

ディリ上水整備計画

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的に供給するため、ディリの浄水施設、取水施設と配水施設を改修、改善、更新した。本事業では、東ティモール民主共和国政府の開発政策、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、効率性も高いと判断した。一方で施設完成後も、ベナマウク浄水場では施設運営上の問題から浄水施設の稼働に問題を抱えること、他 2 浄水場においても夜間は浄水せずに配水していることから、本協力事業のプロジェクト目標である「住民に安全な水が安定的に供給される」は達成されておらず、目標の達成には課題も多い。インパクトについては、受益者調査の結果、ディリ広域で生活環境の改善が見られるなど、ある程度の正の効果を確認できた。しかし、プロジェクト目標が達成されていない点は深刻な課題と捉え、インパクトを含む有効性は低いと評価した。持続性について、施設の機能を十分に活かすには、財務、組織体制、維持管理の技術ともに整備の途上にあるため現在は課題も多く、維持管理に深刻な影響が認められるため低いと評価した。

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勞してきた。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



ラハネ浄水場の全景

1.1 事業の背景

東ティモールの首都のディリ（Dili）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、独立した2001年以前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本国への撤収により維持管理も滞っていた。したがって、2002年5月の独立時には、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、住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、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。これを受けて、ディリ水道施設改善計画を実施し、2004年にディリ中央浄水場が整備された。この無償資金協力事業に合わせて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、ディリのベモス（Bemos）、ラハネ（Lahane）、ベナマウク（Benamauk）の浄水施設、およびそれぞれの浄水場の取水施設と配水施設の改修、改善、更新を行うことで、上水道施設としての機能を回復し、対象地域の住民に安全な水を安定的に供給することを目指している。

E/N 限度額／供与額	1,198 百万円 / 1,175 百万円	
交換公文締結	2004 年 5 月	
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 ¹	
事業完了	2007 年 5 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～5 月（基本設計調査） 2003 年 7 月～8 月（基本設計概要説明）	

¹ 上下水道を管轄する国営組織。本報告書中では上下水道衛生局は中央政府の本部組織を指す。一方で、本事業で改修の対象となった3浄水場は上下水道衛生局の下部組織である上下水道衛生ディリ支局の管轄下に置かれている。組織体制の詳細は持続性の項で説明する。

関連事業	<p>【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) 水供給システム緊急整備計画調査(開発調査) (2000年2月～2001年2月) 東ティモール国復興支援計画(開発調査)</p> <p>【無償資金協力】 ディ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>
------	--

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

対象の浄水場において、ほぼ全ての流量計が故障していたこと、浄水場の管理者が記録を取っておらず、浄水場の取水量、水生産量、給水量などの情報を得ることはできなかったことにより、本事業の直接的な効果を測るための指標に関する情報が入手できなかった。これにより、とくに有効性の評価判断における定量的分析に支障が生じた。

また、持続性における財務面の検証においては、運営・維持管理にかかる支出内容の明細が開示されなかったため、評価判断に際し制約があった。

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、東ティモール政府の国家開発計画(2002/2003年～2006/2007年)では、ディリを含む国内全土の十分で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%への管路による安全な水供給、(2)コミュニティー人口⁵の80%への安全な簡易水道の提供、である。本事業

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 ディリなどの県庁所在地と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。

は目標（1）の達成に資するものである。

上下水道衛生局から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年以降もこれまで以上に、水道事業振興を重点政策として注力しているとのことである。

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して、上水道の整備は国家政策の重要課題であったといえる。

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、ディリの人口は15万3300人で水需要は2万9800 m³/日だったが、国際協力機構（JICA）提供資料によれば、ディリの浄水場の供給能力は1995 m³/日しかなく、水供給事情がいかにひっ迫していたかが伺える。加えて、ディリでは人口増加や市街地の拡大が続いていた。2004年には、「ディリ市水道施設改善計画」で給水量が6000 m³/日のディリ中央浄水場が完成したが、それだけでディリの水需要を満たすものではなかった。継続的な水需要の上昇に対応するためには、インドネシアの統治終了と同時に引き揚げたインドネシア人技術者の不在と、施設の老朽化などにより機能の一部または全ての稼働が停止していた、浄水場を修復・改修し、給水能力を向上させることが喫緊の課題であった。また、計画時の予測の通り、2004年以降、ディリの人口は増え続けており、本事業完了後の2010年には20万5400人となり、実に34%もの増加を示している。水需要は3万4000 m³/日と推計されており⁶、域内の水需要は継続して増加し続けている。

これらのことから、ディリ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はまず2000年に、「水供給システム緊急整備計画調査」を実施し、ディリ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おり、復興支援の初期から水供給分野を重視していたことがわかる。2000年からは、上記の水供給システム緊急整備計画調査の結果をふまえた対応として日本政府は、国連プロジェクトサービス機関（UNOPS）に資金を拠出する形で「ディリ市水道施設改善計画」を支援した。ディリ中央浄水場は2004年に完成し、地域の浄水状況改善に大きく貢献した。

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。

⁶ 「第二次ベモス-ディリ給水施設緊急改修計画」事業化調査報告書より引用。

3.2 有効性⁷（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) 給水時間、給水量

本事業の目標である 24 時間給水と実際の給水量の達成実績は表 1 の通り⁸。なお、給水量の情報を入手できなかったため、浄水場の配水時間と、配水時間から推計した浄水量で有効性を評価することにした。

