

2015年度 外部事後評価報告書
円借款「地方都市上下水道整備事業（II）」

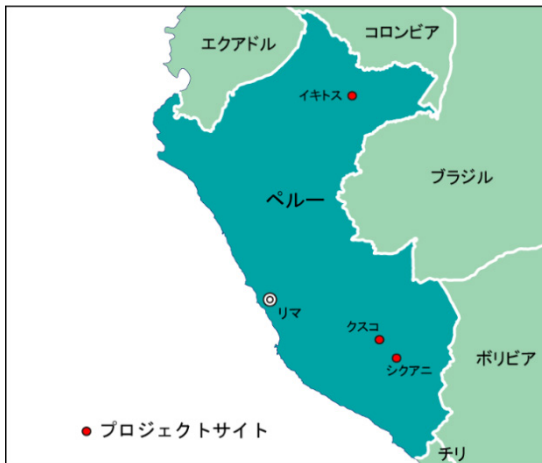
外部評価者：(株) グローバル・グループ 21 ジャパン 菌田元

0. 要旨

「地方都市上下水道整備事業（II）」（以下、「本事業」という）は、ペルーの地方都市ロレト州イキトス、クスコ州クスコ、クスコ州シクアニにおいて上下水道施設の改善・建設を行い、給水能力・下水処理能力の強化を通じて上下水道普及率の増大を図り、もって対象地区の環境・衛生状況改善に貢献することを目的に実施された。上下水道分野は事前評価時から事後評価時まで一貫してペルー政府の重要課題である。事前評価時、対象3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、本事業は事前評価時の日本の援助政策とも整合する。以上により、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、クスコの下水処理場とシクアニの上下水道では工事の開始が10年以上遅れ、本事業の事業期間は計画の3倍を超えた。この期間の物価上昇及び浄水場・下水処理場等の規模の拡大等により、事業費は計画を約8割上回った。よって本事業の効率性は低い。イキトスとクスコでは本事業の施設は計画を上回る水生産・下水処理を実現し、上下水道網の拡大もおおむね計画通りであり、両都市の環境衛生改善に計画通り貢献している。クスコでは上下水道普及率と給水時間に大きな改善がありワタナイ川の汚染防止に貢献があった。他方、無収水に課題が残るイキトスでは水不足が続き、給水サービスの顕著な改善は見られない。シクアニでは事後評価時までには上下水道施設は完成・稼働しておらず、上下水道分野では高い事業効果が見込まれるものの、下水処理場の運用に懸念がある下水分野については事業効果を判断できない。以上を総合し、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理についてクスコには問題は見られず、持続性は高い。イキトスでは技術面に軽度な問題が、財務面に課題があり、持続性は低い。シクアニでは下水処理場について体制面、技術面、財務面に懸念があり、持続性は低い～中程度である。よって、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、本事業は一部課題があると評価される。

1. 事業の概要



プロジェクト位置図



イキトス上下水道公社に建設された配水池

1.1 事業の背景

ペルーでは、同国経済が破たん状態にあった 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、大統領府の下に国家上下水道事業局 (PRONAP: *Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado*) を、経済財政省の下に国家水道事業監督庁 (SUNASS: *Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento*) を設立した。これにより、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。

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。JICA は 3 件の円借款事業によりリマ首都圏への支援を行うとともに、地方都市については米州開発銀行の支援により実施された都市別のフィージビリティ調査に基づき、1999 年にピウラとチンボテの 2 都市を対象とした円借款「地方上下水道整備事業」を実施した¹。

本事業は、以上を背景に、米州開発銀行の支援によるフィージビリティ調査が実施された地方都市のうちロレト県イキトス、クスコ県クスコ、クスコ県シクアニの 3 都市を対象に上下水道整備を実施するものである。1999 年にペルー政府による支援の要請を受けてファクトファインディング・ミッションが派遣され、2000 年に事前評価（審査）および借款

¹ 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。

契約が行われた。

1.2 事業概要

ペルーの地方都市イキトス、クスコ、シクアニにおいて上下水道施設の改善・建設を行い、給水能力・下水処理能力の強化を通じて上下水道普及率の増大を図り、もって対象地区の環境・衛生状況改善に貢献する。

円借款承諾額/実行額	7,636 百万円 / 6,010 百万円
借款契約調印	2000 年 9 月
借款契約条件	金利 上水道整備：1.7%、下水道整備・コンサルティング・サービス：0.75% 返済 上水道整備：25 年（7 年）、下水道整備・コンサルティング・サービス：40 年（10 年） （うち据置） 調達条件 上水道整備：一般アンタイド、下水道整備・コンサルティング・サービス：二国間タイド
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	2013 年 1 月
本体契約	イキトス上水道：Construtora Norberto Odebrecht（ブラジル）、China International Water & Electric Corporation（中華人民共和国） クスコ下水処理場：COSAPI S.A.（ペルー） シクアニ上下水道：COMSA（ペルー）
コンサルタント契約	イキトス・シクアニ：日本上下水道設計（株）（日本） クスコ：中南米工営株式会社（日本） / 日本工営（日本）（JV）
関連事業	円借款「地方上下水道整備事業」1999

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藪田元（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：2015 年 7 月～2017 年 3 月

現地調査：2016 年 1 月 14 日～2 月 9 日、2016 年 5 月 13 日～27 日

2.3 調査の制約

本事業のクスコの上水道及び下水収集施設は事業開始後、2004 年に円借款の貸付対象から外され、ペルー側資金で建設されることとされた。これらが本事業の範囲であることに

変わりにはなかったが、クスコ上下水道公社（EPS SEDACUSCO S.A.）²が実施した多数の上下水道整備事業の一部として建設されたため、事業実績（事業範囲、事業費、実施期間）の詳細を十分に明らかにすることができなかった。イキトスとシクアニでも一部の施設が自己資金等で建設されたが、事業費・事業期間・接続世帯数の情報を入手することができなかった。

3. 評価結果（レーティング：C³）

3.1 妥当性（レーティング：③⁴）

3.1.1 開発政策との整合性

「1. 1 事業の背景」で述べたように、事前評価時（2000年）、上下水道分野は重要な政策課題であり、フジモリ政権は地方分権に沿った衛生セクター改革を行うとともに大統領府直轄の国家上下水道事業局を設立し、水道セクター開発計画を策定したうえで地方都市の上下水道整備に努めていた。

その後、2006年に誕生した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に増大した⁵。住宅建設衛生省が2015年に作成した中期戦略（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、地方都市の上下水道整備について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、事前評価時（2000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3都市では、以下のように、いずれも上下水道整備の必要性が大きかった。

イキトス（1998年人口39万人）はアマゾン地区の中核都市であるが、人口流入により需要が増加し、水道普及率と給水時間の改善が急務であった。

ペルー第一の観光都市であるクスコ（1998年人口29万人）ではフランスの資金援助等で地下水源開発を実施していたが、観光都市として発展するためには老朽水道網の改善と周辺地区への拡大、給水時間増加が必要であった。また、下水普及率が低く、既存処理場の能力不足もあって下水処理率も低いことから、市内を流れるワタナイ川の水質汚濁が深刻で、灌漑を通じて農業に与える影響が懸念されていた。

シクアニ（1998年人口4万人）は商業都市・交通の要衝であり、上水道普及率・給水時

² *Empresa Prestador de Servicios SEDACUSCO Sociedad Anónima*

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 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。

間とも高い水準にあったが、新興住宅地域への上下水道網拡張が必要とされていた。また、下水は未処理で放流されており、処理場の整備が急務であった。

有効性の項で述べるように、事後評価時においても、これらの各都市で本事業により改善・建設された施設は給水衛生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、事後評価時においてもその重要性は維持されている。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

事前評価時、日本政府の「対ペルー国別援助計画」（2000年）の重点分野は貧困対策、社会セクター支援、経済基盤整備、環境保全であった。貧困対策については「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、環境保全では水質汚染対策が挙げられていたことから、本事業との整合性が確認できる。

3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

シクアニではフィージビリティ調査から10年以上を経て詳細設計が実施されたが、下水処理場に予定された敷地面積が得られなかったことから、処理方法の変更が行われた。新たな処理方法は、当初計画された方式に比べて高度な技術と多額の運営維持管理費用が必要とされるため、技術能力・財務能力ともに限られるシクアニ上下水道公社（EPS EMPSSAPAL S.A.）⁶による運営・維持管理には深刻な懸念が生じている。この変更はペルーの公共事業実施の手続きに沿って行われたが、代替敷地の検討や財務的持続性の検討は、事業実施のさらなる遅れを避けるために、行われなかった。本件のように、持続性に重大な影響を及ぼす恐れのある計画変更は、十分な検討が必要であったと言える。なお、この課題は本事業全体の妥当性を大きく損なっているとまでは言えず、妥当性の評価を低めるものではない。

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

本事業ではイキトスの上水道整備、クスコの上水道・下水道整備、シクアニの上水道・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。

⁶ Empresa Municipal Prestadora de Servicios de Saneamiento de las Provincias Alto Andinas Sociedad Anónima

