

サメ・アイナロ上水整備計画

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 下山 久光

0. 要旨

本事業は対象地域の住民に安全な水を安定供給するため、サメ (Same) とアイナロ (Ainaro) の浄水施設、取水施設と配水施設を改修、改善、更新した。東ティモール政府の開発政策、計画時の日本の援助方針、開発ニーズとの整合性が高く、計画時の妥当性は高い。実施にあたっては、事前に予測が困難な紛争の勃発により事業が一時中断されたものの、中断期間を除けば計画された期間内に事業は完了し、予算の超過も見られなかったため、効率性も高い。一方で、いずれの地域でも、計画された塩素による殺菌は実施されておらず、アイナロのヌグボ浄水場では浄水処理をした水の給水が行える時間に限りがあり、停止中は河川水をそのまま配水しているなど、本事業の目的である「安全な水の安定供給」が当初計画のとおり達成されるには至っていない。また、サメでは滅菌は実施されていないものの、24 時間給水が実施されており、サメで供与した 200 の分水栓は全て設置された。一方で、アイナロではヌグボ浄水場の改修に古い水道管を利用している住民も被益しているが、本事業で敷設した配管には 33 世帯しか接続されておらず、新設配管の利用率は低く、インパクトの発現もあまり見られないため、有効性は低い。インフラ省水道局の両地方支局の財務は、維持管理費の予算配賦の増額により若干改善の兆しが見られるものの、依然として必要な資機材を適切に確保することができていない。本事業により整備された施設の、本来の機能を持続的に発揮するには、アイナロ支局の職員不足、維持管理計画の不足など組織、維持管理の課題もいまだ多く持続性は低い。

以上より、本プロジェクトの評価は低いといえる。

東ティモールは独立後 10 年しか経っていない若い国である。特にインドネシアによる統治が終了した後は水道技術者の育成や、施設の維持管理に必要な予算の確保にも苦労してきた。しかし、実施機関である基盤施設省は持続可能な上水道整備の実現に向け、水道事業の改善を含む活動計画 (2013-2017) を、また上下水道衛生局は短期・中期計画を策定した。安全な水の安定供給には必要な予算を計上することは重要である点は上下水道局も認識しており、今後の継続した努力が期待される。

1. 案件の概要



案件位置図



アイナロのヌグボ浄水場

1.1 事業の背景

東ティモールのサメ、アイナロを含めた主要都市では、1950年から1974年までのポルトガル統治時代や、1975年から1995年までのインドネシア時代に上水道網が整備されたが、その後適切な更新や改修が行われていなかった。また、独立前の1999年の騒乱時には人為的に水道施設が破壊されたうえ、インドネシア人技術者の撤収により維持管理も滞っていたため、2002年5月の独立時にはすでに水道施設の稼働は停滞していた。これらの水道施設による不完全な浄水処理や漏水は深刻化しており、また盗水も多く、これらによる断水や水質の悪化などが常態化し、市民の生活に深刻な影響を与えていた。

日本政府は、インドネシアが領有を放棄し、国際連合東ティモール暫定行政機構による統治が開始された1999年より、サメ、アイナロを含む15の都市を対象とした「水供給システム緊急整備計画調査」、主要都市の上下水道復興支援の必要性を提言に含む「東ティモール国復興支援計画調査」を実施し、上下水道の再整備に必要な支援の内容を検討した。東ティモール政府は、2002年11月に上水道分野の追加的な支援を日本政府に要請した。2003年3月に基本設計調査を、同年8月に基本設計概要説明調査を実施した。

1.2 事業概要

本事業は、東ティモールの地方都市サメおよびアイナロにおいて、水道施設（取水施設、導水施設、配水施設等）の整備・改修を行い、当該地区での給水サービスを向上させることにより、住民に安全な水が安定的に供給されることを目指している。

サメでは取水した原水の水質が比較的よいため、計画時より浄水場は設置されていない。取水後、貯水池にいったん水を貯め、塩素で殺菌をして配水するシステムであり、本事業も取水場、導水管と配水池の整備・改修のみを対象としている。アイナロには唯一の浄水場であるヌグボ浄水場があるが、浄水機能が劣っていたことから、本事業にて、取水施設や導・配水管の整備と改修とともに、沈殿池とろ過池などの新設も行った。

表1 事業概要

E/N 限度額／供与額		1,064 百万円 / 1,062 百万円
交換公文締結		2005 年 5 月 2007 年 3 月 (延長)
実施機関		基盤施設省/電気・水道・都市化担当長官/ 上下水道衛生局
事業完了		2008 年 3 月
案件従事者	本体	大日本土木
	コンサルタント	東京設計事務所
基本設計調査		2003 年 3 月 (基本設計調査) 2003 年 8 月 (基本設計調査説明)
関連事業		【技術協力】 東ティモール水道局能力向上プロジェクト (2008 年 11 月～2011 年 3 月)

	<p>【無償資金協力】 デイリ市水道施設改善計画：UNOPS 実施 (2000年6月～2003年7月、2003年6月～2004年3月)</p> <p>【開発調査】 水供給システム緊急整備計画調査 (2000年2月～2001年2月) 東ティモール国復興支援計画調査</p>
--	--

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

下山 久光 (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：2011年9月～2012年11月

現地調査：第1回 2011年11月21日～12月22日

第2回 2012年5月17日～6月1日

2.3 評価の制約

対象となる浄水場、取水口、配水池のほぼ全ての流量計が故障¹していたため、取水量、水生産量、給水量などの情報を得ることはできなかった。有効性を測るための指標に設定したこれらの情報が入手できなかったため、とくに有効性の評価判断で定量的分析に支障が生じた。

3. 評価結果 (レーティング：D²)

3.1 妥当性 (レーティング：③³)