表 1 対象浄水場の配水時間と浄水量

浄水場名	計画/実績*	ベモス	ラハネ	ベナマウク
浄水場配水時間/日	計画	24 時間	24 時間	24 時間
	実績	2 月～4 月：8 時間 5 月～1 月：10 時間	7 月～12 月：2.5 時間 1 月～6 月：8 時間	10 時間**** (月に 4 日間)
	計画比**	40%	22%	10%
浄水量/日	計画	2,000 m ³	2,600 m ³	600 m ³
	実績***	666.4 m ³ ～883 m ³	270.8 m ³ ～866.4 m ³	0 m ³ ～250 m ³
	計画比	33%～44%	10%～33%	0%～41%

出典：JICA 提供資料および現地での関係者聞き取りより、外部評価者が作成。

注：*実績値は事後評価時の聞き取りにもとづく。

**配水時間の計画比は、「浄水場配水時間/日÷計画配水時間（24 時間）/日」より算出した。ただし、ベナマウク浄水場は配水時間の変動的なため、「(浄水場配水時間/日×4 日)÷(計画配水時間（24 時間）/日×30 日）」とした。

***浄水場配水時間/日で示す通り月によって稼働時間が異なるため、浄水量/日も変動幅が見られる。

****ベナマウク浄水場職員への聞き取りによれば、同浄水場では 2011 年 5 月から事後評価（第 1 回調査）の 2011 年 11 月まで、自家発電機用の燃料配給の制限により、稼働日が月に 4 日とされていた。

表 1 のとおり、配水時間の計画比は 10%から 40%と低い数値になっている。配水時間が計画に達しない最大の要因は職員の不足で、対象の 3 浄水場全てにおいて職員数が足りず、夜間の職員配置ができていない。少なくとも夕方 6 時から朝 6 時までの夜間の水生産を停止しているため、24 時間給水がそもそも不可能な状態にある。

加えて、ラハネ浄水場では、乾季に水源での取水量が少なくなるうえ、浄水場へ接続されている導水管からの盗水も多く、原水が確保できなくなるという問題もあり⁹、乾季は配水時間がさらに短くなっている。またベナマウク浄水場では、本事業完了後より、電力会社の所有する電線と浄水場の受電盤を接続する料金を上下水道衛生局が払っていない問題から、外部電源へのアクセスが遮断され未通電状態が続いており、自家発電機を利用して月に 4 日間程度配水していたが、2012 年 5 月の事後評価第 2 回調査時には発電機用燃料の配給不良により、稼働が完全に停止しており、電力の不足も配水時間の短縮の原因となっている。

⁷ 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。

⁸ 上下水道衛生局が記録を取っていなかったため、浄水場の配水時間と、配水時間から推計した浄水量で有効性を評価することにした。

⁹ 基盤施設省の策定した活動計画（2013-2017）には、ディリ市内の貯水池等の改修に取り組む計画が含まれている。

(2) 水質

水質については、浄水場が稼働している時間帯は pH 値と濁度ともに上下水道衛生局が規定した基準を満たす水を生産している。

表 2 対象浄水場の水質

指標名	浄水場名	基準値 (2003 年)	目標値 (共通)	実績値 (2011 年) *
pH (-)	1) ベモス	8.8	6.5-8.5	8.20
	2) ラハネ	8.8		8.18
	3) ベナマウク	8.8		7.94
濁度	1) ベモス	7.4	<5.0	2.46
	2) ラハネ	6.5		0.65
	3) ベマナウク	6.0		4.58*

出典: 上下水道衛生局が提出した資料より、外部評価者が作成。

注: *2011 年の実績値は事後評価時に収集した 2011 年 1 月～10 月までのデータを集計した。

表 2 の通り、本事業による施設の改修により浄水能力が強化され、その効果として、浄水場から供給される水の水質は改善している¹⁰。ただし、原水の濁度や pH 値に応じて薬剤の投入量を調整するなどの作業については、今後はマニュアルに従い、状況に応じて薬剤の投入量を調整するなど、さらに適切な水生産をするための技術的改善の余地はある。また、雨季の高濁度水への対応については計画時にはとくに問題視されていなかった。しかし、対象 3 浄水場を管轄する上下水道衛生局ディリ支局への聞き取りによれば、これらの浄水場全てにおいて雨季の一時期には濁度が浄水処理能力を越えてしまい、取水を停止することがあるとの説明があった。その頻度については記録がないが、ラハネ浄水場職員への聞き取りによれば、同浄水場で雨季の最盛期である 2 月から 4 月ごろに月 3 回程度発生する傾向が見られる。上下衛生水道局は取水口を閉鎖している時間帯は次善の策として深井戸から取水できる対策をとっているが、常時の取水口に比べれば深井戸の取水量は少なく十分とはいえない。

既述のとおり、ベモスとラハネ浄水場については浄水した水を配水していない夜間を中心に、川から取水した原水を浄水せずにそのまま配水している。また、電力が未通電の状態であるベナマウク浄水場は、事後評価時にはほぼ稼働していなかったが、浄水場職員は近隣地域の住民からの断水に対する苦情を恐れており、河川から取水した水を、終日そのまま配水している。発電機を稼働するための燃料の配給が停止された 2011 年 10 月以降は、稼働率が極端に低下し、水質は以前に比べて低下している。

したがって、水質の改善は浄水場の稼働時間に限られるため、事業目標である「安全な水」が十分に生産されているとは言えない。

¹⁰ 急速ろ過装置を始め施設の稼働に電気が必要なベナマウク浄水場では 2011 年 10 月までは発電機を稼働させる燃料の配給があったと同浄水場職員から聞いており、したがって 2011 年 11 月時点で上下水道衛生局の水質管理室より入手したデータでは水質も良質だった。

