

2016 年度案件別外部事後評価：

パッケージⅣ-2（ペルー・ニカラグア・パラグアイ・ホンジュラス）

平成 30 年 2 月

（2018 年）

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン

評価
JR
17-56

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICAあるいは相手国政府側の事業実施主体等の見解が異なる部分に関しては、JICAあるいは相手国政府側の事業実施主体等のコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

2016年度 外部事後評価報告書
円借款「地方上下水道整備事業」

外部評価者：(株) グローバル・グループ 21 ジャパン 菌田元

0. 要旨

「地方上下水道整備事業」（以下、「本事業」という）は、ペルー北部のピウラ州ピウラ市及びアンカッシュ州チンボテ市において上下水道施設を修復・拡張することにより上下水道サービスの改善を図り、もって対象地区の環境衛生改善に貢献することを目的に実施された。上下水道分野は一貫してペルー政府の重要課題である。審査時、対象2都市における上下水道整備の必要性は大きく、本事業の施設は事後評価時にも重要な役割を果たしている。また、本事業は審査時の日本の援助政策とも整合する。よって、本事業の妥当性は高い。借款契約後の二度の政権交代や対象都市の上下水道公社の経営悪化などにより工事の開始が遅れたほか、ピウラ市サンマルティン下水処理場は需要増加に対応するための計画変更に時間を要し、事後評価時に未完成のため、事業期間は計画の4倍以上である。この期間の物価上昇、工事量の増大等により総事業費は計画を上回る。よって本事業の効率性は低い。本事業により対象両都市で水生産量が増加し、給水時間・水圧が改善したほか、ピウラ市では上水道の水質が改善された。ピウラ市及びチンボテ市南部地区で未処理下水の河川・海への放流はなくなった。両市では環境・衛生状況の改善が住民により報告されている。しかし、浄水場の水生産量は計画に達していない。また、下水処理場に流入する下水量が計画を大幅に超えたこともあり、処理後の下水は排水基準を満たしていない。よって、本事業の有効性・インパクトは中程度と判断される。本事業の運営・維持管理については、体制面に両都市で軽度な課題が、財政面では両都市に課題が、技術面ではチンボテ市に課題が見られる。以上を総合的に判断し、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は低いといえる。

1. 事業の概要



プロジェクト位置図



ピウラ市浄水場

1.1 事業の背景

ペルーでは、同国経済が破綻状態にあった 1980 年代後半には上下水道セクターにほとんど投資が行われず、設備の老朽化が進行していた。さらに、人口の都市部への流入を背景に、多くの地方都市で上水道普及率が低下するとともに、上水道の供給能力が需要に追いつかず、給水時間が制約されていた。下水道普及率は上水道に比べてさらに低く、半数近くの地方都市には下水処理場がなく、未処理の下水が河川等に放流されていた。

上下水道整備を重要な政策課題と位置づけたフジモリ政権（1990～2000 年）は 1992 年に衛生セクター改革を行い、国家上下水道事業局の技術支援と国家水道事業監督庁の監督のもとで地方政府が上下水道公社等を通じて上下水道サービスを提供する体制が確立した¹。

国家上下水道事業局は 1992 年に水道セクター開発計画を策定し、JICA を始めとするドナーの支援を受けて上下水道整備を開始した²。地方都市については、米州開発銀行の支援により、本事業の対象 2 都市を含む複数の地方都市を対象に上下水道整備事業のフィージビリティ調査が 1995 年までに実施された。

本事業は、以上を背景に、フィージビリティ調査が実施された地方都市のうちピウラ州ピウラ市（ピウラ地区・カスティージャ地区）、アンカッシュ州チンボテ市（チンボテ地区・ヌエボチンボテ地区）の 2 都市を対象に上下水道整備を実施したものである³。

1.2 事業概要

ペルー北部のピウラ州ピウラ市及びアンカッシュ州チンボテ市において上下水道施設を修復・拡張することにより上下水道サービスの改善を図り、もって対象地区の環境衛生改善に貢献する。

円借款承諾額/実行額	13,901 百万円 / 12,742 百万円	
借款契約調印	1999 年 4 月	
借款契約条件	金利	本体：1.7%、0.75% コンサルティングサービス：0.75%
	返済 (うち据置)	本体：25 年（7 年） コンサルティングサービス：40 年（10 年）
	調達条件	本体：一般アントイド コンサルティングサービス：二国間タイド

¹ 国家上下水道事業局（PRONAP: *Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado*）、国家水道事業監督庁（SUNASS: *Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento*）。その後の政府組織改革により、国家上下水道事業局の事業は現在の住宅建設衛生省都市国家衛生プログラム（PNSU / MVCS: *Programa Nacional de Saneamiento Urbano / Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*）に引き継がれた。

² JICA はリマ首都圏において「リマ・カヤオ上下水道整備事業（1996）」「リマ南部下水道整備計画（1996）」「首都圏上水供給強化事業（マルカ II）（1997）」に対して借款を供与した。米州開発銀行は全国 67 地方都市のうち 36 都市についてフィージビリティ調査を実施し、その一部についてインフラ整備資金を支援していた。

³ ピウラ市はピウラ地区（District）とカスティージャ地区で、チンボテ市はチンボテ地区とヌエボチンボテ地区で構成される。両都市における行政は「地区」が単位であり、「市」にあたる行政単位は存在しないが、本報告書では便宜上、「ピウラ市」「チンボテ市」と表記する。

借入人/実施機関	ペルー共和国 / 住宅建設衛生省 都市国家衛生プログラム (PNSU / MVCS: Programa Nacional de Saneamiento Urbano / Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento)
貸付完了	2011年12月
本体契約	Construtora Norberto Odebrecht (ブラジル) / CBPO Engenharia Ltda. (ブラジル)、GYM S.A. (ペルー)、Ingeniería Andina Ina Bromco Cia. Ltda. (コロンビア) / Hidalgo & Hidalgo S.A. (エクアドル)、Hidalgo & Hidalgo S.A. (エクアドル) / Ingeniería Andina (エクアドル)、Hidalgo & Hidalgo S.A. (エクアドル) / Construcción y Administración S.A. (ペルー)、Abengoa S.A. (ペルー) / Teyma Uruguay S.A. (ウルグアイ)
コンサルタント契約	日本上下水道設計 (株) (日本) / Cardenas & Bautista S.C.R.L (ペルー)、日本工営 (株) (日本) / OIST (ペルー)
関連事業	円借款「地方都市上下水道整備事業 (II)」2000

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藺田元 (株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2016年10月～2018年2月

現地調査：2017年1月17日～2月9日、6月3日～11日

2.3 調査の制約

本事業のフィージビリティ調査は1995年に実施され、審査は1999年に行われ、事後評価までに20年近くが経過していたため、審査時の検討事項についての情報収集が制約された。両都市において予測を大幅に超える下水量が発生したが、事後評価においては、下水発生量の予測が行われた実施機関によるフィージビリティ調査の報告書を入手することができなかったため、実績が予測を大きく超えた理由について詳細な分析ができなかった。

3. 評価結果 (レーティング：D⁴)

3.1 妥当性 (レーティング：③⁵)

3.1.1 開発政策との整合性

「1. 1 事業の背景」で述べたように、審査時(1999年)、上下水道分野は重要な政策課題であり、ペルー政府は地方都市の上下水道整備に努めていた。その後、第二次ガルシア政権(2006～2011年)は『万人に水を』の標語のもとで上下水道分野の公共投資額を大幅

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

に増大した⁶。続くクチンスキー新政権（2016～）では水衛生分野が最優先分野の一つに位置づけられ、2021年に都市部で上水道普及率100%、24時間給水、下水道普及率100%が目標とされ、地方上下水道公社の統合の促進、衛生サービス運営技術機構による技術支援の強化などが進められている⁷。

住宅建設衛生省が2015年に作成した上下水道分野の中期戦略（計画期間2016～2021年）では「都市および農村における質が高く持続可能な給水衛生サービスへのアクセスの増加」が戦略目標に挙げられ、地方都市では上下水道公社等の運営能力強化、民間セクターの参加、持続性の確保などに取り組む計画が示されている。

このように、本事業は事前評価時、事後評価時共に政策との整合性が高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

「1.1 事業の背景」で述べたように、審査時（1999年）、多くの地方都市で上下水道整備が必要とされていた。本事業の対象となったピウラ市（1999年人口約29万人）では上水道の水源は井戸のみで、塩分濃度が高い、水生産費用が大きいなどの問題があり、井戸水に代えて表流水を水源とする上水道施設の建設が必要とされた。下水道施設は十分に機能しておらず、整備の必要があった。チンボテ市（1999年人口約28万人）では南部に拡大する市街地に対する上下水道整備が緊急課題であった⁸。事後評価時には、有効性の項で述べるように、これらの各都市で本事業により改善・建設された施設は上下水道サービスを提供するための重要な役割を果たしている。よって、事後評価時も本事業の重要性は維持されている。

ただし、本事業で修復・建設された浄水場・下水処理場の設備能力（水生産能力、下水処理能力）は、規模を拡大して建設予定のピウラ市サンマルティン下水処理場を除き、いずれも実際の需要に比べて小さい⁹。浄水場については、両都市で人口増加が当初の予測を超え、メーター普及の遅れや盗水の蔓延により無収水率の改善が予測を下回ったため、水需要が審査時の予測を上回った¹⁰。さらに、ペルー政府の財政制約を背景に2003年に行われたス

⁶ 住宅建設衛生省のデータによると、上下水道分野の公共投資額は、2005年まではGNP比0.1%以下であったが、2009年以降は0.6～0.8%で推移している。

⁷ 衛生サービス運営技術機構(OTASS: *Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento*)

⁸ チンボテ市南部地区では灌漑水路を水源とする既存浄水場が、同市北部地区では井戸が水生産を行っていた。なお、両都市の1999年人口は各都市を管轄する上下水道公社の情報に基づく推定値である。

⁹ 事後評価に際して収集した各種資料から、本事業では当初から、ピウラ市の浄水場は2025年、ピウラ市の下水処理場とチンボテ市の浄水場・下水処理場は2010年を計画目標年としてその規模が計画されたことが読み取れる。ただし、その計画過程を具体的に検証できる情報は得られなかった。なお、実際の需要に比べて浄水場・下水処理場の規模が小さいという状況は、水需要予測と水生産量、下水処理能力と下水流入量・処理水質等のデータから、少なくともピウラの浄水場・下水処理場とチンボテ市の下水処理場において、2010年の時点で既に発生していたと考えられる。

¹⁰ 2016年の時点で、ピウラ市、チンボテ市ともに審査時の同年の人口予測を2割程度上回る人口増加があったほか、メーター普及率は予測の7割強にとどまり、無収水率は予測のほぼ2倍であった。住宅建設衛生省によると、いずれの都市でも無収水のかかなりの部分が盗水（料金を支払わない不法接続）であるが、盗水が多いことは、計画時はあまり知られていなかった。また、有効性で述べるように、本事業で行われた老朽配水管の更新が十分な漏水削減に結びついていない可能性を指摘できる。なお、予測され

コープ変更の一環として、浄水場の規模が縮小された¹¹。

下水処理場については、住宅建設衛生省及びピウラ・チンボテ各上下水道公社によると¹²、審査時の予想を超えた人口増加が各処理場での下水流入量の増加につながったほか、ピウラ市では審査時には想定されていなかった住宅開発地における私的な地下水開発を背景とした下水量の増加があった。

以上から、本事業の浄水場・下水処理場の規模は実際の需要に比べて小さく、開発ニーズを十分に満たせていない面がある。ただし、本事業の必要性は明白であり、本事業が全体の開発ニーズと整合性が取れていなかったということではない。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

事前評価に先立つ 1998 年 2 月、日本の経済協力総合調査団とペルー政府の間において、中長期的視点に立った今後の経済協力の重点分野について、貧困対策、社会セクター支援、経済基盤の整備、環境保全の 4 分野とすることが合意された。これを受けて定められた国別援助計画（2000 年）では貧困対策において「基礎的生活基盤では、今後も上下水道整備を中心とした協力を推進する」とされた。よって、本事業には日本の援助政策との整合性が確認できる。

以上より、本事業の実施はペルーの開発政策、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

本事業ではピウラ市とチンボテ市の上水道整備・下水道整備が行われた。アウトプットの計画と実績は表 1 のとおりである。なお、本事業で建設された施設は各都市の既存上下水道施設の一部を改善・拡張するものが多く、都市内に散在し、必ずしも一体となって機能するものではない。以下、各都市における実施の経緯、事業範囲の変更について述べる¹³。

た無収水率の低下への本事業の貢献がどのように計画されていたかについては情報が得られなかった。

¹¹ スコープ変更の検討過程の水需要予測の見直しでは人口、上水道普及率、メーター普及率、人口あたり水消費量、無収水率などが再検討された。いずれの都市でも人口あたり水消費量が当初より低く設定され、それが水需要予測の抑制につながったが、そのように修正した具体的な根拠は確認できなかった。

¹² ピウラ上下水道公社：EPS GRAU S.A.、チンボテ上下水道公社：EPS SEDACHIMBOTE S.A.

¹³ 以下で述べる計画変更は、いずれも実施機関である住宅建設衛生省と JICA の合意のもとで行われた。

表1 アウトプットの計画と実績の比較

審査時計画	実績	
<u>ピウラ上水道</u>		
取水口	1,500 ㍓/秒	1,320 ㍓/秒
クルムイ浄水場建設	880 ㍓/秒	600 ㍓/秒
送水管建設*	51.6km	55.9km
配水網建設・修復**	59.4km	40.9km
配水池建設	5ヶ所 10,350 m ³	6ヶ所 16,000 m ³
配水池修復	0ヶ所	5ヶ所 88,000 m ³
井戸ポンプ修復	10ヶ所	11ヶ所
接続建設・修復**	11,760 世帯	6,000 世帯
メーター設置	22,500 個	21,636 個 (+864 個予備)
SCADA (浄水場・配水池・井戸)		計画どおり
<u>ピウラ下水道</u>		
エルインディオ下水処理場*** (酸化池方式)	修復 6.0ha 建設 12.7ha 合計 239 ㍓/秒	修復 6.0ha 建設 20.0ha 合計 200 ㍓/秒
サンマルティン下水処理場 (酸化池方式)	修復 9.6ha 建設 11.9ha 合計 241 ㍓/秒	既存処理場の敷地に新規 処理場を建設：32.3ha (計画) 合計 690 ㍓/秒 (計画)
圧力式下水管建設	10km	8.1km
ポンプ場建設	1カ所	1カ所
ポンプ場修復	4カ所	12カ所
下水網修復	26.7km	36.1km
<u>チンボテ上水道</u>		
原水貯水池建設	70,000 m ³ ×2 基	なし
浄水場修復・増設	500 ㍓/秒	550 ㍓/秒
送水管建設*	19.9km	14.8km
配水網建設・修復**	77.6km	69.3km
配水池建設	5 基 14,850 m ³	5 基 15,000 m ³
接続建設・修復**	7,300 世帯	9,243 世帯
水量メーター設置	50,000 個	28,100 個 (+3,400 予備)
井戸修復	3カ所 135 ㍓/秒	3カ所 135 ㍓/秒
原水貯水池修復	3 基計 70,000 m ³	なし
配水池修復	8 基 20,800 m ³	5 基
ポンプ施設	修復 2、建設 2	修復 2、建設 1
<u>チンボテ下水道</u>		
圧力式下水管建設	3.9km	1.4km
下水網建設・修復**	50.8km	49.2km
ポンプ場修復	1カ所	1カ所
ラスガビオタス下水処理場 (酸化池方式)	拡張 7.5ha 修復 12.0ha 合計 155.3 ㍓/秒	拡張 8.6ha 修復 12.0ha 合計 157 ㍓/秒
セントロスル下水処理場 (酸化池方式)	建設 2.5ha 22.8 ㍓/秒	建設 2.4ha 17 ㍓/秒
接続	新規 150 世帯 修復 3,000 世帯	新規 3,569 世帯 修復 2,856 世帯
<u>コンサルティングサービス</u>		
事業監理 (詳細設計・施工管理)		計画どおり
チンボテ下水道についての追加調査		計画どおり

出典：JICA 提供資料、住宅建設衛生省・各都市上下水道公社提供資料

注：* 浄水地から貯水池までの管路

** 計画は建設と修復を区別したが、建設は実際には既存管路の更新が含まれると考えられ、両者の区別は明確ではない。また、実績において建設と修復は区別できない。

*** エルインディオ下水処理場は修復された「エルインディオ下水処理場」と新規建設された「ケヴィン下水処理場」の二つの独立した下水処理場で構成される。両者は同一の敷地に併設されるが下水収集地域は異なる。本報告書では、便宜上、両者を合わせて「エルインディオ下水処理場」と表記する。

(1) ピウラ市

ピウラ市の上水道については、ペルー政府の財政上の制約を背景とした事業範囲の縮小が検討され、建設予定の浄水場の水生産能力が審査時計画より3割程度縮小し、これに応じて管路網の計画が変更された(2003年)。あわせて、時間の経過により老朽化の進んだ配水池の修復が追加された。建設段階では、修復対象の既存管路が想定された場所になかった、地質の違いなど、新たに判明した現場の状況に応じた管路変更や工事量変更等が行われた。なお、ピウラ上下水道公社によると、配水網の更新の際には古い管路を残したまま、個別接続を古い管路から切り離れたが、住民が勝手に設置した盗水のための管路が新旧の管路をつなげてしまっているため、旧管路にも水が流れ込んでいる。他方、旧管路上の個別接続撤去部分の止水は木製の栓が使われており、新しい管路から流れ込んだ水が止水の不十分な箇所から漏水している恐れがある¹⁴。

ピウラ市の下水道については、上述の事業範囲縮小の過程で下水処理場の処理水準の目標(処理後の水質についての計画値)が引き下げられ、下水流入量の計画はそのままに、施設規模が縮小した。この変更は、処理水を灌漑に再利用する対象作物が限定されることから大きな問題は生じないと判断された。計画された2カ所の下水処理場のうちサンマルティン下水処理場では、工事契約後、予定された敷地の一部を確保できないことから実施が遅れていた。さらに、実際の下水量が当初の予測を大きく上回ることが判明したため、同処理場は規模を拡大して再計画する必要が生じた。しかし、当時の貸付実行期限(2011年12月)までに完成できないため、2011年5月、同処理場は住宅建設衛生省の自己資金で建設することが決定された(事業範囲内)。2017年6月、同処理場は調達手続き中である。もう一つのエルインディオ下水処理場では処理水が灌漑利用されるが、完成した同処理場からの放流路は既存の小さな灌漑水路に連結されたものの処理水の量に比べて小さすぎたため、処理水が溢れて処理場周辺に滞留したため、2014年にピウラ州政府が仮設灌漑水路(事業範囲外)を建設した。

(2) チンボテ市

チンボテ市の上水道についても、ピウラ市同様、ペルー政府の財政上の制約を背景とした事業範囲の縮小が行われ、浄水場の規模縮小、原水貯水池建設・修復のキャンセルなどの計画変更が行われた。また、審査時から建設開始の2005年までに設備の老朽化、住宅地の拡大、道路の舗装などが進み、施工時には既存管路網、地質の状況が新たに判明したため、それを反映して各種施設の工事量に変更された。浄水場については、既存浄水設備の修復に合わせて新たな浄水設備を同一敷地内に増設する計画であったが、既存浄水の沈殿池・ろ過池などの一部の設備を活用しつつ、新たに機械式フロック形成池を建設することで建設コスト・運営維持管理コストの抑制と同時に水生産能力を増加できるとの提案がコントラクタ

¹⁴ ピウラ上下水道公社によると、このような経験を踏まえて近年の管路更新事業では旧管路の撤去が工事範囲に含まれるが、その分、事業費は増大する。なお、これはチンボテ市でも同様である。

一からあり、住宅建設衛生省の計画変更申請に JICA が同意して、提案どおりに変更された。チンボテ上下水道公社は機械式フロック形成池の経験がなかったが、研修あるいは完成後の試運転を通じた技術移転は行われなかった（その経緯については「3.5.2 運営・維持管理の技術」を参照）。なお、チンボテ上下水道公社によると、浄水貯水槽の排水パイプの出口の位置が高いため、清掃時などに十分な排水ができず、同公社は別途排水ポンプを使う必要がある。また、ピウラ市同様、配水網の更新は旧管路を残したまま行われ、旧管路の止水が不十分な箇所からの漏水につながっている可能性がある。

チンボテ市の下水道コンポーネントでは、2カ所の処理場で地下水位が想定より上昇していたため、処理池への地下水の浸入を防ぐための不透水化作業が追加された。また、新規接続数は新興住宅の接続が追加されたことなどにより大幅に増加した。両処理場の処理水はピウラ市と同様、灌漑利用が想定され、放流路は延長 30m 程度である。既存下水処理場が拡張されたラスガビオタス下水処理場では、既に処理水を利用した灌漑を行っていた農家が建設した灌漑水路に接続された。他方、新たに建設されたセントロスル下水処理場では農家が灌漑水路を建設したが、水はけが悪く処理水が溢れたため、処理水をより遠方に放流できるように、上下水道公社は放流路を 50cm ほどかさ上げした。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の計画および実績は表 2 のとおりである。総事業費 18,535 百万円（円借款 13,901 百万円）の計画に対し、事後評価時点の実績は総事業費 17,905 百万円（計画比 97%）、円借款利用額 12,743 百万円（計画比 92%）であった。これにペルー側資金で建設予定のピウラ市サンマルティン下水処理場の費用 134 百万ヌエボソル（約 4,650 百万円、2017 年 6 月時点の計画額）を加えると、最終的な総事業費は 22,555 百万円（計画比 122%）となる。

ペルー政府の財政上の制約を背景に行われた事業範囲の縮小は事業費を抑えるためのものであったが、実際には 1998 年以降の物価上昇により資材等の単価が上昇したため、両都市の上下水道コンポーネントの 6 つの土木工事契約額（契約成立時）のドル建て総額は、既に審査時計画を 3 割強上回っていた。契約成立後は、「3.2.1 アウトプット」に記載のとおり、ピウラ下水道のサンマルティン下水処理場の契約範囲・借款対象からの除外、両都市における工事量の増大等が各契約額増減につながった。コンサルティングサービス費用の実績は事業期間の延長に伴い大幅に増大した。一方、土木工事が行われた 2005～2011 年の平均レートは 1 ドル=101 円であり、審査時計画の 1 ドル=140 円から大幅に円高が進んだ。工事契約は全てドル建てまたはヌエボソル建てであったため、この円高は円建て事業費の減少をもたらした。

表 2 事業費の計画・実績

(単位：百万円)

	計画			実績 (2016年6月現在)		
	合計	円借款	ペルー側 負担分	合計	円借款	ペルー側 負担分
ピウラ上水道	7,269	6,397	872	5,636	4,721	915
ピウラ下水道	1,519	1,337	182	*2,690	2,345	*345
チンボテ上水道	2,327	2,048	279	3,259	2,322	937
チンボテ下水道	1,019	896	123	1,478	1,219	259
物価上昇	922	735	187	0	0	0
物的予備費	1,306	1,142	164	0	0	0
コンサルティング・サービス	1,346	1,346	0	2,135	2,135	0
税金	2,827	0	2,827	2,707	0	2,707
合計	18,535	13,901	4,634	*17,905	12,743	*5,162

出所：JICA 提供資料、住宅建設衛生省提供資料

注：* ペルー側資金で建設予定のサンマルティン下水処理場の費用（約 43 億円）は含まない。

為替レート：（計画）1 ドル=113.5 円、1 ヌエボソル=34.0 円

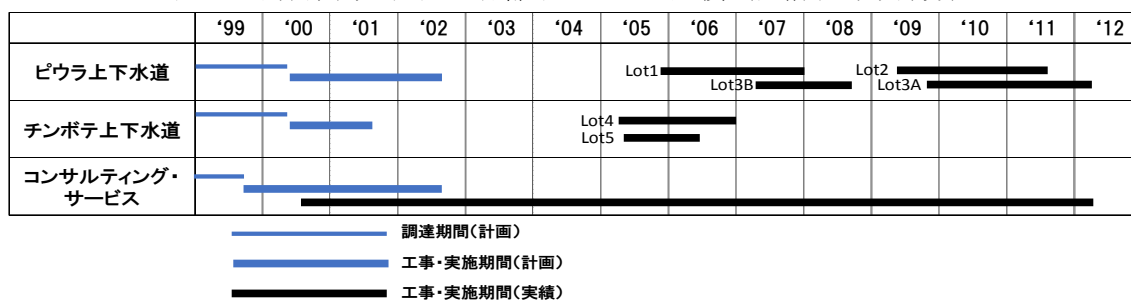
（実績）1 ドル=101.0 円（実際の適用レート）

1 ヌエボソル=32.7~38.4 円（各契約期間の平均レート）

3.2.2.2 事業期間

本事業は 1999 年 4 月に借款契約が調印され、2003 年 3 月に完成する予定であったが、本事業の貸付実行期限は二度にわたり延長され¹⁵、円借款対象の 6 つの工事契約が 2012 年 3 月までに完了した（図 1）。本事業で円借款の対象となった工事契約は表 3 の 6 件である。他方、2017 年 6 月現在、円借款の対象から外されたピウラ市のサンマルティン下水処理場が調達手続き中であり¹⁶、本事業は未完成である。事業期間の実績は、計画 48 カ月（1999 年 4 月～2003 年 3 月）に対して 2017 年 6 月現在 219 カ月（1999 年 4 月～2017 年 6 月）、計画比 456%である。サンマルティン下水処理場の完成までにはさらに 2 年近くを要すると見込まれ、事業期間は計画を大幅に上回ることとなる。

図 1 事業期間の計画と各都市における実績（円借款対象部分）



出典：JICA 提供資料、住宅建設衛生省提供資料

¹⁵ 本事業の貸付実行期限は 2004 年 8 月であったが、2009 年 2 月まで延長され、その後、2011 年 11 月まで再延長された。

¹⁶ 同処理場の建設には契約成立後、1 年半程度が見込まれている。住宅建設衛生省によると、2017 年 12 月現在、建設工事が進行中である。

事業期間が大幅に増加した主な理由は以下のとおりである。

- ・ 借款契約署名後、二度の政権交代に伴う省庁再編、実施機関の人員削減が行われた。この時期の政治経済の混乱、政府財政の緊縮、2002年以降に進められた地方分権化政策の影響等により、各上下水道公社の経営状況が悪化した。
- ・ 政府財政緊縮を背景とした事業規模の絞り込みに2002年～2003年の2年間を要した。
- ・ コンサルティングサービス開始後、実施機関から詳細設計レビュー・作成のための十分な情報が提供されなかったため、実施機関とJICAの協議を踏まえて契約を維持したままコンサルティングサービス業務が2001年～2004年にかけて中断した。
- ・ 2003年当時、ピウラの上下水道公社が経営破綻状態であったため、本事業の一部にコンセッション方式が提案された¹⁷。その検討に2006年までの4年間を要し、Lot2、Lot3Aの工事開始が遅れた。
- ・ 予定価格内の応札者がいない、事前資格審査を通過する応札者がいないなどの理由で再入札があり、Lot1、Lot2、Lot3Bの工事契約は契約までに2～5年の期間を要した。
- ・ 各契約の工事期間は工事範囲の変更、予見できなかった現場の状況による追加工事、ポンプ調達の遅れ（再調達・再輸入）などにより、最大で半年程度延長した。
- ・ ピウラのサンマルティン下水処理場は当初は円借款対象としてLot3Aに含まれていたが、規模を拡大して再計画する必要が生じて借款対象外（事業範囲内：ペルー側負担）とされた（2011年）。その後、再設計と国内審査手続きを経て、2017年6月現在、調達手続き中である。

表3 「地方上下水道整備事業」の工事契約（円借款対象部分）

契約ロット	内容	契約時期	完工時期
Lot 1	ピウラ市浄水場	2005年11月	2007年12月
Lot 2	ピウラ市上水道網	2009年5月	2011年7月
Lot 3A	ピウラ市上下水道網	2009年11月	2012年3月
Lot 3B	ピウラ市下水処理場・下水道網	2007年4月	2008年8月
Lot 4	チンボテ市浄水場・上水道網	2005年3月	2006年12月
Lot 5	チンボテ市下水処理場・下水道網	2005年4月	2006年6月

- ・ 出典：住宅建設衛生省
- ・ 注：ピウラ市のサンマルティン下水処理場は借款対象外

¹⁷ 上下水道網の建設・修復はコンセッション契約を結んだ民間企業が事業を実施し、完成後は浄水場・下水処理場とともに同企業が運営・維持管理する方針となった。しかし、その後の検討により、このコンセッション方式は取りやめとなった。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

本事業の審査時には内部収益率は算出されていなかった。一方、参考値として本事業のうちピウラ市の上水道事業のうち取水口・浄水場・送水管・配水池の建設について、プロジェクトライフ 25 年、建設費、運営維持管理費を費用、水道料金収入及び井戸による生産費用（電力費）の節約を便益として財務的内部収益率（FIRR）を事後評価時に試算したところ、10.3%となった¹⁸。本事業のその他のコンポーネントについては、十分なデータが得られなかったため試算は行わなかった。

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¹⁹（レーティング：②）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の目的はピウラ市とチンボテ市の上下水道サービスの改善を図ることであるが、審査時、各市の目的達成度を測るための指標は明示されなかった。そのため、ここでは審査時に確認された各都市の上下水道整備ニーズを踏まえて、都市上下水道分野の各種指標の中から、各都市の具体的な事業目的に直接関連する指標を主要指標、それ以外の指標で本事業の実質的な貢献が想定されていたと考えられる指標を補助指標とみなし、主要指標の達成度を中心に目的達成度を判断した²⁰。各指標の計画値は審査時に参照された各都市の水需要・供給予測その他の資料に基づく。

（1）ピウラ市上水道

本事業実施前、ピウラ市の上水道は全て井戸を水源としていたが、25本の井戸のうち23本が政府の定める飲料水の水質についての基準値 250mg/l を超える塩分濃度を示していた。また、一部地域では配水池がなく、井戸からのポンプ直送による不安定な配水が行われていた。本事業は表流水（灌漑水路）を水源とする浄水場（設備能力 880 ㎥/秒）及び配水池を建設することにより 2015 年の水生産の 70% を表流水とし、配水池で表流水と井戸水を適切に混合することにより塩分濃度を基準値以下にすることが計画された。以上に関連する計画と実績は表 4 のとおりである。

ピウラ市の 2013 年～2016 年の水生産量は 1,225 ㎥/秒であり、これは審査時計画の 136% である。しかし、本事業が建設した浄水場のこの期間の生産量は 458 ㎥/秒で、計画（630 ㎥/秒）の 73%にとどまる。これは、政府の財政制約を背景に同浄水場の生産能力が 880 ㎥/秒

¹⁸ 利用者の水入手費用の節約、公衆衛生の改善などの便益を貨幣価値に換算することが難しかったため、EIRR は試算していない。

¹⁹ 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。

²⁰ 計画値と実績値の比較が可能な指標の達成度は、JICA の事後評価レファレンスに従い、実績が計画値の 80% 以上は高い、50～79% の範囲は中程度、49% 以下は低いとの目安により判断した。

から 600 ㎥/秒に縮小されたうえ、送水施設と水源の制約があるためである²¹。これを補うため、井戸の水生産は計画（300 ㎥/秒）の約 2.6 倍（2013～2016 年に 767 ㎥/秒）に増大した。なお、本事業は井戸の生産増加にも貢献がある²²。

表 4 ピウラ市上水道の指標達成状況

指標	事業実施前	審査時計画（1998）	実績	達成度
水生産量	不明	900 ㎥/秒 (2013～2016)	1,225 ㎥/秒 (2013～2016)	高い（主要指標）
表流水の比率	0% 井戸のみ	70% 浄水場 630 ㎥/秒 井戸 270 ㎥/秒 (2013～2016)	37% 浄水場 458 ㎥/秒 井戸 767 ㎥/秒 (2013～2016)	中程度（主要指標）
塩分濃度が基準値以下の世帯の比率	不明	表流水の給水を受ける世帯の 100%	表流水の給水を受ける世帯の 61%（全世帯の 24%）（2016）	中程度（主要指標）
給水時間	不明	不明	17 時間（2016）	中程度*（補助指標）
水圧	不明	不明	11mwc**（2016）	中程度（補助指標）
メーター普及率	9%（1995）	86%（2010）	59%（2016）	中程度（補助指標）
無収水率	(2002 年：55%)	22%（2015）	51%（2015）	低い（補助指標）

出典：JICA 提供資料、ピウラ上下水道公社提供資料

注：* 政府が都市部で目標とする 24 時間給水に対する達成度

**平均水圧の単位（mwc: meter water column）は「水柱メートル」：1メートルの水柱を支えることのできる圧力の単位。

以上の結果、表流水を水源とする浄水場の水は全水生産の 37%（2013 年～2016 年）と、計画 70%のほぼ半分にとどまった。浄水場の水はピウラ市の全世帯のうち 39%の世帯に配水され、うち 34%の世帯には本事業で建設された 7 カ所の配水池で井戸水と混合されてから配水される²³。浄水場の水の比率が低く、混合後も塩分濃度が十分に下がらない配水池があるため、表流水の給水を受ける世帯（全世帯の 39%）のうち塩分濃度が基準値以下に下がる世帯は 61%（全世帯の 24%）である²⁴。

ピウラ市の 2016 年の平均給水時間は 17 時間/日、平均水圧は 11mwc（事後評価時の基準 15～50mwc）であった。ピウラ上下水道公社によると、本事業実施前の平均給水時間は 8～10 時間/日であり、本事業はその改善に重要な貢献があった。また、本事業で建設された配

²¹ ピウラ上下水道公社によると、浄水場から各配水池までの送水管および浄水場の送水ポンプ能力の設計に余裕がない。さらに、予定された敷地の地質が不適切で配水池 1 カ所の位置を遠くに変更したこと、各配水池で混合する井戸の生産量に変化があったことなどから送水管の水理バランスが変化し、送水量が制約された。同公社は運用の調整を試みたが、最大送水量は 540 ㎥/秒程度に制限される。また、水源である灌漑水路の維持管理のため、浄水場は年に 3～4 回、各 1 週間ほど稼働を停止する必要がある。

²² 本事業では 11 本の井戸が修復・拡張された。2016 年 12 月のデータによると、これらの井戸はピウラ市の全水生産量の 2 割程度を担っている。

²³ 残りの 6%の世帯には井戸水と混合されない浄水場の水が配水される

²⁴ 井戸水のみを給水を受ける世帯（全体の 61%）の 1 割程度は塩分濃度が低い井戸を水源とする。これに加えて、ピウラ市全体では塩分濃度が基準を満たす給水を受ける世帯は全体の 30%と推測される。

水池7カ所の建設は一部地域の配水安定化に貢献したと考えられる²⁵。ただし、同市の全水生産量の43%は配水池を経由せず井戸から直送されており、ピウラのほぼ半分の地域で不安定な給水が続いている。受益者調査によると²⁶、51%の世帯が水圧に、37%の世帯が給水時間に満足していない。他方、水質と断水頻度については事業後に改善したとの意見が多く、総合的には64%の世帯が事業後に給水サービスが改善したと回答した。

