

略語集

AAPOS	Administración Autónoma para Obras Sanitarias ポトシ市上下水道公社
A/P	Authorization to Pay 支払い授權書
ATPDEA	アンデス貿易促進・麻葉根絶法
B/A	Banking Arrangement 銀行取り極め
BID	Banco Interamericano de Desarrollo 米州開発銀行
BOB	Bolivianos ポリビアーノス、ポリビア通貨単位
CAF	Corporación Andina de Fomento アンデス開発基金
E/N	Exchange of Notes 交換公文
EIA	Environmental Impact Assessment 環境影響評価
FTA	Free Trade Agreement 自由貿易協定
FTAA	Free Trade Area of the Americas 米州自由貿易地域
GNI	Gross National Income 国民総所得
IMF	International Monetary Fund 国際通貨基金
JICA	Japan International Cooperation Agency 独立行政法人国際協力機構
JPY	Japanese Yen 日本円
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau ドイツ復興金融公庫
M/P	Master Plan マスタープラン
MA	Ministerio del Agua 水資源省
mg/l	ミリグラム毎リットル (濃度単位)
NTU	Nephelometric Turbidity Unit. 比濁度計濁度単位
pH	pH value ぺーハー値 (水素イオン指数)
SERNAP	Servicio Nacional de Áreas Protegidas 国家環境保護地区局
SISAB	Superintendencia de Saneamiento Básico 基礎衛生管理局
UCV	色度単位
USD	United States Dollar 米国ドル
VAT	Value-Added Tax 付加価値税
VIPFE	Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo 公共投資・海外融資次官室
VSB	Viceministerio de Servicios Básicos 基礎サービス次官室

要 約

ボリビア共和国（以下「ボ」国）は南米大陸のほぼ中央部に位置する内陸国で、国土面積は約 109.8 万 km²、人口約 1,002 万人（2007 年）、一人当たり GNI は 1,100 ドル（世界銀行）である。農業（大豆、砂糖等）、鉱業産品（亜鉛、錫、天然ガス等）を中心とする一次産品への依存率が総輸出の 8 割を占め、国際価格の影響を受けやすい経済構造である。

「ボ」国政府は「国家基礎衛生計画（2000-2010）」を策定し、2004 年時点で 72.3%であった上水道普及率を 2010 年までに 90%に引き上げることを目標に掲げ、上下水道施設の整備に重点を置いている。

ポトシ市は、「ボ」国南西端の平均標高 4,000m に位置するポトシ県の県庁所在地で、「ボ」国で最も貧しい地域の一つである。現在約 15 万人の人口を有しているが、周辺農村部等からの人口流入により、2020 年代には 20 万人以上になる見通しである。

ポトシ市の水道事業は、本件実施機関であるポトシ市上下水道公社（AAPOS）が実施しており、ポトシ市の人口の増加、居住地の広がりを加味した 2006 年の給水率は約 81%と推定され、給水原単位は給水量ベースで 138ℓ/人日である（「ボ」国の原単位水量の基準では、ポトシ市は 150ℓ/人日に設定されている）。

ポトシ市の配水系統はカリカリ系とリオ・サンファン系に二分される。このうち、カリカリ系は、ドイツ復興金融公庫（KfW）の融資を得て、150ℓ/秒の処理能力を有する浄水場を含む水道施設を建設中で 2008 年中に完成する予定となっており、このプロジェクト完成後はカリカリ系では安全な水の供給が確保されると考えられる。

これに対して、サンファン川を水源とするリオ・サンファン系は、米州開発銀行（BID）の資金協力により、2000 年に約 51km の導水管と配水池が整備された。しかしながら、リオ・サンファン系には浄水場が整備されておらず、サンファン川の水は未処理で給水されているのが現状であり、激しい降雨後には水源の濁度上昇により給水停止、高濁度での給水を余儀なくされている。また、導水管についても、周辺の不安定な地盤や雨水排水路の未整備のため基礎の洗掘、落石等があり、導水管事故のため長期断水のリスクをかかえているといえる。これらのことから「ボ」国政府は、リオ・サンファン系の上水道施設改善計画を策定し、2004 年 3 月に、我が国に改善計画実施のための無償資金協力を要請した。

本要請を受け、我が国は 2007 年 10 月から 11 月に予備調査を実施した結果、原水水質に問題があることに加え、導水管の防護および補修の緊急性が高いことが確認された。確認された要請内容は、下記のとおりである。

- リオ・サンファン浄水場の建設（浄水能力：175 ℓ/秒）
- 取水・導水施設の改修
（取水施設の改修：1 箇所、導水管路の基礎部分の改修・建設：約 51km）
- 水質検査用機器の調達（日常の運転管理に必要な水質検査用機器）

以上を踏まえ、日本政府は基本設計調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構は 2008 年 4 月 16 日から 5 月 30 日まで基本設計調査団を現地に派遣し、「ボ」国関係者と協議を行うとともに現地調査を実施した。調査団は帰国後の国内解析により基本設計概要書を作成し 2008 年 10 月 16 日から 27 日まで現地での説明・協議を行い、その結果をもとに本報告書をまとめた。報告書の概要は以下のとおりである。

本プロジェクトでは現在浄水処理の行われていない、リオ・サンファン系に浄水場を建設し、補修の緊急性の高い取水施設、導水管路の改修を行う。

計画の基本方針は以下に示すとおりである。

- 設計基準

「ボ」国の水道水質基準を満足する水質を確保するために、「ボ」国の水道施設設計技術指針 (Reglamento Técnico de Estudios y Parámetros Básicos para Sistema de Agua Potable: NB689) および必要に応じて「日本水道施設設計指針、2000年」に準拠した施設設計を行う。

- リオ・サンファン浄水場計画浄水量

要請では基礎衛生局 (Superintendencia de Saneamiento Básico: SISAB) とのコンセッション契約が 2008 年中に変更され、取水権が現行の 150ℓ/秒から 175 ℓ/秒に増量されることを前提に、リオ・サンファン浄水場の計画浄水量を 175ℓ/秒としていた。

しかしながら、175ℓ/秒の導水管流下能力に対する技術的な裏づけはなく、実際には導水管流下能力は 160ℓ/秒であることが明らかになった。このため、現行取水量を 175ℓ/秒に変更することは不可能であり、また、確認された流下能力 160ℓ/秒への変更にも手続き上困難が伴うことが予想されるため、現時点における取水権である 150ℓ/秒を計画浄水量とする。

- リオ・サンファン浄水場浄水処理方式

リオ・サンファン系の原水は清澄で雨が降らない限り水質基準を十分満足する水質であるが、雨期を中心に降雨時に数日に渡って濁度が「ボ」国の水質基準 (5NTU) を上回ることが、予備調査以降 AAPOS によって行われた水質測定で確認された。また、処理が必要な高濁度発生の確率を統計的に評価し、濁度が「ボ」国基準の 5NTU を越える日が 2004 年から 2007 年の推定値の平均で 131 日 (36%) に達し、濁度除去のための浄水処理が必要なが確認された。一方、濁度の以外の水質項目については予備調査、本基本設計での水質調査では有害物質、有毒物質が存在しなかったこと、取水点の流域にほとんど人為活動が存在しないため、こうした物質が原水に含有される可能性はきわめて低いと考えられることから、特殊な浄水処理は必要なく、通常の浄水処理、すなわち、ろ過による濁質の除去、塩素による消毒を適用することとする。

ろ過処理の方式としては、急速ろ過方式、緩速ろ過方式の 2 つの方法が適用可能と考えられるが、原水水質、経済性、必要面積、造成規模等の条件を考慮して採用する方式を決定するものとする。

- 取水口の改修方針

サンファン川の取水施設については、要請内容および現場踏査結果より、機能の保持、維持管理性、安全性を考慮してゲートの改修、沈砂池、調整池のバイパス管の設置、調整池周囲の水漏れの補修、ドレーン管の改修、左岸の落石防護等、既存施設の機能を維持する補修を行うものとする。

- 導水管の改修方針

本設計調査では 140 箇所の危険箇所を特定した。これらのすべての箇所が今後致命的な被害を受け導水管機能を損なうわけではなく、本プロジェクトですべての改修を行い、恒久的に導水管路の安全性を確保することは技術的にも、事業費の点でも困難であり、AAPOS が維持管理の一環として、導水管路の監視、被害箇所の特定、適切な改修工事を続けていくことが必要となる。したがって、本プロジェクトではすでに顕著な崩壊、洗掘が起り導水管機能に支障をきたす可能性のある箇所、あるいは大きな被害の起こる可能性のあるリスクの高い箇所を対象に工事を行うこととする。

