

サンパウロ州上下水道公社（SABESP）

ブラジル国
サンパウロ州無収水対策事業準備調査
ファイナル・レポート
メインレポート

平成22年2月
(2010年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

中央開発株式会社

環境
JR
09-134

通貨換算率

事業コスト積算時の通貨単位はレアル、2007年10月時点での為替レートは、以下のとおり。

1 US\$= 1.801 レアル (ブラジル中央銀行 2007年10月 TTB 平均レート)

1 US\$= 116.81 円 (東京三菱 UFJ 銀行 2007年10月 TTS 平均レート)

COFIEX 申請時の通貨単位はレアル、2008年10月時点での為替レート

1 US\$= 1.85 (COFIEX, CARTA CONSULTA)

1 US\$= 100 円

序 文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国政府の要請に基づき、同国のサンパウロ州無収水対策事業に係わる準備調査を実施することに決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 21 年 4 月から平成 21 年 10 月まで、中央開発株式会社の上田茂を総括とし、同社職員等で構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ブラジル連邦共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本事業の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

平成 22 年 2 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 高島 泉

伝 達 状

独立行政法人 国際協力機構
理事 高島 泉 殿

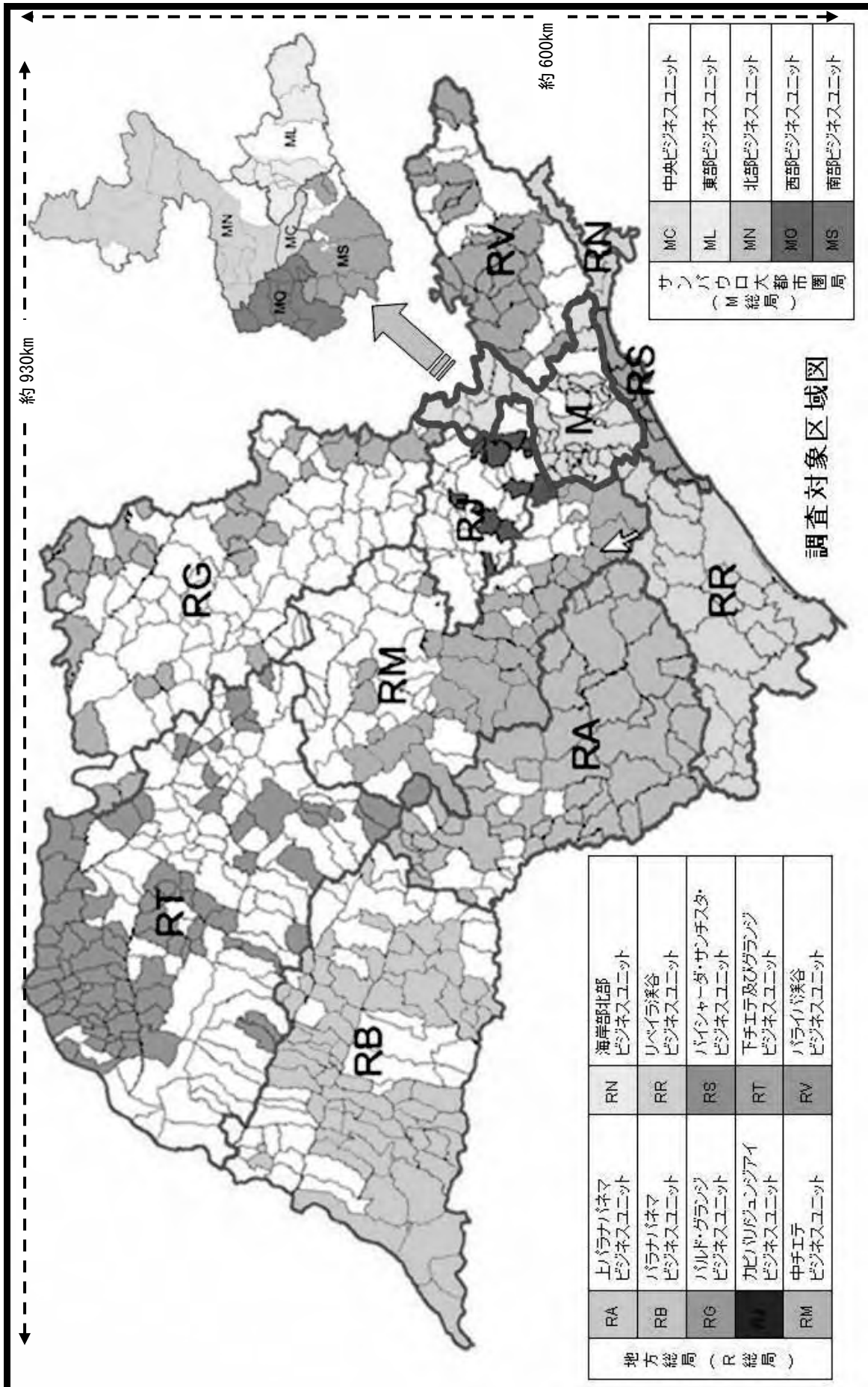
ここに、ブラジル連邦共和国のサンパウロ州無収水対策事業準備調査を終了いたしましたので、最終報告書を提出します。本調査は、貴機構との契約に基づき、弊社が平成 21 年 4 月から平成 21 年 10 月までブラジル連邦共和国で実施した調査結果です。今回の調査に際し、ブラジル国サンパウロ州の現状を十分に踏まえ、本事業の妥当性を検証するとともに、我が国の政府開発援助の方針に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

本準備調査は、サンパウロ州上下水道局が策定した「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」の第二段階計画をレビューし、必要に応じてその内容に改善を加え、同計画の最適化を図ること、また、第二段階計画の管路更新等事業の概略設計を行い、F/S を作成することを目的に実施されました。本準備調査で提案された計画は、サンパウロ州の上水道の無収水率低減とエネルギー効率改善に寄与するものと確信しております。

なお、調査期間中、貴機構、外務省及び関係機関の各位には多大なご協力とご支援を賜り、ここに厚くお礼申し上げます。また、ブラジル連邦共和国政府諸機関各位及び貴機構ブラジル事務所から貴重なご支援とご協力を賜りました。併せてお礼申し上げます。

平成 22 年 2 月

中央開発株式会社
サンパウロ州無収水対策事業準備調査
総括/上水道計画 上田 茂



事業コンポーネント関連写真

A-1-1 給水管の更新



A-1-2 配水管の更新（給水管を含む）



A-1-3 地下漏水探知による修理（給水管の更新）



A-2 地下漏水探知



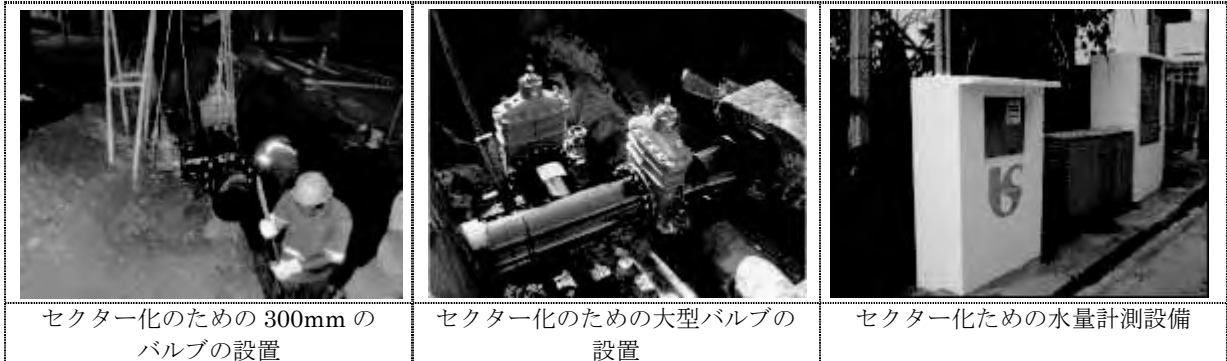
A-3-1 配水管の地上漏水修理



A-3-2 地下漏水探知及び修理（配水管）



A-4-1 セクター化



A-4-2 減圧弁の設置



A-4-3 DMC



A-4-4 ブースターポンプの設置



A-4-5 ファバーラ地域の囲い込み



A-5 無収水対策関連機材の調達



B-1-1 大型水道メーターの更新



B-2-2 小型水道メーターの更新



B-2-1 休止中の給水管調査



B-2-2(1) 違法接続(盗水)調査



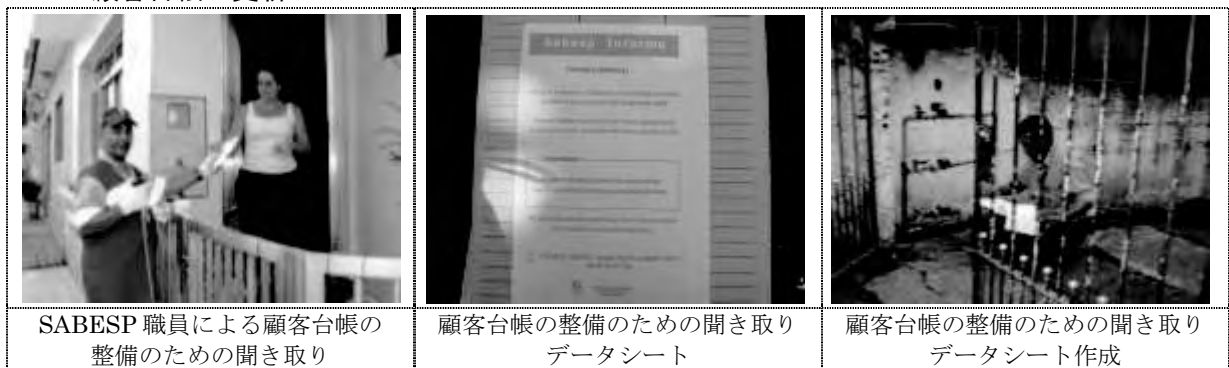
B-2-2) UMA の設置



B-2-3 ファバーラ地域の合法化



B-3 顧客台帳の更新



C-1 流量計の設置



C-2 流量計の精度検定



C-3 研修



ブラジル国
サンパウロ州無収水対策事業準備調査

ファイナル・レポート
メインレポート

目 次

序文
伝達状
調査対象区域
事業コンポーネント関連写真
目次
図表リスト
略語表
用語の定義

フェーズ 1： 「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」の妥当性検討

第 1 章 調査の概要-----	1-1
1-1 調査の目的-----	1-1
1-2 調査の経過-----	1-2
第 2 章 SABESP 無収水管理現状分析-----	1-3
2-1 無収水管理指標-----	1-3
2-2 2004 年～2008 年の無収水削減活動-----	1-5
2-3 無収水削減活動の課題-----	1-9
第 3 章 関連政策・上位計画のレビュー-----	1-12
3-1 連邦・州政府の水セクター政策-----	1-12
3-2 水セクターにおける諸プログラム-----	1-14
3-3 外国からの借款による水関連プロジェクト-----	1-15
第 4 章 SABESP の長期計画レビュー-----	1-17
4-1 SABESP の経営分析-----	1-17
4-2 SABESP の長期計画-----	1-23
4-3 SABESP の長期財務計画-----	1-25
第 5 章 「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」のレビュー-----	1-29
5-1 PROGRAMA 策定の経緯-----	1-29
5-2 目標と成果-----	1-29

5-3	事業コンポーネント	1-31
5-4	技術的評価	1-37
5-5	財務的評価	1-39
第6章	「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」の事業評価	1-49
6-1	事業コンポーネントの評価	1-49
6-2	5項目事業評価	1-53
第7章	円借款対象プログラムに係る提言	1-56
7-1	無収水管理システム（Sistema de Gestão de Perdas - SGP）の構築	1-56
7-2	EFICAZ 技術協力プロジェクトとの連携	1-57
7-3	持続的効果の向上	1-58
フェーズ2： フィージビリティ調査		
第8章	概略設計基準	2-1
8-1	Período JICA における概略設計基準	2-1
8-2	SABESP の設計基準	2-1
8-3	非プライオリティ・グループに対する設計概念	2-3
8-4	プライオリティ・グループに対する設計概念	2-5
8-5	設計図面の取り扱い	2-7
第9章	概略設計	2-8
9-1	ビジネスユニットの無収水の状況	2-8
9-2	各ビジネスユニットの特徴と課題	2-11
9-3	ビジネスユニットの無収水削減計画策定方針	2-19
9-4	ビジネスユニットの無収水削減計画（2011～2013年）	2-23
9-5	図面	2-40
第10章	エネルギー効率化プログラム	2-41
10-1	はじめに	2-41
10-2	対象施設の効率化案	2-41
10-3	効率化検討結果	2-43
10-4	考察と提言	2-46
第11章	事業費積算及び資金調達計画	2-47
11-1	事業費積算	2-47
11-2	資金調達計画	2-55
第12章	資機材調達及び施工計画の策定	2-57
12-1	資機材調達	2-57

12-2	施工計画 -----	2-59
第 13 章	事業実施スケジュール -----	2-64
第 14 章	事業実施体制 -----	2-66
14-1	組織・体制 -----	2-66
14-2	施工監理 -----	2-68
14-3	その他 -----	2-76
第 15 章	運転・維持管理体制 -----	2-77
15-1	管網施設の維持管理の概念の共有化 -----	2-77
15-2	SABESP の各ビジネスユニットの維持管理体制の現況 -----	2-77
15-3	管路施設の維持管理体制の提案 -----	2-79
第 16 章	初期環境調査 (IEE) -----	2-82
16-1	はじめに -----	2-82
16-2	スクリーニング結果 -----	2-83
16-3	環境チェックリスト -----	2-88
16-4	相手国政府による環境制度上の要件 -----	2-91
16-5	想定される環境社会影響、ミチゲーシヨンおよびモニタリング計画 -----	2-92
16-6	初期環境影響評価 (IEE) レベルでのスクリーニング結果 -----	2-94
第 17 章	事業評価 -----	2-96
17-1	財務評価 -----	2-96
17-2	経済的評価 -----	2-102
17-3	社会的評価 -----	2-102
17-4	技術的評価 -----	2-104
第 18 章	結論 -----	2-108

図表リスト

(1) 表リスト

表 2-1	SABESP 無収水の実績 (1999 年～2008 年) -----	1-3
表 2-2	SABESP 配水量分析表 2008 年 (単位: 百万 m ³) -----	1-4
表 2-3	サンパウロ大都市圏 無収水削減 2004～2008 年計画の活動結果 -----	1-6
表 2-4	無収水対策の計画と実績－M 総局 -----	1-8
表 3-1	ドナー先一覧表-----	1-15
表 4-1	経営指標の推移 (2003 年～2008 年) -----	1-18
表 4-2	SABESP の料金改定率-----	1-19
表 4-3	経済・財務パフォーマンス指標-----	1-21
表 4-4	資金調達の実績 (2004～2008 年) (百万 R\$) -----	1-22
表 4-5	SABESP 実行済み及び実行中のプログラム-----	1-23
表 4-6	SABESP 計画中のプログラム-----	1-23
表 4-7	SABESP の基本指標-----	1-24
表 4-8	年間の有収水量 (上水量+下水量) (百万 m ³) -----	1-25
表 4-9	IPDt-1 給水管 1 日当たりの無効水量 (ℓ/栓/日) -----	1-25
表 4-10	IPF-収益損失水量指標 (%) -----	1-25
表 4-11	市との契約更新計画-----	1-25
表 4-12	借入金償還予定表 (百万 R\$) -----	1-26
表 4-13	SABESP キャッシュ・フロー見通し 2008 年～2013 年-----	1-26
表 4-14	投資計画 (百万 R\$) -----	1-27
表 4-15	資金調達計画 (2009 年～2015 年) -----	1-28
表 5-1	純損失水量対策コンポーネント-----	1-31
表 5-2	見かけ上損失水量対策コンポーネント-----	1-32
表 5-3	無収水・漏水管理・運営コンポーネント -----	1-33
表 5-4	エネルギー効率化プログラムコンポーネント -----	1-34
表 5-5	PROGRAMA 数量と金額-----	1-35
表 5-6	プライオリティ・グループに適用される事業コンポーネント -----	1-37
表 5-7	全システムに適用する事業コンポーネント -----	1-38
表 5-8	無収水管理指標-----	1-39
表 5-9	PROGRAMA 事業コンポーネント別コスト (百万 R\$) -----	1-39
表 5-10	事業コンポーネント別費用の算出式-----	1-40
表 5-11	回復水量の算出式: 回復水量 (m ³ /年) -----	1-42
表 5-12	財務的便益の計算式 (1/2) -----	1-43
表 5-13	財務的便益の計算式 (2/2) -----	1-44
表 5-14	財務的内部収益率 (FIRR) -----	1-46
表 5-15	キャッシュフロー予算 (2008 年～2013 年) -----	1-47
表 6-1	M 総局の配水管経年データ -----	1-49

表 6-2	管種、口径別延長-----	1-49
表 6-3	管種、口径別延長-----	1-50
表 6-4	布設替え延長-----	1-50
表 6-5	SABESP における更新の方法-----	1-50
表 6-6	配水管布設替えの実績（2008 年）-----	1-51
表 6-7	更新及び更生工事の方法-----	1-51
表 6-8	水道メーターの仕様-----	1-52
表 6-9	メーター交換による回復水量-----	1-52
表 6-10	不感水量率-----	1-52
表 6-11	SABESP の標準技術基準の抜粋-----	1-53
表 8-1	工事関連 NTS の概要-----	2-2
表 8-2	純損失水量対策コンポーネント-----	2-4
表 8-3	見かけ上の損失水量対策コンポーネント-----	2-4
表 8-4	無収水・漏水管理・運営コンポーネント-----	2-5
表 8-5	プライオリティ・グループのシステム数-----	2-6
表 8-6	プライオリティ・グループの事業コンポーネント-----	2-6
表 8-7	図面集構成表-----	2-7
表 9-1	ビジネスユニット-----	2-8
表 9-2	ビジネスユニットの給水関連指標（2009 年）-----	2-10
表 9-3	ビジネスユニットの IPDt 推移（単位：ℓ/栓/日）-----	2-11
表 9-4	各ビジネスユニットにおける優先基準の考え方-----	2-20
表 10-1	対象施設と効率化案-----	2-41
表 10-2	効率化プログラム検討結果-----	2-45
表 11-1	Período JICA の事業費内訳（全体）-----	2-48
表 11-2	Período JICA の M 総局及び R 総局別の事業費内訳-----	2-50
表 11-3	事業コンポーネント別の数量算出根拠-----	2-53
表 11-4	単価の設定について-----	2-54
表 11-5	事業コスト-----	2-56
表 12-1	工法の種類-----	2-59
表 12-2	配水管通水試験の仕様の例-----	2-60
表 12-3	M 総局工事の施工監督員総定数-----	2-63
表 14-1	給水管（ポリエチレン管）の場合の水圧試験の値-----	2-73
表 16-1	プログラムの事業コンポーネント-----	2-82
表 17-1	Período JICA ビジネスユニット別事業費-----	2-98
表 17-2	Período JICA 事業コンポーネント別事業コスト-----	2-99
表 17-3	Período JICA（2011 年～2013 年）による回復水量（m ³ /年）-----	2-100
表 17-4	Período JICA の財務的指標-----	2-101
表 17-5	PROGRAMA（2009 年～2019 年）の財務的指標-----	2-101

(2) 図リスト

図 1-1	実施スケジュール変更図-----	1-2
図 2-1	無収水量の推移-----	1-5
図 2-2	無収水管理指標の推移-----	1-5
図 3-1	SABESP と州政府の組織体制-----	1-13
図 4-1	SABESP の料金改定-----	1-19
図 4-2	通貨別借入残高比率-----	1-22
図 5-1	SABESP の無収水削減目標-----	1-29
図 5-2	水需要増加と水資源開発計画-----	1-30
図 7-1	SABESP 情報管理システム (SGP) -----	1-57
図 7-2	ネットワーク内セクター、DMC 関係図-----	1-59
図 7-3	ネットワークモニタリングイメージ-----	1-60
図 7-4	削減率、削減量モニタリングによるアクションプラン再構築-----	1-60
図 7-5	解析前管網と水圧解析による表示-----	1-61
図 10-1	対象施設配置図-----	2-43
図 12-1	調達部組織図-----	2-57
図 13-1	事業実施スケジュール (2010 年 3 月にアブレイザルミッションが派遣される場合の案) --	2-65
図 14-1	プログラム実施体制-----	2-68
図 14-2	施工管理計画関係図-----	2-71
図 15-1	M 総局の一般的な組織例-----	2-77
図 15-2	R 総局の一般的な組織例-----	2-78
図 15-3	対策と機能すべき部門の位置-----	2-79
図 15-4	SABESP 維持管理向上循環構造図-----	2-80
図 17-1	損失水量と回復水量-----	2-96
図 17-2	無収水指標 (IPF) -----	2-97
図 17-3	無収水指標 (IPDt) -----	2-97
図 17-4	Período JICA 財務評価フロー-----	2-98
図 17-5	「無収水管理プロジェクト」の効果波及の全体関連図-----	2-103

略 語 表

略語・略字	ブラジル語	日本語
ABENDI	Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção	ブラジル非破壊的実験・探知協会
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento	米州開発銀行
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Social	国家経済開発銀行
CEF	Caixa Econômica Federal	連邦金融公庫
CEQ	Centro de Exames de Qualificação	漏水探査資格試験センター
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental	サンパウロ州環境公社
COFIX	Comissão de Financiamentos Externos	外資調達審査委員会
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente	連邦環境審議会
CPH	CPH	水道メーター容量の表示コード
CSI	CSI	販売・サービス・情報システム
DEFoFo	DEFoFo	鋳鉄管接続部 PVC 管
DMC	Distrio de Medicao e Controle	計測用給配水管理区画
ETA	Estação de Tratamento de Água	浄水場
F	Diretoria Econômico-Financeira e de Relações com Investidores	財務局（通称 F 総局）
FoFo	Ferro Fundido	鋳鉄管
Hidrometro	Hidrometro	水道メーター
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	ブラジル環境・再生可能天然資源院
IPDt	Indice de Perda	給水管当りの日無効水量 (ℓ/栓/日)
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnologica	サンパウロ州技術調査研究所
IWA	International Water Association	国際水協会
M	Diretoria Metropolitana	サンパウロ大都市圏局（通称 M 総局）
MA	Unidade de Negocio de Produção de Agua da Metropolitana	水生産ビジネスユニット
MC	Unidade de Negocio Centro	中央ビジネスユニット
ML	Unidade de Negocio Leste	東部ビジネスユニット
MN	Unidade de Negocio Norte	北部ビジネスユニット
MS	Unidade de Negocio Sul	南部ビジネスユニット
MO	Unidade de Negocio Oeste	西部ビジネスユニット
MOE	Departamento de Engenharia de Operação Oeste	西部ビジネスユニットオペレーション技術部