3.2.2 定性的効果

3.2.2.1 ソフトコンポーネントの実施

(1) 給水管網整備計画のための技術指導

既設管網の把握を目的とし、上下水道衛生局の開発・改修部、同ディリ支局のディリ水道運転維持管理部の職員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) 配水管と給水管の現状を確認し管理を容易にする、3) 配水と給水システムの計画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完成していないうえ、既設管網の全体はデータで管理されておらず、複数の支局員への聞き取りからも、研修の成果が実務に生かされている実例は得られなかった。

(2) 顧客台帳整備の技術指導

将来の水道料金の徴収に備えて、上下水道衛生局の顧客サービス課の職員に顧客台帳の整備手段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、2012年5月現在のディリ内の台帳に記載されている顧客数は、約1万世帯にすぎない。各世帯が4、5名の家族構成であったとしても、計画時のディリ全体の給水人口が11万4100人に対し、登録済みの顧客の比率はかなり少ないと言える。上下水道衛生局は過去の紛争時に顧客データを失った結果、現在では給水人口の過半数を顧客台帳に登録せずに、給水サービスを提供している。料金徴収についても、東ティモールの政治的事情により、事後評価に至るまでの間に水道料の徴収は開始されていない。したがって、研修の実施はJICA提供資料で確認できたものの、台帳の整備方法など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

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、水質管理課の職員と浄水場職員を対象に、安全な水の供給を目指した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。事後評価時には、上下水道衛生局が各浄水場で検査すべきと規定している濁度、pH、水温、残留塩素などの水質項目の検査は、完全ではないものの、供与された機材を用いて継続して行われていた。しかし、濁度やpHの変動により、投入する薬剤の分量を調整する技術まではみられなかった。したがって、同研修により移転された技術は、課題はあるものの、ある程度は活用されているといえる。

上記のことから、本事業の計画時に比較して水質に改善は見られるものの、稼働時間は半分以下であり、本事業の目的である「住民に安全な水が安定的に供給される」は達成されていないと判断した。

3.3 インパクト

3.3.1 間接的効果の発現状況

計画時に期待された、上水道利用率の向上、井戸や河川からの水汲み労働時間の短縮、上水道整備による生活改善、水因性の伝染病の削減を確認するため、配管の敷設替えを計画通り実施したディリの4つのゾーン（ゾーン5、6、7、8）において、給水サービスを受けている住民140人をサンプルとして受益者調査を実施した。

(1) 上水道利用率の向上

受益者調査の結果、本事業実施前に主な水源を上水道と回答した受益者は67%で、残りは河川26%、井戸6%、その他1%であった。本事業実施後では、91%が上水道を使うようになり、その他、7%が河川、1%が井戸、1%がその他であった。結果として、上水道利用率は24ポイント向上した。

(2) 水汲み時間の短縮/生活環境の改善

上水道の利用率は67%から91%に増えている。上水道の利用により、河川からの水汲み労働時間が短縮したと回答した受益者は140人中33人(23.6%)である。水汲みから解放された時間の活用については、49%が娯楽に、33%が農業に充てていると回答した。

本事業の計画時では、水汲みは女性と子どもの仕事と考えられていたが、本事後評価調査での住民への聞き取りから、成人男性も水汲みに従事していることがわかり、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。

生活環境の改善に関しては、受益者調査の結果、70%の住民がプロジェクト実施後に給水事情が改善されたため生活環境が改善したと回答した。「改善された」と回答した受益者のコメントを見ると、実施前と比較すると水が安定して供給されるようになったので、水汲みの労働が減ったことを生活改善の根拠としている。

(3) 水因性の伝染病

上下水道衛生局、対象地域の病院への聞き取りからは、水道水と伝染病の関係を示す情報は得られなかった。本評価時点において、上下水道衛生局は国全体として水道水と病気の因果関係について保健省に調査を依頼しているが、調査は進んでいない。

一方、本評価調査での受益者調査の結果によれば、4%の回答者が、水道水による体調の不良を経験したことがあると回答した。病気の内訳は、主に腹痛と下痢となっており、これらが伝染病かどうかは不明である。

3.3.2 その他の正負の間接的効果

3.3.2.1 自然環境へのインパクト

(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。

<p>④ 電気設備 受電設備（新設）1式 配電設備（更新）1式 監視設備（新設）1式 自家用発電機（更新）1式</p> <p>3) ベナマウク浄水場（供給量 600 m³） ① 浄水施設 分水槽（新設）1槽 浄洗高架水槽（新設）1槽 ② 建築施設 管理棟（改修）1棟 管理者用住宅（新設）1棟 ③ 機械設備 浄水処理装置（更新）2ユニット 薬品注入設備（更新）1式 滅菌設備（更新）1式 ④ 電気設備 受電設備（新設）1式 配電設備（更新）1式 監視設備（新設）1式 自家用発電機（更新）1台</p> <p>4) ディリ配水管 ① 配水管路 19.6km（未給水地域には配水管を新設し、漏水のひどい箇所や古い配管については敷設替えを実施する。新設と敷設替えの内訳は基本設計調査では確認できない） ② 導水管 7.3km（ラハネ浄水場）</p> <p>5) 機材供与 ① ベモス ・水質分析器具セット 1式 ② ラハネ ・水質分析器具セット 1式 ③ ベナマウク ・水質分析器具セット 1式</p> <p>④ 配水管路（ゾーン 1,5,6,7,8） ・サドル分水栓 1,998 個</p> <p>⑤ きっ孔機 ・手動式 8 台 ・電力式 2 台 ・スペアドリル 33 個</p>	<p>3) ベナマウク浄水場（供給量 600 m³） ① 浄水施設 浄洗高架水槽：柱の幅を設計時より変更 他は全て計画通り</p> <p>4) ディリ配水管 ① 配水管路：14.5km ② 導水管：計画通り</p> <p>5) 機材供与 計画通り</p> <p>⑤ きっ孔機 ・手動式：4 台 ・電力式：計画通り ・スペアドリル：計画通り</p>
--	---