本事業による配水網の更新とメーター設置は無収水の削減に貢献したと考えられる。本事業は全配水網（管路）の7%を更新し、全接続数の22%に相当する約21,600個のメーターを設置した。ただし、前述のように、管路更新時に古い管路を撤去しなかったことが漏水につながっている可能性も指摘される（3.2.1（1）を参照）。また、メーター普及率は2013年に82%まで増加したものの、耐用年数（5年間）を過ぎたメーターの更新が進まなかったため、2016年には59%に低下した。無収水率（2015年51%）は目標値（同年22%）まで改善していない。上下水道公社の漏水対策部門によると、盗水が多いことが多くの無収水を生んでいる²⁷。

以上から、水生産量、表流水の比率、塩分濃度が基準値以下の世帯の比率を主要指標、その他の指標を補助指標として、ピウラ市の上水道についての本事業の目標達成度は「中程度」と判断される。

（2）ピウラ市下水道

審査時、ピウラ市では下水発生量444 $\frac{\text{m}^3}{\text{秒}}$ に対して処理能力が217 $\frac{\text{m}^3}{\text{秒}}$ （下水発生量の49%）と限られ、下水の半分が未処理のままピウラ川に放流されていた。本事業は処理場2カ所の拡張・修復により処理能力を下水発生量（508 $\frac{\text{m}^3}{\text{秒}}$ ：年度不明）の95%（484 $\frac{\text{m}^3}{\text{秒}}$ ）まで増強し、未処理下水の放流による環境への負荷を減少させる計画であった。処理水準は、灌漑への再利用が可能な水質を確保することが計画されていた。以上に関連する指標の達成状況は表5のとおりである。

²⁵ 本事業で建設された6カ所の配水池の配水地域の接続数は全接続数の23%に相当する。同地域で実施したグループ・インタビュー（受益者調査）では、以前は井戸からの直送のため水圧が不安定であったが、配水池完成後は水圧が大幅に改善されたとの報告が聞かれた。

²⁶ 受益者調査としてピウラ（102世帯）とチンボテ（105世帯）で質問票調査を行ったほか、両都市で合計9回、住民を対象としたグループ・インタビューを実施した。質問票調査は各都市で事業実施前から上下水道公社の配水網に接続している世帯を対象に、配水地区による二段階抽出法、配水地区内ではランダムエリア・サンプリングにより対象世帯を抽出した。男女比は男性29%、女性71%、年齢構成は20代18%、30代20%、40代25%、50代以上36%であった。質問票調査の主な結果は報告書末尾に掲載した。グループ・インタビューはピウラで4カ所、チンボテで5カ所、地理的に偏らないように配慮して選んだ各地点で協力者の呼びかけに応じて集まった住民（9ヶ所合計で48名）を対象に実施した。

²⁷ ピウラ上下水道公社は無収水削減プログラムの一環として、警察の協力を得て厳しい態度で盗水対策に臨んでいる。

表 5 ピウラ市下水道の指標達成状況

指標	事業実施前	審査時計画 (1998)	実績 (2014~2016)	達成度
未処理下水の環境への放流	あり	減少する	なし	高い (補助指標)
下水処理場稼働率 (下水流入量/処理能力)	不明	不明	サンマルティン 297% エルインディオ 257% 合計 274%	中程度 ^注 (補助指標)
処理水質	BOD:20.0mg/l SS:50.0mg/l 大腸菌群数: 不明	排水基準 (事後評価時) ^注 BOD:100mg/l SS:150mg/l 大腸菌群数: 10,000MPN/100ml	サンマルティン BOD:97mg/l, SS:73mg/l 大腸菌群数: 2.4×10 ⁶ MPN/100ml エルインディオ BOD:100mg/l, SS:96mg/l 大腸菌群数:1.8×10 ⁵ MPN/100ml	低い (主要指標)
BOD 負荷除去量 (トン/日)	不明	サンマルティン 5.1 エルインディオ 5.1 合計 10.2	サンマルティン 6.8 (2016) エルインディオ 8.3 (2016) 合計 15.1 (2016)	高い (主要指標)

出典：JICA 提供資料、ピウラ上下水道公社提供資料

注：下水処理場稼働率が 100%を大きく超えることは、処理水質に問題が生じることから望ましくないため、達成度は中程度とした。処理水質は、処理水の品質に関する事後評価時のペルーの基準（最大許容限度値）を採用した。

処理能力 144 ㎥/秒を有するサンマルティン下水処理場の修復・拡張（事業範囲、借款対象外）がまだ実施されていないこと（効率性を参照）、本事業により処理能力 200 ㎥/秒に拡張されたエルインディオ下水処理場の一部（60 ㎥/秒）が稼働していないことから（持続性を参照）、2 カ所の処理場における事後評価時の実効処理能力（稼働できる部分の能力）は約 284 ㎥/秒（計画比 72%）にとどまる。

両処理場は合計 941 ㎥/秒（2014~2016）の下水を受け入れており、両処理場を合わせた稼働率（下水流入量÷処理能力）は 274%であり、適切な水準を大幅に超えている。上述の未稼働部分を考慮すると実際の稼働率はさらに高くなる。このような過負荷は、後述するように、処理水質が放流水の国家水質基準を満たさない直接の原因となっている。ピウラ上下水道公社によると、市街地拡大に応じた下水収集地域の拡大、住宅高層化等による下水発生量の増加、予期されていなかった生活排水以外の下水の流入等により計画時の予想を超えて下水量が大きく増加したと考えられる。サンマルティン下水処理場は、今後、処理能力を 690 ㎥/秒に拡大し、エルインディオ下水処理場が受入れている下水の一部を分担する計画である²⁸。なお、ピウラ市では 2015 年以降、未処理下水の河川への放流はなくなった。本事業は下水処理能力を増加したことでこれに間接的に貢献している。

両処理場は過負荷で十分な処理が行われず²⁹、処理後の水質は一部項目が国の定める下水処理場の放流水の水質基準を満たしていない。処理水の 2014~2016 年の平均 BOD 濃度 (97

²⁸ サンマルティン下水処理場が完成し、エルインディオ下水処理場が全て稼働できるようになれば、両処理場を合わせた稼働率は 100%をやや超える程度となり、処理水準の改善が見込まれる。

²⁹ 酸化池方式の下水処理場では下水がラグーンに滞留している間に自然の生物プロセスにより BOD、大腸菌などの汚染物質が処理される。滞留時間が長いほど処理が進むが、下水流入量が増えると滞留時間が短くなり、適切な処理が行われなくなる。

～100mg/l) は基準値 100mg/l の範囲内であるが³⁰、この期間に計測された結果の約半分は基準値を超えている。大腸菌群数 (2016 年 9 月計測) は基準値の 10～240 倍に達する。

両処理場の BOD 除去率 (処理後 BOD 濃度÷処理前 BOD 濃度) は審査時計画 99% に対し実績 65% と低いが、未処理下水の BOD 濃度 (282～288mg/l) が審査時計画 (250mg/l) を上回り、かつ、下水処理量が計画の 3 倍以上のため、BOD 負荷の除去量 (15.1 トン/日、2016) は計画 (10.2 トン/日) の 148% に達する。

以上をまとめると、下水による環境への負荷は計画以上に削減されたものの (主要指標: BOD 負荷の除去量)、処理場が過負荷で適切な処理が行われておらず、排水基準を満たさない処理水の放流が行われていることから (主要指標: 処理水質)、ピウラ市の下水道についての本事業の目標達成度は「中程度」と判断される。

(3) チンボテ市上水道

チンボテ市では上水道普及率が 71% (1996)、給水時間が 1 日 2～14 時間と限られ、人口増加と市街地の拡大に対応するための既存浄水場の拡張による水生産能力の増強が計画された³¹。これに合わせ、水源である灌漑水路の維持管理に備えて新たな原水貯水池 2 基の建設、配水の安定化のための配水池建設が計画された。以上に関連する指標の達成状況は表 6 のとおりである。

表 6 チンボテ市上水道の指標達成状況

指標	事業実施前	審査時計画 (1998)	実績	達成度
水生産量 (ℓ/秒)	不明	1,240 浄水場 ^{注)} : 500 / 750 井戸: 213 / 463 (2015)	886 浄水場: 373 井戸: 513 (2014～2016)	中程度 (主要指標)
給水時間	2～14 時間	不明	17 時間 (2016) *	中程度** (補助指標)
水圧	不明	不明	18mwc*** (2016)	高い (補助指標)
上水道普及率	71% (1996)	96% (2016)	89% (2016)	中程度 (補助指標)
メーター普及率	5% (年不明)	90% (2016)	66% (2016)	中程度 (補助指標)
無収水率	48% (年不明)	22% (2016)	42% (2016)	中程度 (補助指標)

出典: JICA 提供資料、チンボテ上下水道公社提供資料

注: 浄水場の水生産能力は 2011 年に 750 ℓ/秒に増大する計画であった。浄水場と井戸のそれぞれの水生産量の計画は示されなかったが、本事業で計画された浄水場 500 ℓ/秒は 2015 年にはフル稼働する想定であったと考えられる。

* 給水時間は 2017 年には 1 日 19 時間に改善された。

** 政府が都市部で目標とする 24 時間給水に対する達成度

*** 平均水圧の単位 (mwc: meter water column) は「水柱メートル」: 1 メートルの水柱を支えることのできる圧力の単位。

³⁰ 計測データ数が少ないため、3 年間の計測結果の平均値を用いた。

³¹ 拡張後の生産能力の計画は 500 ℓ/秒であった。

チンボテ市の2014年～2016年の水生産量は886 ㎥/秒であり、これは審査時計画の71%である。本事業が拡張した浄水場は550 ㎥/秒の設備能力を持つが、この期間の生産量は373 ㎥/秒で設備能力の68%にとどまる。これは、新たに導入された機械式フロック形成池が十分機能を発揮していないことが主な理由である³²。また、計画された原水貯水池の修復・拡張がスコープ縮小により実施されなかったため、水源である灌漑水路の維持管理期間における原水確保上の制約が残された。さらに、本事業は3本の井戸（合計生産能力135 ㎥/秒）を修復したが、ポンプの故障や地下水位の低下により、事後評価時、いずれも稼働していない。なお、チンボテ上下水道公社による最新の水需要予測によると、2016年のチンボテの水需要は1,116 ㎥/秒で、実際の水生産量は大幅に不足している。

本事業が建設した5基の配水池（チンボテ市の配水池総容量の4割に相当）は、浄水場拡張による水生産量の増加と相まって、給水時間、水圧の改善および配水の安定化に貢献したと考えられる。具体的には、事業前は2～14時間/日であった給水時間が平均17時間/日（2016年）に改善した。水圧は平均18mwcと基準内（15～50mwc）である。受益者調査では28%の世帯が水圧に、31%の世帯が給水時間に満足していないが、水圧、水質、給水時間について事業後に改善されたとの意見が多い。総合的には64%の世帯が給水サービスの改善を報告した。悪くなったとの意見は6%であった。なお、本事業は既存配水網への新規接続約3,000件により、上水道普及率を約3ポイント改善した。

本事業による配水網の更新とメーター設置は無収水の削減に貢献したと考えられる。本事業は全配水網（管路）の9%を更新し、全接続数の35%に相当する約31,500個のメーターを設置した。ただし、前述のように、管路更新時に古い管路を撤去しなかったことが漏水につながっている可能性も指摘される（3.2.1（1）を参照）。メーター普及率は66%（2016）まで増加したものの、審査時の目標90%を下回る。無収水率は42%（2015）と推定され、計画に達しない。チンボテ上下水道公社によると、無収水の半分は漏水であるが、それ以外にも盗水が多く、無収水を生んでいる。

以上から、水生産量を主要指標、その他の指標を補助指標として、チンボテ市の上水道についての本事業の目標達成度は「中程度」と判断される。

（4）チンボテ市下水道

審査時、チンボテ市では発生下水量723 ㎥/秒に対して下水処理能力は52 ㎥/秒に限られ、下水のほとんどが未処理のまま海に放流されていた。本事業はラスガビオタス下水処理場

³² チンボテ上下水道公社によると、新たな機械式フロック形成池は原水濁度が高くなると単位流量あたりより多くの凝固剤を投入する必要があるため、経済的な運転ができない。このため、同浄水場では機械式フロック形成池の利用は最小限にとどめ、老朽化した既存の非機械式フロック形成池が稼働し続けている。機械式フロック形成池は完成後、何年間も使われていなかったが、2015年から機械による攪拌をほとんど伴わない形で、流量を設計能力の5分の1程度に制限して利用されている。このため、同浄水場の最大生産能力は、原水濁度が低い時期でも、新旧フロック形成池を合わせて最大450 ㎥/秒程度である。住宅建設衛生省によると、本事後評価の第2次現地調査（2017年6月）以降、同公社は同浄水場の職員に研修を行い、水生産を補完するため、能力の40%程度で定期的に機械式フロック形成池を稼働している。

の修復・拡張、セントロスル下水処理場の建設により 166 ㎥/秒の処理能力を実現してチンボテ南部地区(ヌエボチンボテ地区)の下水を全て処理するとともに、チンボテ北部地区(チンボテ地区)で老朽化した下水網を更新する計画であった。なお、チンボテ北部地区の下水処理については海中放流管補完調査を本事業のコンサルティングサービスの一環(エンジニアリング・サービス)として実施し、その結果は北部地域の下水道整備計画に参照される予定であった。以上に関連する指標の達成状況は表7のとおりである。

表7 チンボテ市下水道の指標達成状況

指標	事業実施前	審査時計画(1998)	実績(2014~2016)	達成度
未処理下水の環境への放流	あり	南部地区で減少する	南部地区：なし 北部地区：あり	高い (補助指標)
下水処理場稼働率(下水流入量/処理能力)	不明	不明	ラスガビオタス 159% セントロスル 294% 合計 172%	中程度 ^注 (補助指標)
処理水質	BOD:86.0mg/l SS:155.0mg/l 大腸菌群数：不明	排水基準(事後評価時) ^注 BOD: 100mg/l SS:150mg/l 大腸菌群数：10,000MPN/100ml	ラスガビオタス BOD:122mg/l, SS:73mg/l 大腸菌群数：1.1×10 ⁴ MPN/100ml セントロスル BOD:132mg/l, SS:152mg/l 大腸菌群数:1.7×10 ⁶ MPN/100ml	低い (主要指標)
BOD 負荷除去量(トン/日)	不明	ラスガビオタス 2.6 セントロスル 0.3 合計 2.9	ラスガビオタス 3.4 (2016) セントロスル 1.3 (2016) 合計 4.7 (2016)	高い (主要指標)

出典：JICA 提供資料、チンボテ上下水道公社提供資料

注：下水処理場稼働率が100%を大きく超えることは望ましくないため、達成度は「中程度」とした。

処理水質は、処理水の水質に関する事後評価時のペルーの基準(最大許容限度値)を採用した。

本事業で修復・拡張された2カ所の下水処理場では合計174 ㎥/秒と計画をやや上回る処理能力が実現した。両処理場は合計300 ㎥/秒(2014~2016)の下水を受け入れており、両処理場を合わせた稼働率は172%である。これは、両処理場の処理水準の低さの直接の原因である。チンボテ上下水道公社によると、審査時の予想を超えた人口増加、市街地拡大に応じた下水収集地域の拡大及び水生産量の増加が、下水量が計画を大幅に上回った主な理由と考えられる。

チンボテ市南部地区では本事業完成以来、未処理下水の河川への放流はなくなった。本事業は下水処理能力を増加したことでこれに貢献している。チンボテ市北部地区の下水処理は本事業の対象外であるが、事後評価時点で北部地区には処理場がないため、同地区で収集された下水は未処理のまま海に放流されている³³。

³³ 本事業のエンジニアリング・サービスによりチンボテ北部地区の下水収集・処理施設及び海中放流管の詳細設計が作成されたが、建設費用が巨額となったことから、実施には至らなかった。事後評価時、ラスガビオタス下水処理場を拡張して市南部地区・北部地区の全ての下水を受け入れて処理することが計画されている。

ピウラ市同様、両処理場は大幅な過負荷で、適切な処理が行われているとは言えない。処理水の2014～2016年の平均BOD濃度(122～132mg/l)は基準値100mg/lを超える³⁴。また、セントロスル下水処理場の大腸菌群数は基準値の170倍に達する。両処理場のBOD除去率は審査時計画80%に対し実績55～73%と低い³⁵。他方、未処理下水のBOD濃度(296mg/l)が審査時計画(250mg/l)を上回り、かつ、下水処理量が計画の1.7倍のため、BOD負荷の除去量(4.7ト/日、2016)は計画(2.9ト/日)の164%に達する。

以上をまとめると、下水による環境への負荷は計画以上に削減されたものの(主要指標：BOD負荷の除去量)、処理場が過負荷で適切な処理が行われておらず、排水基準を満たさない処理水の放流が行われていることから(主要指標：処理水質)、チンボテ市の下水道についての本事業の目標達成度は「中程度」と判断される。

(5) まとめ

本事業の各都市における上水道コンポーネント・下水道コンポーネントの目標達成度は、上記の分析に基づき、いずれも「中程度」であった。よって、本事業の有効性は「中程度」と判断される。



下水ポンプ施設 (ピウラ市)



エルインディオ下水処理場 (ピウラ市)

³⁴ 計測データ数が少ないため、3年間の計測結果の平均値を用いた。

³⁵ 住宅建設衛生省によると、ラスガビオタス下水処理場の維持管理プログラムが2017年に開始され、処理池の水の色から判断すると、2017年12月の時点で処理水の水質が改善された可能性が考えられる。



配水池（チンボテ市）



セントロスル下水処理場（チンボテ市）

事業の需要予測とスコープ変更の経緯

本事業では審査時（1998年）の水需要予測を超えた水需要が実現したが、事業費圧縮のためのスコープ変更（2003年）に際して実施された水需要予測は審査時の予測を下方修正し、かえって予測が外れ、浄水場の規模が縮小されて本事業の上水事業の有効性をさらに低める結果となった。下水処理場では処理能力を大幅に超える下水を受け入れて処理水準の低下が起きた。審査時の下水流入量の予測が大幅に過少であったと言えるが、下水処理場のスコープ変更時（2003年）、下水発生量の新たな予測に基づく処理能力の増加は行われなかった。また、本事業ではピウラ市の下水処理場、チンボテ市の浄水場・下水処理場が2010年までの水需要に対応する規模で計画されており、スコープ変更時（2003）、これらの施設は完成後数年でフル稼働になることが予想できた。しかし、完成後の施設を強化するための事業の検討は行われなかった。また、需要増を見越して処理能力を増加する計画変更を行ったサンマルティン下水処理場は建設がさらに遅れ、完成後直ちにフル稼働になることが予想されている。

審査時の予測はペルー側が実施したフィージビリティ調査で準備されたものであったが、需要予測の手法や前提条件の妥当性についての検討結果は残っておらず、JICAは審査時の需要予測について、十分な技術的な検討を行ったかどうか不明である。2002年～2003年のスコープ変更時には、ペルー側のスコープ変更の提案についてJICAは本部で技術的検討を行った。実施機関側が実施した調査が適切であったかどうか不明であるが、ペルー事務所を通じて情報収集を行い、ペルー側の提案書に対する質問への回答を数度にわけて入手したうえで判断を行った。この検討は主に水需要予測について行われ、下水流入量の予測については、変更が提案されなかったこともあり、JICAとしては検討しなかった。また、2010年以降の計画についてペルー側に具体的に確認することも行われなかった。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業では上下水道施設整備により対象地区の環境・衛生状況改善に貢献することが期待されていた。以下、受益者調査の結果を参照しつつ、対象両市における関連インパクトの発現状況を述べる。

ピウラ市の受益者調査によると、住宅内の衛生改善が改善したとの回答が多く（改善した 63%、悪化した 0%）、その主な理由には水が利用しやすくなったこと、衛生習慣が改善されたこと、下水やゴミが適切に処理されるようになったこと、飲料水の水質が改善されたことが挙げられた³⁶。下痢の頻度が減ったとの回答も多く見られた（減った 43%、増えた 4%）。近隣の衛生環境についても同様の傾向が見られるが、悪化したとの回答も少なくない（改善した 57%、悪化した 17%）。ピウラでは雨水排水施設が十分整備されておらず、降雨時には浸水が発生する他、下水道に流れ込んだ雨水が下水管を壊したり、マンホールから溢れ出たりすることがあり、それが回答に反映されたと考えられる³⁷。半数近くの世帯は衛生面の改善、水利用の利便性の増加（質の良い飲料水を入手するための労力・費用の減少³⁸、料理・洗濯に適した水質への変化）などの生活上の望ましい変化を報告した。望ましくない変化を報告した世帯はわずかであった。

チンボテ市の受益者調査では住宅内の衛生が改善したとの回答が多く（改善した 69%、悪化した 9%）、その主な理由には水が利用しやすくなったこと、衛生習慣が改善されたこと、飲料水の水質が改善されたことが挙げられる。下痢の頻度が減ったとの回答も多く見られた（減った 32%、増えた 2%）。近隣の衛生環境についても同様の傾向が見られる（改善した 65%、悪化した 6%）。保健当局によると、10年前に比べて子供の下痢発生頻度は減ったと考えられる。また、3分の1の世帯は衛生面の改善、水利用の利便性の増加（水を手に入れるための労力の減少）などの生活上の望ましい変化を報告した。望ましくない変化を報告した世帯はわずかであった。

以上から、ピウラ市及びチンボテ市では環境・衛生状況の改善が住民により報告され、本事業による上下水道サービスの改善がこれに貢献したと考えられる。なお、ピウラ上下水道公社の責務ではないが、同市では雨水排水施設の整備を進める必要性が大きい。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 環境面のインパクト

本事業では各工事契約について環境影響評価が実施され住宅建設衛生省による環境許可が与えられた。同省環境局によると、当時は環境関連の法制度上、事業承認時に環境許可が

³⁶ これらの理由のうち、衛生習慣の改善とごみ処理は本事業の対象ではない。

³⁷ 雨水排水は本事業の対象ではない。

³⁸ 塩分濃度が高いため料理に使用できないので、ピウラから 15 分の距離にある他の町の井戸に水を取りに行っていたとの話も聞かれた。

必要とされていなかったため³⁹、環境影響評価は詳細設計と並行して各契約に基づく工事の開始される 2005～2009 年に実施された⁴⁰。当時、環境影響評価の調査範囲や環境許可の基準は不明確で、同時に作成された環境影響緩和計画のモニタリングはほとんど実施されなかった。

本事業が円借款対象として修復・拡張した 2 都市 3 カ所の下水処理場では処理水が灌漑に再利用されている。しかし、処理後の水質は政府の定める下水処理場の放流水の水質基準を満たしていない。対象作物は葦、飼料作物、トウモロコシなどであり、人の可食部に灌漑用水が触れる作物ではないが、大腸菌群数が基準を大きく上回るエルインディオ下水処理場、セントロスル下水処理場については作物への汚染、地下水への汚染が懸念される。

3 つの処理場の処理水放流路は 30m 程度と短く、その先は農家が作った土の水路（セントロスル下水処理場、ラスガビオタス下水処理場）、あるいは地方政府が作った土の仮設水路（エルインディオ下水処理場）に接続されている⁴¹。



エルインディオ下水処理場の放流路延長部分
(ピウラ市)



セントロスル下水処理場に接続された
灌漑水路 (チンボテ市)

ピウラ市のエルインディオ下水処理場では州政府が放流路の延長部分を建設したが、砂質の土で建設した開渠のため頻繁に崩壊し下水の流出が起こる。維持管理費用がかさむことと環境への影響を考慮し、上下水道公社は最も問題の多い区間を暗渠にする改修を行った。ピウラ上下水道公社は、今後、環境管理適正化計画を作成して同処理場の改善を進める

³⁹ 審査時には「本事業は環境に対する影響は極めて小さく、環境影響評価の実施を定められていないが、実施機関は独自に環境影響評価を実施済み」とされたが、左記環境影響評価の詳細は確認できなかった。本文記載の環境影響評価は、その後整備された法制度に基づき実施機関が契約ごとに行ったものを指す。

⁴⁰ ペルー側資金により建設されるサンマルティン下水処理場については 2015 年に環境影響評価が実施された。

⁴¹ 現在は、下水処理場の処理水の灌漑への再利用は灌漑利用者と処理場管理者が文書による合意を結び、放流路が灌漑水路に適切に連結されることにより処理水が適切に管理されることが、下水処理場整備事業実施の条件とされている。住宅建設衛生省によると、本事業審査時にはそのような基準はなく、下水処理場の放流路は短くとも、灌漑利用を望む農家が自ら水路を延長するだろうと考えられていた。

とともに⁴²、灌漑水路の改善と処理水の適切な監理について処理水を利用する灌漑農家と協議し、解決策を模索する計画である。

チンボテ市のセントロスル下水処理場は近くに民間空港があるが、本事業実施後、空港の横に湿地が形成され、水鳥が飛来して空港の運用に支障をきたすようになった。チンボテ上下水道公社によると、この湿地は地下水位の上昇により出現したものと考えられるが、同処理場の放流水がその遠因となっていることを否定できない。同処理場は過負荷であるものの敷地が限られこれ以上の拡張が難しいことから、同公社は同処理場を閉鎖し、ラスガビオタス下水処理場を拡張し、現在セントロスル下水処理場に送られている下水を新たなポンプ施設によりラスガビオタス下水処理場に送って処理することを計画している。同市のラスガビオタス下水処理場では海まで続く放流路が政府の独自資金で整備されており、灌漑への再利用も葦類に限定されているため、処理水の水質が一部基準を超えることの他は環境面の大きな課題は見られない。他方、チンボテ北部地域の下水は今も未処理のまま海岸から放流され、海水への汚染が懸念される。同市の上下水道公社は今後、ラスガビオタス下水処理場を拡張し、そこにチンボテ南部地区・北部地区の全ての下水を集めて処理する計画である。

(2) 用地取得・住民移転

ピウラのサンマルティン下水処理場は着工後、予定した敷地の一部に私有地があることが判明したため、借款対象の工事契約の範囲から外され、場所を変えてペルー側資金で建設される予定である。新たな敷地は既に確保されている。その他の3つの下水処理場及びピウラの新規浄水場については土地取得に特に問題は生じなかった。なおチンボテの浄水場拡張は既存浄水場の敷地内で行われたため土地取得は不要であった。また、本事業に関連して住民移転は発生しなかった。

(3) その他のインパクト

両都市では本事業により地下水の一部に変わり表流水を水源とした水生産が可能となり、生産コストが削減した⁴³。特に、ピウラの浄水場は生産コストが低く効率的な水生産を行っているため、ペルーの中でも設計及び運用のモデル的な事例とされる。同浄水場はピウラ上下水道公社及び住宅建設衛生省等による研修に利用される他、大学研究者や学生が頻繁に訪問する。

⁴² 環境管理適正化計画は環境影響評価に相当し、適切な処理を行うための下水処理場の施設整備計画が含まれる。同計画の住宅建設衛生省による承認は、当該下水処理場への公共投資事業の実施及び国家水庁 (Autoridad Nacional de Agua) による処理水放流許可の条件のひとつとなる。チンボテでは2つの処理場を対象とした環境管理適正化計画が同省により承認済みである。本事業が対象とする4処理場は、事後評価時、いずれも国家水庁の放流許可を得ていないが、この許可制度は最近定められたもので、ペルーの下水処理場の多くはまだ放流許可を得ていない。

⁴³ 両都市の上下水道公社によると、浄水場の水生産単価は井戸に比べて約4~5分の1程度である。

以上より、本事業の実施により一定の効果の発現がみられ、有効性・インパクトは中程度である。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

両公社は緊急対応及び予防保守を適切に行う人材・機材が十分でなく、体制面にやや課題がある。両公社の状況は以下のとおりである。

（1）ピウラ上下水道公社

ピウラ上下水道公社はピウラ州内の27の市・町で上下水道事業を運営している。職員数は786人で、同公社によると人材規模は概ね適切だが、雨季など緊急時に対応するには不十分である。

浄水場および浄水場から配水池までの送水管は5名警備員を含む21名で運営・維持管理している。浄水場にSCADA制御室があり、市内のピウラ地域本部事務所や井戸・配水池のオペレーターと電話を通じて運用を調整する。エルインディオ下水処理場にはオペレーターが4名、警備員が2名いる。人材不足及び周辺地区の治安状況により、サンマルティン下水処理場には常駐の人員は誰も配置されていない。上下水道網は14名の職員と3件の外部委託契約で住民からの通報に応じて配水網・下水網の修理を行う。下水道については高圧洗浄車とバケットマシン（管路清掃装置）による予防保守計画があるが、担当職員によると、限られた要員が緊急対応に追われて十分実施できない。また、大口径の下水管の修理はその都度外注する必要がある、対応に時間がかかる。井戸・ポンプ場には計43人のオペレーターが配置されている。下水ポンプ場では堆積した汚泥の除去などを外部委託している。電気機械設備については、同公社が上下水道事業を行う27の都市・町の全てを担当する6名の維持管理チームがある。小規模な作業場で修理を行い、必要に応じてピウラ市内の業者に修理を外注する。同公社によると、電気機械設備の予防保守計画はあるが、修理に追われてほとんど実施できない。

（2）チンボテ上下水道公社

チンボテ上下水道公社は381名の正職員及び12名の契約職員を擁し、チンボテ市の南部地域、北部地域及び他2都市において上下水道事業を運営している。

浄水場には13人のオペレーターが勤務し、3交代で施設を運用している。第一次現地調査時、浄水場長のポストは空席となっていたが、2017年になり、若手の衛生技術者が新たに雇用されて就任した。下水処理場には、セントロスル下水処理場にのみオペレーター1名が日中のみ勤務している。ラスガビオタス下水処理場にはオペレーターは配置されていないが、同処理場に下水を送るポンプ場にはオペレーターが配置されている。上下水道網（管路）の維持管理は上水道20名、下水道10名が直営で実施している。担当者によると、緊急

対応を迅速に実施するためには人材が不十分である。トラック、高圧洗浄車 2 台、バケットマシン 2 台、重機等の車両を保有し、漏水、下水詰まり等の通報に応じて緊急対応に出動し、修理を行う。下水道の予防保守も実施しているが、バケットマシンが古く、更新が必要である。電気機械設備の維持管理には技師 1 名と作業員 4 名が配置されているが、要員数は十分でないため、他部署の職員に応援を頼むことが多い。小さな修理は公社敷地内にある作業場で行い、大きな修理は市内の業者に委託する。

3.5.2 運営・維持管理の技術

(1) ピウラ上下水道公社

ピウラ上下水道公社は技術者 72 人を擁する。本事業による浄水場の完成後、技術者 3 名が JICA 本邦研修（中南米集団研修）に参加し⁴⁴、帰国後はいずれも幹部職に任命された。研修参加者によると、本邦研修は同公社の施設運営、なかでも浄水場の運営を改善するための大きな刺激となり、技術水準の向上に貢献した。一方、浄水場では藻の発生を抑えるため薬剤を注入する設備を独自に設置し、運用を調整することにより処理効率を高めた⁴⁵。同浄水場は全国の浄水場モデルと見なされ、2015 年には国内の他上水道公社の技術者 25 名を対象に国家水道事業監督庁が実施する技術研修の場となった。また、同公社は 2014 年に GIS を構築し、顧客データ・技術データを蓄積している。これは外注でなく、他公社の技術者の助言を得つつ独力で作り上げた。また、事後評価時、ドイツの支援で 23 人の職員（オペレーター）を対象に 2 年半、水生産、水処理、下水収集について技師の資格を与えるための研修が進められていた。以上から、同公社の技術水準は高いと考えられる。

(2) チンボテ上下水道公社

チンボテ上下水道公社には数名の技術者がいるが、衛生技術者は 2017 年に新たに雇用された若手 1 名のみであり、浄水場の機械式フロック形成池を適切に運用できていない⁴⁶。同公社には機械式フロック形成池の運用経験はなかったが、同浄水場を含む工事契約にはコントラクターによる研修・試験運転期間の設定がなく、浄水場の運営・維持管理については一般的な内容のマニュアルを渡されただけで、公社側への研修は行われなかった⁴⁷。凝集剤

⁴⁴ 本邦研修「中南米地域における上下水分野の円借款事業に係る開発効果の持続性向上に向けた能力強化支援事業」にピウラ上下水道公社から 2008 年に 1 名、2009 年は 3 名が参加した。

⁴⁵ 浄水場は完成後、藻が大量に発生して過池の逆洗を頻繁に行う必要があったため漏水率 $[1 - (\text{水生産量} \div \text{取水量})]$ が 25%に達したが、ピウラ上下水道公社はこれを独力で解決した。現在の漏水率は、設計時に想定された 10%に対し、3.7%を達成している。

⁴⁶ 脚注 32 を参照。

⁴⁷ 新たなフロック形成池については試験運転を通じて様々な原水濁度、PH 及び処理量に応じた凝集剤の投入量、攪拌速度等のパラメータを確立する必要があるが、引き渡されたマニュアルは一般的なもので、このようなパラメータは含まれない。当時から勤務する職員によると、完成後、コントラクターが契約外（非公式）で 1 週間程度の試運転を行ったが、十分な浄水性能を発揮するに至らず、浄水場の運用・維持管理についても良く分からないまま独力で運用を開始した。住宅建設衛生省によると、契約上コントラクターは施設を稼働状態で引き渡す必要があり、引き渡し後 1 年間は瑕疵担保期間があったが、上下水道公社から同省には「施設が適切に稼働しない」という申し立てがなかったため、特に対応は取ら

投入量は、毎日計測される原水濁度と流量に応じて、経験的に得た数値が適用され、日常的なジャーテストは行われていない⁴⁸。このように、チンボテ上下水道公社は浄水場を適切に運用できておらず、技術水準には課題があると考えられる。国家水道事業監督庁によると、同公社の給与水準は低く、良い技術者が集まらないことが背景にある。なお、下水道については特に高度な技術力を必要とする施設はなく、運用・維持管理に係る技術上の問題は特に見られない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

両上下水道公社の財務状況は表8のとおりである。以下に説明するように、両公社には財務面の課題がある。

表8 対象2 都市上下水道公社の財務状況

(単位：千ソル)

	ピウラ上下水道公社			チンボテ上下水道公社		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
営業収入 上下水道料金収入 (接続料金等を含む)	101,604	103,633	111,722	24,876	24,159	24,593
営業費用	100,001	102,144	119,866	33,712	40,104	42,808
営業原価(a)	70,624	71,276	84,657	22,800	27,772	29,039
販売費	23,992	24,141	25,902	4,959	4,207	4,434
管理費他	5,385	6,727	9,307	5,953	8,125	9,335
営業利益	1,603	1,489	-8,144	-8,836	-15,945	-18,215
営業外収益	235	70	91	10,403	15,569	16,582
営業外費用	165	141	166	46	193	112
経常利益	1,672	1,418	-8,219	1,521	-569	-1,745
営業利益率	1.6%	1.4%	-7.3%	-35.5%	-66.0%	-74.1%
流動比率(b)	127%	170%	125%	75%	107%	90%
負債比率(c)	891%	971%	1041%	944%	963%	921%

