

ブラジル

2016年度 外部事後評価報告書

円借款「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業(I(II))」／

円借款附帯プロジェクト「サンパウロ州沿岸部環境モニタリングプロジェクト」

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 鈴木憲明

## 0. 要旨

ブラジルのバイシャーダ・サンチスタ地域は、サンパウロ大首都圏と大西洋に挟まれた9市からなる観光地であり、特に都市部における開発が著しい。本事業は、都市部における上下水道施設を整備することで、同地域の急激な人口増に伴う水質汚染の改善と、急増する水需要に対する安定的な水供給を実現し、地域の生活環境改善に貢献するものであり、ブラジル政府の政策と開発ニーズ、地域の開発ニーズ、日本の援助政策に合致しているため妥当性は高い。入札に時間を要し工事開始が4年遅れたことで、資機材価格の上昇、時間経過に伴う設計の見直しが発生した。これにより工事に必要な費用が膨大に膨れ上がり追加融資に至った。追加融資後も、工期遅れに伴う費用の増加、下水幹線管渠<sup>1</sup>・収集管網<sup>2</sup>の埋設コストの高騰、2014年頃から顕在化した首都圏の水不足対策により、工事費用の予算が計画どおりに執行されず、下水処理場、上水システムの工事は完了したものの、下水管設置部分の3%が未完として残り、事業期間・費用ともに計画を大幅に上回った。よって、本事業の効率性は低い。一方、未完部分が残っているものの、本事業の効果は高く、下水処理量・接続世帯数・普及率、いずれも目標値の8割を超え、円借款附帯プロジェクト「サンパウロ州沿岸部における環境モニタリングプロジェクト」<sup>3</sup>の効果もあり、地域の水質改善に貢献している。加えて、同地域を対象とした受益者調査からは、給水量の増加と水質の改善、家庭内の衛生状態の改善により生活環境が改善したという住民が多く本事業の満足度も高いことが確認された。このことから有効性・インパクトは高い。工事完了後、施設はサンパウロ州上下水道公社のバイシャーダ・サンチスタ地域ビジネスユニット（RS）が運営・維持管理を担い、体制面、技術面、財政面に関して問題はない。したがって本事業によって発現した効果の持続性は高い。以上より、本事業の評価は高い。

<sup>1</sup> 下水幹線管渠とは、下水を流下させた路面に埋設され、適切な勾配をもち、下水処理場まで下水をおくり出す排水管を指す。

<sup>2</sup> 下水収集管網とは、各世帯から下水を収集するための、路線に埋設された排水管網を指す。

<sup>3</sup> 本事業の環境モニタリングコンポーネントが切り離され、円借款附帯プロジェクトとなった。本事後評価では、同円借款附帯プロジェクトと本事業を一体評価する。詳細は「1.3 評価の方針」を参照。

## 1. 事業の概要



事業位置図



イタニャエン市に新設した下水処理場

### 1.1 事業の背景

ブラジルにおける経済活動の中心であるサンパウロ州は、2001年に人口が3,700万人とブラジル全人口の22%を占め、同州のGDPは、約4,000億レアイス（約15兆円）とブラジルGDPの33%を占めていた。同州の中でも、近年、特に経済発展が著しいのは、バイシャーダ・サンチスタ地域<sup>4</sup>である。同地域は、サンパウロ大首都圏地域と大西洋に挟まれた9市からなり、ブラジル最大の貿易港サントス、州内有数の工業都市クバトン<sup>5</sup>を擁する工業地帯であるとともに、大首都圏地域にも最も近い海岸行楽地として、特に都市部における開発が著しい。この著しい経済発展に伴い、急激な人口増加<sup>5</sup>が想定されていたことから、当時、道路、電気等の生活基礎インフラの整備が急ピッチで進められていた。しかしながら、下水道の整備については、地理的要因から他地域よりも多くの投資を必要とすることもあり、大きく立ち遅れていた。2004年時点で、9市全体における下水道普及率は53%であったものの、グアルジャ、サントス、サンビセンテ、プライアグランデを除く5市では、2004年の普及率が30%以下と、全国平均31.3%よりも低い水準にあった。沿岸および河川に未処理のまま垂れ流される汚水は水質汚染を引き起こし、地域住民の生活環境を悪化させており、海洋汚染を通じて地域の主要産業の一つである観光産業にも悪影響を及ぼしていた。上水道については、普及率は既に100%を達成していたものの、既存の取水・導水・浄水能力が限界に達しており、今後のさらなる人口増加や季節的な観光人口増加に対して、水の供給量が絶対的に不足していた。同地域における深刻な生活環境の悪化を受けて、上下水道設置を通じた生活環境の改善を目指し、サンパウロ州とサンパウロ州上下水道公社（Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo、以下、「SABESP」という。）は、ブラジル政府を通じ、同地域の上下水道施設の設置・整備に対する円借款支援を日本政府に要請し、これが承認された。

<sup>4</sup> バイシャーダ・サンチスタ地域とは、サンパウロ州沿岸部の9つの都市ベルチオガ市、クバトン市、グアルジャ市、サントス市、サンビセンテ市、プライアグランデ市、モンガグア市、イタニャエン市、ペルイーベ市から成る地域を指し、本事業の対象エリアである。

<sup>5</sup> 2001年時点での人口は1.5百万人であり、当時、2016年の人口予想は2.9百万人とされていた。

## 1.2 事業概要

本事業は、サンパウロ州沿岸部バイシャーダ・サンチスタ地域を対象に、下水道施設と環境モニタリングシステム、及び上水道施設の整備を行うことにより、同地域の急激な人口増に伴う水質汚染の改善と、急増する水需要に対する安定的な水供給を実現するための上下水道サービスを提供し、もって同地域住民の生活環境の改善に寄与する。

円借款承諾額/実行額	40,489 百万円 / 40,489 百万円	
	(1)21,320 百万円 / (1)21,320 百万円	
	(2)19,169 百万円 / (2)19,169 百万円	
交換公文締結/借款契約調印	(1)2003 年 8 月 20 日 / (1)2004 年 8 月 06 日	
	(2)2010 年 7 月 01 日 / (2)2011 年 2 月 15 日	
借款契約条件	金利	(1)2.5% (下水処理場、コンサルサービスは 1.8%) (2)2.5% (下水処理場、コンサルサービスは 1.8%)
	返済 (うち据置)	25 年 (7 年)
	調達条件	一般アンタイト
借入人/実施機関	サンパウロ州上下水道公社 (SABESP)	
事業完成	未完 (2016 年 12 月時点。全事業完了予定月は 2018 年 12 月)	
本体契約	Construbase Engenharia Ltda. (ブラジル) / Telar Engenharia e Comercio Ltda (ブラジル) / ECL Engenharia e Construcoes Ltda (ブラジル)、Saenge-Engenharia de Saneamento e Edificacoes Ltda. (ブラジル)、Jofege Pavimentacao e Construcao Ltda (ブラジル) / Enotec Engenharia Obras e Tecnologia (ブラジル)、Delta Construcoes S.A. (ブラジル) / Araguaia Construtora Brasileirade Rodovias S.A. (ブラジル)、Constructora Andrade Gutierrez S.A.(ブラジル)、Carioca Christiani-Nielsen Engenharia S.A. (ブラジル) / Construtora Norberto Odebrecht (ブラジル)、Consben Construcoes e Comercio Ltda (ブラジル)、Cesbe S.A. Engenharia e Empreendimentos (ブラジル) / Construtora Elevacao Ltda. (ブラジル) / Cobrape Cia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (ブラジル)	
コンサルタント契約	Logos Engenharia S.A. (ブラジル) / Ductor Implantacao de Projetos S.A. (ブラジル) / JNS Engenharia Consultoria e Gerenciamento S.C. Ltda (ブラジル) / 中央開発 (株) (日本)	
関連調査	Secretaria De Recursos Hidricos Saneamento E Obras, 2000 年	
関連事業	<b>【技術協力】</b> 無収水管理プロジェクト (2006~2010 年) <b>【円借款】</b> サンパウロ州無収水対策事業 (2012 年 2 月) <b>【その他国際機関、援助機関等】</b> 上下水道整備事業、世界銀行 (1989~1993 年) グアラピランガ湖流域環境事業、世界銀行 (1993~2000 年) チェテ河汚染改善事業、IDB (1992~2008 年)	

本事業に関連して、円借款附帯プロジェクト「サンパウロ州沿岸部における環境モニタリングプロジェクト」（以下、「円借款附帯プロジェクト」という。）が実施された。

上位目標	サンパウロ州沿岸部のバイシャーダ・サンチスタ地域における水環境が改善されるとともに衛生状況が改善され、もって生活環境の改善に寄与する	
プロジェクト目標	サンパウロ州沿岸部衛生改善事業対象地域において環境モニタリングが適切に実施され、水質の状況を確認・評価できるようになる	
成果	成果 1	円借款事業対象地域の環境特性を踏まえた環境モニタリング計画が策定される。
	成果 2	上記環境モニタリング計画に基づき、環境モニタリングが適切に実施される。
協力金額	180 百万円	
協力期間	2010 年 3 月 ～ 2013 年 2 月	
実施機関	サンパウロ州上下水道公社（SABESP）	
我が国の協力機関	株式会社テクノ中部	

本事後評価では、本円借款附帯プロジェクトは、本事業評価と一体評価する。

### 1.3 評価の方針

円借款附帯プロジェクト「サンパウロ州沿岸部環境モニタリングプロジェクト」は、<3.2.1 (2)>に後述するとおり、本事業の環境モニタリングコンポーネントが切り離され、2009 年技術協力プロジェクトとして承認された。同円借款附帯プロジェクトのプロジェクト目標は、本事業の環境モニタリングコンポーネントを通じて期待されていた下水処理水放流先の公共用水域における水質モニタリングの実施体制の改善であり、加えて上位目標は、本事業における地域の生活環境改善に寄与する公共用水域の水質モニタリング強化であることから、本事業との関係は強い。円借款附帯プロジェクト形成の経緯と相互関係の強さから、本事後評価においては、本事業本体の評価だけでなく、同円借款附帯プロジェクトも併せた一体評価をすることとした。

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

鈴木 憲明（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：2016 年 8 月～2018 年 2 月

現地調査：2016 年 11 月 21 日～12 月 8 日、2017 年 5 月 21 日～5 月 29 日

## 2.3 評価の制約

追加融資の際に、再設定された運用・効果指標の目標値の設定根拠を明確に記載した資料がなかったこと、本事業の実施機関職員が、再設定された運用・効果指標の目標値を把握しておらず、事業計画段階と実施段階の情報が限られていた。これにより、①1日の下水処理量の運用・効果指標の目標値の設定根拠の記載がなく、年間を通じた平均なのか最大値なのか不明瞭であったことから、1日あたりの平均下水処理量推定値が、設定目標値を大幅に超えることを鑑み、目標値は年間を通じた1日あたりの下水処理量が最大になる量であると推測に基づいた評価になること、②上水道事業では、運用・効果指標である無収水率と漏水率の基準値の適切性に疑問が残ることから、ブラジル国家衛生情報システム（以下、「SNIS」という。）からのデータと比較し基準値の妥当性を検証したうえで、妥当性がない場合には、SNISからのデータを基準値にするなどの評価の制約が生じた。そのため、本事業の事後評価では、評価時に提供された情報・データの信ぴょう性と適切性の分析結果からのみ、運用・効果指標の目標値の妥当性や、当時の実施機関や JICA などの役割や貢献がどの程度あったのかを判断している。

## 3. 評価結果（レーティング：B<sup>6</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>7</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

##### (1) 審査時の開発政策

ブラジル連邦政府は、中期開発投資計画「多年度計画（Plano Plurianual、以下、「PPA」という。）2004~2007」において、生活基盤サービスを提供する上下水道セクターを最優先で取り組むべき分野と位置付け、この期間に全国都市部の下水道普及率を平均 51%から 58%に、上水普及率を平均 92%から 94%に上げるという目標を掲げた。一方、連邦政府の政策方針を踏まえ、サンパウロ州の「PPA 2004~2007」において、都市部への新たな下水道接続 40 万件、上水道接続 33 万件を行うという目標を掲げていた。本事業は、とりわけ人口が急増していたバイシャーダ・サンチスタ地域の普及率の低い都市部の下水道を整備し、上水道については、普及率こそは、既に 100%近くまで達しているものの、同地域における人口増加と季節的な観光人口増加予測に対応したもので、審査時の開発政策との整合性は高い。