<p>6) ソフトコンポーネント</p> <p>① 給水管整備計画のための技術指導</p> <p>② 顧客台帳整備の技術指導</p> <p>③ 水質分析技術向上のための技術指導 (基本設計調査には投入計画の記載はない)</p>	<p>6) ソフトコンポーネント</p> <p>①～③は以下のように計画通り実施された。</p> <p>① 給水整備計画のための技術指導、および</p> <p>② 顧客台帳整備の技術指導 (第1回：2005年7月4日～1.1カ月、本邦コンサルタント1人が指導) (第2回：2005年11月22日～1.0カ月、本邦コンサルタント2人が指導)</p> <p>③ 水質分析技術向上のための技術指導 (2006年11月8日～1.1カ月、本邦コンサルタント1人が指導)</p>
---	---

アウトプットの計画時と実績の主な差異についての詳細説明は以下のとおり。

ディリ内の配管整備が基本設計より 5.1km 短縮された原因は、上下水道衛生局の計画部長への聞き取りによれば、東ティモール政府が事前通告なしに自己予算により、ゾーン 1 の一部で配水管の敷設を開始したためである。上下水道衛生局への聞き取りによれば、当該の地区は、給水事情がとくに悪かったため、同衛生局は緊急性が非常に高いと判断し、本事業の着工を待つことができなかつたためとしている。ただし、このアウトプットの削減にしたがい、事業予算も減額したため、効率性を下げる要因とはみなさない。

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

計画当初の基本設計時の予算は 11 億 9800 万円だったが、その後のゾーン 1 の配水管延長の短縮により 3200 万円減の契約変更があったので、計画時の予算を 11 億 6600 万円とする。実績は 2006 年 5 月に発生した紛争による退避の費用も含めると総額で 11 億 7500 万円になるが、紛争は事前の予測が不可能なやむを得ない事情と捉え、避難時に発生した 3800 万円の追加費用を実績の総額に繰り入れないこととする。したがって、実績は 11 億 3700 万円となり、計画比は 98.1%となる。

3.4.2.2 事業期間

事業期間は E/N が締結された 2004 年 5 月から 2006 年 9 月まで 29 カ月の事業と計画されていた。実績としては、2004 年 5 月から 2007 年 5 月まで 37 カ月かかったので、計画比は 128%となった。延長の理由は、2006 年 5 月に発生した紛争により、コンサルタントと施工業者が国外に退避を命じられ工事が 12 カ月中断されたことによる。

しかし、紛争の勃発は事前に予測不可能な外部事情と考え、実際の業務期間を実績の 37 カ月から退避中の 12 カ月を差し引いた 25 カ月とし、計画比の 86%とみなす。なお、ゾーン 1 の配管敷設工事が中止になったことで、施工期間が約 4 カ月短縮されたと考えられるので、計画と実績の差異と合致するものとする。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、基本設計からの仕様の変更や、治安状況の変化による途中の中断などがあったために、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の範囲内であり、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

3.5.1.1 組織体制

上下水道衛生局は、ディリや地方の支局を含む水道事業関連の組織全体を統括している。インフラ省下に上下衛生水道局は置かれており、総務部、計画・開発部、ディリ水道部、地方水道・衛生サービス部より構成されている。本事業の対象となった浄水場は、ディリ水道部が運営、維持管理を担当している。したがって、浄水場職員はディリ支局の職員である。以下に上下水道衛生局の組織図を示す。