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の計画当時の東ティモールの国家開発計画 (2002/2003年～2006/2007年) では、サメとアイナロを含む都市部において、十分に安全な水の安定供給を重要な政策課題としており、次の2つの目標が設定されていた。2つの目標とは、(1)都市人口⁴の80%に対する管路による安全な水供給、(2)コミュニティー(地域)人口⁵の80%に対する安全な簡易水道の提供、である。本事業は主に目標(1)の達成に資するものである。計画時の給水率はサメでは27%、アイナロは66%にとどまっていたため、上記(1)の目標には達していなかった。上下水道衛生局への聞き取りによれば、事後評価時点において、国務長官は2012年以降もこ

¹ 事後評価時に稼働が確認できた流量計はサメのホアル配水池のみである。

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁴ 県庁所在地と、サメ、アイナロなどその他指定された都市の人口を指す。

⁵ 都市として指定される県庁所在地以外の地域を指す。

れまで以上に水道事業への注力を強調している。

これらのことから、本事業の計画時から事後評価の時点を通じて、上水道の整備は国家政策の重要課題であるといえる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の計画時の2004年当時、サメ・アイナロの上水道分野では、上下水道衛生局以下の水道供給にかかわる組織や上水事業にかかわる法令の未整備、浄水施設・設備の不備や老朽化、維持管理体制の不備などによる配管網の劣化、利用者台帳の不備など、課題は多岐にわたっていた。また、サメでは、取水量が不十分なうえ、配水管路での漏水や盗水も多く、十分な水が利用者に供給されていなかった。アイナロでは、同地域唯一のヌグポ浄水場と配水管網の老朽化と、インドネシア統治の終焉と共に同国の水道技術者が引き揚げてしまったことにより、浄水場を安定的に稼働させることができなくなり、安全な水を十分な量供給することができなくなっていた。

これらのことから、サメ、アイナロにおける水供給に関する開発ニーズは高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

インドネシアからの独立を見据えた1999年に、東京で東ティモール支援国会合が開催され、日本のイニシアティブにより、東ティモールへの復興支援策に関する協議が開始された。JICAは2000年に「水供給システム緊急整備計画調査」を実施し、サメ、アイナロを含む主要都市の水道施設の復興支援に関する調査を実施した。同国が独立した2002年の日本のODA白書では、対東ティモールの重点支援分野に水道行政が含まれていた。したがって、日本の援助政策と本事業の整合性は高い。

以上より、本事業の実施は東ティモールの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 有効性⁶（レーティング：①）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

3.2.1.1 運用効果指標

(1) サメ

運用効果指標に関しては、上下水道衛生局のサメ支局が取水量、配水量、水質などのデータをほとんどとっておらず、情報が入手できなかった。本事業で各取水場と配水池に流量計が設置されたが、流量計がほぼ稼働していないうえ、故障する前のデータについても職員が記録する作業を怠り、支局も管理をしていなかったうえ、職員が計測するために現場への移動に必要な手段であるバイクなどが不足していたため、給水量の記録は取られておらず、定量的な判断はできなかった。有効性を評価する定性的な指標として、取水量の安定度、水質調整のための塩素による滅菌の実施状態を後述する。

⁶ 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。

(2) アイナロ

運用効果指標に関しては、上下水道衛生局アイナロ支局が、サメと同じ理由で取水量、配水量、水質などのデータを取っていない。しかし、ヌグポ浄水場の稼働時間と浄水量については、同支局への聞き取りから判断できる指標を用いて以下の通り説明する。また、アイナロにおける本事業の有効性を判断する定性的な指標として、ヌグポ浄水場の水質調整のための塩素による滅菌の実施状態、導水管路の改修による効果を後述する。

アイナロのヌグポ浄水場は、老朽化のために本事業の計画時には稼働していなかった。本事業により機能回復を目指し、事業完了後は24時間の稼働を想定していた。しかし、上下水道衛生局への聞き取りによれば、完了後は電気料金と接続料の未支払いで電力会社とのトラブルが発生し、外部電力へのアクセスが遮断されたことに加え、発電機用燃料の配給遅配、夜間勤務にあたる浄水場職員の不足などから⁷、本評価時の2011年10月までも、昼間の10時間しか配水実績が上がっていなかった。また、2011年10月以前は地域の住民も動員して職員と共にもろ過池の砂を洗浄していたが、維持管理費の遅配が続いた結果、これらの住民を動員できなくなった。2011年11月から12月にかけては、職員が単独での洗浄すべきところを、重労働のためその作業をボイコットしてしまい、ろ過システムが稼働できなくなり、浄水場全体が停止していた。ろ過池の維持管理では、砂洗浄の方法が誤解されているため、過剰な労働が発生した結果、浄水場職員が砂洗浄を重労働として忌避する傾向が見られる。

2012年1月になって、上下水道衛生局より支給される維持管理予算が1カ月当たり500ドルから1000ドルに増額され、近隣の住民を短期的に雇用できるようになった。砂の洗浄を再開したものの、砂の洗浄に1~2週間を要しており、その間は浄水場を停止しなくてはならず、結果的に浄水場の稼働は1カ月当たり2~3週間というのが現状である。洗浄に多くの時間がかかる理由には、ろ過池の仕切り弁がカルシウム分の凝集により目詰まりを起こしており開閉に支障をきたしている点も挙げられる。同支障により、ろ過池の水を完全に抜く作業に通常よりも多くの時間を要した結果、洗浄作業の延滞を助長している。

表2 アイナロの事後評価時のヌグポ浄水場の稼働時間と浄水量

	計画	実績	計画比
稼働時間*	24時間/日	2~3週間/月 10時間/日	19~29%
浄水量	36,000 m ³ /月	6,840~10,440 m ³ /月	19~29%

出典：外部評価者の現地調査をまとめた。

*上下水道衛生局アイナロ支局への聞き取りでは、月に2~3週間稼働日は10時間/日の稼働とのことである。

アイナロでは、浄水場が配水していない時間帯は、河川水を浄水せずにそのまま配水しており、現地ではバイパス配水と呼ばれている。以上より、アイナロでは浄水された安全な水の24時間給水は実現されていない。