表1 アウトプットの計画と実績の比較

計画	実績
<p><イキトス上水道></p> <p>水生産施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 取水施設：取水口改修 2 カ所 浄水場：新設（生産能力 520 ㎥/秒） <p>送配水施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 貯水槽：新設 2 カ所、修復 1 カ所 送水管：拡張・修復 18 km ポンプ場：新設 1 カ所・改修 3 カ所 配水池：新設 10 カ所、修復 1 カ所 配水管・配水網：187 km 接続：新規 11,388、メーター設置 11,388、修復 3,594 	<p>(2012 年完成)</p> <p>水生産施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 取水施設：ほぼ計画通り 浄水場：新設（生産能力：750 ㎥/秒） <p>送配水施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 貯水槽：新設 3 カ所、修復 1 カ所¹⁾ 送水管：拡張・修復 15 km²⁾ ポンプ場：新設 1 カ所、改修 3 カ所 配水池：新設 10 カ所、修復 1 カ所 配水管・配水網：135 km 接続：新規 11,084、修復 1,348、メーター設置 11,388 上水道遠隔監視システム導入
<p><クスコ上水道></p> <p>送配水施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 配水池：新設 4 カ所 ポンプ場：新設・改修建設 3 カ所 送水管：新設 26 km 配水網：新設 16 地区、29 km 接続：新規 3,564（含メーター） 	<p>(2015 年完成)</p> <p>送配水施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 配水池：新設 1 カ所 ポンプ場：新設・改修建設 2 カ所 送水管：一部実施（26 km 中 9 km は実施、8 km は不実施、残りの 9 km は計画位置・実施状況ともに不明） 配水網：16 地区（延長不明） 接続：新規 3,564 以上
<p><クスコ下水道></p> <p>下水収集施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 下水幹線：15 km 二次幹線：16 km 下水網：16 地区、23 km 接続：新規 7,190 <p>下水処理施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 処理場：300 ㎥/秒、酸化池方式 新規処理場への導水管：7 km 	<p>(2014 年完成)</p> <p>下水収集施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 下水幹線：13km 二次幹線：14km 下水網：15 地区、延長不明 接続：不明 <p>下水処理施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 処理場：460 ㎥/秒、散水ろ床方式 新規処理場への導水管：なし
<p><シクアニ上水道></p> <p>水生産施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 取水導水施設：改修（2 カ所、泉） <p>送配水施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 配水池：新設 2 カ所、改修 2 カ所 ポンプ場：新設 2 カ所 塩素注入装置（2 カ所） 送水管・配水幹線：6 km 配水網：拡張 6 地区、19 km 	<p>(2016 年完成)</p> <p>水生産施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 取水導水施設：改修（3 カ所、泉） <p>送配水施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 配水池：新設 2 カ所、改修 2 カ所 ポンプ場：新設 2 カ所 塩素注入装置（1 カ所） 送水管・配水幹線：配水網と合わせて 17 km（契約時計画、実績不明） 配水網：拡張 6 地区³⁾
<p><シクアニ下水道></p> <p>下水収集施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 下水管・下水網：21 km ポンプ場：1 カ所 接続：7 地区、新規 2,125 <p>下水処理施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 処理場：77 ㎥/秒、酸化池方式 	<p>(2016 年完成)</p> <p>下水収集施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 下水管・下水網：20 km（最終実績は不明） ポンプ場：2 カ所 接続：8 地区³⁾（新規接続数は不明） <p>下水処理施設：</p> <ul style="list-style-type: none"> 処理場：80 ㎥/秒、嫌気性ラグーン・散水ろ床混合方式

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：1) ペルー側資金により実施された配水池 1 カ所の建設と貯水槽 1 カ所の修復を含む。

2) ペルー側資金で実施した配水池 1 カ所に関連する送水管延長は含まない。

3) ペルー側資金で実施した配水網拡張 5 地区、下水網拡張 5 地区を含む。

本事業は 2000 年の借款契約署名後、二度の政権交代とそれに伴う省庁再編のため 2002 年まで円借款を利用した事業の実施が中断していたが、その後はイキトス、クスコ、シク

アニの順に実施された（詳細は「3.2.2.2 事業期間」を参照）。以下、各都市における実施の経緯、事業範囲の変更、アウトプットの質について説明する。

(1) イキトス

イキトスでは上水道分野を対象に取水施設の改修、浄水場の建設（既存浄水場に併設）による水生産の増加と、配水池の建設を含む送配水施設の整備が計画された。事業範囲のうち配水池 1 カ所の建設と貯水槽 1 カ所の修復は円借款による事業実施が中断している期間に自己資金により実施された。その後、借款契約後の物価上昇等により資金制約が生じたため、上記を除く事業範囲のうち優先事業が 2006 年～2008 年に実施された。さらに、クスコの事業範囲の一部が自己資金等により実施されることになり（詳細は後述）、借款資金に余裕ができたため、見送られた事業範囲が 2010～2012 年に追加的に実施された。主な事業範囲の変更は以下の通り。

- ・ 人口予測の更新により浄水場の生産能力を増加した。
- ・ 追加工事では新たに上水道に遠隔監視システムを導入した⁷。

上記の変更のうち遠隔監視システムは計器類を始めとした機器の各部分が落雷等により頻繁に故障し、修理ができないため、これまでほとんど運用されていない。現地の厳しい気象条件に合わせた設計が行われなかったほか、運営維持管理能力の検討が十分でなかった可能性を指摘できる。その他の変更は妥当であったと考えられる。

イキトス上下水道公社（EPS SEDAROLETO S.A.）⁸によると、本事業の施設のうち特にバルブ類は耐用年数を待たずに故障するものが多い。また、同公社によると、浄水場のフロック形成池（凝集池）のパネルは詳細設計の仕様通りであるが、材質が不適切のため、これまでに傷んで取り外されたものが多数あり、処理効率を低めている。



(イキトス) 取水口 (左)、浄水施設 (右)

⁷ 遠隔管理システムは SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) システムとも呼ばれ、産業制御システムの一つで、コンピュータによるシステム監視とプロセス制御を行うもの。イキトスでは取水口、浄水場、配水池の水位や流量データを一括してモニタリングするシステムが導入された。

⁸ *Empresa Prestador de Servicios SEDALORETO Sociedad Anonima*

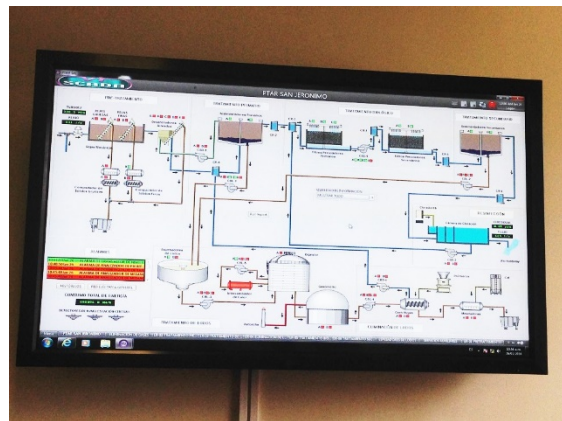
(2) クスコ⁹

クスコの上水道分野では2000年に新たに建設された水生産施設（地下水）の水を市内に送配するための施設、市周辺部における配水網の拡大などが計画された。下水道分野では下水道幹線・下水網および酸化池方式による下水処理場の建設が計画された。

新たな水源を得た上水道分野では送配水施設の整備を急ぐ必要があったため、クスコ上下水道公社は借款資金利用中断期間に自己資金で一部の建設を開始した。また、2002～2003年にクスコ上下水道公社の財務が一時的に悪化し、同公社は借款転貸による施設整備に慎重になった。さらに、主要下水幹線であるワタナイ幹線の建設は住宅建設衛生省が資金を一部援助することとなった。以上を背景に、借款資金の利用を下水処理場の建設のみに限定することが、2004年に住宅建設衛生省・クスコ上下水道公社・JICAの間で合意された。

下水処理場は、当初予定した敷地の地主数が多く買収が難しかったため、既存処理場の敷地に、酸化池方式より敷地面積が少なくて済む散水ろ床方式の処理場を建設することになった。これに伴い、収集した下水を新規処理場まで運ぶ導水管は不要となった。処理場は人口予測を見直して2024年まで対応可能なように処理能力を増加した。また、クスコ上下水道公社の要望により、汚泥の一部を可燃ガスに替えて余剰汚泥量を減らすことができる消化槽が追加された。

上水道コンポーネントは配水網拡張が計画通り16地区で実施されたが、それ以外の送配水施設は部分的な実施にとどまった。これは、送配水の経路が変更されたことに伴い配水池・ポンプ場の一部を建設する必要性がなくなったためである。下水収集施設は、クスコ上下水道公社がこれまでに実施してきた多数のプロジェクトによりおおむね計画通りに実施された。なお、送配水施設・下水収集施設については、本事業のスコープ以外にも同公社により多数の事業が実施されている。



(クスコ) 下水処理施設 (左)、下水処理場の遠隔管理システム (右)

⁹ 「2.3 調査の制約」に示した通り、クスコの上水道及び下水収集施設はクスコ上下水道公社が実施した多数の上下水道整備事業の一部として建設されたため、事業実績（事業範囲、事業費、実施期間）の詳細を十分に明らかにすることができなかった。

(3) シクアニ

シクアニの上水道分野では配水池の建設による標高の高い地区への配水水圧の改善と新興住宅地区への配水網拡大が計画された。下水道分野では、下水処理場建設と下水道幹線の建設及び新興住宅地区への下水網拡大が計画された。

シクアニでは、円借款の転貸を受けて上下水道整備をすることが事業の民営化や水道料金の大幅な値上げにつながることを恐れた住民の反対運動が発生し、政治問題化した。さらに、シクアニ上下水道公社の財務状況も厳しく、地方政府の支援も得られなかったため、円借款による事業実施の中断期間が過ぎた後も同公社は直ちに円借款の利用を決断できなかった。2007年になって同上下水道公社はコンサルティング・サービスへの借款資金の利用を決め、詳細設計が開始された。その後、円借款転貸への住民の反対がさらに高まったため、建設には借款資金を利用せず、国家予算を利用することが2009年に住宅建設衛生省・シクアニ上下水道公社・JICAの間で合意された。国家予算による建設工事は上下水道分野合わせて1本の契約により2012年12月に開始され、2016年6月以降に完成の予定であった¹⁰。

事業範囲は審査時計画をもとにコンサルティング・サービスによる詳細設計を通じて固められた。その過程及び実施段階での主な変更は以下の通りである。

- ・ 円借款利用による事業実施が遅れたことから、配水網拡張が計画された6地区中5地区、下水網拡張が計画された7地区中5地区ではシクアニ上下水道公社及びシクアニ市が自己資金等により拡張を行った。残りの地区は国家予算により建設されたが、新たに1地区の下水網拡張が事業範囲に追加された。この変更は市街地の拡大に応じた必要なものであり、妥当であった。
- ・ 取水施設の改修は2カ所が予定されていたが、2カ所の改修(導水能力拡張を含む)と1カ所の保護(築堤、柵の設置)が行われた。保護対象の水源は、事業開始後の2010年にペルーの水質基準が改定されたため、詳細設計時にヒ素濃度が基準を上回ることが明らかになったが、そのまま保護が実施された。この水源はその後使われなくなったために、結果的に、保護は不要であった。
- ・ 下水処理場は予定された敷地面積(32ha)の約8分の1(4.2ha)しか得られなかったため¹¹、当初予定された酸化池方式より狭い敷地で処理できる嫌気性池・散水ろ床混合法が採用された¹²。この変更により下水処理場の運営維持管理には当初の予定に比べてより高度な技術と大きな費用が必要とされるようになった。しかし、この過程で代替敷地の検討や財務分析は行われず、財務的持続性に深刻な課題が残さ