##### (2) 事後評価時の開発政策

事後評価時のブラジル連邦政府ならびにサンパウロ州の「PPA 2012~2015」と「PPA 2016~2019」において、上下水道セクターの重要性は依然と高く、上水道は、都市部だけでなく農村部への拡張、下水道は、都市部における衛生改善が主要なテーマとなっている。他方、2011年4月に策定された「ブラジル国家基礎衛生計画（Plano Nacional de

<sup>6</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>7</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

Saneamento Básico、以下、「PLANSAB」という。）」には、全国で 2023 年までに、95%の世帯の上水道による飲料水の供給を可能とさせ、81%の下水が処理されることが明記されている。本事業は、バイシャーダ・サンチスタ地域という、サンパウロ州の中でも有数の観光資源を持ち、今後も経済発展が見込まれる都市部の低い下水道普及率の改善を通じて地域の衛生改善に寄与し、今後も見込まれる地域の人口増と季節的な観光人口増加に対応した地域の水供給の拡大と強化を目指しており、審査時と同様、評価時においても国の政策に合致しており、妥当性は極めて高い。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

#### (1) 審査時の開発ニーズ

バイシャーダ・サンチスタ地域では既存の下水処理場が老朽化しており、一次処理(固形物除去)で近海に放流され、沿岸部の水質検査では大腸菌群数が非常に多くなっていた。また処理しきれない下水が沿岸や河川に垂れ流されることにより、沿岸や河川が汚染され、地域住民に深刻な生活環境の悪化をもたらしていた。2003年のバイシャーダ・サンチスタ地域沿岸部 242 地点の水質検査によると、202 地点で同州公共用水域の水質基準値である 1,000/100ml を上回る大腸菌群が検出され、海洋汚染を通じて主産業の一つである観光産業にも影響を及ぼしていた。一方、既存の上水道施設は、取水・導水・浄水能力が限界に達しており、同地域の急激な人口増加と季節的な観光人口増加に対して、水の供給量が絶対的に不足していた。このような状況のもと、審査時において、同地域に安定した上下水道サービスを提供する必要性は極めて高かった。

#### (2) 事後評価時の開発ニーズ

事後評価時点において、バイシャーダ・サンチスタ地域全体の上下水道普及率は、審査時と比較し改善され、国平均を上回っている。しかし、同地域の下水道普及率は 71%に改善されたものの、ベルチオガ市 (39%)、クバトン市 (51%)、グアルジャ市 (63%)、サンピセンテ市 (71%)、プライアグランデ市 (72%)、イタニャエン市 (34%) は、PLANSAB の 2010 年の目標値 75%に達していない。これらの市については、下水道事業のニーズは引き続き高い。加えて、バイシャーダ・サンチスタ地域の上水道普及率は 2016 年の実績で 93%に達しているものの、PLANSAB にあるサンパウロ州の 2018 年までの上水道普及率の目標値 99%には達しておらず、引き続き上水道事業のニーズはあると判断できる。

本事業により、将来の観光人口増加にも対応できる水需要ニーズには応えたものの、2018 年におけるサンパウロ州の目標値を達成していないことから、上水道整備ニーズは引き続きある。加えて、下水道整備ニーズは、一部の市において下水道普及率がいまだ PLANSAB の都市部における 2010 年の目標値 75%に達しておらず、同地域の下水道事業のニーズは引き続き高く、本事業の妥当性は極めて高いといえる。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

JICAの「海外経済協力業務実施方針」（2002～2004年）では、都市化に伴う住環境の悪化、顕著な貧富・地域間格差などを踏まえ、「環境保全のための事業」および「所得・地域間格差是正のための経済インフラ整備、社会セクター、貧困対策への支援」を重点支援分野とされた。日本政府の対ブラジル政府間援助（ODA）国別政策（2006年）では、環境分野が日本の5つの重点分野のひとつに取り上げられ、とりわけ上下水道分野は支援実績も多く、急速な人口集中が進む大都市圏の整備の遅れに対処し、生活環境の改善に寄与することが期待された。本事業は、地域の自然環境問題に対する対処と生活環境の改善に寄与しようというものであり日本の援助政策との整合性は高い。

以上より、本事業の実施はブラジルの開発政策、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 効率性（レーティング：①）

### 3.2.1 アウトプット

#### (1) 上下水道システムの概要

本事業は、2004年に締結された円借款事業（以降、「Ⅰ期」と呼ぶ。）と、その後、2011年に追加融資された円借款事業（以降、「Ⅱ期」と呼ぶ。）の2つを含んでいるが、追加融資にあたり、事業完了年の変更に伴う人口増や、2009年時点での実績値を考慮して、下水処理量や処理水BOD濃度などの運用効果指標の目標値の変更がなされたが、スコアの追加は基本的に発生していない。

9つの下水処理場の設置は2011年までに全て完了したものの、下水幹線管渠・収集管網の敷設と下水管の接続については、市に対する市内道路の舗装工事手続きに多くの時間がかかったこと、市政の交代が影響し市による下水幹線管渠敷設工事の一時停止指示があったことなどに起因して敷設が大きく遅れた。この大幅な遅れにより、2013年12月時点で、クバトン、グアルジャ、プライアグランデ、イタニャエンの4市で、下水幹線管渠・収集管網の設置距離と下水管の各戸接続数が計画を大きく下回り、多くの未完部分が残っていたため、2014年1月以降、本事業の先方負担未施工分を仕切り直して、政府の事業として（以降、「先方負担未施工分」と呼ぶ。）が実施された。2014年前半頃から、サンパウロ州全体で深刻な水不足が起きたことから、水不足対策に多くの予算が割かれた。このため、先方負担未施工分に充てる予定だった予算を当初執行することができず、先方負担未施工分は大幅に遅れた。このことが影響し、2016年12月においても、下水幹線管渠下水収集管網が全体の1.3%（13.39km）、下水管接続が全体の4.4%（5,410戸）、ポンプ場が全体の3.5%（3カ所）の未完部分<sup>8</sup>が残った。2016年半

<sup>8</sup> 本事業の先方負担未施工分は、2016年12月時点で3つの市であり、内訳はそれぞれ、クバトン（下水収集管網1.203km、下水道管接続1,930戸）、グアルジャ（下水収集管網8.815km、下水道管接続2,117戸、ポンプ場3カ所）、イタニャエン（下水収集管網3.374km、下水道管接続1,363戸）である。

ばに、この水不足も解消されたことから、今後は問題なく先方負担未施工分完了のための予算が執行され、2018年には全ての工事が完了する見込みである。下水道事業のアウトプットに関して、本事後評価では、2016年12月時点で、クバトン市、グアルジャ市、イタニャエン市の一部の下水幹線管渠・収集管網、ポンプ場が未完だったことから、効率性評価においては、これら未完部分のスコープを省き評価した。上水道事業については、2013年5月に全工事が完了した。

## (2) 環境モニタリングコンポーネント

本事業で計画されていた環境モニタリングコンポーネントについては、追加融資に関するJICAとの協議の中で、SABESPやサンパウロ州環境公社（Companhia Ambiental do Estado de São Paulo、以下「CETESB」という。）間の本事業の環境モニタリングコンポーネントに関する役割分担が明確でなく、専門業者に全面的に委託するような提言もなされた。一方、本事業は、実質的に公共用水域の水質モニタリングのための施設や機材の整備であり、対象地域の下水処理場やSABESPの地域事務所に設置されている施設や機材で十分対応が可能であるという判断から、本事業のスコープから外すことが合意された。一方、同地域の水質モニタリング計画は未整備であり、公共用水域の水質モニタリングの実施体制は脆弱であったことから、その後、2009年11月に、SABESPとJICAの間で、環境モニタリングに関する円借款附帯プロジェクトを実施することが合意された。同プロジェクトは、2010年から2013年にかけて実施された。本事業の環境モニタリングコンポーネントには、①モニタリングセンターの建設、②水質自動観測機器の設置、③汚染源モニタリング装置の設置、などが含まれていた。円借款附帯プロジェクトの中で、①については、下水処理場内の簡易ラボやバイシャーダ・サンチスタ地域衛生管理課<sup>9</sup>（以下、「RSOC」という。）に代替の既存機能があることから、これらの能力強化を図り、②・③については、下水処理場のオペレーターやRSOCによる定期的な定点モニタリングにより対応が可能であることから、下水処理場のオペレーターやバイシャーダ・サンチスタ地域ビジネスユニット職員、RSOC職員に対する技術協力を実施した。

円借款附帯プロジェクトは、当初の予定どおり専門家（10M/M）ならびに機材供与の投入がなされ、ベースライン調査、環境モニタリング計画の策定業務、環境モニタリングマニュアル作成など活動は、2011年1月までに実施された。2011年1月以降、成果2に関する活動が始まり、成果1で策定した環境モニタリング計画とマニュアルに従い、環境モニタリングが、2013年まで全9回実施された。活動内容は、バイシャーダ・サンチスタ地域の23カ所における、糞便性大腸菌の含有率と富栄養化のモニタリングであり、下水処理水を放流している箇所について、大きな問題は確認されなかった<sup>10</sup>。

<sup>9</sup> 本事業で設置された上下水道施設の運営・維持管理を担うバイシャーダ・サンチスタ地域ビジネスユニット配下の組織であり、水質管理とモニタリング機能を担う。

<sup>10</sup> 生活排水や海や河川に直接下水が流れている箇所は、糞便性大腸菌の数が10,000個/100mlを超えているのに対して、下水処理が施され放流されている箇所は、2,500個/100ml以下に抑えられていたことが確認された。他方、富栄養化を測る窒素については、推奨される制限値が、それぞれ、硝



環境モニタリング結果レポートも、実施毎に9回作成された。加えて、環境モニタリングの結果を受けて、環境モニタリング計画とマニュアルの見直し業務もなされ、全て予定どおりに実施されていることから、円借款附帯プロジェクトの効率性は高いと判断できる。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

##### (1) 事業費概要

2016年12月までのI期・II期の総事業費は136,687百万円<sup>11</sup>と、I期における最初の事業予算<sup>12</sup> 38,787百万円<sup>13</sup>と比較して、計画比352%だった<sup>14</sup>。これはその後の追加融資の理由でもあるが、①環境許可取得時の条件に対応するために、工事開始が遅れ資機材価格が上昇したこと、②下水処理の基本設計の変更、例えば、下水処理場の基礎工事時の杭を、仕様どおりの深さに打ち込めない中間土層があることが発覚し、土層の入れ替えなどの作業が必要となったことや、サントスの下水処理場は住宅街の中に位置しており、近隣の住宅街などに対して、臭気と騒音など環境へのマイナスの影響を完全になくすため、沈砂池と、それ以降の工程を担う施設を、それぞれ別々の建物内に設置させる必要があったこと、③ブラジルで義務付けられている3段階の環境許認可<sup>15</sup>のうち、第1回目の事業の計画段階での環境許認可は取得済みだったものの、第2回目の下水処理場やポンプ場の実際の工事開始前の環境許認可にかかる付帯条件は、臭気・騒音対策をより厳格化したものであり、より強力な脱臭システムや騒音軽減のポンプモーターを設置するなどの対応が必要となったこと、④時間経過に伴う設計の見直しを行ったことやそれに伴って費用の増加したこと、に起因している。追加融資後も、工期遅れに伴うコンサルティング・サービス費の増加、交通量の多い下水幹線管渠・収集管網の埋設箇所、道路を開削しない工法（推進工法）を採用したことから、下水道管<sup>16</sup>の埋設コストが高騰したこと、下水幹線管渠・収集管網の延伸に伴い下水道関連工事費が増えたこと、下水管接続のために、家屋前の道路の掘削・下水道管理設、埋設後の復旧と舗装に、一部の家屋では、必要以上に掘削、道路の舗装をする必要がでてきたりするケースもあったことなどが起因している。

---

酸性窒素は0.1mg/l、ケルダール窒素は0.25mg/lであるのに対し、モニタリング箇所は、いずれもトータル窒素量が0.2mg/l程度に抑えられていた。リンは制限値(0.02mg/l)を超えている箇所もあるが、下水処理水を放流している箇所については、富栄養化は抑えられていた。