⁷ 上下水道衛生局の策定した短期、中期計画では浄水場職員の増員を検討している。

3.2.2 定性的効果

3.2.2.1 計画時に想定された定性的効果

(1) サメ

サメでは原水の水質が比較的よいため、取水後、貯水池で塩素殺菌をして配水するシステムである。本事業の計画時には、乾季と雨季の水量の変動により取水量が大きく影響を受けていた。本事業では、確実に取水できるよう、取水パイプを交換した上で、設置深度を深くした。これにより、取水機能が向上し、合わせて、配水池の新設によってより多くの水を保留することが可能となり、配水機能が改善された。

定量的なデータはなかったものの、本評価調査で実施した、対象地域の20人の住民を対象にした簡易受益者調査でも、雨季の濁度が高い時期には一時的に配水池の栓を閉じるので水供給が制限されるが、それを除けば、水供給が制限されているという情報はなかった。また、上下水道衛生局のサメ支局への聞き取りでは、取水量は十分で住民からの不満も聞かれないとのことから、サメでは十分な取水があり、24時間給水が実施されていると判断した。

水質に関して、浄水場がないサメでは本事業で塩素殺菌をする設備が配水池に設置されたが、職員が操作をしていないので、2010年より稼働していない。サメ支局への聞き取りによれば、職員が施設の操作をしたかどうかを確認していないことと、事務所から取水地と配水池への移動手段が不足し、職員の移動が制限されていることが主な理由になっている。

一般細菌と大腸菌群の検査は行われておらず、データはない。中央の上下水道衛生局に提出する水質検査フォームにはこれらの項目が入っていないため、記録が残っていない。また、計画時から2011年12月までは、1日おきに、しかも夜間しか電気がきておらず、業務時間内の機器利用は不可能だった⁸。塩素殺菌も行われていないので、データはないが、細菌数は原水から変化がないと考える。

以上から、サメでは取水、給水量は共に十分である一方、水質の確保は十分でなく、「安全な水供給」の達成には至っていない。

(2) アイナロ

本事業の計画時、ヌグポ浄水場には沈殿池やろ過池がなく、浄水場の浄化機能は低く、原水の濁度が高いときは処理しきれなかった。本事業の実施により沈殿池と緩速ろ過システムが導入され、高濁度の原水の処理も可能になった。ただし、浄水場が稼働していない時間帯は、今も河川水をそのまま配水している。浄水場職員への聞き取りによれば、表2の通り浄水場の月間稼働実績は2～3週間、1日の稼働は10時間とのことから稼働率は19%～29%しかない⁹ので、1カ月のうち71～81%は、浄化せずに配水をしていることになる。

ヌグポ浄水場では本評価時、濁度軽減処理のみで、滅菌処理はしていない。これは、ヌグポ浄水場への外部電力が未通電なうえ⁹、発電機に必要な燃料の配給も十分でないために、

⁸ 2012年からはサメ、アイナロともに電気事情が改善され、午後6時～午前6時まで電気が街中で使えるようになっている。ただし、日中は電力会社が発電していない状況に変わりはない。

⁹ 電力会社の電線から上下水道衛生局が保有する浄水場の受電盤に接続する際、電力会社が接続料を徴収するが、上下水道衛生局が未払いのためトラブルになり、未通電状態である。

塩素を投入する設備が稼働できないからである。また、一般細菌と大腸菌群の計測については、サメの状況と同様に、職員の誤解や電力不足により機材が使えないという問題のため、計測は行われていない。

本事業以前、ヌグボ浄水場では、取水口から浄水場までの導水には地面を掘り側面と底をコンクリートで固めた水路が利用されており、水路の上には異物の混入を防ぐため蓋をしていた。しかし、その蓋が壊れ、雨季には泥や動物の糞などが混入することが問題になっていた。本事業でこれをパイプの導水管に交換したことにより、これら汚染物質の混入は防げるようになり、その点では水質の向上に貢献している。

(3) ソフトコンポーネント

1) 給水管整備計画のための技術指導（サメ、アイナロ共通）

既設管網の維持管理能力の向上を目的とし、サメ、アイナロの両支局の局長を対象にした研修である。当初の計画では、1)給水管の整備計画が完成し整備を開始できる、2)配水管の状態を確認し管理を容易にする、3)配水システム配備の計画を作る能力を向上することが成果として想定されていた。しかし、事後評価時には整備計画はできておらず、両支局は既設管網の全体を把握していなかった。複数の支局員への聞き取りによれば、支局長は配水管維持管理の知識をある程度は得たものの、局長の指示に従い対応できる技術を持つ職員がいないため上記の業務を実施できず、研修の成果が実務に生かされている事例は得られなかった。

2) 顧客台帳整備の技術指導（サメ、アイナロ共通）

将来の水道料金の徴収に備えて、サメ、アイナロの各支局の顧客管理担当職員に台帳管理を指導する計画であった。期待される成果として、1)顧客台帳の整備による給水状態の把握と、2)料金徴収の効率的な実施が想定されていた。しかし、両支局への聞き取りによれば、本評価時で顧客台帳はまだ整備されていなかった。また、東ティモールの政治的事情（持続性で詳細を説明）により、本事業の開始時から本評価に至るまで、水道料の徴収は実施されていない。これらのことから、研修の効果を確認することはできなかった。

3) 水質分析技術向上のための技術指導（サメ、アイナロ共通）

本事業の計画時には、水質検査はほとんど実施されていなかったため、両地域の水質管理課の職員と浄水場職員を対象に、必要最低限の水質検査技術の定着を目的とした研修を実施した。期待できる成果として、1)水質検査の必要性認識の徹底、2)必要最低限の水質検査技術の習得、3)安全な水への理解と最低限のモニタリング体制の確立の3つを想定していた。

本評価時には、アイナロのヌグボ浄水場では、上下水道衛生局が規定し各浄水場で検査すべき濁度、pH値、水温、残留塩素などの水質項目は、完全ではないものの、供与された機材を用いて継続して計測されていた¹⁰。したがって、同研修により移転された技術