MOET	Divisão de Controle de Perdas Oeste	西部ビジネスユニット無収水管理課
mca	m coluna de água	圧力水頭
MP	Superintendencia de Planejamento e Desenvolvimento de Metropolitana	M 総局計画・開発部
MPI	Departamento de Planejamento Integrado	M 総局・統合計画課
NOVA-SCOA	NOVA-SCOA	新配水量管理システム
NTS	Norma Técnica da SABESP	SABESP 技術基準
PEAD	Polietileno de Alta Densidade	高密度ポリエチレン管
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento	国家衛生計画
P média	Pressão média	平均水圧
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo	サンパウロ都市圏
R	Diretoria de Sistemas Regionais	地方総局(通称 R 総局)
RS	Unidade de Negócio Baixada Santista	バイシャーダ・サンチスタ・ビジネスユニット
RV	Unidade de Negócio Vala do Paraiva	パライーバ峡谷ビジネスユニット
SCORPION	SCORPION	運営コントロール・問題解決・オンライン情報システム
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	サンパウロ州上下水道公社
SENAI	SENAI	国家工業研修サービス
SGH	SGH	水道メーター管理システム
SIGAO	SIGAO	運営対応管理システム
SIGNOS	SIGNOS	管路情報 GIS システム
SMA	Secretário de Estado do Meio Ambiente	サンパウロ州環境局
T	Diretoria Tecnologia e Planejamento	計画局 (通称 T 総局)
TO	Superintendencia de Desenvolvimento Operacional	T 総局オペレーション開発部
TOE	Departamento de Engenharia de Operação	T 総局オペレーション技術部
UGP	Unidade de Gerenciamento do Projeto	プロジェクト・マネジメント・ユニット
UMA	Unidade de Medição de Água	壁埋め込み型水道メーター
UN	Unidade Negócio	ビジネスユニット
Vaz.	Vazamento	漏水
VRP	Valbra Redutora de Pressão	減圧弁
ZA	Zona Alta	高水圧ゾーン
ZB	Zona Baixa	低水圧ゾーン
ZM	Zona Media	中間水圧ゾーン

用語の定義

用語 (葡語)	日本語	定義 (Descrição)
Balanco Hídrico	配水量分析	IWA (国際水道協会) により提案されたモデルに基づいた表であり、計測と予測を通して得られた基準とともに配水量の年間使用量、年間損失量を示すを試みるほか、これらデータの入手の技術的可能性に従って水の損失量の様々な構成要素を示す。
Consumo autorizado	認定消費量	使用されている給水管から消費される水道水量
Consumo autorizado não-cobrado	料金が徴収されない認定消費量	事業体自身の使用、オペレーション、および、特別使用に関連する消費水量
DMC Distrio de Medicao e Controle	給・配水管理区画	給水システムの管理運営に直接効果を及ぼす計測をベースとした管理ブロック。
Economia	世帯数	上下水サービスの消費ユニット。住居、工業事業所、商業事業所、公共事業所に適用する。多くの階がある建物やコンドミニウムの場合、唯一の給水管が1以上の消費ユニット (Economia) に配水する
IWA Força-Tarefa para Redução de Perdas	国際水道協会 無収水量削減のための タスクフォース	(英語では water task force)、「水の管理におけるより良い実践」に繋がる研究の普及や開発のために IWA で形成されたワークグループであり、無収水削減活動を目的とする
Infra-estrutura de distribuição	配水インフラ	配水管網および水道水の接続を構成する貯水槽、配管、バルブ、接続、ポンプなど消費者への処理水の配分に必要な全ての装置を含む
Ligação ativa	使用されている給水管	一定期間、SABESP の収入に貢献する稼動している水の給水管
Ligação de agua	給水管装置	配水管網と消費者の宅地内給水装置を接続する給水システム装置で、給水管、継手、水量メーターを含む
Ligação inativa	休止中の給水管	SABESP の営業システムにおいて不使用と見られる接続であり、ある期間、SABESP の収入に貢献していない給水管
Macromedição	マクロ計測	水量が計測 (流量計=マクロ流量計により)、あるいは、予測・計算された計測点を統合するシステム。このシステムは処理水の水路システムを循環する水量、ETA により浄水され、生産された水量、また、業務地区や契約者に販売、移行、供給された水量をコントロールする。
Micromedição	マイクロ計測 (水道メーターによる検針水量)	SABESP の消費者 (住宅、商業事業所、工業事業所、公共事業所) に給水される水量を計測システム (水道メーター)
Modelo para simulação dos efeitos das ações para redução e controle de perdas	損失水量削減監視シミュレーション・モデル	損失水量の削減とコントロールの優先順位づけのための手段として使われるコンピューターモデル

Numero de economias	消費者ユニット数 (世帯数)	SABESP から給水される住宅や事業所数
Numero de Ligações	給水管数	SABESP により設置された給水管数
Perdas Aparentes	見かけ上の損失水量	以前は非物理的損失量と呼ばれていた。消費されたが、システムの不正確さ（水道メーターの器差、不感量、不正な接続や無認定の消費）のために消費者からは料金が徴収されなかった損失量を示す。我が国では「漏水以外の無効水量」と称する。
Perdas reais	漏水量	以前は物理的損失量と呼ばれていた。配水インフラの漏水や貯水槽における大量漏水から生じる給水システムの水の損失を示す。
Perdas Totais	総無収水量	業務地区に供給された配水量と認定合計水量の差で示される
Ramal	給水管	給水管網と水道メーターまでの水道管接続部分
Reabilitação de redes	配水管網のリハビリ	配水管網に使用水量を回復することを目的とする一連の対策。給水管網の耐用年数を延ばす。また、配水管網の状態や使用の更新を含む物理的処置（IWA）
Renovação da infra-estrutura	インフラの更新	配水管の更生とライニング
Setor de abastecimento	配水セクター	配水制水境界および、恒久境界と接する配水管網エリア。
Setorização	セクター化	一定の配水管網の一部とバルブの設置を通して、閉鎖することを目的としたエリアを分区すること。これにより配水セクターが形成される。
Sistema de adutor	導水システム	処理場で生産された水を配水池に送水するシステム。導水管と特定部品（バルブ、接続部とポンプ）のセットで構成される。
Submedição	水量メーターの不感水量	水量メーター読取り精度の最低水量以下の水量通過から生じる水量メーターに記録されない水量（主に受水槽の使用やクライアントの消費形態に合わない水量メーターの計測範囲内において生じる）
Substituição de rede	配水管の更新	配水量を回復する、あるいは増加する目的、または、配管の構造上の問題（ひび割れ、侵食など）を修復するため、既存の配水管を新しいものに取り替える。
Tempo Medio de reparo	平均修繕時間	同じシステムにおいて SIGAO における漏水補修業務の受領と業務終了後の引き渡しの間の平均時間
Testo de calibração	キャリブレーションテスト	適切であると考えられる精度標準内に計測システムを維持する目的での水量計に行われる実験
Usos emergenciais	緊急使用	緊急給水のためのタンク車による使用水量、及び消火訓練や消火における水の消費量
Usos especiais	特別使用	社会目的使用、運営上の使用、緊急使用、公共使用（道路の洗浄、排水システムの使用など）を含む認定された料金が徴収されない水の消費量。

Usos Operacionais	事業所内使用水量	貯水槽の洗浄、配水管網の消毒、下水管網の洗浄など給水システムのオペレーションにおける使用水量
Usos Sociais	社会的目的使用水量	劣悪な住環境地域における使用（スラム街、不法侵入エリア、集合住宅型スラム）
Valvra redutora de pressão	減圧バルブ	一定区間の管網において圧力を調整することを目的に、配水管網の決められたエリアの流入口に取り付けられる装置
Vazamento inerente	探知不可の漏水	現在知られているテクノロジーでは検知が可能ではない地下漏水量
Vazamento não-visível	地下漏水	地上には現われないが、漏水探知装置を使って突き止めることができる漏水

第 1 章 調査の概要

1-1 調査の目的

(1) 背景

サンパウロ州は、ブラジル国人口の 20 % を占める同国最大の州であるが、水資源量は国全体の 1.6 % と限られており、水資源の効率的な利用と保全是喫緊の課題である。同州上下水道公社（以下、SABESP と称する）は、366 市 2,600 万人（州人口の約 60 %）に飲料水を供給し、職員数 17,300 人（うち上水道事業担当は約 10,000 人）・収入 32 億 US ドルを誇る世界有数の上下水道事業体である。（以上の数値は 2008 年実績）

しかしながら、配水量のなかで収入を得られない水量の比率を示す無収水率は 40 % 近くあり、経営上の大きな課題とされてきた。このため SABESP は、2004 年から本格的に無収水削減プログラムを作成し、給水システム運営の効率化、特に配水網における漏水の最小化に取り組んできたが 2007 年 12 月時点での無収水率は依然として 42.0 % であり改善の余地があった。

このような状況のもと、SABESP の要請にもとづき、JICA 技術協力プロジェクト「無収水管理プロジェクト」（EFICAZ プロジェクトと称する）が実施中である。（2007 年 7 月～2010 年 7 月）

SABESP は、EFICAZ プロジェクトから得られた知見とそれまでの無収水削減活動結果を基盤に、2008 年 9 月に 2009 年から 2019 年の 11 年間にわたる「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」（O PROGRAMA Corporativo : 以下 PROGRAMA と略称）を策定した。

この PROGRAMA は、無収水率を改善すること等を通じ、限られた水資源を有効に活用することで、水源確保など自然環境への負荷を緩和するとともに、将来の水需要に対応するための設備投資の軽減や、SABESP の収益性改善、都市部における水供給の安定化に資することが可能である。これは、我が国及び JICA の対ブラジル国援助方針に合致している。加えて、PROGRAMA の内容は、EFICAZ プロジェクトと密接に関連しており、相乗効果も期待できる。

PROGRAMA は、2009 年から 2019 年までの 11 年計画である。その中で 2011 年から 2013 年までの 3 年間は JICA の円借款対象プログラム（これ以降、Período JICA と略称する）である。

円借款のアプライザルに先立ち、JICA は以下の調査を行うため、「サンパウロ州無収水対策事業準備調査」団（以下 JICA F/S 調査団と略称）を派遣した。

(2) 調査の目的

本調査の目的は、以下の 3 項である。

- 1) SABESP が策定した PROGRAMA をレビューし、その内容が目的達成に効果的であるかを確認する。
- 2) Período JICA の管路更新等事業の概略設計を行い、F/S 調査レポートを作成する。
- 3) 上述した作業を通じて SABESP への技術移転を行う。

1-2 調査の経過

当初計画においては、PROGRAMA を四段階に分け、その内の第一段階計画（2009 年～2010 年の 2 年間）については、ブラジル国連邦経済社会開発銀行（Banco Nacional de Desenvolvimento Economico Social – BNDES）の融資を、第二段階計画（2011 年～2013 年の 3 年間）については円借款融資を要請した。

しかしながら、ブラジル国の景気悪化の影響で、第一段階計画の融資先として期待されていたブラジル国連邦経済社会開発銀行からの国内資金調達が難航していることから、第一段階計画を「移行期間」と名付けて準備作業を行い、実質的な工事の開始を 2011 年からとし、2011 年からの新第一段階計画に対し円借款事業を要請するとの変更提案が行われた。なお、2009 年から 2010 年に予定されていた無収水削減活動は、規模を縮小して SABESP の自己資金で実施することとなった。

窓口機関である SABESP の計画局（TO 局）では、JICA 対象プログラムの期間（2011 年～2013 年）及び融資金額は変更しないとしている。ただし優先コンポーネントから実施するという観点から 2009 年～2010 年の活動スコープの一部を Período JICA に組み入れることとなった。また要請金額を変更しないということから当初 Período JICA に予定していた事業コンポーネントの一部がそれ以降に延期されるといった調整が必要となった。この事業内容調整は、各ビジネスユニットが行った。

2009 年 5 月 25 日、各ビジネスユニットで修正した計画をまとめた PROGRAMA が提出された。フェーズ 1 ではこの修正された PROGRAMA のレビューを行った。

また 2009 年 5 月に、当初円借款の範囲内で実施することが予定されていたカンタレイラ・システムの 2 小規模水力発電所及びバルエリ下水処理場のバイオガス発電は、SABESP の自己資金にて繰上げ実施することになり当初要請コンポーネントから除外する要請がなされた。また既存ポンプ施設の省エネ化については、調査・設計を SABESP の自己資金により行い、事業実施については当初要請どおり JICA 事業コンポーネントとする。

以上の変更については、5 月 13 日から 5 月 28 日まで派遣された JICA モニタリング・ミッションと SABESP との間で合意された。

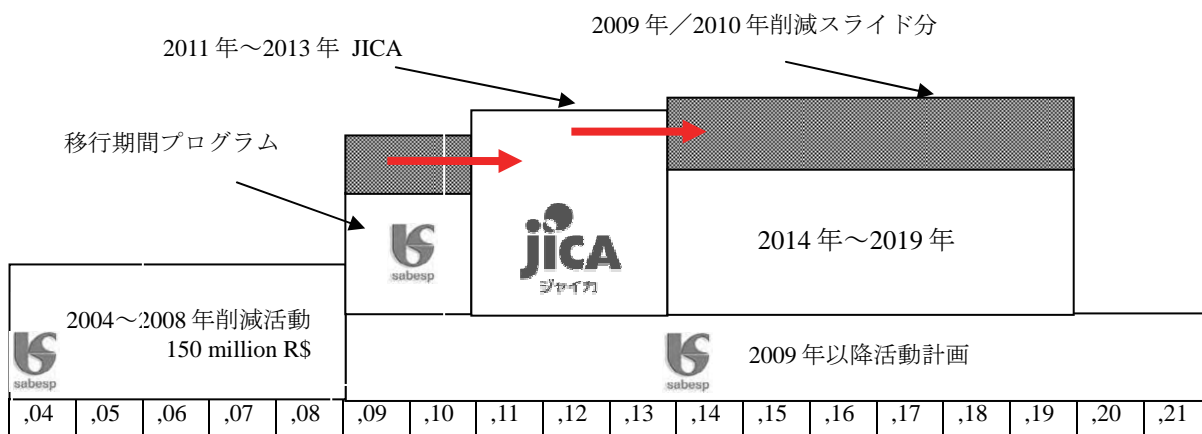


図 1-1 実施スケジュール変更図

第2章 SABESP無収水管理現状分析

2-1 無収水管理指標

表 2-1 に 1999 年から 2008 年までの生産水量、検針水量 (M)、請求水量 (F)、事業所内・消防・社会的目的使用水量、給水管数の実績および無収水管理指標をまとめた。無収水に関する管理指標を国際水道協会 (IWA) の定義にもとづき次のように定義している。

無効水量(M) :	生産水量(Vp)－検針水量(Vm)－事業所内・消防・社会的目的使用水量(U)
無効水量(F) :	生産水量(Vp)－請求水量(Vf)－事業所内・消防・社会的目的使用水量(U)
無収水量(M) :	生産水量(Vp)－検針水量(Vm)
無効水率(IPF) :	無効水量(F)÷生産水量(Vp)
無収水率(M) :	無収水量(M)÷生産水量(Vp)
給水管あたり無効水量(IPDt) :	無効水量(M)÷給水管数(N) : (ℓ/栓/日)

表 2-1 SABESP 無収水の実績 (1999～2008 年)

	Vp	Vm	Vf	U	N	(Vp-Vm)/ Vp	(Vp-Vf-U)/ Vp	(Vp-Vf-U)/ (N x 365)
						IPM	IPF	IPDt
	生産水量	検針水量	請求水量	事業所内・消防・社会的目的使用水量	給水管数	無収水率	無効水率	給水管当り無効水量
単位	百万m3	百万m3	百万m3	百万m3	千栓	%	%	ℓ/栓/日
1999	2,664.9	1,628.5	1,782.1	66.1	4,715	38.9%	30.6%	475
2000	2,679.1	1,562.7	1,729.7	109.1	4,977	41.7%	31.4%	463
2001	2,650.1	1,532.2	1,697.6	119.9	5,085	42.2%	31.4%	449
2002	2,778.3	1,609.3	1,770.0	127.4	5,228	42.1%	31.7%	462
2003	2,819.6	1,592.5	1,764.8	125.2	5,364	43.5%	33.0%	475
2004	2,770.5	1,499.8	1,692.4	135.8	5,667	45.9%	34.0%	456
2005	2,830.0	1,571.8	1,755.1	157.2	5,798	44.5%	32.4%	434
2006	2,886.8	1,625.1	1,806.4	160.0	5,908	43.7%	31.9%	427
2007	2,873.7	1,666.6	1,846.5	178.7	6,028	42.0%	29.5%	386
2008	2,852.6	1,693.2	1,877.7	183.4	6,168	40.6%	27.7%	352

出所：SBESP 資料をもとに JICA F/S 調査団作成

表 2-1 から次の傾向が読み取れる。

- 生産水量(Vp)は、1999 年 26.6 億 m³ からほぼ安定的に増加し、2008 年には 28.5 億 m³ に達している (1999－2008 年平均 0.85%増加)。
- 検針水量(Vm)は、生産水量の動きとほぼ連動し、1999 年の 16.3 億 m³ から 2008 年には 16.9 億 m³ になっている (1999－2008 年平均 0.49%増加)。
- 請求水量(Vf)は、検針水量よりも 9%ほど多く、1999 年 17.8 億 m³ から 2008 年には 18.8 億 m³ になっている (1999－2008 年平均 0.66%増加)。
- 給水管数は、1999 年 472 万栓から 2008 年には 617 万栓になっている (1999－2008 年平均 3.42%増加)。
- 事業所内・消防・社会的目的使用水量(U)は、各ビジネスユニットにおける推定数字の合計である。1999 年 0.7 億 m³ から 2008 年には 1.8 億 m³ になっている (1999－2008 年平均 6.4%)

増加)。

- 無効水量(M)は、1999年 9.7 億 m³から 2004年には 11.3 億 m³まで増加したあと減少に転じ 2008年には 9.8 億 m³となっている。
- 無収水量(M)は、1999年 10.4 億 m³から 2004年には 12.7 億 m³まで増加したあと減少に転じ 2008年には 11.6 億 m³となっている。
- 無効水率(IPM)は、1999年 36.4%から 2004年には 41%まで増加したあと減少に転じ 2008年には 34.2%となっている。
- 無収水率(M)は、1999年 38.9%から 2004年には 45.9%まで増加したあと減少に転じ 2008年には 40.6%となっている。
- 無収水率(F)は、1999年 30.6%から 2004年には 34%まで増加したあと減少に転じ 2008年には 27.7%となっている。
- 給水管あたり無効水量(IPDt)は、1999年 564 ㍉/栓/日から増加し、2003年 627 ㍉/栓/日を記録したあと、減少に転じ 2008年には 515 ㍉/栓/日となっている。

表 2-1 をもとに、SABESP の 2008 年の配水量分析表(表 2-2)を作成した。

表 2-2 SABESP 配水量分析表 2008 年 (単位: 百万 m³)

配水量 Vp 2,853 100%	認定給水量 (有効水量) Vm+U 1,877 66%	メーター検針水量 Vm 1,693 59%	有収水量 Vm 1,693 59%
		社会的使用水量 U 183 6%	無収水量 Vp-Vm 1,159 41%
	無効水量 Vp-Vm-U 976 34%	見かけ上の損失水量 344 12%	
		純損失水量 633 22%	

出所: SABESP 資料を基に JICA F/S 調査団作成

図 2-1 に、生産水量(Vp)、検針水量(Vm)、請求水量(Vf)の実績をグラフで示した。

生産水量(Vp)と検針水量(Vm)の差である無効水量(M)および生産水量(Vp)と請求水量(Vf)の差である無効水量(F)の推移が見える。

図 2-2 には、無効水率 (IPF)および給水管あたり無効水量(IPDt)の推移をグラフ化した。

2004 年から始まった無収水削減活動の結果、無収水管理指標が下がっているものと思われる。

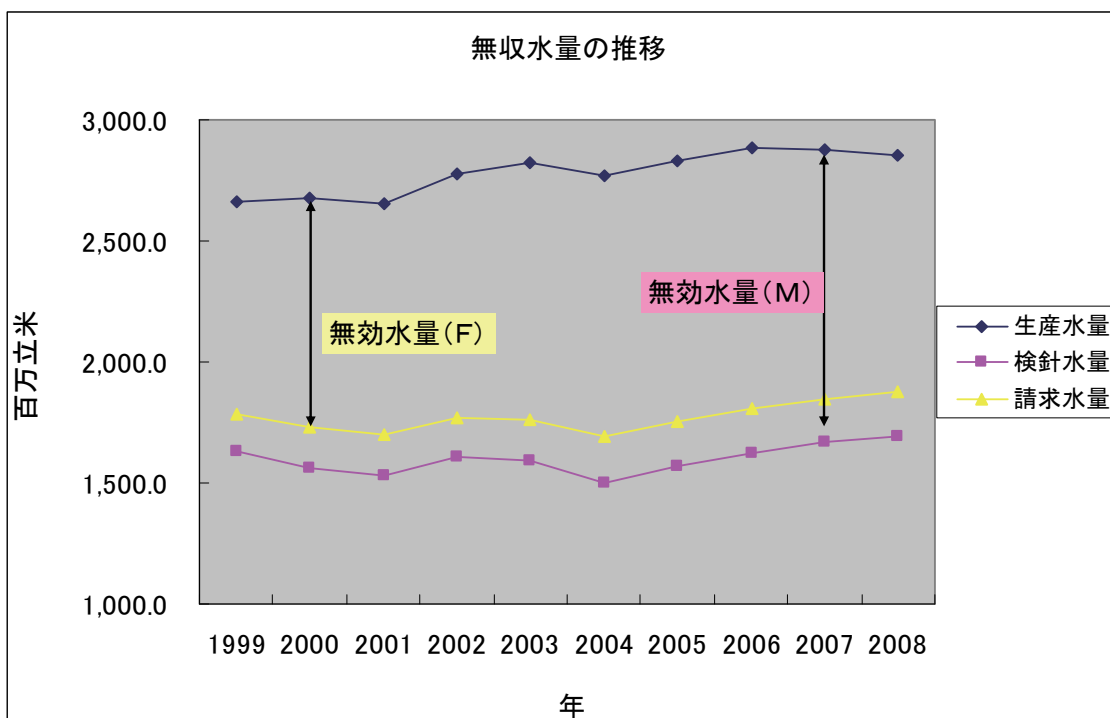


図 2-1 無収水量の推移

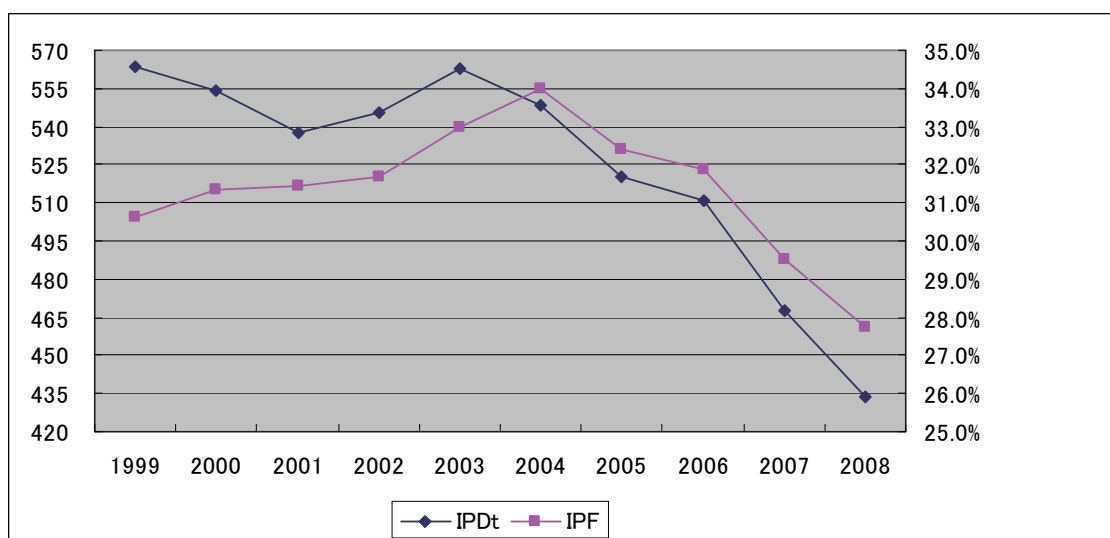


図 2-2 無収水管理指標の推移

2-2 2004～2008 年の無収水削減活動

SABESPのM総局、R総局が2004年から2008年まで、無収水削減を目的として、漏水及び漏水以外の無効水対策からなる無収水削減活動計画を策定、実施した。

ここでは、M総局が2008年末にまとめた、つぎの2つの資料をもとに2004年から2008年までの無収水削減活動をレビューした。

- 1) Program de Desenvolvimento Operacional: Reabilitação de Redes de Agua na Metropolitana/2008,