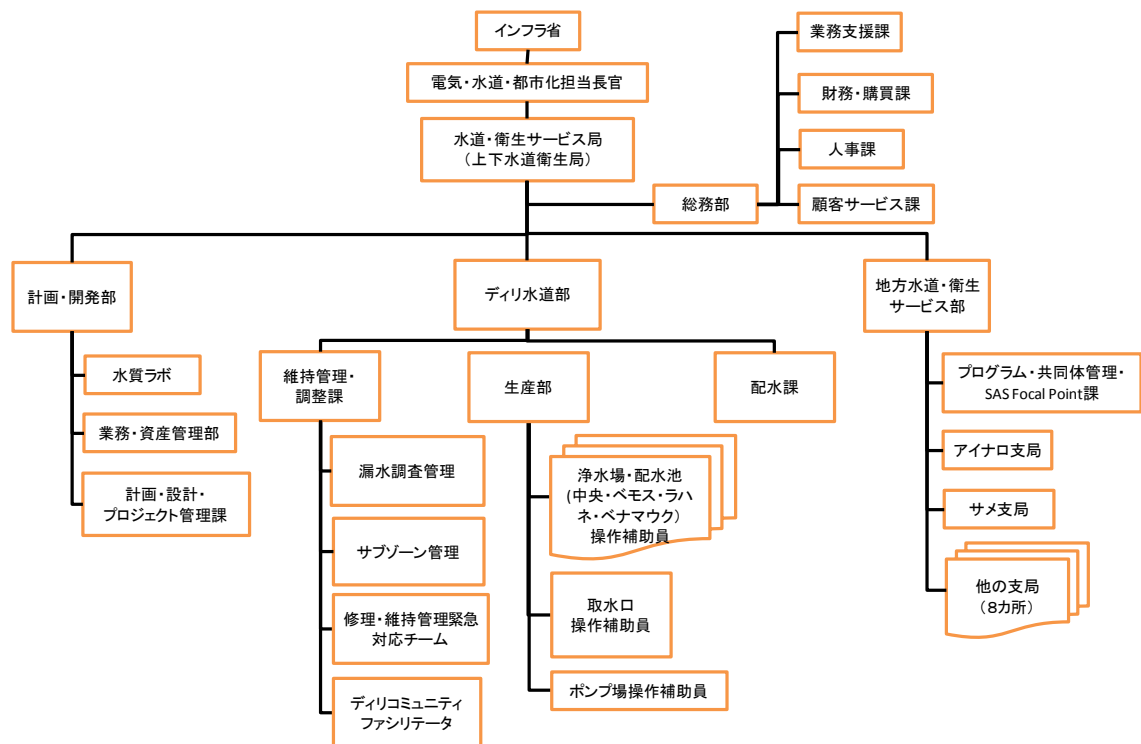


図1 上下水道衛生局全体とディリ水道部組織図（事後評価時）

ディリ水道部（ディリ支局）は維持管理調整課、生産部、配水課に分かれており、本事業の支援対象浄水場は生産部の管轄下に配置されている。

本事業の計画時では、上下水道衛生局とディリ支局の職務分掌は不明確で、上下水道衛生局、ディリ支局維持管理・調整課、生産部の浄水場職員の浄水場の維持管理の責任分担が明確になっていなかった。JICAが2008年から2011年にかけて実施した「水道局能力強化プロジェクト」で職務分掌が整備され、職員の業務分掌は明らかになった。具体的に例をあげると、上下水道衛生局がディリ支局の予算管理と維持管理に必要な資機材の管理（発電機用燃料や塩素などの薬剤含む）、ディリ支局が浄水場職員の配置、維持管理予算の執行

と浄水場管理のアドバイス、浄水場職員が日々の運営と水生産など、を担当している。業務分担が明確になることによって、職務上の責任も明確になり、維持管理を適切に実施する環境整備の一助となった。

3.5.1.2 人員配置

計画時から職員数の不足が指摘されていたが、有効性で既述のとおり浄水場職員が不足しており、24 時間給水は実施されていない。各浄水場の人員配置の本評価時点での状況は表 4 の通りである。

表 4 浄水場の職員数

浄水場	職員数 (2011 年 5 月時)	職員配置の目標数*
ベモス	5	8
ラハネ	2	6
ベナマウク	2	6

出典：上下水道衛生局への聞き取りより、外部評価者が作成。

注：*上下水道衛生局は、8 時間 3 交代制で各シフト最低 2 人の職員配置が必要としている。ベモス浄水場の場合は、浄水場に加えて取水口にも配置するため、浄水場に 6 人（各シフト 2 人×3 交代）と取水口に 2 人の計 8 人を必要としている。

24 時間稼働を可能にするために必要な人員はベモスで 8 人、ラハネとベナマウクで 6 人と考えられるが、上下水道衛生局による浄水場の増員の財務省への申請は、全体予算の不足により却下されている。すぐに増員される見込みが大きいとはいえないものの、UNOPS を通じて日本が支援したディリ中央浄水場はこれまで認められなかった増員が実現し、24 時間体制の稼働が可能になったケースもあるので、将来に他の浄水場でも増員が認められる可能性はある¹²。上下水道衛生局への聞き取りによれば、ディリ中央浄水場は生産許容量が 6000 m³/日と大きいため、前回の申請で優先的に職員の増員が認められたとのことである。

3.5.2 運営・維持管理の技術

水質検査の結果に基づいた薬剤投入量の調整、流量計の清掃を含む簡単な修理などはできておらず、浄水場の運営・維持管理の技術についてはまだ不十分である。文書化された維持管理計画も存在しない。

浄水場職員への聞き取りによれば、本事業で準備した浄水施設の維持管理マニュアルはあまり活用されていない。本評価調査での現地視察でも、マニュアルが倉庫に保管されているなど、普段から活用されていないことがうかがえた。対象 3 浄水場の浄水場職員からは、マニュアルを活用できない理由として、多くが英文で書かれている、内容が技術的に高度すぎて理解できない、マニュアルの内容を理解していないので活用する機会も分からないなどが挙げられた。

一方、本事業完了後、2008 年～2011 年に実施された JICA の技術協力プロジェクト「東ティモール水道局能力向上プロジェクト」により、処理前後の浄水の水質を測る検査の標

¹² 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。

準作業手順書や、日/月別水質管理データシートが完備されたことで、水質検査を体系的に実施し、結果を記録する環境が整備された。データシートは浄水場で計測する水質を記録し、上下水道衛生局へ報告するために用いる。このプロジェクトでは、これらの手続きを記した手順書などをインドネシア語で作成しており、言語の面での状況は改善されているが、マニュアルが活用されない状況は依然として続いている。

上下水道衛生局ディリ支局の維持管理・調整課は、職員を派遣して浄水場の維持管理、水生産の状態を点検している。浄水場の故障などの維持管理上の問題があるときの指導、浄水場で使う消耗品の補充などのアドバイスをすることが求められている。しかし、浄水場職員によれば、見回りは不定期で、見回りの際のアドバイスもあまり問題の解決に役に立っていないとのことである。