- 排泥チャンバーの整備

調査の過程で導水管路上の排泥チャンバーが十分に機能していないことが判明した。排泥チャンバーの整備は要請には含まれていなかったが、管内に堆積した土砂が既存の導水管の能力を低下させていると判断され、このまま放置すれば建設するリオ・サンファン浄水場の計画処理水量を確保できない可能性が高いため本プロジェクトで排泥チャンバーの整備を行うこととする。

- 水質検査用機器

本プロジェクトで供与する分析機器は浄水場運転管理に必要な水質項目を測定するものに限定することとし、浄水場備品として整備する。

- ソフトコンポーネント

「浄水場運転維持管理」、「導水管維持管理」についての技術移転をソフトコンポーネントとして実施することとする。

本プロジェクトの概要は下表のとおりである。

プロジェクトの概要

区分	工事/項目	概要	要
施設建設	浄水場の建設	計画浄水量	150ℓ/秒
		着水井	1池
		混和地	2池
		フロック形成地	2池
		沈澱池	2池
		急速ろ過池	4池
		洗浄排水池	1池
		凝集剤注入設備	1式
		塩素注入設備	1式
		水質検査用機器の整備	1式
	導水管改修	取水施設の改修	1式
			<ul style="list-style-type: none"> ・ゲート交換 ・バイパス管設置 ・漏水修理 ・ドレーン管拡張 ・落石防護柵設置
		導水管保護	28箇所
		<ul style="list-style-type: none"> ・水路防護 ・河床防護 ・管路防護 ・管基礎の新設 ・補修 ・法面保護 	
		排泥チャンバー等の改修	39箇所
		<ul style="list-style-type: none"> ・洗掘補強 ・排水管設置 ・排水ピット設置 ・マンホール蓋設置 ・漏水補修 	
ソフトコンポーネント	浄水場運転維持管理		
	導水管維持管理		

本プロジェクトを実施することにより、直接効果として、以下の事項が期待できる。

- ポトシ市の人口約 17 万人 (2008 年) の内、約 7 万人 (2008 年) に給水するリオ・サンファン配水系統において常時水質基準を満たした安全な水が安定的に供給される。

- 水源から配水池までの約 51km の導水管は、斜面崩壊および降雨時の流水による土壌侵食の被害を受けやすく、長期間（1 ヶ月以上）の断水事故を起こす可能性が高い地点が 25カ所あるが、本プロジェクトにおいて改修を行うことにより、断水事故の発生を防止することができる。
- リオ・サンファン浄水場の運転には固有のノウハウが必要とされるが、ソフトコンポーネントによりその技術移転を図ることにより、濁度変動に応じた凝集剤の注入管理、ろ過池運転管理が可能となる。また、導水管については土砂災害の可能性を予見する予防的な監視、防護計画に関する技術をソフトコンポーネントにより移転することにより導水管事故を予防できる。

また、間接効果としては、安全な水が安定して給水され、断水リスクが減少することにより衛生状態、生活環境の改善が期待できる。

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な概算事業費は 13.43 億円（日本側負担事業費：13.40 億円、「ボ」国側負担事業費：0.03 億円）と見積もられ、日本側負担事業費の内訳は下表に示すとおりである。

日本側負担費用総括表

概算総事業費 約 1,340 百万円

費目		概算事業費（百万円）
施設	リオ・サンファン浄水場建設工事	673
	取水口・導水管路改修工事	514
実施設計・施工/調達監理・技術指導、ソフトコンポーネント		153

なお、上記概算事業費は、即交換公文上の供与限度額を示すものではない。

本プロジェクトはA型国債で実施し、工期は詳細設計、入札期間も含めて 28 ヶ月である。

本プロジェクトは、浄水施設がなく水質基準を満足していないリオ・サンファン系に水質基準を満たした安全な飲料水を安定して供給し、衛生状況、生活環境の向上に寄与することを目的として、リオ・サンファン浄水場を建設し、取水口および導水管の改修を行うものである。対象区域内であるリオ・サンファン系の給水人口 73,586 人（2008 年推定人口）が便益を受ける。

なお、本プロジェクトにより建設される浄水場、改修される取水施設・導水管施設は AAPOS によって維持管理されることとなるが、建設時の引き渡しに加えて、浄水場運転維持管理、導水管維持管理のソフトコンポーネントによるサポートを行えば、維持管理を行う能力は十分有している。環境に関する観点からも特に問題となることもない。

以上より、本プロジェクトは我が国の無償資金協力による協力対象事業として妥当なものであるといえる。

ボリビア共和国
ポトシ市リオ・サンファン系上水道施設整備計画
基本設計調査報告書

序 文
伝達状
対象地域位置図
現地写真集
完成予想図
略語集
要 約

目 次

第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1.1 当該セクターの現状と課題.....	1-1
1.1.1 現状と課題.....	1-1
1.1.2 開発計画.....	1-1
1.1.3 社会経済状況.....	1-3
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要.....	1-4
1.3 我が国の援助動向.....	1-5
1.3.1 援助方針.....	1-5
1.3.2 援助実績.....	1-6
1.4 他ドナーの援助動向.....	1-9
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2.1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2.1.1 組織・人員.....	2-1
2.1.2 財 政.....	2-2
2.1.3 技術水準.....	2-4
2.1.4 既存の施設・機材.....	2-5
2.2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況.....	2-6
2.2.1 関連インフラの整備状況.....	2-6
2.2.2 自然条件.....	2-7
第3章 プロジェクトの内容.....	3-1
3.1 プロジェクトの概要.....	3-1
3.1.1 上位目標とプロジェクト目標.....	3-1

3.1.2	プロジェクトの概要	3-2
3.2	協力対象事業の基本設計	3-3
3.2.1	設計方針	3-3
3.2.2	基本計画	3-13
3.2.3	基本設計図	3-23
3.2.4	実施計画／調達計画	3-51
3.3	相手側負担事業の概要	3-61
3.3.1	一般的な負担事項	3-61
3.3.2	プロジェクトに固有の負担事項	3-61
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-62
3.4.1	プロジェクト施設の維持管理	3-62
3.4.2	プロジェクト施設の維持管理体制	3-63
3.4.3	プロジェクト地域の水道事業維持管理について	3-63
3.5	プロジェクトの概算事業費	3-64
3.5.1	協力対象事業の概算事業費	3-64
3.5.2	運営・維持管理費	3-65
3.6	協力対象事業実施にあたっての留意事項	3-67
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4.1	プロジェクトの効果	4-1
4.2	課題・提言	4-2
4.3	プロジェクトの妥当性	4-2
4.4	結 論	4-2

附 図

図 2.1	プロジェクトに関連する組織	2-1
図 2.2	AAPOS の組織図	2-2
図 2.3	ポトシ市給水区域の概要	2-5
図 2.6	地質図	2-8
図 3.1	排泥チャンバーの現況および整備概念図	3-10
図 3.2	緩速ろ過方式・急速ろ過方式配置案	3-16
図 3.3	取水施設の改修箇所	3-19
図 3.4	全体平面図	3-25
図 3.5	リオ・サンファン浄水場 一般平面図	3-27
図 3.6	リオ・サンファン浄水場 造成断面図	3-29
図 3.7	リオ・サンファン浄水場 水位高低図	3-31
図 3.8	リオ・サンファン浄水場 フロー図	3-33
図 3.9	サンファン川取水施設 一般平面図	3-35
図 3.10	導水管改修 位置図	3-37

図 3.11	排泥チャンバー・空気弁室改修 位置図.....	3-39
図 3.12	導水管改修 施工図（１）.....	3-41
図 3.13	導水管改修 施工図（２）.....	3-43
図 3.14	導水管改修 施工図（３）.....	3-45
図 3.15	導水管改修 施工図（４）.....	3-47
図 3.16	導水管改修 施工図（５）.....	3-49
図 3.17	事業実施体制.....	3-51
図 3.18	ソフトコンポーネントの実施工程.....	3-59
図 3.19	想定される実施工程.....	3-60