¹⁰ 前述の通り、細菌を計測する機材は電気供給の問題により利用されず、したがって計測されていない。

は活用されているといえる。

一方で、サメでは取水口や配水池へ職員が移動する手段が無いことに加えて、支局事務所から徒歩圏内の配水池でも職員が行こうとしない職務のサボタージュと支局の黙認により水質検査はあまり実施されておらず、記録もほとんど残っていない。したがって、技術が活用されているとはいえない。

4) 緩速ろ過システムの運転及び維持管理の講習

アイナロのヌグポ浄水場に設置された緩速ろ過システムの適切な運転と維持管理に必要な技術の習得を目的に、アイナロ支局の3人の技術者が2日間の研修に参加した。具体的な研修の内容は、ろ過池のメンテナンスの方法と計画の作成である。前述の通り、浄水場の職員は砂の洗浄を重労働と見なしており、職員への聞き取りからも、同業務を嫌っている言動が聞かれた。しかし重労働と見なされるのは、ろ過池の砂の表面に溜まった堆積物を20日～40日程度の周期で取り除けば良い作業であるところ、全ての砂を運び出して洗浄しなければいけないと間違えて理解していたこと¹¹によるものであり、本研修の成果が正しく表れていない。

3.3 インパクト

3.3.1 間接的効果の発現状況

本事業の実施により期待されていた、水汲み労働時間の短縮、水因性の病気の発生、当事業で敷設された配管の活用実態を確認するために、本評価調査において、簡易な受益者調査を実施した。対象は、第1回調査においては、本事業の配水管敷設の対象地の住民で、サメで20人、アイナロで37人を、第2回調査ではアイナロで56人を無作為に選び、質問票に基づく聞き取り調査を行った。

(1) 水汲み労働時間の短縮

サメでは、本事業により配水環境が改善した結果、これまで河川や湧水から取水していた住民にとって、水汲みの時間は減ったことが受益者調査の結果から確認できた。本事業の計画時には、水汲みは女性と子どもの仕事と考えられていたが、事後評価調査では現地で住民への聞き取りから成人男性も水汲みをしていることがわかった。このことから、水汲み労働からの解放という便益は成人男性にも及んでいることがわかった。

(2) 水因性の病気の発生

サメとアイナロにおいて、それぞれの地域で最も大きい2つの病院の院長への聞き取りによれば、現地における水因性の病気の発生と、上水道との因果関係はわからないということである。サメの上下水道衛生局への聞き取りでは因果関係は見られないとしている。

上下水道衛生局アイナロ支局では、同地域内の病院長の見解とは逆に浄水場の稼働率の

¹¹ 2011年12月時点での職員への聞き取りでは、上記の通り研修の実施内容と異なる作業をしたため、事業完了後の4年間の大半は作業内容に何らかの間違があると見なした。しかし、2012年6月に訪問した際には、洗浄作業が完全にマニュアル通りかまでは確認できなかったものの、アイナロ支局長の洗浄方法の説明は概ね正しい理解だったので、改善されていると考える。

低さからその因果関係を懸念しており、水因性の病気の発現状況を保健省のアイナロ支局に調査するよう依頼している。しかし、調査が進展していないため、その関係は明らかになっていない。

(3) 新たに敷設された配管の活用状況

アイナロでは、配水管の敷設替えも実施された。インドネシア時代に敷設された古い配管の多くの利用者がヌグポ浄水場の改修により被益している一方で、新しい配管へ接続する世帯は依然として少なく、評価時点でアイナロ支局が把握しているのは33世帯のみである¹²。2012年5月にアイナロ市街の56世帯に対して実施した受益者調査では、本事業で敷設された配管沿いの住民に調査をしたこともあり68%(38世帯¹³)が接続していると回答した。接続していないと回答した32%(18世帯)のうち、67%(12世帯)は自宅から新しい配管に接続できる距離にないと回答した。22%(4世帯)は接続料55ドルを支払いたくないためと回答した。

本事業において、利用者への配水管接続は東ティモール側の責任事項となっている。厳密には、道路沿いに敷かれた配水管から6mまでの枝管は上下水道衛生局、6m以上必要な場合は、6mを超える分は利用者負担という原則になっている。現地で資材が入手できないため、新しい配水管への接続が遅れている事情もある。

サメでは、新しい配管に接続している世帯が約200世帯ある。本事業で配布した分水サドル¹⁴が200あり、ほぼ全て利用されている。本評価でのサメ支局への聞き取りでは、約900世帯が新たに接続を希望している。本事業では、供与した200個を超える分水サドルの調達は東ティモール側の負担としているものの、対応が追い付いていない状態にある。

3.3.2 その他の正負の間接的効果

(1) 自然環境へのインパクト

修復を目的とした事業であり、環境へのインパクトは想定されていなかった。事後評価時点で新たなインパクトも確認されなかった。

(2) 住民移転・用地取得

本事業は既存施設の改修が主であり、また新たな水道管も公共地である道路沿に敷設したので、住民が同意しない移動や用地の取得は発生していない。

以上より、本事業の実施による効果の発現は計画と比べて限定的であり、有効性・インパクトは低い。

¹² 基盤施設省の策定した活動計画（2013-2017）には、アイナロ市の新設パイプへの接続事情の改善など改修に取り組む計画が含まれている。

¹³ アイナロ支局が把握している33世帯よりも多い38世帯がJICAが敷設した配管に接続したと回答したのは、一つの世帯が配水管に接続すると、近隣住民も登録せずに分岐して不適切に接続をしているという背景がある。