2) Plano de Ações para Redução de Perdas/2008-2012

(1) 計画された活動の実施状況

「2004－2008年無収水削減計画」は、「漏水」「漏水以外の無効水」「無収水管理」の3課題について対策をリストアップしている。考えられるあらゆる対策を同時に行う計画で、「トロール作戦」と呼ばれる。表2-3に示すとおり、活動項目は95項目に及んでいるが、「実施済または実施中」が61項目、「未開始」が30項目、中止が4項目となっている。

表 2-3 サンパウロ大都市圏地域 (RMSP) 無収水削減 2004～2008 年計画の活動結果

課題	分野	Nº	活動	
漏水 漏水 漏水以外の無	インフラ・ストラクチャ管理	1	資材と機材の仕様書の評価と見直し	
		2	資材と機材の点検システムの改善	
		3	資材と機材の運搬・保管仕様書の評価と見直し	
		4	配水管網と配水池の計画基準の評価と見直し	
		5	線状工事、土木・電気機械設置の監督の仕様書の評価と見直し	
		6	配水管網における新資材と新機材の開発と適用	
		7	配水管網および機材の技術的登録の改善	
		8	配水管網の再計画および土中管網の交換	
		9	配水管網の生産およびコーティング	
		10	配水管網における制水弁の予防的・修正的メンテナンス	
		11	配水管網における空気弁の設置およびメンテナンス (予防・修正)	
		12	新たな分譲地における配水管網承認の方針および基準の見直し	
		13	新たな配水管網および配水池の耐水性実験実施	
		14	資材の調達及び品質調査の立会	
		15	新しい接続における給水装置の調達及び品質調査の立会	
		16	配水管網 (配管及び配管機材) の欠陥登録システムの開発及び整備	
		17	新たな計測ユニットの設定	
	18	配水管網における自動 VRP (減圧バルブ) の設置		
	19	VRP (減圧バルブ) の操作追跡調査、評価、管理及び維持		
	20	ブースターの操作、追跡調査、評価、管理およびメンテナンス		
	21	VRP (減圧バルブ) の影響エリアにおける操作最適化		
	22	導水管路内からの直接配水の禁止及び再セクター化		
	23	水圧コントロールのための計画基準の評価と見直し		
	24	配水管網および導水管における地下漏水量調査		
	25	地下漏水量調査の最適化		
	26	VRP (減圧バルブ) やブースターの影響エリア外地区の流量計の設計と設置		
	27	夜間最小流量の計測の実施		
	28	漏水量決定のためのパラメーター調査 (漏水、水道メーター計測不可能な漏水、水圧など)。		
	29	セクター別配水池の大規模漏水量コントロール		
	30	SABESP の社員および契約社員 (CETRE/ABENDI) の技術力向上		
	31	SABESP の社員および契約社員 (ABENDI) の技術力向上と認定		
	32	配水管網および導水管の修繕		
	33	土中配管の修繕		
	34	宅地内給水管の修繕		
	35	配水管網および導水管における地下漏水量の修繕		
	36	ポンプおよび配水管網周辺装置における漏水量修繕		
	37	配水池および水路における漏水量修繕		
	38	全体のリソースにおいて実施された修繕の質の追跡調査		
	39	一般顧客の水道メーターの交換		
	40	特別顧客の水道メーターの交換		
	41	一般顧客の水道メーターの最適予防交換		
	42	特別顧客の水道メーターの最適予防交換		

効水		43	水道メーターの傾斜問題の解決		
		44	1.2 m ³ /h の水道メーターの開発および適用		
	マクロ計測の管理		45	大都市圏水路システムにおける無収水コントロール計画の作成	
			46	統合システムにおけるマクロ流量計の購入、設置および操作	
			47	独立システムにおけるマクロ流量計の購入、設置および操作	
			48	給水セクターの高水圧ゾーンにおけるマクロ流量計の購入、設置および操作	
			49	不確定性の削減のための計測地点の適性化	
			50	ETAs、SAM(大都市圏水路システム)の配水地点、他の計測地点における標準実験 (IPT [サンパウロ州技術調査研究所] 方式) の実施	
			51	関連するビジネスユニット別のセクター境界地点でのマクロ水道メーターの設置や起動	
	違反や不正接続対策		52	セクター・市・ビジネスユニットの閉鎖方法の見直し	
			53	違反や不正接続問題についての市民の意識向上活動の実施	
			54	接続における水消費量の動きの分析 (SAHIDRO)	
	営業登録や消費量調査プロセスの改善		55	違反や不正接続の確認のための探知実施と規定適合	
			56	固定水道料での接続の中止	
			57	接続登録保証プロセスのシステム化	
			58	使用されていない接続栓の探知と台帳整備	
		CSI - 販売・サービス・情報システム	59	傾斜した水道メーターに関する分野の CSI (販売・サービス・情報システム) への導入	
			60	SIGAO (運営対応管理システム) との互換性	
SIGAO - 運営対応管理システム			61	CSI (販売・サービス・情報システム) との互換性	
			62	「無収水管理」の SIGAO の創設	
			63	漏水量の正確な位置および顧客への情報のための SIGAO ベースの適性化 (195)	
			64	地上漏水量、地下漏水量の SIGAO での確認	
			65	無収水管理を目的とした SIGAO 管理報告書の設定	
損失管理システム			66	SIGPERDAS における構築と改善	
SGH-水道メーター管理システム			67	SGH (水道メーター管理システム) の構築	
SIM / SCOA			68	SIM/SCOA の近代化	
GIS- 配水網および漏水量修繕のインフラ管理			69	GIS における無収水削減の構築	
経済的・財政的対策			70	プログラムの平均経費データバンクの設定	
			71	プログラムの活動の費用対効果分析のシステム化	
	72		損失量の経済指数の決定のための調査実施		
補完活動	管理	73	配水セクターおよび独立系配水システムの境界設定の立会・確認		
		74	無収水管理を含んだ遠隔計測による配水管理システムの構築		
		75	GIS プロジェクトを取り入れた配水管理および無収水管理のための水理モデルの構築		
		76	無収水削減活動の成果のシミュレーションモデルの改善および整備		
		77	配水網および漏水量修繕のインフラ・ストラクチャ管理 (GIS)		
		78	給水セクターにおける無収水削減のための統合管理 - リスク契約 (ITAPEVI モデル)		
		79	活動結果管理におけるクオリティ・ツールの導入		
	指標		80	給水セクターおよび大都市圏ビジネスユニットの無収水量の状況分析の実施	
			81	給水セクターおよびビジネスユニットの配水量分析マトリクスの作成	
			82	社会目的使用、緊急使用、運営上の使用水量の適正化のための基準およびパラメーターの標準化	
			83	IWA (国際水協会)、PMSS (衛生セクター近代化プログラム) および PNQ (全国クオリティ賞) を適用した無収水指数の評価・見直し	
			84	計測不可能な見かけ上の漏水決定のための調査実施	

	ファベール と不法侵入 エリア	85	ファベールおよび不法侵入エリアにおける接続の規定化及び提案	
		86	ファベールおよび不法侵入エリアにおける水圧削減の設定及び提案	
補 完 活 動	専門家の技 術力向上と 認定	87	運営業務実施のための手順の確立（資材の点検、業務の監督、漏水量修繕）	
		88	専門性向上のためのマニュアル作成および研修実施	
		89	人材の技術力向上	
		90	人材の技術力向上・認定システムの開発及び適用	
	広報と関連 事項	91	M 総局（大都市圏部）および R 総局（地方部）の全営業範囲における無収水削減プログラム広報の資料作成	
		92	無収水削減プログラム成果の広報と追跡調査のための「M オンライン」における無収水についてのホームページの改善	
		93	M 総局および R 総局における無収水削減プログラムの意識向上のためのイベントの促進	
		94	無収水削減プログラムの一般概念についての人材（SABESP の社員および契約社員）に向けた研修プログラムの作成	
		95	無収水削減プロセスにおいて成功の経験がある会社（あるいは SABESP のエリア）のベンチマーキング	

活動のステータス（2007年11月）

	実施済または実施中
	未開始
	中止

出所：M 総局 Plano de Ações para Redução de Perdas/2008-2012

(2) 活動の計画と実績

実施された主な活動の計画と実績は表2-4のとおり、計画未達の活動が多い。
無収水管理指標の1つであるIPDtは、計画未達ながら、確実に低下している。

表 2-4 無収水対策の計画と実績－M 総局

		2004	2005	2006	2007	2008
漏水対策	配水管の更新：長さ (km)					
	計画	3	86.5	101.5	101.5	98.0
	実績	0	74.1	54.7	41.0	40.0
	計画達成度(%)	0%	86%	54%	40%	41%
	給水管の更新：給水管 (個数)					
	計画	52,890	14,472	123,112	123,112	143,113
	実績	0	71,899	99,670	121,002	155,142
	計画達成度(%)	0%	497%	81%	98%	108%
	漏水探知：探知距離 (km)					
	計画	15,040	21,300	21,800	20,400	22,694
	実績	16,121	16,950	24,919	30,449	42,378
	計画達成度(%)	107%	80%	114%	149%	187%
	減圧弁の設置：減圧弁 (個数)					
計画	87	101	77	62	72	
実績	76	17	69	104	47	
計画達成度(%)	87%	17%	90%	168%	65%	
漏水以外の無効水対策	休止中の給水管調査 (個数)					
	計画	195,840	100,722	184,379	150,745	243,885

	実績	172,819	194,512	284,861	898,495	500,218
	計画達成度 (%)	88%	193%	154%	596%	205%
	違法調査 (個数)					
	計画	27,320	26,467	35,000	36,949	106,004
	実績	32,759	34,498	48,735	118,466	159,605
	計画達成度 (%)	120%	130%	139%	321%	151%
	小型水道メーターの更新(個数)					
	計画	204,190	128,245	356,234	456,662	454,377
	実績	120,686	315,281	388,402	424,073	530,021
	計画達成度 (%)	59%	246%	109%	93%	117%
	大型水道メーターの更新(個数)					
	計画	-	1,373	2,703	8,071	5,418
	実績	1,786	1,628	6,307	5,930	6,399
	計画達成度 (%)	-	119%	233%	73%	118%
IPDt	給水管当り無効水量(IPDt)					
	計画	560	530	490	460	448
	実績	603	546	543	493	452

出所：2004-2007年は、Program de Desenvolvimento Operacional: Reabilitação de Redes de Agua na Metropolitana/2008。2008年は Plano de Ações para Redução de Perdas/2008-2012。

2-3 無収水削減活動の課題

M 総局「2004-2008 年無収水削減計画」の結果分析の結論として、次のような課題があげられている。

(1) 十分な資金の投入

無収水削減活動に投資された資金は、無効水量の自然増加を防いだとすることができる。しかし、無効水量の実質的な削減を得るためには十分ではなかった。

(2) 継続的取組

無収水削減の戦いで成功した地区（システム）で気づかされることは、活動を継続的に行うことの重要性と成果が出るまでには時間がかかるということである。無効水が減少しつつある地区の無効水量の診断ならびに管理の構造改善を継続する。

(3) 効果的無収水削減計画とモニタリング

最大成果の獲得と原価を最小化するよう、活動の範囲や重要さを考え、基準に基づいた計画を立てる。無効水量削減を目的としての予算を確保する。プログラムに充当された予算の進捗や原価と利益の評価等を明確にする。PDCA サイクル（事業実施サイクル）の中で、計画は、毎年見直される必要がある。

(4) 新しい技術導入

新しい技術を取り入れ、活動や管理を改善する。PDCA の企画段階に技術的進展を組み込むとすれば、より良い成果が出る（たとえば、溶接された接続部分を持つポリエチレン製の管網の使

用)。

(5) 無効水量の原因分析

漏水と漏水以外の無効水量の元の原因を突き止め、取り除く。たとえば、M 総局の多くのシステムの給水インフラ（管網と配管）は、非常に悪い状態で、管の更新が緊急に必要である。

(6) 指標と数字の定量化基準の標準化

M 総局、R 総局、各ビジネスユニットにおける無収水に関する指標、諸原単位を標準化することが必要である。

(7) キャパシティの強化

資材の質、職員の能力向上、方法の適切化が課題である。民間と SABESP 職員の活動に対しての技術力強化研修が重要である。M 総局の管網と配管における修繕メンテナンスに関する数字は印象的なものであり、配水管・給水管更新工事プログラム実施にあたり、この点を十分考慮すべきである。

(8) DMC の設置

的確な配水状況分析があって初めて、無収水削減に向けた活動に適用される資金のよりよい方向づけを行うことができる。「DMC」（または、水圧・流量計測（Distrito Pitometricos）地区）と名づけられた、より小さいエリアへの配水管網の細分化は緊急の課題である。

配水管網における損失管理のより良い形は、データバンクや地理参照位置確認（Signos など）の管理手段の使用に補助された、より小さいゾーン（水圧ゾーン分区、または、計測・コントロール地区）への給水セクターの細分化を通じて得られる。地区の大きさは、最小 500 の接続（給水管接続）から最大 3000 の接続まで様々である。3000 の接続は、漏水量発生のための流量変化を認識するための限界である。特にインフラの質が低い場合、この地区が小さければ小さいほど、漏水予防管理の可能性は大きい（より適切な漏水予防が可能となる）。

DMC 導入の前提ならびに適切な管理のための重要点を以下に挙げる。

- コントロール・エリアの漏水量停止の保証。
- 配水管網（管網、配管と宅地内給水管）における漏水量の位置確認、漏水量指数の計算と各エリアの経緯の記録。
- 資材の継続的な改善のための要素を得るやり方での資材における全ての欠陥の系統的な記録（欠陥記録）。
- 水道メーターとマクロ計測計の測定状態の系統的な評価。
- コントロール・エリアの流量や水圧の定期的計測、または、継続的計測を通じた監督業務と傾向の分析。
- 最適化および、活動計画と成果（モデル化）のパフォーマンス（たとえば SCORPION）と質（たとえば SGH: 流量測定管理システム）の分析手段の開発と日常的適用。

(9) 無収水情報管理システムの構築

SIGAO（メトロポリタン地区のシステム管理に用いられるデータバンク）などのツールに集積された無収水対策活動の実績データが、無収水管理に不可欠である。現状としては、情報管理が不十分であり、情報管理改善に向けての課題は次のとおりである。

- 給水システムにかかる給・配水設備の資材及び布設経年などをデータベースに登録する。
- 2002年～2006年に発生した漏水事故、水質汚染、減圧等のデータの調査・登録。
- 登録データの分析、問題発生数の整理。
- 問題発生が多く集中しているエリアを「標的エリア」として選定する。
- 各ビジネスユニットの技術部で、標的エリア周辺地域の調査・評価を行う、
- 標的エリアの配水管などの問題を各ビジネスユニットの地図に表示する、
- M総局が、地図に表示されたデータを用いて、システムの問題点を把握し、その問題点を解決するプログラムを作成し、実施する。
- プロジェクトが進行するに伴い、新たな診断情報を定期的に更新し、標的エリア選定する。

第3章 関連政策・上位計画のレビュー

3-1 連邦・州政府の水セクター政策

本章では、SABESP の設立経緯、サンパウロ州政府内における位置付け、州環境局 (Secretaria Estadual do Meio Ambiente) 及び衛生エネルギー局 (Secretaria Estadual de Saneamento e Energia) との関係进行を述べる。さらに、SABESP は、州衛生エネルギー局所管の特殊独立行政法人として近年設立された (2007年12月7日) サンパウロ州衛生エネルギー管理機構 (Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo-ARSESP) の監督下にあるので、その関係も示す。最後に、SABESP 及びサンパウロ州政府と連邦政府との関係、具体的には、都市省 (Ministério da Cidade) と国家上下水道計画 (Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB) との関係进行を述べる。

3-1-1 SABESP設立の法律と法令

<1973年6月29日付法律119号>

サンパウロ上下水道公社 (SABESP) を名称とする株式会社の設立を許可し、関連する事項を定める。

第1条。市の自主性 (2006年3月2日付法律12.292号により付与) を尊重した上で、サンパウロ州全土における公共上下水道サービスの計画、実施、運営を目的とした、サンパウロ上下水道公社 (SABESP) を名称とする株式会社の設立を、行政へ許可する。

5項。サンパウロ州において、適切かつ効率的な運営によるサービス提供を優先的に保証されているSABESPは、直接あるいは、子会社、系列会社または第三者を通じて、ブラジル国内及び国外において、コンセッション方式による公共上下水道サービスの開発を含め、SABESPの会社目的として定められている全ての活動を実施することができる (2007年12月7日付補足法1.025号)。

8項。SABESPならびにその子会社が、活動の拡大、技術の集合、上下水道サービスを対象とする投資の増加等を目的として、ブラジル企業、外資系企業、州・市の上下水道公社等と共同事業体を編成することを許可し、必ずしもSABESPが当該共同事業体のリーダーカンパニーでなくとも良いものとする (2007年12月7日付補足法1.025号)。

3-1-2 SABESP 及びサンパウロ州政府と連邦政府との関係

連邦政府は、都市審議会 (Conselho das Cidades-ConCidades) と共同で国家上下水道計画を立案し、統括は、法律 11.445/2007 号ならびに、2007年3月1日付 ConCidades 推奨決議 33号に従って都市省 (Ministério das Cidades) の国家連邦衛生絵局 (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do) が担当する。

国家上下水道計画は、承認された際、上下水道に関する連邦政策の中核となり、法律

11.445/2007 号が定める方策の実施を目的とした連邦州間の連携を促進することになる。また PLANSAB は、州が、上下水道政策の実行における指導能力を復活させるにも重要な手段であり、結果として、政府の、社会的権利としての上下水道サービス全国民アクセスを目指した、今後 20 年における部門での目的や戦略を決定することになる。

3-1-3 サンパウロ州政府内における SABESP の位置付け

サンパウロ州政府は、質の高い組織体制を備え、州知事の直接統括の下に、州行政の諸部門に関連した政策を策定する。26 局、17 財団、25 独立法人、18 公社、の組織がある。26 局は、保健、教育、輸送、保安、財務、社会開発、環境等を担当する。

SABESP は、18 公社のうちの一つであり、サンパウロ州政府衛生エネルギー局及び環境局と直接関係する。

- 1) 州衛生エネルギー局の役割範囲は、2003 年 3 月 28 日付法律 11,364 号と 2007 年 2 月 1 日付法令 51,536 号によって定められており、サンパウロ州全土の上下水道政策の計画と実施を含む。
- 2) 州環境局はサンパウロ州の環境を管理する体制を整備した。各環境問題について、州環境局はそれぞれの現実に整合させた対策を持っている。
- 3) SABESP はサンパウロ州 645 市のうち、366 市に対してコンセッション契約により上下水道サービスの提供を行っている。サンパウロ州における上下水道セクターの管轄機関は衛生・エネルギー局である。

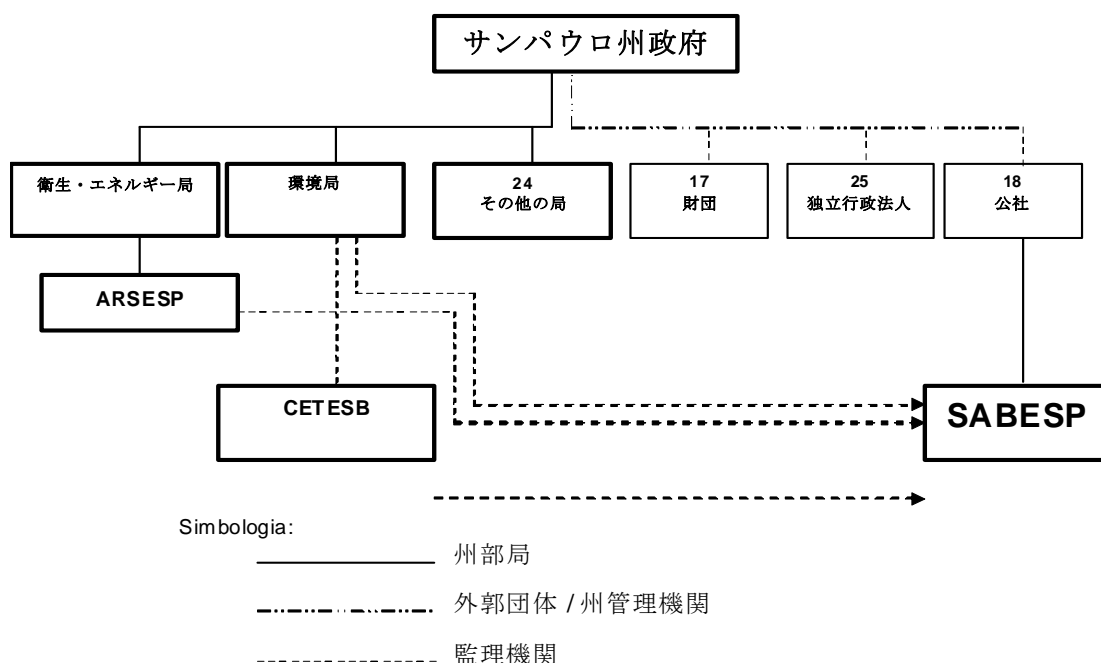


図 3-1 SABESP と州政府の組織体制

3-1-4 サンパウロ州衛生エネルギー管理局（ARSESP）の創設

2008年7月1日付法令53.192号

サンパウロ州の公共上下水道サービス提供について定めている、2006年1月13日付法令50.470号ならびに、2007年7月30日付法令52.020号を改定する。

- 1項。 州の管轄となっている公共上下水道サービスは、2007年12月7日付州補足法1.025号の定めにより、料金を含め、ARSESPの監督、管理、規制に従う。
- 2項。 州の管轄となっている公共上下水道サービスの計画は、連邦法規及び州法規の方針に従うものとし、該当する都市区域の評議員会で議決されなければならない。
- 第2条。 市の管轄でサンパウロ州へ委託された上下水道サービスの、料金を含メーター規制及び監督は、ARSESP所轄となり、いかなる場合においてもそれをSABESPへ委譲することを禁ずる。

3-2 水セクターにおける諸プログラム

サンパウロ州における給配水は、異なる二つのグループに分かれている。水道事業を SABESP が管理する市（59 %）と、市直営または民間会社経営による市（41 %）である。どちらのグループも無収水に関する意識は向上してきているが、無収水を削減する対策の実施は、基本的には事業者の資金と能力に依存する。SABESP は、その強力な組織体制により、融資を受けるための条件が、SABESP 管理外の市と比べて整っている。

連邦政府は、都市省と衛生部門近代化プログラム（Programa de Modernização do Setor de Saneamento-PMSS）を通じてそれらの市を支援してきているが、資金が不十分であり、この状態を国家発展促進計画（Programa de Aceleração do Crescimento –PAC）によって改善するとしている。