出典：各上下水道公社

注：(a) 運営維持管理費及び原価償却費を含む

(b) 流動資産／流動負債

(c) 負債／資本

(1) ピウラ上下水道公社

ピウラ上下水道公社の営業利益・経常利益は2014年まで黒字であったが、2015年は赤字

れなかった。

⁴⁸ ジャーテストは実際の原水に、異なる量の凝集剤を投入してフロック形成の程度を比較したうえで投入量を決定する試験であり、毎日実施することが望ましい。ピウラ市の浄水場ではジャーテストを1日2回実施しているが、チンボテ市では、人材不足等を理由に、ほとんど実施してこなかった。住宅建設衛生省によると、チンボテ上下水道公社は機械式フロック形成池の効率を高めるために、より頻繁にジャーテストを行うことを意図している。

となった。これは、国際会計基準に合わせて会計基準が変更されたことにより過去にさかのぼって減価償却費を計上したことや、電力料金値上げにより営業原価が増加したためである。ピウラ上下水道公社は2016年の営業利益は黒字に戻るとの見通しを持っている。流動比率は100%を超えるが十分高いとは言えず、キャッシュフローには制約がある。事実、下水処理場や下水ポンプ場は資金と人材の制約により適切な維持管理ができていない。同公社は2000年代初頭に財務状況が悪化した際、職員の福利厚生支払いを繰り延べた。これは職員に対する負債として30年間かけて支払い中である。この影響で、同公社の負債比率は非常に高いが、2017年からは住宅建設衛生省が役員会の過半数を占め、負債処理を含む財務改善に向けた取り組みが続けられている。また、同公社によると、今後の収支計画に基づき5年間で60%程度の値上げが必要である。2017年6月の時点で、この料金値上げについて同公社は国家水道事業監督庁と協議中であった。

(2) チンボテ上下水道公社

同公社の営業利益は過去3年、経常利益は過去2年赤字が続いている。料金収入は営業費用の6~7割にとどまり、営業利益率は大幅なマイナスである。不足分は州政府の補助金で補ってきた。流動比率は100%を下回ることが多く、キャッシュフローに制約がある。このため維持管理に財政面の制約が生じている。1990年代後半に国家住居基金(FONAVI)から受けた融資が残っているため、負債比率が非常に高く、中長期的な財務の健全性に課題がある。2008~2013年に11%の料金値上げが行われたが、この料金には浄水場の原水貯水池や下水処理場の維持管理、水道メーターの更新費用などが考慮されていなかった。その後、これらの費用を見込んだうえで2017年からの5年間に42%の値上げを国家水道事業監督庁に提案し、同庁の審査と公聴会等の手続きを経て、2017年5月からの5年間に37%の値上げが承認された。



左：処理池周辺の清掃作業（エルインディオ下水処理場、ピウラ市）

右：ラスガビオタス下水処理場（チンボテ市）

3.5.4 運営・維持管理の状況

(1) ピウラ上下水道公社

ピウラ上下水道公社の説明及び現地視察によると、上水道施設は浄水場、送水管、配水池、井戸、配水網いずれも適切に運営・維持管理されていると考えられる。他方、下水道については下水ポンプ場と下水処理場に以下のような課題が見られる。

同公社ピウラ地域本部によると、市内の28の下水ポンプ場（一部円借款対象）のほとんどが電気機械設備の問題を抱えている。下水量が多いため予備のポンプも含めて常にフル稼働しているうえ、下水への砂やゴミの混入が多くポンプの損傷が早い⁴⁹。また、電圧変動の影響により自動運転装置（集まった下水の水位に応じてポンプを制御する装置）や制御パネルの故障が多い。問題が多いので修理しきれず、予防保守にも手が回らない。下水量が多くポンプを止められないことも予防保守や修理を難しくしている。

エルインディオ下水処理場では表面に浮いた汚泥や雑草の掃除が行われているが、処理池に堆積した汚泥の除去は財務面の制約により行われていない。同処理場で本事業により拡張された処理池の1つは州政府の事業により建設された堤により区切られ、稼働していない。この堤は、過負荷で排水基準を満たせない同処理場の処理効率を高めるための曝気装置を設置するために州政府が設置したが、州政府の政権交代により同事業は中断した⁵⁰。同処理場の放流路に続く水路は州政府が前述の事業により建設したが、仮設水路であり崩れやすい。住宅建設衛生省によると、ピウラ上下水道公社は放流路について、年間維持管理計画に基づき汚泥の除去、草刈り、水路斜面の補強などを定期的に行っている。

(2) チンボテ上下水道公社

チンボテ市の浄水場の原水貯水池には堆砂や植生があり、何年も維持管理されてこなかった様子が伺える。2016年11月に重機を使った堆砂の除去作業が開始された。浄水場は機械式フロック形成池を除き概ね適切に運営・維持管理されているが⁵¹、2006年の完成後10年以上を経過し、電気機械設備の中には老朽化が進んでいる。配水池では清掃・消毒等の予防保守が実施され、概ね適切に運営・維持管理されている。他方、予算の制約によりポンプの修理や更新が進まないため、18本ある井戸の中には、本事業で修復した3本の井戸も含め、ポンプが故障して停止した井戸、生産量が減少した井戸が多い。

2カ所の下水処理場では水面に浮いた汚泥や処理池周辺部の汚泥の除去が何度か行われてきたが、水を抜いた上での完全な汚泥の除去はこれまで一度も行われていない。ラスガビ

⁴⁹ 上下水道公社によると、住民が下水道の適切な使い方を知らず、下水管にゴミなどの異物を混入させるほか、住民が水はけを良くするために下水管に雨水を流し込む際に砂が多く混じることがこのような状況を生んでいる。

⁵⁰ 州新政権は、旧政権が投資事業であるこの事業を「維持管理事業」として実施し、定められた公共事業投資の承認手続きを経ずに実施したことを問題視して事業の中断を決め、旧政権を相手に訴訟を起こした。係争中に堤の撤去が可能であるかどうか等について公社側と州政府側の協議が繰り返されてきたが、結論は出ていない。JICAもこの過程を注視しているが、堤を撤去する見通しは立っていない。

⁵¹ 機械式フロック形成池については脚注32を参照。

オタス下水処理場のうち本事業で修復された処理池にはもともと遮水層がなかったため、処理池の水位が下がると地下水が浸入し、水を完全に抜くことができない（本事業で建設された処理池には遮水層がある）。このため、チンボテ上下水道公社は、浮遊式の汚泥ポンプによる汚泥の除去を準備し、2017年中の開始を目指している。

持続性についてまとめると、体制面には両都市で軽度な課題が、財政面では両都市に課題が、技術面ではチンボテに課題が見られる。以上を総合的に判断し、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ペルー北部のピウラ州ピウラ市及びアンカッシュ州チンボテ市において上下水道施設を修復・拡張することにより上下水道サービスの改善を図り、もって対象地区の環境衛生改善に貢献することを目的に実施された。上下水道分野は一貫してペルー政府の重要課題である。審査時、対象2都市における上下水道整備の必要性は大きく、本事業の施設は事後評価時にも重要な役割を果たしている。また、本事業は審査時の日本の援助政策とも整合する。よって、本事業の妥当性は高い。借款契約後の二度の政権交代や対象都市の上下水道公社の経営悪化などにより工事の開始が遅れたほか、ピウラ市サンマルティン下水処理場は需要増加に対応するための計画変更に時間を要し、事後評価時に未完成のため、事業期間は計画の4倍以上である。この期間の物価上昇、工事量の増大等により総事業費は計画を上回る。よって本事業の効率性は低い。本事業により対象両都市で水生産量が増加し、給水時間・水圧が改善したほか、ピウラ市では上水道の水質が改善された。ピウラ市及びチンボテ市南部地区で未処理下水の河川・海への放流はなくなった。両市では環境・衛生状況の改善が住民により報告されている。しかし、浄水場の水生産量は計画に達していない。また、下水処理場に流入する下水量が計画を大幅に超えたこともあり、処理後の下水は排水基準を満たしていない。よって、本事業の有効性・インパクトは中程度と判断される。本事業の運営・維持管理については、体制面に両都市で軽度な課題が、財政面では両都市に課題が、技術面ではチンボテ市に課題が見られる。以上を総合的に判断し、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は低いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

ピウラ上下水道公社

- 適切な上下水道料金の値上げにより十分な維持管理予算を確保する。
- 浄水場のポンプ増強等による送水能力強化により、浄水場の水生産能力を十分活用

- して水生産量を増加する。
- ▶ 現在過負荷状態が続いている下水ポンプ施設の設備更新・増強とともに、外部委託等による予防保守を行う。
 - ▶ エルインディオ下水処理場では以下に取り組む必要がある。
 - ・ 州政府が設置した堤の早期撤去に向けて州政府との交渉を続ける。
 - ・ 環境管理適正化計画の策定と実施を通じて、酸化池の維持管理（堆積した汚泥の除去）、州政府が建設した放流路の改善、灌漑利用者との協力合意による処理水の適切な管理を実現する必要がある。

チンボテ上下水道公社

- ▶ 機械式フロック形成池の経験豊富な技術者等に委託し、①設計どおりの性能が得られない原因解明の調査、②適切な運用のためのパラメーター確立、運用・維持管理の研修を行う。③必要に応じた機械式フロック形成池関連設備の更新・改善を実施する。
- ▶ 承認された環境管理適正化計画に沿ってラスガビオタス下水処理場の汚泥除去を実施する。

住宅建設衛生省

- ▶ ピウラ市のサンマルティン下水処理場の修復・拡張を早急に完成させる。
- ▶ 各上下水道公社に対する上記の提言事項の確実な実施に向けて必要な技術支援・財政支援を検討する。

4.2.2 JICA への提言

上記の提言事項の確実な実施に向けて、住宅建設衛生省及び各上下水道公社と連絡を取りつつフォローアップを行う。チンボテ市については浄水場の適切な運用に向けた技術支援の可能性を検討する。

4.3 教訓

再利用する処理水の適切な管理

下水処理場事業において処理水を利用する場合は、再利用者と十分な調整を図り、処理水を適切に管理できるような施設と管理体制を準備することが必要である。灌漑への再利用のためには、灌漑農民組織による管理体制、下水処理場の放流路と灌漑水路との適切な接続が重要であり、処理水が効率的に利用でき、かつ、放流後に環境問題を引き起こさないような適切な管理が求められる。その際、必要に応じて、事業範囲として農民組織の能力強化、灌漑水路の補修あるいは建設を含めることを検討すべきである。

本事業で修復・建設されたセントロスル下水処理場、エルインディオ下水処理場では、再利用者（農民）の能力強化は行われず、処理水の再利用は灌漑水路の建設と接続・運用を含めて農民に一任されてきた。このため、下水処理場の放流路が適切な灌漑水路に接続されず、

下水流入量が予想を超えたこともあり、処理水が周辺地に溢れる事態が発生した。審査時に、農民側の灌漑水路の建設と適切な運営にかかるコミットメント、灌漑計画及び組織能力を確認し、必要に応じて農民組織の能力強化、灌漑水路の補修あるいは建設を含めることを検討することもできた。

需要予測の精度の確保

浄水場・下水処理場の施設規模(水生産能力・下水処理能力)を適切に計画するためには、精度の高い需要予測が必要であり、予測の算出方法と前提条件の適切性を確保する必要がある。また、需要予測を見直す際は、人口・人口当たり水利用量・メーター導入の節水効果・老朽配水網更新の漏水削減効果等について最新情報を用いて具体的に検討すること等により、需要予測の精度をさらに高める努力が必要である。資金の制約により事業費の圧縮が求められるとしても、需要予測は適切に行い、当面の事業費圧縮は、当初の計画目標年の前倒し(計画のフェーズ分け)を通じて行うことが望ましい。実施スケジュールの関係でそれが難しく、施設規模を縮小せざるを得ない場合は、完成後の施設増強のための計画を速やかに準備し、適切な時期に実施することが必要である。本事業では、囲み記事「事業の需要予測とスコープ変更の経緯」で述べたように、審査時及びスコープ変更時に水需要及び下水流入量の予測について技術的検討が行われたか不明であり、予測が大きく外れたことが有効性・インパクトに影響を与えている。

需要予測の見直しにかかる技術的検討と包括的な中間監理の活用

フィービリティ調査から期間を経てスコープ変更を行う場合、需要が大きく変わっている可能性を踏まえ、需要予測の見直しについての JICA 側の技術的検討は綿密に行う必要がある。本事業ではペルー側のスコープ変更の提案について JICA は本部で技術的検討を行ったが、現地での詳細な情報収集ができなかったこともあり(ペルー側の提案に対する質問への回答を二、三度にわけて入手した)、十分な検討ができなかった可能性がある。

また、建設開始が大幅に遅れて貸付実行期限が延長されるような場合、JICA は必要に応じて審査時に相当する詳細な技術的な検討を実施することを検討すべきである。そのような必要性を判断するため、また審査時からその時点までの情報を整理・保存するために、包括的な中間評価を行うことも考えられる。さらに、審査時以降の各段階での検討資料は適切に整理・保存することが重要である。

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット		
<u>ピウラ上水道</u>	取水口 1,500 ㍴/秒 クルムイ浄水場建設 880 ㍴/秒 送水管建設* 51.6km 配水網建設・修復** 59.4km 配水池建設 5ヶ所 10,350 m ³ 配水池修復 0ヶ所 井戸ポンプ修復 10ヶ所 接続建設・修復** 11,760 世帯 メーター設置 22,500 個 SCADA（浄水場・配水池・井戸）	1,320 ㍴/秒 600 ㍴/秒 55.9km 40.9km 6ヶ所 16,000 m ³ 5ヶ所 88,000 m ³ 11ヶ所 6,000 世帯 21,636 個（+864 個予備） 計画どおり
<u>ピウラ下水道</u>	エルインディオ下水処理場 修復 6.0ha （酸化池方式） 建設 12.7ha 合計 239 ㍴/秒 サンマルティン下水処理場 修復 9.6ha （酸化池方式） 建設 11.9ha 合計 241 ㍴/秒 圧力式下水管建設 10km ポンプ場建設 1カ所 ポンプ場修復 4カ所 下水網修復 26.7km	修復 6.0ha 建設 20.0ha 合計 200 ㍴/秒 既存処理場の敷地に新規 処理場を建設：32.3ha（計画） 合計 690 ㍴/秒（計画） 8.1km 1カ所 12カ所 36.1km
<u>チンボテ上水道</u>	原水貯水池建設 70,000 m ³ ×2 基 浄水場修復・増設 500 ㍴/秒 送水管建設* 19.9km 配水網建設・修復** 77.6km 配水池建設 5 基 14,850 m ³ 接続建設・修復** 7,300 世帯 水量メーター設置 50,000 個 井戸修復 3カ所 135 ㍴/秒 原水貯水池修復 3 基計 70,000 m ³ 配水池修復 8 基 20,800 m ³ ポンプ施設 修復 2、建設 2	なし 550 ㍴/秒 14.8km 69.3km 5 基 15,000 m ³ 9,243 世帯 28,100 個（+3,400 予備） 3カ所 135 ㍴/秒 なし 5 基 修復 2、建設 1
<u>チンボテ下水道</u>	圧力式下水管建設 3.9km 下水網建設・修復** 50.8km ポンプ場修復 1カ所 ラスガビオタス下水処理場 拡張 7.5ha （酸化池方式） 修復 12.0ha 合計 155.3 ㍴/秒 セントロスル下水処理場 建設 2.5ha （酸化池方式） 22.8 ㍴/秒 接続 新規 150 世帯 修復 3,000 世帯	1.4km 49.2km 1カ所 拡張 8.6ha 修復 12.0ha 合計 157 ㍴/秒 建設 2.4ha 17 ㍴/秒 新規 3,569 世帯 修復 2,856 世帯
②期間	1999年4月～2003年3月（48ヵ月）	1999年4月～2017年6月 （219ヵ月、未完成）
③事業費		
円借款	13,901 百万円	12,743 百万円
ペルー側資金	4,634 百万円	5,162 百万円*
合計	18,535 百万円	17,905 百万円*
換算レート	1 ドル=113.5 円 1 ヌエボソル=34.0 円	1 ドル=101.0 円 1 ヌエボソル=32.7～38.4 円

* ペルー側資金で建設予定のサンマルティン下水処理場の費用（約43億円）を除く金額。

<添付資料> 受益者調査（質問票調査）の主な結果

	ピウラ (102 世帯)	チンボテ (105 世帯)
給水サービスの問題		
水圧	51%	27%
時間	37%	31%
料金	36%	17%
水質	31%	7%
断水（1日以上）	18%	12%
維持管理	6%	2%
顧客対応	4%	0%
問題なし	10%	49%
給水サービスへの満足度		
大満足	1%	9%
満足	20%	47%
やや満足	33%	28%
やや不満	39%	12%
全然不満	7%	5%
給水サービスの事業前後の変化（改善%－改悪%）		
水圧	9 ポイント	29 ポイント
時間	5 ポイント	9 ポイント
断水	32 ポイント	2 ポイント
水質	37 ポイント	26 ポイント
料金	-25 ポイント	-9 ポイント
維持管理	12 ポイント	6 ポイント
顧客対応	12 ポイント	-18 ポイント
給水サービスの事業前後の変化		
多いに改善	28%	21%
やや改善	36%	45%
同じ	17%	22%
やや改悪	14%	6%
大きく改悪	3%	2%
家庭の給水の事業前後の変化（改善%－悪化%）	53 ポイント	61 ポイント
下水道サービスの問題		
溢れる	5%	10%
臭う	6%	2%
維持管理の問題	3%	2%
その他	1%	0%
問題なし	87%	91%
下水道サービスの満足度		
大満足	2%	14%
満足	83%	69%
やや満足	2%	12%
やや不満	11%	2%
全然不満	1%	1%
家庭の衛生の事業前後の変化（改善%－悪化%）	63 ポイント	70 ポイント
家庭の衛生改善の理由（改善した世帯のうち各理由を挙げた世帯の比率）		
安全な水が利用可能	56%	80%
衛生習慣の改善	66%	61%
下水・ゴミ処理の改善	56%	12%
飲料水の水質改善	53%	68%
近隣衛生の事業前後の改善（改善%－改悪%）	40%	62%
下痢の頻度の事業前後の変化		
増えた	4%	2%
減った	43%	31%

0. 要旨

「マナグア―エルラマ間橋梁架け替え計画」（以下、「本事業」という）はニカラグアを通過する国際幹線道路である国道7号線のマナグア―エルラマ間において、3つの橋梁を架け替えることにより、安全で円滑な交通の確保を図り、もって国内・国際物流の活性化及び沿道地域の地域経済振興に寄与することを目的として実施された。本事業は計画時、事後評価時のニカラグア国家開発計画、運輸セクター政策、開発ニーズ、及び計画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。アウトプットは概ね計画通りであり、総事業費と事業期間は計画内に収まったため、効率性は高い。本事業の効果として期待されていた橋梁手前での渋滞、及び車両による渡河時間は大幅に改善した。他方、橋梁手前での一時停止、及び橋梁上の平均走行速度も大幅な改善が認められるものの、事業完成後、道路を横断する住民の安全に配慮して、事業対象橋梁の手前に減速帯がニカラグア政府によって設置されたことにより計画時に想定されていた完全な解消には至らなかった。また、老朽化による落橋の危険性は除去された。さらに、街道沿道地域の地域経済振興の促進及び国内・国際物流の活性化について想定されたインパクトが確認できる。よって、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。本事業の運営・維持管理を担う運輸インフラ省、道路保全基金、地域建設業協同組合のいずれの体制、技術、財務、維持管理状況も概ね良好であり本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



ラス・バンデラス橋：
通学のため橋を渡る小学生

1.1 事業の背景

ニカラグアは1990年代に鉄道を全廃し、計画時（2010年）、旅客貨物の98%が道路に依存していた。1980年代の内戦の後遺症もあり、幹線道路、橋梁、農道等の運輸インフラが未整備であった。道路整備の水準は中米で最も低く、様々なドナーにより道路や橋梁の整備が実施されてきたものの、洪水による被害、車両衝突による損傷等の問題を抱える橋梁が残されていた。



出所：実施機関提供資料。

図1 国道7号線（東西回廊）上の3橋梁の位置

他方、2001年にメキシコのプエブラからパナマまでを結ぶ国際幹線道路の整備構想である「メソアメリカ統合開発計画」（詳細は「3.1.1 妥当性：開発政策との整合性」を参照）が策定された。同構想に沿って中南米地域の物流活性化を目標とする道路整備が各国で進められるなか、ニカラグアでも道路インフラの整備が必要とされた。本事業は、同構想に含まれる国際幹線道路である大西洋輸送回廊及び東西回廊の一部を構成する¹。同回廊のうち道

¹ 本事業が位置する国道7号線は、ニカラグアの太平洋側とカリブ海側を結ぶ「東西回廊」の一部であるとともに、マナグアーロバゴ間では中米地域の国際幹線道路「大西洋輸送回廊」でもある。「大西洋輸送回廊」はロバゴ市から国道25号線として南部に向かい、コスタリカとつながっている。他方、「東西回廊」は国道7号線としてロバゴ市から東部のエルラマ市を繋いでいる。

路部分は多数のドナーにより整備が進められていたが²、本事業の対象 3 橋梁は建設から既に 60 年以上を経過していた上に 1998 年のハリケーン・ミッチによる損傷もあり、老朽化が進んで危険な状態であった。また、幅員は狭く、トラック等の大型車輛は橋梁上ですれ違うことができず、円滑な交通の妨げになっていた。

このような背景から、ニカラグア国政府は本事業 3 橋梁の架け替えにつき、2008 年 7 月に日本国政府に対し無償資金協力を要請し、2009 年 10 月に国際協力機構による準備調査（予備調査）が、2010 年 1 月には準備調査（概略設計）が実施された。

1.2 事業概要

大西洋輸送回廊及び東西回廊上のマナグアーエルラマ間において、3つの橋梁を架け替えることにより、同区間の安全で円滑な交通の確保を図り、もって国内・国際物流の活性化及び沿道地域の地域経済振興に寄与する。

供与限度額/実績額	(詳細設計) 62 百万円 / 61 百万円 (本体工事) 1,878 百万円 / 1,261 百万円	
交換公文締結/贈与契約締結	(詳細設計) 2010 年 12 月 / (本体工事) 2011 年 6 月	
実施機関	運輸インフラ省	
事業完成	2013 年 7 月	
案件従事者	本体	フジター川田共同企業体
	コンサルタント	株式会社 建設技研インターナショナル
基本設計調査	2010 年 1 月～2010 年 10 月	
関連事業	【技術協力】 「国家運輸計画プロジェクト」(2012 年～2014 年) 【無償資金協力】 「主要幹線道路橋梁架け替え計画」(E/N2000 年 5 月)、「国道 7 号線主要橋架け替え計画」(E/N2007 年 6 月)、「サンタフェ橋建設計画」(E/N2010 年 5 月) 【他機関案件】 「サンベニートーサン・ロレンソ間道路改修」(デンマーク政府開発機構、1999 年～2003 年)、「ムアンエラマ間道路改修」(世界銀行、2002 年～2003 年)、「サン・ロレンソームアン間道路改修」(米州開発銀行、2003 年～2005 年)	

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

スズキ S. ヒロミ (アイ・シー・ネット株式会社)

² 事業概要の表中にある「関連事業：他機関案件」を参照。

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10月～2018年2月

現地調査：2017年2月19日～3月2日、2017年7月26日～7月30日

3. 評価結果（レーティング：A³）

3.1 妥当性（レーティング：③⁴）

3.1.1 開発政策との整合性

計画時のニカラグアの国家開発計画は「国家人間開発計画（2008年～2012年）」であり、「生産性向上」の目標達成において「道路や橋梁等経済インフラ基盤の整備」が重要な手段として位置づけられている。当時の運輸分野の主な政策には「メソアメリカ統合開発計画」と「幹線道路輸送ネットワークの強化プログラム」があった。前者は中米地域の物流活性化を目標とした広域開発計画であり⁵、後者は運輸インフラ省（Ministerio de Transporte e Infraestructura、以下、「MTI」という）が前述の開発計画に基づき策定した輸送交通インフラ政策であるが、いずれも、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワーク構築の観点から、「太平洋輸送回廊」と本事業が位置する「大西洋輸送回廊」の整備を重視している。

事後評価時の国家開発計画は「国家人間開発計画（2012年～2016年）」であり、主要な12の戦略・方針の中に交通インフラ整備が含まれている。そこでは準幹線道路や橋梁の整備、基本的な道路網や交通インフラの開発を目指すとともに、ニカラグアの太平洋側と大西洋側を繋ぐ東西回廊を引き続き整備することを目標の一つとしている。MTIの「長期国家運輸計画（2014年～2033年）」⁶は道路・橋梁を国家経済の持続的成長と東西地域の格差是正を確保するために必要なインフラと位置付け、信頼できる道路ネットワークの構築、幹線道路ネットワークと国際回廊の強化、災害への脆弱性に対する道路機能の強化、道路維持管理システムの強化等の戦略を掲げている。特に本事業が位置する東西回廊に関連する道路整備については、エルラマ市とラグナ・デ・ペルラス市を繋ぐ道路の修繕、及び橋梁の新設が含まれており、これらの整備が進むにつれ本事業対象区間を含めた、東西回廊の国際幹線道路としての役割が強化・拡大することが期待される。また、ニカラグアでは交通事故が多いことが社会問題とされることから道路交通安全についての行動計画が含まれている。

以上、計画時および事後評価時のニカラグアの開発計画はいずれも道路及び橋梁を含む交通インフラの整備が経済発展や生産性向上に不可欠なインフラであると位置づけており、本事業との整合性が保たれている。

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁵ 「メソアメリカ統合開発計画」は、2001年6月に中米諸国がメキシコ政府と共同で発表した広域開発計画「プラン・プエブラ・パナマ」を引き継ぐ広域開発構想。事後評価時、中米地域における物流と観光の活性化を目的とする「メソアメリカ国際道路網」の一部を構成する「太平洋輸送回廊」と「大西洋輸送回廊」が米州開発銀行の融資によって整備されている。

⁶ 長期国家運輸計画は2014年に実施されたJICAの開発計画調査型技術協力事業「国家運輸計画プロジェクト」に基づき策定された。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業橋梁が位置するマナグア～エルラマ区間は全国総人口の約3分の1を占める4つの県（マナグア、ボアコ、チョンタレス、南カリブ自治地域）を結ぶ主要幹線道路である。沿線は農業や畜産業の盛んな地域であり、大西洋側の主要港であるエルラマ市のアルレン・シウ港とも繋がっている⁷。しかし、「1.1 事業の背景」で述べたように、本事業の対象橋梁は老朽化が進み、橋全体が崩落する危険性があった。また、幅員が狭かったため、通行車両は橋梁の前後で一時停止を余儀なくされ、交通のボトルネックとなっていた。このような同区間の道路・橋梁整備の遅れは円滑な国内・国際物流、ひいては社会経済発展の妨げになっており、安全面のみならず経済発展の観点からも、橋梁整備のニーズが高かった。

事後評価時、本事業により対象3橋梁の交通のボトルネックは解消し、国際・国内物流の活性化及び街道沿いの地域経済振興の観点から、同区間には引き続き高い重要性がある。

よって、本事業は計画時、事後評価時ともに開発ニーズとの整合性が高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

ニカラグア政府との協議を通じ2002年に策定された国別援助計画は、同国に長年の内戦の影響が依然として残っていること、及び、自然災害が多いことを踏まえ、貧困の削減・格差是正、社会経済インフラの整備、民主化支援、防災能力の強化に対する協力を基本方針とし、同時に、中米統合機構を中核にした地域統合の取り組みへの支援との整合性にも配慮するとされていた。同計画では道路・交通インフラ整備を含む6項目の重点分野を設定しており、本事業は道路・交通インフラ整備事業として整合性が高い。

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

3.2 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

日本側負担のアウトプットはほぼ計画通りである（表1）⁸。

⁷ 同港はカリブ海沿岸（大西洋岸）より約100km内陸に整備された河川港であり、ニカラグアとカリブ海（大西洋）との国際貨物物流において重要な役割を担っている。

⁸ 唯一の大幅な変更は、ラ・トンガ橋の橋台の深礎杭3本の杭長を、施工時に判明した地質の違いを確認するために実施された追加のボーリング調査に基づき、6.5mから8.5mに変更した点のみである。

表 1 日本側負担アウトプット：計画と実績

		計画			実績
		ラス・バンデラス橋 マナグア県 ティビタパ市	テコロストーテ橋 ボアコ県 サン・ロレンソ市	ラ・トンガ橋 チョンタレス県 フィガルパ市	
内容		2車線橋梁に架け替え	既存の1車線橋梁に併設する1車線橋を新設	2車線橋梁に架け替え	3橋梁とも 計画と同じ
道路規格		幹線道路	幹線道路	幹線道路	
設計速度		80 (km/h)	80 (km/h)	80 (km/h)	
設計活荷重		HS20-44 の 25%増し相当 (B活荷重)	HS20-44 の 25%増し相当 (B活荷重)	HS20-44 の 25%増し相当 (B活荷重)	
橋長		100.5 (m)	100.8 (m)	99.7 (m)	
支間長		48.9+24.3+24.3 (m)	25.0+50.0+25.0 (m)	32.3+32.3+32.3 (m)	
幅員		12.330 (m)	7.130 (m)	12.330 (m)	
上部構造形式		鋼単純下路式トラス橋 ／PC2 径間連続 I 桁橋	鋼 3 径間連続鋸桁橋	PC3 径間連続 I 桁橋	
下部構造形式		逆 T 式橋台 小判型壁式橋脚	逆 T 式橋台 小判型壁式橋脚	逆 T 式橋台 小判型壁式橋脚	
基礎形式		直接基礎	直接基礎	直接基礎 深礎杭 (杭径 2.5m、杭長 6.5m)	
取付 道路	起点側延長	144.0 (m)	241.0 (m)	168.8 (m)	3橋梁とも 計画と同じ
	終点側延長	155.5 (m)	298.2 (m)	371.5 (m)	

出所：JICA 提供資料

ニカラグア側負担のアウトプットは、用地取得・住民移転、通信の移設、電柱・電線の移設、水道管の移設（ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋）、その他（既存橋撤去）であった。実施機関によると、以上は概ね計画通り実施されたが、以下の変更・追加があった。

- 建設予定地を不法占拠していた商業施設の数が増えたため用地取得・住民移転が増えた。
- 電柱・電線の移設においては中型～大型トラックの安全を確保するため、電柱を使わずに電線（中電圧）を地中に埋めることとした。
- 迂回路の位置の変更が生じたため、新たな迂回路沿いに位置する建設物の壁・塀・柵等の修理が追加された。
- テコロストーテ橋の取り付け道路を整備する際、同橋梁の横に位置するテコロストーテ中学校の敷地が一部国道を占拠していることが明らかとなり、同敷地を受け渡し、同学校の境界線を移動する見返りとして⁹、実施機関とテコロストーテ中学校の間で、同学校のフェンス、多目的広場、学校入口付近のインフラ（階段、手すり、ベンチ等）の整備を実施機関が行うことについて合意、一部を除き実施された。

⁹ テコロストーテ中学校の敷地の一部が国道を占拠している状態であったため、本来、補償は不要であった。それにもかかわらず合意に至った経緯に関する正確な詳細情報は入手不可能であった。

以上のアウトプットの変更・追加はいずれも対象橋梁において安全で円滑な交通を確保するためには必要なものであった。なお、特にニカラグア側負担のアウトプットの変更・追加は事業によって生じる地域住民や環境への負のインパクトを最小限に抑えるためには必要であり、妥当であった。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

計画時における総事業費の計画は1,949百万円（日本側1,878百万円、ニカラグア側71百万円）であった。実績は総事業費1,333百万円（日本側1,261百万円、ニカラグア側72百万円）であり、これは計画の68%であった。

日本側負担の事業費については、ラ・トンガ橋の橋台の深礎杭3本の杭長増加、各橋梁の上部工の数量増加により建設費が増加したが、円高を主な理由として¹⁰、日本側負担額は計画内に収まった。

ニカラグア側負担の事業費は、既存橋撤去費用¹¹の計画時に見積もられた事業費が詳細な調査に基づくものではなく実際よりも少なく見積もられていたことに加えて、一部資機材の価格が上昇したことにより、実際は計画を上回った。用地取得・移転や通信・電柱・水道の移設については変更・追加が生じたものの、計画内に収まった。

表 2 事業費：計画と実績

(単位：百万円)

項目	計画	実績
【日本側負担】		
建設費		1,190
設計管理費	1,878	72
小計	1,878	1,261
【ニカラグア側負担】		
用地取得・移転	16	12*
通信・電柱・水道の移設	26	7
その他（既存橋撤去等）	29	56
小計	71	75
総事業費	1,949	1,333

出所：日本側計画額は交換公文。ニカラグア側計画額は準備調査報告書。日本側負担の実績はJICA提供資料。ニカラグア側負担の実績は実施機関提供資料。

注：計画時：積算時2010年3月。為替レート：米ドル1=91.36円

事後評価時：1コルドバ=3.5181円 2011年1月～2013年7月の月平均レート(出所：IMF)。

* テコロストーテ中学校のフェンス、多目的広場、学校入口付近のインフラ（階段、手すり、ベンチ等）の整備は「用地取得・移転」の約14%（1.7百万円）であった。

¹⁰ 準備調査調査時1ドル=91.36円であったが、詳細設計時には1ドル=83.73円となった。

¹¹ 既存テコロストーテ橋の補修補強、既存ラ・トンガ橋の解体撤去、既存クイサラ橋の補修補強等を含む。なお、クイサラ橋はテコロストーテ橋とラ・トンガ橋の間に位置しており、要請時点では本事業に含まれていた。しかし、2009年の予備調査及び準備調査（概略設計）の結果、クイサラ橋は構造安全面及び交通機能面からみて整備の緊急性は低いと判断され、同橋梁の架け替えについては本事業から除外することとなった。ただし、国道7号線の整備という観点から、準備調査ではクイサラ橋について5つの補修・補強項目を実施するよう推奨し、これらをニカラグア側負担で行うことで合意した。

3.2.2.2 事業期間

事前計画時に想定された詳細設計及び入札期間を含む協力期間は2010年10月から2013年6月(2年9カ月、33カ月)であった。これに対し、実績は贈与契約が締結された2010年12月から2013年7月(2年8カ月、32カ月)、計画比97%と計画内に収まった¹²。

以上より、本事業は事業期間、事業費ともに計画内に収まり、効率性は高い。

3.3 有効性¹³ (レーティング: ③)

3.3.1 定量的効果 (運用・効果指標)

本事業の主要目的は「安全で円滑な交通の確保」である。その主要効果指標として、計画時には「平均走行速度の向上」「橋梁手前での一時停止の解消」「車両による渡河時間の短縮」が設定されていた。本事後評価では、準備調査報告書の記述に基づき「交通量の増加」「河川増水による交通途絶の解消」「交通事故の減少」「落橋による人名損失の防止」を補助指標として追加した。3橋梁におけるこれらの指標の基準値・計画値・実績値を表3、表4に示す。