¹⁴ 市街に敷設した配水管から末端利用者への水道管接続に利用されるジョイント。

3.4 効率性（レーティング：③）

3.4.1 アウトプット

アウトプットに関しては、概ね計画通りとなった。



サメのホアルラ貯水池



アイナロのヌグボ浄水場

表3 アウトプットの計画と実績比較表

計画	実績
(1) アウトプット 1) サメ ① メルパチ（取水量 560 m ³ /日） 取水場：集水埋（新設）1 条 配水場：配水池（増設）1 池（仕切り壁あり）、 流量計（新設）1 台、滅菌設備（新設）1 式 ② ダレラウ（取水量 864 m ³ /日） 取水場：取水枠（改修）1 枠 導水管：導水管（新設）1 条 配水場：配水池（増設）1 池（仕切り壁あり）、 流量計（新設）1 台、滅菌設備（新設）1 式 ③ コタララ（取水量 130 m ³ /日） 取水場：滅菌設備（新設）1 式 導水管：導水管（新設）1 条 配水場：流量計（新設）2 台 ④ サメ配水区域 配水管整備延長：15.5km	(1) アウトプット 1) サメ ① メルパチ（計画時と同じ） 計画通り ② ダレラウ（計画時と同じ） 計画通り ③ コタララ（計画時と同じ） 配水場：流量計（新設）1 台 他は計画通り
2) アイナロ ① ヌグボ浄水場 取水場（サライ：取水量 1,200 m ³ /日）：堰の 欠損（修理）1 式、取水口（新設）1 門 導水管：導水管 1 条 浄水場：普通沈殿池（緩速ろ過池改造）2 池 緩速ろ過池（新設）4 池 配水池（増設）1 池（仕切り壁あり）	2) アイナロ ① ヌグボ浄水場 計画通り

<p>管理棟（新設）1棟、管理人用住宅（新設）1棟 各種設備：滅菌設備（新設）1式、受電設備（新設）1式、配電設備（新設）1式、監視設備（新設）1式、自家用発電機（新設）1台</p> <p>3) アイナロ配水区域 ① 配水管整備延長：8.3km</p> <p>4) 機材供与 ①サメ ・水質分析器具セット 1式 ・サドル分水栓 190個 ・さっ孔機 2台</p> <p>②アイナロ ・水質分析器具セット 1式 ・サドル分水栓 190個 ・さっ孔機 2台 （スペアビット 8本）</p> <p>5) ソフトコンポーネント ① 給水管整備計画のための技術指導／顧客台帳整備の技術指導 ② 水質分析技術向上のための技術指導 ③ 緩速ろ過システムおよび維持管理の講習 （基本設計調査には投入量などの情報は無い）</p>	<p>3) アイナロ配水区域 計画通り</p> <p>4) 機材供与 計画通り</p> <p>5) ソフトコンポーネント 全て計画通り実施 ① 給水整備計画のための技術指導／顧客台帳整備の技術指導（2006年11月～1.3カ月、本邦コンサルタント3人が指導） ② 水質分析技術向上のための技術指導（2008年1月～1.0カ月、本邦コンサルタント1人が指導） ③ 緩速ろ過システムおよび維持管理の講習（2007年11月～0.5カ月、本邦コンサルタント1人が指導）</p>
---	--

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

計画時のE/N限度額は10億6400万円の予算であったが、実績は数回の契約変更を経て10億6200万円となり、計画比は99.8%だった。したがって、事業費は計画内に収まった。

主な変更内容としては、2006年5月に発生した騒乱により、専門家の退避が日本大使館より命じられ、工事が一時中断した。中断期間中と再開時の臨時費用として1900万円の増額となった。一時中断による契約変更前の契約金は10億4300万円だったため、本増額で10億6200万円になった。

東ティモール側のアウトプットを伴う負担である用地の取得、施設の門扉とフェンスの建設については、現地調査でその実施を確認した。一方で、同じく先方負担であるアイナ

ロのヌグボ浄水場への外部電力への接続について、事後評価時には未通電だった。東ティモール側の負担の金額については、上下水道衛生局がデータを紛失しており、確認することはできなかった。

3.4.2.2 事業期間

計画時には、E/N が締結された 2005 年 5 月から 2007 年 9 月まで 29 カ月の事業とみていた。しかし、実際には 2004 年 5 月から 2008 年 3 月まで 35 カ月かかり、計画比の 120.7% となった。延長の理由は 2006 年 6 月に発生した紛争により、専門家が日本大使館に退避を命じられ工事が 12 カ月間中断されたことによる。紛争の勃発による工事の中断は事前に予測不可能なやむを得ない事情と考え、中断していた 12 カ月を事業期間と見なさず、実績を 23 カ月、計画比 79% とする。計画と比べると 6 カ月の短縮になるが、これは中断後の実施側努力によるところが大きい。よって、事業期間は計画内に収まったとみなす。

以上より、本事業は、治安状況の変化による途中の中断があったために、当初計画通りとはならなかったものの、事業の実態としては、事業費も事業期間も計画内に収まっているため、効率性は高い。

3.5 持続性（レーティング：①）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の運営・維持管理を担当するサメ、アイナロ両支局は、上下水道衛生局の地方水道衛生サービス部の下に置かれている。上下水道衛生局は計画開発部、ディリ市水道部、地方水道・衛生サービス部、総務部から構成されている（図 1）。本事業の計画時、上下水道衛生局と各支局の職務分掌は不明確で、一部責任分担が明らかになっていなかったが、JICA が 2008 年から 2011 年にかけて実施した「水道局能力向上プロジェクト」で職務分掌が整理された。

その職務分掌によれば、各支局の予算管理、浄水に必要な塩素などの消耗品や配管に必要な水道管、給与の支払いなど多くの支出にかかわる権限は、上下水道衛生局が保持している。一方で各支局は、支局が保有する浄水および配水関連施設の運転・維持管理、管轄区の配管の接続や故障対応などの顧客サービスなどの業務を受け持っている。しかし、両支局への聞き取りによれば、維持管理費の配布は遅延気味で、必要な資材は届かないか遅れる場合があり、また上下水道衛生局の技術者が維持管理のために支局を訪れることもない等、問題は多い。