<sup>11</sup> 1R\$=46.61円/出所：IMF為替レート履歴より

<sup>12</sup> 本事業の総事業費との比較にあたり、本事業の環境モニタリングについては、計画当時よりも規模を縮小(779百万円→264百万円(SABESP自己資金250百万円、円借款分14百万円))したことから、比較対象の計画されていた総予算から、この減少分を差し引いている。

<sup>13</sup> 本事業で計画されていた環境モニタリングコンポーネントが実施されていないことから、総予算額(39,221百万円)から、同コンポーネント用に計画されていた予算額434百万円を差し引いている。

<sup>14</sup> 追加融資後の本事業総予算(83,829百万円)と比較すると、計画比163%となる。

<sup>15</sup> ブラジルでは、計画時、工事開始時、施工完了時の3段階において、環境許認可を得る必要がある。

<sup>16</sup> 本報告書でいう下水道管とは、各世帯に設置される家庭の下水を下水収集管網に送り出す排水管を指す。

## (2) 追加融資

本事業は、①2004年以降、中国需要に牽引されて発生した世界的な資機材価格の上昇に伴う資機材価格の高騰による追加費用（233百万レアイス）、②環境ライセンスの付帯条件への対応による追加費用（109百万レアイス）、③時間経過<sup>17</sup>に伴う設計の見直しと実施体制の見直しによる追加費用（140百万レアイス）に対して、追加融資がなされた。本事業の物的予備費の中である程度の費用増加に対応すべきところではあるが、E/Nが締結された2003年8月当時では、ここまで顕在化しておらず、この時期までの費用高騰の予見は不可能であったとされる。一方、SABESPは、当時、国際機関に対しても融資の可能性につき打診したが、本事業の案件形成段階より関与しておらず、また既に他ドナーであるJICAの融資が実行されている継続案件であり、途中から事業費増加分のみを融資対象とはできないなどの理由もあり、他機関からの融資を受けることが難しかった。本事業を完了させるため、かつ予定されていた事業効果を得るために実施した本事業への追加融資は、妥当であったと判断できる<sup>18</sup>。

## (3) 円借款附帯プロジェクトの投入

投入の計画と実績は以下のとおり。

投入要素	計画	実績（終了時）
専門家派遣	専門家派遣1人（10M/M）	専門家派遣1人（10M/M）
研修員受入	研修受け入れ（人数の記載なし）	研修受け入れ3人
第三国研修	なし	なし
機材供与	機材供与（詳細な記載なし）	機材供与（採泥器、採水器等）
協力金額合計	180百万円	180百万円
相手国政府投入額	カウンターパート配置 プロジェクト事務室、電気・水道代、 事務所機材購入、活動に伴うカウンター パート側経費（交通費、給与など）	カウンターパート配置 プロジェクト事務室、電気・水道代、 事務所機材、活動に伴うカウンターパ ート側経費（交通費、給与など）

### 3.2.2.2 事業期間

I期の事業期間2004年7月～2009年2月（56カ月）に対して、本事業開始から、2016年12月までの期間（150カ月）で、計画比268%と計画を大幅に上回った。先方負担未施工分であるクバトン、グアルジャ、イタニャエンの下水収集管網・ポンプ場・下水管接続が完了し、本事業全ての予定完了時期である2018年12月（174カ月）と比較すると、計画比311%となる。下水処理場は全ての施設の工事が完了しており、2011年には全ての下水処理場の操業が開始された。上水道事業についても、2013年5月に全ての施設の工事が完了し、翌年2014年から本格稼働している。一方で、下水幹線管渠・収

<sup>17</sup> JICA提供資料“2009年8月\_追加借款の理由”によると2003年以降、実際に工事が開始されるまで4年間かかっており、これが時間経過の主な原因となっている。

<sup>18</sup> 尚、追加融資に伴う事業スキープの拡大はなく、事業効果への直接の影響もないことから、効率性の評価ではアウトプット増減なし、事業費増加と捉えた。

集管網、下水道接続に極めて大きな遅れが発生し、評価時点においても、一部未完部分が残った。

表 1：下水幹線管渠・収集管網、下水道接続の完了時期

市名	管渠	管網	下水道接続	ポンプ場	完了(予定)時期	計画比
ベルチオガ	完了	完了	完了	完了	2013年12月	204%
クバトン	完了	未完	未完	完了	2017年12月	289%
グアルジャ	完了	未完	未完	未完	2018年12月	311%
サントス・サンピセンテ	完了	---	---	完了	2011年05月	148%
ブライアグランデ	完了	完了	実施中	完了	2016年12月	268%
モンガグア	完了	完了	完了	完了	2013年12月	204%
イタニャエン	完了	未完	未完	完了	2017年10月	286%
ペルイーベ	完了	完了	完了	完了	2013年12月	204%

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等

遅延理由は、上述のとおり事業コストが高騰した理由と事業期間が大幅に伸びた大きな原因として、入札に4年以上の期間がかかったこと<sup>19</sup>、環境基準の厳格化、市政の交代に伴う工事の一時中断、下水幹線管渠・収集管網の延伸<sup>20</sup>、先方負担未施工分ではサンパウロ州の水不足対策に予算が優先されたために、本事業の工事に予算が計画どおりに割り当てられなかったことなどがあげられる。

### 3.2.3 内部収益率（参考数値）

#### 財務的内部収益率（FIRR<sup>21</sup>）

条件	プロジェクトライフ：25年、費用：本事業に係る建設費用及び維持管理費用、便益：下水道料金収入	
審査時：	0.27%（下水道事業部分）	事後評価時： -5.18%（下水道事業部分）

FIRR については、当時の計算方法や根拠が確認できないため、SABESP が自身の財務的持続可能性をモニタリングするために有している FIRR の計算方法を活用し、上表にある条件にあわせて再計算をした。当時の計算方法や根拠<sup>22</sup>が確認できないため、正確な差異分析はできないが、①事業費が3倍以上になっていること、②SABESP は40年のプロジェクトライフを想定しており、それにあわせて下水道料金が設定されていることから、審査時よりも少ない下水道料金が設定されていると考えられる、などから FIRR は、審査時予定されていた 0.27% からマイナスになったと推察される。尚、SABESP によると、特に観光地でもあるバイシャーダ・サンチスタ地域は、他地域と比較して環

<sup>19</sup> 入札期間中、失格業者による裁判提訴があり裁判所の判決を待っての価格応札が実施されたこと、予定価格を大幅に上回る最低応札価格者との価格交渉で2年以上の年月をかけたことや、契約同意後、落札業者の共同企業体1社の他事業での汚職疑惑に伴う第2価格応札業者との再契約交渉による遅延などが主な原因である。

<sup>20</sup> 宅地の増設や市からの指示により、計画時に予定していた下水幹線管渠と下水収集管網の経路ではなく、迂回した経路をとらざるを得なかったなどから、下水幹線管渠と下水収集管網が延伸した。その他、ブライアグランデやイタニャエンのように地形がフラットな場合は、地形の勾配を活用した下水処理場への自然流下ができず、一度、海岸沿いのポンプ場に下水を運び、その後、上流にある下水処理場へ下水を運ぶため、下水幹線管渠と下水収集管網がより延伸した。

<sup>21</sup> 上水道事業の FIRR は審査時に算出されていないため、本事後評価では下水道事業のみの FIRR を算出している。

<sup>22</sup> 例えば、本事業に係る維持管理費の算出方法は、提供された審査資料では明示されておらず、本事後評価では、サントス市における下水処理量 1 m<sup>3</sup>あたりの維持管理費を、本事業の対象エリアの想定される下水処理量を乗じて算出している。このことから、正確な差異分析はできない。

境基準が高く、下水管工事に伴う舗装にも多くの規制が設けられており、敷設費は非常に高くなることから、FIRR は他地域と比較してもより低くなるとのことであった。一方、SABESP の上水道事業は、収益率が高く FIRR は平均でも 8~9% であり、下水道事業の赤字分を十分に補填するだけの利益を出していることから、上下水道事業をあわせた収益率は常にプラスである。

#### 経済的内部収益率 (EIRR)

EIRR については、審査時に設定がなかったことから、本事後評価では EIRR 計算をしていない。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画を大幅に上回ったため効率性は低い。

### 3.3 有効性<sup>23</sup> (レーティング : ③)

#### 3.3.1 定量的効果 (運用・効果指標)

##### 3.3.1.1 下水道事業

有効性の評価にあたり、取り扱う指標を、下水処理量 (m<sup>3</sup>/日)<sup>24</sup>、下水道接続世帯数、下水道接続率、処理水 BOD 濃度 (mg/l) とした。下水処理量、下水道接続世帯数、下水道接続率は、市全体を対象とし、処理水 BOD 濃度は、本事業で設置した 9 つの下水処理場での下水処理後の放流水を対象とした。追加融資の際、それぞれの運用・効果指標の I 期の目標値 (2000 年の基準値をベースに設定) を、2009 年の実績値をベースに II 期の目標値として再設定している。より最新の実績値をベースにした目標値のほうが、同地域における居住・観光人口の増加を考慮したより現状にあう目標値であることから、事業の効果を適切に測れると判断し、本事後評価では、II 期の目標値と 2016 年 12 月の評価時点での実績値を比較することとした。

市ごとに工事完了年が異なるため、それぞれの市の工事完了から 2 年後の年の実績値と比較して達成率<sup>25</sup>を算出した。これらの指標の達成度を把握したうえで、指標ごとの重み付けを、下水処理量 : 1、下水道接続世帯数 : 0.5、下水道接続率 : 0.5、処理水 BOD 濃度 : 1<sup>26</sup>とし、下水道事業全体の運用・効果指標の達成度を評価する。

##### (1) 1 日あたりの下水処理量 (運用指標)

1 日あたりの下水処理量の II 期の目標値は、710,420m<sup>3</sup>/日であり、地域の人口が 290

<sup>23</sup> 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。

<sup>24</sup> 下水の排除方式は、分流式であり、本事業の下水処理量は、下水処理場への下水流入量を測っている。尚、雨水の影響がゼロであることは確認できなかった。

<sup>25</sup> 2016 年に完了したプライアグランデは、事業完成年 2016 年の実績値で達成率を算出。未完部分を残すクバトン、グアルジャ、イタニャエンについては、2016 年 12 月の実績値で達成率を算出。

<sup>26</sup> 下水処理量と処理水 BOD 濃度が、下水道事業を測る代表的な運用指標であり、それぞれ量的指標、質的指標に相当することから、別々に同等の重みを設定した。下水道接続世帯数と下水道接続率は、下水道事業の効果指標を測る指標として、二つあわせて他の指標と同等の重みを設定した。全体の重みを 3 として、運用指標の量的指標と質的指標に、1 の重みをそれぞれつけ、効果指標には 1 の重みをつけたうえで、効果指標の 1 を 2 つの指標で分け、0.5 ずつとした。

万人（2016年推定）、1人あたりの1日の下水処理量が200～250リットルであることを考慮し、目標値は、年間通じた1日あたりの下水処理量が最大になる量であると判断した<sup>27</sup>。実績値として、1日あたりの下水処理量が年間を通じて最大になる量を市ごとに算出し、目標値と比較した。

表 2：1日あたりの下水処理量（m<sup>3</sup>/日）

市（事業完成年）	基準値 2000年	目標値 2013年	実績値 <sup>28</sup>			達成率
	審査年	事業完成 2年後	事業完成 年	事業完成 1年後	事業完成 2年後	
ベルチオガ（2013）	1,178	27,799	16,089	12,862	18,287 (2015)	66%
クバトン（2016）	3,769	22,222	19,731 (2016)	---	---	89%
グアルジャ（2016）	0	117,048	76,837 (2016)	---	---	66%
サントス（2011）	91,483	209,434	201,434	196,239	180,454 (2013)	86%
サンビセンテ（2011）	20,846	81,043	68,876	75,383	82,903 (2013)	102%
プライアグランデ（2016）	26,044	127,864	157,916 (2016)	---	---	124%
モンガグア（2013）	3,184	36,473	26,621	25,472	28,383 (2015)	78%
イタニャエン（2016）	0	49,592	26,328 (2016)	---	---	53%
ペルイーベ（2013）	10,304	38,945	29,067	39,941	47,376 (2015)	122%
<b>全体</b>	<b>156,808</b>	<b>710,420</b>	<b>638,215</b>			<b>89.8%</b>