① 主要効果指標

- ① 平均走行速度の向上: 計画時、ニカラグアの国道で認められている平均走行速度 60km/h～80km/h が目標値として設定された。しかし、ラス・バンデラス橋付近で発生した交通事故¹⁴により、本事業完成後、走行速度を 30km/h に制限する減速帯がニカラグア側により対象橋梁の前後に設置された。減速帯の設置は安全な交通の確保に結び付いているが、平均走行速度は低下し、目標の達成率は38%～57%に抑えられることとなった。ただし、減速帯を設置しても事業前のように渋滞が発生することはなく、いずれの橋梁でも平均走行速度は事業前より増加している。



ラス・バンデラス橋の減速帯
(マナグア→エルラマ方向)

¹² ニカラグア側負担の全体・項目毎の工期に関する情報はないため、事業完了の定義は全橋梁の竣工検査及び承認完了とした。なお、工程別の事業期間は、詳細設計から本体工事契約までの期間は計画比91%、施工期間は、ラス・バンデラス橋計画比86%、テコロストーテ橋計画比90%、ラ・トンガ橋計画比83%、と全て期間内に収まった。

¹³ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

¹⁴ 本事業の橋梁は、国道7号線上にありながら、ティピタパ市、サン・ロレンソ市、フィガルパ市といった集落にも位置しており、河川の両側、国道の両側に集落が広がっている。国道及び橋梁を挟んで、学校や医療機関、商業施設が多数国道付近に存在する。このため、住民は一日に何度も徒歩で橋梁を渡り、国道も横断する必要があり、国道7号線はこれらの住民の生活の一部となっている。このような背景のもと、2014年8月にラス・バンデラス橋梁付近において小学生が国道を渡った直後トラックにひかれ死亡するという事故が起きた。この事故を機に住民が抗議し、本事業の3橋梁の前後に減速帯が設置された。

- ② 橋梁手前での一時停止の解消：事業前、橋梁前後での平均停車時間はいずれも橋梁でも 2.5 分であった。本事業により 3 橋梁とも 1 車線から 2 車線になることで、橋梁手前での一時停止は不要になることが想定されていた。事後評価時、前述の減速帯の設置により、ラス・バンデラス橋及びテコロストーテ橋は平均約 20 秒の一時停止、ラ・トンガ橋は平均約 8 秒一時停止している。一時停止の完全な解消は減速帯の設置という外部要因により達成できなかったものの、基準値から 87%～95%の時間短縮と大幅に改善している。

表 3 主要効果指標の達成度合い

指標名	基準値 2010 年	目標値・目標とする改善状況 2016 年 事業完成 3 年後	実績値 2016 年 事業完成 3 年後 (目標達成率、達成の有無)
① 平均走行速度の向上 (km/h) (橋梁前後の通行速度の改善)			
ラス・バンデラス	10～20 km/h	60～80 km/h	31 km/h (39%～52%)
テコロストーテ	10～20 km/h	60～80 km/h	30km/h (38%～50%)
ラ・トンガ	10～20 km/h	60～80 km/h	34 km/h (43%～57%)
② 橋梁手前での一時停止の解消			
ラス・バンデラス	平均停車時間 1 橋当り 2.5 分	なし	20 秒 (基準値から 87%改善)
テコロストーテ	平均停車時間 1 橋当り 2.5 分	なし	20 秒 (基準値から 87%改善)
ラ・トンガ	平均停車時間 1 橋当り 2.5 分	なし	8 秒 (基準値から 95%改善)
③ 車両による平均渡河時間の短縮			
ラス・バンデラス	2～5 分*	事業完成後、 短縮している	26 秒 (基準値から 78%～91%改善)
テコロストーテ	2～5 分*	事業完成後、 短縮している	24 秒 (基準値から 80%～92%改善)
ラ・トンガ	2～5 分*	事業完成後、 短縮している	16 秒 (基準値から 87%～97%改善)

出所：基準値及び目標値は事前評価表及び準備調査報告書。実績値は実施機関提供資料。

*：車両による渡河時間の短縮の基準値は受益者調査結果を用いた。

- ③ 車両による平均渡河時間（橋梁上を通過する時間）の短縮：本指標は 2010 年の基準値がなかったため、受益者調査¹⁵で収集した「事業前の平均渡河時間」である 2～5 分を基準値とした¹⁶。基準値に対し、2016 年の実績値はラス・バンデラス橋 26 秒、テコロ

¹⁵ 本事後評価で実施した受益者調査（ドライバー）の詳細は次の通り。①調査実施期間：2017年3月8日～12日。②サンプルサイズ：各橋梁でドライバー50名（合計150名）。③男女比：ラス・バンデラス橋 男性94%/女性6%、テコロストーテ橋 男性90%/女性10%、ラ・トンガ橋 男性98%/女性2%。④年齢：いずれの橋梁も30代・40代が約70%を占めた。⑤利用している橋梁：ラス・バンデラス橋で聞き取りをしたドライバーは「3橋梁全て」74%、「ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋」26%であった。同様にテコロストーテ橋では「3橋梁全て」33%、「テコロストーテ橋のみ」36%、「ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋」26%であり、ラ・トンガ橋の調査では「3橋梁全て」66%、「ラ・トンガ橋のみ」33%であった。

¹⁶ 受益者調査（ドライバー）の結果では、事業前の平均渡河時間は2～5分であったが、旧橋梁は全て一車線であったため、橋梁を渡るため渋滞が発生し、交通のボトルネックとなっていたことが課題であった。

ストーテ橋 24 秒、ラ・トンガ橋 16 秒であり、基準値から 78%~97%の大幅な改善がみられる。事後評価時においては、減速帯によってスピードを落とすことがあるものの、それによって渋滞が発生することはない。従って、橋梁上を通過する時間も短縮し、事後評価時の交通はスムーズである。

② 補助指標

- ① 橋梁通過交通量 (年平均日交通量 台/日) の増加: 実施機関が記録している交通量は、準備調査及び本事後評価において各橋梁で実施した交通量調査¹⁷とは異なる。実施機関の交通量は実施機関によって設置されたモニタリングポイントのデータであることに加えて、そのモニタリングポイントの位置が橋梁近隣に設置されていない。例えば、ラス・バンデラス橋やテコロストーテ橋はモニタリングポイントが市内にはあるものの、橋梁から若干離れている。他方、ラ・トンガ橋のモニタリングポイントは市街地から離れた農村地域にある。そのため、実施機関提供の交通量は、厳密には計画値と比較できるデータではない。しかし、実施機関から公的データとして本事後評価で用いてほしいとの要請があったため、表 4 には実施機関提供データと、事後評価の現地調査において計画時と同様の方法を用いて行った交通量調査の両方を提示した。実施機関のデータではラ・トンガ橋の小型車のみ、上記の理由から目標未達成という結果となったが、計画時と同様の方法を用いて行った交通量調査に基づいた場合、いずれの橋梁でも基準値と比べて 2017 年の交通量が大幅に増えていることが確認できた。
- ② 年間交通途絶回数 (河川増水による): 事業前の河川増水による年間交通途絶回数の情報はなく、最後に記録されたのはハリケーン・ミッチの際の河川増水による交通途絶である。事業完了後の 3 年間では一度も河川増水による交通途絶は発生していない。
- ③ 交通事故絶対数: ニカラグア警察統計に基づく、交通事故絶対数は計画時と比べ 2015 年時には大きな変化はなく、事業完了後の経年統計からも明確な傾向はない。さらに各橋梁の交通量を考慮した場合、交通事故の発生率は低いといえる。ニカラグア警察は、これらの交通事故 (接触や衝突) の理由として、車間距離不保持、追い越し、歩行者や動物の横断をあげている。端的にはドライバーと歩行者、双方の交通教育・交通マナー不足である。事業完了後は渋滞がなくなった代わりに速度が増加したことによる事故が発生しており、交通教育の必要性が浮き彫りになったといえる。なお、減速帯がなければ交通事故はより一層増加した可能性が高い。

例えば雨季などは、さらに渋滞が深刻となり、橋梁の大分手前から渋滞が発生し、橋にたどり着くまでの時間を含めた場合の平均渡河時間は最高で 3 時間かかることもあったとのことである。

¹⁷ 本事後評価では連続 12 時間の交通量調査を合計 5 日間 (2017 年 3 月 8 日~12 日)、各橋梁で実施した。得られた日交通量は、実施機関が保有する国道 7 号線の定点観測所のデータを用いて年平均日交通量に変換した。

表 4 補助指標の達成度合い

		基準値 2010年	目標値・目標と する改善状況 2016年 事業完成3年後	実績値 2016年 事業完成3年後 (目標達成率、達成の有無)	
① 橋梁通過交通量（年平均日交通量 台/日）の増加*					
ラス・バンデラス	実施機関 データ	小型 大型	2,186 台 1,256 台	事業完成後、 増加している	3,352 台 (基準値比 154%) 1,583 台 (基準値比 126%)
	事後評価時 交通量調査 結果	小型 大型			3,613 台 (基準値比 165%) 3,062 台 (基準値比 248%)
テコロストーテ	実施機関 データ	小型 大型	1,858 台 699 台	事業完成後、 増加している	2,173 台 (基準値比 117%) 983 台 (基準値比 141%)
	事後評価時 交通量調査 結果	小型 大型			2,218 台 (基準値比 119%) 1,101 台 (基準値比 157%)
ラ・トンガ	実施機関 データ	小型 大型	4,369 台 784 台	事業完成後、 増加している	2,036 台 (基準値比 47%) 786 台 (基準値比 100%)
	事後評価時 交通量調査 結果	小型 大型			11,376 台 (基準値比 260%) 2,753 台 (基準値比 351%)
② 年間交通途絶回数（河川増水による）					
ラス・バンデラス		5年に1日	なし	なし (100%達成)	
テコロストーテ		5年に1日	なし	なし (100%達成)	
ラ・トンガ		5年に1日	なし	なし (100%達成)	
③ 事故絶対数					
ラス・バンデラス		2件 (2011年)	事業完成後、 低下している	2013年1件 2014年7件 2015年3件 (事業完成直後は低下したもの の、その後は悪化)	
テコロストーテ		3件	事業完成後、 低下している	2013年2件 2014年0件 2015年1件 (事業完成後、低下している)	
ラ・トンガ		9件	事業完成後、 低下している	2013年7件 2014年3件 2015年9件 (事業完成後、低下したものの 明確な改善なし)	
④ 落橋による人命損失					
ラス・バンデラス		—	なし	なし (100%達成)	
テコロストーテ		—	なし	なし (100%達成)	
ラ・トンガ		—	なし	なし (100%達成)	

出所：基準値及び目標値は事前評価表及び準備調査報告書。実績値は実施機関提供資料、橋梁通過交通量は実施機関のデータに加えて事後評価時に実施した交通量調査結果を提示。交通事故数はニカラグア警察。

④ 落橋による人命損失（死亡者人数）：いずれの橋梁も構造的に何ら問題もなく、維持管理も適切に行われているため（詳細は「3.5.4 運営維持管理状況」を参照）、落橋のリスクは極めて少なく目標は100%達成したと判断できる。

以上、主要効果指標については、「平均走行速度の向上」は改善したものの、本事業実施後にニカラグア政府により別途設置された減速帯により、一定程度に抑えられている。「橋

梁手前での一時停止の解消」「車両による渡河時間の短縮」については基準値から 80%以上の改善が見られる。補助指標については明確な傾向が認められなかった「事故絶対数」以外の指標は目標達成、もしくは改善傾向にあり、総合して、本事業は「安全で円滑な交通の確保」に寄与していることが認められる。

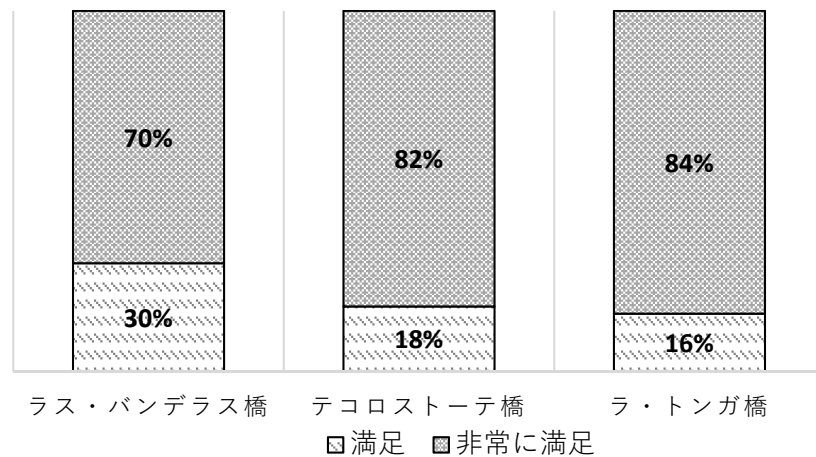
3.3.2 定性的効果（その他の効果）

- ① 劣化・老朽化による構造的に危険な橋梁の落橋防止（人命損失の回避）：事業前の問題は劣化・老朽化ではあったものの、橋梁の落橋にまでは至らなかった。なお、2010年時点の3つの橋梁の年平均日交通量の合計が7,252台に達することに加え、歩行者も多い地域であったことを考慮すると、本事業は人命損失の回避に大きく貢献していると思われる。地域住民へのグループ・インタビュー¹⁸では「事業前は橋梁の幅が狭いことや揺れがひどく、劣化や老朽化による危険を常に感じていたが、事業により安全面が大幅に改善した」「いずれの橋梁でもこれらが位置する地域には小学校や中学校、病院などもあり、事業前は反対岸から通学や通院することも一苦労だったが、事業後は歩行者の安全が確保された」といった意見が聞かれた。以上から、本事業は地域住民の生活環境改善に多いに寄与していると考えられる。
- ② 事業への満足度・意見：受益者調査（ドライバー）の調査からは、減速帯の設置によりタイヤやサスペンションのメンテナンスや買い替え頻度が増えたといった不満な意見も聞かれたが、橋梁そのものの品質、利便性、効率性、安全性等を総合的に評価した満足度は非常に高かった。図2に示す通り、事業満足度について4段階評価を行ったところ、いずれの橋梁でも「満足」もしくは「非常に満足」という高い評価であり、「やや不満」「不満」という回答は皆無であった。同様に、地域住民及び物流業者¹⁹への聞き取り調査からも、本事業への満足度が非常に高いことが明らかとなった。共通して聞かれた要望としては、ラス・バンデラス橋とラ・トンガ橋については、安全性を高めるため、架け替え前の橋梁にはあった照明を再度取り付けてほしいという点と、今後は減

¹⁸ 本事後評価で実施した地域住民へのグループ・インタビューの詳細は次の通り。①調査実施期間：2017年2月21日～27日。②サンプルサイズと男女比：ラス・バンデラス橋（ティピタバ市）15名（男性7名、女性：8名）テコロストーテ橋（サン・ロレンソ市）29名（男性：8名 女性：21名）、ラ・トンガ橋（フィガルパ市）18名（男性：9名 女性：9名）。③サンプリング方法：市役所が指名した住民代表が地域住民に事前に声をかけ、指定した日時に集会所に集まれる住民を対象とした。なお、同サンプリング方法では、事業に対しプラスの意見を持つ住民のみが収集され、結果にバイアスが生じる可能性があるが、市役所及び住民代表に対し、調査の趣旨を事前に説明し可能な限りランダムサンプリングを心がけるよう要請した。

¹⁹ ニカラグアの大手物流会社の一部はニカラグア運輸協会に所属している。同協会には50台以上の大型車両（トラック、バス、タンクローリー等）を所有する企業は185社、15台以上のトラックを所有する企業80社、そのほか15台以下のトラックを所有する個人事業主が1300社所属している。他方、本事業の利用者には地方都市の小規模組合に所属している企業（主に個人経営）が多い。本事後評価では大手・中堅企業の意見としてニカラグア運輸協会への聞き取りを行い、よりローカルな意見を知るために本事業の橋梁が位置する市の組合や個人事業者合計10社への聞き取りを行った。

速帯のデザインを車両への負荷が少ないものにしてほしい、という2点であった。総合して全受益者の満足度が高く、本事業の効果が認められる。



出所：受益者調査結果。

N=150

図 2 事業の満足度：ドライバー

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

事業の想定されたインパクトは、①街道沿道地域の地域経済振興の促進、及び②国内・国際物流の活性化である。本事後評価ではドライバーへの受益者調査、地域住民へのグループ・インタビュー、物流業者への聞き取りを実施し、その結果に基づき上記についての本事業のインパクトを分析した。

- ① 街道沿道地域の地域経済振興の促進：表 5 に示すとおり、本事業が国道 7 号線沿いの経済の活性化、地域住民の生活改善に寄与したことが伺える。各橋梁が位置する集落では、本事業に伴い、それぞれの地域産業が新たな投資等やビジネス拡大により活性化している。住民は商品の種類が増えたことでより選択肢が広がり、商業施設が増えたことで生活が便利になったと考えている。総合的に、本事業は「街道沿道地域の地域経済振興」に大きく寄与していると考えられる。

表 5 インパクト：街道沿道地域の地域経済振興の促進

調査対象	結果
ドライバー (150名)	<ul style="list-style-type: none"> ●90%が「本事業はマナグア～エルラマ間の国道7号線沿いの経済の活性化に寄与した」と回答した。 ●94%が「本事業はマナグア～エルラマ間の集落や住民の生活改善に寄与した」と回答した。
地域住民/ 物流業者	<ul style="list-style-type: none"> ●<u>3 橋梁共通の意見</u>：国道7号線沿いに食堂、ガソリンスタンド、大型スーパーマーケット、薬局、観光業等、多様な商業施設が増えた。扱われている生活物資の種類も価格帯も多様化し、住民としては選択肢が増えた。ただし、品物によっては需要が増えたことで物価が上下しているものもあるため総合して物価が安定したとは言えない。地域の貧困格差是正への効果はまだ目に見えてはいないが、現在の地域経済の活性化が進めば中長期的に格差も是正されるだろう。 ●<u>ラス・バンデラス橋</u>：地場産業の採石は、事業後、国内外の中堅企業が合計8社移転してきており、雇用も増えた。特に企業で雇用されている地域住民は安定した賃金と健康保険に加入できるようになった。 ●<u>テコロストーテ橋</u>：サン・ロレンソ市の産業は農業（国内最大の米生産企業アルタミラ社がある）と牧畜、採石産業である。本事業により、これらの産業の物流がより効率的に行えるようになり、人口も増え、地域経済が確実に活性化している。 ●<u>ラ・トンガ橋</u>：地域産業（農業と牧畜）が活性化したことに加えて、特にエルラマ方面に向け、ラ・トンガ橋を渡ったサンアントニオ地区には、事業前はガソリンスタンドしか存在しなかったが、事後評価時、大型スーパー、銀行、医療機関、大型金物屋、多国籍飲料会社の大型倉庫、観光施設等が出てにぎわっている。これに伴い、事業前は国道沿いの地価が1平方バラ（0.70 ha）80米ドルだったのが、事後評価時は120米ドルまで上昇した。

出所：受益者調査結果及び評価者によるグループ・インタビュー、聞き取り結果。

- ② **国内・国際物流の活性化**：本事後評価で実施した交通調査結果から、本事業のドライバーの主な起点はマナグアであり、最終点はフィガルパ、次いでエルラマであることが明らかとなった。現在マナグア～エルラマ間を接続しているのは国道7号線のみであるため、本事業が位置する国道7号線はマナグア～エルラマ間の国内物流のほとんどを担っていると考えられる。ドライバーや物流業者からも、本事業は国内物流の活性化に大きく寄与したとの見解が示された（表6）。他方、エルラマ市で国際物流の一部を担うアルレン・シウ港の貨物取引量も2010年の3.2万トンから2015年には4.8万トンまで増加している。物流業者への聞き取り調査からは、本事業を含む国道7号線の整備によって大西洋側の国際貨物物流がより効率的になり、少なからず活性化されたとのことであった。さらなる道路整備及び地域経済の活性化が進むにつれ、本事業もさらに国際物流の活性化にも寄与することが期待できる²⁰。

²⁰ 本事業の国際物流の活性化に関しては、同じく「大西洋回廊」に位置し、本事業と補完関係にあるサンタフェ橋（JICAの無償資金協力事業「サンタフェ橋建設計画（2010年）」）におけるコスタリカとの国際物流開始や、現在実施中、もしくは実施が予定されている他ドナーによる国道7号線の整備が進むことで、さらなる国際物流の活性化につながることを期待される。

表 6 インパクト：国内・国際物流の活性化

調査対象	結果
ドライバー (150名)	<ul style="list-style-type: none"> ●84%が「本事業は地場産業の流通に寄与した」と回答した。 ●83%が「本事業は東部地域・国際流通に寄与した」と回答した。
物流業者	<ul style="list-style-type: none"> ●本事業により国道7号線の利用がより安全且つ効率的になり、現在は主に国内物流に特化しているため、本事業は国内物流の活性化に多いに寄与している。具体的には、橋を渡る時間が3~4時間から最大でも5分に減少したこともあり、マナグア~エルラマ間の通行時間が事業前の8時間から事業後は6時間に短縮された。これにより納品の遅れも減り、ガソリンの消費も減少し、家畜や貨物へのダメージが非常に少なくなり、商品の品質確保につながっている。今後、サンタフェ橋の開通等によりコスタリカ市場も視野に入れており、国際物流の活性化も期待している。 ●減速帯については、車両への負荷が大きいため、事業前と比べると部品交換費が平均して3割程度増えている、売上増加及び燃料費削減で総合的に収益は上がっている²¹。

出所：受益者調査結果及び評価者によるグループ・インタビュー、聞き取り結果。

以上のように、橋梁を通過する事後評価時の主な物流は国内物流ではあるが、アルレン・シウ港の活用や国道7号線の整備による国際物流の活性化も期待でき、総合して「円滑で安全な国内・国際物流の活性化」については十分インパクトが認められる。

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

本事業では環境資源省の判断により、環境影響評価よりも簡易な「環境管理計画及び環境モニタリング計画」が実施された。環境資源省は橋梁が位置する各自治体からの環境許認可を得るよう実施機関に通知し、ラス・バンデラス橋は2010年6月25日、テコロストーテ橋は同6月29日、ラ・トンガ橋7月12日に取得している²²。土取り場の採掘許可及び樹木伐採の許可は環境資源省及び国家林業庁から2010年11月に取得している。事業実施中の環境対策及びモニタリングについては、環境資源省、各市政府、実施機関、コントラクター立会による「環境管理計画及び環境モニタリング計画」の実施状況に関する定期モニタリングが行われ、適宜必要な指示を下している²³。森林伐採については、テコロストーテ橋ではテ

²¹ ニカラグア運輸協会への聞き取りによれば、マナグア~エルラマの総貨物量は事業前の2千トン/日から、事後評価時には約6千トン/日に上昇した。主な貨物はマナグア→エルラマの場合、砂糖、鉄、セメント、加工食品、穀物。エルラマ→マナグアは、野菜、乳製品、家畜、建設材、パーム油等である。

²² 2009年9月に初期環境調査が実施された。国家公共投資システム(Sistema Nacional de Inversión Pública)への登録は2011年1月に完了した。

²³ 施工中は次の環境対策が実施された。①粉じん・排ガスについては、道路や工事エリア(特に粉砕機)で定期的に散水処理を行い、車両の定期的メンテナンスを徹底した。②騒音・振動については、低騒音、低振動の工法(ノイズサプレッサー等)を採用。学校が近いテコロストーテ橋の場合は、授業時間を避けて工事を行うなどの対応も行った。③汚水(河川への影響)についてはポータブルトイレを設置し、処理後、下水管に排出した。施工時、土砂崩れ等が発生し河川に影響がないよう事前に必要な埋立てや植林を行った。受益者調査では本事業の施工中の社会経済・環境インパクトについて回答者の79%が「全くなかった」、15%が「なんらかのインパクトがあった」、6%は回答なしであった。なお、「なんらかのインパクトがあった」と回答した住民について、これらのインパクトが許容範囲であったことから、市政府等に対しクレームや緩和策を求めた住民は皆無であった。住民へのインタビューでも、粉じん等ある程度あったが許容範囲内であり、安全対策等も適切に行われたといった肯定的な意見が大半を占めた。

コロストーテ中学校と公約した植林 200 本、ラ・トンガ橋は 550 本の植林が計画通り行われた²⁴。事業完了にあたっては、2013 年 2 月に環境資源省による最終的な視察が行われ、その後 8 月に環境管理計画及び環境モニタリング計画が完了したことが確認・承認され、その結果を受けて、事業による自然環境へのインパクトが最小限にとどめられたことが確認できた。

② 住民移転・用地取得

本事業では、下記に示す不法占拠していた商業施設の移動及び用地取得が発生した。これらは全て事業の入札手続きの開始までにニカラグア国内手続きに沿って進められ、2011 年 4 月に完了した。計画と実績は以下の通りであった。

表 7 住民移転・用地取得*：計画と実績

橋梁名	計画	実績
ラス・バンデラス橋	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：建設用地を不法占拠している雑貨店・カフェ 3 カ所の移転、物置小屋 1 カ所の移転、雨量観測所 1 カ所の移転 用地取得：必要なし 	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：建設用地を不法占拠していた商業施設 3 カ所、物置小屋 1 カ所の移動は、市政府が土地を提供し移動完了した。雨量観測所 1 カ所の移転は国土調査院が 2011 年 3 月に実施した 用地取得：なし
テコロストローテ橋	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：必要なし 用地取得：右岸下流側 1,170m²、左右岸下流側 1,490m²の用地取得 	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：建設用地を部分的に不法占拠していた 8 世帯について、該当部分の退去が行われた。補償金はニカラグアの法律に基づき査定人による評価を基に退去分のみについて支払われた 用地取得：予定通り実施された。市政府立会のもと、地権者（1 名）との協議が行われ補償金が支払われた
ラ・トンガ橋	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：必要なし 用地取得：右岸下流側 900m²、左右岸下流側 2,715m²の用地取得 	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：建設用地を不法占拠していた 1 世帯について、不法占拠している部分についての退去。補償金はニカラグアの法律に基づき査定人による評価を基に退去分のみについて支払われた。建設用地を不法占拠していた商業施設 7 カ所の移動 用地取得：計画通り。市政府立会のもと、地権者（1 名）との協議が行われ補償金が支払われた

出所：計画は準備調査報告書。実績は実施機関提供資料。

*：用地取得の対象となった用地は、個人や企業等の正式な所有者から取得した土地であり、不法占拠されていた土地は含まれない。

用地取得については実施機関と所有者との間で直接交渉が行われたが、移転については、2011 年に実施機関と各橋梁が位置する市政府、及び対象住民の間で協議会が開催され、協議で合意された内容に基づき、移転は滞りなく完了した。市や国の所有地を不法占拠していた住民の移転については、ニカラグアの法律に基づき査定人による評価が行われ、退去分の補償金が支払われた。取得対象となった用地についてはいずれも生産活動や住居として使用されてはいなかったため、社会経済・環境インパクトはなかった。

²⁴ ラス・バンデラスでは 36 本の伐採が行われたが、環境資源省及び国家林業庁が調査を行った結果、これらはすでに枯れつつあったことから植林は不要とされた。

③ その他インパクト

事業計画時には想定されていなかった事業実施による副次的なインパクトとして、実施機関とテコロストーテ中学校の間に正式合意したにもかかわらず、実施されていない項目が残っており、これにより学校側の不満が生じていることがあげられる。両者の合意内容は「3.2.1 アウトプット」に記載している通り、テコロストーテ橋の取り付け道路を整備する際、同橋梁の横に位置するテコロストーテ中学校の境界を移動する必要が生じ、その見返りとして同学校と実施機関との間で学校の敷地内の植林や学校の柵の設置等の整備を行うことであった。これらの項目はほぼ全て実施されたことをサイト視察でも確認できたが、教室（2室）と守衛室の整備が未整備であり、学校側としては、橋梁整備を実現するために合意したにもかかわらず、その内容を全て守ってもらえていないという不満が生じている。実施機関は整備が必要なものについては2018年度予算に含む方向で、まずは現状把握・同校との協議を行う方向で調整している。

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

道路インフラの維持管理に関する計画策定、実施モニタリングを行うニカラグアの最高責任機関はMTIの道路総局である。事後評価時MTI全体で1,117名の職員がいる。うち284名が道路保全部に所属し、橋梁の維持管理を監督するエンジニアが2名いる。MTIは直接、道路や橋梁の維持管理は実施せず、監督機関である。

実際の道路及び橋梁の維持管理業務は、これらの業務についてMTIとは協調しながらも独立性を持つ機関である道路保全基金（Fondo de Mantenimiento Vial、以下「FOMAV」という）及び、MTIの下部組織である地域建設業協同組合（Corporación de Empresas Regionales de la Construcción、以下「COERCO」という）が行っている。MTIの評価基準に基づき、比較的状態が「良い」もしくは「普通」に分類される道路及び橋梁の日常保全と定期保守（舗装の初期修理、側溝の清掃、舗装面の修理、その他道路交通標識やバス停の移動・設置等）はFOMAVが実担当し、状態が悪く、より大規模な補修を要する道路や橋梁の修理・補修はCOERCOが担当している。

FOMAVの場合、独立行政法人であるため、MTIと年間協定を取り交わし、前述の日常保全と定期保守を実施している。本事業については橋梁及び取付道路部分の日常保全と定期保守を担当している。



テコロストーテ橋付近で清掃作業を行うFOMVの作業員

FOMAV の職員は約 50 名（うち本事業の橋梁に直接携わっているのはエンジニア 3 名）である。FOMAV は道路区間ごとに地域住民による小規模企業²⁵と道路保全契約を結び、これらの小規模企業が実施する維持管理作業を毎月モニタリングしている。2016 年度は 54 社の小規模企業（総人員数 846 名）と契約した。なお、小規模企業が担当する道路は、その企業に属する作業員が住む地域の道路でもあるため、オーナーシップも比較的高い。現地調査中に視察した小規模企業による橋梁及び取付道路部分の清掃状況は良く、近隣住民への聞き取り調査や受益者調査結果からも、その頻度や仕事の内容について非常に評価及び満足度が高かった。FOMAV の組織、指示系統、小規模企業との契約、管理・モニタリング手順も明確である。

他方、COERCO は MTI の下部組織として 1988 年に創設された。地域別に 4 つの事業所があり、本事業を管轄しているのはマナグア県南東 1 事務所「マヌエル・エスコバル・ペレイラ総合建設会社」（COERCO-EICMEP Manuel Escobar Pereira Integral Construction Enterprise 以下「COERCO-EICMEP」という）である。その人員は約 400 名（うち本事業の 3 橋梁のメンテナンスに直接関わっているのはエンジニア 1 名と作業員 9 名）、保有する保全機材は約 105 台である。本事業については特に橋梁部分について重機等を必要とするような規模の大きい維持管理を担当している。COERCO の組織体制や指示系統も明確である。

以上、本事業の維持管理体制については、MTI、及びその下部組織としての COERCO、独立行政法人の FOMAV の 3 機関とも、組織体制、指示系統、役割分担等がすべて明確であり、維持管理が確実に実施される総合的な体制が整っていることが確認できた。

3.5.2 運営・維持管理の技術

事後評価時、MTI、FOMAV、COERCO 内には制度化された人材育成制度は無く、下記に示す単発的な研修がドナーや MTI 予算により不定期に実施されている。

- ・ MTI による研修：事後評価時確定されていた MTI による 2017 年度における橋梁に関する研修は「橋梁構造の基礎」（延べ 8 カ月）のみであり、本事業を担当する人員の参加は MTI から 18 名、FOMAV から 2 名、COERCO-EICMEP から 5 名である。FOMAV も COERCO もそれぞれが維持管理の際に取り扱う機材については必要に応じて、不定期にトレーニングを行ってはいるが、いずれにしても確立された研修ではない。3 機関とも、今後人材育成・強化を最も望む分野としては、「橋梁点検」「橋梁構造評価」「新技術を用いた橋梁メンテナンス方法」をあげた。
- ・ 他ドナーによる技術支援及び研修：ドナーの研修は運営強化に重点を置いたものもあれば、維持管理技術等様々な分野を含む。事後評価時においては、世界銀行や米

²⁵ 道路の日常及び定期メンテナンスを担う組織として FOMAV が小規模企業を活用する方式は、1997 年に世界銀行によるプログラムとして導入された。小規模企業は最低 12 名の地域住民から構成され、各地域の貧困層の雇用創出およびジェンダー平等（総人員数 846 名のうち 1 割が女性）にも貢献している。この方式は地域住民からの評価も高く、日常及び定期メンテナンスが行われている道路のキロメートル数も年々着実に伸びており高い成果をあげている（出所：FOMAV 提供資料）。

州開発銀行（International Development Bank, 以下「IDB」という）による合計8つの運営・維持管理体制及び技術に関する研修支援が実施もしくは予定されていた。長期の技術協力は2012年から2017年まで北欧開発基金（Nordic Development Fund、以下「NDR」という）が実施している「道路セクター支援プログラム：気候変動に対する対応能力の開発」である。その他の支援は短期の研修等であり、いずれもMTIの運営・維持管理体制・技術の強化に寄与している。

維持管理マニュアルについては、ニカラグアにおける道路の点検には中米経済統合一般条約事務局（Secretaría de Integración Económica Centroamericana 以下、「SIECA」という）の「道路メンテナンスマニュアル」が用いられ、橋梁の点検については「道路・橋梁建設のための一般仕様 NIC-2000」が用いられている。なお、後者には維持管理に必要な実施人員、使用資機材は明示されているが、具体的な頻度は明示されていないため、準備調査報告書（2010年）で提案されている維持管理業務を実施することが望ましいとされている（表8）。日常維持管理と定期点検はFOMAV及びCOERCOによって実施されており、職員は目視で橋梁の状態を確認し、維持管理ニーズに優先順位をつけ、これに沿って維持管理の頻度を決め維持管理を行っており、職員の技術レベルについて大きな問題はない。

以上、本事業の運営・維持管理の技術面では、FOMAV担当の維持管理作業は高い技術や専門性を要するものではなく大きな問題はないが、MTI、FOMAV、COERCOには確立した研修計画や人材育成制度はなく、資格制度もないため、今後は人材育成制度を形成し、毎年予算を確保し、計画的に行うことが望まれる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

A) MTI：事後評価時におけるMTIの予算は増加しているものの、道路・橋梁の大規模メンテナンス予算は減少傾向にある。理由としては、全国の道路網（橋梁含む）が整備されるにつれ、大規模修繕の必要性が下がっているためである。2014年7月に実施された本事業の瑕疵検査では「緊急事故や大規模補修などは資金不足分をIDBや中米統合銀行からの借款で実施しており、次年度に繰り越しになることも少なくない。維持管理に必要な予測額に対する十分な資金調達計画が立っておらず、改善が必要である」との指摘があった。事後評価時において、このような状況は改善されてはいない。ただし、緊急時の対応システムとしてMTIが財務省に特別予算申請を行う手続きは明確化されている。

表 8 MTI の予算に占める道路・橋梁維持管理予算

(単位：百万コルドバ)

	2010年	2014年	2015年	2016年
予算	2,622	3,883	4,470	6,023
うち橋梁を含めた道路維持管理	303	338	206	168
省予算に占める割合	11.6%	8.7%	4.6%	2.8%

出所：MTI

表 9 FOMAV の支出入

(単位：百万コルドバ)