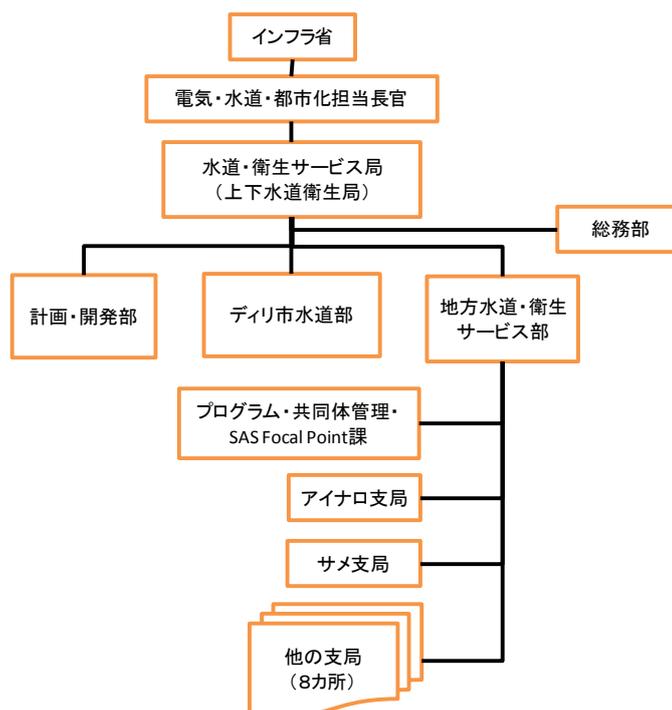


図1 上下水道衛生局の組織図（事後評価時）

サメ支局では、本事業の計画時に5人だった職員が、本評価時には11人になり、6人増員された。JICA提供資料の中で示されている提案では8人が望ましいとあったので、十分な数の職員が配置されたといえる。

アイナロ支局では、本事業の計画時に6人であった職員数が、本評価時には12人となっている。しかし、JICA提供資料の中の提案では15人の体制が望ましいとされている。

したがって、サメ支局では十分な職員数が配置された。一方で、アイナロ支局では、ヌグポ浄水場を24時間稼働させるために必要な職員数には足りていないうえ、同支局が兼轄している地方給水¹⁵に必要な職員の配置が不十分である。

ただし、両支局への聞き取りによれば、地方の支局では、必要に応じて支局内の部門間でお互いにサポートしながら業務を進めることもあるとのことである。

3.5.2 運営・維持管理の技術

2011年に作成された「水道局能力向上プロジェクト」の終了時報告書によれば、本事業で改修した施設の維持管理に必要な技術が、事業完了時に浄水場職員に備わっていたとはいえないとしている。その理由として、施設運営に関する理解度の低さ、研修による能力強化の機会欠如などが挙げられている。本事後評価時には、供与された施設についても、サメでは滅菌作業が長年実施されず、計画通りに利用されていない点が見られた。また、アイナロのヌグポ浄水場も、緩速ろ過設備の維持に必要な砂洗浄が適切に実施されず稼働を停止する期間が長いことなど、職員が技術を理解しているとはいえない状況が多く見られた。とくに、ろ過池の砂の洗浄方法については、前述の通り正しく理解されていないの

¹⁵ アイナロ支局は同地域に隣接する地域であるマウビセ、ハトブリコ、ハトフドにも水道技師を配置する計画だが、事後評価時点では配置されていない。

で、改善されれば現在は洗浄のために1～2週間稼働が停止している状況は改善されると考える¹⁶。

本事業で作成した浄水と配水施設の維持管理マニュアルは、職員が英文を読めないため、サメ、アイナロともにほとんど利用されていない。また、前述の「水道局能力向上プロジェクト」では、アイナロのヌグボ浄水場の職員を対象にした簡易マニュアルをインドネシア語で作成した。しかし、3名の浄水場職員を対象にした聞き取りでは、同職員はマニュアルの内容が分からないので、日々の業務でマニュアルを見る機会はあまりないと回答し、活用されている実態は見られなかった。

JICA 東ティモール事務所と上下水道衛生局への聞き取りを総合すると、東ティモールでは、現在の30～40歳代が青年期をインドネシア統治時代に経験しており、当時の紛争の影響もあり継続的に教育を受けられなかった人も多く、このことも、一般的に上下水道衛生局の職員の基礎学力の不足につながっており、研修を実施しても効果が得られにくい状況となっている。さらに、2002年の独立以後の10年間の大半は混乱期であり、人材育成に本腰を入れられなかった事情もあった。これらのことから、職員の運営・維持管理の技術を強化したくとも困難があるという背景があったといえる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

サメ、アイナロそれぞれの現金としての予算収入の状況は表4の通り。これらの収入の全てを中央の上下水道衛生局に依存している。2012年1月より維持管理費が500ドル/月から1000ドル/月になるなど、収入の合計は、本事業の計画時の2004年から、計画比で2012年にはサメでは336%、アイナロでは270%に増加している。維持管理費の増加の結果、支出に関して両支局とも近隣の住民を動員して施設の清掃がこれまで以上にできるようになったとしている。一方で、維持管理費の該当費目外という理由から、依然として職員の時間外労働の際の残業代などは払っていない¹⁷。現金以外に実物で配給されるものがあるが、車両用の燃料や発電機用の燃料、その他の交換部品や滅菌用薬品などの配給は中央の上下水道衛生局のロジスティックスの問題により一般的にかなり不足しているなど、運営上の課題が多い。

表4 サメ、アイナロ支局の予算 (単位：米ドル)

費目	地域	2003年 (計画時)	2012年 (事後評価時)
維持管理予算	サメ	3,000	12,000
	アイナロ	3,000	12,000
人件費	サメ	5,916	18,000
	アイナロ	7,392	16,008

¹⁶ 2011年12月に評価者がアイナロ支部のヌグボ浄水場職員全員に砂洗浄の方法について聞き取りした際には、ろ過池に敷かれた砂の上部約3cmを洗浄すべきところ、ろ過池の砂を全て洗浄していると説明していたことから、同職員が洗浄方法を正しく理解していないと判断した。しかし、実施機関のコメントによれば、アイナロ支局の職員は洗浄方法を正しく理解しているとの意見が出ている。