3-2-1 発展促進計画（Programa de Aceleração do Crescimento–PAC）の上下水道事業

都市省国家環境衛生局によると、発展促進計画（PAC）は、2001年～2007年の部門への平均投資額ならびに、実施中工事の予定額を根拠として、2011年までの計画となっている。PAC 実施により、ブラジル国内大半の市の上下水部門がかなり改善される。、それら資金は 3.9 R\$ billion から 4.8 R\$ billion の範囲である。40 R\$ billion に達する PAC の上下水道プロジェクトは、国家環境衛生局、国家保健財団（Fundação Nacional de Saúde）、内国統合省（Ministério da Integração Nacional）ならびに、見積り全額のうち 21.8 R\$ billion を拠出した国家予算（Orçamento da União）等からの資金である。現在、PAC で予定された工事の 76%が進行中で、80 %に相当する 852 市におよぶ 1,620 件のプロジェクトが 2010 年度末に完了する予定である。

都市省は、上下水道サービス診断第 13 版-2007 年、を発表し、そこでは当年における都市人口水道普及率が 94%となっている。本書によると、その合計の内 50 %には下水道があり、その

32 %が処理場へ送られている。衛生部門は、規制の枠組みが構築されることで便益を受け、技術分野で論議されている国家衛生計画（Plano Nacional de Saneamento）は年内に承認されるであろう。

3-3 外国からの借款による水関連プロジェクト

全般的なプロジェクトに対して、ブラジルが国際援助を受けている主なドナーは以下のとおりである。

表 3-1 ドナー先一覧表

IBRD	世銀	International Bank for Reconstruction and Development
GEF	地球環境ファシリティ	Global Environment Facility
IDB	米州開発銀行	Interamerican Development Bank
MIF	多国間投資基金	The Multilateral Investment Fund
IIC	米州投資公社	Interamerican Investment Corporation
JBIC	国際協力銀行	Japan Bank for International Cooperation
EIB	欧州投資銀行	The European Investment Bank
CAF	アンデス開発公社	Corporación Andina de Fomento
IFAD	国際農業開発基金	International Fund for Agricultural Development
FONPLATA	ラ・プラタ流域開発融資基金	Fondo para el Desarrollo de la Cuenca del Plata
KfW	ドイツ金融復興公庫	Kreditanstalt Fr Wiederaufbau

(1) 連邦レベルのプロジェクト

2008 年には、多国間及び二国間融資機関との共同実施による 78 件のプロジェクトが実施された。

機関	プロジェクト件数
IBRD	21
IDB	17
JBIC	1
MIF	4
GEF	14
PPG-7	7
EC	4
その他	10
合計	78

外国機関からの投資額合計は、US\$ 7.3 Billion であり、ブラジル側投入額 US\$2.4 Billion を合わせると、総額 US\$ 9.7 Billion になる。

(2) 州・市レベルのプロジェクト

借款と無償供与を合わせて、国際機関参加のプロジェクト 124 件が実施された。

機関	プロジェクト件数
世銀	35
IDB	49
KfW	5

IFAD	2
FONPLATA	7
JBIC	5
GEF	1
その他	13
合計	124

外国機関からの投資額合計は US\$ 7.9 Billion であり、ブラジル側投資額 US\$ 7.0 Billion を合わせると、総額 US\$ 14.9 Billion になる。

現在ブラジルには、実施中プロジェクト以外に、交渉中または、開始前で契約締結待ち段階等の案件が 243 件ある。

第4章 SABESPの長期計画レビュー

4-1 SABESPの経営分析

世界有数の上下水道事業規模を誇る SABESP の 2008 年度の収入 (Net Operating Income) は、6,352 R\$ Million (3,176 億円) に上る (下水道事業収入も含む)。

SABESP の財務内容は、健全であると評価した。評価の根拠として、その経営の特徴を、(1) 資本形態、(2) 安定的経営の実績、(3) 料金改定システム、(4) コスト削減努力、(5) 資金調達の実績、(6) プロジェクト実績、についてまとめた。

(1) 資本形態

SABESP の経営の特徴の第一は、公共と民営の混合の資本形態を有する株式会社であることである。株式の過半を占める 50.28 % をサンパウロ州政府が保有し、25.52 % を NY 証券取引所に、24.23 % をブラジル証券取引所に公開している。ブラジル会社法ならびにサンパウロ州の法律では、サンパウロ州政府が、少なくとも 51 % 以上の株式を常に保持していなくてはならないが、2004 年サンパウロ州政府は、保有株式を処分し 50.2 % になった。NY 証券取引所やブラジル証券取引所での上場を維持するためには、最高度のコーポレートガバナンスが求められる。

<コラム>

SABESP は、国際金融市場から資金調達しているブラジル唯一の水道事業社である。1995 年に、ビジネスマンであった Arioaldo Carmignani 氏が社長に就任して以降、世界クラスの会社に変革した。彼が社長である時期の投資額は、年間 10 億ドルにのぼり、管理システムを近代化し、赤字体質から黒字の出る会社に変えた。ブラジルにおける公共サービス会社運営の難しさにもかかわらず、SABESP の株式は、ニューヨーク証券取引所で取引され、世界中の主要機関投資家によって保有されている。

(出所：Inter-American Development Bank, Private Sector Performance Contracting in the Water Sector, The Case of SABESP, Nov.2004)

(2) 安定的経営の実績

2003 年から 2008 年までの経営の推移を、業務実績と経営指標を対比するかたちで表 4-1 にまとめた。給水人口が、2003 年の 2,132 万人から 2008 年の 2,316 万人に増加するのにあわせて営業収入は順調に推移し、2008 年には 64 億 R\$ に達している。純利益率については、変動があるものの 10 % 以上を維持している。営業利益 (EBITDA 金利償却前利益) は、コンスタントに増加し、2008 年には 28 億 R\$ になっている。借入金額は、適度な水準であり、長期借入金が 8 割近くを占めている。

表 4-1 経営指標の推移 (2003年～2008年)

	単位	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2003-2008 平均成長率
顧客								
給水人口	千人	21,324	22,335	22,570	22,700	22,959	23,159	1.7%
下水サービス人口	千人	17,030	18,014	18,326	18,519	18,881	19,198	2.4%
業務								
給水管数	千栓	6,044	6,358	6,489	6,609	6,767	6,945	2.8%
下水道接続数	千栓	4,462	4,747	4,878	5,002	5,167	5,336	3.6%
無収水率	%	33.0	34.0	32.4	31.9	29.5	27.7	-3.4%
水製造量	百万m3	2,820	2,770	2,830	2,887	2,874	2,853	0.2%
卸売水量	百万m3	346	251	259	263	274	285	-3.8%
小売水量	百万m3	1,419	1,441	1,500	1,544	1,573	1,596	2.4%
下水道徴収水量	百万m3	1,110	1,141	1,198	1,246	1,300	1,330	3.7%
職員数	人	18,546	17,735	17,448	16,978	16,850	16,649	-2.1%
職員生産性	cnn/人	566	626	651	684	708	738	5.5%
財務								
営業収入	百万R\$	4,110	4,397	4,953	5,527	5,971	6,352	9.1%
営業利益 (EBITDA)	百万R\$	2,077	1,927	2,286	2,446	2,699	2,840	6.5%
純損益	百万R\$	833	513	866	779	1,049	1,008	3.9%
総資産	百万R\$	16,590	16,784	17,431	18,000	18,663	20,523	4.3%
総借入金	百万R\$	7,264	7,051	6,664	6,327	5,685	6,865	-1.1%
短期借入金	百万R\$	997	1,497	759	853	742	1,449	7.8%
長期借入金	百万R\$	6,267	5,554	5,905	5,474	4,943	5,416	-2.9%
外貨建借入金	百万R\$	3,013	2,691	576	1,472	1,242	2,281	-5.4%
株主資本	百万R\$	7,577	7,952	6,483	9,019	9,784	10,492	6.7%
投資	百万R\$	594	601	678	905	921	1,708	23.5%
財務指標								
営業利益率	%	50.5%	43.8%	46.1%	44.3%	45.2%	44.7%	
純損益率	%	20.3%	11.7%	17.5%	14.1%	17.6%	15.9%	
長期借入金比率	%	86.3%	78.8%	88.6%	86.5%	86.9%	78.9%	
借入金比率	%	43.8%	42.0%	38.2%	35.1%	30.5%	33.5%	
借入金/資本比率	%	96%	89%	103%	70%	58%	65%	

出所： SABESP 2008 年財務報告書をもとに JICA F/S 調査団作成

EBITDA： Earning Before Interest, Tax, Depreciation, Amotization

<コラム>

企業格付 Risk Rating： ブラジルの格付会社 Fitch Ratings Brasil の外貨建て借入れについては BB、国際的格付会社 Standard & Poor's は、BB-と評価している。

Table: Risk Rating

Rating	Standard & Poor's	Fitch Ratings
Global scale	BB-	BB
Foreign Currency issue	BB-	BB
National Scale	brA+	A+(bra)
National Issue	brA+	A+(bra)
Perspective	Positive	Positive

(3) 料金改定システム

SABESP の安定的な経営は、永年の経営努力とその管理システムによってもたらされている。料金改定システムは、1990 年代はじめの高インフレの学習効果であろうが、安定的な経営を行うための基本的管理システム（制度）である。

2007 年まで料金は毎年、SABESP の計算式により改定されてきた。2008 年は ARSESP が SABESP の使ってきた計算式のもとに改定率を決めた。

料金政策は Decree 41,446/96 に基づき行われる。料金改定にあたって考慮する要素は、サービス費用、不確定費用引当金、割賦弁済金、気候・環境条件、消費量、消費者の経済的状況などである。水道事業の社会的側面と経済的可能性とを協調させるために料金改定を毎年行う。

表 4-2 SABESP の料金改定率

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
料金改定(%)	13.10	8.20	18.90	6.80	9.00	6.71	4.12	5.10
インフレ率*	7.70	12.50	9.30	7.60	5.69	3.14	4.46	5.90
GDP 成長率	1.31	2.70	1.10	5.70	2.90	3.70	5.40	5.10

出所：料金改定率は SABESP、インフレ率、GDP 成長率は IMF、OECD。

*インフレ率：IPCA 拡大消費者物価指数（対前年末比）

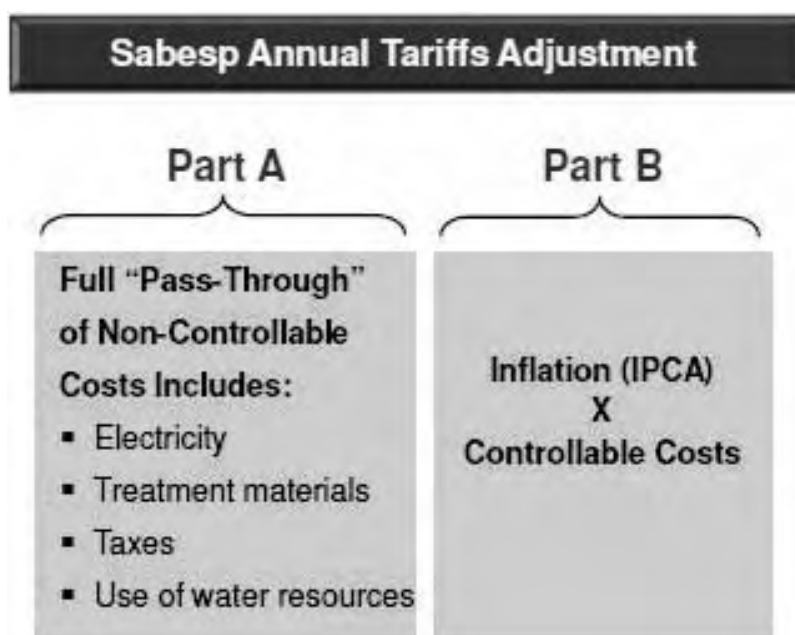


図 4-1 SABESP の料金改定

出所：SABESP 2008 年度財務報告書 P.11、2008 Results, March 2009

(4) コスト削減努力

1997 年から 2008 年まで 12 年間の収入・費用の推移データ（表 4-3）から次の点を読み取れる。

- ① 費用で 1 番大きな比率を占める人件費は 1997 年の 25 %から、2008 年の 18 %に低下している。

- ② 人件費比率の低下の主因は、生産性の向上と外部委託の増加と思われる。委託費は 1997 年の 8 % から 2008 年には 10 % に増加している。
- ③ 2 番目の費用項目の電力費は、1997 年の 4 % から、2004 年に 9 % まで上昇したあと 2008 年には 7 % になっている。
- ④ 租税公課が 1997 年の 3 % から 2008 年には 8 % に急増している。
- ⑤ 減価償却費は 20 % から 10 % の間で変動している。
- ⑥ 金利は 2002 年と 2003 年にそれぞれ 22 %、21 % と高くなっているが 10 % 台である。2008 年の 4 % は、資金調達面での金利削減努力の結果であろう。
- ⑦ 営業利益（総収入－総コスト）は、1997 年から 2000 年までは 20 % 台であったが、2002 年に 11 % まで落ち込んだあと 2006 年には 22 % と回復し、2008 年は 28 % と最高を示している。

表 4-3 経済・財務パフォーマンス指標

		R\$ million															
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008				
A	営業収入	2,976.7	3,184.0	3,334.3	3,458.0	3,543.5	3,962.4	4,307.5	4,642.5	5,356.3	5,984.0	6,448.2	6,838.8				
B	費用	1,281.5	1,347.4	1,298.2	1,371.1	1,589.1	1,898.8	2,076.3	2,375.6	2,734.9	3,014.8	3,334.2	3,553.9				
B-1	人件費	736.2	770.6	716.1	623.1	726.1	805.7	916.0	956.1	1,029.7	1,147.3	1,173.9	1,245.4				
B-2	材料費	76.0	81.9	84.8	103.4	126.1	154.5	174.6	185.5	214.8	232.2	244.2	279.7				
B-3	委託費	224.5	231.4	203.4	281.6	325.5	361.7	329.6	422.2	474.0	486.3	539.0	688.0				
B-4	電力費	109.0	119.8	131.5	181.3	197.7	266.1	322.9	398.6	423.5	448.9	474.5	459.6				
B-5	雑費	48.5	46.8	49.1	58.9	84.2	92.3	130.0	142.0	160.6	210.2	381.7	345.0				
B-6	租税	87.3	96.9	113.2	122.7	129.5	218.5	203.2	271.1	432.3	490.1	520.9	535.7				
C	減価償却費	590.5	544.8	597.0	647.4	631.1	682.0	602.1	840.5	851.3	960.3	622.5	954.1				
D	金利	344.8	402.2	608.8	564.6	673.7	857.7	901.6	643.3	711.1	598.8	673.9	268.8				
E=B+C+D	サービスコスト	2,216.8	2,294.4	2,504.0	2,583.1	2,893.9	3,438.5	3,580.0	3,859.4	4,297.3	4,573.9	4,630.6	4,776.8				
F=A-B-C	金前利益	1,104.7	1,291.8	1,439.1	1,439.5	1,323.3	1,381.6	1,629.1	1,426.4	1,770.1	2,008.9	2,491.5	2,330.8				
G	工事管理費	107.5	129.9	111.6	94.1	94.4	97.9	89.4	88.3	92.9	111.8	103.9	137.2				
H=E+G	総費用	2,324.3	2,424.3	2,615.6	2,677.2	2,988.3	3,536.4	3,669.4	3,947.7	4,390.2	4,685.7	4,734.5	4,914.0				
I=A-H	営業利益	652.4	759.7	718.7	780.8	555.2	426.0	638.1	694.8	966.1	1,298.3	1,713.7	1,924.8				
対営業収入比率の推移		%															
A	営業収入	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%				
B	費用	43%	42%	39%	40%	45%	48%	48%	51%	51%	50%	52%	52%				
B-1	人件費	25%	24%	21%	18%	20%	20%	21%	21%	19%	19%	18%	18%				
B-2	材料費	3%	3%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%				
B-3	委託費	8%	7%	6%	8%	9%	9%	8%	9%	9%	8%	8%	10%				
B-4	電力費	4%	4%	4%	5%	6%	7%	7%	9%	8%	8%	7%	7%				
B-5	雑費	2%	1%	1%	2%	2%	2%	3%	3%	3%	4%	6%	5%				
B-6	租税	3%	3%	3%	4%	4%	6%	5%	6%	8%	8%	8%	8%				
C	減価償却費	20%	17%	18%	19%	18%	17%	14%	18%	16%	16%	10%	14%				
D	金利	12%	13%	18%	16%	19%	22%	21%	14%	13%	10%	10%	4%				
E=B+C+D	サービスコスト	74%	72%	75%	75%	82%	87%	83%	83%	80%	76%	72%	70%				
F=A-B-C	金前利益	37%	41%	43%	42%	37%	35%	38%	31%	33%	34%	39%	34%				
G	工事管理費	4%	4%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%				
H=E+G	総費用	78%	76%	78%	77%	84%	89%	85%	85%	82%	78%	73%	72%				
I=A-H	営業利益	22%	24%	22%	23%	16%	11%	15%	15%	18%	22%	27%	28%				

出所：SABESP Relatório de Gestao Empresarial, P.10 をもとに JICA F/S 調査団作成

(5) 資金調達の実績

資金調達は、業務収入と外部資金調達により安定的に推移している。表 4-4 に外部資金調達の内訳の推移を示す。

借入金/営業利益を見ると 2004 年の 3.6 倍から 2008 年には 2.2 倍に低下している。借入金/株主資本を見ると、0.5~0.9 の範囲である。

表 4-4 資金調達の実績 (2004~2008 年) (百万 R\$)

	2004	2005	2006	2007	2008
借入金残高	6,945	6,384	5,999	5,220	6,242
営業利益	1,927	2,286	2,446	2,699	2,840
新規借入金	911	1,153	706	222	1,050
償還額	1,018	1,290	1,022	735	630
株主資本	7,952	8,483	9,018	9,784	10,492
借入金残高 / 営業利益	3.6	2.8	2.5	1.9	2.2
借入金残高 / 株主資本	0.9	0.8	0.7	0.5	0.6

出所： SABESP "2008 Results"

外貨建て借入は 2002 年には 47 %であったが、2007 年には 23 %になっている。

Debt by Currency

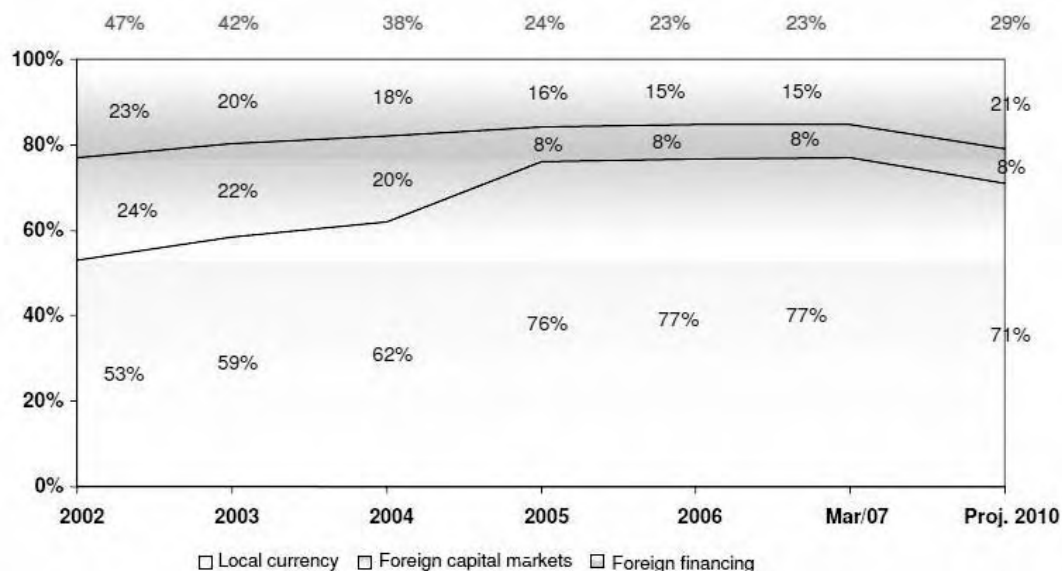


図 4-2 通貨別借入残高比率

出所： "Goals and Investment Program 2007-2010"(2007 年 6 月) P 13

(6) SABESP プログラム実績

実行済み及び実行中のプログラム

表 4-5 SABESP 実行済み及び実行中のプログラム

プログラム	資金源	プログラム金額 (US\$ Million)	プログラム 期間
TIETE 川浄化計画 (下水道整備) 第1フェーズ	IDB	400	1992-1996
TIETE 川浄化計画 第2フェーズ (追加融資)	IDB	50	1997-2003
サンパウロ都市圏の上下水道整備	IDB	163	2001-2007
TIETE 川浄化計画 (下水道整備) 第2フェーズ	IDB	200	2000-2008
上水道と下水道	BIRD	280	7年
Guarapiranga-下水	BIRD	42	5年
Barueri 及び ABC 地区-下水	Soc. Generale	24	6年
Barueri 及び ABC 地区-下水	Soc. Generale	25	7年
サンパウロ州沿岸部海峡改善事業 (Baixada Santista 下水道整備)	JBIC	190	7年
Metropolitan Water	PPP(Public Private Participation)	1,350	2006-2014
Clean Wave (Onda Limpa)	JBIC/BNDES	600	2008-2011
North Shore Wave (Onda Limpa Litoral Norte)	BNDES	130	2008-2015

(注) 1US\$ = R\$ 2.00

出所: SABESP 2008年財務報告

実施計画中のプログラム

表 4-6 SABESP 計画中のプログラム

プログラム	資金源	プログラム金額 (US\$Million)	プログラム 期間
無収水削減及びエネルギー効率化 (I)	JICA/SABESP	565	2011-2013
TIETE 川浄化計画 第3フェーズ	IDB/BNDES/ SABESP	800	2010-2015
Billings 湖環境改善事業-下水道整備	JICA/SABESP	123	2010-
Coastal Water (Aguas do Litoral)	BIRD	550	2009-2013
Clean (Corrego Limpo)	SABESP/ Gov. Estado SP	220	10年
Vida Nova (Mananciais Billings e Guarapiranga)	BIRD/ Gov. Federal/Gov. Estado SP.	575	未定

(注) 1US\$ = R\$ 2.00

出所: SABESP 2008年財務報告

4-2 SABESP の長期計画

SABESP は、5年から10年にわたる長期計画を発表している。また、ニューヨーク証券取引所に上場していることから、多数の株主への英文財務説明資料があり、その中にも長期財務計画が含まれている。JICA F/S 調査団は、以下の資料をもとに SABESP の長期計画をレビューした。

- 1) Plano de Metas Empresariais 2008/2012、2008年4月
- 2) Plano Estrategico SABESP Caderno de Metas Empresariais 2009/2018、2009年3月
- 3) Goals and Investment Program 2007-2010、2007年6月

- 4) 2008 年代 4 四半期財務報告書
- 5) 2008 年度財務報告書
- 6) SABESP Cash Flow 2008-2013

4-2-1 基本方針

SABESP は、2009 年 3 月に 10 年間の長期計画“Plano Estrategico SABESP Caderno de Metas Empresariais 2009/2018”を策定している。この長期計画の要点を以下にまとめた。

サンパウロ州において SABESP は、州の人口 4200 万人の 59 %にあたる 2,630 万人に給水している。この現状を踏まえ、質の高いサービスを提供する為に、以下の基本方針を定めている。

(“Plano Estrategico SABESP Caderno de Metas Empresariais 2009/2018”)