¹⁰ 第二次現地調査以降に得られた情報によると、工事は2016年7月に完成し、稼働試験が開始された。

¹¹ シクアニ上下水道公社によると、当初予定された敷地はある村落の共有地で、1996年頃には下水処理場のためにこれを有償で提供することが合意されていたが、事業開始が10年以上遅れる間にその一部が私有化され、交渉が難航した。

¹² 「3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ」を参照。

れた¹³。よって、この変更には疑問の余地が大きい。

- ・ 実施段階で、シクアニ上下水道公社の要請によりろ材が石材からプラスチックに変更された。これは処理効率をさらに高める変更であるが、事業費と工期の増大をもたらしており、その必要性には疑問が残る¹⁴。
- ・ 建設開始後にコンサルタントが独自の判断で実施した下水処理場の前処理施設の位置変更が住民を刺激し、処理場占拠に至る反対運動を引き起こした。住民との交渉の末、前処理施設の位置は元に戻されたが、防臭設備などが住民の要求に沿って新たに追加された¹⁵。
- ・ 詳細設計では、その対象に含まれていたポンプ場・下水処理場への受電設備の設計が行われなかった。これは、建設工事の実施中に設計された。実施段階では金額ベースでほぼ倍の管路が施工されることになったほか、下水処理場建設の土工量が見積もりより多くなったため、実施段階で多額の費用追加が必要とされた。現地調査時のヒアリングによると、シクアニ下水道公社は、詳細設計における送配水管・下水道幹線・下水網の延長や土工量の見積もりが不正確であったと考えている。

施工段階では配水池構造物の施工不良によるやり直し、必要な性能を満たさない配水池ポンプの再調達など非効率な面があった。なお、事後評価の現地調査時に工事は完了しておらず、最終的な施工品質は判断できない。

シクアニ上下水道公社は、詳細設計の質の低さが事業費と工期の増加につながり、同公社の承認を経ずに行った計画変更が住民の反対運動と事業費・工期の大きな増加をもたらしたと考えており、コンサルタントのパフォーマンスに満足していない¹⁶。

以上のように、本事業では特にイキトスとシクアニにおいて施工管理及び施工の質が低い面があったことを指摘できる¹⁷。

¹³ シクアニ上下水道公社および住宅建設衛生省によると、改めて別の敷地を探すことも考えられたが、敷地の変更にはペルーの公共事業投資制度に沿った調査・承認手続きに3～4年を要するため、これ以上の実施の遅れを避けるために当初予定された敷地での建設が決定された。

¹⁴ この変更は建設工事・維持管理作業の容易さ、処理効率の高さ、将来の拡張の容易さ等を理由に承認されたが、緊急を要するものではなかったと考えられる。他方、プラスチック製のろ材は国外から調達する必要があり、事業費と工期の増加をもたらした。

¹⁵ 住宅建設衛生省の担当者およびシクアニ上下水道公社によると、この防臭設備は環境基準上は必要とされない。

¹⁶ 住民の反対運動の影響によりシクアニの事業費は30%以上増加し、工事の中断、前処理施設の位置の再変更、脱臭装置等の追加などにより工期は約15カ月間延長された。

¹⁷ このことは、イキトスでは持続性（運営・維持管理の状況）に、シクアニでは持続性（財務）と効率性に影響を与えている。



(シクアニ) 建設中の配水池 (左)、下水処理場 (右)

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。クスコの上水道と下水収集施設のコンサルティング・サービス及び建設、シクアニの上下水道の建設について円借款を利用しなかったため、円借款利用額は計画 7,636 百万円の 79% (6,010 百万円) にとどまった。しかし、事業費実績が不明なクスコの上水道と下水収集施設 (計画額 2,521 百万円) を除く部分の合計事業費は計画 8,554 百万円に対し、15,216 百万円 (計画比 178%) に増大し、計画を大幅に上回った。このため、円借款の利用が減った一方、増大した事業費の多くの部分がペルー側資金 (住宅建設衛生省予算 : 比較対象部分だけで合計 9,206 百万円) で賄われることとなった。事業費の大幅な増加は、クスコとシクアニにおける下水処理場の規模拡大・処理方式の変更など事業スコープの変更、及び、各都市における事業実施が計画より 5~11 年遅れたことを背景とする大幅な物価上昇によるものと考えられる¹⁸。

¹⁸ ペルーの消費者物価指数は、事業費が積算された 1999 年から 2015 年の期間に 50%以上上昇した。

表2 事業費の計画・実績

(単位：百万円)

	計画			実績		
	全体	円借款	ペルー側	全体	円借款	ペルー側
イキトス上水道*	2,026	2,026	0	5,396 ²⁾	3,934	1,462
クスコ上水道	530	530	0	不明 ¹⁾	0	不明
クスコ下水道 (うち下水処理施設*)	1,991 (894)	1,991 (894)	0 (0)	不明 ¹⁾ (2,603)	1,175 (1,175)	不明 (1,428)
シクアニ上水道・下水道*	1,138	1,138	0	2,987 ²⁾	0	2,987
物価上昇・物的予備費*	1,427	649	778	0	0	0
コンサルティング・サービス(詳細設計、入札時補助、実施管理)*	1,302	1,302	0	1,722	901	821
土地取得・税金*	1,767	0	1,767	2,508	0	2,508
合計 (*合計)	10,181 (8,554)	7,636 (6,009)	2,545 (2,545)	不明 (15,216)	6,010 (6,010)	不明 (9,206)

出所：JICA 提供資料、住宅建設衛生省提供資料

注：1) クスコの上水道および下水道のうち下水収集施設（下水網）はクスコ上下水道公社が 2000 年以降に実施した多数の事業の一部として建設されており、事業費の実績は算出できなかった。

2) イキトスとシクアニで円借款による事業実施が中断されていた期間に自己資金等で建設された施設の事業費は含まない。シクアニの事業費は 2015 年 10 月現在の予定額。

計画額の積算基準は 1999 年 9 月

為替レート

(計画) 1 ドル=113.5 円、1 ヌエボソル=34.0 円

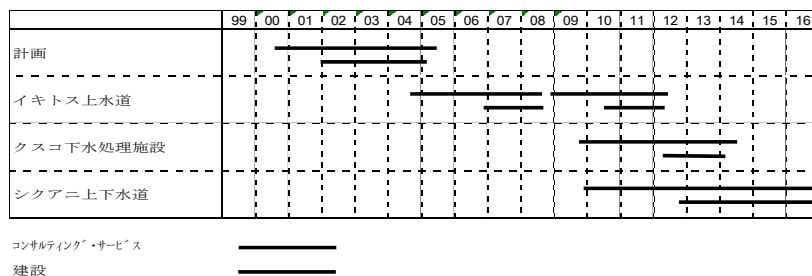
(実績) 1 ドル=101.0 円 (実際の適用レート)

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 2000 年 9 月に借款契約が調印され、2005 年 5 月に完成する予定であったが、実際は図 1 の通り、イキトス、クスコ、シクアニの順に実施されたが、シクアニについては 2016 年 5 月現在、未完成である¹⁹⁾。実際の事業期間は計画 57 カ月（2000 年 9 月～2005 年 5 月）に対して 189 カ月以上（2000 年 9 月～2016 年 5 月）、計画の 332%以上となり、計画を大幅に上回った。これに伴い、貸付実行期限は二度に渡り延長された²⁰⁾。事業期間が大幅に増加した理由は以下の通りである。

図 1 事業期間の計画と各都市における実績（1999 年～2016 年）



出典：JICA 提供資料、住宅建設衛生省提供資料

注：イキトスとシクアニで円借款中断期間に自己資金等で実施された工事の事業期間は含まない。計画された建設期間はイキトスでは約 3 年間、クスコとシクアニでは約 2 年間であった。

¹⁹⁾ 脚注 10 を参照。

²⁰⁾ 貸付実行期限は借款契約発効の 7 年後の 2008 年 1 月であったが、2010 年 10 月まで延長され、その後、2012 年 12 月まで再延長された。

- ・ 2000年の借款契約署名後、二度の政権交代とそれに伴う省庁再編等のため2002年まで実施が中断した。また、2001年に、本事業の当時の実施機関であった国家上下水道事業局の人員が大幅に削減され、運営監理能力が低下した。
- ・ 上記に伴う政治経済の混乱、および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ため、地方政府の負担分の財源確保が難航した²¹。
- ・ イキトスでは2003年に地方政府の予算の目途が付き事業実施が決まった。詳細設計時に大幅な費用の増加が明らかとなり、事業範囲の見直しが必要とされたため調達と工事開始が遅延した。その後、利用可能となった借款資金による追加工事が実施された。工事そのものに大きな遅れはなかった。
- ・ クスコでは2004年に上水道・下水収集施設を借款貸付対象から外すという資金源の変更が合意されて事業実施が決まった。その後、下水処理場の計画変更に伴う追加調査(円借款の貸付対象外)とペルー政府による国内再審査に4年間を要し²²、2009年にコンサルティング・サービスの調達が、2010年に建設工事の調達が開始された。建設工事の調達は入札書類の準備、契約交渉に時間を要し、2012年3月に工事が開始された。工事そのものに大きな遅れはなかった。
- ・ シクアニでは地方政府が資金負担への意思を持たなかったため、地方政府が政権交代する2007年まで事業の実施を決められなかった。2008年にコンサルティング・サービスの調達手続きを開始したが、円借款転貸による事業実施への住民による反対運動が起こり、建設に国家予算を使うことが決められた2009年まで契約できず、さらに、下水処理場敷地の取得に時間を要して詳細設計期間が伸びた。2012年に12カ月間の工期で建設が開始されたが、下水処理場の建設に係る以下の要因により工期は約29カ月間延長した。なお、シクアニでは上下水道合わせて1本の契約であったため、上水道施設の完成も遅れている²³。
 - 処理場敷地への進入路の土地取得の遅れ(5.5カ月間)
 - 処理場のろ材の変更(6.2カ月間)
 - 詳細設計で欠けていた電力供給設備の追加(2.0カ月間)
 - 前処理施設の位置変更に伴う住民の反対運動による工事中断(6.8カ月間)
 - 前処理施設の位置の再変更、脱臭装置等の追加(8.1カ月間)

²¹ 株主である地方政府の財政状況の悪化が上下水道公社にも及んだ。

²² クスコでは円借款の範囲が下水処理場に限定されることになり、敷地が変更されたため、2004年に新たに定められた国内審査プロセスを再度通過することが求められた。イキトスとシクアニではこの手続きは求められなかった。

