性59名。年齢：18~30歳（9名）、31~40歳（18名）、41~50歳（29名）、51~60歳（18名）、61歳以上（26名）。

³³ 評価の制約にも既述の通り、本事後評価は事業完了10年後に実施したため、多くの受益者が事業実施前後の状況を正確に回答することが困難な状況であり、一部の回答には周辺住民への聞き取り調査の結果と整合性のとれないものも確認された。

³⁴ バンガロール市では2日毎に約3時間/回給水が行われている。

³⁵ 実施機関及び住民への聞き取り調査より

表 10 給水量の増加（1 家族/日、1 家族平均人数約 4 人）

大幅に増加した	増加した	増加していない	全く増加していない
1 %	60 %	31 %	8 %
回答者から得られた給水量の変化 平均で約 26 ℓ 増加（事業実施前：平均約 335ℓ、事業実施後：平均約 361ℓ）			

出所：受益者調査結果

表 11 給水の頻度・タイミング

信頼できる	普通	信頼できない
34 %	35 %	31 %

出所：受益者調査結果

表 12 水質の改善

改善した	変化なし	悪化した	大幅に悪化した
28 %	52 %	17 %	3 %

出所：受益者調査結果

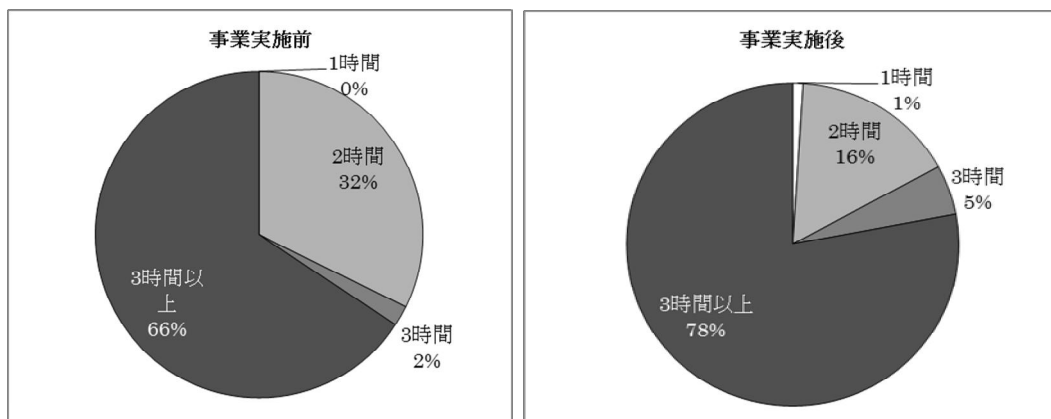


図 1 事業実施前後の給水時間の変化

出所：受益者調査結果

下水道施設整備の効果を確認したところ、悪臭、虫の発生、周囲の景観に関して、改善したと回答した住民は全ての項目で3割程度にとどまった（表 13 参照）。虫の発生については、20%の回答者が悪化したとしている。この理由としては、下水道施設の整備による効果は、住民にとって目に見えにくいこと、また「2.3 評価の制約」に記載のとおり事業完了後 10 年が経過していることから、事業実施前後の変化を住民が正確に回答することが困難であるといった事情が影響したといえる。一方で、JP ナガーや RBI コロニーで行った住民への聞き取り調査では、本事業実施後に悪臭や虫の発生状況が改善したとの意見も多く挙げられ、一定の効果が確認された。

表 13 下水道施設整備の効果（悪臭、虫の発生、周辺の外観）

	大幅に改善した	改善した	変化なし	悪化した	大幅に悪化した
悪臭	0%	27%	66%	4%	3%
虫の発生	0%	28%	52%	14%	6%
周辺の外観	0%	26%	68%	0%	2%