- 競争力を強化し持続的環境保全の維持。
- 効率的でバランスの良い公共事業とビジネスを行う。
- 競争原理に基づく、利用者のための倫理的活動
- 社会及び環境保全への責任
- 衛生セクターの安全

表 4-7 SABESP の基本指標

サンパウロ州	
面積	248,809 km ²
人口	4,200 万人
水資源	1.65 %
SABESP から給水を受ける市の数 (サンパウロ州の 59%)	366 市
SABESP の給水人口	2,620 万人
SABESP の都市部上水道普及率	100 %
配水管総延長	62,300 km
有収水量	18.47 億 m ³

出所：Carta Consulta – COFIX, Vol.1 Out. 2008

4-2-2 SABESP の戦略方針

SABESP は上記基本方針に基づき以下の戦略方針を設定した。

- 会社の拡大
- 質の良い公共事業
- 飲料水の安定供給
- サステナビリティ（社会、経済、環境）
- 対外関係の向上

4-2-3 長期目標と指標

戦略方針にもとづき、優先課題について 10 年間の各年度目標値を設定している。

(“Plano Estrategico SABESP Caderno de Metas Empresariais 2009/2018”)

- 顧客サービス：水道利用者が満足するサービスの提供及び新しいビジネスの拡大

- SABESP 内戦略：オペレーション業務の効率化及びビジネス効率の向上
- 改善と拡大：徹底した運営管理者及びサービス提供者の育成と連携を行い、競争力の高い革新的な会社を目指す。

(1) 有収水量の増大

表 4-8 年間の有収水量（上水量+下水量）（百万 m³）

2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
3,210	3,282	3,392	3,497	3,582	3,659					

(2) 無効水量の減少

表 4-9 IPDt-1 給水管 1 日当たりの無効水量（ℓ/水栓/日）

2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
432	397	369	347	325	300	281	264	251	237	221

(3) 無効水率の減少

表 4-10 IPF-収益損失水量指標（%）

2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
27.7	26.0	24.0	22.0	21.4	19.6	18.6	17.6	16.9	15.9	14.8

(4) 市との契約更新

SABESP は、366 市とのコンセッション契約により水道事業の運営を行っているが、コンセッションの契約更新時期が来ている。下表は、その契約更新計画数である。

表 4-11 市との契約更新計画

2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年以降
53	89	74	5	-	-	-	2	2	3	29

4-3 SABESP の長期財務計画

長期計画の中で、財務面の見通し、計画に焦点をあて、レビューした。

4-3-1 財務方針

「2009-2018 長期計画」“Plano Estrategico SABESP Caderno de Metas Empresariais に、SABESP の財務方針が示されている。戦略目標として価値生産の最大化を掲げ、次の 5 つの対策を計画している。

- 1) 料金体系の見直し
- 2) 料金不払いの削減
- 3) エネルギーコスト、薬品費の効率化

- 4) 資産管理（会社財産の最適化を含む）
- 5) その他オペレーション対策

4-3-2 長期キャッシュフロー見通し（2008年～2013年）

SABESPの財務局（F局）から、長期キャッシュフロー見通し（2008年～2013年）を入手した（表4-21）。このキャッシュフロー表から次のことが読み取れる。

- 業務活動のキャッシュフローは、毎年1.2～2.4 R\$ billionのプラスであり、投資活動は、毎年1.3～1.8 R\$ billionのマイナスである。いわゆる装置型産業なので、毎年の営業収益を、設備投資に振り向ける構造である。
- 金融活動は、業務活動と投資活動の調整的役割で、プラス0.5 R\$ billionから、マイナス0.6 R\$ billionまでの間で変動している。
- 各年のネットは、プラス0.5 R\$ billionからマイナス0.4 R\$ billionまで変動しているが、繰越残高があるのでいずれの年も0.1～0.5 R\$ billionのプラスとの見通しである。
- 金融活動の中では、社債・借入金の償還が2009年に1.3 R\$ billion、2010年0.9 R\$ billion、2011年1.4 R\$ billion、2012年0.7 R\$ billion、2012年0.9 R\$ billionとなっており、同年の長期借入金の額は、償還額の上下に応じて変動している。

借入金償還予定表（SABESP 2008 財務報告）について表4-12の資料も公表されている。

表4-12 借入金償還予定表（百万R\$）

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020+
国内借入金	1,343	843	920	500	538	190	69	27	27	28	30	70
海外借入金	106	86	152	163	163	163	163	490	157	101	86	450
合計	1,449	929	1,072	663	701	353	232	517	184	129	116	520

表4-13 SABESP キャッシュ・フロー見通し 2008～2013

百万R\$

業務活動		2008	2009	2010	2011	2012	2013
(+)	顧客からの料金受け取り	6,919	7,273	7,865	8,478	9,114	9,738
(-)	業者への支払い	259	272	310	336	362	394
(-)	給料支払い	1,503	1,519	1,550	1,601	1,669	1,740
(-)	金利支払い	534	616	692	728	660	666
(-)	税金支払い	554	765	818	901	1,028	1,142
(-)	コンティンジェンシー支払い	362	494	85	108	107	111
(+)	保険払い戻し受け取り	-	-	-	-	-	-
(±)	その他	-1,992	-2,432	-2,657	-2,907	-3,049	-3,302
業務活動合計 (A)		1,715	1,176	1,754	1,897	2,238	2,384

投資活動		2008	2009	2010	2011	2012	2013
(-)	固定資産購入	1,276	1,761	1,861	1,823	1,818	1,795
(-)	株式購入	4	-	-	-	-	-
(+)	固定資産売却収入	17	181	21	-	-	-

	年度内	17	181	21	-	-	-
	前年度	-	-	-	-	-	-
(+)	配当、金利受け取り	-	-	-	-	-	-
投資活動合計 (B)		-1,263	-1,580	-1,840	-1,823	-1,818	-1,795

金融活動		2008	2009	2010	2011	2012	2013
(±)	増資	-	-	-	-	-	-
(-)	配当・利息支払い	707	251	313	376	353	410
(+)	長期資金借入	809	1,481	1,72	856	827	785
(+)	社債発行	220	246	-	450	-	-
(-)	社債償還	626	1,316	938	1,379	712	973
金融活動合計 (C)		-304	161	469	-449	-239	-598

総合計(A+B+C)		148	-244	384	-375	181	-10
-------------------	--	------------	-------------	------------	-------------	------------	------------

流動資産一年度初		195	344	100	484	109	290
流動資産一年度末		344	100	484	109	290	281

出所：SABESP Cash Flow 2008-2013, 2009. 5.4

4-3-3 投資計画

2009-2013 の投資計画(CAPEX)では、水道事業に 577～668 百万 R\$ (238～334 億円) の投資が予定されている。

「無収水削減・エネルギー削減プログラム」では、2011 年に 378 百万 R\$、2012 年に 368 百万 R\$、2013 年に 321 百万 R\$の投資が予定されている。これは水道投資全体の 2011 年は 57 %、2012 年は 56 %、2013 年は 48 %にあたり、PROGRAMA が SABESP にとって最重要な投資の 1 つであることを示している。

表 4-14 投資計画 (百万 R\$)

	2009	2010	2011	2012	2013
水道事業	577	590	664	653	668
下水道事業	860	948	835	867	827
その他	214	213	254	228	231
合計	1,651	1,751	1,753	1,748	1,726
無収水プログラム	231	255	378	368	321
無収水プログラム/水道事業	40%	43%	57%	56%	48%

出所：SABESP 2008 財務報告、「無収水削減・エネルギー削減プログラム」(2009 年 5 月修正版) をもとに JICA F/S 調査団作成

4-3-4 資金調達計画

ニューヨーク証券取引所に上場していることから、長期的な資金調達計画を世銀、IDB、JICA など具体的な金融機関名を挙げて公表している。なおこの中には、交渉中あるいは計画見込みも含まれているので読み方には注意すべきである。

表 4-15 資金調達計画 (2009～2015)

百万R\$

金融機関	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015 およびその	Total	合計 (%)
国内金融市場									
Banco do Brasil	263.5	286.8	312.2	339.7	369.8	97.5	-	1669.5	24.3%
Caixa Economica Federal	68.8	74.0	80.1	86.6	87.3	48.3	190.9	636.0	9.3%
Debentures	790.3	353.2	458.7	32.9	72.7	39.8	39.8	1787.4	26.0%
FIDC-SABESP 1	55.6	55.6	13.8	-	-	-	-	125.0	1.8%
BNDES	42.8	42.8	42.8	36.9	4.2	-	-	169.5	2.5%
BNDES BX SANTISTA	-	-	-	4.0	4.0	4.0	20.1	32.1	0.5%
Others	2.8	7.2	6.4	-	-	-	-	16.4	0.2%
Interest and charges	118.9	23.4	5.9	-	-	-	-	148.2	2.2%
国内金融市場合計	1342.7	843.0	919.9	500.1	538.0	189.6	250.8	4584.1	66.8%
国際金融市場									
IDB	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.5	445.0	963.5	14.0%
Eurobonds	-	-	-	-	-	-	327.2	327.2	4.8%
JBIC	-	-	10.5	21.1	21.1	21.1	316.2	390.0	5.7%
IDB 1983AB	-	-	55.1	55.6	55.6	55.6	358.6	580.5	8.5%
Interest and charges	19.8	-	-	-	-	-	-	19.8	0.3%
国際金融市場合計	106.2	86.4	152.0	163.1	163.1	163.2	1447.0	2281.0	33.2%
総合計	1448.9	929.4	1071.9	663.2	701.1	352.8	1697.8	6865.1	100.0%

出所: SABESP 財務報告2008年第4四半期

(注) 未確定数値を含む

第5章 「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」のレビュー

5-1 PROGRAMA 策定の経緯

「統合プログラム (O Programa Corporativo)」とも呼ばれる本 PROGRAMA は、現在、各ビジネスユニットで実施中あるいは計画している無収水削減活動を1つのプログラムとして統合したものである。

「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」(PROGRAMA) は、2009年4月24日 COFIEX (連邦企画・予算・運営省、国際借款認定委員会) の承認を得た。COFIEX は財務省、企画・予算・運営省等の代表者によって構成され、プロジェクトの技術的な評価を行い、妥当性を審査する。併行して2009年4月30日、PROGRAMA は、サンパウロ州政府議会において JICA からの融資資金を得ることについて認可された。

しかしながら、景気悪化の影響で第一段階計画の融資先として期待されていた BNDES からの融資が不調となり2009年から2010年に予定されていた無収水削減活動は規模を縮小して SABESP の自己資金で実施することとなった。2009年5月にビジネスユニットの協力のもと PROGRAMA の修正が行われた。この修正では、2019年時点における無収水削減目標および11年間の投資総額は変更されていない。

5-2 目標と成果

5-2-1 目標

PROGRAMA の成果目標は、給水管当りの無効水量 (IPD_t) と無効水率 (IPF) で、図5-1のように設定している。2008年の給水管当りの無効水量 (IPD_t) は、441(431) l/栓/日で、無収水率 (IPF) は29.6(27.7)%であり、これらを2018年には、211 l/栓/日、無収水率 (IPF) を13.1%まで低減することを目標としている。

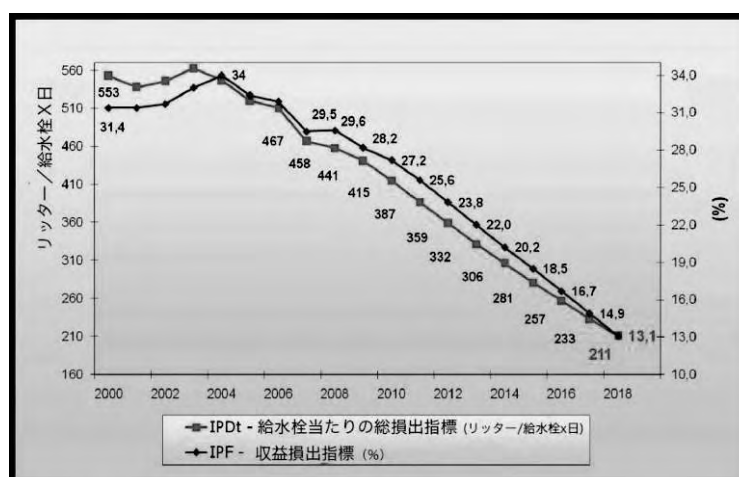


図 5-1 SABESP の無収水削減目標

(注) 2008年の値は PROGRAMA 策定時には推定値。() に実績値を示す。

なお、上図に示した指標は、2009年5月の修正前の数値である。2009年～2010年の成果により指標は変化する。

5-2-2 期待される成果

2008年から2012年までの期間に、SABESPが担当する366市の上水需要が増加するため、生産水量を10.5 m³/s増加させることが必要とされている。この水量は、SABESP全体水生産量の11%にあたり、現在計画されている新たな水源地開発を加えても、生産水量が増加水需要に間に合わない（出所：Carta Consulta COFIEX）。

そのため、無収水削減の重要性が再認識されている。無収水削減及びエネルギー効率化プロジェクトを導入することによって新たな水資源開発への投資を先延ばしすることと、水生産のエネルギー負担を低減させることが可能となり、さらに、薬品の使用量の低減等で水供給や水力発電に活用される水源地そして自然環境の保全に寄与する。

無収水削減ができないと、図5-2に示すとおり、増加する上水需要に応じて、サンパウロ州の水源地での新規水源地開発が必要となってくる。また、プロジェクトを実施して、無収水率の目標数値を達成した後も、持続的活動を実施して、水資源を守ることが期待されている。

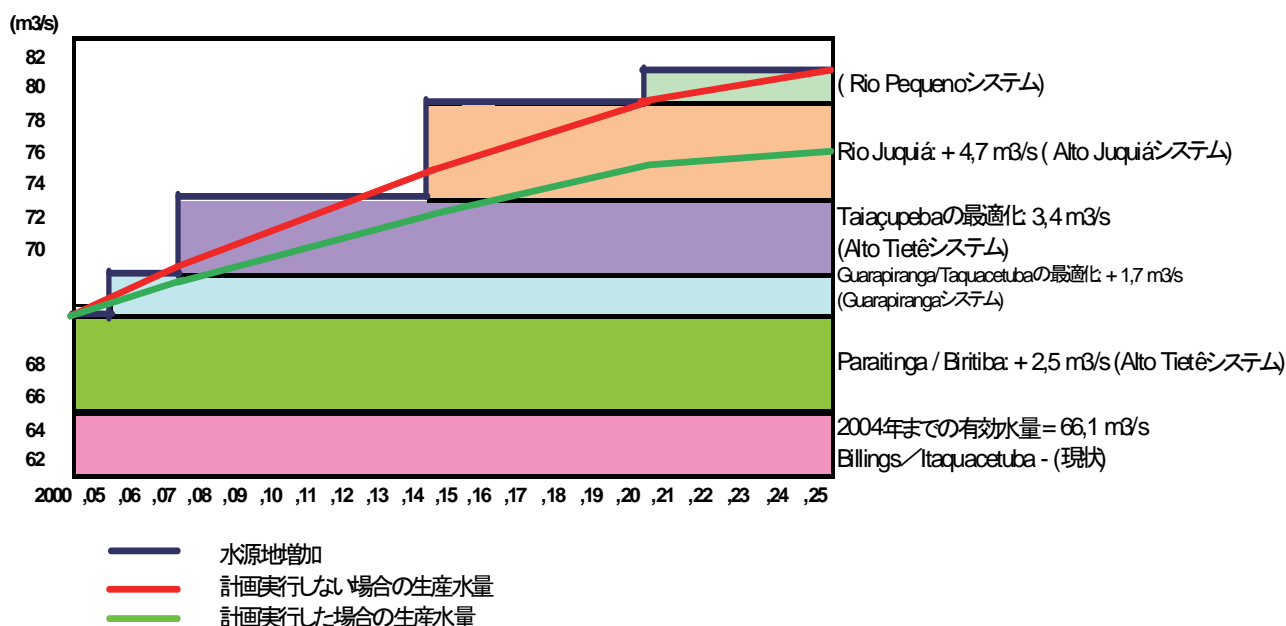


図 5-2 水需要増加と水資源開発計画

5-3 事業コンポーネント

5-3-1 純損失水量対策

表 5-1 純損失水量対策コンポーネント

コンポーネント	No	11年間の事業数量
給水管の更新	A 1-1	3,828,766 栓
配水管の更新(給水管含む)	A 1-2 (km)	3,605km
	A 1-2 (un)	401,026 栓
地下漏水探知及び修理(給水管更新)	A 1-3	373,594 栓
地下漏水探知	A 2	469,575km
配水管の地上漏水修理	A 3-1	489,490 件
地下漏水探知及び修理 (配水管)	A 3-2	48,682 件
セクター化	A 4-1	302 セクター
減圧弁の設置	A 4-2	530 基
DMC	A 4-3	1,591 区画
ブースターポンプの設置	A 4-4	187 箇所
ファベラ地域の囲い込み	A 4-5	5 地区
無収水対策関連機材の調達	A 5	4,149

出所：SABESP 「無収水削減およびエネルギー効率化プログラム」(2009年5月修正版)

A1 配水管および給水管の更新：

配水管と給水管の耐用年数は、特に、材質と施工の質に左右される。現在布設されている給水管は品質が悪く、PROGRAMA では給水管から漏水が発生した場合は修理ではなく、すべて更新する方針である。また、配水管の耐用年数は50年と設定されているが、PROGRAMA では、資金的な制約から、計画クライテリアを、最も状態の悪い地域を優先とし、配水管延長の1.0%を毎年更新することを目途としている。配水管更新には、その配水管に連なる給水管の更新を含む。

A2 地下漏水探知：

配水管延長の75%について調査を実施する。この場合の地下漏水探知の計画延長は、配水管を循環的に調査する合計延長となる。より大きな効果を得るために、漏水探知機器の導入（ヘッドホン式漏水探知器、相関式漏水探知器、その他）を行い、委託業者には ABENDI の認証を取得した技能者を有することを義務づける、調査現場の作業クライテリア、マニュアルを策定し調査の標準化を図るため、研修による実施訓練を予め行う。地下漏水探知は、修理、更新を実施した箇所についても繰り返し行い、効果と漏水復元を確認する。

A3 配水管の修繕

配水管の地上漏水箇所および地下漏水箇所の修理を行う。これは各ビジネスユニットが実施してきた活動であるが、時間の短縮をめざすのみでなく、修理の標準化を行い、施工の品質と材質及び給水管装置の構造改善を目指す。配水管の修理においては、給水管も同時に交換する。

A4 セクター化、減圧弁の設置、DMC、ファベアラ¹の囲い込み

セクター化は、水圧管理の向上とそれによって可能となる給水サービスに支障を与えない水圧レベルの調整管理によって無収水削減を目指すものである。減圧弁（VRP）およびブースターポンプの設置とオペレーションの最適化を行う。セクター化の統一クライテリアは、各ビジネスユニットから提出された特性、数量を勘案して設定した。DMC とは、給水システムの管理運営に直接効果をおよぼす計測をベースとした管理ブロック（Distrito de Medição e Controle）の導入である。給水管数 2,000 以下にする DMC を設定する。またファベアラの囲い込みは、ファベアラへの配水量を把握することを目的とする。PROGRAMA においては 5 箇所において、試験的に行うものである。

A5 無収水対策関連機材の調達

配水システムにおける計測機器および漏水探知機器を主とする。具体的には、音聴棒、ヘッドホン式漏水探知機、移動式流量計測器、圧力計、データロガー、金属探知機、非金属探知機、制水弁制御装置、減圧弁等である。

5-3-2 見かけ上損失水量対策

表 5-2 見かけ上損失水量対策コンポーネント

コンポーネント	No	11 年間数量
大型水道メーターの更新	B 1-1	142,905 個
小型水道メーターの更新	B 1-2	8,483,183 個
休止中の給水管調査	B 2-1	4,995,292 箇所
違法接続（盗水）調査	B 2-2	1,439,690 箇所
UMA の設置	B 2-2	266,767 箇所
合法化されたファベアラへの給水管設置	B 2-3	180,530 箇所
顧客台帳の更新	B 3	8,739,827 箇所

出所：SABESP 「無収水削減およびエネルギー効率化プログラム」（2009年5月修正版）

B-1 水道メーターの更新：

水道メーターは、老朽化により誤差が増大する。水道メーターの更新は、3 つのケースに分かれる。故障した水道メーターの交換、予防交換、適正化である。小型水道メーターの対策は、予防交換で、更新期間を 8 年とし、各年 1/8 を更新（予防交換）し、10 % を故障した水道メーターの交換として計画する。大型水道メーターの更新期間を 3 年とし、各年 1/3 を更新（予防交換）し、10 % を故障した水道メーターの交換する計画とする。

¹ ファベアラとは、不法占拠住民地区を意味する。この地区では、不正規な取水が行われているが、SABESP が給水を止めることは困難である。しかし、配水量分析の観点から、どのくらいの量の水道水が使用されているか把握する必要がある。そこで、配水管への違法な接続を絶ち、別途、配水量計測機器を接続した後、ファベアラ地区の水道管に接続することで、配水量を把握する。

B 2 非正規接続対策（盗水調査、休止中の給水管調査、合法化されたファベラへの給水管設置、壁埋め込み式メーター（UMA）の設置）

利用者の不法接続（盗水）を見逃すことは、更なる不法行為を促進すると考えられる。不法接続（盗水）に対しては、断固たる処置と継続的な活動が必要である。本活動は不法接続（盗水）対策と休止中の給水管調査がある。これまでの活動により、全給水管の0.5%～3.5%の調査が実施され、そのうち約20%でなにかしらの不正が発見されたという報告がある。このようなケースには、新たにUMAと称する水量計測装置の設置が計画されている。また新しく申請される給水管についてはUMA水道計測装置が設置される。

休止中の給水管調査とは、引っ越しなどによる顧客登録上は停止状態になっている給水管を調査することである。休止中の全給水管を対象に行う計画である。

ファベラの合法化は、市役所の業務である。SABESPの業務は、合法化されたファベラに給水管を接続することである。

B 3 顧客台帳の更新：

顧客登録台帳の更新は基本的活動である。これは住宅地の登録が商業施設に変わっていたり、集合住宅になっていたりすることを確認するものである。PROGRAMA 期間中に全数調査を行う。

5-3-3 無収水・漏水管理・運営

表 5-3 無収水・漏水管理・運営コンポーネント

対象コンポーネント	No	全体数量
流量計の設置	C 1	803 箇所
流量計の精度検定	C 2	9,821 箇所
研修	C 3	10,281 回
住民の啓蒙活動	C 4	13,500,000 R\$
コンサルティング費用	C 5	110,000,000 R\$

出所：SABESP 「無収水削減およびエネルギー効率化プログラム」（2009年5月修正版）

C-1 流量計の設置および精度の適正化：

適切な位置および精度を有した流量計の交換あるいは新たな設置、既存の水量管理システム（SGH）によるシミュレーションの結果から活動計画を策定する。

C-2 流量計の精度検定

精度の検定は、州技術調査研究所（IPT）と協働で行う。フィールドにおける精度検定の標準化、適切な検定機器の導入、IPTによる検定訓練を計画している。

C-3 研修

給水管の更新における施工の質の向上を目的とする。施工手順の標準化、研修システムを構築

し、SABESP 職員の技術向上を目指す。さらに委託業者も対象とし、研修を受講すること、地下漏水探知調査については認証を取得することを義務づける。

C-4 住民の啓蒙活動

無収水削減にかかる住民の理解を向上させる活動。

C-5 コンサルティング費用

本プログラム実施におけるマネージメントコンサル（Gerenciamento）の雇用。

5-3-4 エネルギー効率化プログラム

表 5-4 エネルギー効率化プログラムコンポーネント

コンポーネント	全体数量
既施設におけるポンプ及びモーター) の省エネ化	29,000,000 R\$
既施設運転方法の見直し	

出所：SABESP 「無収水削減およびエネルギー効率化プログラム」(2009年5月修正版)