附 表

表 1.1	AAPOS の上下水道整備戦略計画の主要な指標.....	1-2
表 1.2	要請内容.....	1-4
表 1.3	「ポ」国に対する我が国の援助実績.....	1-8
表 1.4	他のドナーによる AAPOS 関連プロジェクト.....	1-9
表 2.1	AAPOS の理事会のメンバー（2008 年 10 月現在）.....	2-2
表 2.2	AAPOS の営業収支.....	2-3
表 2.3	AAPOS の水道料金体系（2008 年 10 月現在）.....	2-3
表 2.4	AAPOS の職務等級と現状人員.....	2-4
表 2.5	ポトシ市の気温と降水量(1961 年から 1990 年までの実績).....	2-9
表 2.6	月別最高、最低気温(°C)（2006 年観測値）.....	2-9
表 3.1	AAPOS の上下水道整備戦略計画の主要な指標.....	3-1
表 3.2	プロジェクトの概要.....	3-2
表 3.3	PDM の概念によるプロジェクトの位置づけ.....	3-3
表 3.4	要請内容.....	3-4
表 3.5	高濁度の発生日数の予測値.....	3-7
表 3.6	既存導水管路の被害状況.....	3-8
表 3.7	リスクポテンシャル評価のマトリックス.....	3-9
表 3.8	導水管の被害形態ごとの改修方法.....	3-9
表 3.9	リオ・サンファン配水池流入水質試験結果.....	3-13
表 3.10	浄水方式の比較.....	3-16
表 3.11	沈澱池形式の比較.....	3-17
表 3.12	リオ・サンファン浄水場主要施設の仕様.....	3-17
表 3.13	リオ・サンファン浄水場容量計算書.....	3-17
表 3.14	導水管の改修箇所とその方法.....	3-20
表 3.15	対策工の区間分けに使用するインデックスと対策方針.....	3-21
表 3.16	排泥チャンバー、空気弁の改修箇所とその方法.....	3-22
表 3.17	基本設計図面一覧.....	3-23

表 3.18	日本側、ポリビア国側の施工区分	3-52
表 3.19	主要工事用資材の調達区分	3-55
表 3.20	ソフトコンポーネント成果表	3-57
表 3.21	ソフトコンポーネントの活動計画	3-58
表 3.22	ソフトコンポーネント成果品一覧表	3-59
表 3.23	「ボ」国側の負担経費総括表	3-64
表 3.24	電力費	3-65
表 3.25	薬品費	3-66
表 3.26	生産費	3-66
表 3.27	プロジェクトの収支バランス	3-67
表 4.1	プロジェクト実施による効果と現状改善の程度	4-1

添付資料

添付資料-I	: 調査団名簿
添付資料-II	: 調査日程
添付資料-III	: 関係者リスト
添付資料-IV	: 討議議事録
添付資料-V	: 事業事前計画表
添付資料-VI	: ソフトコンポーネント計画書
添付資料-VII	: 既存導水管の流下能力検討
添付資料-VIII	: 原水濁度の推定
添付資料-IX	: 導水管路リスクポテンシャル評価
添付資料-X	: 浄水場建設用地の地盤状況
添付資料-XI	: 浄水方式比較のための建設費の算出
添付資料-XII	: 資料収集リスト

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

ボリビア共和国（以下「ボ」国）は南米大陸のほぼ中央部に位置する内陸国で、国土面積は約 109.8 万 km²、人口約 1,002 万人（2007 年）、一人当たり GNI は 1,100 ドル（世界銀行）である。農業（大豆、砂糖等）、鉱業産品（亜鉛、錫、天然ガス等）を中心とする一次産品への依存率が総輸出の 8 割を占め、国際価格の影響を受けやすい経済構造である。

「ボ」国政府は「国家基礎衛生計画（2000-2010）」を策定し、2004 年時点で 72.3%であった上水道普及率を 2010 年までに 90%に引き上げることを目標に掲げ、上下水道施設の整備に重点を置いている。

ポトシ市は、「ボ」国南西端の平均標高 4,000m に位置するポトシ県の県庁所在地で、「ボ」国で最も貧しい地域の一つである。現在約 15 万人の人口を有しているが、周辺農村部等からの人口流入により、2020 年代には 20 万人以上になる見通しである。

ポトシ市の水道事業は、本件実施機関であるポトシ市上下水道公社（AAPOS）が実施しており、ポトシ市の人口の増加、居住地の広がりを加味した 2006 年の給水率は約 81%と推定され、給水原単位は給水量ベースで 138ℓ/人日である（「ボ」国の原単位水量の基準では、ポトシ市は 150ℓ/人日に設定されている）。

ポトシ市の配水系統はカリカリ系とリオ・サンファン系に二分される。このうち、カリカリ系は、ドイツ復興金融公庫（KfW）の融資を得て、150ℓ/秒の処理能力を有する浄水場を含む水道施設が 2008 年中に完成する予定である。このプロジェクト完成後はカリカリ系では安全な水の供給が確保されることになる。

一方、本件要請に関わるリオ・サンファン系は、2000 年に米州開発銀行の資金協力により、サンファン川を水源とし、約 51km の導水管と配水管網が整備された。しかしながら、リオ・サンファン系には浄水場が整備されておらず、サンファン川の水は未処理で給水されているのが現状であり、降雨後には水源の濁度上昇により給水停止、基準を超える濁度での給水を余儀なくされている。

したがって、安全な水を供給するという観点に立てば、安全な水の供給を受けるのはカリカリ系のみとなり、ポトシ市全体としては給水普及率は 54%にとどまることになり、リオ・サンファン系での浄水場建設は急務である。

また、リオ・サンファン系の水源はポトシ市より約 50km の山中にあり、導水管は地形上ほとんど部分で植生が貧弱な風化凝灰岩質の崩壊しやすい斜面の中腹を横断して埋設されているため、斜面崩壊および降雨時の流水による浸食を受けやすい状況にある。2000 年の供用開始以来多くの箇所での侵食、崩壊が進み、導水管破損による断水が数回起こっているが、このまま放置されれば致命的な被害を受け、導水管事故による数ヶ月に及ぶ断水のリスクを抱えているといえる。

このように、ポトシ市の上水道整備においては、リオ・サンファン系の浄水場を整備し、導水管の改修を行うことが課題となっている。

1.1.2 開発計画

(1) 国家開発計画

モラレス政権による国家開発計画は、次に示す 4 つの柱に基づき、ボリビア国民の「快適に生きる（vivir bien）」を目指している。

- 尊厳のあるボリビア (Bolivia Digna)
- 生産的なボリビア (Bolivia Productiva)
- 自主独立のボリビア (Bolivia Soberana)
- 民主的なボリビア (Bolivia Democratica)

(2) 上水道に関する上位計画

本プロジェクトの上位計画として以下の計画が挙げられる。

- 国家基礎衛生計画 (Plan Nacional de Saneamiento Básico 2001-2010)、基礎衛生管理局、2001年
- 上下水道整備戦略計画 (Plan Estratégico de Desarrollo de los Agua Potable y Alcatrillado para Obras Sanitarias de Potosí)、AAPOS、2000年 (2002年見直しが行なわれた。)
- 「ボ」国飲料水基準 (NB512, Agua Potable Requisitos), Octubre 2004, Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

国家基礎衛生計画は「ボ」国全体にかかる整備目標を設定し、2010年を目標として都市部、村落部別に上下水道の整備目標を示している。ポトシ市は都市部であるので、給水普及率は2000年に90%、2010年には96%とすることが目標となる。

上下水道整備戦略計画はAAPOSが2025年を目標として上下水道整備の諸指標を示している。表1.1に同戦略計画の水道整備に係る主要な整備指標を示す。本戦略計画によれば、2010年の給水普及率の目標は95.6%と設定され国家基礎衛生計画の目標とほぼ一致している。現状の給水普及率は2006年時点で94.5%といわれているので、普及率の達成の可能性は高いといえる。しかしながら、表1.1の生産量をみると2007年以降305ℓ/秒で一定で、普及率増加および人口増加に伴う需要量の増加に対応していない。

「ボ」国飲料水基準は水道水の安全、快適性を確保するための基準で、給水事業により給水される水はすべてこの基準を満足することが要求される。リオ・サンファン配水システムでは浄水処理が行なわれていないため、降雨時には濁度が基準値 (5 NTU) を越え、飲料水としての安全性が確保されているとはいえない。現状の給水普及率は2006年時点で94.5%といわれているが、安全な水の給水という観点に立てば給水普及率54%に過ぎないことになる。

表 1.1 AAPOS の上下水道整備戦略計画の主要な指標

指 標	2002年	2007年	2010年	2015年	2020年	2025年
ポトシ市人口 (人)	135,445	148,554	157,020	173,175	187,549	203,117
接続数	20,038	24,866	27,125	31,040	34,100	36,930
給水人口 (人)	112,167	138,046	150,066	170,975	187,549	203,117
給水普及率 (%)	82.8	92.9	95.6	98.7	100.0	100.0
生産量 (ℓ/秒)	210	305	305	305	305	305
水需要量 (ℓ/秒)	358	421	440	474	500	527

Source: Plan Estratégico de Desarrollo de los Agua Potable y Alcatrillado para Obras Sanitarias de Potosí, AAPOS, 2000

1.1.3 社会経済状況

「ボ」国は、1982年に民政移管を達成した後、民主化・市場経済化に向けた改革を推進してきたが、近年、市場経済化に伴う貧困や貧富の格差問題の悪化を背景として、先住民を中心とする反政府運動が頻発化した。