¹⁷ 上下水道衛生局は2010年からの2年間は十分な維持管理費が配置できていなかったため、2012年度は予算の再配分により十分な維持管理費を確保する予定。

合計	サメ	8,916	30,000
	アイナロ	10,392	28,008
計画比	サメ	336%	
	アイナロ	270%	

出典：現地聞き取り調査の結果を外部評価者がまとめた。

上下水道衛生局の総務部長によれば、このような財務上の困難が改善される見込みは低いとしている。また、中長期的には水道料金の徴収が開始される可能性もあるが、水道料金は国庫への歳入になってしまうため、仮に水道料金の徴収が開始されても、水道局の独自財源にはならない見込みである。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本評価時では、サメ、アイナロの両支局での上水道施設の維持管理は適切に実施されていなかった。いずれの支局にも機材と施設の保守・管理計画はなく、担当者の個人的な判断に頼っている状況である。維持管理や施設の稼働実績の記録もなく、給水量すら把握できていない。これらの情報が集められていないことは、今後維持計画などを作成する際の大きな支障になりうる。しかしこの状況に対して、本来であれば上下水道衛生局の地方水道・衛生サービス部が維持管理計画の指導をすべきであるが、実施されたという実績は各支局から聞かれないため、解決策を示せていないといえる。

アイナロ支局では、2008年の事業完了以降に発生したヌグポ浄水場の故障箇所の修理を上下水道衛生局に毎月提出している月報の中で依頼しているが、修理は実施されたことはなく故障箇所は放置されている。上下水道衛生局は、緩速ろ過池の砂の洗浄方法を正しく理解させる対策を実施していない。上下水道衛生局への聞き取りによれば、修理に必要な部品が特定できず、また首都ディリから出張する予算を確保できないため、職員を派遣できないとのことである。

アイナロのヌグポ浄水場では、前述の通り電力会社とのトラブルのため、電力が供給されておらず、塩素投入の機器を運転することができていない。上下水道衛生局は、近々解決の見込みだと言うので、今後も進捗をモニタリングすべきである。また、アイナロでの電力供給はもともと夜間のみで、本事業の基本設計では、昼間は発電機を使って電力を確保することになっている。しかし、発電機用燃料の配給も滞っており、いずれにしても、塩素殺菌は行えない状況にある。

ヌグポ浄水場では、導水管や配水管内に堆積した砂が硬化して層を形成し、管の内径が小さくなる症状が2011年のJICA専門員による現地調査で指摘されていた¹⁸。上下水道衛生局が浄水場の水を検査したところ、地質の関係から、200mg/Lのカルシウムが含まれていることを確認し、このカルシウムが媒介となって砂の層を形成していることが分かった。この問題に対応して、現地で活動するNGOの支援により、別の湧水地に取水口を新設し、砂の層の堆積が起りにくい材質の導水管を新たに敷設した。これにより当面は、この問題が回避できる見込みである。本事業で整備した取水口と導水管も並行して利用されている

¹⁸ 本事業の計画時には高カルシウム濃度の原水を扱うための対策は指摘または検討されなかった。カルシウム成分が原因で導水管や配水管に堆積物が付着すると、浄水効率が低下すると考える。

が、砂の層の堆積が進めば、将来には導水管の敷設替えが必要になる可能性もある。

以上より、本事業の維持管理は財務に多少の改善はみられるものの、依然として問題が存在し、体制と技術にも重大な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は低い。脆弱国における復興支援案件として実施された本事業の効果を、当初の計画どおりに発現させ、これを持続的なものとしていくためには、施設の維持管理体制、技術により一層の成長が必要である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は対象地域の住民に安全な水を安定供給するため、サメ（Same）とアイナロ（Ainaro）の浄水施設、取水施設と配水施設を改修、改善、更新した。東ティモール政府の開発政策、計画時の日本の援助方針、開発ニーズとの整合性が高く、計画時の妥当性は高い。実施にあたっては、事前に予測が困難な紛争の勃発により事業が一時中断されたものの、中断期間を除けば計画された期間内に事業は完了し、予算の超過も見られなかったため、効率性も高い。一方で、いずれの地域でも、計画された塩素による殺菌は実施されておらず、アイナロのヌグポ浄水場では浄水処理をした水の給水が行える時間に限りがあり、停止中は河川水をそのまま配水しているなど、本事業の目的である「安全な水の安定供給」が当初計画のとおり達成されるには至っていない。また、サメでは滅菌は実施されていないものの、24時間給水が実施されており、サメで供与した200の分水栓は全て設置された。一方で、アイナロではヌグポ浄水場の改修に古い水道管を利用している住民も被益しているが、本事業で敷設した配管には33世帯しか接続されておらず、新設配管の利用率は低く、インパクトの発現もあまり見られないため、有効性は低い。インフラ省水道局の両地方支局の財務は、維持管理費の予算配賦の増額により若干改善の兆しが見られるものの、依然として必要な資機材を適切に確保することができていない。本事業により整備された施設の、本来の機能を持続的に発揮するには、アイナロ支局の職員不足、維持管理計画の不足など組織、維持管理の課題もいまだ多く持続性は低い。

以上より、本プロジェクトの評価は低いといえる。

東ティモールは独立後10年しか経っていない若い国であり、特にインドネシアによる統治が終了した後は水道技術者の育成や、施設の維持管理に必要な予算の確保にも苦労してきた。しかし、実施機関である基盤施設省は持続可能な上水道整備の実現に向け、水道事業の改善を含む活動計画（2013-2017）を、また上下水道衛生局は短期・中期計画を策定した。安全な水の安定供給には必要な予算を計上することは重要である点は上下水道局も認識しており、今後の継続した努力が期待される。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

(1) 安全な水の安定供給は東ティモール政府の優先政策課題であるが、本事業で対象になっているヌグポ浄水場が24時間配水できない最大の理由は予算不足によるところが大きい。予算の不足により生じる課題のひとつは、浄水場に配置される職員の不足である。アイナ

ロ支局によれば、各シフトは8時間交代（3交替制）で各2人の配置が必要なので、必要な予算措置を検討し、速やかに配置すべきである。仮に3交代の要員配置が無理でも、可能な範囲で要員を増やし、稼働時間を少しでの延ばすことを検討すべきである。