エネルギー効率化において予定されている主な活動： システムの最適化、施設オペレーションの最適化（効率の良いモーターとポンプのオペレーション）業務システムの最適化（自動化、需要性が少ない時間帯におけるオペレーションの最適化）。これらの活動を通じて水供給システムの省エネ化を目指す。

表 5-5 PROGRAMA 数量と金額(1/2)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	合計
A 1.1 給水管の更新	263,894	232,302	366,318	362,372	358,047	1,086,737	390,736	386,012	372,017	369,888	357,628	3,828,766
数量 (柱)						1,086,737						
金額 (R\$)	61,152,163	54,091,057	78,020,191	77,197,445	76,319,922	231,537,557	82,982,735	80,615,743	78,302,326	77,707,828	74,221,998	818,148,441
A 1.2 配水管の更新 (給水管を含む)	157	123	323	351	368	1,042	477	440	395	360	261	3,605
配水管数量 (km)						1,042						
給水管数量 (柱)	14,520	11,398	35,072	40,456	41,770	117,299	53,750	51,060	42,612	40,689	27,273	401,026
A 1.3 地下漏水探知及び修理 (給水管の更新)	25,893,690	20,376,080	54,797,311	58,832,299	62,243,790	175,873,400	81,262,070	75,798,486	66,985,729	62,972,651	47,804,829	617,228,990
金額 (R\$)						175,873,400						
数量 (柱)	22,442	23,447	35,408	35,407	35,406	106,221	39,095	38,902	36,201	38,525	34,813	377,285
金額 (R\$)	4,845,940	4,997,059	7,133,836	7,133,577	7,133,560	21,400,973	7,688,113	7,659,069	7,253,114	7,602,421	7,044,343	75,960,491
A 1 - 給配水管更新小計	157	123	323	351	368	1,042	477	440	395	360	261	3,605
配水管数量 (km)						1,042						
給水管数量 (柱)	300,856	267,147	436,799	438,235	435,223	1,310,257	483,582	475,974	450,831	450,500	419,714	4,607,077
A 2 - 地下漏水探知	91,891,793	79,464,196	139,951,338	143,163,321	145,697,272	428,811,930	171,932,917	164,073,298	152,541,168	148,282,899	129,071,171	1,511,337,922
金額 (R\$)						428,811,930						
数量 (km)	28,567	29,840	43,793	43,792	43,791	131,376	48,493	48,235	44,860	48,086	43,138	469,575
金額 (R\$)	5,713,385	6,789,436	9,580,037	9,579,823	9,579,808	28,739,668	10,520,176	10,468,518	9,793,444	10,438,788	9,449,144	102,130,203
A 3.1 配水管の地上漏水修理	20,920,906	20,730,339	23,319,220	23,086,028	22,855,167	69,260,415	22,898,128	23,123,927	22,889,188	22,656,796	22,426,728	247,105,388
金額 (R\$)						69,260,415						
数量 (件)	2,539	2,787	4,618	4,618	4,618	13,854	5,434	5,401	4,726	4,984	4,762	48,876
A 3.2 地下漏水探知による修理 (配水管)	1,318,800	1,447,937	2,297,720	2,297,680	2,297,678	6,893,079	2,620,314	2,602,751	2,353,495	2,487,602	2,178,825	24,275,489
金額 (R\$)						6,893,079						
数量 (件)	44,131	44,000	50,801	50,339	49,882	151,022	50,768	51,157	50,017	49,816	48,316	538,366
A 3 - 修理小計	22,239,707	22,178,276	25,616,940	25,383,708	25,152,846	76,153,494	25,518,442	25,726,678	25,242,682	25,144,398	24,799,415	271,380,877
金額 (R\$)						76,153,494						
A 4.1 セクター化	6	5	19	11	5	34	15	10	7	2	3	83
設計数量 (セクター)						34						
工事数量 (セクター)	6	18	19	47	47	113	26	14	11	18	11	219
A 4.2 減圧弁の設置	13,812,589	46,181,936	60,861,396	59,301,746	26,726,047	146,889,189	69,960,574	36,088,558	12,020,831	13,398,159	7,782,392	347,881,827
金額 (R\$)						146,889,189						
数量 (基)	80	79	94	56	55	205	69	28	22	19	15	530
A 4.3 DMC	8,052,731	7,893,350	7,845,751	4,765,000	4,619,750	17,230,500	5,802,985	2,427,000	1,897,000	1,685,500	1,317,500	47,395,566
金額 (R\$)						17,230,500						
数量 (区画)	83	102	210	189	177	576	277	188	108	96	72	1,591
A 4.3 プルスターポンプの設置	3,318,000	4,068,704	8,407,185	7,546,105	7,085,310	23,038,600	11,077,297	7,552,188	4,308,603	3,838,323	2,881,241	63,674,851
金額 (R\$)						23,038,600						
数量 (基)	21	11	30	26	17	73	32	24	9	8	4	187
A 4.4 フェアベアラ地域の囲い込み	4,924,100	4,318,590	5,192,500	2,047,572	869,300	8,109,372	1,554,720	1,279,728	497,215	442,750	272,350	21,691,615
金額 (R\$)						8,109,372						
数量 (区域)	0	1	1	1	-	3	1	0	-	-	-	5
A 4 - セクター化小計	195,000	215,000	770,000	720,000	-	1,490,000	455,000	110,000	-	-	-	2,465,000
数量						1,490,000						
A 5 - 無収水対策関連機材の調達	30,302,419	62,677,580	83,076,832	74,380,422	39,300,407	196,757,662	88,850,576	47,457,474	18,723,649	19,364,732	6,010,630	483,108,858
金額 (R\$)						196,757,662						
数量 (台)	587	344	443	393	325	1,161	541	398	328	246	276	4,149
A 純損失水対策合計	156,779,079	175,871,808	263,808,147	256,792,473	223,156,583	743,757,203	303,387,487	252,601,318	210,018,794	206,018,067	172,391,380	2,417,161,731
金額 (R\$)						743,757,203						

表 5-5 PROGRAMA 数量と金額(2/2)

	2009	2010	2011	2012	2013	小計	2014	2015	2016	2017	2018	2019	合計
B 1.1 大型水道メーターの更新	数量 (個) 金額 (R\$)	13,034 3,673,034	12,428 3,509,888	13,366 3,168,278	13,425 3,075,625	40,216 9,319,528	11,827 2,709,676	13,042 2,987,802	13,039 2,987,260	13,051 2,990,063	13,129 3,007,970	13,137 3,009,805	142,905 34,195,024
B 1.2 小型水道メーターの更新	数量 (個) 金額 (R\$)	709,035 36,782,752	667,187 37,384,188	781,771 45,053,370	781,771 45,053,370	2,345,313 135,160,110	832,198 48,007,645	805,543 46,411,805	775,399 44,607,094	782,836 45,018,944	782,836 45,018,944	782,836 45,018,944	8,483,183 483,410,425
B 1 - 水道メーターの更新小計	数量 (個) 金額 (R\$)	722,069 40,455,786	679,615 40,894,075	795,137 48,221,648	795,196 48,128,995	2,385,529 144,479,638	844,025 50,717,322	818,584 49,399,606	788,438 47,594,354	795,887 48,009,007	795,966 48,026,913	795,974 48,028,748	8,626,087 517,605,449
B 2. 1 - 休止中の給水管調査	数量 (件) 金額 (R\$)	367,312 5,190,125	368,021 5,200,142	468,618 6,621,572	468,618 6,621,572	1,405,854 19,864,717	475,684 6,721,415	475,684 6,721,415	475,684 6,721,415	475,684 6,721,415	475,684 6,721,415	475,684 6,721,415	4,995,292 70,583,474
B 2.2 - 違法接続 (盗水) 調査	数量 (件) 金額 (R\$)	91,405 4,362,187	91,541 4,367,187	131,811 4,857,240	131,825 4,840,660	395,440 14,554,855	159,751 5,891,481	142,695 5,262,975	139,714 5,153,120	139,714 5,153,120	139,714 5,153,120	139,714 5,153,120	1,439,690 55,051,163
B 2.3 - 合法化されたパイプへの給水管設置	数量 (柱) 金額 (R\$)	8,363 3,388,894	13,399 5,433,579	17,329 7,027,143	17,375 7,027,030	52,301 21,171,724	24,606 9,959,510	21,032 8,509,944	19,151 7,747,308	18,609 7,527,502	16,021 6,478,009	7,048 2,841,857	180,530 73,058,327
B 2 - 漏水以外の無効水量対策小計	数量 (件) 金額 (R\$)	467,081 12,941,205	472,961 15,000,907	617,758 18,505,956	617,818 18,489,263	1,853,595 55,591,296	660,041 22,572,406	639,411 20,494,334	634,549 19,621,843	634,007 19,402,037	631,419 18,352,543	622,446 14,716,391	6,615,512 198,692,963
B 3 - 顧客台帳の更新	数量 (件) 金額 (R\$)	491,630 2,217,253	492,718 2,222,159	805,812 3,634,214	805,812 3,634,214	2,417,436 10,902,637	931,694 4,201,940	954,668 4,305,551	862,099 3,888,068	906,463 4,088,149	882,574 3,980,410	800,544 3,610,454	8,739,827 39,416,620
B 2.2 - UMA の設置	数量 (個) 金額 (R\$)	8,061 3,095,542	8,539 3,279,026	21,349 8,197,874	21,350 8,198,258	64,050 24,595,159	43,238 16,603,421	30,444 11,690,549	28,014 10,757,338	28,014 10,757,338	28,011 10,756,198	28,395 10,903,863	266,767 102,438,434
B 見かけ上損失水量対策合計	金額 (R\$)	58,709,787	61,396,167	78,559,690	78,450,730	235,568,729	94,095,089	85,890,040	81,861,602	82,256,531	81,116,064	77,259,456	858,153,466
C 1 - 流量計の設置	数量 (基) 金額 (R\$)	56 3,388,244	60 4,108,446	129 5,990,200	89 4,546,740	282 15,144,990	161 7,654,304	56 2,143,939	46 1,674,703	52 1,894,603	48 1,746,292	41 1,485,592	803 39,241,114
C 2 - 流量計の精度検定	数量 (基) 金額 (R\$)	351 565,140	538 1,845,220	905 2,549,900	907 2,553,728	2,722 7,661,183	1,147 2,872,107	1,149 2,875,935	968 2,645,573	988 2,677,059	987 2,675,431	972 2,661,696	9,821 26,479,344
C 3 - 研修	数量 (式) 金額 (R\$)	1,605 521,132	677 389,378	1,346 718,119	516 545,190	3,080 1,908,576	536 618,081	1,250 719,066	461 448,396	442 571,466	442 404,731	1,034 451,078	10,281 6,031,903
C 4 - 住民の啓蒙活動	数量 (RS) 金額 (R\$)	1,227,273 10,000,000	1,227,273 10,000,000	1,227,273 10,000,000	1,227,273 10,000,000	3,681,818 30,000,000	1,227,273 10,000,000	1,227,273 10,000,000	1,227,273 10,000,000	1,227,273 10,000,000	1,227,273 10,000,000	1,227,273 10,000,000	13,500,000 110,000,000
C 5 - コンサルテーション費用	金額 (R\$)	15,701,788	17,570,316	20,485,491	18,872,930	58,396,567	22,371,766	16,966,213	15,995,945	16,370,401	16,053,728	15,825,638	195,252,362
C 無収水・漏水管理・運営合計	金額 (R\$)	-	-	15,000,000	14,000,000	29,000,000	-	-	-	-	-	-	29,000,000
エネルギー効率化(既存施設におけるポンプ及びモーターの省エネ化)	金額 (R\$)	231,190,654	254,838,291	377,853,328	368,116,133	1,066,722,500	419,854,341	355,457,571	307,876,342	304,644,999	293,506,386	265,476,475	3,499,567,559
総合計	金額 (R\$)	231,190,654	254,838,291	377,853,328	368,116,133	1,066,722,500	419,854,341	355,457,571	307,876,342	304,644,999	293,506,386	265,476,475	3,499,567,559

5-4 技術的評価

5-4-1 事業コンポーネントの設定・選定方法

(1) Priority Group の選定

SABESP 計画局 (TO 局) が、2007 年の無収水管理指標のデータを分析した。366 市にわたる給水地域は、502 システム (セクターとも称する) に分けられるが、502 システムの給水管当り無効水量 (IPDt) ※¹ で ABC 分析すると、平均 346 l/栓/日以上 of 158 システムで全無収水量の 80 % を占めることが判明した。この 158 システムをプライオリティ・グループ (Priority Group) と称する。

※¹ IPDt : SABESP が公式に用いている指標であり総無収水指数と呼ばれているが、このプログラムで使用されている数値は、社会目的使用非請求水量を差し引いたもので考えている。無効水量指数といえる。単位は、リットル/給水管/日である。

$$\text{日・給水管当り無効水量 (IPDt)} = \frac{\text{VP(配水量)} - \text{VCM(検針水量)} - \text{U(社会目的使用非請求水量)}}{\text{給水管数(N)}}$$

選定されたプライオリティ・グループの 158 システムを対象に下の事業コンポーネント(活動)が計画されている。事業コンポーネントの数量を表 5-6 に示す。

- 配水管の更新 (給水管を含む)
- セクター化
- 減圧弁の設置 (VRP)
- ブースターポンプの設置

表 5-6 プライオリティ・グループに適用される事業コンポーネント

プライオリティ・グループ		
コンポーネント名称	数量	No
配水管の更新(給水管含む)	3,605km	A-1-2 (km)
減圧弁の設置	530 基	A-4-2
セクター化	302 セクター	A-4-1
ブースターポンプの設置	187 箇所	A-4-4

出所 : SABESP 「無収水削減およびエネルギー効率化プログラム」(2009 年 5 月修正版)

配水管の更新は、このプライオリティ・グループ 158 システムを対象に行われるが、減圧弁の設置、セクター化、ブースターポンプの設置は、水運用や配水調整の適正化が主目的である。ビジネスユニットによっては、非プライオリティ・グループのシステムをも対象にする場合がある。

聞き取りによれば、このプライオリティ・グループに選定されている M 総局と R 総局の対象地域は、サンパウロ州の水道の管網特性である起伏の大きい丘陵地形によって被る配水調整の難易さを解消出来ていない地域であり、それが要因となって、給水管当たり無効水量 (IPDt) を引き上げているのでこれらを最適化したいという地域である。

(IPDt) による線引きは、水道ネットワークの現況を示す相対的な指標のひとつであり、一次的な選定基準として、問題はない。

(2) 全システムに適用する事業コンポーネント

プライオリティ・グループを選定した一方、502 システム全部に施される事業コンポーネントもある。次のとおりである。事業量を表 5-7 に示す。

- 給水管の取替え
- 地下漏水探知
- 配水管の漏水修繕
- DMC
- 登録更新
- 大型、小型水道メーターの更新
- 不正対策
- 合法化されたファベラ地域への給水管設置
- 流量計の設置
- 流量計の精度検定
- 研修
- 資材調達

表 5-7 全システムに適用する事業コンポーネント

事業コンポーネント		数量	No
給水管の更新		4,603,386 栓	A 1-1, A 1-2, A 1-3
地下漏水探知		469,575km/13,660 件	A 2, A 3-2
漏水修理		538,172 件	A 3-1, A 3-2
DMC		1,591 箇所	A 4-3
顧客メーター更新		8,626,088 個	B 1-2, B 1-1
違法接続調査	休止中の給水管調査	4,995,292 箇所	B 2-1
	違法接続(盗水)調査	1,439,690 箇所	B 2-2
	UMA の設置	266,767 箇所	B 4
顧客台帳の更新		8,739,827 箇所	B 3
ファベラ対策	ファベラ地域の囲い込み	5 地区	A 4-5,
	合法化されたファベラ地域の給水管設置	180,530 箇所	B 2-3
	住民の啓蒙活動	13,500,000 R\$	C 4
流量計の設置		803 箇所	C 1
流量計の精度検定		9,821 箇所	C 2
SABESP 職員の研修		10,281 回	C 3
無収水対策関連資機材の調達		4,149	A 5

出所：SABESP 「無収水削減およびエネルギー効率化プログラム」(2009年5月修正版)

表 5-7 に示す事業コンポーネントの対象の地域は、IPDt の指標にかかわらずすべての地域を対

象としており、この事業コンポーネントは、無収水削減のため、基礎的対策、対症療法的対策、予防法的対策、配水調整対策、社会的対策と全般にわたっている。

各ビジネスユニットの対象地域の選定、投入量の決定については、IPDt などの無収水管理指標だけでなく種々の管網の劣化度を的確に表す指標等を使用している。

(3) M 総局と R 総局の違い

無収水の状況は、M 総局と R 総局の間には、『都市水道』と『地方水道』の差異がある。

表 5-8 に M 総局、R 総局の無収水管理指標の推移を示す。2008 年の無効水率 (IPF) は M: 28.0 %、R: 27.1 %、給水管当り無効水量 (IPDt) は、M: 510、R: 315 (ℓ/栓/日) である。

表 5-8 無収水管理指標

無効水率 (IPF) (%)										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SABESP 全体	30.6	31.4	31.4	31.7	33.0	34.0	32.4	31.9	29.5	27.7
M 総局	30.1	30.9	30.7	31.4	32.7	34.9	32.9	32.5	29.8	28.0
R 総局	32.2	32.5	33.3	32.5	33.7	31.4	31.1	30.1	28.9	27.1
給水管当り無効水量 (IPDt) (ℓ/栓/日)										
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SABESP 全体		554	538	546	563	547	523	511	468	433
M 総局		651	629	652	676	601	546	543	493	451
R 総局		409	406	393	400	369	366	351	338	314

出所：SABESP, Relatório de Gestão Empresarial

5-5 財務的評価

5-5-1 「無収水・エネルギー効率化」プログラムの活動別コスト

11 年間のプログラム投資・費用総額は、3.5 Billion R\$, であり、活動項目別には漏水対策が 69.1 %、漏水以外の無効水量対策が 24.5 %、無収水・漏水管理・運営が 5.6 %、エネルギー効率化が 0.8 %という構成になっている。

表 5-9 PROGRAMA 事業コンポーネント別コスト (百万 R\$)

	活動	合計	構成比(%)
1	A 1-1 給水管の更新	818.1	23.4 %
2	A 1-2 配水管の更新 (給水管含む)	617.2	17.6 %
3	A 1-3 地下漏水探知及び修理 (給水管更新)	76.0	2.2 %
	A 1 給配水管更新小計	1,511.3	43.2 %
4	A 2 地下漏水探知	102.1	2.9 %
5	A 3-1 配水管の地上漏水修理	247.1	7.1 %
6	A 3-2 地下漏水探知及び修理 (配水管)	24.3	0.7 %
	A 3 修理小計	271.4	7.8 %
7	A 4-1 セクター化	347.9	9.9 %
8	A 4-2 減圧弁の設置	47.4	1.4 %
9	A 4-3 DMC	63.7	1.8 %

10	A 4-4	ブースターポンプの設置	21.7	0.6 %
11	A 4-5	ファベラ地域の囲い込み	2.5	0.1 %
	A 4	セクター化小計	483.1	13.8 %
12	A 5	無収水対策関連機材の調達	49.2	1.4 %
	A	漏水対策	2,417.2	69.1 %
13	B 1-1	大型水道メーターの更新	34.2	1.0 %
14	B 1-2	小型水道メーターの更新	483.4	13.8 %
	B 1	水道メーターの更新	517.6	14.8 %
15	B 2-1	休止中の給水管調査	70.6	2.0 %
16	B 2-2-1	違法接続(盗水)調査	55.1	1.6 %
17	B 2-3	合法化されたファベラへの給水管設置	73.1	2.1 %
	B 2	休止中の給水管調査	198.7	5.7 %
18	B 3	顧客台帳の更新	39.4	1.1 %
19	B 2-2-2	UMA の設置	102.4	2.9 %
	B	漏水以外の無効水量対策	858.2	24.5 %
20	C 1	流量計の設置	39.2	1.1 %
21	C 2	流量計の精度検定	26.5	0.8 %
22	C 3	研修	6.0	0.2 %
23	C 4	住民の啓蒙活動	13.5	0.4 %
24	C 5	コンサルティング費用	110.0	3.1 %
	C	無収水・漏水管理・運営	195.3	5.6 %
25	D	エネルギー効率化プログラム	29.0	0.8 %
		総合計	3,499.6	100.0 %

出所：Programa Corporativo de Controle e Reducao de Perdas de agua na SABESP (2009年5月修正版)

5-5-2 「無収水・エネルギー効率化」プログラムのコスト積算の妥当性

事業コンポーネント別に投資・費用の根拠を以下の資料をもとにレビューした。

- 修正版 “Programa Corporativo de Controle e Reducao de Perdas de agua na SABESP”, FT/TO, SABESP, May 2009
- “Manual de Premissas e Parametros Utilizados no Estudo do Programa de Perda”, TO/MP/RO/FT SABESP, December 2008

表 5-10 事業コンポーネント別費用の算出式

番号	事業コンポーネント	計算式
A	純損失水量対策	
A1.1	給水管の更新	投資 = (給水管更新平均コスト R\$/所) × (給水管更新量 所)
A1.2	配水管の更新 (給水管を含む)	投資 = (配水管更新平均コスト R\$/km) × (配水管更新量 km) 投資 = (給水管更新平均コスト R\$/所) × (給水管更新量 所)
A1.3	地下漏水探知による修理 (給水管の更新)	投資 = (給水管更新平均コスト R\$/所) × (漏水発見した給水管更新量 所)
A2	地下漏水探知	費用 = (調査平均コスト) × (調査配水管 km) + (配水管修理平均コスト R\$/所) × (配水管修理箇所数 所)
A3.1	配水管の地上漏水修理	費用 = (配水管修理平均コスト R\$/所) × (配水管修理箇所数 所)
A3.2	地下漏水探知による修理 (配水管)	費用 = (漏水探知平均コスト R\$/km) × (配水管探知量 km) 投資 = (配水管修理平均コスト R\$/所) × (配水管修理箇所数 所)
A4.1	セクター化	投資 = (セクター化平均コスト) × (セクター化 箇所)
A4.2	減圧弁設置	投資 = (減圧弁 V R P 平均単価) × (減圧弁設置数)

A4.3	DMC	投資 = (DMC 平均単価) × (DMC 設置数)
A4.4	ブースターポンプ設置	投資 = (ブースターポンプ平均単価) × (ブースターポンプ設置数)
A4.5	ファベアラ地域の囲い込み	投資 = (流量計設置単価) × (合法化可能なファベアラ件数)
A5	無収水対策関連機材の調達	必要機材をリストアップし、ビジネスユニットが個々にコスト積算。
B	見かけ上損失水量対策	
B1.1	大型水道メーターの更新	投資 = (メーター平均コスト) × (メーター交換 箇所)
B1.2	小型水道メーターの更新	投資 = (メーター平均コスト) × (メーター交換 箇所)
B2.1	休止中の給水管調査	費用 = (調査平均コスト) × (調査休止給水管 箇所)
B2.2	違法接続 (盗水) 調査/UMA の設置	費用 = (調査平均コスト) × (調査違法接続 箇所)、投資 = (外壁埋め込み型メーターボックス平均コスト) × (違法接続 箇所)
B2.3	合法化されたファベアラへの給水管設置	投資 = (給水管設置単価) × (合法化可能なファベアラ件数)
B3	顧客台帳の更新	費用 = (顧客台帳更新平均コスト) × (顧客台帳件数)
C	無収水・漏水管理・運営	
C1	流量計の設置	投資 = (流量計平均単価) × (流量計設置数)
C2	流量計の精度検定	費用 = (検定平均コスト) × (検定流量計 個)
C3	研修	費用 = (研修単価) × (研修受講人数 人・日)
C4	住民の啓蒙活動	費用 = (説明会単価) × (説明会開催回数 回)
C5	コンサルティング費用	費用 = (コンサルタント単価) × (所要工数 人・月)