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等

市全体には、本事業と本事業のスコープ外である SABESP 独自の事業による整備区域が混在している。クバトン、グアルジャにおいて目標値を達成していないのは、本事業の一部のスコープが未完であることに起因しており、他の市、特にベルチオガ、モンガグア、イタニャエンは、SABESP の独自事業の進捗が遅れていることが原因である。地域全体の同指標の目標水準（710,420 m<sup>3</sup>/日）への達成率は 89.8%（638,215 m<sup>3</sup>/日）である。

## (2) 下水道接続世帯数・下水道接続率（運用・効果指標）

下水道接続世帯数は、2000年の市ごとの SABESP 下水道接続サービスエリアの全世帯数を基準に、その後の人口推移を分析したうえで、II期の目標値の設定年である2013年の市ごとの全世帯数に、各市の下水道接続率の目標値を乗じて下水道接続世帯数の目標値を再設定した。本事業評価では、この市ごとに再設定した目標値と、下水道接続世帯数の実績値を比較した。

<sup>27</sup> 下水処理量の増減は、主に観光人口の増減によるものであり、観光人口を含めた域内の全人口が下水処理した場合の総量が 580,000～725,000m<sup>3</sup>/日となることから、域内の全人口を最大でも 95%カバーしている本事業において 710,420 m<sup>3</sup>/日は最大値として判断するのが妥当。

<sup>28</sup> 2016年が完成年であるプライアグランデ、2016年時点で未完だったクバトン、グアルジャ、イタニャエンは、2016年12月の事後評価時点での実績値を事業完成年の値と想定して比較対象とした。1年後、2年後の欄は、本事後評価では入手ができないことから、“---”とした。

表 3：下水道接続世帯数 (千戸数)

市 (完成年)	基準値 <sup>29</sup> 2000年	改目標値 2013年	実績値			達成率
	審査年	事業完成 2年後	事業完成年	事業完成 1年後	事業完成 2年後	
ベルチオガ (2013)	2.2	18.0	10.5	12.7	14.1 (2015)	78%
クバトン (2016)	6.3	26.8	21.7 (2016)	---	---	81%
グアルジャ (2016)	72.3	127.9	95.5 (2016)	---	---	75%
サントス (2011)	152.4	167.4	171.4	174.8	177.4 (2013)	106%
サンピセンテ (2011)	49.3	104.0	85.0	87.6	90.2 (2013)	87%
プライアグランデ (2016)	62.5	177.6	164.3 (2016)	---	---	93%
モンガグア (2013)	7.5	36.6	33.8	34.5	36.0 (2015)	98%
イタニャエン (2016)	2.6	50.2	28.3 (2016)	---	---	56%
ペルイーベ (2013)	13.2	29.5	29.5	30.7	31.7 (2015)	107%
<b>全体</b>	<b>368.3</b>	<b>738.0</b>	<b>659.2</b>			<b>89.3%</b>

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等

下水道接続率は、Ⅱ期の目標値と実績値を比較する。また市ごとに人口は異なるため、人口をベースにした重み付けをして加重平均により全域の下水道接続率を算出する。

表 4：運用効果指標 (下水道接続率) (%)

市 (完成年)	基準値 2000年	目標値 2013年	実績値			達成率		
	審査年	事業完成 2年後	事業完成 年	事業完成 1年後	事業完成 2年後	人口重 み無し	人口 による 重み	加重平 均後の 達成率
ベルチオガ (2013)	15	95	33	36	39 (2015)	41%	2.1%	0.9%
クバトン (2016)	30	95	56 (2016)	---	---	59%	3.3%	1.9%
グアルジャ (2016)	66	95	66 (2016)	---	---	69%	14.5%	10.1%
サントス (2011)	95	98	97	97	97 (2013)	99%	26.9%	26.6%
サンピセンテ (2011)	50	95	68	68	69 (2013)	73%	13.7%	9.9%
プライアグランデ (2016)	45	95	83 (2016)	---	---	87%	24.9%	21.8%
モンガグア (2013)	25	95	74	77	79 (2015)	83%	5.5%	4.5%
イタニャエン (2016)	8	95	72 (2016)	---	---	76%	4.3%	3.3%
ペルイーベ (2013)	50	95	71	75	76 (2015)	80%	4.8%	3.8%
<b>全体</b>								<b>82.9%</b>

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等

表 3. 下水道接続世帯数と表 4. 下水道接続率は、両指標とも目標達成の傾向は類似している。クバトンとグアルジャにおいて目標値が未達成なのは、本事業スコープの未完が原因であり、ベルチオガとイタニャエンは、SABESP の独自事業の遅れによっており、いずれの事業も下水収集管網の整備と下水管接続の遅れが特に影響している。サンピセンテは、市全体で下水道管の設置が遅れており、下水道設置を促進するための事業計画の策定が望まれる<sup>30</sup>。下水道接続世帯数の目標水準(738.0 千戸)への達成率は 89.3% (659.2 千戸)、下水道接続率の目標水準への達成率は 82.9%である。

<sup>29</sup> この基準値には、2000年当時の SABESP の下水道接続サービスエリアの全世帯数に、当時の下水道普及率を乗じたものを設定した。

<sup>30</sup> 現在、本事業の後継プログラムに相当する、ブラジル政府独自のプログラム「オンダ・リンパ・フェーズ 2」の事業計画を策定中である。

(3) 処理水 BOD 濃度 (効果指標)

処理水 BOD 濃度は、II 期の目標値と本事業で整備した下水処理場の処理水の BOD 濃度値<sup>31</sup>を比較する。同指標の II 期の目標値は、サンパウロ州が定める下水処理水の排水規制 (60mg/l)<sup>32</sup>よりかなり厳しく設定されている。

表 5：運用・効果指標 (処理水 BOD 濃度) (mg/l)

市 (完成年)	基準値 2000 年	改目標値 2013 年	実績値			達成率
	審査年	事業完成 2 年後	事業完成 年	事業完成 1 年後	事業完成 2 年後	
ベルチオガ (2013)	30.0	21.0	8.0	9.8	9.0	100%
クバトン (2016)	30.0	16.0	59.9	---	---	0%
グアルジャ (2016)	---	9.0	7.1	---	---	100%
サントス・サンビセンテ (2011)	---	200.0	198	201	194	100%
プライアグランデ (2016)	---	110.0	64.8	---	---	100%
モンガグア (2013)	30.0	8.9	18.0	27.0	16.4	64%
イタニャエン (2016)	---	7.6	7.2	---	---	100%
ペルイーベ 1 (2013)	30.0	8.0	5.6	10.0	7.8	100%
ペルイーベ 2 (2013)	30.0	8.0	4.8	8.3	7.5	100%

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等

市街地 (ベルチオガ、グアルジャ、サントス・サンビセンテ、ペルイーベ)

市街地を多く含む市に設置された下水処理場全てにおいて、処理水 BOD 濃度が、目標値以内に収まり目標を達成した。ペルイーベ 1 と 2 は、事業完成 1 年後、処理水 BOD 濃度は一時的に高くなったが、その後の調整により、処理水 BOD 濃度は、目標値以内に収まっている。このように SABESP は、水質モニタリングを常態化し、処理水 BOD 濃度が目標値以内に収まるよう配慮しており、環境モニタリングのための円借款附帯プロジェクトを通じた技術移転の効果が出た例とも捉えられる。

観光地 (プライアグランデ、モンガグア、イタニャエン)

観光地でもあるこれらの市は、処理水 BOD 濃度の目標値が、他市よりも少し厳しく設定されている。プライアグランデの下水処理場における処理水 BOD 濃度は、目標値以内に収まっている。一方、モンガグアの実績値 (16.4mg/l) は目標値 (8.9mg/l) を超えており目標を達成していない。基準値 (30mg/l) から実際に改善された数値 (13.6mg/l) と、目標の改善数値 (21.1mg/l) との比較により、達成率は 64% (13.6/21.1) となった。これは、モンガグアの下水処理場には、予想よりも多くの下水が流れ込んでおり、稼働率が常に 100% 近くに達していることが原因である。

<sup>31</sup> 実績値は各下水処理場内でサンプリングされている処理水 BOD 濃度値の年平均値。基準値と目標値の測定基準は入手できた資料からは確認できなかった。

<sup>32</sup> サンパウロ州の法令 8468 によると、サンパウロ州河川への処理水の放流について、5 日間、20 度の環境下における BOD 濃度の最大値が 60mg/l を超えないことが規定されている。尚、サントス・サンビセンテ、プライアグランデの両下水処理場は、沿岸から 2km 離れた海域へ放流していることから適用外となる。1 次処理のみの施設であり、2 次処理の生物学的除去をしないことから、処理水 BOD 濃度の改目標値は高くなっている。

### 工業地域（クバトン）

クバトンは、工業地域であり、人口が密集している地域でもある。BOD 流入濃度が他の下水処理場と比較しても非常に高く、BOD 流入濃度は常に 250mg/l 前後となっている（他の下水処理場は 100mg/l 前後）。BOD 流入濃度が高いことから、処理水 BOD 濃度も他の下水処理場よりも高く、常に 50mg/l 前後となっている。一方で、サンパウロ州の排水規制（60mg/l）以内には常に収まっており、また同地が工業地域であることから、河川での水浴びや海水浴などの利用はなく、人体に影響がでるような問題は発生していない<sup>33</sup>。

本事業の有効性評価のための、処理水 BOD 濃度の達成率は、各下水処理場の達成率の平均をとり 80.6%とした。

#### 3.3.1.2 上水道事業

上水道事業の有効性評価で取り扱う指標は、給水量（m<sup>3</sup>/日）、給水人口、上水道普及率、無収水率、漏水率とする。これらの指標の基準値と目標値は、マンブ・ブランコ浄水場がカバーする、サンビセンテ（市全体の 30%部分）、プライアグランデ、モンガダア、イタニャエン、ペルイーベの 5 つの市を対象としており、実績値も、同様の地域を対象として算出し、目標値と比較したうえで、指標ごとに達成度を算出する。

以上の指標の達成度を把握したうえで、指標ごとの重み付けを、給水量：1、給水人口：0.5、給水普及率：0.5、無収水率：0.5、漏水率：0.5<sup>34</sup>として、上水道事業全体の運用・効果指標の達成度を評価する。

##### (1) 1 日最大給水量（運用指標）

給水量は、基準値と目標値が、年間を通じた 1 日最大給水量であることから、年間を通じて確認された、1 日最大給水量の実績値と比較する。

表 6：運用・効果指標（1 日最大給水量）（千 m<sup>3</sup>/日）

指標	基準値	目標値	実績値			達成率
	2000 年	2013 年	2013	2014	2015	
	審査年	事業完成 2 年後	事業完成年	事業完成 1 年後	事業完成 2 年後	
一日最大給水量	17.0	209.7	135.0	159.0	142.0	68%
一日平均給水量	---	---	117.0	121.0	113.0	---

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等

1 日最大給水量は、2015 年時点で 142.0 千 m<sup>3</sup>/日であり、達成率は 68%と目標を達成していない。ただし、マンブ・ブランコ浄水場の水源であるブランコ川からの取水量は

<sup>33</sup> 放流ポイントの川上と川下において定期的に BOD 濃度を確認しているが、2016 年サンプル分が一番の最大値である 40mg/l に対して、その同じ日の川下の BOD 濃度は 54mg/l であり、放流ポイント以降の川下も、サンパウロ州の基準値 60mg/l 以内に収まっている。

<sup>34</sup> 給水量、無収水率・漏水率が、上水道事業の運用指標を測る代表的な指標であり、それぞれ量的指標、質的指標に相当する一方で、給水人口・上水道普及率は、上水道事業の効果指標に相当する。全体の重みを 3 として、運用指標の量的指標と質的指標に、1 の重みをそれぞれつけ、効果指標にも 1 の重みをつけた。そのうえで、給水量を量的指標として“1”の重みをつけ、質的指標である無収水率と漏水率はあわせて“1”の重みを設定し、それぞれ 0.5 の重みをつけた。効果指標である給水人口・上水道普及率はあわせて“1”の重みを設定し、それぞれ 0.5 の重みをつけた。