		2014年	2015年	2016年**
収入	IEFOMAV*	1,028	1,207	1,211
	IDB、世銀	18	26	25
	その他	221	170	213
	小計	1,267	1,403	1,449
支出	管理・人事	18	12	13
	事務・財務局	16	15	13
	調達局	4	3	3
	技術局（維持管理）	19	17	17
	小計	57	47	46
営業利益		1,210	1,356	1,403
その他支出及びプロジェクト経費		962	1,189	773
利益		246	167	630

出所：MTI、FOMAV。2016年は11月まで。

*：IEFOMAV：FOMAVに充てられる燃料税。

表 10 COERCO の支出入

(単位：百万コルドバ)

		2014年	2015年
収入	道路維持管理	288	297
	その他サービス等	8	9
	小計	296	306
支出	道路維持管理	221	237
	その他機材維持管理	50	50
	管理費	16	16
	小計	287	303
営業利益		10	3
その他支出入		(2)	(1)
利益		8	2

出所：COERCO

- B) FOMAV：日常及び定期維持管理が確実に行われれば、本事業の耐用年数は50年とされているため、FOMAVの予算確保の重要性は高い。FOMAVの予算はガソリンや軽油などに課せられた燃料税を主にしており、0.16米ドル/ガロン（2016年時点）がFOMAVの予算として充てられている。下記に示す通り、FOMAVは過去3年黒字経営を継続しており、本事業でFOMAVが担当している対象橋梁の取付道路部分の維持管理費が年間71万コルドバであることを考慮すると、2015年で総利益の4%と、日常及び定期維持管理が十分行える状況にある。

C) COERCO-EICMEP: COERCO-EICMEP が担当する本事業の対象橋梁（橋梁部）の維持管理費は年間 48 万コルドバであり、2015 年の収入の約 16%である。基本的には MTI から各年度の道路・橋梁維持管理計画に基づき予算が割り当てられるため当面財務面での大きな問題はない。

以上、MTI の緊急時の修繕のための予算確保については今後も改善が必要であるが、日常及び定期維持管理を行っている FOMAV や橋梁部分の維持管理を行う COERCO-EICMEP については維持管理費用を十分カバーできる財務状況にあるといえる。

3.5.4 運営・維持管理の状況^{26・27}

対象橋梁は完了して 3 年と間もないこと、日常維持管理と定期点検は FOMAV 及び COERCO-EICMEP によって概ね適切に実施されていることで、維持管理状況は良好であった。表 11 に示すとおり、点検の頻度は必ずしも準備調査報告書の提案通りに実施できていないが、現在の維持管理方法でも事後評価時において大きな問題は生じていない。

表 11 準備調査報告書で提案されている維持管理内容・頻度及び担当機関の実績

	準備調査報告書の維持管理内容と頻度の提案	FOMAV の実績	COERCO-EICMEP の実績
日常維持管理	側溝、舗装、伸縮装置、路肩、橋梁の清掃：4 回／年、2 日／回	<ul style="list-style-type: none"> 交通標識清掃、取付道路の清掃作業：2 回／年 路肩、側溝、歩道の清掃、雑草除去：4 回／年、2 日／回 歩道の手すり部分の塗装：1 回／年 道路交通標識やバス停の移動・設置等：不定期 	担当外
定期点検	橋梁及び取付道路の定期点検（ひび割れ、不陸、欠損等）：12 回／年、1 日／回	<ul style="list-style-type: none"> 取付道路の定期点検：12 回／年 	事業完了から事後評価までの具体的なメンテナンスとしては高圧水による橋梁洗浄、塗装、道路標示・道路標識の維持管理を不定期に行っている。
補修	舗装、側溝、躯体、橋梁施設、路肩・法面等の補修：1 回／年、4 日／回	担当外	供用開始から日が浅く、日常及び定期点検が概ね適切に行われているため、事業完了から事後評価時点までに補修の必要は生じていない。

出所：日常維持管理、取付道路の点検を委託されている小規模企業は毎月 FOMAV に維持管理報告書を提出することが義務付けられており、同様に COERCO-EICMEP も維持管理記録を毎月作成しており MTI に提出している。表の内容はこれらの小規模企業（組合）作成の 2013 年～2016 年の報告書及び COERCO の報告書に基づく。



²⁶ 事後評価時の対象橋梁の維持管理状況の評価を行うにあたっては「中米橋梁リスク管理マニュアル 2010 年度版（Manual Centroamericano de Gestión del Reiso en Puentes, 2010）」を用いた。

²⁷ なお、基本設計調査、準備調査、瑕疵検査報告書では、コンサルタントから実施機関に対し補修補強を含む、4 点の勧告・提言（①既存テコロストーテ橋の補修補強、②既存ラ・トンガ橋の解体撤去、③ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋のバスシェルターの復旧、④既存クイサラ橋の補修補強）が行われており、これらは全て事後評価には完了していることを確認した。

また、2014年の瑕疵検査報告書で報告されていたゴミによる取付道路の排水施設のつまりや、施設の破損については、事後評価時の現地視察では確認されなかった。なお、ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋は耐候性鋼材を²⁸使用した鋼桁橋であり、設置時すでに耐久性の高い特殊塗料が施されていた。しかし、事後評価時、同塗料が不足しており、その入手先が不明であることが実施機関から課題として指摘された²⁹。その他、維持管理に必要な機材やそのスペアパーツについてはFOMAVやCOERCOへの聞き取りや、サイト視察からは特に問題は見受けられなかった。

事後評価時の維持管理状況と、今後維持管理について対応が望まれる点を以下に示す。

表 12 事後評価時の維持管理状況と、今後対応が望まれる点

維持管理状況と今後対応が必要な項目	
<p>【ラス・バンデラス橋】</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ● 概ね良好。 ● 上部構造の鋼桁と取付材、ボルトとナット部分に錆が見受けられる。これらの錆を分析したうえで、腐食による錆である場合は、汚れを落とし、乾燥状態を保ち、これ以上の浸食が進まないようグアテマラから特殊塗料を取り寄せ対応する*。上部構造と下部構造を繋ぐ一部油圧シリンダーのネオプレンカバーに鳥の糞がこびりついているため、定期メンテナンスで清掃する。 ● 橋と取付道路のジョイントに近い舗装部分に表面的な亀裂が見受けられる。緊急を要するものではないが、定期メンテナンスに含めることが望ましい。 ● マナグアからラ・トンガに向かう橋梁の上部構造に鋭利な刃物による落書きとペンキの落書きがある。これらの部分からの侵食が進まないよう、特殊塗料をグアテマラから取り寄せ補修する。 ● 夜間の安全確保のため、事業前は整備されていた照明の取付が必要である。
<p>【テコロストーテ橋】</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ● 概ね良好。 ● 上部構造：縦・横桁、斜材、さらに取付材、ボルトとナット部分に錆が見受けられる。これらの錆を分析したうえで、腐食による錆である場合は浸食が進まないように汚れを落とし、乾燥状態を保ち、これ以上の浸食が進まないようグアテマラから特殊塗料を取り寄せ、対応する*。 ● 鋼の橋台部分で用を足すドライバーが多く、侵食が他の部分より進んでいる。悪臭もするため、定期的な清掃及び看板を設置する等の対策が必要。 ● 橋と取付道路のジョイントに近い舗装部分に表面的な亀裂が見受けられる。緊急を要する亀裂ではないが、必要に応じ定期メンテナンスに含める。

²⁸ 耐候性鋼材は、大気中での適度な乾湿の繰り返しにより鋼材表面に緻密な「保護性さび」を形成する鋼材である（出所：一般社団法人日本鉄鋼連盟）。通常は塗装せずに使用するが、見た目に配慮し、本事業では事前に特殊塗料で塗装し、設置された。同特殊塗料は、耐候性鋼材の錆安定化処理に用いられる樹脂塗料であり、初期の錆を抑え、周囲に錆が広がることを防止する効果を持つ。

²⁹ ただし、第1次現地調査後には、コンサルタントからの情報提供が進み実施機関はグアテマラで特殊塗料が入手可能であるとの情報を入手していた。

【ラ・トンガ橋】



- 概ね良好。
- 上部・後部とも鋼構造がないため他の橋梁のような錆による問題がなく、状態がよい。
- コンクリートの橋脚部分で用を足すドライバーが多いため、定期的な清掃は勿論のこと、立ち入り禁止の看板を設置するなどの対策が求められる。
- 夜間の安全確保のため、事業前は整備されていた照明の取付が必要である。

*：ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋については、2014年の瑕疵検査報告書にすでに「新設2橋梁は耐候性鋼材を使用した鋼桁橋であるが、部材が長期間にわたり湿った状態に置かれると品質的に良好な状況は望めないため、定期管理で鋼桁についてゴミや泥の汚れを落とし、乾燥状態を保つことが必要である」と指摘されていた（瑕疵検査報告書、2014年）。

以上、対象橋梁の維持管理状態は概ね良好であることが確認できた。なお、ラス・バンデラスの落書きによる浸食を防ぐため、グアテマラから特殊塗料を取り寄せ対応し、ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋の錆については分析を行ったうえで、必要な対応を検討・実施することが望ましい。

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

「マナグアーエルラマ間橋梁架け替え計画」（以下、「本事業」という）はニカラグアを通過する国際幹線道路である国道7号線のマナグアーエルラマ間において、3つの橋梁をかけ替えることにより、安全で円滑な交通の確保を図り、もって国内・国際物流の活性化及び沿道地域の地域経済振興に寄与することを目的として実施された。本事業は計画時、事後評価時のニカラグア国家開発計画、運輸セクター政策、開発ニーズ、及び計画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。アウトプットは概ね計画通りであり、総事業費と事業期間は計画内に収まったため、効率性は高い。本事業の効果として期待されていた橋梁手前での渋滞、及び車両による渡河時間は大幅に改善した。他方、橋梁手前での一時停止、及び橋梁上の平均走行速度も大幅な改善が認められるものの、事業完成後、道路を横断する住民の安全に配慮して、事業対象橋梁の手前に減速帯がニカラグア政府によって設置されたことにより計画時に想定されていた完全な解消には至らなかった。また、老朽化による落橋の危険性は除去された。さらに、街道沿道地域の地域経済振興の促進及び国内・国際物流の活性化について想定されたインパクトが確認できる。よって、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。本事業の運営・維持管理を担う運輸インフラ省、道路保全基金、地域建設業協同組合のいずれの体制、技術、財務、維持管理状況も概ね良好であり本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- MTI の管理のもと、FOMAV による持続性（表 12：維持管理状況と今後対応が必要な項目）に記載している維持管理の内容をその通り実施することが望まれる。特にラス・バンデラス橋、及びテコロストーテ橋の錆については分析を行ったうえで対応の必要性を検討・実施することが望ましい。ラス・バンデラスの落書きによる浸食防止については、これらの部分から浸食が進むリスクが懸念されるため、遅くとも 2018 年度の予算に組み込み、グアテマラから特殊塗料を取り寄せ対応することが望まれる。
- 交通及び歩行者の安全強化のため、ラス・バンデラス橋とラ・トンガ橋の照明取付を MTI と FOMAV で検討し、遅くとも 2018 年度の予算に組み込み早急に実施することが望ましい。
- 瑕疵検査報告書でもすでに提言として記載されていたとおり、緊急事故や大規模補修等に必要な予測額に対する十分な資金調達計画がない。特別予算申請手続きはあるものの、ニカラグアは特にハリケーン等の自然災害が多い国でもあるため、MTI は現実的な期間を検討した結果、2 年後には予算確保ができるよう準備を進める意思表示をしているため、その第一歩として必要な予測額を推計することが望ましい。
- ニカラグア警察によれば、同国における主な死亡原因として交通事故があげられており、深刻な社会問題となっている。本事業でも、事業完了約 1 年後におきた交通事故がきっかけとなり減速帯が設置され、走行速度が限定された経緯がある。道路インフラが整備された後も期待された効果が十分発現し、且つ安全な利用を確保するためにも、実施機関は交通教育を強化することが必要である。具体的には「3.1.1 妥当性：国家開発計画との整合性」に記載しているとおり「ニカラグア国家運輸計画」の「道路交通安全計画」で提案されている道路交通安全 5 ヵ年アクションプランの 14 のアクションを教育省、警察、市政府、NGO、研究機関との連携を早急に呼びかけ国民の交通教育を徹底・強化、意識改革にむけて継続した交通教育の徹底・強化が急務である。

4.2.2 JICA への提言

事業効果の持続性を担保するためにも、持続性（表 12：維持管理状況と今後対応が必要な項目）に記載している維持管理の実施状況を定期的にモニタリングし、必要な助言を行うことが望ましい。

4.3 教訓

計画時における橋梁と周辺集落にとっての橋梁の位置づけの確認、及び効果指標の目標値の設定

本事業では、国際幹線道路としての機能を果たすことに重点が置かれたため、効果指標の目標値も同基準を基に設定された。しかし、事業完了後に発生した事故により全橋梁の前後に減速帯が設置された。これにより、一部主要効果指標は目標達成率が 8 割に届かなかった。ニカラグアでは法的には本事業のような国道の走行スピードは最高 80km/h であるが、本事業のように国道 7 号線と河川を挟んで、それぞれの橋梁にティピタパ市、サン・ロレンソ市、フィガルパ市のような中規模な集落が存在する場合、橋梁は車両のみならず歩行者も頻繁に利用する。特に地域住民は一日に何度も橋梁を利用し、同様に何度も国道を横断しており生活の一部となっている。対象橋梁周辺に集落があることや交通マナーが徹底していないことは計画時に把握されていたため、これらを考慮した計画および指標設定が必要であったといえる。類似案件の場合、事業計画時に、①対象橋梁の周辺集落の有無と、②ドライバー及び住民の交通マナーについてどの程度厳守する文化が根付いているのかを確認し、橋梁とその橋梁が位置する国道が住民の生活の一部として活用されている場合は、歩道橋の設置、もしくは車両にとっても衝撃が少ないデザインの減速帯の設置を事業計画に含み、並行して国民への交通安全・交通マナー教育を強化・徹底する意識改革に向けた対策を実施機関と相談し事業に組み込むことが望ましい。

計画時における橋梁の維持管理に必要な塗料や機材やスペアパーツの国内市場、もしくは地域市場での入手可能の検討と選択

本事業で使用された塗料は日常の維持管理を最小限に留め、劣化を防ぐ耐久性の高い特殊塗料であり、ニカラグア国内では入手できない塗料であることが判明した。事後評価時、在庫がない状況であり、そのため、特にラス・バンデラス橋のペンキ及び鋭利な刃物による落書きからの浸食を防ぐための維持管理作業ができずにいた。同特殊塗料はグアテマラで入手可能であることが事後評価時に確認されたが、類似案件では、橋梁の維持管理に必要な塗料や機材のスペアパーツは、国内もしくは地域内の市場で入手可能であることを確認し、それらの情報を実施機関に提供し、事業の効果の持続性を確保することが必要である。

以上

パラグアイ共和国

2016 年度 外部事後評価報告書

無償資金協力「コンセプション市及びピラール市給水システム改善計画」

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 スズキ S. ヒロミ

0. 要旨

「コンセプション市及びピラール市給水システム改善計画」（以下、「本事業」という）はパラグアイのコンセプション市及びピラール市において取水施設の更新及び浄水施設を新設することにより、両市の上水道の水質の改善、給水量の増加、及び住民の安全な水へのアクセス改善を図り、もって生活環境の改善と水因性疾病率の減少に寄与することを目標に実施された。本事業とパラグアイの国家開発計画、開発ニーズ、日本の援助政策との整合性は高い。事業期間は計画内に収まったものの、パラグアイ側負担の事業費が計画を上回ったことで総事業費が計画を上回り、効率性は中程度である。両市で取水・浄水施設が新設されたことにより、両都市の水生産量、配水量が増加し、これはパラグアイ衛生事業会社（Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A、以下、「ESSAP」という）が両都市で実施した給水区域拡大と相まって、給水人口の増加に結び付いた。ただし、ピラール市では準備調査時に計画されていた都市開発計画の遅れによる大口需要家の撤退に加えて、新たな誘致も進まず、水需要が予測通り増加しなかった結果、生産量の目標達成には至らなかった。なお、浄水場における水質（色度・濁度）は両浄水場とも目標を達成した。両市では、水質が改善され水道水をそのまま飲料水として使用することが容易になり、かつ、断水がなくなり水の安定供給が確保されたことで水に関する費用が削減され、生活環境の改善に寄与した。ただし、水因性疾病率の減少について、対象地域は事業前から水因性疾病は比較的少なく、事業後も変化は認められなかったが、総合的に見ると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。運営・維持管理について意思決定のプロセスや権限は ESSAP 本部に集中しているが、各浄水場に対する ESSAP 本部の支援体制は万全とはいえない。また、本事業のソフトコンポーネントの研修を受けた人員の大半が ESSAP に残っていないほか、ESSAP には確立した人材育成プログラムがなく、技術面で不安が残る。運営・維持管理にかかる財務面の問題はない。以上から、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



コンセプション浄水場：薬品沈殿池

1.1 事業の背景¹

パラグアイの上水道普及率は、2007年当初、都市部 79.3%、地方部 38.2%とされ、徐々に改善されていたものの、都市によりサービスの質には大きな違いがあり、飲料水として安全な水が供給できていない都市が多く、パラグアイの国家水質基準を満たした飲料水を供給している水道事業者²は 24%以下にとどまっていた。

本事業対象の 2 都市のうちコンセプション市は、首都アスンシオンの北約 543km に位置するコンセプション県の中核都市であり、古くからパラグアイ川の交通の要所として発展してきた。ピラール市は、アスンシオンの南西約 385km に位置し、パラグアイ川を挟んでアルゼンチンと国境を接し、大型船が入港可能な港を有する南部の物流の重要拠点となっていた。両市ともパラグアイ川沿いの地方都市として重要な役目を果たしていたものの、インフラの整備が遅れ、中でも特に上下水道の施設整備が遅れていた。両市には 1979 年に建設された浄水場があり、計画時においても運転を続けていたが、採用されている浄水システムは水中の懸濁物を沈澱させ除去するプロセスが欠如している直接ろ過を基本とした簡素なものであり、高い濁度や色度を有するパラグアイ川の原水を適切に処理することができていなかった。さらに、給水施設全体が老朽化の影響を強く受けており、人口増加に伴う水需要の増加によって、当初の浄水施設では処理能力を超える過負荷運転が続いており、供給の安定面、及び安全面で大きなリスクを有したまま給水を続けている。

こうした状況の下、パラグアイ政府は両市を対象とした浄水施設及び配水管網の新設・改修に係る無償資金協力を 2007 年に要請した。

1.2 事業概要

コンセプション市及びピラール市において取水施設の更新及び浄水施設を新設することにより、両市の上水道の水質の改善、給水量の増加、及び住民の安全な水へのアクセス改善を図り、もって生活環境の改善と水因性疾病率の減少に寄与する。

¹ 準備調査報告書に基づく。

² パラグアイにおける上下水道事業は、人口 1 万人以上の都市給水事業は、ESSAP の管轄となっている。



コンセプション浄水場



ピラール浄水場

供与限度額/実績額		1,489 百万円/1,489 百万円
交換公文締結/贈与契約締結		2011 年 8 月/2011 年 8 月
実施機関		公共事業通信省 (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones、MOPC)
事業完了		2013 年 9 月
案件従事者	本体	株式会社安藤・間
	コンサルタント	協和コンサルタンツ株式会社
		2011 年 2 月～2012 年 3 月
関連事業		<p>【技術協力】 「配水網管理技術強化プロジェクト」(2010 年 3 月～2014 年 12 月)</p> <p>【無償資金協力】 「貧困農村地域地下飲料水開発計画」(2009 年 1 月～2010 年 2 月)、「コロネル・オビエド市給水システム改善計」(2014 年 9 月～2018 年 12 月)</p> <p>【他機関案件】 世界銀行「配水網管理技術強化プロジェクト」(2010 年～2015 年)、「水衛生セクター近代化プロジェクト」(2009 年 4 月～2017 年 9 月)</p>

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

スズキ S. ヒロミ (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 10 月～2018 年 2 月

現地調査：2017 年 3 月 2 日～3 月 23 日、2017 年 7 月 30 日～8 月 4 日

3. 評価結果（レーティング：B³）

3.1 妥当性（レーティング：③⁴）

3.1.1 開発政策との整合性⁵

計画時におけるパラグアイの国家開発政策「2008-2013 社会経済戦略プラン」では経済開発に重点が置かれ、市民社会と民間セクターの参加による競争の増加、継続的な雇用の創出等を通じた生活環境の改善や貧困是正を目指していた。同プランの社会面を補う目的で策定された「社会開発のための公共政策プラン 2010～2020 “全国民のためのパラグアイ”」では、2020 年までに達成すべき 4 つの目標が掲げられ、本事業はその中でも「国民生活の質の向上」との整合性が高かった。また、「貧困・格差削減計画」（経済企画庁により 2004 年策定）では給水率について、2004 年実績 60.8%を 2015 年までには 80.5%とする目標を掲げていた。

事後評価時における国家開発政策は「国家開発計画 2014 年～2030 年（Plan Nacional de Desarrollo）」である。同計画は 3 つの柱から構成されており、第 1 の柱であり「貧困削減と社会開発」では 2014 年の上下水道普及率それぞれ 64%と 11%を 2030 年までに 100%達成することを掲げている。なお、水・衛生インフラ整備はいくつかの省庁をまたぐテーマであるため、計画時同様セクター政策は存在せず、保健省や環境庁の計画に含まれている。例えば、国家開発政策に基づき策定された「国家貧困削減プログラム」には貧困層の生活環境・衛生環境改善の一環として水道整備が含まれている⁶。

以上、計画時、事後評価時とも本事業とパラグアイの国家開発計画との整合性は高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性⁷

計画時、パラグアイでは 23%の人口（2011 年）が安全な水を利用出来ない状況にあった。本事業の対象であるコンセプション市及びピラルール市の上水道施設は、いずれも 1979 年に整備されており老朽化が著しく、人口増加による水需要の増加に伴い、処理能力を超える過負荷運転が続いており、現在の処理能力では 2014 年にはコンセプション市で約 2,700 m³ /日、ピラルール市では約 1,500 m³ /日の水が不足することが予測されていた。また、パラグアイの他の都市では、急速濾過方式による浄水処理が行われていたが、この 2 都市のみが上下向流ろ過方式⁸を採用しており、原水となるパラグアイ川の高い濁度及び色度の処理に十分に対処できていなかった。両市では処理済みの水の濁度の日平均値が、コンセプション

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 出所：事業事前評価表、ODA データブック 2010 年、2011 年。PND、2016 年大統領一般教書演説報告書、国家貧困削減プログラムウェブサイト。

⁶ 計画時の「社会開発のための公共政策プラン 2010～2020“全国民のためのパラグアイ”」及び「貧困・格差削減計画」の内容は「国家開発政策 2014～2030」に統合・整理されている。

⁷ 計画時は事業事前評価表、ODA データブック 2010 年。事後評価時は国家開発政策及び実施機関提供資料。

⁸ 上下向流ろ過方式は原水をろ材の中層部から通水し、流路を上下に分流することでろ過を行う方式（出所：日本水道協会）。

ン市では 5.5NTU⁹（最高 11.4NTU）、ピラルール市では 5.0NTU（最高 10.0NTU）と、パラグアイ飲料水の水質基準の日平均値 1.0NTU を上回っており、色度も最大値では 20 度にも達し、基準の 5 度を大幅に上回っていた。両市で水因性疾患によるとみられる患者が多く発生するなど、両市とも水量・水質の問題を抱えていた。加えて、両市の浄水場では、そもそも運転管理マニュアルが未整備であったり、薬品注入量が濁度・色度の変動に対応していなかったり等、技術的な問題点も抱えていた。

事後評価時に入手可能であったデータ（2015 年）ではパラグアイにおいて安全な水を利用する事が出来ない人口は全体の 15%と、計画時から改善はしている。公共水道網に接続できている人口は 2014 年から 2016 年にかけて、水道インフラ整備が進んだことで 64%から 73%に上昇した¹⁰。なお、本事業対象都市のコンセプション市及びピラルール市においては、事業実施により水道普及率はそれぞれ 72%と 79%に上昇し、濁度も日平均値がそれぞれ 0.2NTU と 0.1NTU に改善した。色度も両都市とも 3 度に改善し、いずれも常時パラグアイ飲料水の水質基準をクリアするまでに改善した。これらの改善には、本事業によって整備された浄水場建設が貢献しており、本事業は引き続き重要な役割を果たしている。他方、他の地方都市や農村部における上下水道インフラ整備は引き続き必要であり、上水道インフラが整備済みの地方都市においても、維持管理状況や水質、サービスの質等について地域によってばらつきがあり、引き続きインフラ整備・技術改善に関するニーズは存在する。

以上、計画時及び事後評価時とも本事業とパラグアイ、特にコンセプション市及びピラルール市の開発ニーズとの整合性は高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性¹¹

日本の対パラグアイ援助政策は、パラグアイの国家開発計画や開発課題を踏まえ、2010 年 7 月に現地 ODA タスクフォースによって「2010 年度対パラグアイ経済協力政策協議」が実施され、①貧困対策（社会サービスの充実及び貧困層の生計向上）、②持続的経済開発（産業振興、経済社会インフラの充実、及び環境対策）、③ガバナンス強化、の 3 つの重点分野について協力を行うことで合意した。本事業は、特に「持続的経済開発：持続的経済開発」資する事業として位置づけられ、日本の援助政策との整合性は高い。

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

⁹ NTU とは、Nephelometric Turbidity Unit（比濁計濁度単位）の略で、ホルマジンによる水の濁りを基準とした濁度計測に用いられる単位。蒸留水 1 リットルにホルマジン 1mg を溶かした濁度を 1NTU と定義する（出所：一般財団法人土木研究センター）。

¹⁰ 衛生事業管理規制院（Ente Regulador de Servicios Sanitarios,以下「ERSSAN」という）。

¹¹ 事業事前評価表、ODA データブック 2010 年。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業では日本側負担により両都市で新たな取水施設が建設・更新された他、既存浄水場の敷地内に急速濾過方式による新たな浄水施設が建設された。さらに、ソフトコンポーネントとして浄水場の運営・維持管理についての研修が実施された。他方、パラグアイ側負担により両浄水場の付帯工事、コンセプション市の配水池建設およびピラル市の送水管更新が行われた。

日本側負担による浄水施設のインフラ整備及びソフトコンポーネントの計画及び実績は以下のとおりである（表 1、2）。

- ① インフラ整備：両浄水場で一部の構造や形状、階段の取り付け位置変更等の軽微な計画変更はあったが、費用や事業期間への影響はなかった。主な変更は下記 2 点である：

- コンセプション浄水場では、急速ろ過地、配水池、ポンプ室の位置を敷地境界の変更が可能であることが確認されたため、施設の位置を約 6m 南側へ移動した。
- 浄水場の躯体（ブロック形成地、沈澱池、急速ろ過池、配水池、ポンプ室）に使用する鉄筋の一部について、浄水場の基礎工事の段階で、予め日本より発送した鉄筋のアルゼンチンでの小型船への積込が遅れたため、一部鉄筋を現地調達で代用した。これに伴い日本製と現地調達品で鉄筋径が異なるものが混合することとなったため、配筋変更（間隔を狭くし、必要鉄筋量以上を確保する、もしくは交互に配置する等）が必要となった。

- ② ソフトコンポーネント：ESSAP 地方支局責任者、浄水場所長及びオペレーターを対象とし、講義と実践を通じ浄水処理技術指導が実施された（表 2）。計画及び実績に大きな差はない。また、技術支援の達成度の評価についてもほぼ予定どおりの成果が得られた（詳細は「3.5.2 持続性：運営・維持管理の技術」を参照）。



ピラル浄水場の
自家発電機

表 1 日本側負担アウトプット：施設整備の計画と実績

項目	計画		実績
	コンセプション市	ピラール市	
I. 取水施設			
1. 計画取水量	10,760 m ³ /日 (125L/秒)	8,200 m ³ /日 (95L/秒)	両浄水場 とも 計画どおり
2. ポンプスラブの改修	コンクリートポンプベース / (取水口は既設を活用)		
3. ポンプの更新	立軸斜流ポンプ 3 台 (うち 1 台は予備)		
	Q=3.70m ³ /分 H=16m	Q=2.85m ³ /分 H=16m	
4. 制御盤・配電盤の更新	新設 (インターロック付き)		
5. 導水管・場内配管の更新	ポンプ周り配管 / (管理橋は既設を使用)		
	導水管 Φ300 L=約 150m	なし	
II. 浄水施設			
1. 着水井	滞留時間 1.5 分		両浄水場 とも 計画どおり
2. 薬品混和・急速攪拌	パーシャルフリュウム、射流部、跳水部		
3. フロック形成地	3 段階、水平迂流式 2 池		
4. 横流式薬品沈澱池	L38m×W6.7m×2 池	L34m×W6.0m×2 池	
	越流管設置 有効水深 4m		
5. 急速ろ過池	L6.3m×W3.8m×4 池	L5.5m×W3.4m×4 池	
	砂層厚 70cm		
6. 逆洗ポンプ	渦巻斜流ポンプ 2 台 (うち 1 台は予備)		
	Q=19.12m ³ /分 H=8m	Q=14.72m ³ /分 H=8m	
7. 表洗ポンプ	横軸片吸込渦巻ポンプ 2 台 (うち 1 台は予備)		
	Q=4.07m ³ /分 H=15m	Q=2.76m ³ /分 H=15m	
8. 浄水管理池	L7.4m×W0.9m 1 池 / 薬品注入槽を兼用		
9. 配水池	W5.0m×L27.8m×2 池	W9.0m×L20.0m×2 池	コンセプション のみ位置を 約 6m 南側へ 移動
	浄水池を兼用 有効水深 3.6m		
10. 送水ポンプ	横軸片吸込渦巻ポンプ 3 台 (うち 1 台は予備)		両浄水場 とも 計画どおり
	Q=3.4m ³ /分 H=67m	Q=2.15m ³ /分 H=45m	
11. 場内作業用水ポンプ	汎用直結ブースタポンプユニット / 単独交互 / 自動運転		
	Q=0.3m ³ /分 H=20m		
12. 硫酸アルミ注入設備	管理室・注入ポンプ機器		
13. 石炭注入設備	管理室・注入ポンプ機器		
14. 塩素注入設備	管理室・注入ポンプ機器・塩素ガス漏洩警報装置		
15. 計測設備	原水流量計	パーシャルフリュウム	
	ろ過水流量計	全幅堰	
	送水流量計	電磁流量計	
	逆洗水流量計	差圧式オリフィス流量計	
	池内水流量計	ポンプインターロック機能 配水池内に設置	
16. 場内排水管	Φ700mm L=約 235m	Φ600mm L=約 64m	
	コンクリート管		

出所：JICA 提供資料

表 2 日本側負担アウトプット：ソフトコンポーネントによる技術指導の計画と実績

項目	計画	実績
対象者	ESSAP 地方支局責任者、浄水場所長及びオペレーター	<ul style="list-style-type: none"> ● コンセプション浄水場 30 人 (MOPC3 名含む) ● ピラール浄水場：28 人 (MOPC2 名含む) ● 合計 58 人
講義内容	<ul style="list-style-type: none"> ● 理論：パラグアイ川の水質特性、浄水場の簡易水理学、凝集・フロック形成理論とジャーテスト、浄水プロセス（沈澱とろ過）と浄水場の運営（効率）について正しい知識の理解、運転維持管理マニュアルの理解安全管理（特に塩素ガスや電気設備の取扱い）、浄水水質の調整法、運転コストと保全コストの削減、日常維持管理マニュアルの理解 ● 現場活動：浄水場の事故と安全、運転維持管理 	計画どおり
成果品	浄水場運転・維持管理マニュアル、講義、演習資料、完了報告書	計画どおり

出所：計画は JICA 提供資料。参加者数の実績は実施機関の出欠記録に基づく。

パラグアイ側負担によるアウトプットは、①浄水場内整地、②ピラール浄水場アクセス道路整備、③電気引き込み工事、④フェンス、外構工事等、⑤コンセプション市内の配水池の整備、⑥ピラール市の送水管更新、⑦その他（銀行口座開設や事務費用、資機材輸入の際の税金や通関費用、手数料等）の 7 項目であり、全て予定通り実施された。

なお、事業完成後、両浄水場の安定な稼働を確保するため、ESSAP は自己負担で以下 2 点を実施した：

- ピラール市の取水塔両側の河岸の護岸整備：河岸の浸食が想定以上に進み、取水塔からの導水管の安全性と安定した取水を確保するために蛇籠による護岸整備を実施。
- 両浄水場における自家発電機の設置：パラグアイは電力供給が不安定であり、事業開始当初、停電による断水が相次いだため 2015 年にコンセプション浄水場は 300KVA、ピラール浄水場は 200KVA の自家発電機を設置。

以上、両国のアウトプットは大きな変更はなく実施された。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

計画時の総事業費は 1,546 百万円（うち日本側負担額：1,489 百万円、パラグアイ側負担額：57 百万円）であったのに対し、総事業費の実績は 1,571 百万円（うち日本側負担額：1,487 百万円、パラグアイ側負担額：83 百万円）、計画比 102%と計画を上回った。

表 3 事業費の計画と実績*

(単位：千円)

費目	計画 (事前評価表)	実績
【日本側負担】		
I. 建設費	1,350,600	1,350,000
1. 直接工事費	-	935,800
2. 共通仮施設費、現場管理費、一般管理費	-	414,200
II. 設計監理費	137,612	137,612
1. 実施設計費・施行監理費	130,860	130,860
2. ソフトコンポーネント費	6,752	6,752
小計	1,489,000^注	1,487,612
【パラグアイ側負担】		
1. 浄水場内整地	1,123	485
2. ビラール浄水場アクセス道路整備	2,724	8,671
3. 電気引き込み工事	470	330
4. フェンス、外構工事等	800	5,003
5. コンセプション市内の配水池の整備	20,429	38,310
6. ビラール市の送水管更新	30,000	29,079
7. その他 (手数料等)	1,520	1,532
小計	57,066	83,410
合計	1,546,066	1,571,002

出所：日本側負担は JICA 提供資料。パラグアイ側負担の計画は JICA 提供資料、実績は実施機関及び ESSAP 提供資料。

*：計画時積算条件：積算時 2011 年 11 月、為替レート：米ドル 1=79.04 円、グアラニー 1=0.02 円。事後評価時：2011 年から 2013 年の平均レート (IMF のデータがないため OANDA の為替レートを使用グアラニー 1=0.019391 円)。

注：記載情報は JICA 提供資料に基づくが、小計については内訳金額の合計を四捨五入した額が記載されているため、上段の総計と一致しない。

日本側負担の事業費は計画内に収まったが、パラグアイ側負担による事業費は、計画比 146%であった。パラグアイ側負担事業費が計画を上回った理由について、ESSAP は計画時の費用積算が詳細な調査に基づくものではなかったため、計画時の見積もりが過少評価されていた可能性があるとのことであった¹²。

3.2.2.2 事業期間

計画時の事業期間は、2011 年 8 月～2013 年 7 月 (計 24 カ月) であった。実績は 2011 年 11 月～2013 年 9 月 (計 23 カ月)、計画比 96%であった¹³。