出所：受益者調査結果

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

3.4.1.1 民政及び産業基盤の向上

バンガロール市の民政及び産業基盤の向上をデータで示した統計情報は入手出来なかったが、実施機関によれば同市では「本事業で整備した貯水池近辺はソフトウェアのハブとして発展した」「ビダディ地区（本事業で下水処理施設を整備した地域）では事後評価時まで多くの自動車関連企業が進出した」等の状況が確認された。上水設備の拡張を通じて必要な給水が行き届き、下水処理施設が建設されたことで衛生環境も整備されたことは、IT企業や自動車企業がバンガロール市に拠点を置き、活動を継続していくための基盤づくりに寄与したといえる。

3.4.1.2 女性の（水汲み）労働時間の短縮

事業実施前から一定量の給水が得られてきた地域もあり、受益者調査の結果では水汲みの時間が軽減したと回答した受益者は18%、変化なしとの回答が73%であった。一方で、サイト視察時に貯水池の近隣住民に聞き取りを行ったところ、例えばマイラサンドラ地区は水汲み場が3km程離れており、以前は一日数回の水汲みが必要であった。しかし、本事業実施後には定期的な給水により十分な水を得ることが可能となり、水汲みに時間を費やす必要がなくなったことで、家族のケアや子供の教育、余暇に時間を費やすことが可能となった等の声が聞かれ、一部の地域においては女性の労働時間が短縮されたとの意見も確認された。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

本事業実施中は州衛生局の環境マネジメント・安全計画に沿って工事中のモニタリングが実施された。実施機関や住民への聞き取り、サイト視察を通じ、事業の実施中や実施後に騒音や悪臭などの苦情等は発生していない点も確認された。また、下水処理場で発生する汚泥は農家が定期的に収集し、肥料として利用され、処理場からの放流水の水質も水質基準³⁶をクリアしており、自然環境に対する負の影響は生じていない。

3.4.2.2 住民移転・用地取得

本事業では、送水管敷設に120ヘクタール（ha）、配水池の建設に7ha、下水処理場の建設に11haの用地が取得された。用地取得の手続きは同州の定めた規定に沿って実施された³⁷。なお、本事業の実施に伴う住民移転は発生していない。

³⁶ 州公害管理局に毎日の報告義務が課されている。

³⁷ 実施機関への聞き取り調査より

3.4.2.3 その他のインパクト（土地価格の上昇）

サイト視察時に整備された施設の近隣住民に聞き取り調査を行ったところ、下水処理の施設建設前と事後評価時を比較すると、周辺地域の地価が3倍（平均）程度高騰したとの意見が挙げられた。地価はバンガロール市全体でも高騰しており、同市の経済発展によるものが大きいといえる。しかし、住民からは施設の整備後、住環境や衛生状況（悪臭等）が改善し、移住や移転をしてくる住民や企業が増える傾向にあり、価格の高騰がもたらされたとの説明がなされた。したがって、本事業も住・衛生環境の改善を通じて土地価格の上昇に一定程度影響を与えたと考えられる。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

上下水道の各施設運営・維持管理は、実施機関である BWSSB の監督・管理の下、民間のコントラクターに外部委託されている。施設完成後 3 年間、施設を建設したコントラクターが維持管理を担当してきた。2013 年には契約期間を 7 年間に変更し、再度入札が行われ、引き続き民間のコントラクターが維持管理を担当している。7 年間の契約終了後はあらためて入札が行われコントラクターが選定されることとなる。なお、事業完了後の維持管理を本事業の受注コントラクターが担当したことで、事業実施中の経験や知識が有効に活かされ、良好な維持管理活動に大きく貢献してきたといえる。

さらに、各施設には BWSSB のエンジニアも常駐し、コントラクターの維持管理のパフォーマンスをモニタリングし、定期的に BWSSB の本部に報告する体制が整っている。各浄水施設・下水処理場には平均約 50 名程度、配水池には約 10 名程度の維持管理スタッフがコントラクターより派遣、BWSSB のエンジニアも 1~2 名配置されている。サイト視察を通じた事後評価時の維持管理状況を考慮すると、十分な人員が配置されているといえる。また、BWSSB の職員数（総職員数：2,580 名、技術者数：256 名）については、審査時より人数不足が懸念されてきたが、各施設の運営・維持管理業務を外部委託することで、BWSSB に必要とされる人員数自体が減っていることから、事後評価時には人材不足の問題は改善しており、現状深刻な問題とはなっていない³⁸。