2003年10月、政府による対米天然ガス輸出計画の推進を機に、これに反発する先住民団体を中心とする暴動が発生し、サンチェス・デ・ロサダ大統領は退陣に追い込まれた。副大統領から繰り上がり就任したメサ大統領（当時）は、天然ガス輸出政策に関する国民投票の実施、緊縮財政政策の実施等、各種改革に努めた。しかしながら、より資源ナショナリスト的な要求を掲げ、貧しい先住民層を中心とする西部地域住民と、豊富な資源を有し、地方自治の強化を求める東部白人系住民との対立が深まり、再度国内道路封鎖等の抗議行動が過激化し、2005年6月、メサ大統領は辞任した。同大統領の辞任を受け、憲法上第3位の継承権を有するロドリゲス最高裁長官が繰り上がり大統領に就任した。

ロドリゲス政権の下、大統領選を含む総選挙の前倒し実施が決定され、2005年12月18日、全国において総選挙が実施された。大統領選の結果、左派先住民指導者のエボ・モラレス社会主義運動党（MAS）候補が、保守派のキログ民主社会勢力（PODEMOS）候補を押さえ、53.7%の票を獲得して当選し、2006年1月22日に大統領に就任した。

モラレス大統領は、貧富格差の是正、先住民の権利拡大を掲げ、憲法改正の実現を目指している。また、米国主導の麻薬撲滅政策や急速な経済自由化に強く反対し、天然資源による収益のボリビア国民への一層の還元を従来より主張、2006年5月には、炭化水素資源（天然ガスが中心）の「国有化」に係わる大統領令を発出した。その他にも、鉱業法の改正、農地改革、最低賃金の上昇、労働者に有利な同制度の整備等を推進しつつあり、今後の動向が注目される。

近隣諸国および米国をはじめとする先進諸国との関係強化が従来「ボ」国外交の基本であったが、モラレス政権の下、対米関係、地域統合等に関し路線変更傾向（FTAAへの消極的対応、ベネズエラやキューバへの接近）が見られる。特に対米関係は、麻薬対策が基軸となっているが、モラレス政権下のコカ葉栽培の合法化問題、FTA交渉、アンデス貿易促進・麻薬根絶法（ATPDEA）による関税優遇措置の扱いを巡り、微妙な状況が続いている。チリとの間には領土問題があり外交関係はない（領事関係のみ）。特に、本年9月には、「ボ」国は駐ボリビア米国大使に対しペルソナ・ノン・グラータを宣言し、米国はこれに伴い「ボ」国に対するATPDEAの適用を停止している。

「ボ」国は、農業（大豆、砂糖等）、鉱業産品（亜鉛、錫、天然ガス等）を中心とする一次産品への依存率が総輸出の8割を占め、国際価格の影響を受けやすい経済構造となっている。

1985年から新経済政策を導入し構造調整を推進した結果、比較的安定した経済成長を保っていたが、近年新自由主義に基づく改革の影響を受け、富の偏在、失業問題等が深刻化している。

1999年以降の麻薬抜根政策によるインフォーマルセクターへの影響もあり、「ボ」国は深刻な経済難に直面し、2001年には「拡大HIPC（重債務貧困国）イニシアティブ」の適用を受けた。2004年はIMFとの合意により、新税導入および緊縮財政による財政赤字の削減を実現した。

財政難の打開のため、天然ガスの対米輸出を推進しようとする政府に対し、天然ガス収入が国民の大半に裨益していないとして、先住民団体を中心とした反発を招き、2003年10月には暴動に発展するに至った。かかる動きを受け、議会は、2005年5月、天然ガス関係外資企業に対し、より高率の税を課す新法を採択した。

モラレス新政権は、資源収入のボリビア国民へのより多くの還元を強く主張し、天然ガス

を中心として資源ナショナリズム的政策を展開している。特に2006年5月の「炭化水素資源国有化」に係る大統領令（国家管理の強化、主要操業企業の株式過半数取得、企業と「ボ」国政府の収益配分の見直し等）発出およびこれに伴うガス輸出価格大幅引き上げの意図表明は内外の大きな波紋を呼んだ。その他、鉱業部門や農地の扱いについても新政策の導入が行われつつある。

民族構成はインディオ55%、混血32%、ヨーロッパ系13%である。言語はスペイン語が公用語であるが、ケチュア語、アイマラ語も話される。宗教はカトリックが国教で国民の90%以上を占める。

行政区分としては、9つの県からなる。首都はラパス（憲法上の首都はスクレ）でラパス県に位置する。調査対象地域はポトシ市の西部に位置し、ポトシ市はポトシ県北東部に位置する。

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要

2007年11月の予備調査で確認され、本基本設計調査の現地調査で確認された内容は表1.2のとおりであった。

表 1.2 要請内容

項 目	予備調査要請内容	基本設計調査の検討結果	
施設建設	リオ・サンファン 浄水場の建設	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 浄水能力：1750/秒 ➤ 処理方式については検討 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 現況取水権水量より1500/秒とする。 ➤ 浄水方式は急速ろ過方式とする
	取水・導水施設の 改修	➤ 取水施設の改修：1箇所	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 改修工事内容を以下のとおりとする。 <ul style="list-style-type: none"> ● 流入ゲートの交換。 ● 調整池清掃用のバイパス管の設置。 ● 沈砂池および調整池の水漏れの補修。 ● 調整池のドレーン管の改良。 ● 左岸側斜面の落石保護工。
		➤ 導水管路の基礎部分の 改修・建設：約51km	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 特定された損傷箇所を損傷の危険性、緊急性を勘案した危険度ランクで分類した結果、以下の方針で改修工事を施工する。 <ul style="list-style-type: none"> ● 一番危険度の高い「ランク3」の25箇所を本プロジェクトの対象とする。 ● 「ランク2」21箇所のうち3箇所については、保護工施工の技術移転を図るために、本プロジェクトで実施する。 ● 「ランク1」については、AAPOSが監視を続け問題が起こった時点で修復を行う。 ➤ 排泥チャンバーおよび空気弁室を整備する。
機材調達	水質検査用機器 の調達	<ul style="list-style-type: none"> ➤ リオ・サンファン浄水場の日常の運転管理に必要な水質検査用機器 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 浄水場維持管理に必要な下記の機器を浄水場の設備として整備する。 <ul style="list-style-type: none"> ● 濁度計（携帯型） 1式 ● 色度計（携帯型） 1式 ● pH計（携帯型） 1式 ● 電気伝導度計（携帯型） 1式 ● 残留塩素計（携帯型） 1式 ● ジャーテスター 1式
ソフトコン ポーネン	浄水場運転維持 管理、導水管維持	—	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 浄水場運転維持管理、導水管維持管理に関するソフトコンポーネントを行

	管理に関するソフトコンポーネント		う。
--	------------------	--	----

リオ・サンファン浄水場の計画浄水量は要請では1750/秒となっていたが、基本設計調査の検討結果より、1500/秒とした。また、機材調達として要請されていた水質検査用機器については浄水場の備品として整備することとした。さらに、基本設計調査結果より、浄水場運転維持管理、導水管維持管理に関するソフトコンポーネントを実施することとした。

1.3 我が国の援助動向

1.3.1 援助方針

平成19年7月の「対ボリビア国別援助計画（第一次案）」によれば、我が国の「ボ」国に対する援助方針は以下のとおりである。

対「ボ」国援助においては、①貧困削減のための社会開発支援、②持続的経済成長のための支援を2つの柱とし、「国家開発計画」に沿って実施し、同国が主体的に開発課題を解決し、人間の安全保障を実現していくことを援助するものとしている。

援助のアプローチとしては、無償資協力、技術協力、円借款（ただし、2004年、2006に債権放棄を行ったため、2007年7月現在新規案件の検討は行っていない。）および国際機関への出資等様々なスキームを活かし、限られた資金・人的資源で最大限の効果を上げるようスキームの連携促進を重視する。

また、「ボ」国ではモラレス政権誕生後多くのドナーの援助計画策定に遅れがあったが、2006年末以降、援助協調が再度活発化してきた。こうした背景から、案件形成の段階から援助協調を念頭に置く必要がある。援助協調の効果発現に最善を尽くす一方で、日本の存在感を示す援助を引き続き実施すること、即ち、我が国の援助の有効性が、ボリビア国民や政府、我が国国民、他のドナー等により明確に理解・認識されることも重要である。我が国援助の有効性を確保するためには、「ボ」国のオーナーシップを尊重した適切な支援を行うこととし、加えて、人と人の交流を通じ、「開発の担い手」である「ボ」国の人々、同国政府機関等関係組織の能力強化・向上を積極的に行い、援助の効果を浸透させることが重要である。

また、ドナー社会において、我が国援助の基本方針を明確にするとともに、我が国が優位性を有する分野や対象地域等を早期に具体的に提示し、我が国援助の特質を活かすことも必要である。この観点から、他ドナーとの意見交換を日頃から密にし、我が国の援助に対する理解を促進することが必要である。