上下水道衛生局の管理職は様々な機会を通じて研修を受けているが、浄水場職員は、JICAが実施した前述の技術協力プロジェクト以来、研修を受ける機会に恵まれておらず、今後も研修が実施される予定は確認できなかった。

研修を受けられない状況が続いているのに加えて、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、当時の紛争の影響により教育を満足に受けていない人も多く、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

各浄水場の維持管理に関して、施設の修理、修理に必要なスペア部品、配水網の拡大に必要な資材、発電機用燃料などの費用や電気代など、運営・維持管理に必要な費用のほとんどは、各支局の申請に応じて上下水道衛生局が支給するシステムとなっている¹³。そのほかの細かい支出については、各浄水場が定額の予算を受け取り、その中で賄うこととなっている。この定額の予算は、2011年までは500ドル/月¹⁴であったが、2012年からは2500ドル/月になったとのことだが、支出内容については明確に開示されず、詳細は不明である。

水道料金の徴収は、本評価時では開始されていない。水道料金を徴収することを認める法律はすでに施行されており、上下水道衛生局は水道料金を徴収する権利を法的に持つ。しかし、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、水道局独自の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

事後評価の時点では、維持管理の状況は浄水場によって違いがあった。対象3 浄水場の

¹³ 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を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予算を確保する予定。

¹⁴ 2011年12月までは月あたりの維持管理費は500ドルだったが、2012年1月よりディリは2500ドル、その他の地方支局は1000ドルに予算が増額された。

中で一番丁寧な維持管理ができていなのはベモス浄水場であり、設備に多少の故障はあるものの、概ね順調に稼働している。その理由としては浄水場職員の質が最も高いと考えられ、実際に 3 浄水場中では施設の清掃も最も行き届き、水質検査の機材もきれいに整備され、水質検査のデータも丁寧に記録されている。一方で、ベナマウクとラハネ浄水場に関しては、故障箇所も多いうえ、清掃も行き届いていないといえず、維持管理が十分であるとはいえない。

いずれの浄水場でも、保守・点検体制は確立されておらず、定期的な部品交換などは行われておらず、維持管理の記録も取られていない。また、上下水道衛生局は本事業の施設の補修には日本製の部品が必要であり、隣国インドネシアや第 3 国製の部品は使えないと聞き取りで回答している。しかし、実際は規格が合えば東ティモールでも入手しやすいインドネシア製の部品でも流用可能な場合もあるため、比較的調達が容易な国内でも入手できる部品で代用できないか確認をすることが重要である。

供与された水質検査機材は生物検査関連のもの以外、おおむね計画通り利用されている。

上下水道衛生局ディリ支局に域内の配管施設や、家屋内の蛇口など施設の故障対応状況を確認したところ、記録を取っていないため、過去の記録から頻度を確認することはできなかった。ディリ支局の故障対応の担当職員の記憶によれば、10 件/月以上は配管施設の故障を修理しているとの証言があった。故障の原因は配水施設の老朽化と給水不足に不満を持つ住民の故意の破壊である。上下水道衛生局は住民の破壊活動も警戒しているが、具体的な解決策を立てるには至っていない。

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が、体制と技術に重大な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は低い。

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的に供給するため、ディリの浄水施設、取水施設と配水施設を改修、改善、更新した。本事業では、東ティモール民主共和国政府の開発政策、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、効率性も高いと判断した。一方で施設完成後も、ベナマウク浄水場では施設運営上の問題から浄水施設の稼働に問題を抱えること、他 2 浄水場においても夜間は浄水せずに配水していることから、本協力事業のプロジェクト目標である「住民に安全な水が安定的に供給される」は達成されておらず、目標の達成には課題も多い。インパクトについては、受益者調査の結果、ディリ広域で生活環境の改善が見られるなど、ある程度の正の効果を確認できた。しかし、プロジェクト目標が達成されていない点は深刻な課題と捉え、インパクトを含む有効性は低いと評価した。持続性について、施設の機能を十分に活かすには、財務、組織体制、維持管理の技術ともに整備の途上にあるため現在は課題も多く、維持管理に深刻な影響が認められるため低いと評価した。

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勞してきた。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 3 つの浄水場が 24 時間稼働できない最大の要因は予算不足にある。

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。上下水道衛生局によれば、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て稼働時間を少しでも延ばすことを検討すべきである。これまで予算申請は却下されてきたが、2012 年に入りディリ中央浄水場の増員が認められ 24 時間稼働体制になった点を前例とし、上下水道衛生局は予算獲得のための努力を続けられたい。

また、二つ目の課題として、電気が未通電であることがいえる。ベナマウク浄水場は電気の不通、発電機用燃料の配給不足により、稼働時間が極端に少なく、2012 年以降は稼働を完全に停止している。独自予算がほとんどない上下水道衛生局は、財務省からの予算の取得を優先目的とし、電力会社が求める再接続料を速やかに支払い、電力が供給される体制に復帰するよう対応すべきである。

なお、上記の対応を積極的に実施することが必要であるが、短期的に解決しない場合には、その制約の下で効率的な運営・維持管理の計画を検討・実施することが求められる。

(2) 上下水道衛生局およびディリ支局は適切な保守点検ができていないが、その原因の一つとして、運営維持計画が作成されていないことが挙げられる。運営維持計画の作成を早急に開始すべきである。複雑なものでもなく、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。

4.2.2 JICA への提言

(1) JICA は 2012 年 5 月より上下水道衛生局に 2 年間の予定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。派遣目的の一つに「ディリ域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、施設管理をモニタリングする制度の確立の支援を検討されたい。また、確立されたモニタリング制度を活用することで、実施機関が優先度の高い維持管理活動を適切に行えるよう支援されたい。