また、2つ目の問題として、ヌグポ浄水場では、外部電源に接続するための接続料と電気料金の電力会社への未払いから、外部電力へのアクセスが遮断されている。十分な予算を確保して、同地域で電力が供給されている夜間だけでも、発電機に頼らずとも浄水場が稼働できる体制を整えられたい。

(2) アイナロのヌグポ浄水場は、電気の未通電と職員の緩速ろ過池の砂の洗浄の理解が不正確な結果、維持管理が不十分であり、月に19～29%しか稼働していない。上下水道衛生局は、これらの問題に早急に対応する必要がある。具体的には、①職員への適切な技術指導の実施、②外部電力へのアクセスを復旧したうえで、発電機の燃料配布計画の見直し、③職員が浄水場に通勤するために必要な、安価な移動手段（自転車など）の確保の3点である。

それらの具体案もさることながら、上下水道衛生局が保有する施設の維持管理計画を持たないことが最大の課題なので、早急に作成すべきである。複雑なものでもなくとも、チェック項目に沿った定期的な検査をするなど、できる範囲で始めながら、徐々に総合的な保守点検体制に発展させていくのが望ましい。

(3) ヌグポ浄水場では、上記の対策をしたとしてもなお、終日安定して電力を確保できる保証は必ずしもないことから、最悪、手動で塩素が注入できる仕組みの構築も検討すべきであろう。JICAから派遣中の給水改善アドバイザーへの聞き取りによると、サメの配水池で使われている手動式の塩素投入装置を設置できれば、電気がなくとも塩素による滅菌が可能になる可能性が高いとのことなので、対策を早急に検討すべきである。

(4) サメでは、支局の職員の移動手段の不足と職員のサボタージュにより、滅菌処理が行われていない。まず、移動手段の確保という課題にはアイナロと同様に、安価な自転車を購入するなどをすべきである。また、塩素滅菌の重要性を職員に再度認識させるような指導を徹底することで、職員のサボタージュを減らしつつ、支局も職員の管理を強化することが必要であろう。

4.2.2 JICA への提言

JICAは2012年5月より上下水道衛生局に2年間の任期で給水改善アドバイザーを派遣している。同専門家は日本の水道局の技術者として、豊かな知見を持っている。持続性で説明した通り、研修等を実施してもそれだけで技術の向上が見込みにくい職員もいるため、同専門家が実施機関の職員に継続して指導することによる技術の向上を目指す。派遣目的の一つに「ディリ市内および無償資金協力で建設した浄水施設の運転・維持管理が改善される」とあるので、実施機関への提言でもある通り、施設の管理体制をモニタリングする制度の確立から検討されたい。さらに、大きな課題の一つであるヌグポ浄水場の緩速ろ過池の砂洗浄のプロセスについて、職員の正しい理解が得られていない可能性が高い。砂洗

浄には月に1~2週間かけなくてはろ過装置が維持できないというのは、職員に維持管理の技術が正しく伝わっていない可能性が高い。ソフトコンポーネントの資料によれば、通常の管理は20~40日の間にろ過池の表層を数センチ削るだけとあるので、これだけ多くの時間を必要とする作業ではない。同給水改善アドバイザーが、両支局に追加的な技術指導を与えることが望ましい。

4.3 教訓

(1) 維持管理の体制構築

独立後間もない国家では、施設の維持管理能力が低いことは予見可能である場合が多い。本事業においても、上下水道衛生局が保有する施設を適切に維持できない可能性が計画時から指摘されていた。若干のソフトコンポーネントが組み合わせられるとしても、機材や施設の供与を中心とする無償資金協力だけでは、維持管理面の総合的な能力の強化は困難である。本事業では、施設整備後の状況を見て、技術協力プロジェクトを通じて総合的な能力強化を図ったこと、またその後、より緊密に対応する専門家を派遣したという対応は適当だったと考える。このような環境下での事業では、計画段階において、設備や機材を維持管理する体制の構築に向けての道筋を可能な限り見定めたくて、必要に応じ無償資金協力以外の支援スキームも活用した、総合的な支援をすることが重要である。

(2) 事業内容と事業目標の整合性

紛争影響国が復興期にある段階で実施する支援は、通常の途上国における案件に比べて、情報の不足や準備の時間的制約が大きく、適切な目標を設定するのが困難な場合が多い。しかし、困難だからこそ、案件の形成時には復興支援期という状況を深く理解し、現地の状況や実施機関の能力に則して、現実的に到達可能な目標を設定すべきである。例を挙げれば、本事業のアイナロの場合、計画時から、夜間に従事できる職員がおらずヌグポ浄水場の稼働時間は昼間のみであった。サメでも同様で、計画時から事後評価時に至るまで夜間に塩素滅菌を行える職員の配置にはなっていない¹⁹。人材の補強と目標に応じた職員配置の確たる見込みなしに、本事業の施設改修の完成と共に24時間給水を見込むというのは、事業内容と事業目標の間の整合性に困難があるといえよう。事業により発現が見込まれる効果と、その先の目標達成とのロジックを関係者は慎重に確認し、適正な目標を設定すべきである。

(3) 効果を発現させるために必要な条件

アイナロでは、水道局が接続を希望する利用者に対して提供すべき鋼管が調達されるディリからアイナロまで運搬されず、また必要に応じて住民が自前で準備すべき鋼管が現地で入手できないことから、本事業で調達した配水管とサドル分水栓が十分活用されず、事業の最終的な便益が実現しないという状況が発生している。事業によって整備された設備を活用するにあたって受益者の費用負担が発生する場合は、それが実現可能かどうかを慎重に検討する必要がある。とくに、現地で入手困難な資材が必要となる場合は、その対策

¹⁹ サメ支局は持続性で既述の通り、計画時に提案された職員数は満たしている。しかし、事後評価時の聞き取りでは、夜間に滅菌作業をできる職員の配置はされておらず、24時間の浄水をできる体制ではない。

を十分に考慮した計画を立てるべきである。可能であれば、政府の定めた規格には最大限配慮しながらも、現地で入手可能な資材で代用できないか検討することも必要であろう。

以上