援助アプローチの具体化する案件形成にあたっては、①社会開発、②生産性向上、③制度・ガバナンス支援の3点を重点分野とし、スキームの連携、国際機関のマルチ協力を配慮するものとしている。

重点分野の一つ「社会開発」では、教育、保険・医療、水と衛生、地方道路および地方電化、灌漑等が案件形成対象とされている。

したがって、本プロジェクトは、援助方針の重点分野の一つである社会開発の「水と衛生」分野に位置づけられる水道整備計画であること、KfW（ドイツ復興金融公庫）の支援しているポトシ市上水道改善プロジェクトによるカリカリ系の施設整備と地域分担をしてポトシ市全体の水道整備を達成することから重点分野、援助アプローチの点で援助方針に合致したものと見える。

(1) 社会開発

我が国は、ボリビア国民の生活向上の観点から、これまで教育の質向上やリプロダクティブヘルス向上、安全な飲料水供給を通じた基礎衛生改善、貧困農民の生計維持などの協力を実施している。

- 教育の質の向上
- 地域保健医療ネットワークの強化
- 貧困地域への飲料水供給
- 障害者支援
- 先住民貧困層を中心とした生計維持

(2) 生産性向上

本分野において、我が国は伝統的に開発または確立された技術を地域に普及し、地方開発の観点から農業分野の生産性向上を図ると共に、道路網等のインフラの整備を通じた社会経済活動を促進している。

- 生産連鎖/地域経済開発
- 運輸交通網整備

(3) 制度・ガバナンス支援

世界銀行貧困評価および UNDP 人間開発報告書では、貧困削減のためには不平等性の緩和、社会の安定化、制度・政策の適正化が重要であるとされている。このため、我が国は、「人間の安全保障」という協力の枠組みの下、当国開発計画が実践されるよう、制度・政策面への支援を行っている。

- 新国家開発計画実施支援
- 地方行政強化

1.3.2 援助実績

(1) 総論

2006 年度の「ボ」国に対する無償資金協力は 31.85 億円（交換公文ベース）、技術協力は 17.32 億円（JICA 実績ベース）であった。2006 年度までの援助実績は、円借款 470.26 億円、債務免除約 607.77 億円、無償資金協力 814.61 億円（以上、交換公文ベース）、技術協力 599.21 億円（JICA 経費実績ベース）である。

(2) 無償資金協力

「地方道路拡充機材整備計画」等計 4 件の一般プロジェクト無償資金協力、8 億円のノンプロジェクト一般無償資金協力、「小児病院医療機材整備計画」等、医療・保健、教育研究、民政環境等の各分野に関する計 26 件の草の根・人間の安全保障無償資金協力を実施した。

(3) 技術協力

保健・医療等多岐にわたる分野において 240 名の研究員を新規に受け入れた。また、22 名の専門家、45 名の JOCV、3 名のシニア海外ボランティア等をアラタに派遣した。また、技術協力プロジェクトとして「生命の水プロジェクト」等を実施した。また、「主要国道道路災害予防調査」および「ベニ県およびバンド兼における村落地域飲料水供給計画調査」計 2

件の開発調査を実施している。

表 1.3 「ボ」国に対する我が国の援助実績

年度	円借款	無償資金協力	技術協力
2001年度 までの累計	470.26億円	677.83億円	491.04億円 2,258人 866人 2,052人 7,294.49百万円 533人 31人
2002年	なし	21.27 億円 サンタクルス北西部地方道路整備計画 (国債3/3) (11.11) コチャバンバ母子医療システム強化計画 (国債1/2) (2.31) 日ボリビア文化会館に対する音響・照明機材供与 (0.04) 食糧増産援助 (4.20) 草の根無償 (58件) (3.61)	24.69億円 (24.01億円) 563人 (552人) 46人 (46人) 74人 (74人) 194.06百万円 (194.06百万円) 25人 (32人) (その他ボラ ンティア) (23人)
2003年	債務免除 (533.79)	38.87 億円 コチャバンバ母子医療システム強化計画 (国債2/2) (16.05) 第三次地方地下水開発計画 セクター・プログラム無償資金協力 (9.65) 食糧増産援助 (5.00) ボリビア国营放送局に対する番組ソフト供与 (4.00) ラパス県柔道連盟に対する柔道畳供与 (0.30) 草の根・人間の安全保障無償 (50件) (0.02) (3.85)	24.73億円 (24.03億円) 608人 (598人) 40人 (35人) 36人 (36人) 234.6百万円 (234.6百万円) 30人 (48人) (その他ボラ ンティア) (18人)
2004年	なし	13.49 億円 日本・ボリビア友好橋改修計画 (詳細設計) (0.23) セクター・プログラム無償資金協力 (10.00) 草の根・人間の安全保障無償 (50件) (3.26)	24.23億円 (23.64億円) 532人 (520人) 30人 (29人) 83人 (83人) 164.63百万円 (164.63百万円) 34人 (45人) (その他ボラ ンティア) (2人)
2005年	債務免除 (73.98)	31.31 億円 日本・ボリビア友好橋改修計画 (国債1/2) (1.51) ラパス県村落開発機材整備計画 (6.83) ベニ県南部地域医療保健施設改善計画 (8.47) セクター・プログラム無償資金協力 (8.00) 貧困農民支援 (2.50) タリハ県国立天文台に対するプラネタリウム機材供与 (0.50) 草の根・人間の安全保障無償 (48件) (3.50)	19.16 億円 887人 27人 51人 195.10百万円 26人 6人
2006年	なし	31.85 億円 日本・ボリビア友好橋改修計画 (国債2/2) (2.00) コチャバンバ県灌漑施設改修計画 (国債1/2) (3.10) 医療品供給センター整備計画 (7.61) 地方道路拡充機材整備計画 (9.00) ノン・プロジェクト無償 (8.00) 緊急無償 (ボリビアにおける集中豪雨に対する緊急無償資金協力) (0.22) 草の根・人間の安全保障無償 (26件) (1.92)	17.32 億円 240人 22人 79人 121.50百万円 45人 3人
2006年度 までの累計	470.26億円	814.61億円	599.21億円 5,055人 1,025人 2,375人 8,204.38百万円 729人 101人

1.4 他ドナーの援助動向

他ドナーによる AAPOS 関連のプロジェクトは表 1.4 に示すとおりである。

表 1.4 他のドナーによる AAPOS 関連プロジェクト

(単位：千 US\$)

実施 年度	機関名	案件名	金額	援助 形態	概 要
1984 年～ 1999 年	米州開発 銀行(BID)	リオ・サンファン 導水管プロジェク ト	1,200	有償	サンファン川取水点から リオ・サンファン配水池ま での導水管建設。
2002 年～	ドイツ復 興金融公 庫 (K f W)	ポトシ市上水道改 善プロジェクト	10,000	有償	カリカリ配水区導水管改 修と新規導水管敷設、カリ カリ浄水場建設、配水池間 接続、配水池改修。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

(1) プロジェクトに関連する組織とその機能

本プロジェクトでは外務省（Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto）が無償資金協力に係る書簡の交換を行い、開発企画省（Ministro de Planificación del Desarrollo）の公共投資海外金融次官室（Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo、VI PFE）が無償資金資金の管理を行い、事業は水資源省（Ministerio del Agua）が主管し、ポトシ市上下水道公社（Administración Autónoma para Obras Sanitarias: AAPOS）が実施機関となる。なお、基礎衛生管理局（Superintendencia de Saneamiento Básico: SISAB）はAAPOSに事業認可を与えている。

この他、事業実施の環境許可を通じて農村農牧開発環境省（Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente）が関与する。事業実施にあたっては農村農牧開発環境省の国家環境保護地区局（Dirección General de Medio Ambiente）の環境許可を得ることが必要である。

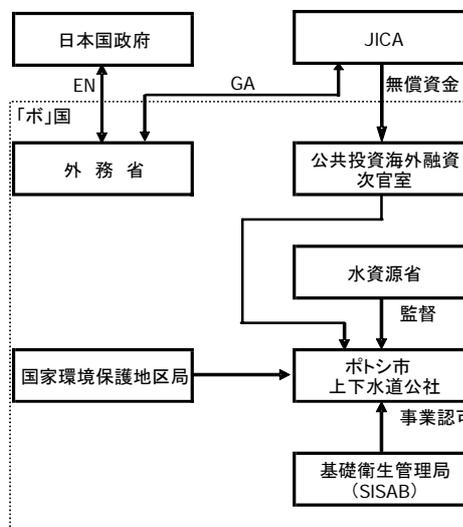


図 2.1 プロジェクトに関連する組織

一般に給水水質は健康に関する省庁（保健省等）により規定されることが多いが、「ボ」国では保健省は関与せず、飲料水の水質基準は基礎衛生管理局の「ボ」国規格に定められている。