3.5.2 運営・維持管理の技術

BWSSB によれば、職員はセミナーやワークショップ、研修プログラムを通じて、

³⁸ 実施機関への質問票回答より

必要な知識・経験を得ており、各施設の運営・維持管理に必要な技術レベルを有している。また、離職率も非常に低く、他市への転勤もないため、研修等で得られる知識等は同組織に蓄積されているといえる。また、実際の維持管理活動を委託されているコントラクターに対しても、整備された施設の運営・維持管理マニュアルに沿ったトレーニングが事業実施中に実施されてきた。彼らは本事業の施設の建設・敷設を担当したコントラクターであり、維持管理に求められる技術的な知識も有しているといえる。事後評価時において、運営・維持管理マニュアルは各施設で適切に保管・活用されており、またサイト視察による維持管理状況等を考慮しても、運営・維持管理の技術に特段問題は確認されなかった。

3.5.3 運営・維持管理の財務

BWSSB の経常収支は過去数年赤字を計上している（表 14 参照）³⁹。その理由は、費用の 3 割～4 割を占める電力料金、設備投資用の借入金に対する利息⁴⁰、公共栓での給水の負担が大きくなっていることが影響している。但し、売水収入により必要な運営・維持管理費用はおおむね確保しており、適切な運営・維持管理が実施されている⁴¹。BWSSB では料金の支払い方法について従来のサービスステーション窓口における支払いに加え、キオスクの設置（ATM での支払いが可能）やウェブサイトでの支払いを受け付ける等対応を工夫してきており、水道料金の納付率は約 99%と高い。また、サイト視察時には全ての施設が適切に維持管理されている点も確認されており、事後評価時点において維持管理費用の確保に大きな問題はないと思われる。

表 14 BWSSB の収支状況

（単位：百万インドルピー（INR））

	2012/2013 年	2013/2014 年	2014/2015 年
収入	5,835	7,411	8,782
売水収入	5,123	5,920	8,110
その他の収入	713	1,491	671
費用	7,799	11,552	12,182
人件費	1,296	1,528	1,630
電力費	3,247	3,565	3,950
維持管理費	775	954	1,051
事務経費	510	865	793
原価償却費	882	1,633	1,661
利子支払	1,081	2,999	3,089
引当金	8	8	7
収支	▲1,963	▲4,141	▲3,400

出所：BWSSB 提供資料

注：小数点以下四捨五入のため、合計数値とその内訳の計とが一致しない場合がある。

³⁹ BWSSB の会計は独立採算制であるものの、水道事業は公共行政サービスの一環として捉えられているため、法令に基づき州政府より資金投入がなされている。

⁴⁰ 設備投資とされるプロジェクト費用等は州政府からの助成金として配賦されている。

⁴¹ BWSSB 財務部門への聞き取り調査より

なお、収支の改善に向けて、BWSSB では 2014/2015 年に水道料金の値上げを実施しており、次年度以降売水収入の増加が見込まれるとともに、光熱費や事務費用の節約にも一層の努力を続けているとしている⁴²。また、費用に対し電力の占める割合が高いことから、水道料金の設定を電気料金に比例させる案も州政府に交渉中である。さらに、金利に対する債務負担については、州政府に対し投資事業の金利減免への働きかけを行うとともに、より金利の安い機関への借換えの検討中⁴³である等、債務の負担軽減に向け取り組みを進めている。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業で整備された施設は、事後評価時においておおむね適切に使用されている⁴⁴。下水処理施設に関しては、事後評価時の稼働率が低い施設もあるが、表 9 に示す通り同率は年々増加傾向にあり、既述の通り 2020 年までにフル稼働することが計画されている。また、事業完了後数年間は管渠の接続作業が遅延気味であったものの、事後評価時までの数年間で着実に進捗が見られ、BWSSB は引き続き計画・実行を進め、予定通りの稼働率を達成することが期待される。