¹² 計画時のパラグアイ側費用の積算について、ESSAP には工事数量・単価についての情報が保管されていなかったため、計画時の見積もりが過少評価されていたか否かまでの詳細な分析はできなかった。

¹³ 事前評価表では事業期間を 24 カ月としていたが、準備調査報告書の工程表を確認したところ、G/A から D/D までの期間が含まれていなかった。評価リファレンスに基づき、同条件で実績を比較する必要があるため、G/A 締結からではなく、詳細設計開始の 2011 年 8 月から事業完了までを事業期間とした。また、事業完了の定義は計画された浄水場の供用開始、ないしソフトコンポーネント完了とした。パラグアイ側負担の 7 つのアウトプットの内、コンセプション市内の配水池の整備は 2014 年 12 月に完成し、その他の項目は全て 2014 年 11 月時点で完了している。配水池の整備の内容は既存施設の拡大であったため、浄水場の供用開始を妨げるものではなかった。従って、本事後評価ではパラグアイ側負担のアウトプットの遅延は事業期間には含めていない。

		2011年												2012年												2013年											
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
詳細設計・入札	計画																																				
	実績																																				
建設	計画																																				
	実績																																				
技術指導	計画																																				
	実績																																				

出所：計画は JICA 提供資料。実績は JICA 及び実施機関提供資料。

図 1 事業期間の計画と実績

詳細設計及び入札開始に 3 カ月の遅延が生じたため、事業完了は 2 カ月遅れたが、事業期間は計画内に収まった。

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

3.3 有効性¹⁴ (レーティング：③)

3.3.1 定量的効果 (運用・効果指標)

本事業の目標は「コンセプション市及びピラール市において安全な水が供給される」である。計画時には、主要指標として「①給水人口」「②浄水場の水生産量」「③平均配水量」「④浄水の水質 (色度・濁度)」の 4 つの運用・効果指標が設定された (表 4)。本事後評価ではこれらに加えて、補助指標として「⑤浄水の水質 (その他の主要項目)」「⑥給水時間」「⑦浄水場の施設利用率 (生産量÷生産能力)」「⑧無収水率」を追加した (表 5)。

1. 主要運用・効果指標

「①給水人口」は両市とも ESSAP の給水区域が拡大したことで目標値を達成した。給水区域は本事業とは別に ESSAP が実施した事業により拡大したが、本事業による浄水能力の増強がこれを可能にしたといえる。「②浄水場の水生産量」及び「③平均配水量」は両都市で増加し、コンセプション市は両指標とも達成し、ピラール市は「②浄水場の水生産量」は 79%と目標値達成に至らなかったが、「③平均配水量」は 84%と概ね目標を達成した。ピラール市では目標を 100%達成しなかった理由として ESSAP と準備調査を精査したところ、準備調査時の水需要予測に用いられたピラール市の都市開発計画には居住区の拡大、及び新規大口需要家の誘致が計画されていた。前者はある程度進んだため給水人口は目標を達成できたものの、後者は予定通り進まなかったことに加えて、都市計画の大幅な遅れを理由に既存の大口需要家も数社撤退した。顧客当たりの需要が大きく水需要予測の多くを占めていた大口需要家の増加が進まなかったことで、当初予測されていた水需要量に至らず、

¹⁴ 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。

結果として、「②浄水場の生産量」の目標が達成できなかったという結果であった。しかし、事後評価時、前述ピラール市政府による都市開発計画同開発が進んでおり、それに伴い2018年以降はさらなる顧客の増加、生産量、配水量の増加も見込めるとのことであった¹⁵。

表 4 主要運用効果指標：目標達成度合い

指標名	基準値 2010年 事業計画年	目標値 2016年 事業完成3年後	実績		
			2016年 事業完成3年後	目標達成 度合い	
① 給水人口(人)*					
コンセプション市	26,565	29,685	34,150	115%	
ピラール市	22,492	25,672	33,840	132%	
② 浄水場の生産量** (m ³ /日)					
コンセプション市	6,346	8,906	9,080	102%	
ピラール市	4,404	6,434	5,067	79%	
③ ESSAP給水区への平均配水量** (m ³ /日)					
コンセプション市	5,897	8,096	8,835	109%	
ピラール市	3,652	5,849	4,889	84%	
④ 浄水の水質 (パラグアイ水質基準推奨値)					
コンセプション市	色度(度)	35(最大)	5以下(常時)	3(常時)	100%
	濁度(NTU)	11.3(最大)	1以下(常時)	0.1~0.4	100%
ピラール市	色度(度)	20(最大)	5以下(常時)	3(常時)	100%
	濁度(NTU)	24(最大)	1以下(常時)	0.1~0.4	100%

出所：基準値、目標値はJICA提供資料。実績値はESSAP提供資料。

*：普及率(給水人口÷給水対象人口)は2016年時点でコンセプション60%、ピラール71%である。

**：事前比較表の計画値を精査したところ、準備調査報告書の2019年の値となっていたため、2016年の値に修正した。浄水場での生産量は給水量と同義では無く、濾過槽の洗浄など浄水場の運転のために全生産量の10%の水が場内で使われていると仮定している。

「④浄水の水質(色度と濁度)」に関しては両浄水場とも目標を達成し、パラグアイ水質基準推奨値を常時守っている。なお、原水であるパラグアイ川の2016年の水質データを入手したところ色度の最大値は乾季(4月~11月)100~120度、雨期(12月~3月)は120~140度であるが、浄水の色度は常時3度である。同様に原水の濁度の最大値は季節を問わず9.6~75NTUと1年を通じて大きく変動しているが、浄水場の濁度はいずれも0.1~0.4NTUで安定している。



コンセプション浄水場：
取水口の水と浄水場出口の水

¹⁵ 事後評価時、ピラール市政府による都市開発計画の一部である「ピラール市給水システムマスタープラン」のフェーズI(2015年~2025年)が進められていた。同プランでは2025年までにピラール市の水道インフラ整備を行うことで一日平均水需要量が13,337m³/日まで増加する計算である。同計画の直近の成果としては、給水網の新規建設により、2017年度内にピラール市のサン・ホセ区、サン・ビセンテ区、サン・ホアンパブロ区の合計約600世帯がピラール浄水場から供給を受け、これにより水需要も増え、生産量、配水量も増加し、本事業で目標としていた生産量、配水量も達成できる予定である。

2. 補助運用・効果指標：

「⑤浄水の水質：大腸菌群数、マンガン、全鉄、残留塩素濃度¹⁶」については両浄水場とも基準をクリアしている。なお、残留塩素濃度の水質基準は配水管網における濃度である。ピラル市の場合、配水管網内の6モニタリングポイントのデータを確認したところ、1.0～1.8 mg/Lで推移し基準をクリアしており、浄水場の出口の数値が2.5～2.7 mg/Lであることは妥当である。

表5 補助運用・効果指標：目標達成度合い

指標名	基準値 2010年	目標値 2016年 事業完成3年後	実績		
			2016年 事業完成3年後	目標達成 度合い	
⑤ 浄水の水質（パラグアイ水質基準推奨値）*					
コンセプション市	大腸菌群数（MPN）	0	0（常時）	0（常時）	100%
	残留塩素濃度（mg/L）	2.4	0.2～2.0 （配水管網内常時）	1.0～1.5	100%
	マンガン（mg/L）	<0.05	30以下（常時）	検出されず	100%
	全鉄（mg/L）	0.2	0.3（常時）	0.075（平均）	100%
ピラル市	大腸菌群数（MPN）	0	0（常時）	0（常時）	100%
	残留塩素濃度（mg/L）	2.1	0.2～2.0 （配水管網内常時）	2.5～2.7	100%
	マンガン（mg/L）	<0.05	30以下（常時）	0（常時）	100%
	全鉄（mg/L）	0.2	0.3（常時）	0.092（平均）	100%
⑥ 給水時間（時間/日）*					
コンセプション	約24	24時間	約24時間	ほぼ達成	
ピラル	約24	24時間	約24時間	ほぼ達成	
⑦ 浄水場の施設利用率（生産量÷生産能力）*					
コンセプション	NA	—	84%	—	
ピラル	NA	—	62%	—	
⑧ 無収水率（%）					
コンセプション	40%	—	39%		
ピラル	21%	—	21%		

出所：基準値、目標値は JICA 提供資料。実績値は ESSAP 提供資料。

*：基準値についての正確なデータがなかったため、準備調査時に実施された社会状況調査結果を用いた。同調査によれば、基本的には 24 時間給水が実施されており、計画断水は雨期・乾期ともに原則行っていない。停電時などによる不定期な断水は、両市ともに月当たり 2～4 回であった。

MPN: 検水 100ml 中の最確数。

「⑥一日の給水時間」については、稼働開始後停電による断水があったが、2015 年に ESSAP が緊急時の発電機を両浄水場に設置したことで同年以降の給水時間は 24 時間を保っている¹⁷。「⑦浄水場の施設利用率」は、浄水場の生産能力に対する生産量であり、ESSAP としては 80%以上を適切なレベルとしている。コンセプション浄水場は 84%であったが、

¹⁶ 残留塩素濃度は浄水場で毎時間、その他の項目については 2 週に一度 ESSAP アスンシオン首都圏品質管理課がサンプルを持ち帰り、検査・記録している。大腸菌群数、マンガン、全鉄はパラグアイの飲料水の水質基準で推奨されている頻度（1 日 1 回）で検査が行われていないが、パラグアイの上下水道規制管理機関で水道の水質管理等を監督している衛生事業管理規制院（ERSSAN）はこれを承認している。

¹⁷ 浄水場の稼働率（年間稼働時間÷8,760 時間）×100 についても収集を試みたが、ESSAP の多くのデータはデジタル化できておらず、紙ベースのため集計に不備があり収集不可能であった。

ピラール浄水場は 62%と低かった。その理由は、前述のとおり、ピラール市政府の都市開発計画に大幅な遅れが生じたことで、大口需要家による水需要増加が見込めず、生産量が伸び悩んだことによる。「⑧無収水率」については、コンセプション市は基準値の 40%から 39%へと若干改善し、ピラール市は基準値、実績値とも 21%とほぼ横ばいであり特に変化はなかった。なお、本指標は本事業で改善するものではなく参考指標としてのみ扱っている。

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

計画時に想定されていた定性的効果は、①水質の向上による、下痢をはじめとする水因性疾患の罹患数の減少と、②ソフトコンポーネントを通じた浄水場運転管理技術の指導による正確な浄水の知識の蓄積、及び浄水場の運転管理技術の向上、の 2 点であった。①については「3.4.1 インパクトの発現状況」で分析し、②については「3.5.2 運営・維持管理の技術」で分析をおこなった。

以上から、本事業により 2 都市における安全な水の生産が増加し、給水人口、配水量、給水時間の増加が実現している。コンセプション市では全ての指標が目標を達成した。ピラール市では水生産量、配水量が目標の 8 割前後であり概ね達成していることに加え、今後、達成率の増加が見込まれ、その他の指標は目標を達成している。よって、本事業の有効性は高いと判断される。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

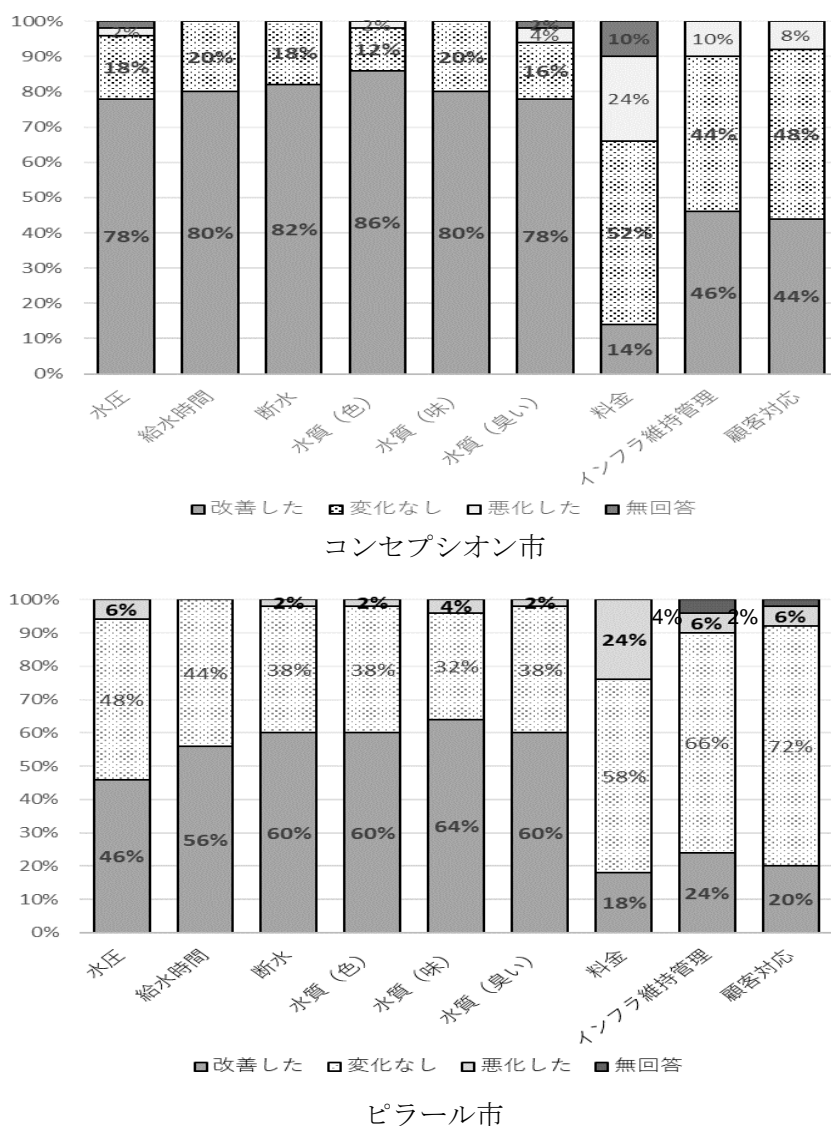
本事業のインパクトは「コンセプション市及びピラール市住民の生活環境が改善される」及び「水質の向上による、下痢をはじめとする水因性疾患の罹患数の減少」である。

① コンセプション市及びピラール市住民の生活環境改善：

生活環境の改善を把握するため、受益者調査¹⁸を通じて、受益者が水を利用・消費する際に感じる水道水の改善（色、味、臭い）や断水の減少、水の使い方の変化や水に関するコストの減少等を確認した。図 2 に示すとおり、給水時間、断水の頻度、水道水の質については両市とも「改善した」という回答が大半を占めているものの、その割合はコンセプション市がピラール市よりも高く、受益者の認識に差が生じる結果となった。この認識の差

¹⁸ 受益者調査はコンセプション市は 2017 年 3 月 18 日と 19 日、ピラール市は 2017 年 3 月 21 日と 22 日に実施した。対象は事業前後の変化の把握が目的であったため、事業前後で ESSAP の顧客であることを条件にした。サンプルサイズは各都市 50 世帯、合計 100 世帯。サンプリング手続きは、コンセプション市 5 街区、ピラール市 9 街区を選んだ。各街区で調査開始地点を地図上で無作為に選び、2 軒毎に訪問するルールを用いた。男女比についてはコンセプション市（男性 50%、女性 50%）、ピラール市（男性 44%、女性 56%）であった。

の理由として考えられるのは、2013 年から新たな浄水場が稼働していることを知っている
と答えた受益者はコンセプション市 80%、ピラール市は 56%であることから¹⁹、この認識
の差がバイアスとなり、各市別の受益者の本事業による水道水の変化に関する認識の差に
つながったものと考えられる。なお、表 4 と表 5 に示している指標や、ESSAP による両市
の水道水の水質検査結果に基づいた場合でも、本事業の浄水場の水は飲料水の水質基準を
クリアしており、本事業はコンセプション市、ピラール市の生活環境の改善に貢献してい
ると判断できる。

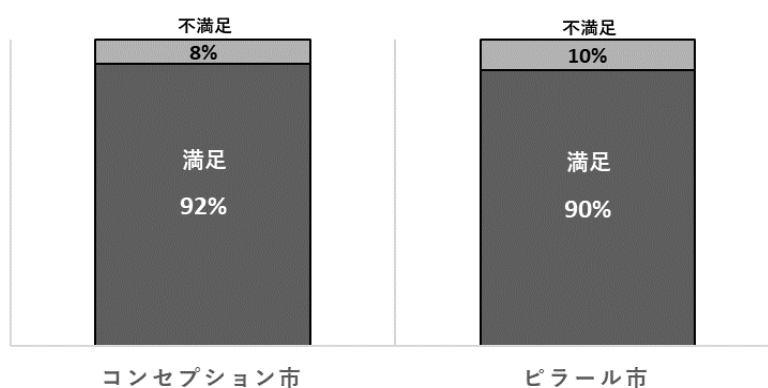


出所：受益者調査結果

図 2 事業前後の水道水の変化

¹⁹ コンセプション浄水場は市の中に位置しており、計画時・施工時・供用開始までの全工程を通じ、本事業は住民の日常生活の一部であったといえる。他方で、ピラール浄水場は市街地から若干離れた軍の敷地内に位置しており、施工時からすでに周知度合いが低かった可能性がある。

他方、図3に占めるとおり、事業全体の満足度としてはコンセプション市 92%、ピラール市 90%と高かった。その第1の理由は両市とも「水質が改善した」であった。事業前から水道水が住民の主な飲用水であったが、事業後飲用するための処理方法に変化が見られた。事業前は「何もせずそのまま飲用する」がコンセプション市 36%、ピラール市 64%であったのが、事業後は何もせずそのまま飲用するがそれぞれ 94%と 84%に増加した²⁰。第2の理由は「断水が大幅に減った」であった。事業前は朝や乾期に頻繁に断水していたが、現在は時間帯、季節別の変動はほぼなく 24 時間供給されるようになった。事業前は、断水時は質に問題がある井戸の水を使う、ESSAP 以外の水道供給業者から月平均 1 万～5 万グアラニーを支払って購入するなどしていたが、現在は断水がないため断水時の水入手手段やそのコストについて心配することもなくなっている。



出所：受益者調査結果

N=100 (50/市)

図 3 事業全体の満足度

以上、市によって差はあるものの、本事業によって水道水の質が改善し、断水がなくなったことで供給が安定し、水を確保するための機会費用もなくなり、生活環境改善に関するインパクトが認められる。

② 水質の向上による、下痢をはじめとする水因性疾患の罹患数の減少：

本事後評価では、計画時同様、水因性疾患の罹患数に関する統計を、保健省及び各市の地方病院から入手を試みた。しかし、地方病院のカバー範囲は ESSAP 供給地域の都市部の住民だけではなく、ESSAP 以外の農村地域で水道供給を行っている企業の給水サービスを受けている人口、または水道が整備されておらず井戸水に頼っている地域の人口なども含まれ、その詳細は保健省も地方病院も把握していない。従って、これらの統計に基づく「本

²⁰ 事業前は、フィルターを使う、沸かす、沈澱させる・塩素を入れる等の処理を行っていた。

事業による水質の向上による、「下痢をはじめとする水因性疾患の罹患数の減少」を把握することは困難であった²¹。

コンセプション地方病院の疫学士、及びピラール地方病院の病院長へのヒアリングによると、本事業実施後、両都市の上水道の水質が大幅に改善したことは高く評価される。しかし、住民の衛生管理に関する意識が低いことが課題であり、調理の際の衛生管理（材料を洗う、しっかり火を通す等）及びトイレの後の手洗い習慣が徹底されていないことが問題であるとの指摘があった。また、受益者調査によると、「事業前もそもそも水因性の疾患は少なく、事業後もとくに変化はない」と回答した受益者はコンセプション市 86%、ピラール市 92%と高く、事業のインパクトとしての水因性疾患の罹患数の減少は認められなかった。

以上から、本事業と水因性疾患の罹患数の明確な因果関係の証明には至らなかったため、本事業のインパクト指標としては限定的な扱いとした。

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：

環境影響調査に基づき環境影響計画が作成され、コンセプション浄水場は 2012 年 9 月に、ピラール浄水場は 2013 年にそれぞれ環境庁により環境ライセンスが交付された。準備調査において、JICA 環境社会配慮ガイドラインの 23 のチェック項目では、コンセプション市は 18 項目が「影響が最小限かほとんどない」、5 項目が「プラスのインパクトが見込まれる」とされた。同様に、ピラール市は 20 項目が「影響が最小限かほとんどない」、3 項目が「プラスのインパクトが見込まれる」とされ、いずれも環境への影響は極めて小さいものとされた。施工時には、騒音・振動等の環境・社会への負の影響を最小限にとどめるため、廃棄物・汚泥については専用車両で市の廃棄物収集所に搬送し、工事現場の散水により粉じん抑制を行った。騒音対策としては、工事の時間について早朝や夜間を避け行い、振動対策としては振動を抑える工法を採用した²²。なお、供用後の環境モニタリングは ESSAP および衛生事業管理規制院による水質モニタリングが行われており、パラグアイの水質基準を満たしている。ESSAP が環境庁に提出した環境影響計画実施状況報告書は 2015 年に承認され、本事業による自然環境へのインパクトは最小限に抑えられたことが確認された。

²¹ 統計入手可能であったピラール市については、合計患者数に占める「軽度の下痢」の患者の割合は 2008 年、2009 年の 8%から 2016 年には 1%に減少しており、「脱水症状を伴う下痢」の割合は 2008 年、2009 年の 1%から 2014 年～2016 年には 0.05%～0.1% と 1%以下に減っている。ただし、ESSAP の顧客の割合は不明である。

²² 受益者調査を通じ、本事業の環境への影響についても確認したが、「影響はなかった」と回答した受益者はコンセプション市 88%、ピラール市 100%であった。ピラール浄水場はそもそも軍の敷地内にあり、市街からは離れている。そのため、汚水、ゴミ、振動等施工時の影響はピラール市では感じられなかった。他方、コンセプション市の場合、12%の回答者がこれらの影響を感じたと回答した。浄水場が市内にあるコンセプションでは事前に ESSAP による近隣住民に対し事業の説明会を開催し、理解を得ていたため、工事は問題なく進められた。

② 住民移転・用地取得等：

既存の施設・設備の更新であり、新たな用地取得、及び住民移転は発生していない。

③ その他インパクト：

本事業では、上記の想定されたインパクト以外にも、①貧困削減促進、②ジェンダーへの配慮、③他スキームや他ドナーとの連携、が期待されていた。①については、ESSAP 供給区域はそもそも貧困層の居住区域でなく、事業前にすでに ESSAP のユーザーであった割合が大きいため、水道サービスを貧困層の居住区まで届けない限り、上記のインパクトは期待できない。②については、本体工事着工時に想定されていた住民説明会における参加者のジェンダーバランスを保つための配慮することが計画されていたが、文化的背景から説明会等には男性が参加することが多かった。しかし、そのことによる負のインパクトは特に確認されなかった。③については JICA の技術協力「配水網管理技術強化プロジェクト」(2011 年～2014 年) との連携が期待されていた。コンセプション支局、及びピラール支局も協力対象に入っており、本事業によるインフラ整備とあわせて、スキーム間の連携が効果的に行われることが期待されていた。しかし、2014 年の政権交代により各支局の職員も入れ替わり、実施機関も ESSAP も本インパクトを裏付ける詳細情報は持ち合わせていなかった。

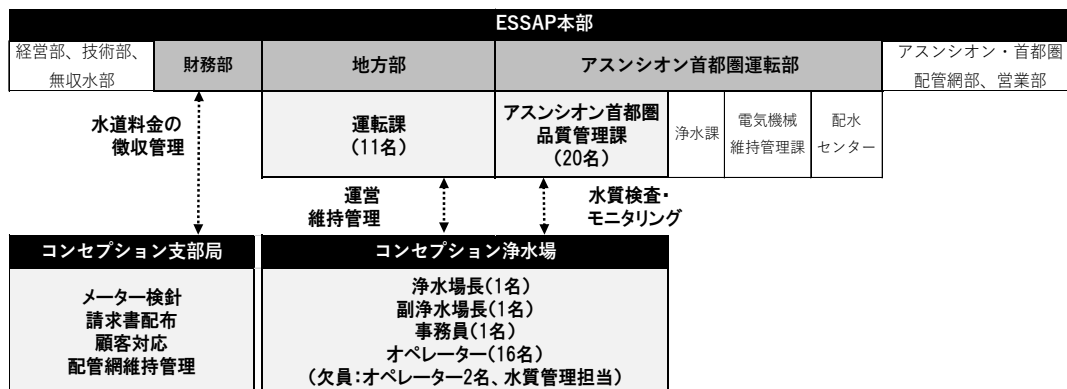
以上、本事業のインパクトのうち、「コンセプション市及びピラール市住民の生活環境が改善される」については水道水の質の改善や、断水がなくなったことによる安定供給が確保できたこと等、正のインパクトが認められる。他方「水質の向上による、下痢をはじめとする水因性疾患の罹患数の減少」については事業前後で明確な差は見受けられなかった。自然環境へのインパクトは最小限に抑えられ、新たな用地取得、及び住民移転は発生していない。

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：②)

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の監督責任がある主管官庁は実施機関の公共事業通信省であり、実際の運転・維持管理は ESSAP が担っている。上下水道の運営・維持管理事業の権限はほぼ全て ESSAP 本部に集中している。図 4 にコンセプション市の水道事業の運営・維持管理体制を示す。なお、同体制はピラール市も同様であるため、ここでは例としてコンセプションをあげた。



出所：ESSAP 提供資料。

図 4 運営・維持管理体制：コンセプション浄水場の場合

図 4 に示すとおり、本事業の浄水場の担当部局は、ESSAP 本部内の地方部運転課である。日常の運営・維持管理は各浄水場で行っているが、緊急時や、高い専門性を要するメンテナンスは、地方部運転課と連携して行っている。他方、水質検査については、濁度、色度、pH を含む 8 項目については各浄水場のオペレーターが毎日行っているが、詳細な検査はアスンシオン首都圏品質管理課²³が担っている。同課には化学エンジニアが 20 名所属しており、設備も整っている。20 名は交代で「アスンシオン」と「その他地域」の水質管理を担当している。本事業の浄水場へは 2 週に一度出向いてサンプルを持ち帰り水質検査を行い、検査結果や必要な措置について各浄水場に報告・指導を行う。水源であるパラグアイ川の水質もアスンシオン首都圏品質管理課が検査し、両浄水場と情報を共有している。同様に、各浄水場の水質 8 項目の前日の情報も毎日翌日早朝には品質管理課に送られている。また、各都市に ESSAP 支部局があり、浄水場とは常に給水情報を共有しているが、別組織としてメーター検針と請求書の配布、顧客対応、配管網の維持管理を担当している。以上、ESSAP 本部、支部局、浄水場の組織図も指示系統も明確である。



アスンシオン首都圏
品質管理課での水質検査

事後評価時、最も重要な課題は各組織の人員不足であった。ESSAP 本部の地方部運転課によれば、合計 22 都市の浄水場の維持管理支援を 11 名のエンジニア・技術者で行っているため、予防保全に重きをおいた計画とモニタリングを行いたいが、実状は事後保全で手がいっぱいであり、緊急度合が高い問題を抱えている浄水場を優先的に回っている。人員不足に加えて、車両の設備も 2 台に限られているなど、ESSAP 本部による地方都市の浄水場への支援体制は万全とはいえない。なお、計画時に設定された本事業の浄水場の最低限の運転・維持管理に必要な人員は、浄水場長（1 名）、副浄水場長（1 名）、オペレーター

²³ アスンシオン首都圏は首都アスンシオン及び周辺 12 都市を含む。

18名（1日2交代制・12時間勤務・1チーム3名×6チーム）、水質管理室担当者（1名）、合計21名であった。事後評価時、コンセプション浄水場の欠員はオペレーター2名と水質管理室担当1名、ピラール浄水場の欠員はオペレーター3名、水質管理室担当1名であり、両浄水場も人員不足であった。さらに、ESSAP全体を繋ぐイントラネットが整備されていないため、本部と浄水場の情報共有方法は、基本的に個人の携帯や紙の書類を内部連絡便でやり取りしている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

事後評価時、コンセプション浄水場の大半の人員の最終教育は高等学校である（電気工の資格を持つオペレーター1名、大卒の事務員1名が在籍している）。同様にピラール浄水場は大卒者は浄水場長1名、電気工1名、電気機械技師1名、電子技師1名である。ESSAP本部には様々な浄水場の現場で長年勤務し経験を積んできたエンジニアや技術者が多いが、これらの技術者の知識やノウハウはESSAP全体で活用されていないことに加えて、ESSAPには確立した人材育成制度がなく研修は基本的にOJT以外無いと言っても過言ではない²⁴。若い世代の専門知識・ノウハウ不足、人材育成制度がない点は、ESSAP本部も浄水場も最も懸念している点としてあげている。



ピラール浄水場：
取水ポンプの点検の様子

なお、本事業ではソフトコンポーネントでESSAPオペレーター及び職員58名に対し、研修が実施された。しかし、2014年の政権交代を機に政治的理由からESSAP全体で大幅な人材の入れ替えがあり38名が離職を強いられた。残った職員の大半は2～3年後には定年退職するため、今後これまで蓄積された経験やノウハウが失われることは明白である。本事業の研修を受け、浄水場に残っている人材（現在の浄水場長やチーム長）は、OJTを通じて若手人材の育成に力を注いでいるが、元研修生の多くは「研修を受けて浄水プロセスを科学的に理解したうえで運営・維持管理をすることの重要性を学んだが、運営・維持管理の手順はOJTで伝えられても、その根拠となる理論（例えば、注入する薬品の量をなぜ調整するのか等）を自分達が若い世代に伝えるほどの専門知識は持っておらず、専門家による継続した研修が必要である」という意見を述べている。本事業の浄水場は、稼働開始後間もないことと、コンセプション市は浄水場長が、ピラール市は副浄水場長が元研修生であり、浄水場の運営・維持管理を実施するために必要な手順が記載されている非常に理解しやすいマニュアルが作成され、これに基づき運転・維持管理ができているが、「浄水理

²⁴ 事後評価時、ESSAPで定期的に行われている研修は、2年おきに本部・浄水場の人材を対象に行われる「安全管理：消火器」「安全管理：事故等が発生した場合のスタッフの応急措置」「計画」のみであった。

論を理解したうえで、原水水質や取水量の変化に応じて適切な運営・維持管理」が行われているとは言えなく、技術の持続性に懸念が残る。

水質管理については、両浄水場とも水質管理担当は欠員となっているが、ESSAP のアスンシオン首都圏品質管理課の技術は十分であり、浄水場に出向いた際に、機材の点検や校正、オペレーターに対する OJT も行っている。アスンシオン首都圏品質管理課の薬品や機材等については 2 市を含む全国の水質管理を実施するのに十分とのことであった。

以上、水質管理の技術については十分であるが、ソフトコンポーネントで育成したオペレーターがほぼ残っていないこと、ESSAP 内の総合的な運営・維持管理の人材育成計画の欠如により本事業の運営・維持管理技術の改善が必要である。

3.5.3 運営・維持管理の財務

計画時同様、運営・維持管理の経費は全て ESSAP 本部で管理され、地方支部局も各浄水場も予算執行計画はなく、小口現金のみが割り当てられ、毎年与えられた予算や資材を用いた日常的な維持管理を行っている。施設の拡張や改善に係る予算の権限は全て本部にある。地方支部局ではメーターの読み取りと確認のみを行っており、水道料金の徴収管理も本部の財務部が担っている。従って、本事業の対象両都市における運営・維持管理の財務は ESSAP 全体の財務状況に依存している。ESSAP は 2009 年以降²⁵、比較的良好な財務状況が継続しており、入手可能であった 2015 年までの損益計算表では 2015 年の所得税 (1,587,632,950 グアラニー) を引いた当期損益は 55,835,491,170 グアラニーと、安定した黒字経営が続けられている。



ピラール浄水場：
濁度と色度の検査・記録
をするオペレーター

なお、計画時の維持管理費の想定 (2019 年) は、コンセプション浄水場 1,069 百万グアラニー/年、ピラール浄水場 713 百万グアラニー/年であった。実際の維持管理費についてのデータ入手は困難であったが、浄水場長やオペレーターへの聞き取り調査では日々の維持管理のために必要なオイルや石灰、その他薬液等は事前に申請を行い、これまで不足する状況は発生していないとのことであった。また、水料金収入については両市とも 2013 年～2015 年で増加傾向にあり、支出も増加しているものの、バランスは黒字となっている。

²⁵ パラグアイの水道施設の整備と運営は、旧衛生事業公社 (CORPOSANA) から ESSAP に 2003 年に移譲された。ESSAP は、料金収入額の大半 (2008 年約 8 割) を施設使用料として国に上納するため、設立当初から赤字経営を余儀なくされていたが、この状況に対する負担軽減策として、大蔵省は 2008 年に施設利用料の免除を決定した。これにより、従来の赤字経営は、2009 年以降黒字経営に一転した。また、2012 年には大規模なアスンシオン第三浄水場が供用開始され、水生産量、顧客数及び水道料金収入が一挙に増大し、黒字経営が拡大した (出所：コロネル・オビエド市給水システム改善計画準備調査 2014 年)。

表 6 ESSAP の損益計算表 (2013 年～2015 年)

(単位：百万グラニー)

	2013 年	2014 年	2015 年
収入			
上水道	226,197	243,312	254,657
下水道	49,527	53,876	56,058
小計	275,724	297,188	310,715
支出			
管理費	84,508	76,193	89,069
水道網維持管理費	32,574	25,683	31,670
営業費	12,123	19,109	24,191
上水道	34,812	63,869	57,339
下水道	42,550	46,246	51,023
小計	206,567	231,100	253,292
所得税前損益	69,160	65,087	57,423

出所：ESSAP 年次報告書 (2015 年)

以上、ESSAP 本部は黒字経営を続けており、今後も運営・維持管理の財務に大きな課題は見受けられない。本事業の両浄水場への予算配分も必要最低限ではあるものの、安定した運営・維持管理を実施するための予算配分は行われており、財務面については概ね問題はない。




3.5.4 運営・維持管理の状況

事後評価時の施設の運営・維持管理状況及び活用状況は、表 7 に示す通り、全般的に良い。

ピラール浄水場：倉庫の様子

表 7 各浄水場の運営・維持管理状況

【コンセプション浄水場】	
 <p>急速ろ過池</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 運営・維持管理状況：概ね良好 ● 取水設備の管理橋の補強：管理橋の手すり足場板が補強されていない。オペレーターが橋から足を滑らせ骨折をする事故が発生しており早急な対応を要する。 ● 安全管理の欠如：出入りも自由で、入口に警備員が配置されていない。

【ピラール浄水場】



- 運営・維持管理状況：概ね良好
- 取水口の問題：取水口のゲート²⁶が老朽化によりもはやその機能を果たしていないため、小さい魚や砂が取水され、本来であれば適切な保全管理を行っていれば12年～15年はずっと取水ポンプについて、4年間ですでに3回ベアリング交換が生じ、本来以上のメンテナンスが発生している。