(2) ポトシ市上下水道公社（AAPOS）

本案件の実施機関はAAPOSである。「ボ」国の上下水道事業は近代化・改革プロセスによって制定された2000年4月付けの法令で規定されている。同法令では関連法制の整備、水質基準等の承認、政策・戦略・方針等を策定する「水資源省基礎サービス次官室」と、その実施・管理、認可等を行う「基礎衛生管理局（以下、SISABという）」が、全国の上下水道事業の管理を行うこととしている。ポトシ市の水道事業は2000年11月に締結されたコンセッション契約（事業認可）に基づきAAPOSが運営している。

AAPOSの最高決定機関は理事会で、理事会はポトシ市代表、地域代表、大学や教会等の代表により構成されている。理事会のメンバーは表 2.1 に示すとおりである。

AAPOSの組織は図 2.2 に示すとおりで、本案件の担当部署は導水管は取水・導水課、浄水場は生産課である。プロジェクト完了後の施設の維持管理も導水管は取水・導水課、浄水場は生産課が担当する。

表 2.1 AAPOS の理事会のメンバー（2008 年 10 月現在）

氏名	肩書き
Ricardo Gonzales Alba	理事長（ポトシ市代表）
Huber Huayta	ポトシ県代表理事
Grover Teran	トーマスフリアス大学代表理事
Jesus Barrionuevo	カトリック教会代表理事
Celestino Condori	ポトシ市市民団体代表理事
Beningo Castillo	報道機関代表理事
Nestero Munoz	監査委員会代表理事
Williams Cervantes	事務局（AAPOS 総裁）

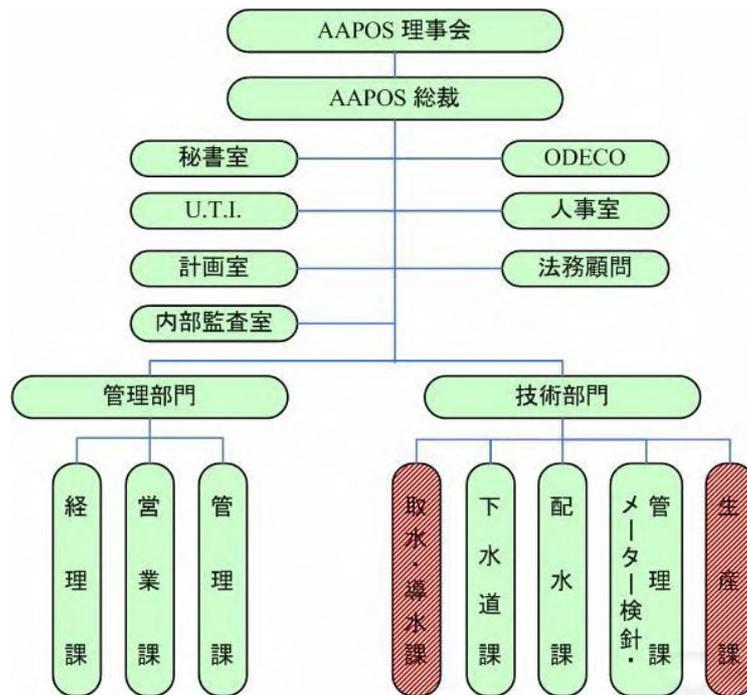


図 2.2 AAPOS の組織図

2.1.2 財 政

(1) 財 政

表 2.2 に AAPOS の 2005 年から 2007 年の収支実績および 2008 年の予算を示す。

営業収支は近年黒字を続けているが、AAPOS の財務状況は、過去の国内の債務に加え、KfW プロジェクトによる資本支出が続き、2007 年まで債務が増加の一途を辿っている。2008 年に経常収支は黒字となり、その黒字額が債務返済に廻るようになってきているが、経常利益に比べ債務額が大きいため、返済する元本の割合が少なく、KfW ローン返済期間の 30 年から 70 年への延長と 0.75%の年利適用からなる債務繰り延べが急務となっており、大蔵省と既に債務繰り延べについて合意に達している。

これにより、AAPOS は 2007 年度以降新たなローンの借入が事実上出来なくなるため、新規プロジェクトは自己資金か無償援助によるしかなく、リオ・サンファン浄水場の建設は日本政府の無償資金協力に頼る以外に方法がない状況にある。

表 2.2 Aapos の営業収支

(単位：BOB)

会計年度*	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年(予算)
収入	12,307,142	14,969,123	15,224,346	15,675,559
・営業収入	9,399,898	12,164,901	13,916,311	14,367,974
・その他収入	2,907,244	2,804,222	1,308,035	1,307,585
収入伸び率(前年比)		21.6%	1.7%	3.0%
支出	7,673,390	9,251,197	12,031,078	8,807,651
・労務費	3,089,651	3,408,537	4,386,326	4,561,779
・営業経費	2,639,314	3,813,028	4,816,792	1,183,818
・支払利息	691,458	764,874	662,280	668,199
・為替手数料	5,010	11,931	13,760	15,210
・税金	1,247,957	1,252,827	2,151,920	2,378,645
収支	4,633,752	5,717,926	3,193,268	6,867,908

出典：AAPOS 財務課資料による。2008 年は予算。

*：会計年度は 1 月 1 日から 12 月 31 日まで。

(2) 料金体系

AAPOS の料金体系を表 2.3 に示す。

表 2.3 Aapos の水道料金体系 (2008 年 10 月現在)

契約種類	基本料金 (BOB/月)	単価 (BOB/m ³)	有効契約数
家庭用固定 1	14.69	0.00	4,171
家庭用固定 2	17.48	0.00	526
家庭用固定 3	28.37	0.00	77
家庭用メーター 1	11.26	1.61	12,866
家庭用メーター 2	13.91	1.74	3,346
家庭用メーター 3	19.20	2.44	242
商業用固定 1	101.32	0.00	29
商業用固定 2	166.52	0.00	26
商業用固定 3	360.90	0.00	18
商業用メーター 1	0.00	3.84	217
商業用メーター 2	0.00	4.90	139
商業用メーター 3	0.00	6.10	98
工業用メーター 1	0.00	6.29	5
工業用メーター 2	0.00	6.29	27
公共用固定 1	97.56	0.00	44
公共用固定 2	111.64	0.00	50
公共用メーター 1	32.41	3.24	81
公共用メーター 2	34.71	3.47	77
公共水栓固定	41.31	0.00	29
合計			22,068

本料金体系は 2002 年から適用され現在も使われている。契約の種類は家庭用、商業用、工業用、公共用、公共水栓の 5 つに分類され、公共水栓と公共用を除き、固定料金とメーター料金に分類される。さらに給水管の口径により 2 ないし 3 つのクラスに分かれている。

固定料金では使用料込みの基本料金と下水道料金 2.5BOB/月を支払い、メーター付料金では

基本料金に 1m³あたりの水道料金と下水道料金 2.5BOB/月を加算して支払う。2008年10月現在の契約では全契約の77.5%がメーター付料金で、比較的メーター普及率が高い。

料金徴収は15人のメーター読み取り員が月1回、各家庭のメーターを読み取り請求書を発行（固定契約では読み取りなしに請求書を発送）、利用者はAAPOS本部の料金徴収所に現金で支払う。調査時点では不払い率は20%前後であった。

2.1.3 技術水準

(1) 職員の資格

AAPOSの人事規定では職種に対応する等級、等級に必要な資格が表2.4のとおりに定められている。

しかしながら、大卒以上の資格を要する等級の充足率が低く、高学歴を要する等級の充足が困難になっている。したがって、日常の維持管理業務に関してはオンザジョブトレーニングにより技術を習得して遂行することは可能であるが、計画、管理業務の能力は不足している。AAPOSはこの点を認識して、職員研修を実施して能力向上を図ろうと努めている。

表 2.4 AAPOS の職務等級と現状人員

職 種	AAPOS 等級	資 格	現状人員
総裁	なし	特に定めず	1
副総裁	E1	修士終了または相当	2
部長補佐	M4	大卒または会計士	1
技師長 企画課長	M3		4
本部課長 地区事務所長	M2		12
本部係長 地区事務所課長	M1		30
本部技師、分析室長	SS3	大卒または相当	12
地区事務所主任	SS2	高卒	33
分析室員、技能工	SS1		18
中央分析室補助員 秘書 本部事務員	DS2		185
地区事務所の事務員 移動運転員、ポンプ場運転員 技術工 データ入力	DS1	専門学校または職業 訓練所	171
事務所掃除、雑役	BS1		16

出典：AAPOS 聞き取りによる。(2007年3月現在)