²³ シクアニの工事契約では工期の遅れに対して契約業者に違約金を課することができる。その基準となる工期は下水処理場の完成についてのみ設定され、上水道と下水収集施設は下水処理場が完成するまでに完成すれば良いことになっていた。部分完成・部分引き渡しを前提にした工期が設定されていれば建設業者は上水道の工事を急ぐが、そのように設定されていなかったため、上水道工事は必要以上に時間をかけて行われてきた。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

本事業のうちイキトスの上水道事業についてプロジェクトライフ 30 年、建設費、運営維持管理費を費用、水道料金収入を便益として財務的内部収益率（FIRR）を再計算したところ 2.0%と、計画時の 16.8%に比べて大幅に低くなった。また、費用から税金を除外して試算した経済的内部収益率（EIRR）は 5.3%であった（計画値なし）。

イキトス上水道の FIRR が計画を下回った主な理由は事業費が 2 倍以上に増大したことであったと考えられる。なお、クスコとシクアニについては十分なデータが得られなかったため再計算は行わなかった。

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

3.3 有効性²⁴（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業は上下水道普及率の改善及び給水・下水処理強化を図ることが目的であった。審査時には各都市について提示されていた目標及びその達成状況は表 3 のとおりである。

また、各都市における上下水道サービスのパフォーマンスを示す各種指標の事業実施前後の実績を表 4、5 に示す。なお、これらの指標の事業後の実績には、一部を除き、本事業の効果だけでなく、各都市上下水道公社が実施してきた多数の事業の効果が含まれる。

表 3 に示すように、水生産能力・下水処理能力増加の計画は全都市で、給水人口・下水道供用人口（給水を受ける人口・下水道サービスを受ける人口）の増加はイキトス上水道、クスコ上水道を除いて達成されている。このうち、水生産能力・下水処理能力の増加は本事業により建設された施設により達成されるものである。他方、給水人口・下水道供用人口の増加の大半は本事業が直接達成したものではなく、各都市で上下水道公社等が実施してきた多数の事業による効果が含まれている²⁵。よって、本事後評価において表 3 の「給水・下水道対象人口の増加」は参考指標として扱うにとどめ、各都市における本事業の有効性は、表 3、4、5 の一部実績と、3.3.2 に述べる、各都市において本事業に期待された具体的な事業効果の発現状況に基づいて判断する。

²⁴ 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。

²⁵ クスコでは本事業に含まれない水源開発事業が大きな給水人口増加を可能にした。また、各都市では人口増加に応じて継続的に行われてきた送配水網・下水道網の拡張および接続数の増加が給水・下水道対象人口の増加をもたらしたが、本事業はその一部に過ぎない。特に、既存の送配水網・下水道網への接続数の増加のほとんどは本事業の範囲外であった。そもそも、審査時に提示された給水・下水道対象人口の増加についての目標は、本事業だけで達成することができない内容であり、複数の事業を包括した、対象地域全体の目標として提示されていたものと考えられる。

表3 審査時目標の達成状況

	水生産能力向上 下水処理能力向上 (運用指標)		給水人口・下水道供用人口の 1995年時点からの増加 (効果指標)	
	計画 (2010年)	実績(計画比)	計画 ^(a) (2010年)	実績 (計画比)
イキトス上水道	520 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$	750 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$ ^(b) (144%)	22.5万人	17.6万人(2013) (78%)
クスコ上水道 ^(c)	-	-	13.5万人	12.9万人(2013) (96%)
クスコ下水道	300 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$	506 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$ ^(d) (169%)	13.5万人	22.2万人(2013) (164%)
シクアニ上水道	18 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$	40 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$ ^(e) (222%)	1.0万人	1.3万人(2012) (130%)
シクアニ下水道	77 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$	80 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$ ^(f) (104%)	1.3万人	1.7万人(2012) (131%)

出典：JICA 提供資料、各都市上下水道公社提供資料

注 「水生産能力向上」「下水処理能力向上」は本事業のみによる効果であるが、「給水人口・下水道供用人口の増加」は本事業だけでなく、各都市上下水道公社が実施してきた多数の事業の効果が含まれる。

「水生産能力向上」「下水処理能力向上」の実績は、実現した設計設備能力とこれまでに実現した最大水生産量・下水処理量のうち大きい方を採用した。詳細は以下の(b)～(f)を参照。

- (a) 計画値は2010年について設定されたが、算出方法が明示されておらず、2011年以降の計画値は不明。したがって、2010年の計画値を採用する。
- (b) 計画変更後の設計設備能力(2008年完成。なお、最大の水生産実績は2014年の746 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$)
- (c) 水生産能力向上について420 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$ の目標が提示されていたが、事業範囲に該当する部分がなく、誤りと判断される。
- (d) 計画変更後の設計設備能力(460 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$)を上回る処理実績(2015年)があるため、処理実績を採用。
- (e) シクアニ上下水道公社の2015年の試験結果(施設は完成したが未稼働)。
- (f) 施設未完成のため設計設備能力を採用。

表4 上水道についてのその他の指標

	イキトス	クスコ	シクアニ(事業完成前)
水生産量*	1995年：620 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$ 2013~15年：1,015 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$	1995年：326 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$ 2013~15年：644 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$	1995年：約60 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$ 2013~15年：69 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$
給水人口**	1995年：15.7万人 2013年：33.3万人	1995年：14.5万人 2013年：27.4万人	1995年：2.5万人 2012年：3.8万人
普及率**	1998年：68% 2015年：81%	1998年：73% 2014年：98%	1998年：88% 2015年：86%
本事業の新規 接続人口**	約6万人	約1.5万人	不明
給水時間**	1998年：13時間 2013~15年：13.6時間	1998年：11時間 2013~15年：20.5時間	1998年：21時間 2012年：23.8時間
水圧** ²⁶	約9水柱メートル	30水柱メートル以上	約15水柱メートル
無収水率*	1995年：不明 2015年：56%	1995年：38% 2013~15年：35%	1995年：57% 2015年：44%

出典：JICA 提供資料、各都市上下水道公社提供資料

注：(*) 運用指標、(**) 効果指標

上記の指標の事業後実績(2013年以降)には、イキトス及びシクアニの「水生産量」、各都市の「本事業の新規接続人口(新規接続数をもとに推定)」を除き、各都市で実施されてきたその他の事業の効果が含まれている。

²⁶ 「水柱メートル」は1メートルの水柱を支えることのできる圧力の単位。ペルーの基準は15～50水柱メートル。

表5 下水道についてのその他の指標

	クスコ	シクアニ (事業完成前)
下水処理量*	2015年：506 ㎥/秒	80 ㎥/秒 (計画)
下水人口**	1995年：6.8万人 2013年：29.0万人	1995年：2.0万人 2012年：3.7万人
普及率**	1998年：46% 2014年：80%	1998年：88% 2012年：84%
本事業の新規 接続人口**	約2.8万人	不明
処理効率*	BOD除去率：90% (2015) 処理前 BOD：445 mg/ℓ 処理後 BOD：47 mg/ℓ	BOD除去率：90% (計画) 処理前 BOD：390 mg/ℓ 処理後 BOD：15 mg/ℓ

出典：JICA 提供資料、各都市上下水道公社提供資料

注：(*) 運用指標、(**) 効果指標

上記の指標の事業後実績 (2013年以降) には、クスコの「下水処理量」、各都市の「本事業の新規接続人口 (敷設された末端下水管の延長をもとに推定)」、クスコの「処理効率」を除き、各都市で実施されてきたその他の事業の効果が含まれる。

3.3.2 対象各都市における事業効果

(1) イキトス上水道

イキトスでは水生産の増加、送配水の均一化、給水地域の拡大が主な課題であった。

水生産のネックとなっていた取水・導水施設の改修と新規浄水場建設により、計画された 520 ㎥/秒を超える 750 ㎥/秒の設備能力増加が実現した。事業前の水生産量は旧浄水場による約 620 ㎥/秒であったが、2013～2015 年の平均水生産量は新旧浄水場合わせて 1,015 ㎥/秒と約 400 ㎥/秒の増加があった。新浄水場の水生産量は 719 ㎥/秒 (2013～2015 年平均) で、設備利用率は 96% に達する。イキトス上下水道公社によると、浄水場における水質は残留塩素濃度、濁度ともに全て基準を満たしており問題はない²⁷。以上から、水生産の増加について本事業に期待された効果は計画以上に達成されたと考えられる。なお、イキトスではメーター設置率が 41% (2015) と低く、上水道への不法接続が多いため、無収水率は 56% (2015) に達する。本事業は中心部の一部配水管更新、メーター設置により無収水削減 (有効水量の増加) に貢献していると考えられる²⁸。

送配水については、事業前は配水池がなかったために旧浄水場からポンプで直接市内全域に配水されていたため末端地域では水圧が不足し、均一な配水が行われていなかった。イキトス上下水道公社によると、本事業により多数の配水池が建設されたことにより、浄水場から離れた地域でも水圧が確保でき、広い範囲で均一な配水が行われるようになった。本事業で建設された施設が十分活用されて水生産と送配水の改善に貢献していることから、送配水の改善について本事業に期待された効果は達成されたと考えられる。ただし、平均

²⁷ ただし、事後評価の現地調査時には原水の色度が高く、浄水場の一部施設が修理中であったため、基準値以内ではあるが、水にわずかな濁りと色が残っていた。これは受益者調査結果に反映されている。

²⁸ 老朽化した配水管の更新及びメーター設置に伴う接続管の交換で漏水が減少し、無収水削減につながる。本事業によるメーター設置数は全メーター設置数の 48% に相当する。さらに、イキトス上下水道公社は近年、配水計画の調節により無収水率を下げる努力を続けており、2013 年に 63% を記録して以降、無収水率は低下傾向にある。2016 年 1～3 月の無収水率は 55% であった。

給水時間は 13 時間（1998）から 13.6 時間（2013～2015 年平均）とほぼ変わらず、近年の平均水圧は 9 水柱メートル前後と低い。河川水位に左右される取水能力の制約などから給水人口の増加に水生産量の増加が追いつかず、有効水量の制約（無収水率の高さ）も相まって、水不足の状態が続いていると考えられる²⁹。

給水人口は 15.7 万人（1995）から 33.3 万人（2013）に、上水道普及率は 68%（1998）から 81%（2015）に増加した。本事業により約 1.1 万世帯（約 6 万人）が新規接続を得た。これはほぼ計画通りで、給水人口増加 17.6 万人の 34%に相当する。よって、給水人口増加についてほぼ計画通りの貢献があったと考えられる。