1,600 ㍓/秒であり、1日あたりの取水量は138.2千m<sup>3</sup>/日である。SABESPによると、実際には、規定の取水量よりも多少多くの取水は可能ではあるが、目標値の209.7千m<sup>3</sup>/日に達するのは不可能であり、目標値の根拠は確認できなかった。同目標値は、本事業上水道事業の次期フェーズ<sup>35</sup>も想定した給水量ではないかというのが、SABESP側の見解である。

### (2) 給水人口・上水道普及率（運用・効果指標）

2000年以降、順調に給水人口を増やしてきており、目標値に対する達成率は88%となった。一方、上水道普及率を常に100%維持できていないものの、本事業の事業効果もあり2013年と2014年は98%の上水道普及率を維持した。しかし、2014年から2015年にかけての人口増加（推定人口で7.4%の増加）と、2014年頃から顕在化したサンパウロ州首都圏における深刻な水不足の影響による給水人口増加率の低下などの影響があったため、2015年は92%の上水道普及率に留まっている。

表7：運用・効果指標（給水人口・上水道普及率）

指標	基準値	目標値	実績値			達成率
	2000年 審査年	2013年 事業完成 2年後	2013 事業完成 年	2014 事業完成 1年後	2015 事業完成 2年後	
給水人口（千人）	917	1,605	1,324	1,398	1,410	88%
上水道普及率（%）	100 <sup>36</sup>	100	98	98	92	93%
推定人口 <sup>37</sup> （千人）の推移（参考情報）			1,351	1,427	1,533	

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等

### (3) 無収水率・漏水率（効果指標）

表8：運用効果指標（無収水率・漏水率<sup>38</sup>）（%）

指標	基準値	目標値	実績値			達成率
	2000年 審査年	2013年 事業完成 2年後	2013 事業完成 年	2014 事業完成 1年後	2015 事業完成 2年後	
無収水率	--	45.0	32.1	32.4	31.1	100%
漏水率	37.9 <sup>39</sup> 注	20.0	34.6	33.5	33.3	26%

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等

注）基準値（37.9%）から実際に改善された割合（4.6%）と、目標値（20%）内に収めるために必要な割合（17.9%）との比較により達成率を算出した。

<sup>35</sup> 現在、取水は、800 ㍓/秒の汲み取り用のポンプを2基設置しており、次期フェーズでは、もう1基追加し、給水量の増加を計画している。

<sup>36</sup> 上水道普及率の基準値が100%であり、表中、減少傾向にあるのは、2004年から顕著になったバイシャーダ・サンチスタ地域の急激な人口増加が起因している。

<sup>37</sup> 先方実施機関から提供のあったバイシャーダサンティニスタ地域の推定人口であり、これには、居住人口ならびに観光人口が含まれる。

<sup>38</sup> 無収水量が、課金ベースの水量である有収水量から算出される（配水量－有収水量）に対し、漏水率は、実際の損失量から算出される。無収水量には社会的目的使用分も含まれ、通常、無収水量＞漏水量となるが、基本料金が設定され実際の給水量よりも多くの有収水量が発生する同地域では、この社会的目的使用分や漏水量の一部が相殺され、統計上、無収水量＜漏水量といったケースもありえる。

<sup>39</sup> JICA 提供資料には、基準値が10.8%と定義されており、目標値の数値よりも低い。脚注の漏水率の定義を考慮すると、あまりにも低すぎる数値であり、損失水量を含まない数値が設定されていたと推測されることから2000年当時のSABESPの漏水率の平均値37.9%（SNISより算出）を、評価者が再設定した。

無収水率は、目標値に収まり目標を達成したものの、漏水率は、目標値を超えており、達成率が26%と、目標を達成できなかった。目標値の根拠が明確でないためその適切性の判断は難しいが、2015年のSNISによると、SABESPの平均漏水率は33.5%であり、2015年の本事業における上水道システムの漏水率（33.3%）は平均並みといえる。他方、本事業で目指した上水道事業効果は、著しい経済発展と観光開発による、居住・観光人口の増加に対応することであり、上水道サービスの効率化と質向上を直接の目的としていないこと、ならびに本事業が対象とした上水システムには、既存の配水管も含まれることから、本事業介入による、無収水率・漏水率改善への貢献は限定的となる。こういった中で、目標値は達成していないものの、これら指標の実績値が他地域と同等の数値レベルまで改善していることから、本事業による一定の効果があったと判断できる。

下水道事業の4つの指標の達成率とそれぞれの指標の重み付け、上水道事業の5つの指標の達成率とそれぞれの指標の重み付けを考慮して、それぞれの事業の達成率を算出すると、それぞれ、下水道事業の達成率が**85.5%**、上水道事業の達成率が**73.7%**となった。そのうえで、総事業費に対する両事業の割合は、それぞれ79%（91,841百万円）と21%（24,455百万円）であり、この割合を、それぞれの事業の達成率に乗じて算出した**83.0%**を本事業全体の達成率とした。目標の80%を超えていることから、効果の目標値をほぼ達成したと判断できる。

### 3.3.2 定性的効果（その他の効果）

定性的効果として、地域住民の生活環境の改善が期待されていた。本事業のインパクトに該当するため、後述のインパクトの項目で分析する。

### 3.3.3 円借款附帯プロジェクト

円借款附帯プロジェクトは、「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業対象地域において環境モニタリングが適切に実施され、水質の状況を確認・評価できるようになる」をプロジェクト目標として、2010年から2013年にかけて実施された。3つのフェーズに分かれて実施されており、第1フェーズでは、CETESBの既存の環境関連データの解析、第2と第3フェーズでは、環境モニタリング方法の検証と整備、四半期ごとに本事業の環境改善の効果を確認するため、特に沿岸域における水質のモニタリングが実施された。全ての活動が無事終了し、ベースライン調査報告書、環境モニタリング計画の策定と改訂、環境モニタリング結果報告書などの作成がなされた。加えて、効果的かつ効率的な水質モニタリング方法（サンプリング箇所、条件、項目、収集方法）が提案され、全ての成果が達成された。これら達成された成果の貢献もあり、プロジェクト目標と上位目標がともに達成され、地域の生活環境の改善に大きく貢献している。各目標の指標の達成度を以下の表にまとめた。

プロジェクト目標	指標	事後評価時の状況と評価
サンパウロ州沿岸部衛生改善事業対象地域において環境モニタリングが適切に実施され、水質の状況を確認・評価できるようになる	バイシャーダ・サンチスタ全域の水質モニタリングの効果的で効率的なモニタリング体制が改善される	円借款付帯プロジェクトを通じて開発されたモニタリング方法が実際の操業にも適用されている。これにより地域の水質モニタリング体制が改善されことから、達成率は高い
上位目標	指標	事後評価時の状況と評価
サンパウロ州沿岸部のバイシャーダ・サンチスタ地域における水環境が改善されるとともに衛生状況が改善され、もって生活環境の改善に寄与する	本事業の衛生改善の取り組みが強化される	円借款付帯プロジェクト終了後、円借款付帯プロジェクトからの提案をベースに、本事業の衛生改善の取り組みを強化するための中長期のバイシャーダ・サンチスタ地域の河川と海岸の水質モニタリングプログラムが策定され実施が始まったことから、今後、本事業の衛生改善の取り組みが強化される見込みが高いことから、達成率は高いといえる。

その他、円借款付帯プロジェクトの提案を受けて、サントスとプライアグランデの1次処理のみの下水処理場（Estações de Pré-Condicionamento de Esgoto、以降、「EPC」と呼ぶ。）において、下水の1次処理後、塩素処理が本当に必要かどうかの検討がなされており、円借款付帯プロジェクト終了後、実験的に、サントスのEPCで塩素処理をせず、沿岸から2km先へ放流し、放流先の定期的な水質モニタリングをした。その結果、「塩素処理は必要ない」との結果に至り、サントスだけでなくプライアグランデにある3基の下水処理場でも、塩素処理をせずに海洋へ放流することが決定された。これは、円借款付帯プロジェクトにおける提案が、下水処理コストの低減につながった例であり、下水処理の効果的かつ効率的な運用に寄与した例といえる。

このことから、円借款付帯プロジェクトの効果は高いと判断できる。

### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

##### (1) 受益者調査結果によるインパクトの発現状況の確認

審査時、想定されたインパクトは「バイシャーダ・サンチスタ地域住民の生活環境が改善される」であった。これを確認するため、プライアグランデ、モンガグア、イタニャエンを対象に受益者調査<sup>40</sup>を実施した。上下水道事業の調査結果は以下のとおり。

<sup>40</sup> 本受益者調査では、「バイシャーダ・サンチスタ地域の急速な経済発展と観光シーズンの急激な人口増に耐えうる上下水道サービスの提供により地域住民の生活環境が改善されているかどうかを把握する」ことを目的とした。下水道事業と上水道事業の対象となった地域であり、経済発展と観光シーズンの急激な人口増に一番影響のある、3市（プライアグランデ、モンガグア、イタニャエン）を対象に、各市50世帯ずつ、計150世帯の受益者調査を実施した。地図上で、400～500世帯ごとの調査用区分に分けて、調査用区分ごとに1つずつサンプル世帯の位置を抽出した。サンプル世帯の間が離れるよう配慮し、地図上で均等に配分した。抽出した世帯において、調査実施の承認が得られなかった場合には、近隣の世帯を再選定して、調査用区分内で確実に1つの世帯を調査するようにした。

表 9：下水道事業調査結果

下水道事業への満足度		下水道事業開始によるインパクト	
満足している	97%	ポジティブなインパクトを感じた	90%
満足していない	3%	変化なし、またはネガティブ	10%
河川・海の水質の改善		下水道事業開始による生活環境の改善	
改善された	50%	下水処理の手間が省き改善された	88%
改善されていない	50%	特に改善されていない	12%
水質改善による居住内環境の改善		水質の改善による健康状態	
居住内環境が改善された	87%	健康状態は良くなった	40%
特に改善されていない	13%	特に変化なし	60%

出所：受益者調査結果から評価者がとりまとめた。

選定した市ごとに下水道接続の進捗は異なり、モンガグアは 2013 年時点で予定どおり接続が完了していた。プライアグランデは、2016 年 12 月に、JICA 円借款事業のスコップ分の下水道接続が完了したものの、完了した直後であり、下水道事業の運用が始まっていない箇所も幾つか残っていた。イタニャエンは、下水処理世帯接続が完了していない箇所が残っていた。各市の下水道接続の進捗具合に比例し、下水道事業に対してポジティブな印象を持つ受益者の割合は、モンガグア (94%)、プライアグランデ (90%)、イタニャエン (86%) となっており、下水処理接続の進捗と、下水道事業に対するポジティブな印象を持つ受益者の割合は比例していた。このことから、下水道の事業効果の発現が調査結果から明らかになったと言える。

本事業の満足度は 97% といずれの市も高い。受益者調査対象者に対する下水道事業の大きな貢献として、家庭内浄化槽による下水処理の必要がなくなり、定期的な浄化槽の掃除や汚泥収集車による汚泥回収の対応などの手間が省け、敷地内の臭いや汚れなどがなくなったとことがあげられる。これにより、88% の世帯が、生活環境が改善されたと回答しており、受益者の生活環境改善に大きく貢献したといえる。

河川、海岸や生活道路などは、半分の住民がその改善を実感している一方で、他の半分は、まだ不十分であるという認識である。これは、自然・生活（特に道路）環境に影響を及ぼす市内の雨水管の整備が未完であることや、事業対象外の市の生活廃棄物管理の状況などに影響されたと考えられる。バイシャーダ・サンチスタ地域全体に言えることだが、受益者調査対象市において、河川や排水溝などに生活廃棄物が投棄されていることが多く、雨水量が増加した際には、これらの廃棄物が街中にあふれ出す。受益者調査対象者の 13% (150 世帯中 20 世帯) は、洪水のたびにこれらの生活廃棄物で汚染された汚水があふれ出しているのを目の当たりにし、下水処理施設の設置が必ずしも環境改善に貢献していないという認識を持っていた。これが影響し、受益者調査対象者の半分が、河川、海や生活道路の自然環境の改善を十分実感できていないという結果になったと考えられる。なかには、下水管工事が原因で、このような生活廃棄物による汚水があふれ出していると認識しているコメント (150 世帯中 9 世帯、全体の 6%) もあった。