(2) 施設の維持管理能力

施設の維持管理は AAPOS の技術局 (Gerencia Técnica) の生産部 (División Producción Distribución) が維持管理を行なう。

取水施設、導水管路の維持管理は水源導水管課 (Fuentes y Aducciones、取水施設管理人、配管工を含め5名) が担当している。

既存のミルネル浄水場は品質管理課 (Unidad de Control de Calidad) の10名により維持管理されている。カリカリ浄水場の運転に伴い12名が増員される予定である。ただし、ミルネル浄水場はカリカリ浄水場の運転開始とともに閉鎖される予定であるので、カリカリ浄水場の運転に伴う増員は2名程度と予想される。

取水施設の維持管理は常駐の管理人が担当し、日常的な運転には問題がないと見られるが、取水ゲートの破損、調整槽の水漏れ（運転上には支障がない程度）が放置されていて、予算上の制約と考えられるが、修理に関しては十分とはいえない。

導水管の管理は2、3日に1回、監視員が全長を目視点検し漏水等の異常があれば対応する体制となっている。運用開始以来3回の導水管破損の事故があったが、いずれもAAPOSの自力により修復作業を行っている。したがって、導水管に関しては修理を含め維持管理能力は一定のレベルと判断できるが、目視点検が異常発見に留まっていて、事故予見という観点で系統的に行われているとはいえず、この点の改善が必要と考えられる。

浄水場の運転は現在はミルネル浄水場が唯一である。ミルネル浄水場は緩速ろ過による系統と急速ろ過の系統の2つの系統で構成されているが、いずれもろ過池の設計負荷量が異常に大きく、正常なろ過が行われているとはいえない。したがって、浄水場の維持管理能力は現状から判断することは困難であるが、運転員からの聞き取りでは、ろ過理論、薬注理論にも精通していて、正常な施設であれば一定のトレーニングにより正常な維持管理は可能と考えられる。

2.1.4 既存の施設・機材

(1) プロジェクト対象地域の概要

AAPOSの給水は図2.3に示すようにカリカリ系、リオ・サンファン系の2つの配水系により構成されている。

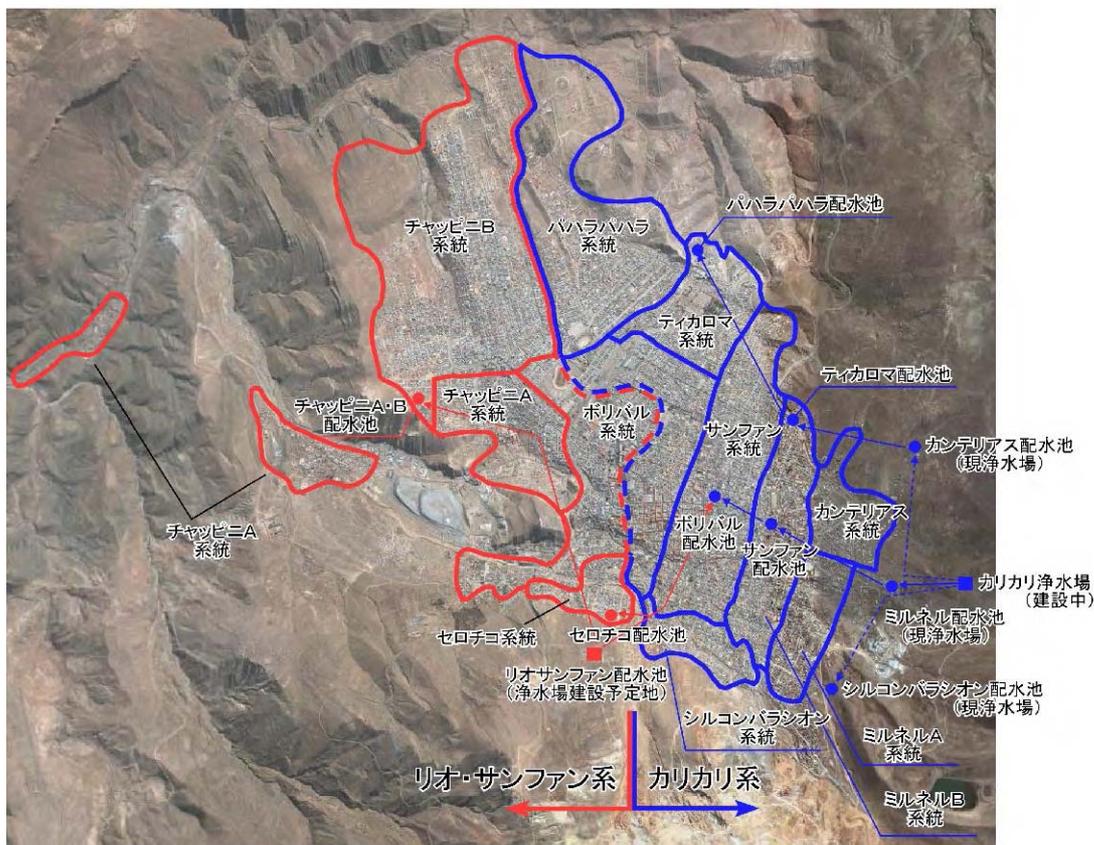


図 2.3 ポトシ市給水区域の概要

本プロジェクトの対象地区であるリオ・サンファン系では無処理で配水が行なわれ、カリ

カリ系についても現状ではミルネル浄水場は生産能力（90ℓ/秒）と機能に問題があり、カンテリアス配水池、シルコンパラシオン配水池からは塩素消毒のみの配水となっており、安全な水を配水するという上水道の基本的な要件に係る問題を有している。

このうち、カリカリ系に関しては、上記の3つの系統を1つにまとめドイツ KfW の融資を得て、150ℓ/秒の処理能力を有するカリカリ浄水場を含む水道施設を建設中で2008年中に完成する予定で、このプロジェクト完成後は安全な水の供給が確保されると考えられる。

これに対して、サンファン川を水源とするリオ・サンファン系は、米州開発銀行（BID）の資金協力により、2000年に約51kmの導水管と配水池が整備された。しかしながら、リオ・サンファン系には浄水場が整備されておらず、サンファン川の水は無処理で給水されているのが現状であり、激しい降雨後には水源の濁度上昇により給水停止、高濁度での給水を余儀なくされている。また、導水管についても、周辺の不安定な地盤や雨水排水路の未整備のため基礎の洗掘、落石等があり、導水管事故のため長期断水のリスクをかかえているといえる。

(2) 対象既存施設

本プロジェクトの対象となる施設は、取水施設、導水施設、浄水施設であり、送水、配水、給水施設は対象外である。

対象施設は以下のとおりとなる。

- サンファン川取水施設
- 導水管：サンファン川取水施設～リオ・サンファン配水池
ダクタイル鋳鉄管（一部鋼管）φ500～400 mm L=51km
- リオ・サンファン配水池：配水池 RC 造 有効容量 500m³、
次亜塩素酸ナトリウム注入設備

2.2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

サンファン川取水施設および導水管は、基本的にポトシ～ウユニへの幹線道路沿いにある。本道路は現在拡幅・舗装工事を実施中であるが、基本的に工事には支障はない。ただし、サンファン川取水施設へのアクセス道路は上記幹線道路を離れ、特に約4kmにわたって導水管改修における法面保護対象となっているように、沢に沿った危険な箇所があり、出来るだけ重機による施工を避ける等慎重な対応を行う必要がある。また、導水管についても幹線道路より離れた箇所での施工時はアクセスを確保する必要がある。

また、リオ・サンファン浄水場へのアクセス道路は部分的な補修を要する。

(2) 電気

電気を必要とする施設はリオ・サンファン浄水場であるが、既存の配水池に既に電力が供給されている。

(3) 水道

本プロジェクトでは浄水場の水張り試験、導水管の水圧試験等に水が必要であるが、既存の原水により対応出来る。また、施設の洗浄等は必要に応じて AAPOS より水道水が供給される。

2.2.2 自然条件

(1) 地形・地質

「ボ」国は、地勢的には、以下の三つの地域に区分される。(図 2.4 参照)

- ・アンデス山系に含まれる西部山岳地帯と標高3,000m以上アルティプラノ高原地帯
- ・標高1,000m～3,000mの中部丘陵地帯
- ・標高1,000m以下アマゾン河とラプラタ河上流の東部平原地帯

アンデス山脈は国の西部を北西から東南に走り、西部山脈と東部山脈に分岐している。西部山脈はチリ、ペルーとの国境に沿って位置し、太平洋と大西洋との分水嶺をなしている。一方、東部山脈はその支脈とともに北部で平原地帯と境を画している。高原地域はこの東西両山脈に挟まれた広大な地域で、チチカカ湖(面積8,686km²、標高3,810m)を代表とする大きな湖がある。中部丘陵地帯は、東部山脈の南東部に沿って標高2,000m台の高原が広がって、渓谷地帯を成し、調査対象地域であるポトシ市を含むポトシ盆地やスクレ盆地、コチャバンバ盆地を抱えている。東部平原地帯は国土の東部および北部にあって、広大なアマゾン低地が大部分を占めている。