以上から、イキトスの上水道について本事業に期待された効果は計画以上に達成されており、有効性は「非常に高い」と判断される。

（2）クスコ上水道

クスコでは給水人口・普及率及び給水時間の改善が主な課題であった。このいずれについても改善が見られるが（表 4）、これは新たな水源を得たことと本事業を含む送配水施設整備の相乗効果である³⁰。

表 4 のとおり、給水人口は 14.5 万人（1995）から 27.4 万人（2013）に、上水道普及率は 73%（1998）から 98%（2014）に増加した。本事業は新規接続約 3,500 世帯（約 1.5 万人）でこれに貢献した。この新規接続数はおおむね計画どおりで、給水人口増加 12.9 万人の 12%に相当する。よって、クスコでは給水人口・普及率におおむね計画通りの貢献があったと判断できる。

給水時間は 11 時間（1998）から 20.5 時間（2013～2015 年平均）に大きく改善した。近年の水圧は 30 水柱メートル以上と適切である。本事業は送水管・配水池の整備を通してこれらに貢献したと考えられる。ただし、事業範囲の一部の位置が計画・実績ともに確定できず、また、本事業以外にも上下水道公社が多く施設整備を行ってきたことから、本事業の具体的な貢献を取り分けて記述することは難しい。しかし、必要とされた施設が全て建設され活用されていることから³¹、本事業は配水の改善に十分に貢献したと判断される。なお、無収水率は 38%（1995）から 35%（2013～2015 年平均）とわずかに改善した。本事業は 3,564 のメーター設置（全接続数の約 5%）でこれに貢献したと考えられる。

以上から、クスコの上水道については期待された事業効果はおおむね達成され、有効性は「高い」と判断される。

（3）クスコ下水道

クスコの下水道では下水道供用人口・普及率の改善とともに、水質汚染の激しいワタナイ川への未処理下水の放流を減らすことが主な課題であった。

²⁹ 給水人口が 1995 年から 2013 年にかけてほぼ倍増したのに対し、水生産量は約 70%の増加にとどまった。

³⁰ 2000 年に建設された水源はクスコの全水生産量の 42%（2013～2015 年）を占める。

³¹ 「3.2.1 アウトプット（2）クスコ」を参照。

下水道供用人口は 6.8 万人 (1995) から 29.0 万人 (2013) に、下水道普及率は 46% (1998) から 80% (2015) に増加した (表 3、4)。本事業はおおむね計画通り実施された下水幹線網の整備 (計画 31 km に対して実績 27 km)、計画 16 地区中 15 地区で実施した下水道網拡張によりこれに貢献した。本事業による新規接続数の直接の増加は 7,000 世帯 (2.8 万人) 程度、下水道供用人口増加 22.2 万人の 13% に相当すると推計される³²。以上より、本事業は下水道供用人口・下水道普及率の増加についておおむね計画どおりの効果があったと判断される。

建設された下水処理場では、下水処理量 300 ㎥/秒の計画に対し、506 ㎥/秒 (2015、計画比 169%) を達成した。処理後の BOD 濃度は 47 mg/ℓ (2015) と詳細設計時の計画 30 mg/ℓ に達しないものの、これは下水処理量が多いため、処理効率は計画通り 90% と十分高い。本事業の前は旧処理場で約 59g/秒 (2012) の BOD 負荷が処理されていたが、詳細設計時では新処理場で 111g/秒の BOD 負荷が処理される計画であった。実際には、計画の 181% に相当する約 201g/秒 (2015) の BOD 負荷が処理され、ワタナイ河に流入する BOD 負荷の削減量は事業前の 3.4 倍に増加した³³。以上から、ワタナイ川への汚染物質放流の削減について、本事業は計画を大きく超える効果があったと判断される。

他方、下水処理については、流入下水の BOD 濃度が高い、下水量が多くて処理しきれないなどの課題がある。流入下水の BOD 濃度は 445 mg/ℓ (2015) と計画 400 mg/ℓ を超える。また、高濃度の産業排水や油・砂・粘土等が混入し設備の損傷が早い。クスコの下水網は基本的に分流式だが、実際は相当量の雨水が入り込み、降雨時には流量が 2,000 ㎥/秒に達することがある³⁴。降雨がなくてもピーク時には 802 ㎥/秒を超える下水が流入し、未処理で放流される。これは、人口増加が計画時の予想を上回ったためと考えられる。

以上から、クスコの下水道についてはワタナイ川への汚染物質の放流を削減するという課題について期待された事業効果は計画以上に達成され、有効性は「非常に高い」と判断される。

(4) シクアニ上水道

シクアニには複数の湧き水を水源とする豊富な水源があるが、新興住宅地区への配水網拡大と標高の高い地区への配水水圧の確保が課題であった。事後評価時 (第二次現地調査時)、上水道施設の建設はほぼ完了していたが、未稼働であった。以下は、シクアニ上下

³² クスコ上下水道公社のサービス提供地域の周囲には住民組織が独立して運営する上下水道施設があるが、本事業の下水処理場はその一部の下水を受け入れている。対象人口は 15 万人に上ると推定される。しかし、上下水道公社と住民組織の間に下水受け維持に関する明確な取り決めはなく、受け入れ下水量を推計できる情報はない。また、下水処理料金も徴収されていない。この下水の受け入れは計画時にも想定されていたが、クスコ周辺の人口は急速に増加しており、計画を超える量の下水を受け入れている可能性もある

³³ 雨水の混入、高濃度・高流量時の未処理下水の放流があり下水収集率・下水処理率を算出できなかったため、汚染物質の何%を削減できているかは不明。

³⁴ 雨水排水施設の整備は地方政府の責務だが、地方政府が雨水排水路を下水道に接続してしまうことがある。クスコ市内で少なくとも 200 カ所の接続が確認されている。また、降雨時道路に溢れた水を配水するため、住民が下水道のマンホールを蓋を開けて雨水を流し込むことも多く行われている。

水道公社による水生産試験の結果（40 ㍈/秒）、配水網の拡張等のこれまでの実績及び施設稼働後の効果発現見通しを分析し、判断に加味したものである。

給水能力の増加は計画 18 ㍈/秒を超える約 40 ㍈/秒が水生産試験で確認され、将来の水需要の増加に備えることができると考えられる³⁵。本事業では計画通り 6 地区で配水網拡張が行われ、給水人口は 2.5 万人（1995）から 3.8 万人（2012）に増加した。給水人口の増加について本事業の実績は計画どおりであったと考えられる。ただし、居住地域の拡大に給水網整備が追いついておらず、上水道普及率は 88%（1998）から 86%（2015）に漸減した。

平均水圧は 15 水柱メートル前後（事業完成前）と適切な範囲にあるが、既存の配水池に比べて標高の高い地区では水圧が不足し、十分に水が届かなかった。本事業の配水池が稼働すれば標高の高い地区でも適切な水圧が確保され、状況が改善されることが見込まれる。なお、水源が豊富なこともあり給水時間は既に 23.8 時間（2012）を達成しており、改善の余地はほとんどない。

無収水率は 57%（1995）から 44%（2015）に改善した。本事業は、漏水の激しい市中心地区の管路更新がこれに一部貢献したと考えられる。今後、配水網拡張とは別に計画された約 3,000 個のメーター設置・交換が実現すれば、無収水をさらに改善できることが見込まれる³⁶。

以上から、シクアニの上水道については期待された事業効果は概ね計画通りであり、有効性は「高い」と見込まれる。

（5）シクアニ下水道

シクアニの下水道では新興住宅地区への下水網拡大、及び、河川への未処理下水の放流をなくすことが課題であった。事後評価の第二次現地調査時、下水道網の建設はほぼ完了していたが、下水処理場は未完成であり、いずれも未稼働であった。以下は、下水網拡張等のこれまでの実績及び下水処理場等の施設が稼働した場合の効果発現見通しを分析し、判断に加味したものである。

下水道供用人口は 2.0 万人（1995）から 3.7 万人（2012）に増加した。本事業では 7 地区で下水網拡張が計画されていたが、本事業では 8 地区で下水網拡張が行われた。よって、本事業による下水道供用人口の増加は計画を上回ったと考えられる。

下水処理量は計画 77 ㍈/秒を超える 80 ㍈/秒が実現し、収集した下水は全て処理される計画のため、河川への未処理下水の放流は大幅に減る見込みである。しかし、処理場が未稼働のため実績は不明である。また、持続性の項で述べるように、シクアニの下水処理場の運営維持管理には懸念がある。よって、事後評価の時点で稼働実績について十分な見通しを建てることは難しく、事後評価の時点では下水道のコンポーネントについての事業効果は判断できない。

³⁵ 一部の水源はヒ素濃度が高くて使えないという問題があるが、この給水能力の増加はヒ素問題の少ない水源のみからの取水で実現した。

³⁶ 無収水削減についての本事業の目標は不明であり、本事業の貢献程度を判断することが難しい。

3.3.3 まとめ

本事業の各都市における有効性は、上記の分析に基づき、表 6 のように整理できる。計画された事業費に基づき各コンポーネントの比重も勘案すると、本事業全体の有効性は高いと判断される。

表 6 有効性の評価結果：コンポーネント別

	目標達成度	事業費の比率
イキトス上水道	非常に高い	36%
クスコ上水道	高い	9%
クスコ下水道	非常に高い	35%
シクアニ上水道	高い（見込み）	4%
シクアニ下水道	（判断不能）	16%
事業全体	高い	100%

注：事業費の比率は、一部コンポーネントで実績が不明なため、計画値を用いた。

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、イキトスとクスコの受益者調査結果を示す。なお、シクアニについては事業効果が発現していないため、インパクトの分析は行わない。クスコでは環境改善の主な対象となったワタナイ川の水質改善について分析する。

（1）受益者調査結果（イキトス、クスコ）

事後評価では受益者調査としてイキトスとクスコで合計 252 世帯への質問票調査を行った。その主な結果を表 7 に示す³⁷。また、イキトスとクスコで 2 回ずつ住民を対象としたグループ・インタビューを実施した。

³⁷ シクアニでは事業が完成しておらず、調査対象となる住民がいなかったため調査は行わなかった。受益者調査はイキトスの 2 地区 126 世帯、クスコの 3 地区 126 世帯を対象に、質問票を用いた対面インタビュー方式で行った。対象世帯は、各都市で本事業により直接・間接に受益する代表的な地区を選び、地図を用いて街区・調査ルートをランダムに設定して 5 軒ごとに訪問する方法により各地区内で無作為に抽出した。イキトス 1 地区 63 世帯は事業前に上下水道公社の給水サービスを受けていない世帯、その他の世帯は受けていた世帯であった。