維持管理は、委託されたコントラクターが実施しており、点検項目や頻度は日常的に記録されている点がサイト視察時にも確認された。これらの維持管理にあたっては、予防保守管理ログシートを用いており、年 1 回のオーバーホールも定期的に行われている。また、必要なスペアパーツは全てインド国内で調達可能であり、各施設は適切に運転がなされていた。また、下水処理場で排出される下水汚泥は、施設内の汚泥乾燥床で乾燥された後、定期的に農家が引き取りに来ており、肥料として利用されている。サイト視察時の各施設の維持管理状況を考慮しても、運営・維持管理状況に問題は確認されなかった。

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

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業はインドのバンガロール市において、上下水道施設の整備を通じ、給水量と下水処理量を増加することを目的として実施された。本事業の目的は、給水量の増加と衛生環境の改善を目指す同国の開発政策やカルナータカ州の水政策に加え、急速に発展す

⁴² BWSSB 財務部門への聞き取り調査より

⁴³ BWSSB の財務部門によれば、例えば、以前より借入れをしている生命保険公社 (LIC) から、より低い金利を設定しているカルナータカ都市インフラ開発金融公社 (KUIDFC) への借換えを行うことで 5% の金利負担の軽減が見込まれる。

⁴⁴ BWSSB への聞き取り調査及びサイト視察より

るバンガロール市の開発ニーズ、日本の援助政策にも合致しており、妥当性は高い。本事業は実施機関にとって初の大型公共支援事業であったため、入札業務に遅延が生じ、サイトの確保や関係機関からの承認手続きに時間を要したため、事業期間が計画を大幅に上回った。また、物価上昇や土地問題に係る費用の増加により事業費も計画を上回ったことから、効率性は低い。なお、本事業の実施を通じて、給水カバー率、汚水処理カバー率は改善し、上水供給量・下水処理量も大幅に増加した。下水処理施設の処理水の水質も州公害管理局の指定した数値を満たすレベルに達している。さらに、上下水道施設が整備された地域では住・衛生環境が改善し、新たに IT や自動車企業が進出しており、本事業は同市の産業基盤の改善にも寄与したといえる。よって、有効性・インパクトは高い。本事業で整備された各施設は適切に運営・維持管理されており、体制面、技術面、財務面においても大きな問題は認められない。したがって、本事業実施による効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高い。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

事業完了後も市街地は拡大しており、下水人口をカバーするための管渠の整備が必要であるため、本事業で整備された下水処理施設は現在も管渠への接続作業が継続されている。本事業完了後の接続工事の進捗が遅れがちであったことから、BWSSB は実現可能な計画を再度検討したうえで、施設のフル稼働に向けて今後遅延のないよう着実に接続工事を進めていくことが求められる。

4.2.2 JICA・実施機関への提言

JICA は本事業及びフェーズ 2 の実施により、バンガロール市における上下水道の需要増加への対応を支援してきた。審査時の需要予測では、両事業の完成により同市の需要を満たすことが計画されていたため、フェーズ 2 の遅延は両事業の効果の発現に影響を及ぼすことに繋がる。したがって、事後評価時に遅延が生じているフェーズ 2 について、実施機関は今後遅延が生じないよう着実に事業を進めていくこと、JICA はその進捗を適宜モニタリングし、スムーズな実施を支援することが望ましい。

4.3 教訓

・大型案件に経験の浅い実施機関に対する支援の提供

実施機関にとり、本事業はドナーの支援を受けた初めての大型公共事業案件であった。そのため入札業務に不慣れであり、事業の遅延が生じ、用地取得の問題にもつなげた。今後、同様に大型案件の実施経験が浅い組織が実施機関となる場合には、事業の遅延を防ぐため、コンサルタントや JICA は、事業開始後に入札書類作成等に対