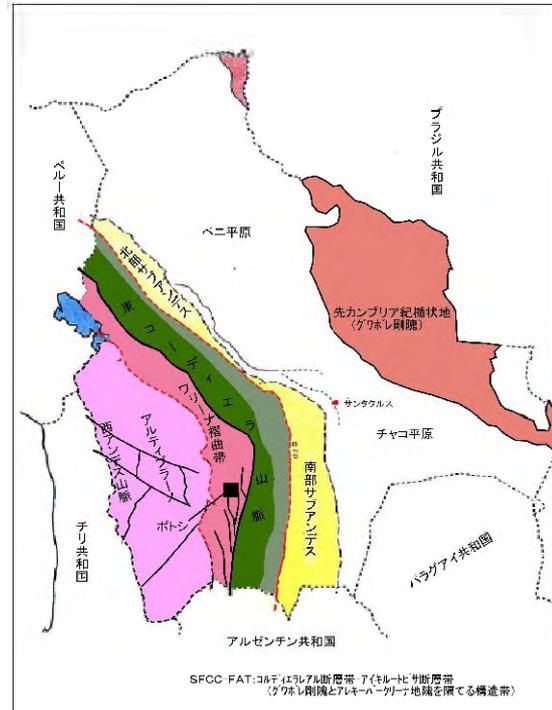
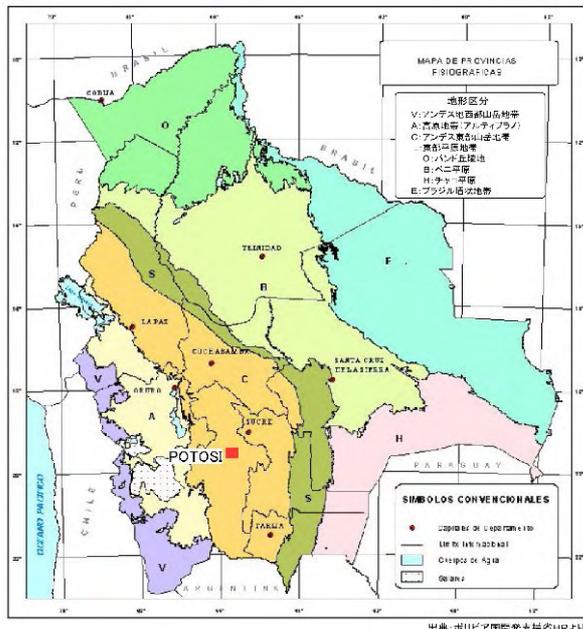


図 2.4 ボリビア国の地勢区分

図 2.5 ボリビア国の地形区分

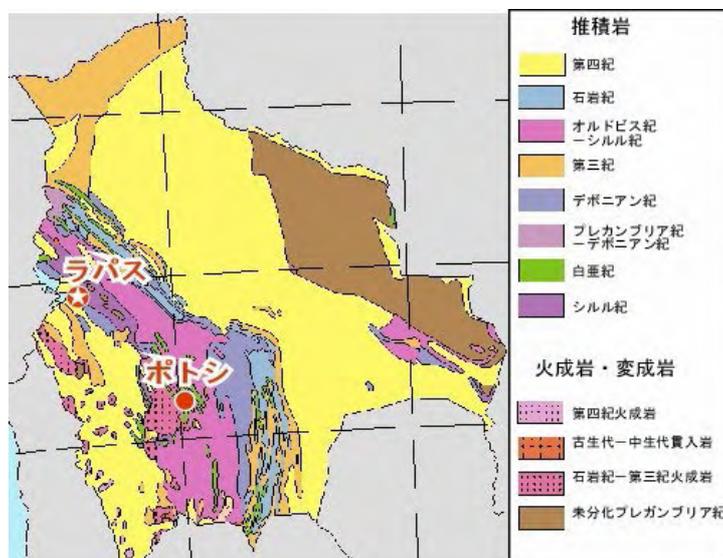
また、「ボ」国の地形は図 2.5 に示すとおり七つに区分される。

- ①アンデス西部山脈地帯、②アルティプラノ高原地帯、③アンデス東部山脈地帯、④亜アンデス山麓地帯、⑤東部平原地帯、⑥チキータノス山地、⑦中央盾状地帯

調査対象地域であるポトシ市周辺は、アルティプラノ高原地帯にあり、地質的には、古生

代先カンブリア紀の基盤岩類を、中生代白亜紀の堆積岩類や新生代第三紀の火山岩類（主に安山岩質）、未固結堆積物（氷河堆積物、沖積堆積物、湖成堆積物など）が覆っている。調査地周辺では、造山運動（カレドニア期、ヘルシニア期、アンデス期など）の影響を受け、南北系の褶曲構造や衝上断層帯が形成されている。

また、サンファン川の取水口からポトシ市にかけては、新生代第四紀の未固結堆積層、新生代第三紀の火山岩、中生代白亜紀の堆積岩が分布する。



出典：JICA ボリビア共和国 鉱山環境研究センタープロジェクト (CIMA) より入手

図 2.6 地質図

第四紀の未固結堆積物（沖積堆積物、段丘堆積物など）はポトシ市周辺に分布している。この地層は巨礫などを多く含むが、マトリックスは緩い砂質土を主体としており、表流水による浸食を受けやすい。

第三紀の火山岩は主にデイサイトからなり、調査地全体に分布している。断層などの地質構造運動の影響によって、岩の緩み領域が発達した場所（取水口付近など）では、表層崩壊が生じやすくなっている。

白亜紀の堆積岩は、取水点から南東 12 km 地点に位置する Agua de Castilla 村付近に分布している。表層が褐色土砂化している場所（地質構造運動などの影響による）では、表流水による浸食が顕著で、土木地質的に不安定な場所となりやすい。

(2) 気 候

「ボ」国は赤道近く（南緯 10～23 度）で南米大陸のほぼ中央にある内陸国である。国土面積は日本の約 3 倍の 109km² である。緯度から見れば熱帯、亜熱帯に属する地域であるが、西部の 6,000m を越えるアンデス山脈から東側のアマゾン熱帯密林地帯まで、その立体的地形変化によって気候も複雑に変化する。乾期と雨期の相違が明瞭で、11 月から翌年 4 月までの雨期、5 月から 10 月の乾期となっている。

調査対象地区のポトシ市は標高 4,100m の高地にあって世界で最も標高の高い街として知られている。このため、年間平均気温 9℃、平均年間降雨は 400mm であり、観測記録によれば、乾季の 5 月から 9 月には最低気温が氷点下 5℃以下を記録することもある。

表 2.5 に 1961 年～1990 年におけるポトシ市の気温と降雨量を、表 2.6 に 2004 年から 2007 年の月別平均気温と降雨量を示した。

表 2.5 ポトシ市の気温と降水量(1961 年から 1990 年までの実績)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
月平均 気温(°C)	10.5	10.3	10.5	9.8	7.7	5.9	5.7	6.9	8.4	10.2	11.0	10.8	9.0
降雨量 (mm)	102.5	99.4	56.4	13.5	3.8	1.6	1.2	2.6	12.2	19.6	44.3	59.1	416.2

出典： ボリビア気象局
観測地： ポトシ空港観測所

表 2.6 月別最高、最低気温(°C) (2006 年観測値)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
平均最高気温 (°C)	15.8	16.0	17.6	17.7	15.4	14.9	15.2	16.5	17.2	18.4	21.0	18.6	—
平均最低気温 (°C)	2.7	2.8	2.5	0.8	-3.3	-4.6	-4.5	-3.2	-1.6	0.8	2.5	3.1	—
平均気温 (°C)	9.3	9.4	10.1	9.3	6.1	5.1	5.3	6.6	7.8	9.6	11.7	10.8	—
月間降雨量 (mm)	94.9	72.0	39.2	18.2	1.9	0.0	1.0	0.6	11.1	22.0	29.6	35.1	325.3

出典： ボリビア気象庁
観測地： ポトシ空港観測所

(3) 水系

「ボ」国はアンデス山脈を分水嶺として、「アマゾン流域」、「湖沼流域」および「ラ・プラタ流域」の 3 流域に分かれ、それぞれ国土の約 65%、21%および 14%を占めている。

ポトシ市および本プロジェクトの水源となるサンファン川はラ・プラタ流域に属している。



(出典) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Bolivia

図 2.7 ボリビアの流域分布