表 7 受益者調査の主な結果

	イキトス	クスコ		イキトス	クスコ
水の入手方法（複数回答）			事業実施後の給水サービスの改善度*		
水道公社	99%	99%	水質	3%	0%
精製水（ボトル）	59%	37%	給水時間	-8%	8%
洗濯水の再利用	6%	44%	断水	8%	10%
雨水	6%	44%	水圧	-1%	-7%
飲料水の水源（複数回答）			料金	-6%	-55%
水道公社	66%	100%	維持管理	2%	-36%
精製水（ボトル）	60%	37%	顧客対応	3%	-29%
給水時間	4.1 時間	19.5 時間			
給水上の問題があると回答した世帯			下水道の問題があると回答した世帯		
水質が悪い	81%	37%	下水が溢れる	-	17%
給水時間が短い・不定期	79%	12%	臭う	-	13%
料金が高い	39%	44%	下水道サービスへの満足の程度		
水圧が小さい	34%	19%	大いに満足	-	10%
断水（1 日以上）が多い	25%	20%	満足	-	58%
維持管理が悪い	13%	18%	やや満足	-	17%
顧客対応が悪い	17%	13%	やや不満	-	11%
給水サービスへの満足の程度			大いに不満	-	3%
大いに満足	4%	5%	住宅内の衛生改善度*	64%	66%
満足	29%	38%	近隣の衛生改善度*	12%	36%
やや満足	21%	27%			
やや不満	35%	23%	事業実施後の給水サービスの変化（総合的に）		
大いに不満	21%	7%	大きく改善した	0%	11%
			やや改善した	20%	24%
			変わらない	21%	50%
			やや悪くなった	43%	12%
			とても悪くなった	16%	2%
			生活の変化		
			良い変化がある	72%	46%
			悪い変化がある	61%	29%
			下痢の頻度の変化		
			増えた	18%	4%
			減った	29%	11%

出典：受益者調査

注：「改善度」は「良くなった」と答えた比率から「悪くなった」と答えた比率を差し引いたもの。

イキトス

イキトスでは、調査時期が水生産量の減少する渇水期で原水の色度が最も高い時期にあたり、さらに、浄水場修理工事のタイミングと重なった。このため水質・給水時間への不満が多く、総合的には半数以上が給水サービスへの不満を表明した。受益者調査によると、イキトスの上水道サービスについては給水時間が短いこと、一定しないこと、及び水質（濁り・色）についての不満が多く、上水道サービスに大いに満足、あるいは満足していると回答した世帯は全体の 33%にとどまった。水質の低さは調査時の原水の色度の高さや浄水場修理工事による一時的な現象であると考えられるものの、そのために飲料水を別に購入する家庭が 6 割に上り、影響は大きい。

また、事業実施前から上下水道公社のサービスを利用している 63 世帯に事業後の変化について質問したところ、改善したと回答した世帯は 20%にとどまり、半数以上は悪化したと回答した。給水時間と料金については悪化したとの回答の方が多い。浄水場周辺には、かつて 24 時間給水が実現していたものの、本事業による配水池の整備に伴い配水が均一化された結果、給水時間がかえって減少した地域がある。上記回答にはこれが反映されてい

ると考えられる。

イキトスの受益者調査対象の52%にあたる65世帯は本事業により新たに給水サービスを得た世帯である。これらの世帯は、以前は、主に井戸(83%)、精製水(49%)、雨水(37%)を利用していたが、本事業により水を得る労力や時間・費用が節約できた、質の高い水を得られるようになったとの回答が多く見られた。

全体として、住宅内の衛生改善については改善したとの回答の方が多く(改善した70%、悪化した6%)、その主な理由には水が利用しやすくなったことが挙げられている。下痢の頻度が減ったとの回答も多く見られた(増えた18%、減った29%)。新たに給水サービスを得た世帯に限定すると、下痢が減ったと回答した世帯は43%にのぼり、その3分の2は水が良くなったことを理由に挙げた。他方、近隣の衛生環境についてはそれほど大きな改善は報告されていない(改善した49%、悪化した37%)。洪水時に浸水する街区があること、下水道が十分整備されていないことなどが理由と考えられる。また、7割の世帯は生活上良い変化があったと回答したが(主に衛生面)、同時に、6割が悪い変化があったと回答した(主に下水道の問題)。

以上から、イキトスでは本事業は環境衛生状況の改善に貢献していると考えられるが、有効水量の制約、下水道整備の遅れ等により、さらなる改善の余地があると判断される。

クスコ

クスコにおける給水サービスへの総合的な満足度は比較的高く、上水道サービスに満足する世帯は全体の43%であった。不満を表明したのは3割程度で、その半数は料金の高さを理由にあげた。また、標高の高い地区では給水時間が短いことへの不満も聞かれた。水質に不満を表明するものもいるが、浄水場では水質の問題は確認されていないことから、クスコ上下水道公社によると、市内各所で行われる配水管工事の影響であろうと想像される。事業前後で給水サービスが改善したと回答した世帯が多い。給水時間・断水についての改善の報告が多いが、他方で、料金・維持管理・顧客対応については悪くなったと評価する者が多い。下水道については7~8割が満足しているが、下水が溢れたり悪臭がするなどの問題も報告されている(詳細は3.4.2(1)で後述)。なお、調査対象の住民は下水が本事業により建設された処理場で処理されていることを、ほとんど認識していなかった。

7割の世帯は住宅内の衛生が改善したと回答し、悪化したとの回答はほとんどなかった。その主な理由には水が利用しやすくなったことが挙げられている。下痢の頻度が減ったとの回答も多く見られた。近隣の衛生環境についても改善が多く報告されている(改善した53%、悪化した17%)。46%の世帯は生活上良い変化があったと回答したが(主に衛生面)、29%が悪い変化があったと回答した(主に料金の問題)。

以上から、本事業はクスコの環境衛生改善に計画通り貢献していると考えられる。

(2) ワタナイ川の水質改善

深刻な水質汚染が問題となっていたクスコのワタナイ川では、事後評価時にも、未処理の下水が多く流入している。特に、クスコの歴史的街区の中心を流れる暗渠のサフィ川はクスコ市内でワタナイ川に合流するが、河川とはいえ約 300 mg/l と BOD 濃度が下水並みに高く、ワタナイ川の主要な汚染源となっている。水質の経年データからは、BOD 濃度、大腸菌群数のいずれにおいても、本事業の後に汚染が減少したことを明確に示す変化は見られない。ワタナイ川の BOD 濃度は環境基準 15 mg/l の 10 倍、大腸菌群数は基準の 1,000 倍以上と、汚染は依然として深刻である。

本事業の下水処理場は計画以上の汚染物質を除去しており、ワタナイ川の汚染防止に貢献している。それにもかかわらず水質が改善しないのは、クスコ及び周辺地域の人口と下水量の増加並びに下水網の未整備を背景に³⁸、ワタナイ川に未処理下水が多量に流入していること、雨水の混入等により処理能力を超える量の下水が、処理場まで運ばれながらも未処理で放流されていること等の理由によると考えられる³⁹。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 環境・社会面のインパクト

各都市の事業ではペルーの法令に沿って環境影響評価が実施されたが、いずれも重大な環境インパクトは予見されず、工事による軽微な影響について必要な軽減・防止措置が採られた。以下、各都市で特筆すべき環境・社会面のインパクトについて説明する。

イキトス

事業完成後、特筆すべき環境インパクトは報告されていない。配水池建設用地はいずれも公用地であり、所有する地方自治体・大学との合意により取得された。住民移転・住民への補償は必要なく、社会面の問題も生じなかった。

クスコ

クスコではワタナイ川下流に下水処理場を建設する計画であったが、土地所有者が多数に上り、用地取得が困難であった。このため既存下水処理場の敷地に新たな処理場を建設し、新たな用地取得はなかった。

下水処理場では消化槽の導入により最終処分する汚泥の減量と消化ガス（消化の過程で発生するメタンガス）の活用によるエネルギー効率の向上が図られた。しかし、消化（メ

³⁸ 本事業ではペルー側資金によりワタナイ川に並行してワタナイ下水幹線が建設された。本事業計画時に想定された最大管径 1200 mm に対し、資金制約により建設された最大管径は 600 mm にとどまるため、下水収集能力は不十分である。このため、並行する新たな下水幹線の建設が計画されている。

³⁹ このような課題に対して、2015 年 8 月、住宅建設衛生省はクスコ上下水道公社、クスコ県及び関連する 5 市とともにワタナイ川の水質改善を目的とする投資プログラムの形成を合意した。同プログラムは複数の投資事業により雨水排水施設の整備、下水網の整備、下水処理場の増設等を行うもので、事後評価時には、その計画策定がすすめられていた。同プログラムでは本事業の下水処理場と同じ敷地に処理施設を増設することが検討されている。

タン発酵)が十分進まないため、濃縮槽や貯留槽に滞留した汚泥が腐敗して硫化水素等による強い悪臭が発生している。悪臭に悩まされる同処理場周辺の住民の苦情を受け、当該自治体がクスコ上下水道公社を告発するに至った。同公社は外部委託の調査等を通じて原因解明を進めつつ運用の調整を図るとともに、悪臭防止のための緊急対策を検討している⁴⁰。なお、消化槽からの可燃性ガスは消化プロセスを進めるための汚泥の加熱のみに使われ、残りは焼却処分されている。

ペルーでは汚泥は危険廃棄物と見なされ、廃棄物処理場を管理する地方自治体の同意がなければ一般の廃棄物処理場では受け入れられない。クスコではそのような同意が得られていないため、脱水後の汚泥を捨てる処分地が不足した。このため、2015年9月までは夜に汚泥の一部を河川に放出する必要に迫られ、環境に悪影響を与えることがあった。クスコ上下水道公社は、消化汚泥のコンポスト化及び民間廃棄物処理会社との提携を進めており、汚泥は全て適切に処分される見通しである。

シクアニ

下水処理場用地は約4.2haが取得された。158万ソル(約5,500万円)の補償額が支払われた。住民移転はなかった。下水処理場では運用開始から4~5年後に嫌気性ラグーンの底に溜まった汚泥を取り出し、乾燥させて、最終処分する必要がある。事後評価時には、汚泥の最終処分の場所・方法等は未検討である。

(2) その他のインパクト

特になし。

インパクトについてまとめると、クスコの下水処理場では悪臭の防止に一部課題が残されるが、本事業はイキトスとクスコで環境衛生の改善に、クスコのワタナイ川の水質悪化の緩和に貢献し、この両都市では予期されたインパクトがおおむね発現した。なお、シクアニでのインパクトは判断していない。