- 急速ろ過池の水量流量計の修理：落雷で急速ろ過池の水量流量計が故障しているため修理のためのESSAP本部と調整し対応する。
- 浄水場へのアクセス道路の整備：敷地の入り口から浄水場までの道の一部が河の増水の際にダメージを受け、その後、再度整備を行っていないため、雨期の浄水場へのアクセスが困難である。

なお、現地調査の視察から、両浄水場で改善が必要な軽微な課題として次の2点があげられる。

- ① 本事業内で提供したスペアパーツなどが倉庫に無造作に積み上げられ、在庫管理も正確ではない。倉庫の管理体制が整っていないため、必要な時に倉庫の鍵がない、必要な部品を探すのに時間がかかる等、非効率な状況が生じており、整理整頓、モノやデータの管理についてデジタル化し、徹底した改善が必要である。また、安全管理（ヘルメット等の利用）も徹底されていない。
- ② 石灰注入設備の調整弁の部品（ダイヤフラム）の摩耗が激しく、国内では質の低い類似の部品しか入手できないため、本事業の設計を担当し、施工を管理したコンサルタントやサプライヤーにコンタクトするなど早急に入手する、もしくはメンテナンスの頻度を上げる等の対応を検討することが必要である。パラグアイの石灰は堅く、注入管が頻繁に詰まるため、マニュアルに記載している以上の頻度で清掃することを検討・実施することが求められる。なお、必要以上の石灰を注入している可能性もあるため、品質管理課に相談することも必要であると思われる。

なお、瑕疵検査時には両浄水場に対し、①良好な運転・維持管理状況を継続させるため、両浄水場の職員間で意見交換を行い、維持管理マニュアルを更新すること、及び②ESSAP各支局が本部に依存せず、安定した運営体制を確立し、各施設の適正な運転・維持

²⁶ コンサルタント及びESSAPへの聞き取り調査から、ピラール市の浄水場の取水口ゲートについては、準備調査時にその問題が指摘されたが、予算を大幅に上回ることから、ESSAPが別途予算確保が可能な時に整備を行うということで本事業対象外となった。

管理を継続的に実施することが提言として示された。コンセプション浄水場については、人員の増員、スペアパーツの浄水場での保管・管理、フロック形成池、沈澱池等の清掃作業頻度を ESSAP 本部ではなく浄水場長の権限で管理する、浄水場の品質管理担当者を指名すること、などの提言が行われた。インフラ整備に関連する内容については実施済みであり、人員増強の一部や品質管理担当者の雇用はいまだに欠員となっている。浄水場の職員間の意見交換や、ESSAP 各支局や浄水場の本部への依存体制の改善等の根本的な改革は事後評価時も行われていない。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制及び技術に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業はパラグアイのコンセプション市及びピラール市において取水施設の更新及び浄水施設を新設することにより、両市の上水道の水質の改善、給水量の増加、及び住民の安全な水へのアクセス改善を図り、もって生活環境の改善と水因性疾病率の減少に寄与することを目標に実施された。本事業とパラグアイの国家開発計画、開発ニーズ、日本の援助政策との整合性は高い。事業期間は計画内に収まったものの、パラグアイ側負担の事業費が計画を上回ったことで総事業費が計画を上回り、効率性は中程度である。両市で取水・浄水施設が新設されたことにより、両都市の水生産量、配水量が増加し、これは ESSAP が両都市で実施した給水区域拡大と相まって、給水人口の増加に結び付いた。ただし、ピラール市では準備調査時に計画されていた都市開発計画の遅れによる大口需要家の撤退に加えて、新たな誘致が進まず、水需要が予測通り増加しなかった結果、水生産量の目標達成には至らなかった。なお、浄水場における水質（色度・濁度）は両浄水場とも目標を達成した。両市では、水質が改善され水道水をそのまま飲料水として使用することが容易になり、かつ、断水がなくなり水の安定供給が確保されたことで水に関する費用が削減され、生活環境の改善に寄与した。ただし、水因性疾病率の減少について、対象地域は事業前から水因性疾病は比較的少なく、事業後も変化は認められなかった。以上から、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。運営・維持管理について意思決定のプロセスや権限は ESSAP 本部に集中しているが、各浄水場に対する ESSAP 本部の支援体制は万全とはいえない。また、本事業のソフトコンポーネントの研修を受けた人員の大半が ESSAP に残っていないほか、ESSAP には確立した人材育成プログラムがなく、技術面で不安が残る。運営・維持管理にかかる財務面の問題はない。以上から、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- 本事業のソフトコンポーネントの研修内容(理論と実績)は評価が高かった。しかし、事後評価時において同研修を受け ESSAP に残っている職員は非常に限られている。これらの職員が新たに雇用された若い人材に対し OJT を行っているが、2~3 年以内には定年退職する職員が多く、技術やノウハウの継承が急務である。ESSAP には確立した人材育成プログラムがないため、研修ニーズを把握し、ソフトコンポーネントの研修内容を参考にしつつ、外部からの支援を得ながら全地方都市の浄水場オペレーターを対象にした研修プログラムを導入する必要がある。また、人材育成プログラムの持続性確保のため、同時に ESSAP 内で研修講師を育てることも必要である。
- 各浄水場で若干の差はあるものの、書類・資料やスペアパーツの管理が不十分である。そのため必要な時に必要なものが瞬時に探し出せない状況にある。両浄水場とも整理整頓の習慣化に取り組むことが必要である。コンセプション浄水場では事務員を雇い、徐々に改善はしているものの、同作業を継続し、さらに全職員に対し日常の業務の中で整理整頓を徹底する必要がある。ピラール浄水場では倉庫の鍵を浄水場長だけが管理しており非効率的である。同倉庫には、本来日常的に必要なメンテナンススケジュールや運営・維持管理のチーム構成、勤務スケジュール、担当項目などの情報が記載してある資料までも保管されている。日常的に参照しなくてはならない資料はオペレーターが集まる管理室に移動し、活用を徹底することが望ましい。
- コンセプション浄水場では、浄水場の入口に警備員が配置されておらず、出入りも自由にできる状態であり、浄水場の正常稼働、住民への安全な水供給を保証するためにも万全な体制を確立することが望ましい。他方、ピラール浄水場は表 7 に記載している通り、敷地の入り口から浄水場までの道の一部が特に雨期にはアクセス困難となることから、労働安全管理の観点から早急に再整備を行うことが望ましい。
- ピラール浄水場の取水口について、表 7 に記載している通り、取水口のゲートが老朽化によりもはやその機能を果たしていないため、取水ポンプのベアリングの摩耗が激しく、想定以上の頻度で部品交換が発生していることから、早急に取水口のゲートを整備することが望ましい。
- 事後評価時は両浄水場と稼働開始間もないことから、大きな問題もなく運営・維持管理ができているが、多くの細かい意思決定の権限が ESSAP 本部に集中しており、総じて効率的な体制とはいえない。中長期的には少なくとも交換頻度や一定金額のスペアパーツや水質検査の薬剤等の購入権限と予算を浄水場に与え、より効率的な運営・維持管理を目指すことが必要である。同時に浄水場の人員の技術強化を図り、各市レベルの運営・維持管理体制を強化することで持続性を確保することが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

- ESSAP が人材育成プログラムを実施できるよう専門家派遣等や第三国研修などの選択肢を検討していくことが期待される。

4.3 教訓

政権交代時に大幅な人材の交代が見込まれる場合の技術移転方法の検討

本事業では事業完了直後の政権交代時に実施機関、及び本事業の運営・維持管理機関である ESSAP の人材が大幅に入れ替わった。これにより、ソフトコンポーネントを通じて技術・ノウハウを身に付けた受講者の大半が離職を強いられ、技術の継承が行われず中長期的な事業効果の持続性に支障を来す恐れがある。同様の状況が見込まれる国において類似事業を行う場合、大幅な人材交代が生じても技術が組織に蓄積されるように、対象浄水場の人材だけではなく、他の浄水場や、本部から全国の浄水場の管理や技術支援を行っている部署の人材等も対象にした研修を別事業として実施することなどを検討することが望ましい。

以上

2016年度 外部事後評価報告書
無償資金協力「首都圏地滑り防止計画」

外部評価者¹：(株) グローバル・グループ 21 ジャパン 藺田元

0. 要旨

無償資金協力「首都圏地滑り防止計画」(以下、「本事業」という。)はホンジュラスの首都圏テグシガルパ市における地滑り対策の促進に貢献することを上位目標に、同市エル・ベリンチュ地区及びエル・レパルト地区において、地滑り防止施設の建設ならびに地滑りモニタリング活動及び警戒避難体制整備を行うことにより、地滑り災害リスクの軽減を図るために実施された。ホンジュラス政府は一貫して防災に力を注いでおり、テグシガルパ市では地滑りと洪水を対象とした防災の必要性が大きい。また、本事業は計画時の日本の援助政策とも整合する。よって、本事業の妥当性は高い。本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。本事業の地滑り対策施設は適切に機能し、対象となった地滑りブロックが安定した。住民に対する情報普及は十分とは言えないものの、本事業が対象とした両地区では地滑りモニタリングが継続され、テグシガルパ市防災委員会 (*Comite de Emergencia Municipal* : 以下、「CODEM」という。)と住民防災組織による早期警報体制が機能している。テグシガルパ市の地滑り対策の技術能力は強化されつつあるが、首都圏における地滑り対策の広がりには限定的である。大雨がなかったため被害軽減の具体的な実績は確認できないが、本事業は地域住民の多くに安心感を与えている。以上を総合し、本事業の有効性・インパクトは高いと判断される。本事業の持続性について体制面、技術面、財務面いずれも大きな課題はない。地滑りモニタリング及び地滑り対策施設の運営・維持管理状況が良好であることも踏まえ、本事業の持続性は高いと判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

¹ 本事後評価では、外部評価者による評価分析に加えてより専門的・技術的な分析を行うために、福岡浩教授(新潟大学災害・復興科学研究所所長)による有識者分析を実施した。同教授は地すべり学を専門とし、ペルーのマチュピチュにおける地滑り調査、中米・中央アジア地域における技術協力(JICA 専門家)をはじめ、地滑りについての国際的な調査と技術の普及に幅広く参加している。同教授は本事後評価の第一次現地調査に参加し、現地視察、実施機関からの情報収集、ホンジュラスの防災行政機関、学術研究機関との意見交換を行った上で有識者分析ペーパーを作成した。本事後評価では、同教授の助言を得つつ評価結果及び提言・教訓を取りまとめ、有識者分析ペーパーの要約をBOX1、2として掲載した。なお、有識者分析のうち「地滑りについてのJICAの他の協力との関連(BOX2として掲載部分)」については外部評価者(藺田)が分析の一部を担当した。

1. 事業の概要



事業位置図



エル・レパルト地区の全景（対策後）

1.1 事業の背景

テグシガルパ市はホンジュラス共和国の首都であるが、洪水と地滑りの生じやすい自然条件に加えて地方からの貧困層の流入が続いて無秩序な都市化が進展し、自然災害に対して脆弱な都市であった。1998年10月にハリケーン・ミッチが中米地域を襲い、ホンジュラスにおける死者/行方不明者は13,000人を超えた。テグシガルパ市だけでも1,000人以上が死亡又は行方不明となった。また、同市ではエル・ベリンチェ地区で発生した大規模な地滑りが住宅地を破壊しただけでなく市中央を流れる Cholteca川を堰き止めて首都圏中心部の広範囲で浸水被害が発生した。

国際協力機構（JICA）はホンジュラスへの災害復興支援の一環として、2001年～2002年に「首都圏洪水・地滑り対策緊急計画調査」を実施し、テグシガルパ市における洪水対策と地滑り対策にかかる防災マスタープランを策定するとともに、洪水や地滑りの危険性が高い地域を特定し、緊急かつ優先的なプロジェクトについてのフィージビリティ調査を実施した。本事業は、同調査がフィージビリティ調査を実施した地滑り対策について、ホンジュラス政府の要請に応じて実施されたものである。

1.2 事業概要

テグシガルパ市エル・ベリンチェ地区及びエル・レパルト地区において、地滑り防止施設の建設を行うとともに、地滑りモニタリング活動及び警戒避難体制整備を行うことにより、地滑り災害リスクの軽減を図り、もって首都圏における地滑り対策の促進に貢献する。

供与限度額／実績額	(詳細設計) 45 百万円、(本体) 1,053 百万円／ (詳細設計) 45 百万円、(本体) 994 百万円
交換公文締結／贈与契約締結	(詳細設計) 2011 年 2 月、(本体) 2011 年 6 月／ (詳細設計) 2011 年 2 月、(本体) 2011 年 6 月
実施機関	以下の機関により構成される合同調整委員会が事業及び維持管理を実施：テグシガルパ市（議長）、公共事業・運輸・住宅省、国家計画・国際協力省、天然資源環境省、国家災害委員会

事業完成		2013年10月
案件従事者	本体	(株)安藤・間
	コンサルタント	セントラルコンサルタント株式会社・株式会社地球システム科学(JV)
協力準備調査		2010年7月～12月
関連事業		「首都圏洪水・地滑り対策緊急計画調査」(開発調査、2001年～2002年)、「中米広域防災能力向上プロジェクト"BOSAI"」(技術協力プロジェクト、2007年～2012年)、「テグシガルパ市首都圏における地滑りに焦点を当てた災害地質学研究」(科学技術研究員派遣、2012年～2014年)、「首都圏における地すべり対策能力強化支援(個別専門家派遣、2015年～2016年)」、「中米広域防災能力向上プロジェクト"BOSAI"フェーズ2」(技術協力プロジェクト、2015年～2020年)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藺田 元 (株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2016年10月～2018年2月

現地調査：2017年2月9日～24日、5月29日～6月3日

2.3 評価の制約

本事業の対象2地区はいずれも治安の良くない地域であり、現地視察には警官の護衛が必要であったほか、長時間滞在することが難しく、一部の施設は近くで目視することができなかった。また、近隣住宅街に入ることが危険であったため、住民防災組織へのヒアリングはテグシガルパ市防災委員会の会議室で行い、対象地区周辺での学校、住民等への直接のインタビューは実施できなかった。現地コンサルタントによる受益者調査は住民防災組織の案内と警官の警護の下で実施したが²、対象世帯を無作為に抽出することはできなかった。

² 本事業では対象2地区の地滑りにより直接被災する可能性のある住民を対象に、家庭・コミュニティレベルの警戒避難体制が適切に準備されたかどうか、地滑りリスクが軽減したことにより生活上どのような変化があったかを把握することを目的に、質問票を用いた対面インタビューによる受益者調査を実施した。治安状況を考慮して、住民防災組織のメンバーの案内と警察官の警護のもとで対象地区を巡回しつつ、有意抽出によりインタビュー対象者を選定した。エル・ベリンチェ地区の51世帯、エル・レパルト地区の54世帯を対象に調査を実施した。回答者の男女比は男:女=28:72であった。

3. 評価結果（レーティング：A³）

3.1 妥当性（レーティング：③⁴）

3.1.1 開発政策との整合性

計画時（2010年）、ホンジュラスはハリケーン・ミッチの最大の被害国として自然災害対策への取組みに力を入れていた。2009年には災害管理国家システム法を定め⁵、2010年に策定された「国家計画2010～2022」では7つの重点分野のひとつに自然災害対策が挙げられ、同計画のセクター戦略計画として「気候変動国家戦略」が策定された。

事後評価時、ホンジュラスは「気候変動国家戦略」を維持しているほか、災害管理国家システム法の枠組みに基づき、2013年に「国家総合リスク管理政策」を⁶、2014年に「国家総合リスク管理計画」（2014～2019）を定め⁷、災害管理をさらに推進している。

このように、計画時、事後評価時ともに、本事業はホンジュラスの開発政策と高い整合性があった。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の対象地区のうちエル・ベリンチェ地区では、ハリケーン・ミッチ襲来時（1998年）には全壊家屋約100戸、行方不明者7名の被害を出したのに加え、同地区の南側に位置する Cholteca 川閉塞により地滑りダムが形成され、広範囲の冠水の被害を受けた。他方、エル・レパルト地区では全壊家屋100戸以上の被害を受けた。しかしながら、本事業計画時、両地区では適切な地滑り対策が行われておらず、降雨により再び地滑りの起こりうる危険な状況が続いていた。

事後評価時、対象2地区では本事業により地滑りの危険性が大幅に減少したと考えられる（有効性の項を参照）。他方、テグシガルパ市によると、同市では2014年以降も毎年のように地滑り・がけ崩れ災害が発生し、家屋等への被害が出ている。同市が2016年に作成した行動計画によると⁸、同市では地滑り危険度の高い地域に人口の11%が居住し、地滑り危険度が中～高の面積は首都圏の80%に達し、首都圏の開発の大きな障害となっている。また、地滑り危険地域に住む人口の85%は低所得者層の新興住宅地である。同行動計画は戦

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 災害管理国家システム法（*Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos*）は災害全般に対する法律で、災害予防・減災、災害対応及び復旧を目的とする。

⁶ 国家総合リスク管理政策（*Política de Estado para la Gestión Integral del Riesgo en Honduras*）は組織間の連携の強化を総合的な目標とする。具体的目標として、①災害の脅威やリスクにかかる理解を高める、②政策や条例、戦略等に総合リスク管理の考え方を盛り込む、③防災にかかる予算管理を強化する、④組織や一般市民の能力を強化する、⑤緊急時や災害発生時に、迅速かつ適切な対応を行う、を挙げている。

⁷ 国家総合リスク管理計画（*Plan Nacional de Gestión Integral de Riesgos en Honduras*）は国家総合リスク管理政策を有効に運用するために2014年に国家災害委員会が策定した6か年計画。同政策で規定された具体的目標・戦略的指針・施策に対し、さらに詳細な実施主体・実施時期・評価指標等を定義している。

⁸ 米州開発銀行支援による「テグシガルパ・ゴマヤゲラ行動計画」（*El Plan de Acción para Tegucigalpa y Comayagüela*）。

略目標として、総合的な水管理、自然災害に対する脆弱性の軽減、包摂的で秩序ある成長、安全で豊かなコミュニティの4つを提案し、災害管理として適切な土地利用規制、災害リスクの認識（地滑りについての被害想定を含む詳細な調査を含む）、自然災害保険制度の整備、チョルテカ川の洪水対策、地滑り危険地からの住民移転、地滑り調査・モニタリング、早期警戒システムの整備を挙げている。本事業の地滑り対策施設の維持管理も言及されている。

以上から、計画時、事後評価時ともに、本事業の開発ニーズは高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

計画時、ホンジュラスに対する事業展開計画（2010年、外務省）によると、同国への援助の重点分野は「基礎教育」「保健医療及び水」「地域開発」「防災・気候変動対策」の4項目である。このうち「防災・気候変動対策」において、開発課題「防災」が挙げられており、本事業は同開発課題に対する支援と位置づけられる。

以上より、本事業の実施はホンジュラスの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業ではエル・ベリンチュエ地区、エル・レパルト地区を対象に構造物による地滑り対策⁹、地滑りモニタリング施設整備及びソフトコンポーネントによる技術支援が実施された。日本側負担によるアウトプットの計画及び実績は表1のとおりである。

ホンジュラス側負担事項として、電柱・配電線の移設、対象地区への下水流入カ所の改善、仮設ヤードの提供、廃棄物の処理、工事中の警察官・交通警察官の配置、チョルテカ川左岸洗掘カ所の布団籠護岸工の設置が、計画通り実施された。

本事業の計画は「ホンジュラス共和国 地すべり防止計画準備調査(2010年7月～12月)」(以下、「協力準備調査」という)により作成された。経済性を考慮して抑制工を中心に対策を講じるとした計画方針は妥当であり（BOX 1を参照）、CODEMへのヒアリングおよび現地視察によると、本事業の構造物対策の実施内容と施工品質は適切である。

⁹ 日本の「地すべり等防止法」によると、地滑りは「土地の一部が地下水等に起因してすべる現象又はこれに伴って移動する現象」と定義される。本事業が対象とする地滑りは、過去の地滑りにより形成された「すべり面」に沿って、その上部の土塊（地滑りブロック）が再滑動するものである。強度の降雨により地下水位が上昇すると、上部の土塊に浮力が働き、すべり面における抵抗力（摩擦力）が滑動力（土塊がすべり面に沿って滑ろうとする力）より小さくなり、地滑りが発生する。したがって、集水井・横ボーリング等による地下水排除、水路工等による表面水排除などにより降雨時の地下水位の上昇を防ぐことは地滑り防止につながる。また、地滑りブロックの上部の排土は滑動力の減少を、下部の盛土は抵抗力の増加をもたらす。このように、地滑りを発生させる素因を排除して抵抗力と滑動力のバランスを改善する工法を「抑制工」と呼ぶ。他方、アンカー、鋼管杭、深礎杭等、構造物の持つ抵抗力を利用して地滑り運動の一部または全部を停止させる工法を「抑止工」と呼ぶ。本事業では抑制工による地滑り対策が実施された。

表1 アウトプットの計画と実績の比較

	エル・ベリンチェ地区		エル・レパルト地区	
	(計画)	(実績)	(計画)	(実績)
構造物による地滑り対策				
集水井	8基	8基	2基	2基
集水ボーリング工	6,500m	6,500m	3,200m	2,910m
横ボーリング工	250m	250m	なし	なし
排水ボーリング工	692m	751m	147m	139m
水路工	3,379m	2,454m	1,951m	1,443m
排土工	16,199m ³	17,100m ³	3,736m ³	4,710m ³
盛土工	16,699m ³	17,600m ³	4,209m ³	3,310m ³
モニタリング施設整備	(計画)	(実績)	(計画)	(実績)
雨量計	1	1	1	1
伸縮計	4	4	2	2
孔内傾斜測定管	1	2	1	1
自記水位計	3	3	1	1
ソフトコンポーネント	(実績) 左記について建設工事と並行して、3回に分けてテグシガルパ市の防災活動に携わる担当者を主な対象に講義、現地視察、地滑り安定性の解析演習、ハザードマップ作製演習などを実施。避難訓練は実施せず。			

出典：JICA 提供資料、テグシガルパ市提供資料

協力準備調査実施中に、エル・ベリンチェ地区の周辺部にこれまで認識されていなかった新たな地滑りブロックの動きが確認された。このブロックは本事業の対策工事の対象外であるが、詳細設計時に、そのモニタリングのための孔内傾斜計測定孔が1カ所追加された。なお、同ブロックについて対策工は実施されていない。地滑り対策のための構造物については、その後、施工時まで発生した地形変状に合わせた集排水路・集水井の位置と施工数量の変更、地滑りによる不安定箇所を避けるための工事用道路位置の変更があった。これは必要かつ適切な変更であったと考えられる。

モニタリング機器からのデータ転送、警報伝達方法として携帯電話回線を利用した無線転送が想定されていたが、詳細設計時に、近隣の協力民家の敷地に観測ステーションを設置してケーブルでデータを転送する方式に変更された。これは盗難リスクの軽減と経済性を考慮した変更であったが、データの取得には担当職員が観測ステーションを訪問する必要が生じた。地下水位計は自動記録で連続データを観測ステーションに転送することが計画されていたが、工事中の落雷によりエル・ベリンチェ地区に設置された全3基の地下水位計が故障し、今後同様の故障が起きると修理が難しいことを考慮して、この3基は手動式に変更された（測定のための孔のみ残し、手動式計測機を別途調達）。これらの変更により、エル・ベリンチェ地区の地下水位については観測の度に現場を訪問する必要が生じたほか、連続データが得られなくなった。なお、エル・レパルト地区では自動記録の地下水位計が計画通り設置された。

モニタリング施設整備についての以上の変更は、いずれも現場の状況に応じた判断であったが、データ転送方法の変更とエル・ベリンチェ地区の地下水位計の手動化はデータ取得

の簡便性やデータの連続性の低下をもたらした。また、モニタリング施設の内容と配置は概ね適切であると考えられるが、小規模地滑りで採用されるような機器の数量と配置で構成され、必ずしも十分とは言えない（BOX 1 を参照）。

ソフトコンポーネントによる研修には CODEM を始めとした関係機関（公共事業・運輸・住宅省、国家計画・国際協力省、天然資源環境省、国家災害委員会）からの参加があった。CODEM メンバーはモニタリング及び施設の維持管理を中心とした研修を受けた。CODEM によると、研修内容は適切で、地質学等の専門知識を要する理論面の内容については難しい面もあったが、地滑りについての基礎知識、本事業の運営・維持管理（モニタリングを含む）について基本的な能力が得られた。関係機関からの参加者については、事後評価時まで全員が異動しており、研修内容についての意見は聴取できなかった。両地区の住民防災組織の幹部も研修に参加したが、住民の参加する避難訓練は、予定された期間に水道管破裂による土砂崩れが発生し CODEM が多忙となったため、実施できなかった。

BOX 1

有識者分析の要旨（1）：本事業の対策工・地滑りモニタリングの適切性と効果

福岡浩（新潟大学災害・復興科学研究所所長、教授）

本事業では集水井、表面排水路、排水ボーリング、排土・盛土などの地滑り抑制工による地滑り対策施設が建設された。大規模で社会的重要性の高い地区の地滑りに対して、日本ではアンカー、鋼管杭、深礎杭等の抑止工も用いられるが、予算も巨大化し、維持管理も複雑で、補充部材の現地生産も極めて難しい。よって、本事業において抑制工のみからなる対策工に留めたのは妥当な判断だと思われる。集水井は直径、深度、ライナープレート、開口部の網、維持管理用ステップ、排水ボーリング、ともに日本で標準的に採用されている設計の上で施工されており、妥当である。その他の施設も計画に特に問題は見られない。

しかしながら、将来、直下型地震や極端豪雨によりエル・ベリンチェ地区で大規模な再活動が発生し、 Cholteca 川が地滑りにより閉塞されて地滑りダムが形成され、対岸の首都中心部が氾濫する可能性がなくなったとまでは言えない。そのような場合に備えるためには、河川に沿った暗渠の建設や排水ポンプと布製パイプの準備が可能である。これらの方が深礎杭等の抑止工より費用は少なく済み、今後検討すべきと思われる。

地滑りモニタリングについては、本事業では伸縮計、孔内傾斜計という代表的でかつ最も信頼できる機器を選定し、設置した。モニタリング内容と機器の構造や仕組みを理解して、機器の維持管理、データ回収と基本的な解析まで CODEM だけで実施できている。よって、モニタリング施設整備の内容は概ね妥当で、必要最低限の技術移転は成功していると考えられる。ただし、本事業の地滑りモニタリング体制は小規模地滑りで採用されるような機器の数量と配置で構成され、両地区ともに、やや中途半端の印象がある。

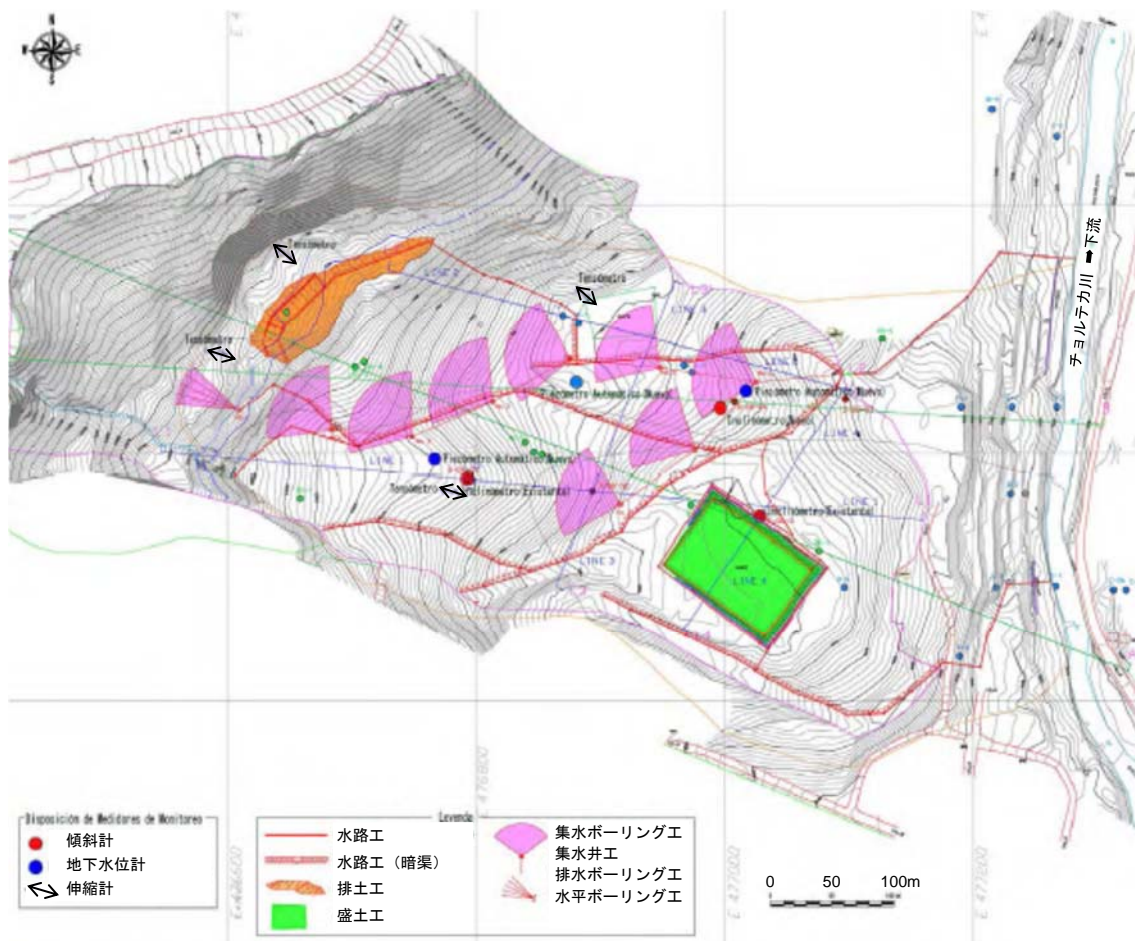
社会的重要性の高いエル・ベリンチェ地区では、地滑り地全体を上から下まで連続した伸縮計でカバーしたり、トータルステーションなどで定期的に、面的にモニタリングすべきである¹⁰。データ解析ではノイズ除去や微少な変位の抽出等、データの質によって適宜解析方法を工夫すべき点が残っている。

伸縮計は、10m～20m の短スパン伸縮計が頭部近くの複数個所で1台ずつ設置されているが、長スパン（100m程度まで）のインバー線から分岐して短スパン伸縮計機材1台を取り付ければ、滑落崖の変動をより高精度で監視できたはずである。孔内傾斜計について最も基本的な解析手法が移転されたが、その手法を繰り返すのみで、変位が誤差に比べ小さいため滑り量を抽出できない場合が認められた。地下水位のモニタリング頻度は十分ではない。集水井建設前から観測を開始し、集水井設置完了後の継続モニタリング結果と併せて集水井の効果を定量的に判定することができるが、そのような技術移転はなかった。観測ステーションは個人宅の敷地内に設置されしっかり維持管理されているが、早期警報サイレンが鳴った場合の住民側の対応、避難訓練まではできていない。

全般的に、CODEM は本事業の施設の維持管理を適切に実施している。両地区で得られたモニタリングの結果、特に伸縮計と孔内傾斜計の結果からは、特筆すべき変動は認められず、両地区の地滑りは安定している。よって、本事業は、地滑りを安定化させるという所期の目的を概ね達成しており、安価でかつ構造と原理が簡単な抑制工を中心に組み合わせることにより、地滑りを安定化させる十分な効果を上げてきたと認められる。ただし、将来どの程度の豪雨、水位上昇により地滑りが再活動を始めるかについては、降雨強度と地滑りの動きの関係について分析できるだけのデータが得られておらず、十分理解できているとは言えない。また、エル・ベリンチェ地区の地滑りは多くの地滑りブロックが複雑に入り組む構造を持っているが、本事業の計画時に実施された安定解析の断面は2本だけであり、必ずしも十分とは言えない。将来は、より適当なモデルにより試算することが望ましい。

なお、集水井建設時に、地質断面写真やすべり面の土資料、建設前の水位観測データが保全されていなかった。日本では集水井掘削、建設時において1m深さ毎に360度の地質断面写真を撮影し保存する。地質構造、傾斜、すべり面の状況がボーリングコアよりも相当程度明瞭にわかるため、地滑り機構の理解や完成後の見学者用の資料として極めて有用である。すべり面の土資料は、土質試験により安定解析にとって最も重要な強度定数（土の滑りにくさを示す値）を得るために不可欠であり、今後の対策を検討する上で重要である。建設前後の水位の変化は完成後の効果判定にとって最も重要なデータである。このような資料を得る貴重な機会が活かされなかったことは残念である。

¹⁰ トータルステーションとは目標点に光を発射して、反射して機械に戻った光を電子的に解析して距離を測る光波距離計と角度測定電子セオドライトを組み合わせた測量機。1台の機械で、角度（鉛直角・水平角）と距離を同時に測定でき、地滑りに応用すると測点の三次元移動ベクトルが得られる。

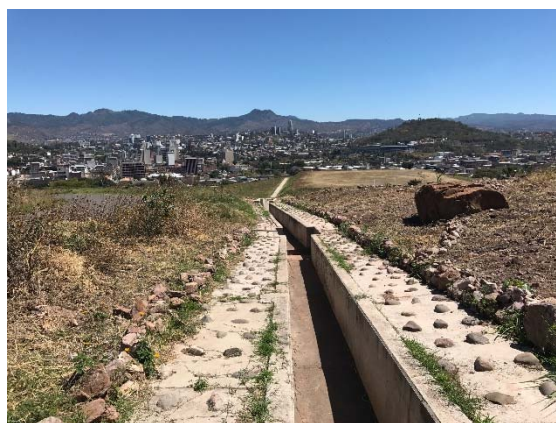


出典：協力準備調査報告書

図1 地滑り対策工の配置計画（エル・ベリンチェ地区の例）



エル・ベリンチェ地区全景



水路工（エル・ベリンチェ地区）



エル・ベリンチェ地区の集水井とその内部（扇状に配置された集水ボーリング工が見える）

3.2.2 インプット

計画時には、本事業はテグシガルパ市（議長）、公共事業・運輸・住宅省、国家計画・国際協力省、天然資源環境省、国家災害委員会で構成される合同調整委員会が事業を実施するとされた。当初、同委員会は毎週会合を行い、参加機関の職員はソフトコンポーネントの研修にも参加していたが、テグシガルパ市以外の機関は次第に関心を失い、委員会としての活動は低下した。ホンジュラス側の実施の中心はテグシガルパ市であり、必要に応じて他機関との調整が行われたため、委員会の活動低下は本事業実施に特に影響しなかった。本事業の実施段階で、事業費や事業期間の大きな増加につながるような問題は生じなかった。

3.2.2.1 事業費

本事業は日本側事業費が 1,096 百万円、ホンジュラス側事業費が 5 百万円の合計 1,101 百万円の計画であった。日本側事業費の実績は詳細設計と本体（施設建設、機材調達、実施監理、ソフトコンポーネント）合わせて 1,039 百万円（計画比 95%）で、計画内に収まった。ホンジュラス側事業費の実績額は情報が得られなかった。