表 10：上水道事業調査結果

上水道事業への満足度		水供給増加による水不足の解消	
満足している	97%	水供給は増加し水不足は解消された	86%
満足していない	3%	水不足は解消されていない	14%
水質の改善			
改善された	75%		
特に変化なし	6%		
本事業前から特に問題はなかった	19%		

出所：受益者調査結果から評価者がとりまとめた。

いずれの市も、上水道事業の満足度は、95%を超えており<sup>41</sup>、非常に高かった。マンブ・ブランコ浄水場整備以前は、観光シーズンなど、水の供給量が十分でなかったが、整備後は、飛躍的に水の供給量が増え、年中安定した供給がなされた<sup>42</sup>ことに大きい満足度を得ていた。水質に関して、プライアグランデとイタニャエンについては、改善されたという認識がそれほど高くない<sup>43</sup>。これは、本事業による上水施設設置前から、この2市の水源の水質が、モンガグアの主な水源<sup>44</sup>と比較して比較的によく、水質に関して深刻な問題はなかったことから、改善されたという認識が薄いためである。一方で、水源の水質に問題のあったモンガグアは、マンブ・ブランコ川を水源としたマンブ・ブランコ浄水場施設から配水される水の供給により、91%に上る受益者が水質の改善をあげており、同市は、水の供給量、水質ともに、本事業より飛躍的に改善されたことがうかがわれる。このように給水量の増加、水質の改善により、シャワーや料理用の水として十分な水が提供され生活環境が改善された。

## (2) 海水浴適応度

海水浴適応度<sup>45</sup>は、2009年以降、全体平均で常に70%前後である。目標の100%には到達しておらず、継続した環境モニタリングが求められる。一方で、有効性の効果指標である、下水処理場の処理水BOD濃度は、いずれも排水規制(60mg/l)をクリアしている。放流する処理水は排水規制をクリアしていることから、本事業は確実に同地域の環境改善に寄与しているといえる。そういった中で、海水浴適応度が改善されない理由として、以下の2点が考えられる。

<sup>41</sup> 上水道事業の満足度の各市内訳は、プライアグランデ(98%)、モンガグア(92%)、イタニャエン(92%)

<sup>42</sup> 水不足が解消されたとした各市内訳は、プライアグランデ(80%)、モンガグア(66%)、イタニャエン(64%)

<sup>43</sup> 水質が改善したと感じた各市内訳は、プライアグランデ(67%)、モンガグア(91%)、イタニャエン(67%)

<sup>44</sup> モンガグアの主な水源であったアグワペウ川は、雨期になると洪水氾濫が頻繁に起こり、これにより水質が悪化していた。

<sup>45</sup> ブラジルの海水浴適応度は、海岸や河口付近における海水浴が人体に影響なく適しているかどうかを、100mlあたりの大腸菌群数により評価し、4段階のレーティングを付す(非常に良好、良好、人体に影響はなく海水浴は可能、適していない)指標である。バイシャーダ・サンチスタ地域では88カ所(2016年時点)で毎週サンプリング評価を実施している。

- ✓ 同地域の居住・観光人口の増加に伴い、海水浴場の利用者が年々増えていることから、海水浴場への廃棄物の不法投棄が増加している。海水浴適応度の数値が特に低いのは、サントス市、サンピセンテ市、プライアグランデ市、モンガグア市であり、いずれも住民と観光客が著しく増加したところである。人口増加が、指標に大きく影響していると推測される。
- ✓ 通常、雨水は市管轄の排水溝を通じて海に流れるが、住民と観光客の増加により、道路などに遺棄されたゴミが、雨水と共に排水溝を通じて川や海に流される。これは河川、河口、海岸における水質悪化の主な原因となっている。

近郊河川・海域の水質汚染要因は下水放流以外にも人口増加、流量水量の変化、近隣地への産業施設の建設、環境政策など、下水放流以外にもあるため、同指標を本事業の直接的なインパクトを測る指標として使用するのとは適当ではないと判断し、参考指標として取り扱うにとどめる。

### (3) 円借款附帯プロジェクトによるインパクト

SABESP は、定期的に処理水のモニタリングをしており、BOD 流入濃度が高い場合には、下水処理場にて、酸素注入量や 1 次処理の時間を延ばすなどの対応をし、処理水 BOD 濃度が排水規制をクリアするように対処している。あわせて CETESB と協力し、同地域 300 カ所の水質の定点モニタリングを実施している。これら適宜円滑に実施されている水質モニタリングの対応には、円借款附帯プロジェクトを通じて技術と実施体制が強化されたことが大きく貢献しており、本事業と共に円借款附帯プロジェクトの実施は、同地域への生活環境改善に寄与しているといえる。

## 3.4.2 その他、正負のインパクト

### (1) 自然環境へのインパクト

本事業実施機関からの聞き取り、ならびに受益者調査結果によると、自然環境に対する負のインパクトは確認されていない。ブラジルでは、環境ライセンスを得るために、軽減措置を講じることが条件となっている。本事業においては、同地域へのインフラ設置に際して、バイシヤダ・サンチスタ地域全体の環境負荷の軽減を考慮し、同地域の別の場所への植林などを実施している。同環境負荷軽減措置は計画どおり実施され、大きな問題は発生していない。下水処理場内での汚泥処理は滞りなく実施されており、現地視察時、汚泥が下水処理場に処理されないまま放置されているなどは確認されなかった。処理された汚泥は、業者に委託され、汚泥の最終処理（埋め立て処分）がなされており、有効利用はなされていない。

### (2) 住民移転・用地取得

住民移転が発生した 6 世帯（ベルチオガ市 1 世帯、クバトン市 4 世帯、モンガグア市 1 世帯）全てに、移転先の確保や移転に伴う費用の補償は滞りなく実施され、特に問題はない。用地取得については、対象となった 6 世帯のうち、5 世帯（クバトン市とモンガグア市の世帯）は、

そもそも地主でなかったため、用地取得に伴う補償は発生していない。ベルチオガ市の1世帯につき、補償<sup>46</sup>がなされ、問題なく対処されている。実施機関への聞き取り調査によると、補償の際には、移転費用や補償金額を支払い、市が提供する生活保護のプログラムを紹介したことで、生活手段等には影響しておらず、その後の、補償に対する反対運動なども起きていない。

下水道事業の運用・効果指標の達成率はいずれも目標値の8割を超え事業効果は高い。上水道事業では、給水量と漏水率が目標値に達していないが、これら運用・効果指標の目標値の適切性に疑問が残ることから評価対象としなかった。一方で、他の運用・効果指標である給水人口、上水道普及率と無収水率の達成率は8割を超えている。結果、本事業全体の有効性の指標の達成率は83%と効果は高い。インパクトにおいては、受益者調査の結果から、9割近い回答者が「生活環境が改善された」と回答しており、本事業が、受益者の生活環境改善に大きく貢献したことが確認できた。その他、本事業による負のインパクトは発生しておらず、本事業と共に実施された円借款附帯プロジェクトの実施は、本事業の環境モニタリングの制度強化に貢献し、同地域への生活環境改善に寄与している。

以上より、本事業の実施により概ね計画どおりの効果の発現が見られ、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

##### (1)事業実施本体の体制

本事業の実施にあたり、技術開発・環境総局（以下、「T総局」という。）内に、バイシャーダ・サンチスタ地域衛生改善プログラム管理部（以下、「TB」という。）が設立され、同部が本事業の責任部署となった。他方、本事業で設置された上下水道施設の運営・維持管理は、バイシャーダ・サンチスタ地域ビジネスユニット（以下、「RS」という。）が担っている。

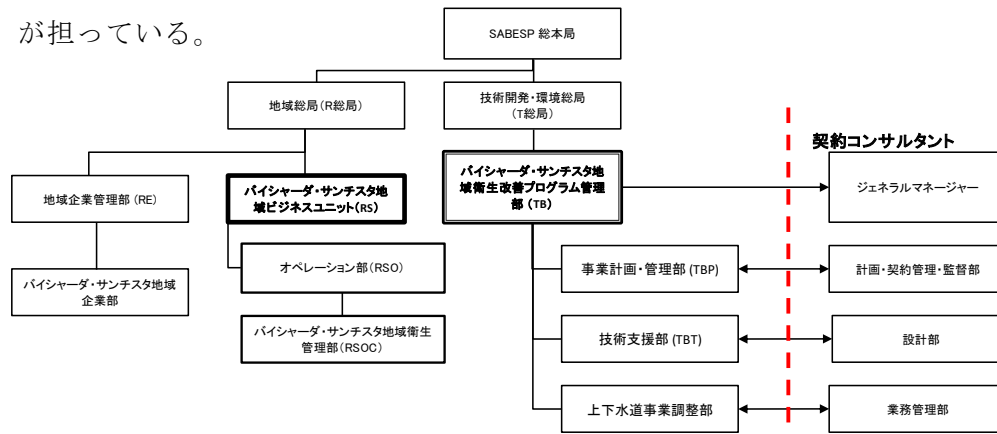


図 1 本事業実施体制全体図

<sup>46</sup> 基本的に両者の話し合いにより、補償内容を決めており、補償金額については、専門家により査定されている。両者の話し合いにより、合意が得られない場合は、裁判所にて争うことになる。本事業においては、両者が補償内容と金額に合意した。補償金額は、ベルチオガの1世帯（375,688 レアイス）のみである。

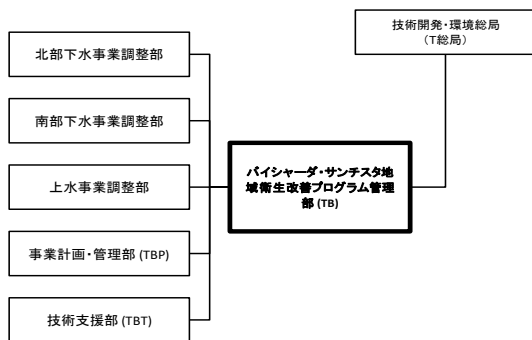


図 2 TB 実施体制図

る他事業よりも、優先的に本事業の先方負担未施工分の工事に予算を割り当て、まずは同部分を終わらせるよう、工事の進捗管理と監査を強化していくことが確認できた。先方負担未施工分の完了に向けて、TB の実施体制に特に問題はない。

(2) 上下水道サービス運営・維持管理の体制

本事業で整備された施設は、RS が上下水道事業の維持管理・運転を担当してい

表 11 : RS の職員数 (2016)

RS 部署・支局	対象市	職員数
下水処理場	全域	142
下水幹線管渠・収集管網・接続	ベルチオガ	11
	クバトン	10
	グアルジャ	19
	サントス	27
	サンピセンテ	17
	プライアグランデ	16
	モンガグア	15
	イタニャエン	15
	ペルイーベ	12
浄水場 (Mambu-Branco)	イタニャエン	21
上水道管網・ポンプ場・給水タンク	サンピセンテ	2
	プライアグランデ	6
	モンガグア	21
	イタニャエン	4
	ペルイーベ	4
合計		342

TB の職員数は 35 人 (2016 年 12 月時点)。現在も本事業未完部分の下水幹線管渠・収集管網設置工事の監督・監査業務を担っている。現在、未完部分の対応とともに、本事業の後継事業プログラムの事業計画を策定している。TB への聞き取りの中で、2017 年以降も引き続き、2014 年から始まった先方負担未施工分に対応した十分な人材と実施体制で、SABESP の同地域にお

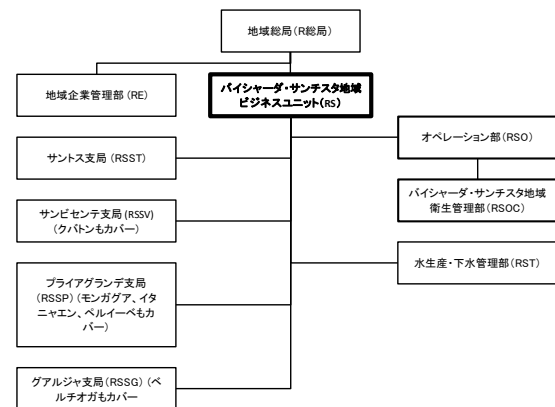


図 3 RS 実施体制図

る。審査時に想定されていたように、バイシャーダ・サンチスタ地域のビジネスユニットである RS が維持管理を担当し、各浄水場・下水処理場には、上級管理職クラスの経験のある人物が配置され、その下に十数人の専属スタッフが配置されている。審査時に想定された維持管理体制との差異は特になく、想定どおりに維持管理がなされている。