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。

⁴⁰ クスコの下水処理場は運営を外部委託していたため、その期間、クスコ上下水道公社はこの問題に直接対応できなかった。2016年1月に同公社が同処理場を直接運営するようになってからは、汚泥濃縮槽での滞留時間を調整するなどの努力が開始された。



(左) クスコ上下水道公社による処理汚泥のコンポスト化試験
(右) イキトス上下水道公社の上水道網修理チーム

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

イキトス上下水道公社の総職員数は 365 名で、18 名の技師（エンジニア）がいる。運営部が浄水場及び送配水施設の運営・維持管理を行う。同部には職員 112 名が配置されており、人材に不足はない。

クスコ上下水道公社の総職員数は 226 名で、25 名の技師がいる。運営部が浄水場及び下水処理場の運営・維持管理を行う。同部には 20 名以上の技師を含む 127 名の職員が配置され、人材に不足はない。うち、下水処理場には 6 名の技師を含む 17 名の職員が配置されている。同処理場の運営・維持管理は民間企業に外部委託されてきたが、運営や施設整備に上下水道公社の意向が反映されないことがあり、信頼できる運用データも得られなかった。このため、同公社は数名の外部技術者（衛生専門家、遠隔監理システム専門家等）を雇用し、2016 年 1 月 15 日より直営による運営・維持管理を開始した。送配水施設・下水収集施設は維持管理部が顧客の通報等に応じて修理を行っている。下水網の問題が多くなる雨季には人員が不足するため、臨時雇用で増員して対応している。また、同部は電気機械設備の予防保守を行うが、その人手と移動手段にやや制約がある。

シクアニ上下水道公社は全職員数が 37 名で、土木・衛生分野の技師はいない⁴¹。上下水網の修理や新規接続は 7 名で行うが、人材・設備・資金ともに足りないため、2016 年中に予防保守要員として 6 名を雇用する予定である。下水処理場の運営・維持管理には技師 1 名を含む 15 名を新たに雇用する必要がある。工事が完了して試運転が始まるまでに人材を確保する必要があるが、後述するように財源や雇用形態の問題があり、誰をどのように雇うかはまだ決まっていない。

以上から、体制面の持続性についてはシクアニの下水処理場の運営・維持管理体制が明確になっておらず、懸念がある。

⁴¹ シクアニには浄水場はなく、そのための人材は配置されていない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

イキトス上下水道公社には内部研修の仕組みはあるが、国家水道事業監督庁によると、専門知識を備えた技術者・技師は少なく、水生産・運営維持管理の技術能力の強化が必要である。なお、浄水場には予防保守計画があり、承認された予算内で計画に沿った作業が実施されている。

国家水道事業監督庁によると、クスコの上下水道公社はペルーでは首都圏の上下水道公社に次いで高い技術力と運営能力を持つとされる。事後評価に必要なデータの提供状況などから見て、運営維持管理のための情報基盤も十分に整備されていると考えられる。消化槽を用いた汚泥処理について独自に問題解決に取り組んでいることなどから、同公社には高い技術力があると考えられる。さらに外部技術者を迎えたことで、下水処理場を運用する十分な技術力を得られると見込まれる。

シクアニ上下水道公社には土木・衛生分野の技師はいない。長年勤務して施設を熟知する職員はいるが技術水準は高いとは言えない。下水処理場の運営・維持管理には適切な能力を備えた技師が必要であるが、給与水準が低い同公社では能力の高い人材を職員として雇用することは難しいため、財源の確保及び雇用形態の検討が必要である⁴²。

以上から、技術面の持続性についてはイキトスに軽度の課題があるほか、シクアニで下水処理場を適切に運営・維持管理できる技術力を確保できるかどうかについて懸念がある。

3.5.3 運営・維持管理の財務

本事業の対象 3 都市の上下水道公社の財務状況を表 8 に示す。イキトス上下水道公社では、水道料金の低さ、多くの盗水を伴う無収水率の高さ、電力値上等による水生産コストの上昇、多額の人件費などが財務を圧迫している⁴³。同公社では 2013～2015 年の営業利益はいずれも赤字であった。2014 年の営業利益率（減価償却費を含む）は 40%のマイナスであり、流動比率は 39%、負債比率は 260%といずれも良くない。転貸を受けた円借款の返済は 2010 年以降滞っており、JICA への返済は住宅建設衛生省が肩代わりしている。このような状況から、同公社は経営の自立再建は難しいと判断し、水基本法の定める暫定支援統治制度の適用を申請し、衛生サービス運営技術機構（OTASS: *Organismo Técnico de la Administracion de los Servicios de Saneamiento*）の技術支援及び国等からの財政支援を受けて経営再建を図りたい考えである。

⁴² シクアニの下水処理場の運営・維持管理ができる十分な能力を持つ技師を雇用するためには、シクアニ上下水道公社の総裁の少なくとも倍の給与を提供する必要がある。ただし、下水処理場だけのためにこのような技師をフルタイムで雇用する必要はないため、シクアニから 3 時間の距離にあるクスコなど、他都市在住の技師を非常勤で雇用することも可能である。

⁴³ 水道料金は 2010 年に 11%上げたのが最後の値上げで、その後は据え置かれている。経営改善を目指して 2008 年に人員削減を試みたが、労働組合の抵抗により実現できなかった。

表 8 対象 3 都市上下水道公社の財務状況

(単位：千ソル)

	イキトス上下水道公社			クスコ上下水道公社			シクアニ上下水道公社		
	2012年	2013年	2014年	2012年	2013年	2014年	2012年	2013年	2014年
営業収入	25,177	24,998	27,540	34,573	40,311	50,128	1,846	2,221	2,282
上下水道料金収入	22,774	23,999	25,593	34,573	40,311	50,128	1,343	1,455	2,282
その他の収入	2,403	999	1,947	0	0	0	503	766	0
営業費用	30,749	33,170	38,585	31,211	37,260	42,959	2,206	2,301	2,306
営業原価(a)	18,642	21,582	25,805	22,464	26,693	30,281	878	916	559
販売費	6,660	6,346	7,373	3,262	4,181	5,871	175	160	481
管理費他	5,447	5,242	5,407	5,485	6,386	6,807	1,153	1,225	1,266
営業利益	-5,572	-8,172	-11,045	3,362	3,051	7,169	-360	-80	-24
営業外収入	937	17,720	25,103	14,546	5,443	7,016	6	6	203
営業外費用	19	2,723	9,073	13,417	1,897	4,991	0	0	0
税金	0	0	0	0	1,022	2,293	0	0	0
経常利益	-4,654	6,825	4,985	4,491	5,575	6,901	-354	-74	179
Working Ratio(b)	92%	102%	112%	90%	64%	68%	92%	81%	79%
営業利益率	-22%	-33%	-40%	10%	8%	14%	-20%	-4%	-1%
流動比率(c)	215%	36%	39%	439%	620%	357%	1,041%	40,317%	62,578%
負債比率(d)	275%	245%	260%	45%	34%	23%	1%	343%	578%

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) 運営維持管理費／営業収入

(c) 流動資産／流動負債

(d) 負債／資本

クスコ上下水道公社の財務状況はおおむね良い。2012～2014年はいずれも営業黒字で、営業利益率は10%前後である。2014年の流動比率は357%、負債比率は23%と問題ない。円借款転貸の返済も滞っていない。2015年は、営業利益は黒字を保つが、本事業を含む外貨建て借入れの返済において為替レートが不利になったため営業外の損失が大きく、単年度で経常利益は赤字となった。同会社によると、2016年の第1四半期は営業利益、経常利益ともに黒字であった。

シクアニ上下水道公社の財務状況は厳しい。2005年以降営業赤字が続いている。2014年は減価償却費が少なくなったために黒字となり、流動比率は高いが⁴⁴、負債比率は578%に達する。円借款の転貸は返済できないため、住宅建設衛生省が肩代わりしている。下水処理場の運営・維持管理費用は最低でも年間70万ソルと見込まれるが⁴⁵、これは同公社の2015年の年間料金収入のほぼ3分の1に相当する額である。新たに建設した上水道ポンプ施設等の運営・維持管理費用を含めると、さらに多額の費用が必要とされる。これをカバーするためには現在の上下水道料金を5割以上値上げする必要があるが、一気に値上げすることは難しい。本事業の過程で料金値上げを嫌った住民の反対運動が起きたことを考えると、そもそも、このような大幅な値上げが可能かどうか疑わしい⁴⁶。このため、同公社は住宅

⁴⁴ シクアニ上下水道公社の流動比率が高いのは、同公社の運営には無関係な州・市政府の資金が名目上、同公社の流動資産として計上され、その金額が大きいことが影響している。

⁴⁵ 「3.2.1 アウトプット、(3) シクアニ」の下水処理場の計画変更についての記述を参照。

⁴⁶ 上下水道料金を承認する立場にある国家水道事業監督庁によると、シクアニの本事業の運営・維持管理

建設衛生省に対し、料金を段階的に値上げする 5 年間程度の運営維持管理費の支援を依頼した。同省はこれを検討中であるが、制度上、同省が上下水道公社の運営・維持管理費を直接支援することは想定されておらず、具体的な見通しは立っていない。

以上から、財務面の持続性についてはイキトスに課題が、シクアニに懸念がある。

3.5.4 運営・維持管理の状況

イキトスの浄水場のろ過池等に見られる不具合の修理、バルブの修理・交換は、予算内で少しずつ実施されている。他方、「3.2.1 アウトプット」で述べたように、浄水場のブロック形成池のパネルが一部欠損したままであるほか、ろ過池コンソールの計器、発電機制御盤、遠隔監視システムなどは稼働できないままである。また、取水施設は河川水に土砂が多いことからポンプの損傷が早い、その交換は遅れ気味である。このような状況が放置されると、いずれは水生産量や水質に重大な影響が及ぶ恐れがあるが、イキトス上下水道公社の財務が厳しいことが上記の状況を生んでいること、本事業の浄水場等は完成してから 8 年を経過していることを踏まえ、住宅建設衛生省は上水道設備の修復・更新事業の検討を開始した。

クスコの下水処理の効率は十分高く、運営・維持管理はおおむね適切に行われているが、「3.4.2.(1) 環境・社会面のインパクト」で述べたように、汚泥処理の過程で発生する強い悪臭が問題となっている。なお、下水処理場では高調波電流の発生による一部モーターの損傷が起きたため、高調波抑制機器の導入が検討されている。上下水道網の運営・維持管理はおおむね適切に行われている。