3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、2011 年 1 月の贈与契約から詳細設計・調達期間を含め 2013 年 8 月までの約 32 カ月間と計画されていた。実際には 2011 年 2 月に贈与契約が締結され、詳細設計と調達期間を経て 2011 年 12 月に建設が開始され、2013 年 10 月に完成した。事業期間の実績は 2011 年 2 月から 2013 年 10 月までの 33 カ月間（計画比 103%）であり、計画を上回った。

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

3.3 有効性¹¹（レーティング：③）

本事業の目的は「対象2地区の地滑り災害リスクの低減」であるが、これは「地滑り発生リスクの低減」（地滑りブロックの安定化）と「（地滑り発生時の）被害発生リスクの低減」を通して達成される。以下に詳述するように、これまでのところ、本事業の地滑り対策施設は適切に機能し、対象となった地滑りブロックが安定したと判断される。他方、住民に対する情報普及は十分とは言えないものの、本事業が対象とした両地区では地滑りモニタリングが継続されており、CODEM と住民防災組織による早期警報体制が機能していると考えられる。よって、本事業の目的は概ね達成されたと判断される。

3.3.1 地滑り発生リスクの低減

地滑り発生リスクの低減は、本事業においては、集水井や水路により地滑りの安定性を減少させる原因となる地下水を排除し降雨時の地下水位を低下させること、排土・盛土工により地滑りブロックの滑動力・抵抗力を変化させることにより達成される。

10 カ所の集水井について、現地視察では実際に集水が行われ機能している様子が観察された。表面排水路も問題なく機能している模様であった。両地区に4カ所設置された地下水位計のデータによると、建設開始前に比べて両地区の地下水位は平均3.8m低下し、うち2カ所では計画された5mを超えた水の低下がみられた。このような地下水位の低下は地滑りの安定化に結び付いていると考えられる¹²。また、両地区の排土・盛土工は適切に維持され機能しているほか、地滑りに影響を及ぼすような地形の変更は見られなかった¹³。他方、エル・レパルト地区では斜面上部に大きな集落があり、表面排水路でも捕捉できない生活排水が流入している可能性が高い。集水井への油の混入も報告されている。このような生活排水の流入が地下水位に影響して地滑り発生リスクの増加につながる可能性が指摘できる。

両地区に設置された伸縮計・孔内傾斜計によるモニタリングによると、本事業が地滑り防止の対象とした地滑りブロックについては事業完成後、特に動きは見られない。よって、本事業の地滑り対策施設は概ね適切に機能し、対象となった地滑りブロックが安定したと考えられ、地滑り発生リスクの低減についての本事業の効果は概ね実現したと判断される¹⁴。

¹¹ 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。

¹² 協力準備調査時の安全率（滑動力に対する抵抗力の比：大きいほど地滑りが安定する）の算出過程の情報が得られたエル・レパルト地区について、地下水位の実際の低下量を考慮した安全率の再計算を行ったところ、計画1.15を上回る1.18となった。エル・ベリンチェ地区については計画時の算出過程が不明のため同様の再計算は実施できなかったが、地下水位低下が計画5mに達していないため、安全率は計画を下回っていると考えられる。なお、本事業の定量的効果の指標として計画時には安全率が挙げられていたが、安全率は実測できる値ではなく、地下水位等に基づいた再計算もエル・レパルト地区のみで可能であったこと、本事業では地下水位の低下が安全率の向上に直接関連していることから、地下水位についてのみを本文で言及した。

¹³ テグシガルパ市は両地区を居住禁止区域としており、両地区の地滑り地への不法居住はない。エル・ベリンチェ地区では地滑り対策施設の維持管理に協力している近隣住民が、テグシガルパ市の同意のもと、トウモロコシや豆類を耕作している。エル・レパルト地区では同様に耕作の他、家畜の放牧が行われている。いずれの地区でも灌漑は行われておらず、耕作・放牧により地滑りが活性化する恐れはない。

¹⁴ 本事業はハリケーン・ミッチ程度の降雨があっても地滑りが再活動ないように計画されているが、事業完了後、事後評価時までの期間にはハリケーン・ミッチに相当するような激しい降雨は起きていない。将来、地震や極端な降雨により地滑りが再活動する可能性もあり、本事業が地滑り発生リスクを完全に

3.3.2 地滑り発生時の被害リスクの低減

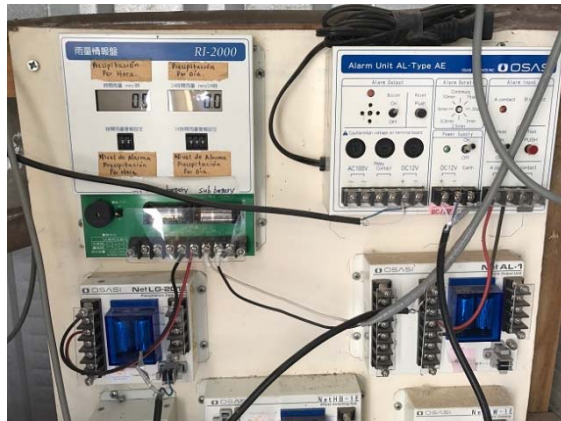
地滑り発生時の被害リスクの低減は、地滑りモニタリングに基づく早期警報に基づく住民の適切な避難により実現される。

(1) 地滑りモニタリング

両地区で本事業により設置されたモニタリング機器（孔内傾斜計、地下水位計、伸縮計、雨量計）は正常に稼働し、モニタリングが続けられている¹⁵。なお、本事業の完成後、2015年～2016年に後続の個別専門家派遣「首都圏における地すべり対策能力強化支援」（以下、「後続技術協力」という。）の助言を得て、それまでの観測結果に基づき、より効果的な観測を可能とするために伸縮計2台は設置場所が変更され、1台はスパンが10メートルから20メートルに増大された。両地区の伸縮計・雨量計及びエル・レパルト地区の地下水位計1台は自動記録で1時間毎の連続データが収集されているが、両地区の孔内傾斜計及びエル・ベリンチェ地区の地下水位計は現場での手動計測のため連続データは得られていない。担当職員が現場を訪問して行う地下水位の手動計測は、モニタリングのために本事業が作成したマニュアルによると、月2回を標準に、大雨の後は随時行う計画である。また、観測ステーションでのデータ取得は週2回実施する計画である。しかし、CODEMによると、車両と人員数の制約により、手動計測と観測ステーション訪問の頻度は計画の半分程度にとどまる¹⁶。



伸縮計（エル・レパルト地区）



観測ステーション内部（エル・レパルト地区）

ゼロにしたわけではない。なお、CODEMによると、エル・ベリンチェ地区で新たに確認されモニタリング施設のみが設置された地滑りブロックでは降雨に応じて非常にゆっくりとした動きが見られるが、地滑り全体に影響を及ぼす動きではなく、これは危険なものではない。

- ¹⁵ 石を落とされて使えなくなった孔内傾斜測定管1カ所を除く。（持続性参照）孔内傾斜計は地滑り内部の動きをモニタリングするためのもので、その1カ所が使えないことはモニタリング体制に影響するが、対象地滑りのリスクには影響を与えない。
- ¹⁶ 観測ステーションからのデータ取得の頻度が少なくても、データそのものは自動記録により蓄積されるため、データが欠損するようなことはない。

モニタリングの結果は専用ソフト等を用いてグラフ化され、簡単な解析を行ったうえで6か月毎のモニタリング報告書に整理される。同報告書には維持管理作業の結果や必要性等も合わせて記載される。

以上のように、手動計測や観測ステーションのデータ取得の頻度が少ないものの、CODEMは独力でモニタリング施設の運用、データの回収・解析を実施しており、本事業による地滑りモニタリングは概ね適切に実施されていると判断される。

(2) 警戒避難体制

両地区の協力民家に設置された観測ステーションには、雨量計と伸縮計の観測結果に基づく警報システム（サイレン）が設置されている。雨量 10mm/時あるいは 100mm/日以上、伸縮計 2mm/時以上が観測されるとアラームが鳴る。この基準値は本事業のソフトコンポーネント担当コンサルタントが示唆したものである¹⁷。これまで、動物が触れるなどにより伸縮計に基づく誤作動はあったが、降雨や地滑りの動きによるアラームが鳴ったことはない。誤作動も含めてアラームが鳴ると、協力民家はすぐに CODEM に連絡を入れ、担当職員が確認に訪れる。誤作動かどうかの判断、地滑りリスクが確認された時の監視体制（前兆現象の把握）、避難判断、警戒解除などの手順はソフトコンポーネントにより提案され、そのとおりに運用されている。

両地区には合わせて5つの住民防災組織がある。いずれも GOAL（1977年に設立された国際 NGO）/アメリカ合衆国国際開発庁（USAID）の支援により研修を受け、2010年に組織化されたものである。うち2組織の幹部は本事業のソフトコンポーネントの研修に参加したが、本事業の範囲内ではリスクマップ・緊急計画の作成や住民の参加による避難訓練は行われなかった¹⁸。CODEMと5つの住民防災組織の間には防災に関する定期的な電話によるコミュニケーションがある。観測ステーションが設置された協力民家へのデータ収集のための訪問、警備と維持管理を請け負う住民グループとの協力などもあり、CODEMと各住民防災組織の間の連絡・調整体制は確立していると考えられる。

他方、受益者調査によると、回答者の95%はこれまで防災のためのセミナー、研修、防災訓練等に参加した経験がない。また、住民防災組織により防災情報を得ると回答したものは16%にとどまったほか、住民防災組織の存在そのものを知らないと回答したものは半数であった。さらに、災害リスクや避難について適切な知識を持っていると判断された回答者が半

¹⁷ 詳細分析を実施した有識者によると、この基準値は日本を含めた国際的な経験、および両対象地区の過去の災害発生状況を参照して設定されており、初期的な基準値としては適切であると考えられる。今後、継続的なモニタリングにより各地滑りにおける降雨強度と地滑りブロックの滑動の関連性を明らかにして、地滑りごとにより的確な基準値を設定することが可能である。なお、このアラームは周辺住民に直接警報を伝えることを想定して設置したものではない。

¹⁸ CODEMへのヒアリングによると、本事業終了後、エル・ベリンチェ地区では2014年にGOAL/USAIDが地滑りを対象とした避難訓練を、エル・レパルト地区ではGOALと国家災害委員会が地震を対象とした避難訓練を行った。また2016年にはCOPECOが両地区を含む全市の住民防災組織を対象とした研修を行い、活動の一部にはエル・ベリンチェ地区で本事業が整備した盛土工を利用したサッカー場が利用された。

数程度であった¹⁹。住民の多くは、豪雨の時などには過去の被災経験等に基づいて危険の程度や避難の必要性について判断するものとみられる。なお、住民の 70%は本事業の目的を知っていたが、その機能（地下水の排除による地滑り安定化、地滑りモニタリング等）を理解しているものは 56%であった。

以上から、本事業による早期警報システムに基づく CODEM と 5 つの住民防災組織の避難警戒体制は機能していると考えられるが、住民に対する情報普及は十分とは言えない。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業の上位目標は「首都圏における地滑り対策の促進」とされ、テグシガルパ市の他の地滑り危険地区に対する地滑り対策のモデルケースとしての先導的役割が期待されていた。これに関連する本事業のインパクトとして、以下を挙げることができる。

(1) テグシガルパ市の他の地滑り危険地区における対策の推進

対策が必要な地滑り危険地区として、テグシガルパ市は合計 22 地区を確認している。このうち、本事業が地滑り対策を行ったエル・ベリンチェ地区、エル・レパルト地区の 2 地区以外では、以下に述べるように、エル・バンブー地区とウジョア地区で小規模な対策工が実施された他は、構造物による対策はあまり進んでいない。

- ▶ エル・バンブー地区は、当初、エル・ベリンチェ地区、エル・レパルト地区とともに本事業の対象に含まれていたが、協力準備調査時に地滑りの活発な動きが見られたため恒久的な対策工の実施が難しいと判断され、対象から外され、協力準備調査の一環として水路工と盛土による応急対策の基本的な考え方のみが示された。その後、テグシガルパ市は JICA の援助（ノン・プロジェクト無償資金協力の見返り資金）を活用して水路工と盛土を建設した（「エル・バンブー地区地滑り対策工事」（2013））。CODEM によると、同地区の地滑りは比較的安定しているが、動きは完全には止まっていない。
- ▶ ウジョア地区は地滑り危険地域に約 2,500 世帯が居住している。同地区では GOAL（NGO）が USAID 資金で地下水位の観測（手動）や住宅被害（ひび割れ）などのモニタリングと水路の建設、一部住民の移転、雨量計を使った住民防災組織による警報・避難体制の整備が行われた。
- ▶ その他のいくつかの地滑り危険地区では中米統合銀行やドイツの支援のもとで擁壁による崖崩れ対策、避難路の整備などが行われたが、本事業のような集水井工、大規模な排土・盛土工、水平ボーリング工が実施された例はない。

構造物による対策が進まない背景には、外部からの支援に頼らざるを得ないという財政

¹⁹ 質問票調査への回答を基に調査者が判断した。

面の制約に加え、地滑り上に住宅があり、居住可能で立地の良い土地がほとんど残されていない首都圏では移転先を探すことが難しいことが挙げられる。たとえばウジョア地区では適切な移転先を用意できないことから、移転が必要と考えられる 1,000 世帯のうち移転に合意した世帯は約 30 世帯にとどまっている。また、構造物による対策を計画するために必要な各地区の詳細な調査は、JICA 等の支援を受けて、少しずつ進められているのが現状である。なお、ホンジュラス側関係者、本事業のコンサルタント、後続技術協力の専門家等の意見によると、本事業で採用されたような集水井は、建設費用が巨額に上りかつ技術的難易度が高いことから、テグシガルパ市の他の地滑り危険地区で採用できる見込みは小さく、今後実施されるとしても、比較的安価で施工が容易な表面排水路、横ボーリング、排土・盛土工などに限られると考えられる。

構造物によらない対策（地滑りモニタリング、早期警報・避難体制の整備）については、後続技術協力を通じて伸縮計 2 台、雨量計 2 台からなるモニタリング施設が設置された。さらに、テグシガルパ市は本事業対象の 2 地区及びエル・バンブー地区以外の 8 カ所の地滑り危険地区を対象に、降雨と地滑りの関連を明らかにし、警戒・避難システムを改善し、対策工を検討することを目的に、中米統合銀行の支援を通じて雨量計・傾斜計等のモニタリング施設を設置する計画である。また、CODEM は地滑り危険地区 16 カ所の住民防災組織に 32 の簡易雨量計を配布し、降雨時には各住民防災組織と随時連絡を取りつつ、降雨強度が一定の基準を超えると警報を発令する仕組みを整えている。

このように、テグシガルパ市の地滑り対策は少しずつ進められているが、本事業は同市の地滑り対策の推進の出発点となったと言える。

（２） 地滑り対策関連機関の能力強化

テグシガルパ市では防災関連部署の強化、後続の JICA 技術協力もあり地滑り対策の技術能力は強化されつつある（BOX2 を参照）。同市には本事業の運営・維持管理（モニタリングを含む）を行う CODEM の他に、災害危険地での不適切な建設行為を防ぐため、建築許可申請に対してリスクマップの作成、現地視察等を踏まえたリスク評価を行うリスク評価ユニットがある。本事業後の 2014 年には、同市の防災を技術面で支える組織として市長直属の総合災害対策ユニットが設置された²⁰。

本事業はテグシガルパ市で初めての本格的な地滑り対策である。同市は本事業のための調査（協力準備調査）、施設建設とモニタリング施設の設置、運営・維持管理を通じて初めて地滑り対策を具体的に進めるための基本的な知識と実務経験を得ることができた。その後、JICA は後続技術協力を通して同市の地滑り対策実施体制構築に向けた助言、地滑り台帳作成に関する技術移転、本事業の対策工・モニタリング施設の運用・維持管理についての技術移転、及びホンジュラス国立自治大学との連携についての助言を行った。モニタリング・データの解析技術の向上、モニタリング体制の改善・強化、早期警報・避難基準の改善

²⁰ 同ユニットは 5 名の土木技術者を擁し、うち 4 名は国家災害委員会による防災官養成研修を修了した。1 年半かけて週一回の研修が行われた。防災官は全国に 80 名いる。

など、技術面ではまだ外部専門家に依存せざるを得ない面があるものの、同市は地滑り対策についての実務能力を向上させつつあると考えられ、その出発点となった本事業の貢献は大きい。

本事業の実施時はテグシガルパ市を議長に関連機関（公共事業・運輸・住宅省、国家計画・国際協力省、天然資源環境省、国家災害委員会）で構成する合同調整委員会が設置され、関連機関の職員はソフトコンポーネントの研修にも参加した。事後評価では公共事業・運輸・住宅省、天然資源環境省にヒアリングを行ったが、当時の職員は異動しており、本事業による直接の能力強化インパクトは確認できなかった。国家災害委員会については、本事業の準備・実施段階でテグシガルパ市 CODEM 職員として密接に関与した者が、その後、同委員会の首都圏担当責任者となっており、本事業による間接的な能力強化があったと考えられる。

本事業の地滑り対策工は中南米でも唯一のもので、国内外の研究者・技術者・学生が視察に訪れた。またエル・ベリンチェ地区で本事業の施設の一部として整備されたサッカー場は国家災害委員会等が実施する住民防災組織のための研修の場として利用された。防災関係機関（国家災害委員会、CODEM）、大学研究者等へのヒアリングによると、具体的な地滑り対策工を視察できることは教育啓蒙に大きく貢献しており、本事業には重要な展示教育効果がある。

BOX 2

有識者分析の要旨 (2) : 地滑りについての JICA の他の協力との関連

福岡浩（新潟大学災害・復興科学研究所所長、教授）

本事業は JICA が実施した「首都圏洪水・地滑り対策緊急計画調査」（開発調査、2001 年～2002 年）が作成したマスタープランに沿って選定された優先プロジェクトとして実施された。同調査が作成した地滑りハザードマップはテグシガルパ市の地滑り危険地域の全体像を初めて視覚的に明らかにし、土地利用規制の制度化に結び付けた。本事業の対象 2 地区及びエル・バンブー地区は想定される被害に比べて移転世帯数が少ないことを理由の一つに優先プロジェクトの対象に選ばれたが、他の地滑り地区で移転が進まない現状から、そのような選定は妥当であったと言える。洪水対策及び構造物によらない対策については、提案から 15 年を経ており、当時の計画通りではないものの、テグシガルパ市及び国家災害委員会が実施準備中、あるいは少しずつ実施に移されている。以上から、同マスタープランが提案した方向性は概ね妥当であったと考えられる。

JICA は地方行政と住民防災組織によるコミュニティ防災を強化する目的で「中米広域防災能力向上プロジェクト"BOSAI"」（フェーズ 1）を 2007 年～2012 年に実施し、同プロジェクトのフェーズ 2 は 2015 年～2020 年の予定で実施中である。いずれも本事業は対象地区が異なり、フェーズ 1 のカウンターパートが順次 CODEM を離れたこと等から、両事業の連携は限定的である。

JICA は本事業開始後、「テグシガルパ市首都圏における地滑りに焦点を当てた災害地質学研究」（科学技術研究員派遣、2012年～2014年）、「首都圏における地すべり対策能力強化支援」（個別専門家派遣、2015年～2016年）により、大学・研究機関と行政の技術面での連携強化を含む地滑り対策に関する能力強化を実施した。大学・研究機関と行政の連携には課題も残されるが、ホンジュラスの地滑り技術の発展と継承のために学術コミュニティとの連携は必須であり、今後、より適切な連携の在り方を探る必要がある。

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

本事業は地滑りブロックの安定化が目的であり、地滑り発生による自然環境へのインパクトを軽減している。環境許可（建設許可）はテグシガルパ市により出された。工事中の環境影響緩和計画が作成され、実施された。テグシガルパ市によると、工事中にも完成後にも、本事業による環境への特段の影響は確認されていない。なお、対象2地区では地滑り対策工の整備とともに、施工業者の負担で緑化を図るためのサクラの植林が行われたが、家畜による食害、水やりなど手入れの不足により枯死し、ほとんど残っていない。

② 住民移転・用地取得

本事業では工事開始前にエル・レパルト地区の不在地主から用地取得が行われた。用地取得に際して特に問題はなかった。エル・レパルト地区からは9世帯が移転した。CODEMの当時の担当者によると、移転に合意しない住民も多く社会的に簡単なプロセスではなかったが、両地区の住民防災組織育成に関与してきたGOAL（NGO）の支援も得つつ、問題なく実施された。移転プロセスと補償の詳細は、市政府の政権交代により情報を得られなかった。

③ 対象地区における社会・経済インパクト

本事業により両地区で地滑りによる被害が軽減されると期待されるが、本事業完了後これまでに被害発生時（ハリケーン・ミッチ、1998年）と同程度の降雨はなく、対策工が被害を軽減したことを検証できる具体的事例はない。

両地域の住民防災組織幹部によると、本事業実施後は「安心して眠れるようになった」「移転や避難の心配がなくなった」などの心理的变化があった。住宅に投資するようになったり、土地や住宅の価格が上昇したことや、ハリケーン・ミッチによる地滑り発生後、他の地区に移転していた住民の一部が戻ってきたことも報告された。なお、本事業実施後、周辺で降雨時の道路クラック発生や湧水が減少したとの指摘もあった。これらの現象は本事業の影響である可能性があるが、具体的な検証は難しい。

受益者調査によると、本事業実施後は「リスクがなくなって安心した（59%）」「本事業のアクセス道路により便利になった（24%）」などの意見が聞かれた。ただし、両地区周辺住

民の日常生活上の主な関心事は下水道の整備、治安改善、街路・交通の改善、所得向上などであり、全般に、防災の優先順位は低い。

④ 地滑り対策の普及についての広域的なインパクト

JICA の支援を得て、2013 年 3 月に第 1 回、2016 年 7 月に第 2 回の「中米・カリブ地滑り会議」がテグシガルパ市で実施され、その中で本事業についてのプレゼンテーション、現地見学などが行われた²¹。また、2017 年 3 月には中米防災委員会（CEPREDENAC）の中米地域会合がテグシガルパで実施され、本事業が紹介された。このように、テグシガルパ市で実施された国際会議を通じて本事業の事例は他の中南米諸国に紹介され、地滑り対策の普及に寄与している。

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

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

テグシガルパ市は災害対策管理を一元化し、関係部署との調整を行うために 2014 年に総合災害対策ユニットを設置した。同ユニットは防災業務に関する最終決定機関であり、技術的・行政的な判断を行う。職員数は徐々に増加し、2017 年 2 月現在、6 名（内 5 名が土木技術者）である。本事業の運営・維持管理について技術的助言を行う立場にある。同市には、災害対策に関連してこの他にリスク評価ユニットと CODEM がある。

同市リスク評価ユニットには土木技術者が 2 名おり、災害危険地での不適切な建設行為を防ぐため、建築許可申請に対してリスクマップ、現地視察等を踏まえたリスク評価を行う。

CODEM は災害の緊急対応が主な業務で、乾季は森林火災、雨季は地滑りと洪水について、緊急対応マニュアルで規定された手順に沿って国家災害委員会、関連省庁などの関係機関、住民防災組織等と連絡・調整しながら早期警報・緊急対応を行う。住民防災組織への研修・資機材供与も行う。あわせて防災施設の維持管理も担当し、本事業のモニタリングや施設の維持管理を定期的に行っている。2017 年 2 月現在、職員は 49 名、うち大卒以上が 11 名である。土木技術者はいない。

CODEM 職員のうち早期警報およびリスク管理を担当する部門の職員 10 名が、本事業の運営・維持管理を担当している。しかし、全員が他業務との兼務であり、人数は十分とは言えない。CODEM には車両が 4 台あるが、老朽化のため更新が必要であるうえ、緊急時には不足する。今後、他の地滑りのモニタリングが開始された場合、今の体制では難しく、専門

²¹ 第 1 回は 12 カ国から 20 名の研究発表があり、4 日間の日程で約 100 名の参加があった。第 2 回は 12 カ国（ホンジュラス、ドイツ、アルゼンチン、コロンビア、メキシコ、グアテマラ、エルサルバドル、ニカラグア、コスタリカ、パナマ、キューバ、日本）の大学・研究機関、中米統合機構（*Sistema de la Integración Centroamericana*）、中米防災委員会（*Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central*）等の行政機関から 43 名の発表者があり、3 日間の日程で約 220 名が参加した。

の部署が必要であると考えられる。

本事業の対象2地区では、当初、民間警備会社と契約して施設の警備を行っていたが、治安が悪い地区であり、外部者である警備員に対する襲撃事件が発生した。その後、市長交代によりこの契約は終了し、新市長は地元住民数名（住民防災組織のメンバーなど）で構成した小企業と契約して警備・清掃を行っている。雨季の前後に行う大規模な清掃・補修には、報酬を支払って他の住民の協力を得る。

以上より、テグシガルパ市の防災体制は徐々に整備されつつあり、本事業の運営・維持管理について体制面の大きな問題はない。ただし、CODEMの本事業への人材と車両は必ずしも十分とは言えず、今後、他の地滑りのモニタリングが始まる際には、専門部署を設置して適切な人材・車両を配置する必要があると考えられる。

3.5.2 運営・維持管理の技術

運営・維持管理を担当する CODEM 職員はソフトコンポーネントの研修を通して地滑り対策施設の維持管理、モニタリング機器の運用・維持管理及びモニタリング・データの収集について十分な知識を得た。データ取り出し機器（ネットワーク・コントローラー）や解析ソフトの扱いにも習熟している。完成後、研修を受けた職員の一部離職があったものの、中核となる職員が残り、施設の運営・維持管理作業はこれらのマニュアルに基づくルーティン業務として、問題なく進められてきた。ソフトコンポーネントで作成された「地滑り防止施設維持管理指針」「モニタリングガイド」が利用されている。後続技術協力では上記マニュアルに加えて、さらに詳細な説明を加えた運用・維持管理マニュアルが作成されたほか、モニタリング・データの整理・分析についての実務研修が行われた。

CODEM が作成したモニタリング報告書ではデータが提示され基本的な分析が行われている。傾斜計の設置作業を独力で実施でき、指導することもできる²²。しかし、データの質に応じた解析方法の工夫（伸縮計）、滑り面付近に着目した微小な滑り量の解析（孔内傾斜計）、降雨強度と地滑り変位の相関分析（雨量計・伸縮計）などは十分できていない。データや解析ソフトにも制約がある²³。また、補修作業を行うために表面排水路の変状は記録されているが、斜面変状（クラックや滑落崖からの落石等）の記録と合わせて地滑りの動きを体系的に解析する体制にはなっていない。

CODEM を技術面で支援するテグシガルパ市総合災害対策ユニットには土木技術者がいるが、いずれも地滑りの専門家ではない。

以上から、テグシガルパ市は本事業の運営・維持管理について概ね適切な技術があると判断されるが、地滑り対策をさらに推進するためにはモニタリング・データの分析、地滑り調査分析についてのより高度な専門能力を備えるか、高い専門性を有する大学などとの協力

²² 公共事業・運輸・住宅省を対象に JICA が実施した道路防災についての研修では、CODEM 職員が地滑りモニタリングをテーマにした研修の講師として招かれた。

²³ 地下水位計は手動のため連続データが得られない他、CODEM は人材と車両の制約により、観測頻度が多くない。観測ステーションを通じて取得するデータは専用ソフトで解析するが、他観測機器のデータの取り込みができず不便である。

体制を構築する必要がある。

3.5.3 運営・維持管理の財務

テグシガルパ市の財政規模は2016年には約51億レンピーラ（約24億円）、うち公共投資額は約29億レンピーラ（約14億円）であり、市の財政規模は4年間でほぼ倍に増加した。CODEMによると、新市長は防災関連事業に積極的であり、ハリケーン・ミッチで大きな被害をもたらした Cholteca 川の改修事業は詳細設計が完了し、順次実施される予定である。また、以前は住民の要望を受けてはじめて擁壁等（がけ崩れ対策）の建設を検討していたが、今は要請がなくても市のイニシアチブで防災対策事業を進めている。

表2 テグシガルパ市の支出額の推移

（単位：百万レンピーラ）

	2013	2014	2015	2016
業務活動費	957	978	865	912
人件費	699	773	678	725
物件費	244	185	167	162
その他	14	20	20	25
その他	1,603	1,493	2,136	4,216
投資的経費	680	633	1,169	2,894
移転経費	75	85	88	119
公債費	843	774	879	1,203
その他	5	1	0	0
合計	2,560	2,471	3,001	5,128

出典：テグシガルパ市

注：1円=0.21レンピーラ（2017年4月）

CODEMによると、本事業の運営・維持管理には2016年に40万レンピーラが割り当てられており、これは協力準備調査時の見積額（年間8～35万レンピーラ）を上回る。本事業の運営・維持管理に必要な機器を購入したほか、バッテリー、伸縮計のワイヤー（インバー線）の備蓄もある。2017年は前年度を上回る予算が配分される見通しである。

以上から、本事業の運営・維持管理において財政面の大きな制約はない。

3.5.4 運営・維持管理の状況

CODEMは雨季の前後、年2回施設の定期点検を実施し、その結果に基づき清掃・補修を実施している。目視により水路、施設の損傷を確認し、補修を行う。地下水位を監視することで集水井の機能状況を判断する。集水井については、地下水と集水量の計測を通じて機能状況を把握し、必要に応じて集水管の高圧洗浄などの維持管理作業を行って機能を維持している。大雨の時には臨時に清掃を実施することもある。表面排水路では、現地視察時に一部にゴミが残されていたが、CODEMは雨季を挟んで年2回清掃、点検・補修作業を行って

いる。現地視察では、本事業の地滑り対策施設には大きな損傷はなく、適切に機能していることが確認された。

モニタリング機器はほぼ全て定常に機能している²⁴。対象2地区は治安が悪く、これまでにモニタリング機器のデータを観測ステーションに転送するケーブルや伸縮計のワイヤーが盗まれたことが数回あった。盗難・いたずら・妨害等の防止のため伸縮計、地下水位計・測定管、孔内傾斜計測定管などはレンガの壁と鉄の蓋で、集水井等は金網の柵で保護・施錠されている。

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。ただし、今後、地滑り対策をさらに推進するためには人材・車両の増強及びより高度な専門能力が必要とされる。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業はホンジュラスの首都圏テグシガルパ市における地滑り対策の促進に貢献することを上位目標に、同市エル・ベリンチェ地区及びエル・レパルト地区において、地滑り防止施設の建設ならびに地滑りモニタリング活動及び警戒避難体制整備を行うことにより、地滑り災害リスクの軽減を図るために実施された。ホンジュラス政府は一貫して防災に力を注いでおり、テグシガルパ市では地滑りと洪水を対象とした防災の必要性が大きい。また、本事業は計画時の日本の援助政策とも整合する。よって、本事業の妥当性は高い。本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。本事業の地滑り対策施設は適切に機能し、対象となった地滑りブロックが安定した。住民に対する情報普及は十分とは言えないものの、本事業が対象とした両地区では地滑りモニタリングが継続され、CODEM と住民防災組織による早期警報体制が機能している。テグシガルパ市の地滑り対策の技術能力は強化されつつあるが、首都圏における地滑り対策の広がりには限定的である。大雨がなかったため被害軽減の具体的な実績は確認できないが、本事業は地域住民の多くに安心感を与えている。以上を総合し、本事業の有効性・インパクトは高いと判断される。本事業の持続性について体制面、技術面、財務面いずれも大きな課題はない。地滑りモニタリング及び地滑り対策施設の運営・維持管理状況が良好であることも踏まえ、本事業の持続性は高いと判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

本事業評価では、BOX1、2 で提示した有識者分析の結果も踏まえ、ホンジュラス側に対

²⁴ 保護が不十分であった傾斜計測定管が1カ所あり、石を落とされて使えなくなった。資材を輸入する必要があるため自力による修理・増設は難しい。

して以下の提言を行う。

(1) エル・ベリンチェ地区の地滑り対策の向上

エル・ベリンチェ地区の地滑りは規模が大きく複数の地滑りブロックで構成されていること、地震や極端な降雨などで再活動した場合の被害が非常に大きいこと、本事業は地滑り発生リスクを完全にゼロにしたわけではないことを考慮し、テグシガルパ市は国家災害委員会、大学・研究機関等と連携しつつ、以下の課題に取り組む必要がある。

- ▶ 地滑り全体の変位を精密にモニタリングできる体制を整えるために、地滑り地全体を上から下まで連続した伸縮計でカバーしたり、トータルステーションなどで定期的・面的にモニタリングしたりすることを検討すべきである。
- ▶ 降雨強度と地下水、地滑りの動きの関係を解明し、より適切な警報発出を可能とするために、データ取得・伝達方法を改善するとともに、専門家の指導により詳細な分析を行う必要がある。
- ▶ 地滑り再活動によりチョルテカ川の河道閉塞が発生した場合に備えて、早期警報・避難、地滑りダム対策を含む応急対策についての机上シミュレーションを実施し、その結果を参考に有効な対策を検討する必要がある。

(2) CODEM の運営・維持管理体制の増強

本事業の運営・維持管理をより適切に行うため、テグシガルパ市は CODEM 担当部局の人員配置の増強、地滑り対策専門部局の設置、車両の更新・増強を検討すべきである。

(3) 地滑り危険地区周辺住民への情報普及

本事業の対象 2 地区周辺の住民防災組織による早期警報・避難体制を強化するために、住民防災組織の再研修、住民に対する情報普及活動が必要である。テグシガルパ市は住民が参加する避難訓練、地滑り対策施設の見学会、防災フェアなど、適切な活動を検討し、実施すべきである。

(4) 地滑りへの生活排水浸透の制御

エル・レパルト地区では集水井で集めた地下水に多くの生活排水が含まれている。斜面上部には大きな集落があり、表面排水路でも捕捉できない生活排水が流入していると考えられる。また、隣接するヌエバ・サンタロサ地区の斜面では新たな地滑りの再活動が開始しているが、これも都市開発に伴う生活排水の浸透の影響が考えられる。徐々にでも、下水道の整備を通して生活排水の地滑り地への浸透の制御ができることが望ましい。

(5) 地滑り専門家の育成

地滑り専門家を育成し、行政が必要とする専門的技術を国内で得られるようになることは、ホンジュラスが地滑り対策を進めるうえで長期的に取り組むべき重要な課題である。ホンジュラス政府（国家災害委員会、公共事業・運輸・住宅省等）、大学研究機関（ホンジュラス国立自治大学、ホンジュラス工科大学）、テグシガルパ市は適切な連携体制を構築し、地滑り専門家の育成と活用に努める必要がある。短・中期的な手段として、日本等、国外の地滑り専門機関との交流・技術支援も検討すべきである。

4.2.2 JICA への提言

JICA は、今後の技術協力等を通じて上記提言の実施を支援することを検討すべきである。

4.3 教訓

施工段階で得られる資料の提供

新しい技術を導入する施設建設事業で、施工時に重要な資料を得る機会がある場合は、建設契約の業務指示書に明記するなどしてその保全に努め、相手国側に提供して技術移転に活用すべきである。本事業では、集水井設置工事中の断面写真、すべり面土試料と水位観測データの保全がなされていなかった。これらは極めて重要な資料であるにもかかわらず、ホンジュラス側に提供することができなかった。

以上