下水処理場において、保守・点検体制は充実しており、5~12 人の体制 (サントス下水処理場のみ 27 人) で、1 日 3 交代制 (常時 3



人～6人（サントス下水処理場のみ11人）、1人あたり8時間）、365日24時間、運営・維持管理をする体制が整っている。本事業で設置した浄水場には、21人の体制で、下水処理場と同様、1日3交代制（常時10人）、365日24時間で、運営・維持管理が実施されている。

下水ポンプ場、ならびに配水ポンプ場・給水タンクは、各市を管轄している支局単位で十分な人員が配置され、これらの施設を定期的に点検している。3日から1週間のサイクルで、担当している全施設を点検しており、点検の頻度は、施設によって異なるが2時間ごと（1日3回程度）に施設を周り、1施設あたり30分程度の時間をかけて点検している。

加えて、浄水場や下水処理場施設内での不具合や、各施設内にある監視画面を通して、上下水道施設の異常が検知された場合に、その上下水道施設を管轄している支局の担当者へ連絡がいき、異常の確認、緊急対応、問題の把握とその対処方法について確認する。対処するのに部品の修理・交換などが必要な場合には、RSの水生産・下水管理部（RST）に迅速に伝えられ、基本的にその日のうちに部品修理・交換などの対応がなされている。いずれにしても、通常の維持管理、異常検知時の緊急対応と修理・交換対応について、適切な人員配置と体制が整備されている。

### (3) 水質モニタリングの実施体制

RSは、浄水場・下水処理場内の水質モニタリング、下水ポンプ場での臭気濃度測定、放流先河川の水質検査とともに、1次処理のみを行う下水処理場における処理水の放流先である海岸から約2km先地点の水質検査を定期的実施している。以下の表に、RSによる水質モニタリングの実施体制をまとめた。

表 12：RSによる水質モニタリングの実施体制概要

検査対象	主な検査項目	実施者	頻度
浄水場	濁度、色度、pH値、残留塩素	浄水場内職員	毎日2～4時間ごとにサンプリング
下水処理場	流入BOD濃度、処理水BOD濃度、pH値、大腸菌群、浮遊物質量	処理場内職員	毎日2～4時間ごとにサンプリング
下水ポンプ場での臭気濃度測定	臭気濃度測定、固形物の確認（必要に応じて除去）	管轄のRS支局職員	3日～1週間のサイクルで担当設備を検査
放流先河川の水質検査	放流ポイントを基点に川上・川下のBOD濃度、pH値、大腸菌群、浮遊物質量	管轄のRS支局職員	月に2回程度
1次処理のみの下水処理場からの放流先（海岸から2km先）	溶存酸素、pH値、塩分	管轄のRS支局職員	2カ月～3カ月ごと

出所：実施機関提供等

RSによる下水処理後の放流水の水質検査実施体制は確立されており、問題なく水質モニタリングが実施されている。海岸から2km離れた地点における水質検査については、CETESBの技術指導のもと実施している。これらの水質検査値は、サントス市にあるRSOCへ毎月送られ分析がなされている。これらの分析結果は、SABESP全体で共有され、CETESBへと報告されている。

CETESB は、サンパウロ州政府の環境認証機関であり、各機関からのサンパウロ州域内におけるインフラ整備（私企業も含まれる）の申請を受けて、環境面において、認定・許可を与える機関である。加えて、CETESB は、沿岸・河川域で、環境モニタリングを実施している。本事業に関連して、バイシャーダ・サンチスタ地域沿岸の海や河川のモニタリングポイント（62 ポイント、2015 年実績）において、バイシャーダ・サンチスタ地域を管轄している、CETESB のクバトン支局（31 人）とサントス支局（24 人）が、大腸菌群や腸球菌のミリリットルあたりの含有数を検査し、海水浴適応度を判断している。

このように上下水道施設を核とした施設内外の関連施設の維持管理・点検体制は十分であり、問題発生時の緊急対応も迅速に行っている。加えて、RS が下水処理放流先の公共用水域の水質モニタリングを適切に実施していること、地域の環境認証機関である CETESB が、第三者機関として、公共用水域の水質モニタリングが適切に実施されているかどうかの監査を実施していることから、本事業の運営・維持管理の実施とそのインパクトを測る体制は十分であり、適切に機能していると判断できる。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

上下水道施設の試験稼働時、施設設置の請負業者は、全施設向けにマニュアルを作成して配布している。このマニュアルは日常の操作改善など含めて常時見直されている。浄水場・下水処理場ごとに、操作技術の向上を図り、標準化された操作プロセスと操作ノウハウなどが記された技術ノート（Nota Técnica de Serviços、以下、「NTS」という。）が作成されており、NTS に従い、維持管理が実施されている。NTS に記載されている一部のプロセスは、ISO9000 や ISO14000 に準拠している。現在、全ての浄水場・下水処理場において、ISO14000 の認証取得が進められているが、この認証取得にあたり、業務プロセスの制度化とマニュアル化がなされている。加えて、RS では職員の技術能力強化のために様々な取り組みが行われている。例えば、定期的に研修を行い RS 職員の能力向上を図ったり、運営・維持管理を担当している職員の能力不足な部分や課題などを特定して、ケース・バイ・ケースの対策を講じたりするなど、施設の運営・維持管理に支障が出ないよう配慮している。

一方、SABESP 全体で、独自のキャリアプランを持っており、個人の能力とニーズに合わせて技術能力向上プログラムの実施や、上下水道管理関連の技術、特に漏水検査、上水道の設置・更新・維持管理計画のための管網解析などに関する専門的知識を有する、もしくは研究している大学と連携して技術研修を提供するなど、個々の能力向上を図っている。その他、技術力向上のインセンティブとして、2012 年頃から SABESP マネージャー、一般職員を対象として業績に応じた給料制度をつくり、目的を達成し利益を上げた部署に対しては利益配分制度でボーナスを支給するなど、職員のモチベーションを上げる対応をしている。

無収水管理技術プロジェクト（2007 年～2010 年）は、特に本事業の上水道事業にお

いて、効率的な運営・維持管理の改善に貢献した。特に、同プロジェクトでは、無収水管理を担う SABESP 職員の技術向上のための訓練が多数実施され、多くの SABESP 職員の技術向上に大きく貢献した。これらの技術向上は、OJT により強化され、本事業の対象地域であるバイシャーダ・サンチスタ地域においては、同技術プロジェクトを通じて、訓練・能力研修システムが導入された。加えて、全国工業職業訓練機関（SENAI）とのパートナーシップの下で、教材や訓練計画を再構成し、SABESP の上下水道サービス向上を目的とした請負業者や SABESP の監督官などの訓練を実施している。このような SABESP 職員だけでなく、上下水道サービスの請負業者の技術向上の取り組みは、本事業の運営・維持管理技術強化に貢献している。

SABESP では、運営・維持管理担当職員の定期的研修、状況に応じた対策、インセンティブ付与による能力向上など、技術・能力向上のため様々な取り組みが制度として導入されており、技術面での問題はない。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

#### (1) SABESP 全体の収益と運営・維持管理費

SABESP が公開している財務諸表<sup>47</sup>から、長期にわたり健全な収益構造を維持していることが確認できる。2009 年から 2015 年までの収益と維持管理の推移を以下の表にまとめた。2011 年、純利益が一時的に下がったが、これは、債務返済額が一時的に増加したことに起因する。2014 年と 2015 年は、運営・維持管理費が他の年と比較して高くなり、それに伴い純利益が下がっているが、これは 2014 年頃から顕在化したサンパウロ州首都圏における深刻な水不足対策に多額の費用がかかったためである。2015 年末から水不足は解消され、2016 年以降は、例年並みの運営・維持管理費になると推測される。一方で、営業利益率は、2014 年を除いて 25%を超えており、経営体質に基本的に問題はない。

---

<sup>47</sup> SABESP は、ニューヨーク株式市場に上場しており、この財務諸表は、同株式市場へ提出している財務諸表“FORM 20F”である。評価者が 2009 年～2015 年分を分析して表にまとめた。

表 13：SABESP の収支項目の推移（2009～2015 年）（百万レアイス）

収支項目	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
総収入	8,580 <sup>注1</sup>	9,231	9,927	10,738	11,316	11,213 <sup>注1</sup>	11,712
上水道	4,104	4,427	4,607	4,944	5,276	4,897	5,046
下水道	3,132	3,399	3,698	3,983	4,264	4,009	3,901
その他	1,343	1,405	1,622	1,811	1,776	2,308	2,765
運営・維持管理費	-5,087	-5,195	-6,019	-6,450	-6,816	-7,636	-8,261
粗利益	3,492	4,036	3,909 <sup>注2</sup>	4,288	4,499 <sup>注2</sup>	3,578	3,451
販売費	-655	-711	-684	-727	-631	-924	45
人件費・間接費	-717	-653	-713	-717	-729	-743	-452
営業利益	2,120	2,672	2,512	2,843 <sup>注3</sup>	3,139	1,911	3,044
営業利益率	24.7%	28.9%	25.3%	26.5%	27.7%	17.0%	26.0%
財務収益	-10	-379	-633	-296	-483	-636	-2,457
税金・公共貢献分	-603	-662	-498	-636	-732	-372	-51
純利益	1,508 <sup>注4</sup>	1,630 <sup>注4</sup>	1,381	1,912 <sup>注4</sup>	1,924	903	536
純利益増減	---	8.1%	-15.3%	38.5%	0.6%	-53.1%	-40.6%

注 1) 総収入（＝上水道＋下水道＋その他）が合計と違うのは四捨五入による誤差。

注 2) 粗利益（＝総収入＋（－運営維持管理費））が合計と違うのは四捨五入による誤差。

注 3) 営業利益（＝粗利益＋（－販売費－人件費・間接費））が合計と違うのは四捨五入による誤差。

注 4) 純利益（＝営業利益＋（－財務収益－税金公共貢献分））が合計と違うのは四捨五入による誤差。

加えて、上下水道事業による収入は年々増加しており、特に上水道事業の収益性は非常に高い。2015 年時点で、粗利益は 3,451 百万レアイスにまで及んでいることから、今後の投資計画にも十分に対応可能である。

毎年、RS 全体の運営・維持管理費は、上下水道サービス世帯の増加と共に増加している<sup>48</sup>。2015 年時点において、SABESP が支出している運営・維持管理費 5,191 百万レアイスの 6.9%（360 百万レアイス）が、RS 全体の運営・維持管理費に割り当てられている<sup>49</sup>。SABESP への聞き取りによると、現状、十分な運営・維持管理費が充てられており、今後も同等の運営・維持管理費を継続することから、本事業を含む RS 全体の運営・維持管理費に関して、問題ないことが確認された。

表 14：SABESP と RS の維持管理費の推移（2009～2015 年）（百万レアイス）

年	SABESP 全体の維持管理費	RS の維持管理費	全体に対する RS の維持管理費の割合
2009	3,275	202.8	6.2%
2010	3,442	212.8	6.2%
2011	4,063	234.5	5.8%
2012	4,338	259.8	6.0%
2013	4,656	297.3	6.4%
2014	5,057	313.8	6.2%
2015	5,191	360.0	6.9%

出所：実施機関提供等

<sup>48</sup> RS が管轄している上下水道施設の運営・維持管理費について、RS 全体と本事業に分けることができないことから、本事業を含む RS 全体の運営・維持管理費による評価を行った

<sup>49</sup> RS 全体の運営・維持管理費の割合は、SABESP 全体の 6.9%であり、SABESP 全体に対する RS が占めるサービス人口の割合（上水サービス 6.4%、下水サービス 4.7%）よりも高く、RS には、サービス人口 1 人あたりに対して、十分な運営・維持管理費が充てられている。