シクアニの上下水道網はおおむね適切に運営・維持管理され、特段の問題は報告されていない。下水処理場は 2016 年 7 月に完成し稼働試験が開始されたが、事後評価の第二次現地調査時には未完成であった。

持続性についてまとめると、イキトスでは技術面に軽度な問題が、財務面に課題があり、持続性は低い。本事業の運営・維持管理についてクスコには問題は見られず、持続性は高い。シクアニでは下水処理場について体制面、技術面に、財務面に懸念があり、持続性は低い～中程度。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。

表 9 持続性の評価結果（都市別）

	持続性	事業費の比率
イキトス	低い	36%
クスコ	高い	44%
シクアニ	低い～中程度	20%
事業全体	中程度	100%

注：事業費の比率は、一部コンポーネントで実績が不明なため、計画値を示す。

費は料金値上げでカバーするには大きすぎるため、国あるいは州が何らかの方法で補助する必要があると考えられる。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ペルーの地方都市イキトス、クスコ、シクアニにおいて上下水道施設の改善・建設を行い、給水能力・下水処理能力の強化を通じて上下水道普及率の増大を図り、もって対象地区の環境・衛生状況改善に貢献することを目的に実施された。上下水道分野は事前評価時から事後評価時まで一貫してペルー政府の重要課題である。事前評価時、対象3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、本事業は事前評価時の日本の援助政策とも整合する。以上により、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、クスコの下水処理場とシクアニの上下水道では工事の開始が10年以上遅れ、本事業の事業期間は計画の3倍を超えた。この期間の物価上昇及び浄水場・下水処理場等の規模の拡大等により、事業費は計画を約8割上回った。よって本事業の効率性は低い。イキトスとクスコでは本事業の施設は計画を上回る水生産・下水処理を実現し、上下水道網の拡大もおおむね計画通りであり、両都市の環境衛生改善に計画通り貢献している。クスコでは上下水道普及率と給水時間に大きな改善がありワタナイ川の汚染防止に貢献があった。他方、無収水に課題が残るイキトスでは水不足が続き、給水サービスの顕著な改善は見られない。シクアニでは事後評価時までには上下水道施設は完成・稼働しておらず、上下水道分野では高い事業効果が見込まれるものの、下水処理場の運用に懸念がある下水道分野については事業効果を判断できない。以上を総合し、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理についてクスコには問題は見られず、持続性は高い。イキトスでは技術面に軽度な問題が、財務面に課題があり、持続性は低い。シクアニでは下水処理場について体制面、技術面に、財務面に懸念があり、持続性は低い～中程度である。よって、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、本事業は一部課題があると評価される。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- ・ イキトス上下水道公社
 - 本事業で整備された浄水場及び送配水施設を十分に活用して給水サービスの改善を図るため、河川水位に左右されない取水能力の確保、配水区画化等を通じた無収水率のさらなる削減、浄水場・配水池で故障した、あるいは耐用年数を迎えた電気機械設備の更新に取り組む。
 - 暫定支援統治制度を利用し、衛生サービス運営技術機構の技術支援及び国等からの財政支援を受けて早急に経営再建を行う。
- ・ クスコ上下水道公社
 - 下水処理場の汚泥処理の過程で発生する悪臭について原因究明を行うとともに、悪臭防止に必要な緊急対策や運営維持管理の改善を検討し、問題を解決す

る。

- 民間企業との提携及びコンポスト化により汚泥の最終処分方法を確保する。
- 住宅建設衛生省・関連自治体とともに進める公共投資プログラムによりワタナイ川の汚染防止を進める。
- ・ シクアニ上下水道公社
 - 本事業の稼働試験を終了し、早期の運用開始に努める。
 - 運用開始までに下水処理場の運営・維持管理の財源と人材を確保する必要がある。上下水道料金の値上げだけで費用をカバーすることは困難であり、国等による財政支援が不可欠なことから、住宅建設衛生省と協議しつつ、早急に現実的な解決策を探る必要がある。技師の確保についてはリマヤクスコの上下水道公社からの支援を得ることも検討する。
- ・ 住宅建設衛生省
 - 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。特にシクアニ上下水道公社に対しては下水処理場の運用開始が間もないことから、早急に対応することが求められる。

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。特にシクアニについては運用開始に向けた事業監理に努めるとともに、下水処理場の運営・維持管理については円借款附帯技術協力やシニア・ボランティアの派遣など、技術支援の可能性を検討する。

4.3 教訓

実施が遅れた事業のフイージビリティー再確認

事前評価の対象となったフイージビリティー調査が行われてから実施までに長期間が経過した事業では、事業へのニーズや用地取得状況、実施機関の運営・維持管理能力などの外部条件が変わり、大幅な計画変更が検討されることがある。そのような場合は事前評価時の判断の根拠が失われた恐れもあるため、計画変更が必要とされた背景と経緯を把握し、必要に応じて複数の代替案の検討を含むフイージビリティーを再確認することが必要である。

本事業では、シクアニの下水処理場で予定された敷地面積が得られなかったことから処理方式が変更されたが、より高度な技術と多くの運営・維持管理費用が必要とされるため、持続性に懸念が残されることとなった。このような計画変更では、計画変更のための調査に代替敷地の検討と財務的持続性の分析を含め、より慎重な検討を行うことが重要と考えられる。

円借款の貸付対象外となった事業スコープの監理

円借款事業のうち借款資金を利用する契約については調達（入札図書・入札評価）、契約、契約変更の各段階で JICA の同意が必要とされるため、JICA がその内容を精査し、必要に応じて技術的検討を踏まえた助言を行うことができる。しかし、JICA の現在の制度では、借款の貸付対象外の契約についてはそのような同意手続きは必要とされない。このため、貸付対象外の契約の変更及び最終的な事業内容が JICA 側に十分詳細に把握されず、適切な助言を行う機会がないまま不適切な計画変更が起こり、事業効果や持続性に影響を及ぼす可能性がある。

本事業ではシクアニで下水処理場について大きな計画変更が行われた。コンサル契約は貸付対象であったため、この計画変更に伴うコンサルティング・サービスの延長についての同意申請はあったが、下水処理場の計画変更の詳細は JICA に伝えられなかった。もし下水道処理場の建設が円借款貸付対象であれば、JICA は詳細を把握したうえで技術的検討を踏まえた適切な助言ができた可能性がある。他方、クスコでは上水道施設・下水収集施設が貸付対象から外されたが、JICA 側はその実施状況を適切に把握できておらず、事後評価時の制約となった。

したがって、円借款事業で貸付対象外の契約についても、それが事業範囲に含まれる限り、JICA は単に実施機関が提出するプロGRESS・レポートを精査するにとどまらず、必要に応じて追加情報の請求や現場視察を行い、十分な事業監理に努め実施上の課題及び効果発現状況を確認するべきである。また、貸付対象外でも事業範囲で重要な計画変更があったときは、借款契約に記載された権利義務に基づき、実施機関に詳細な情報を提供するよう JICA としても求めていくべきである。

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット イキトス上水道 水生産施設： 送配水施設：	イキトス上水道 ・ 取水施設：取水口改修 2 カ所 ・ 浄水場：新設（生産能力 520 ㎥/秒） ・ 送水管：拡張・修復 18 km ・ 貯水槽：新設 2 カ所、修復 1 カ所 ・ ポンプ場：新設 1 カ所、改修 3 カ所 ・ 配水池：新設 10 カ所、修復 1 カ所 ・ 配水管・配水網：187 km ・ 接続：新規 11,388（メーター設置含む）、 修復 3,594	ほぼ計画どおり 生産能力：750 ㎥/秒 拡張・修復 15 km 新設 3 カ所、修復 1 カ所 計画どおり 新設 10 カ所、修復 1 カ所 135 km 新規11,084、修復1,348、メーター 設置11,388 上水道遠隔監視システム導入（追加）
クスコ上水道 送配水施設：	クスコ上水道 ・ 配水池：新設 4 カ所 ・ ポンプ場：新設・改修建設 3 カ所 ・ 送配水管：送水管新設 26 km 配水網新設 16 地区、29 km ・ 接続：新規 3,564（含メーター）	新設 1 カ所 新設・改修建設 2 カ所 一部実施（26 km中 9 kmは実施、8 kmは不実施、残りの 9 kmは計画位 置・実施状況ともに不明） 新規 3,564 以上
クスコ下水道 下水収集施設：	クスコ下水道 ・ 下水幹線：15 km ・ 二次幹線：16 km ・ 下水網：16 地区、23 km ・ 接続：新規 7,190	13 km 14 km 15 地区、延長不明 不明
下水処理施設：	・ 処理場：300 ㎥/秒、酸化池方式 ・ 新規処理場への導水管：7 km	460 ㎥/秒、散水ろ床方式 なし
シクアニ上水道 水生産施設： 送配水施設：	シクアニ上水道 ・ 取水導水施設：改修（2 カ所、泉） ・ 配水池：新設 2 カ所、改修 2 カ所 ・ ポンプ場：新設 2 カ所 ・ 塩素注入装置（2 カ所） ・ 送水管・配水幹線：6 km ・ 配水網：拡張 6 地区、19 km	改修（3 カ所、泉） 新設 2 カ所、改修 2 カ所 新設 2 カ所 1 カ所 配水網と合わせて 17 km（契約時 計画、実績不明） 拡張 6 地区
シクアニ下水道 下水収集施設：	シクアニ下水道 ・ 下水管・下水網：21 km ・ ポンプ場：1 カ所 ・ 接続：7 地区、新規 2,125	20 km（最終実績不明） 2 カ所 8 地区、新規接続数不明
下水処理施設：	・ 処理場：77 ㎥/秒、酸化池方式	80 ㎥/秒、嫌気性ラグーン・散水 ろ床混合方式
②期間	2000 年 9 月～2005 年 5 月（57 ヶ月）	2000 年 9 月～2016 年 5 月 （未完成、189 ヶ月）
③事業費 円借款 ペルー側資金 合計 （合計*） 換算レート	7,636 百万円 2,545 百万円 10,181 百万円 8,554 百万円 1 ドル＝113.5 円 1 ヌエボソル＝34.0 円	6,010 百万円 （不明） （不明） 15,216 百万円 1 ドル＝101.0 円 1 ヌエボソル＝32.7～38.4 円

* 事業費合計から実績額が不明のクスコの上水道及び下水収集施設を除いた合計額。