(2) これまでの聞き取りから、上下水道衛生局は浄水場の修理に必要な部品は日本製で

あるべきと考える傾向が見られるが、海外調達に不慣れなため必要な部品が入手できない問題がある。しかし、実際には東ティモール国内でも入手できるインドネシア製の部品を用いて代用可能な箇所もある。専門家は代用可能な部品を指摘したうえで、必要な資機材を調達し現場に輸送するシステムの構築を支援することは有意義と考える。

4.3 教訓

(1) 独立後間もない国家では、施設の維持管理能力は低い場合が多い。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問題が計画時から懸念されていた。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い。実施中、実施後に柔軟に対応し、フォローアップのための専門家派遣、他ドナーが実施する関連案件との連携など、総合的な支援をすることが望ましい。

(2) 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。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。そのために計画段階からリスクへの対応策も整理し、実施中にも対応することが必要である。例を挙げれば、浄水を24時間配水するには職員増が必要なので、目標達成に必要な対策として計画に含めるべきであった。また、その目標を達成するために、必要な支援内容を慎重に検討し、継続して支援することが重要である。

以上

事後評価「ディリ上水整備計画」に係る JICA 事業担当部コメント

水道システムは、取水施設、導水管及び浄水場からなる「浄水部門」と、配水池を基地とする配水ネットワークからなる「送水・配水部門」で形成されるが、24時間給水は、この2部門が適正に働いて初めて実現する。2003年当時の紛争直後の東ティモール国は、事前評価表にもあるとおり、「水道施設による水供給のほとんどが簡易的またはコミュニティー(地域)水道的なもので、水量・水質の面から満足なシステムとは言えない状況」であり、その状況を改善するために、UNOPS や ADB、日本等が総体として水道整備支援を行うこととなった。

日本の無償資金協力により支援した「ディリ上水整備計画」は、まずは、機能不全に陥った浄水部門の緊急的改善から始める計画であり¹、予定どおり完工した。他方、計画時点では、主に相手国政府等が行う予定であった下流の配水ネットワーク整備が遅れたため、浄水部門の運営状況に負の影響を与え、結果として、水道システム全体として当初の想定どおりには機能していない。

以上を踏まえつつ、下記は事後評価結果に対する、事実関係を中心とするコメントである。JICA は、国内の水道事業体の協力を得て、2012年4月より「給水改善アドバイザー」として専門家を派遣している。下記分析にあたっては、当該専門家からも協力を得ている。

【1. 有効性：「浄水場稼働時間について」】(関連項目：「3.2.1 定量的効果(運用・効果指標)」)

本報告書(p.5)では、浄水場の有効性の議論において、給水量の達成実績について言及しており、「給水量情報を入手できなかったため、浄水場の稼働時間と、稼働時間から推計した浄水量で有効性を評価する」とした上で、結果、浄水場の稼働時間が計画に比べて短いことが有効性の観点からの課題であると分析している。

現地に派遣されている「給水改善アドバイザー」が浄水場稼働時間について上水道衛生局職員にヒアリング調査した結果によると、無償資金協力で整備されたベモス・ラハネの浄水場は、24時間稼働していることが分かった。別添にある通り、ラハネにおける2012年9月の実績を例にとると、稼働記録簿と薬剤補充記録簿の浄水場の凝集剤の補充サイクルから計算すると、1日平均22.5時間運転していることが分かる(※注1)。

また、浄水量については、「注入塩素量、塩素要求量及び残留塩素濃度から推計」すると、2,314m³/日となり(※注2)、乾期の時点で、目標2,600m³/日の89.0%を達成している計算になる。

(※注1) 浄水場稼働時間の計算式は以下の通り。

- ・9月1日～24日までに添加された凝集剤溶液量=4,000ℓ (400kg×1,000ℓ÷100kg)
- ・凝集剤ポンプの単位時間あたり添加量=0.127ℓ/分 ((153+100)÷2=0.127ℓ/分)
- ・添加ポンプシステムの損失=3%

¹ 事前評価表にある配水管のコンポーネントは、当該浄水場とは異なるゾーンに敷設されたもの。

- ・1日～24日のポンプ稼働時間=544.1時間
($4,000\ell \div 0.127(\ell/\text{分}) \div (1.00-0.03)=32,470 \text{分}=541.1 \text{時間}$)
- ・1日あたりのポンプ稼働率は541.1(時間)÷24(日)=22.5時間
(注2)浄水量の計算式は以下の通り(9月1日の場合)
- ・塩素添加量(1分あたり注入量記録(平均値))=150ml/分
- ・24時間塩素溶液注入量(ℓ)=150ml/分×60分×24時間÷1,000ml=216.00
- ・24時間塩素量(有効塩素量;次亜塩素酸カルシウムの有効塩素量は70%)= $216\ell \times 0.03$ (濃度30kg/1,000ℓ= $0.03\text{kg}/\ell$)×0.7=4.53kg
- ・アンモニア性窒素濃度 0.20mg/ℓ
- ・アンモニア性窒素塩素消費量 0.20mg/ℓ×8=1.6mg/ℓ
- ・測定平均残留塩素濃度 0.50mg/ℓ
- ・浄水量=24時間塩素量4.86kg÷(アンモニア性窒素塩素消費量1.60mg/ℓ+測定平均残留塩素濃度0.50mg/ℓ)÷1,000m³=2,314m³

【2. 有効性:「夜間の運営について」】(関連項目:「3.2.1 定量的効果(運用・効果指標)」)