## (2) 本事業に対する上下水道料金収入

バイシャーダ・サンチスタ地域の上下水道サービス料金に関して、地域によって料金体系は異なるが、同地域は、上水・下水ともに、同じ課金単価となっている。また上水消費量は各家庭に設定されたメーターにより把握され、下水排水量については、上水消費量と同等の量を課金対象としている。上下水道単価は、サンパウロ州が定める上下水道法に基づき、サンパウロ州衛生規制庁（Agencia Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo : ARSESP）に提案され、第三者機関が、提示された算出方法に不審点がないかチェックしている。加えて、州の経済状況を考慮して妥当な料金設定となっているかなどの観点からも分析し、上下水道料金の妥当性を評価している。またサンパウロ州は、SABESP 株の 51%を保有しており、SABESP に対して、料金の設定を含めたあらゆる決定に影響力を持ち、SABESP による上下水道事業維持のために必要な料金設定を提示するとともに、公共的側面を持つ上下水道事業では、住民側の生活水準や経済状況なども考慮している。上下水道料金の設定は、上下水道事業維持のために必要な料金設定が可能であるとともに、住民側の生活水準や経済状況なども十分に考慮していることから、上下水道事業の財務面における持続性は極めて高いといえる。

このように、SABESP は安定した財務体質であり、本事業を含む RS が提供している上下水道サービスの収支状況に問題はないことから、財務的な問題はない。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

本事後評価調査では、本事業対象上下水道施設の維持管理状況について、SABESP からの本事業四半期進捗報告書、質問票回答、ならびに現地踏査により把握した。概ねどの施設も問題なく運営・維持管理がなされていた。一方で、下水の流入量を検知するためのセンサーの故障、下水 2 次処理時の酸素濃度を検知するためのセンサーの故障、生物学的プロセスにおいて分離された活性汚泥の処理や放流前の塩素処理に関連して必要な機器のメンテナンス対応が遅れるなど、マイナーなトラブルが確認されたが、上下水道施設の稼働や運営・維持管理に支障をきたすような問題にまでは至らない。いずれも、代替手段により速やかに対応されており、運営・維持管理上の問題はない。

モンガグアでは人口増加に応じた施設の拡張が課題として出ており（下水処理場の稼働率が 100%を超えることもある）、本事業でモンガグア市下水処理場の拡張計画が進められている。その他、このモンガグアの拡張計画とは別に、新たに 4 つの下水処理場を新設し、下水幹線管渠・収集管網を拡張することが計画されている。

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

ブラジルのバイシャーダ・サンチスタ地域は、サンパウロ大首都圏と大西洋に挟まれた9市からなる観光地であり、特に都市部における開発が著しい。本事業は、都市部における上下水道施設を整備することで、同地域の急激な人口増に伴う水質汚染の改善と、急増する水需要に対する安定的な水供給を実現し、地域の生活環境改善に貢献するものであり、ブラジル政府の政策と開発ニーズ、地域の開発ニーズ、日本の援助政策に合致しているため妥当性は高い。入札に時間を要し工事開始が4年遅れたことで、資機材価格の上昇、時間経過に伴う設計の見直しが発生した。これにより工事に必要な費用が膨大に膨れ上がり追加融資に至った。追加融資後も、工期遅れに伴う費用の増加、下水幹線管渠・収集管網の埋設コストの高騰、2014年頃から顕在化した首都圏の水不足対策により、工事費用の予算が計画どおりに執行されず、下水処理場、上水システムの工事は完了したものの、下水管設置部分の3%が未完として残り、事業期間・費用ともに計画を大幅に上回った。よって、本事業の効率性は低い。一方、未完部分が残っているものの、本事業の効果は高く、下水処理量・接続世帯数・普及率、いずれも目標値の8割を超え、円借款附帯プロジェクト「サンパウロ州沿岸部における環境モニタリングプロジェクト」の効果もあり、地域の水質改善に貢献している。加えて、同地域を対象とした受益者調査からは、給水量の増加と水質の改善、家庭内の衛生状態の改善により生活環境が改善したという住民が多く本事業の満足度も高いことが確認された。このことから有効性・インパクトは高い。工事完了後、施設はサンパウロ州上下水道公社のバイシャーダ・サンチスタビジネスユニット（RS）が運営・維持管理を担い、体制面、技術面、財政面に関して問題はない。したがって本事業によって発現した効果の持続性は高い。以上より、本事業の評価は高い。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関への提言

クバトン市、グアルジャ市、イタニャエン市は、本事業の先方負担施工部分が未完であり、引き続き適切な事業管理をする必要がある。それぞれの市において再設定した事業完了予定日までに工事を終えるよう、十分な資金を投入し、最優先に工事を進めていく必要がある。先方負担未施工分は、先方負担分として自己資金で対応しているとはいえ、本事業のスコープでもあることから、JICA への事業進捗報告を四半期ごとに実施するなどの対応が望まれる。

モンガグア市は観光地であり、公共用水域の水質保全のため、処理水のBOD濃度については、本事業のII期において、排水規制より厳しい目標値を設定しているにも関わらず、下水処理場の処理水BOD濃度は、本事業の目標値（8.9mg/l）を大きく超えている。これは同市の下水処理量が、下水処理場の処理能力に近い量に達していることに起因していると思われる。当面の対処としては、下水処理場の運転・維持管理における

工夫、例えば、酸素の注入量を増やし処理水 BOD 濃度を下げるなどの対応が必要とされるが、今後の需要に耐えうるためには、下水処理能力を増強していく必要がある。

#### 4.2.2 JICA への提言

クバトンなど先方負担未成功分の残る 3 市は、SABESP の自己資金により、事業スキームの完了に向けて、未完部分の工事が継続されていく。2018 年 12 月完了予定であり、計画どおりに工事が完了されるよう本事業のモニタリングが必要となる。本事業事後評価の運用・効果指標である、下水処理量、下水道接続世帯数、下水道接続率、新設・改修した下水処理場の処理水 BOD 濃度については、目標値の設定である事業完了 2 年後に本事業効果の目標達成がなされているかモニタリングをしていくことが望まれる。加えて、リスクが想定される場合や、問題が発覚した場合には、SABESP 側からの情報提供を受けて、必要なアドバイスを提供することが望まれる。

### 4.3 教訓

#### (1) 情報管理の徹底

本事業は、審査時から 10 年を超える事業であり、期間の長さからしてもその経緯は複雑になった。事後評価調査にて事実関係を把握するため、審査時や事業計画時の状況、想定されていた運用・効果指標の根拠となる資料は確認できず、設定された指標の適切性の確認は困難を極めた。事業を適切に実施・モニタリング・評価するためには、情報管理が非常に重要なものというまでもない。事業計画策定時には、計画そのものに加え、情報管理方法についても実施機関と JICA 在外事務所間で十分に話し合い、合意を得ること、情報の管理を徹底することが肝要である。

#### (2) 事業モニタリングの強化

本事業では、事業費が 3.5 倍、事業期間が 2.5 倍と、想定以上の費用と期間を要した。特に、下水処理場の設置が完了した 2010 年以降は、下水幹線管渠・収集管網と下水道接続に多くの費用と期間が費やされ、クバトン、グアルジャ、プライアグランデ、イタニャエンの下水管設置工事は、契約完了時点においても未施工分として残った。その後、新たに請負業者を募り本事業の先方負担未施工分の契約を結んでいるが、定期的に提出されていた事業進捗状況報告書には、その記載はなく、2012 年以降に提出された事業進捗状況報告書には、これら 4 つの市の進捗については更新されていない。2013 年末に事業完了報告書が提出されてからは、特に JICA 在外事務所への進捗報告はなく、事後評価時点においても、クバトン、グアルジャ、イタニャエンでは未完部分が残った。これらの市については、この未完部分の影響により、事後評価時点で十分な事業効果がでていない。本事業実施中、十分な事業モニタリングがなされていないことが、未完部分を残した一つの原因になっていると思われる。事業進捗状況報告書による定期的な進捗把握だけでなく、実施機関と JICA 在外事務所が密にコミュニケーションをとり、事業の遅延や請負業者の工事未完による事業費の増加などのリスクを随時把握して適

切に対処しておくことが、事業の効果を図るためにも重要である。現在、ブラジル・サンパウロ州では「サンパウロ州無収水対策事業」及び「ピリングス湖流域環境改善事業」の円借款案件を実施しており、これらの事業からの進捗報告書を受け取るだけでなく、実施機関と JICA 在外事務所が密にコミュニケーションをとり、リスク管理と同時に、問題が発生した場合には速やかに対策を講じるなどの対応が求められる。

### (3) 地域に着目した生活環境改善プログラム・アプローチの適用

地域の廃棄物対策や地域の環境改善・保全事業に対しては関連サブセクターが絡むため、プログラム・アプローチが有効である。本事業は、地域住民の生活環境改善を目指した事業であるが、雨水量が増加した際には、市が管理する雨水・排水対策が不十分であることから排水溝やマンホールなどから水が地上に溢れ出し、排水溝に投棄された生活廃棄物が街中にあふれ出し、地域住民の生活環境に悪影響を及ぼすなど、SABESP 単体の事業だけでは、地域住民の生活環境改善には限界があることが課題として残った。単体の事業ではなく、複数の地域アクターを巻き込む、地域に着目した生活環境改善のためのプログラム・アプローチにすることで、より包括的な地域住民の生活環境の改善が期待できる。例えば、上下水道整備や排水管理事業などインフラを伴う事業を円借款事業とし、複数の地域アクターとの調整や地域の生活環境改善のためのソフト支援を、JICA 技術協力プロジェクト事業として対応するなど、上下水道公社と市が共に協力して、地域の生活環境改善のための総合的なプログラム事業を形成し実施することで、地域の生活環境改善の貢献に留まらず、実現することが可能となる。ブラジル東部にあるセアラ州では、州政府と上水公社が主体となり、乾燥地帯でもある同州の全域に環状の循環水路を建設し、生活用・家畜用・農業用の配水を実現するとともに、住民や関係する地方自治体を巻き込み、水管理なども取り入れた総合的な水・環境対策がなされている。円借款事業として、一部のインフラ整備を担うだけでなく、このような総合的な環境対策事業を組み合わせることも、相手国のニーズによってはより有効と考えられる。



## 主要計画/実績比較

項目	計 画	実 績
① アウト プット	<u>下水道事業（全域）</u> 下水処理場：I期 8市9施設（II期で更新なし） 下水処理能力総計：8,321ℓ/秒 下水幹線管渠：I期 100km（II期で122kmに更新） ポンプ場：I期 78基（II期で101基に更新） 下水収集管網：I期 992km（II期で1,059kmに更新） 下水管接続：I期 118千戸（II期で123千戸に更新） 海中放流管：I期 4.3km（II期で4.4kmに更新）  <u>上水道事業</u> （マンブ・ブランコ上水システム） 浄水場：1カ所 浄水場処理能力：1,600ℓ/秒 導水管：2km 配水管：66km ポンプ場：3基 給水タンク：20,000m <sup>3</sup>	<u>下水道事業（全域）</u> 下水処理場：8市9施設 下水処理能力総計：8,321ℓ/秒 下水幹線管渠：132km ポンプ場：101基 下水収集管網：1,035km 下水管接続：100千戸 海中放流管：4.5km  <u>上水道事業</u> （マンブ・ブランコ上水システム） 浄水場：1カ所 浄水場処理能力：1,600ℓ/秒 導水管：2km 配水管：64km ポンプ場：3基 給水タンク：20,000m <sup>3</sup>
② 期間	2004年7月～2009年2月 （56カ月）	2007年5月～2016年12月 （150カ月（未完））
③ 事業費 外貨 内貨  合計 円借款分 換算レート  (参考) 外貨 内貨  合計 円借款分 換算レート	I期： 外貨 4,985百万円 内貨 34,236百万円（561百万レアス）  合計 39,221百万円 円借款分 21,320百万円 換算レート 1リアル <sup>50</sup> =61.02円（2001年1月時点）  (参考) II期（追加融資分）の更新分 外貨 0百万円（I+II期：4,985百万円） 内貨 45,393百万円（I+II期：79,629百万円） （1,064百万レアス（I+II期：1,625百万レアス）） 合計 45,393百万円（I+II期：84,614百万円） 円借款分 19,169百万円（I+II期：40,489百万円） 換算レート 1リアル=42.65円（2008年12月時点）	外貨 707百万円 内貨 135,980百万円 （2,917百万レアス） 合計 136,687百万円 円借款分 40,489百万円 換算レート 1リアル=46.61円 （2005年1月～2016年12月平均）
④ 貸付完了	2011年 3月	

以 上

<sup>50</sup> レアルは、レアスの単数形の通貨名称