5-5-3 PROGRAMA の便益積算の妥当性

Programa Corporativo de Controle e Reducao de Perdas de agua na SABESP には、無収水プログラムの便益として、次の項目が挙げられている。

- 1) 水道収入の増加
- 2) 下水道収入の増加
- 3) 電力費の削減
- 4) 薬品費の削減
- 5) 配水管修繕費削減
- 6) 給水管修繕費削減

◆ 無収水プログラムの便益計算方法

便益は、無収水対策により実現される漏水防止水量 (回復水量と呼ぶ) を新規需要に回すことで得られる収入を計上している、つまり薬品、電力、維持管理の費用である。

回復水量は、潜在需要、自然増加等を根拠に販売可能性があり、これを想定した収入を計上している。この推計には上下水道料金が含まれ、下水道は水道の80%を適用している。

水道メーター精度の向上、違法接続の正常化等で見かけ上の漏水削減がなされるので、回復水量に平均料率をかけて計算する増収額を便益として計上した。

なお、販売できる場合、販売額から徴収不能額と税金額は控除する。

便益計算の基本になる回復水量は、活動別に表 5-11 に示すような計算式に基づいて算出した。

表 5-11 回復水量の算出式：回復水量 (m³/年)

番号	事業項目	計算式
A	純損失水量対策	
A1.1	給水管の更新	(給水管更新による平均回復水量 m ³ /h) × (年間漏水時間 h) × (給水管更新量 箇所) × (回復プロファイル%)
A1.2	配水管の更新 (給水管を含む)	(配水管更新による平均回復水量 m ³ /h・km) × (年間漏水時間 h) × (配水管更新量 km) × (回復プロファイル%)
A1.3	地下漏水探知による修理 (給水管の更新)	A1.1 と同じ
A2	地下漏水探知	回復水量算出しない
A3.1	配水管の地上漏水修理	(配水管修理による平均回復水量 m ³ /h) × (年間漏水時間 h) × (配水管修理量 箇所) × (月間漏水時間 h) × (回復プロファイル%)
A3.2	地下漏水探知による修理 (配水管)	A3.1 と同じ
A4.1	セクター化	(セクター化による平均回復水量 m ³ /s) × (年間漏水時間 s) × (セクター化数 箇所) × (回復プロファイル%)
A4.2	減圧弁設置	(減圧弁による平均回復水量 m ³ /s) × (年間漏水時間 s) × (減圧弁設置数 箇所) × (回復プロファイル%)
A4.3	DMC	回復水量算出しない
A4.4	ブースターポンプ設置	回復水量算出しない
A4.5	ファベーラ地域の囲い込み	回復水量算出しない
A5	無収水対策関連機材の調達	回復水量算出しない
B	見かけ上損失水量対策	
B1.1	大型水道メーターの更新	(大型メーター交換による平均回復水量 m ³ /月) × (年間漏水時間月) × (メーター交換数 箇所) × (回復プロファイル%)
B1.2	小型水道メーターの更新	(小型メーター交換による平均回復水量 m ³ /月) × (年間漏水時間月) × (メーター交換数 箇所) × (回復プロファイル%)
B2.1	休止中の給水管調査	((休止栓復活による平均回復水量 m ³ /月) × (年間漏水時間月) × (休止栓復活数 箇所) + (休止栓停止による平均回復水量 m ³ /月))
B2.2	違法接続 (盗水) 調査/ UMA の設置	(違法調査による平均回復水量 m ³ /月) × (年間漏水時間月) × (違法接続 箇所) × (回復プロファイル%)
B2.3	合法化されたファベーラへの給水管設置	(給水管設置による平均回復水量 m ³ /月) × (年間漏水時間月) × (設置給水管数 箇所) × (回復プロファイル%)
B3	顧客台帳の更新	回復水量算出しない
C	無収水・漏水管理・運営	
C1	流量計の設置	回復水量算出しない
C2	流量計の精度検定	回復水量算出しない
C3	研修	回復水量算出しない
C4	住民の啓蒙活動	回復水量算出しない
C5	コンサルティング費用	回復水量算出しない

事業コンポーネント別便益計算の積算根拠を次ページに示す。

表 5-12 財務的便益の計算式(1/2)

No.	コンポーネント	収入増加		控除	
		(1) 水道収入増加	(2) 下水道収入増加	未回収	税金
A	純損失水量対策 合計				
A1.1	給水管の更新	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
A1.2	配水管の更新(給水管を含む)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
A1.3	地下漏水探知による修理(給水管の更新)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
A2	地下漏水探知				
A3.1	配水管の地上漏水修理	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
A3.2	地下漏水探知による修理(配水管)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
A4.1	セクター化	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
A4.2	減圧弁の設置	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
A4.3	DMC	セクター化全体で計算。個別には便益算出ししない			
A4.4	ブラスターポンプの設置	セクター化全体で計算。個別には便益算出ししない			
A4.5	フアベラー地域の開い込み	セクター化全体で計算。個別には便益算出ししない			
A5	無収水対策関連機材の調達	漏水対策全般をサポートするものであり個別には便益算出ししない			
B	見かけ上損失水量対策 合計				
B1.1	大型水道メーターの更新	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
B1.2	小型水道メーターの更新	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
B2.1	休止中の給水管調査	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
B2.2	違法接続(盗水)調査	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
B2.2	UMAの設置	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
B2.3	合法化されたフアベラーへの給水管設置	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	回復水量(m3) x 販売可能性(%) x 下水道/水道普及率(%) x 平均水道料率 (R\$/m3) x (請求率(%) - 未収予想率(%) - 税率%)	粗収入 x 未収予想率(%)	粗収入 x 税金
B3	顧客台帳の更新	個別には便益算出ししない			
C	無収水・漏水管理・運営 合計				
C1	流量計の設置	個別には便益算出ししない			
C2	流量計の精度検定	個別には便益算出ししない			
C3	研修	個別には便益算出ししない			
C4	住民の啓蒙活動	個別には便益算出ししない			
C5	コンサルテーション費用	個別には便益算出ししない			

表 5-13 財務的便益の計算式 (2/2)

No.	コンポーネント	コスト削減		維持費削減	
		(3) 電力費削減	(4) 薬品費削減	(5) 維持費削減 (給水管)	(6) 維持費削減 (配水管)
A	コンポーネント 純損失水量対策 合計				
A1.1	給水管の更新	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	給水管修理単価(R\$) x 修理回避件数(件/修理件数) x 給水管更新量(箇所)	
A1.2	配水管の更新(給水管を含む)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	給水管修理単価(R\$) x 修理回避件数(件/修理件数) x 配水管あたり給水管修理量(km)	配水管修理単価(R\$) x 修理回避件数(件/km) x 配水管修理量(km)
A1.3	地下漏水探知による修理(給水管の更新)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	給水管修理単価(R\$) x 修理回避件数(件/修理件数) x 配水管あたり給水管修理量(km)	配水管修理単価(R\$) x 修理回避件数(件/km) x 配水管修理量(km)
A2	地下漏水探知				
A3.1	配水管の地上漏水修理	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)		
A3.2	地下漏水探知及び修理(配水管)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)		
A4.1	セクター化	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	給水管あたり漏水量(m3/Lig/年) x セクターあたり給水管数(Lig/km) x セクター平均延長(km) x 配水管 kmあたり給水管修理単価(R\$)	配水管あたり漏水量(m3/km/年) x セクターあたり配水管平均延長(km) x セクター化予定数(箇所) x 配水管修理単価(R\$)
A4.2	減圧弁の設置	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	給水管あたり漏水量(m3/Lig/年) x セクターあたり配水管平均延長(km) x 配水管 kmあたり給水管修理単価(R\$)	配水管あたり漏水量(m3/km/年) x セクターあたり配水管平均延長(km) x 減圧弁設置予定数(箇所) x 配水管修理単価(R\$)
A4.3	DMC	セクター化全体で計算。個別には便益算出ししない			
A4.4	プアスターポンプの設置	セクター化全体で計算。個別には便益算出ししない			
A4.5	プアスター地域の囲い込み	セクター化全体で計算。個別には便益算出ししない			
A5	無収水対策関連機器の調達	漏水対策全般をサポートするものであり個別には便益算出ししない			
B	見かけ上損失水量対策 合計				
B1.1	大型水道メーターの更新	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	
B1.2	小型水道メーターの更新	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	
B2.1	休止中の給水管調査	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	
B2.2	違法接続(盗水)調査	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	
B2.2	UMAの設置	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	
B2.3	合法化されたファベラへの給水管設置	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 電力費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	(回復水量(m3) - 販売可能水量(m3)) x 薬品費単価(R\$/m3)	
B3	顧客台帳の更新	個別には便益算出ししない			
C	無収水・漏水管理・運営 合計				
C1	流量計の設置	個別には便益算出ししない			
C2	流量計の精度検定	個別には便益算出ししない			
C3	研修	個別には便益算出ししない			
C4	住民の啓蒙活動	個別には便益算出ししない			
C5	コンサルティング費用	個別には便益算出ししない			

出所: "Manual de Premissas e Parametros Utilizados no Estudo do Programa de Perda"

- 配水管更新により漏水防止が図られ、対策をとらなかった場合に発生したであろう漏水量を回復水量と呼び、これを新規顧客への配水に向けることができる。その水道収入が(1)、下水道収入が(2)である。
- 回復水量のうち販売に向ける部分以外の水は、製造する水量を節約できる。この製造水量の減少に伴う電力費、材料費（薬品費）を削減することができる。(3)、(4)がこれにあたる。
- 配水管更新に伴い、漏水修理件数は減少する。配水管修理費用の削減が(5)、給水管修理費用の削減が(6)である。

回復水量の算出係数は、外部研究機関の研究データをもとに、SABESP の無収水担当が設定した。

5-5-4 財務的内部収益率

5 月下旬に JICA F/S 調査団は、SABESP から、「無収水削減およびエネルギー効率化プログラム」(PROGRAMA) (2009 年 5 月修正) についての財務分析資料を入手した。1 つは修正プログラムの費用便益計算であり、もう 1 つは円借款の予定金額を想定した資金計画 (2008~2013 年) である。これらの資料をもとに PROGRAMA の財務的評価を行った。

◆ 修正プログラムの財務的内部収益率 (FIRR)

予定されたすべての対策（真の漏水、見かけ上の漏水、管理）を考慮し、事業コンポーネント別に投資、費用を算定している。

事業コンポーネント別のコスト積算と、ベネフィット積算の根拠は修正前と変わっていない。2009 年から 50 年間に計算期間にして、各年の費用便益を展開し、12 % の割引率で現在価値に換算し、便益－費用のネットから純現在価値 (NPV) および内部収益率 (IRR) を算定している。

ここで計算されている IRR は、実際の財務計算に現れる財務的便益をもとにした財務的内部収益率 (FIRR) と見てよい。

便益計算のポイントは、回復水量をどれほど販売に回せるかを示す比率である。需要増加の予測から、販売可能性 75 % と 60 % の 2 つのケースで計算している。

販売可能性 60 % のケース 1 では、FIRR = 3.36 % である。SABESP の資金調達平均コストの 9 % より低い値であるが円借款の資金コストは上回る。

販売可能性 75 % のケース 2 では、FIRR = 15.28 % である。長期金利コストの 12 % を上回るの財務的な妥当性あるプログラムである。

表 5-14 財務的内部収益率 (FIRR)

	ケース 1	ケース 2
販売水量/回復水量 (%)	60%	75%
内部収益率 (IRR) (%)	3.36%	15.28%
純現在価値 (NPV) ('000R\$)	-266,934	76,438
便益計 (現在価値) ('000R\$)	1,808,720	2,152,092
費用計 (現在価値) ('000R\$)	2,075,654	2,075,654
投資(現在価値) ('000R\$)	1,730,809	1,730,809
費用(現在価値) ('000R\$)	544,845	544,845

出所：SABESP データをもとに JICA F/S 調査団作成。

◆ 修正プログラムの経済的内部収益率 (EIRR)

投資繰延べ効果の便益は社会的便益と考えられ、この便益を加えたものを経済的内部収益率 (EIRR) と呼ぶことができる (厳密な意味での EIRR は国民経済上の移転項目である税金等は費用・便益から控除する必要がないなどの調整が必要であるがここでは単純に投資繰延べ効果の便益を財務的便益に加えて計算した)。投資繰延べ効果の便益の現在価値は、112,333 千 R\$であり、EIRR は、ケース 1 で 4.48 %、ケース 2 で 27.84 %である。

◆ 資金計画 (2008-2013 年)

表 5-15 は、修正プログラムに基づく SABESP 全体のキャッシュフローを示している。前述の表 4-13 SABESP 長期資金フローに示したものと基本構造は同じである。「12. 投資」のところで Período JICA の金額が明示されている。投資額は 2011 年 13 億 R\$、2012 年 12.6 億 R\$、2013 年 12.8 億 R\$であり、そのうち「無収水プログラム」は 2011 年 3.6 億 R\$、2012 年 3.6 億 R\$、2013 年 3.0 億 R\$とそれぞれの年の投資額の約 30%のウエイトをもつことがわかる。

表 5-15 キャッシュフロー予算 (2008年～2013年)



SABESP
長期計画予算 2009年～2013年
キャッシュフロー予算 2008年～2013年

百万R\$

項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1. 繰越金	195	344	100	484	109	290
2. 業務収入	6,421	6,823	7,205	7,766	8,327	8,899
2.1 請求金額	7,115	7,525	8,188	8,829	9,509	10,185
2.1.1. ビジネスユニット	6,144	6,475	7,041	7,588	8,139	8,718
2.1.2. 分水(卸売り)	324	356	390	413	439	461
2.1.3. サンパウロ州	346	363	383	401	419	444
2.1.4. サンパウロ市	121	128	138	147	156	166
2.1.5. サンベルナルド市	180	202	236	280	357	396
2.2 未収金額	(195)	(252)	(323)	(351)	(395)	(447)
2.2.1. ビジネスユニット	(338)	(237)	(265)	(285)	(306)	(325)
2.2.2. 分水(卸売り)	(105)	(82)	(121)	(129)	(136)	(87)
2.2.3. サンパウロ州	244	32	35	39	42	-
2.2.4. サンパウロ市	(4)	53	49	49	36	-
2.2.5. サンベルナルド市	7	(18)	(20)	(24)	(31)	(34)
2.3 業務収入	6,919	7,273	7,865	8,478	9,114	9,738
2.3.1. ビジネスユニット	5,819	6,252	6,791	7,318	7,848	8,408
2.3.1.1. 普通収入	5,575	5,913	6,463	6,973	7,491	8,036
2.3.1.2. 公共機関からの収入	19	14	2	2	3	2
2.3.1.3. リスク契約からの収入	225	325	326	343	354	371
2.3.2. 分水	218	274	269	284	303	374
2.3.2.1. 上下水道	187	238	240	255	273	289
2.3.2.2. Precatórios	31	36	29	29	29	85
2.3.3. サンパウロ州	591	395	418	439	462	444
2.3.3.1 普通徴収	341	363	383	401	419	444
2.3.3.2 協定による徴収	221	-	-	-	-	-
2.3.3.3 一部協定による徴収	29	32	35	39	42	-
2.3.4. サンパウロ市	117	182	186	195	192	166
2.3.4.1 普通徴収	117	128	138	147	156	166
2.3.4.2 未収金回収	-	53	49	49	36	-
2.3.5. サンベルナルド市	188	185	215	256	326	361
2.3.6. Restituição de Vls Indevidos Cta Água	(14)	(14)	(15)	(15)	(15)	(15)
2.4. 契約リスクに伴う損害	(37)	(57)	(61)	(68)	(70)	(73)
2.5. 営業外収入	55	181	26	30	9	11
2.6. 控除	(516)	(575)	(625)	(674)	(726)	(778)
3. 業務費用	3,063	3,513	3,695	3,940	4,099	4,431
3.1 人件費	1,407	1,532	1,512	1,551	1,618	1,689
3.1.1 人件費	1,359	1,371	1,437	1,495	1,560	1,629
3.1.2 退職金上乘せ金	-	107	20	-	-	-
3.1.3 賞与引当金	48	54	55	56	58	61
3.2 資機材費	129	135	151	160	175	193
3.3 浄水資機材費	129	137	159	176	188	200
3.4 委託費	790	1,045	1,105	1,228	1,232	1,404
3.4.1 その他	721	992	1,051	1,174	1,180	1,352
3.4.2 無収水削減活動	69	52	53	53	53	53
3.5 電力費	473	517	590	636	686	730
3.6 一般管理費	135	147	178	189	201	214
3.6.1 水道料金受領業務	57	59	64	68	73	78
3.6.2 水道管理費用	17	26	44	48	51	54
3.6.3 その他	60	61	71	73	77	82
4. 粗利益 (2-3)	3,359	3,310	3,509	3,826	4,228	4,468
5. 一般管理費	645	897	963	1,057	1,191	1,294
5.1 社会貢献	154	207	222	244	279	309
5.2 法人税	400	558	596	657	750	832
5.3 エネルギー負担金	22	34	34	37	40	43
5.4 その他	35	65	65	58	60	63
5.5 税金調整金	34	33	35	36	38	19
5.6 退職者年金積立金	-	-	12	25	26	27
6. 業務利益 (4-5)	2,714	2,414	2,546	2,769	3,037	3,174



SABESP
 長期計画予算 2009年～2013年
 キャッシュフロー予算 2008年～2013年

百万R\$

項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013
7. 社会的経費	1,166	731	423	509	485	545
7.1 大口配当	561	133	157	189	177	206
7.2 小口配当	128	113	134	160	151	175
7.3 所得税	19	5	22	27	25	29
7.4 退職金	96	(14)	25	25	25	24
7.4.1 退職金支払い	108	121	127	133	139	142
7.4.2 退職金払い戻し金	(11)	(135)	(102)	(108)	(114)	(118)
7.5 コンテンジェンシー	362	494	85	108	107	111
8. 返済金	1,104	1,910	1,607	2,083	1,348	1,613
8.1 元本返済	626	1,316	938	1,379	712	973
8.2 利子及び手数料	529	612	688	724	656	661
8.3 外国に対する利息にかかる税金	5	4	4	4	4	4
8.4 利息収入	(56)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)
9. 税引き後利益 (6-7-8)	444	(227)	516	177	1,204	1,017
10. 資金調達	1,029	1,727	1,720	1,306	827	785
10.1 資金調達	645	792	1,013	856	827	785
10.1.1 JICA以外	645	792	703	417	496	503
10.1.2 JICA	-	-	310	439	331	282
10.1.2.1 オンダ リンパ	-	-	300	100	-	-
10.1.2.2 ビリングス湖	-	-	10	20	20	25
10.1.2.3 無収水管理	-	-	-	319	311	257
10.2 資金調達予定額	384	935	708	450	-	-
11. 余剰/不足 (1+9+10)	1,669	1,844	2,337	1,967	2,140	2,092
12. 投資	1,280	1,761	1,861	1,823	1,818	1,795
12.1 他企業での運用	4	-	-	-	-	-
12.2 投資	746	1,285	1,427	1,300	1,265	1,286
12.2.1 純投資	403	961	1,043	872	838	898
12.2.1.1 JICA以外	403	961	733	433	507	616
12.2.1.2 JICAプロジェクト	-	-	310	439	331	282
12.2.1.2.1 オンダリンパ	-	-	300	100	-	-
12.2.1.2.2 ビリングス湖	-	-	10	20	20	25
12.2.1.2.3 無収水管理	-	-	-	319	311	257
12.2.2 SABESP負担分	344	324	384	428	427	388
12.2.2.1 JICA以外	344	324	294	332	352	318
12.2.2.2 JICAプロジェクト	-	-	90	96	75	70
12.2.2.2.1 オンダリンパ	-	-	80	20	-	-
12.2.2.2.2 ビリングス湖	-	-	10	20	20	25
12.2.2.2.3 無収水管理	-	-	-	56	55	45
12.3 運用可能資金	530	476	434	523	553	509
13. 最終収支残高 (11-12)	388	83	476	144	322	296
14. サンパウロ都市圏貸借残高	45	(17)	(8)	35	31	16
15. 年度末残高 (13-14)	344	100	484	109	290	281

第6章 「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」の事業評価

6-1 事業コンポーネントの評価

本項では PROGRAMAMA の事業内容について、各ビジネスユニットにおける規模、実施エリア等のレビューを行い、実施の必要性、有効性ならびに優先度に対して妥当性の検討を行う。

2004 年から SABESP は無収水削減活動を本格的に実施している。PROGRAMAMA は SABESP の過去の実績を基に計画されている。本調査では、計画のコンセプトをレビューしながら PROGRAMAMA の妥当性を検証する。

6-1-1 配水管の更新&更生に係る開削・非開削の工法について

(1) 配水管の劣化管路に係る更新概念

下表は、M 総局の配水管の布設年度の集計であるが、1970 年以前に布設された 40 年以上の経年配水管路は 3,935 km である。記録不明の分も考慮するとおおよそ 30 % の比率で存在する。

経年という要因だけで、配水管の更新という選定を行うということは懸念が多いが、40 年以上の経年管に対しては水道機能の劣化回避について予防的な対策が必要である。

表 6-1 M 総局の配水管経年データ

年代	延長 (km)	割合 (%)
1950 年以前	341	2
1950～1960	1,400	8
1960～1970	2,194	12
1970～1980	7,027	39
1980～1990	2,237	12
1990～2000	1,153	6
2000～2001	206	1
台帳無し	3,647	20
計	18,205	100

属性が判明している 18,205 km ではこれだけの数値であるが、本来の配水管の延長は 28,000 km であるのでその数値はさらに増大するともいえる。

表 6-2 管種、口径別延長

項目	延長 (km)	口径 (mm)				材質					
		75 まで	100	125～200	200 以上	鉄	铸铁管	PVC (铸铁管との接続用)	PVC	黒ポリエチレン	アスベスト・セメント
計	28,000	18,500	3,000	3,400	3,100	250	18,500	100	8,000	250	900
(%)	100	66	11	12	11	1	65	1	29	1	3

2008 年資料では、表 6-1 及び表 6-2 のような口径と材質の比率で管路が布設されているが、特記されなければならないのは石綿管の存在と、铸铁管の 75 mm 以下の存在の多さである。石綿管と 75 mm 以下の铸铁管は優先的に更新する必要がある。

(2) 配水管の更新の評価

● 計画数量に係る評価

Período JICA での配水管布設替えの数量の妥当性について検討する。下表は無収水削減のために必要と判断された M 総局の配水管の概要を示す。28,000 km に対して 4,299 km の延長を問題が多い対象の管路と設定している。

表 6-3 管種、口径別延長

ビジネスユニット	布設予定の配水管延長 (km)	布設・更新の必要性が高い地域	
		(km)	%
MC	5,800	1,021	18
MN	5,200	601	12
MS	5,500	908	17
ML	5,800	693	12
MO	5,700	1,076	19
計	28,000	4,299	15