本報告書(p.5)では、浄水場の稼働時間が計画に達しない最大の要因が、夜間の職員配置ができていないため、夜間の水生産を停止していることにあると指摘されている。

2012年現在、全ての浄水場に住込みのオペレーターがおり、緊急時の体制は整っている。浄水場専属のオペレーターが行う一般的な作業は、水質検査、塩素や凝集剤の濃度調整・注入・補充、緊急時の対応に限定されており、夜間は薬剤が足りていれば、そもそも職員を水質監視のために浄水場に張り付ける必要はなく(※注3)、また夜間の水生産も停止していない。

(※注3) 夜間の体制について

凝集剤の補充自体は、10日に一度程度で十分であり、昼間に残量の確認を行えば、夜間に行う必要はない。凝集剤添加量の調整は、午後5時にも行っていることから、夜間の凝集剤の再調整は特に必要ない。夜間の施設の故障については、ガードマンが時間毎に巡回し、故障を発見した際に、ディリ支局の浄水場に連絡することになっており、職員が24時間水質の監視を行うことは想定されていない。

一方で、浄水場運用にあたっての措置として、本事業の対象地域への給水を1日あたり数時間に留めており、特に夜間は、浄水場を稼働させたまま給水を停止しているが、このような措置を取らざるを得ない背景として、以下の2つの要因がある。

1つ目の要因は、需要量と供給量の均衡を保つため、配水池の出口にあるバルブの開閉により配水ネットワークの水圧調整を行う必要があるということである(※注4)。つまり、供給量を上回る需要量(※注5)、配水池(本事業の対象外)の容量不足(※注6)等により、無制限に給水し続けた場合、配水池が空になってしまうため、給水時間を制限せざるを得ない。

(※注4) ディリ上水の配水圧について

ディリの水道は、急速ろ過による浄水処理と自然流下方式の配水ネットワークで構成されている。自然流下方式の水道システムは、標高の高い位置に設置した配水池と配水区域との位置エネルギーの差を利用して浄水に水圧を与え、配水ネットワークに配水するものである。ディリの水道システムは、0.3-0.7MPaの配水圧がかかるように配水池が設置されているが、(1)漏水による圧力損失、(2)管網が錯綜しているため、水が複雑な流れ方をし、計算以上の管摩擦が発生し、圧力を損失している可能性がある。

(※注5) ディリの供給水量及び需要水量について

ディリの水道水の供給水量は、日量約35,000t(4つの浄水場で10,000t、17の井戸で25,000t)である。

それに対し、漏水や違法接続を含めた推定需要水量は、日量約 57,000t で、需要に供給が追いついていない。

(※注6) ディリ上水の配水圧について

配水池の容量は、必要量(需要水量の 30%;7.2 時間)の約半分程度にしか満たない。

2 つ目の要因は、夜間に配水池のバルブを閉めて給水を停止しなければ、配水ネットワークからの漏水により、大量の水が失われてしまい、水の需要量が多い翌朝の時間帯に給水できなくなってしまうということである。つまり、夜間は浄水場を稼働させたまま給水は停止して、翌朝の水需要に対応すべく、配水池に浄水を貯留する必要がある。

本事業により整備した浄水場において給水時間を制限せざるを得ない主要因は、主に相手国政府等が整備・改修を担うことになっている配水池の容量不足及び配水ネットワークの漏水にあると言える。

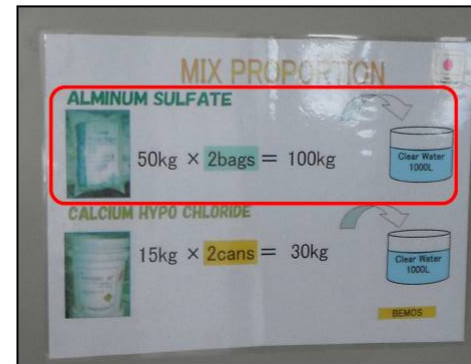
【3. 今後の対応等】

「住民に安全な水を安定的に供給する」ことを目的として実施された当該事業は、「浄水」⇒「送水」⇒「配水」の特に配水部分によって、本事業のインパクトが生み出される場所であるが、東ティモール側の実施体制の脆弱性がそのインパクトを生み出す過程におけるボトルネックとなっていると判断した JICA は、国内の水道事業者の協力を得て、2012 年 4 月より「給水改善アドバイザー」として専門家を派遣し、その対応にあたっており、送水・配水部門を含む、水道システム全体の改善に向けた取り組みを進めているところである。

以 上

2012年9月

日	凝集剤添加量 1分あたり注入量 記録値(平均値)	24時間注入量 (m3)	凝集剤補充量(kg)
1	153	0.22	200
2	153	0.22	
3	153	0.22	
4	153	0.22	
5	153	0.22	
6	153	0.22	
7	153	0.22	
8	153	0.22	
9	153	0.22	
10	153	0.22	
11	153	0.22	200
12	153	0.22	
13	100	0.14	
14	100	0.14	
15	100	0.14	
16	100	0.14	
17	100	0.14	
18	100	0.14	
19	100	0.14	
20	100	0.14	
21	100	0.14	
22	100	0.14	
23	100	0.14	
24	100	0.14	
	計	4.37	400



凝集剤400kgから作れる凝集剤溶液は、上図から4.00m³

補充された凝集剤から作られる凝集剤溶液は4.00m³である。この溶液を9月1日から24日までの24日間で、平均注入率127ml/minで注入した場合、管摩擦等による損失を3%とすると一日平均で約22.5時間運転したことになる。