する細やかな支援をコンサルティング・サービスを通じて提供することや、より丁寧なモニタリング計画などを審査時から具体的に提示し、事業内容に盛り込むことが有効であると考えられる。

・ 下水道分野の案件における余裕を持った事業期間の設定

本事業では、下水処理場のサイトの変更に伴い管渠の敷設ルートも変更する必要が生じ、変更後のサイトにおける下水道管渠の敷設に係る関係省庁（バンガロール開発庁やバンガロール市役所）からの工事の承認の取得に時間を要したことが、事業遅延の要因の一つとなった。下水道の管渠のアウトプット変更には、その機能上、ルート等の変更にとまらず、高低差等を考慮した設計が求められる等、その複雑さから多くの時間が必要となる。さらに、変更後にあらためて関係省庁から承認を得るために要する期間が関係機関ごとに異なる等の課題も挙げられる。したがって、特に管渠の敷設が含まれる下水道分野の支援に対しては、事業の計画者は審査段階において、下水道分野の事情を加味した事業期間を設定することが有効といえる。

・ O&M 業務に係る効率的・効果的な選定方法

本事業では、設備建設を担当したコントラクターが事業完了後 7 年間の O&M を担当する契約が締結された。建設を担当したコントラクターは、事業実施中に各施設・資機材の O&M の研修にも関与しており、設備を熟知している。このように施設に対する十分な知識を有するコントラクターが事業完了後の一定期間対象施設の O&M を担当する契約形態を採用することで、技術面での十分な経験を活かした日常の O&M 活動を行うことが可能になっており、対象施設の維持管理状況が良好な状態に保たれているといえる。

以上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	<p>上水道施設：</p> <p>取水施設 1カ所 導水施設 1カ所 浄水施設 1カ所 貯水池 3カ所 計約36百万ℓ ポンプ場 約1,250KW×8台</p> <p>送水施設 送水管 約75km 水撃作用緩和設備</p> <p>配水施設 配水池7カ所 計217百万ℓ 高架タンク 5カ所 配水ポンプ場 2カ所 配水管 約125km 機材調達（漏水探査機器、流量計）</p> <p>下水道施設：</p> <p>増強 2カ所（計85 MLD） 新設 5カ所（計325 MLD） ポンプ場 11カ所 幹線管渠 鉄筋コンクリート 約150km 铸铁管 約9km その他（機械器具、試験室機械器具、管渠維持管理用の清掃機器）</p>	<p>上水道施設：</p> <p>取水施設 計画どおり 導水施設 計画どおり 浄水施設 計画どおり 貯水池 計画どおり 計約48百万ℓ ポンプ場 約1,100KW, 1,200KW, 1,300KW×3台</p> <p>送水施設 送水管 約94km 水撃作用緩和設備 計画どおり</p> <p>配水施設 配水池 計画どおり 計147百万ℓ 高架タンク 中止 配水ポンプ場 計画どおり 配水管 147km 機材調達 計画どおり 無収水対策パイロット事業</p> <p>下水道施設：</p> <p>増強 1カ所（計55MLD） 新設 7カ所（計245 MLD） ポンプ場 8カ所 幹線管渠 鉄筋コンクリート 約55km 铸铁管 約16km その他 計画どおり</p>
②期間	1996年1月～2001年12月 (72カ月)	1996年1月～2005年5月 (113カ月)
③事業費		
外貨	11,884 百万円	不明 ^注
内貨	21,591百万円 (7,471百万インドルピー)	不明 ^注
合計	33,474 百万円	36,253 百万円
うち円借款分	28,452 百万円	23,047 百万円
換算レート	1インドルピー = 2.89 円 (1995年4月時点)	1インドルピー = 2.76 円 (1996年1月～2005年5月平均)

注：本評価は事業完成後 10 年以上が経過した後に実施された。JICA 提供資料に記載されていた金額の確認を試みたが、実施機関のプロジェクト文書の保存期間は原則 10 年間と定められており、事業費に関して外貨・内貨ごとの詳細が記された資料を入手することが出来なかった。

以上