4,299 km の範囲から 708.0 km (16%)の選別を行い、且つ全体プログラム数量 2,399 km の範囲から 708.0 km (30%)を選別する必要がある。

4,299 km に対して布設替えの対象とならない管路の 1,900 km は自己資金での LIMPEZA E REVESTIMENTO – Métodos Não-Destrutivos : 管路更新 (更生・内面清掃&ライニング) 等を行う予定である。PROGRAMA 全体では、以下の表のような数量に関して管路の更新を行う。

表 6-4 布設替え延長

UNs	全体プロジェクト
M 総局	2,399km
R 総局	1,206km

配水管更新方法は、以下の表に示す方法を主体として行っており、技術的な根拠として、ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas に準拠した SABESP の基準 NTS 030、NTS 031、NTS 032 によって技術の保証を行うというものとなっている。

表 6-5 SABESP における更新の方法

SUBSTITUIÇÃO OU REFORÇO – Métodos Não-Destrutivos	配水管布設替え(非開削) ²
SUBSTITUIÇÃO OU REFORÇO – Métodos Destrutivos	配水管布設替え(開削)

● 計画数量に係る評価

PROGRAMA の配水管のリハビリテーションは、配水管の布設替えを主体として行う。表 6-6 は、2008 年の配水管布設替えの実績に記載しているが、予定数量 98,000 m に対して、42,114 m の出来型となっている。

MS と ML の入札の不具合により着手できなかった数量を勘案すれば、概ね 100 km の施工の能力は十分信頼できる。プログラム期間の年平均の施工延長は、247 km であるので 250 %の工事数量に当たるが、2009 年～2010 年の準備以降期間において施工能力を確保することは十分可

² スクレーピング&ライニングを含む工法(更生&ライニング)を Renovação (Renovation)といい、日本の水道用語でいう配水管布設替えは Substituição (Replacement)とこのプログラムでは定義している。

能な数量である。

表 6-6 配水管布設替えの実績（2008 年）

ビジネスユニット	MC	MN	MS	ML	MO	Total
配水管の布設替え	14,926m	14,467m	0	0	12,771m	42,114m

● 実施工法に係る評価

SABESP の 2004 年から活発化している施設更新・更生のプログラムについては、『Programa de Desenvolvimento Operacional 2008 年』より、M 総局の活動概要が観察できる。表 6-7 に記載されているように、リハビリテーションは更生工事（更生&ライニング）、更新工事（布設替え）、補強・増径といった概念で分割されている。今回 2011 年から実施される更新の対象は Substituição と呼ばれる管路の布設替えの部分を範囲としている。更新及び更生の工事の方法については、開削工法と非開削工法に分類できる。

表 6-7 更新及び更生工事の方法

非開削工法	更生工事	ショットブラストエポキシ樹脂ライニング工法
	更新工事	パイプバースト置換工法
開削工法	更新工事	開削による布設替え工法

非開削工法の種類が採用されている理由として、都心部は広範囲な開削が大きな制限を受けており、表 6-7 に示す工法についての長所、短所を組み合わせる工法の採用としている。

サンパウロ市では条例によって非開削による工法（MND）が義務付けられている。（Decreto no.46,921,18/01/2006） この布設替えについては、パイプバースト置換工法（Pipebursting Method, MND の工法の一つ）が推奨されている。



写真 6-1

左は圧壊装置、中はポリエチレン管の挿入状況、右は圧壊完了部分の状況である。

(3) 水道メーターの継続的取り替えの評価

水道メーターの交換については、2004 年度からある程度の数量をもって交換が行われてきたが、2011 年度から本格的に交換業務に着手することとなる。

水道メーター及び給水装置に対する仕様書は NTS 181 に詳細に記されており、Y (00)から M (11) まで用途に応じて分類されている。また NTS 181 には Class B と Class C についての仕様が記載

されており、最も多用される口径について差異を記載する。さらに、2009年1月から、UMAに設置される水道メーターはClass YまたはClass Aがおもに使用されている。

表 6-8 水道メーターの仕様

呼番号	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
記号	Y	A	B	C	D	E	F	G	J	K	L	M
Qm(m ³ /h)	1.5	3	5	7	10	20	30	300	1,100	1,800	4,000	6,500
Qn(m ³ /h)	0.75	1.5	2.5	3.5	5	10	15	15	30	50	150	250
Class	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
交換年数	8	8	5	5	5	5	5	3	3	3	2	2

水道メーターの交換が、検針の水量（見かけ上の損失水量）回復にどの程度寄与するかを検討している。下表に示すように、総数として 256,539 個のサンプリングを行い、前年度の検針水量と比較した水道メーター管理システム (SGH) の解析によれば、更新された水道メーターは、1メーター/月あたり 1.93 m³ の検針水量の増加（回復水量）が確認できている。

表 6-9 メーター交換による回復水量

	交換メーター数	更新前検針水量(m ³)	更新後検針水量(m ³)	差異	回復水量(m ³ /m)
MC	60,758	1,099,980	1,203,564	103,584	1.70
MN	23,538	407,670	462,282	54,612	2.32
MS	81,376	1,307,748	1,425,810	118,062	1.45
ML	62,290	820,690	957,208	136,518	2.19
MO	28,577	823,798	908,263	82,465	2.89
M (平均)	256,539	4,459,885	4,955,127	495,241	1.93

サンパウロ州技術調査研究所 (Institute de Pesquisa Tecnologicas-IPT) は、SABESP からの委託調査として小口径水道メーター、タイプ Y およびタイプ A のメーター不感率に関する調査を行った。また IPT は、SABESP の SGH のデータから、1,255 個の水道メーターのサンプリングを行い、不感水量率を算出した。表 6-10 に IPT の調査と SABESP のデータからの分析の比較表を示す。

表 6-10 不感水量率

ビジネスユニット	不感率	
	SGH	IPT
MC	13.8%	17.0%
MN	12.0%	17.0%
MS	14.0%	18.0%
ML	16.2%	19.0%
MO	11.6%	16.0%

(4) 施工品質保持と施工監理実現に係る評価

水道の円滑な運営、運用については、プラント施設、管路を主体としたネットワーク管理、需要者の要求を満足させる水道機能の提供が不可欠である。今回のプロジェクトにおいても、適正な施設の建設に基づいて保安全管理と運転管理を包括した維持管理が行われる。

施工に関しては、限られた期間内に要求を満足させる施工の品質の提供と、それを実現させる

ための施工の監理のノウハウの有無、度合いが重要な要件となる。

● 施工監理能力の向上

施工監理の能力のキーワードとなるのは裏打ちされた技術（指導力）の提供、保障、実践でありそれらを総合管理する技術力（人材）が求められる。それら施工監理力は継続的に段階的技術力の向上を目的として行われる人材育成、研修等によって培われる。

SABESP には、ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas に準拠した SABESP の基準（標準技術基準）NTS が 001～284 まであり、これらをもって技術力保持の基盤としている。

表 6-11 SABESP の標準技術基準の抜粋

Nº do Doc.	Data Doc.	Título do Doc.	Palavras Chave
NTS 001	Ago 2001	Obras Lineares Executadas pelo Método Subterrâneo com Anéis Segmentados de Concreto - "Mini Shield"	mini-shield; obra linear; obra subterrânea;
NTS 003	Dez 1997	DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio	Análise físico-química; DBO; Esgoto;
NTS 004	Mai 1997	DQO - Demanda Química de Oxigênio	Análise físico-química; DQO; Esgoto;
NTS 005	Jun 1997	Óleos e Graxas	Análise físico-química; Esgoto; material solúvel em n-hexano; óleos e graxas; Lodo;
NTS 006	Jun 1999	Fenóis - Método colorimétrico para águas residuárias	Água; Análise físico-química; Esgoto; Fenol;
NTS 007	Fev 2003	Fósforo - método colorimétrico com ácido ascórbico para águas residuárias	Análise; Fósforo; Método colorimétrico;
NTS 008	Jun 1999	Turbidez	Turbidez; Água; Análise físico-química;
NTS 009	Ago 2001	Cobreto	Análise química; Cobreto; Água; Esgoto;
NTS 010	Mai 2001	Determinação de Ferro Total: Método da 1,10 Fenantrolina	Ferro; análise;
NTS 011	Fev 2003	Determinação de Alumínio - Método Colorimétrico Eriocromocianina R	Alumínio; Análise; Método colorimétrico;
NTS 012	Dez 2001	Análise de Oxigênio Dissolvido (OD) - Método Eletrométrico	Análise; Método eletrométrico; Oxigênio dissolvido;
NTS 013	Jun 1999	Sólidos	Análise físico-química; Resíduo sólido; Esgoto; Água;
NTS 014	Dez 2005	Coliformes Totais e Termotolerantes - Método de membrana filtrante	Coliforme; coliformes; cortagem; determinação; Membrana filtrante;

● 施工高品質保持の能力向上

施工品質の向上と保持については、民間技術の企業啓発的などところに負うところが多い。しかし SABESP には、工事施工の人的・企業的技術力の向上を推進する研修は決して多くは無い。2011 年からの本格事業始動を踏まえて、残された期間内で研修の実施のための制度を構築し、早急に研修コースをローリングさせる必要がある。

現在、EFICAZ プロジェクトにおいて研修コースが立ち上げられているので、これとの相互連携を行い、官民を問わず施工及び施工管理能力のための研修に強化する必要がある。

6-2 5 項目事業評価

(1) 妥当性：PROGRAMA は以下の理由から、円借款としての妥当性が高いと判断できる。

- 上位目標・プロジェクト目標は、ブラジル国、サンパウロ州の開発政策に合致している。

サンパウロ州人口は 4,000 万人で、ブラジル国人口の約 20 % を占める。人口増加に伴う水供給不足が深刻な問題となっている。しかしながら、新規の水源開発は環境への負荷およびサンパウロ大都市圏近郊に良好な水源が少ないことから困難である。

したがって、PROGRAMA 実施によって、サンパウロ州内で 2,600 万人へ給水している

SABESP の配水網における漏水が最小化され、水供給施設の運営維持管理能力が向上することにより、サンパウロ州の限られた水資源の効率的な利用と保全が期待できる。

- 日本の援助重点課題・JICA 国別援助実施計画と整合している。

日本の ODA 中期政策では、人材育成・知的支援、地球環境規模の取組（環境保全）などが重点課題として位置付けられている。環境分野は、我が国の外交最重要課題の 1 つでもある。ブラジル国に対する JICA 国別事業実施計画（2002）においても、環境保全および是正格差のための地域振興、社会開発は重点分野として位置付けられている。さらに JICA 課題別指針（自然環境保全）では、地域住民による自然資源の管理能力向上、生物多様性の高い地域・生態系の保全は重点項目として挙げられている。PROGRAMA の目標である水資源の効率的な活用と保全は、これらの重点分野・重点項目の一環をなすものである。
- JICA 国別事業実施計画（2002）において次のように基本方針が述べられている。
 - ① 民間部門を初めとした多様な開発の担い手間のさまざまなレベルでの協力・交流は、二国間の経済関係緊密化、両国の利益につながる。（両国の利益）
 - ② 貧困や格差の是正は、ブラジルが抱える大きな課題の一つであるが、保健・医療セクター等においては同国で積極的な施策が採られ、開発支援を行う市民社会も育ってきている。こうした社会関連セクターへの協力から、日本も学び、また日本からは公正を重視する考え方を伝え、両国が共有しうる価値観に基づくモデル施策として内外にアピールすることができれば、両国共同の国際貢献となる。（両国の利益、国際益）
 - ③ 地球規模の環境保全、食糧生産等の課題は、国際社会の取り組むべき重要な課題であり、人類全体にとっての意義が大きい。（国際益）
 - ④ 協力の成果を、他のポルトガル語圏、スペイン語圏へ移転・普及することにより、さらに大きな効果を期待できる。（国際益）
- 他のプロジェクト（他ドナーや日本の援助）と整合している

日本の援助では、無収水技術協力プロジェクト（EFICAZ プロジェクト）は、PROGRAMA の目的と整合している。EFICAZ プロジェクトの成果を、継承発展する形でシナジー効果が期待される。有償協力と技術協力の連携を図ることは日本の ODA 政策とも合致する。

他ドナーも先に述べたようにサンパウロ州においては世銀、米州開発銀行などがプロジェクトを展開している。PROGRAMA は他ドナーのプロジェクトと整合している。
- SABESP の抱える経営施策のなかで優先順位が高い

SABESP 長期計画の中で、PROGRAMA は重要な位置づけがなされている。
- 日本の技術の優位性

EFICAZ プロジェクトで示した日本の技術力は評価されており、PROGRAMA の策定過程で技術移転された知識を随所に生かしている。優位性ある無収水管理の分野の案件への円借款の妥当性は高いと判断される。

- (2) **有効性**：PROGRAMA は、以下の理由により有効性が高いと判断される。
- PROGRAMA の目標は「SABESP の無収水管理能力が向上する」であり、目標達成度を測る指標は下記の通りであり、PROGRAMA の目標・指標共に明確かつ適切である。
 - ① 無収水率
 - ② 給水管当たり無効水量
 - PROGRAMA は、15 のビジネスユニットを統合するプログラムであり、SABESP の無収水管理に関する優先課題を解決するために重要な位置を占める。
- (3) **効率性**：この PROGRAMA は、以下の理由から効率的な実施が見込める。
- PROGRAMA 目標を達成するための個別計画は、各ビジネスユニットにて現場の事情に即した形で立案されている。
 - 2009 年、2010 年の準備期間に、無収水に関する情報管理システムが整備され、本部でプロジェクトの実施運営管理が容易に行うことができる体制が整う。
 - 管理職員および技術職員の能力向上のために、EFICAZ プロジェクトの成果が期待されるほか、コンサルティングサービスが準備されている。PROGRAMA の実施により、SABESP が無収水の原因を突き止め、効果的な対応策を検討・実施する能力を身に付けることにより、持続可能な水道事業運営が可能となると考えられることから、PROGRAMA のアプローチは妥当かつ効率的と評価できる。
- (4) **インパクト**：本プロジェクトのインパクトは以下のように考えられる。
- 無収水問題は、重要経営課題であり、PROGRAMA は 11 年をかけてこの課題解決に取り組むものである。投資計画のなかでの PROGRAMA のシェアの大きさから、その経営全体に与える影響の大きさを読み取れる。PROGRAMA は経営効率化の一環とも位置づけられる。PROGRAMA が SABESP の経営の持続性に与える影響は小さくない。
 - 無収水に係る技術協力プロジェクト（EFICAZ）の成果をもとにシナジー効果が期待される。
 - 違法接続対策、ファベラ対策は社会的な影響を与える。
- (5) **自立発展性**：PROGRAMA の自立発展性については大きな問題はない。
- SABESP は従業員を約 17,000 人抱える大規模な事業体である。PROGRAMA の実施体制は、有能なスタッフにより組織されている。
 - SABESP は、サンパウロおよびニューヨークの株式市場に上場している株式会社であり、経営は安定しており、外国からの資金調達も安定的財源としている。SABESP の財政によりおよび新規事業に対する投資費用をまかなっている。PROGRAMA 終了後も、運営維持管理費が確保され、継続して無収水対策にかかる活動が実施されることが見込まれる。

第7章 円借款対象プログラムに係る提言

PROGRAMA 中の 2011～2013 年 (Período JICA) が、円借款事業として妥当性を持つためにとるべき方策を以下のように提言する。

7-1 無収水管理システム (Sistema de Gestão de Perdas - SGP) の構築

SABESP の無収水削減活動における課題の 1 つは、「基礎的対策」が十分でないことである。SABESP は、データバンクをベースとした大規模なデータを保持しているが、無収水対策に活用する場合、使い勝手が悪いといった実情がある。すなわち、マッピング (管路図)、配水量及び使用水量が配水セクター単位で整備されていないこと、漏水事故発生データ及び顧客クレーム (データは整備されてきた) が無収水対策と結びついていないこと、管の経年状況 (管種、口径、布設年度、延長) がデータバンクから容易に取り出せないことなどがあげられる。マッピングにしても、SIGNOS により管路図は読み取ることは可能であるが、無収水対策に必要な図面を作成することはできない。

SABESP は、移行期間において、統合無収水削減プログラム (PROGRAMA) の実施に合わせ、現在オペレーションされているシステム (SIGNOS、SIGAO、SGH、SGE、SGO、SGL、SRH、Novo Scoa) を活用し無収水削減のために使用できる新たな無収水管理システム (Sistema de Gestão de Perdas - SGP) の構築を計画している。本システムは、自己資金によるもので、期間は 30 ヶ月、委託業務として 2009 年度中に契約される予定である。

本システムの業務スコープは 2 つの成果から成り立つ。

第 1 の成果は：

- 無収水削減活動管理のため、他のシステムの結果と相互補完する専門システムの構築
- 必要なデータをデータバンクから容易に取り出せるシステムの作成
- 水運用管理及び無収水管理報告書の標準フォームの作成
- 各ビジネスユニットと中央管理局 (Diretoria) との情報の共有システムの構築
- 研修
- SGP に対応するソフトウェアの開発
- 各ビジネスユニットの無収水削減活動の検証支援
- 各ビジネスユニットの無収水活動優先プロジェクトの設定支援

第 2 の成果は：

SABESP 統合無収水削減計画 (PROGRAMA) のために、マネージメントシステムを構築することである。このシステムは SPI (Sistema de Gestão do Planejamento Integrado) と呼ばれる。業務スコープは以下のとおりである。

- 計画プロセスのレビュー支援
- マネージメント計画作成のための必要情報収集システムの構築
- 情報共有のためのシステム作成 (WEB やグラフによる)。プログラムの投資と経費、プログラム実施に伴う監理のための成果確認等

- プログラム実施の予算、調達、契約、出来高管理、運営管理、人材育成等のデータ整理支援等

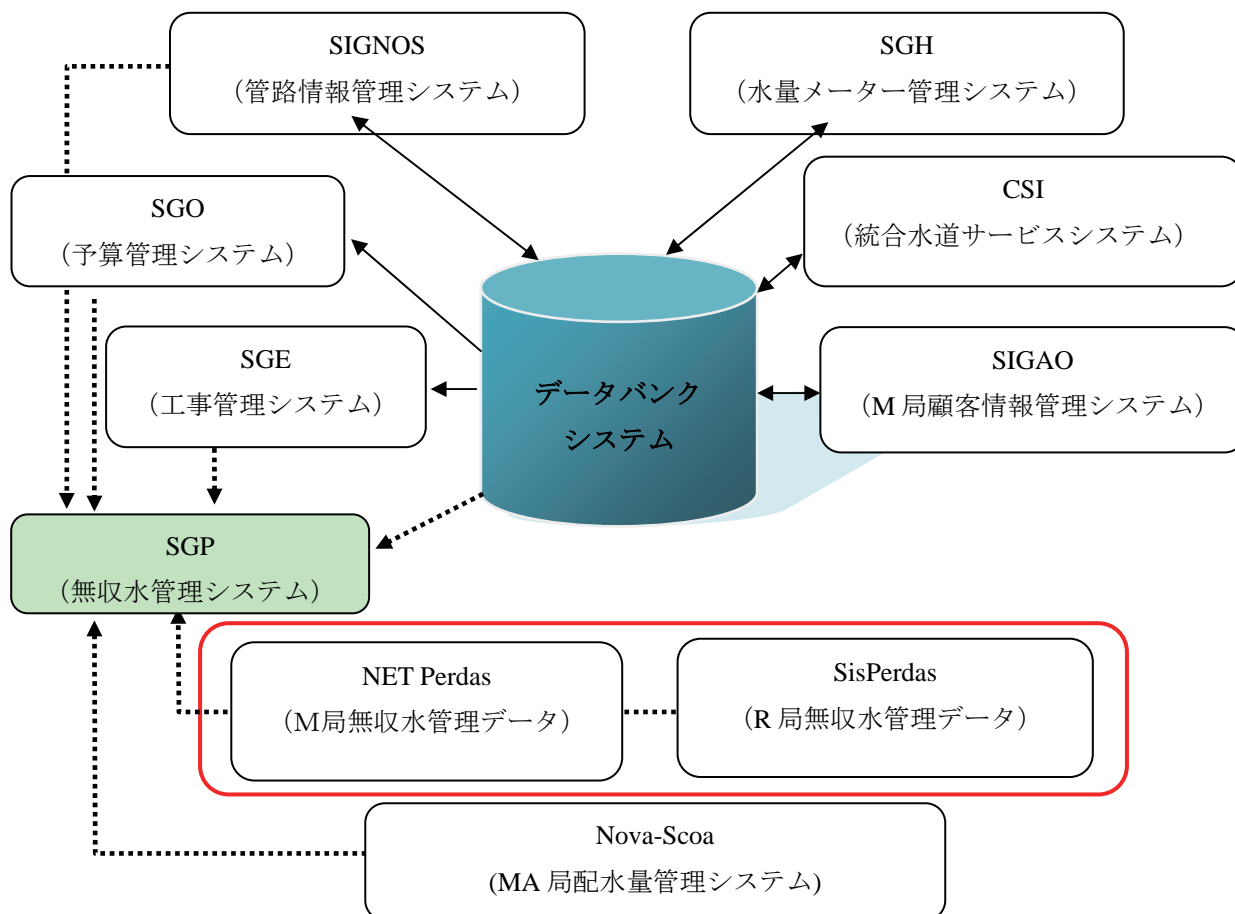


図 7-1 SABESP 情報管理システム (SGP)

本プログラムによる「無収水管理システム」の構築は、今後約 10 年の集中的な更新事業及びその後の継続的な維持管理システムの確立も目的としている。

7-2 EFICAZ 技術協力プロジェクトとの連携

本 PROGRAMA において、最も懸念される課題は、施工の質を低下させずに実施できるかという点と、SABESP 職員による十分な施工監理ができるかという点に集約できると考える。SABESP がすでに指摘しているように、漏水の大きな原因は、①管の品質の悪さ ②給水装置の構造上の問題 ③工事の質の悪さ ④工事労働者の質の悪さ ⑤管の外部条件（埋設深、土壌、地下水位、交通量等）などがあげられている。そこで本プログラムの活動実施が 2011 年に延びたことより、SABESP と JICA F/S 調査団は、この 1 年半の期間を大いに活用し、「無収水管理システム (SGP)」の構築と施工業者の施工方法及び SABESP 職員の施工監理技術の向上を目指すことを確認した。EFICAZ プロジェクトの目標は、研修及び OJT を通じた無収水管理の人材育成、

技術移転である。EFICAZ プロジェクトを通じた施工業者の施工能力及び SABESP 職員の施工能力の向上に活用する。

また EFICAZ プロジェクトは、単に施工方法や、施工監理の研修を行うだけでなく、無収水対策は水道事業の総合マネジメントであるとの理念に基づき、無収水対策の手法・考え方を全ビジネスユニットに普及させることを目指している。現在は各ビジネスユニットからの計画が提出されて、その計画を統合することで、本 PROGRAMAMA が形成されている。しかしながら現時点での計画は大枠を定めるものである。移行期間のうちに、EFICAZ プロジェクトで得た知見を、各ビジネスユニットに対し、優先プログラムの順位付けのクライテリア、配水管更新地点の選定方法、地域条件を勘案した計画の策定、維持管理にかかる継続的活動の重要性、削減活動の成果に合わせた次のステップの活動計画などに活用していくという方針である。

具体的な連携として、「施工の質」については、ブラジルの体質として工事数量が多くなれば品質の低下をまねく傾向がある。どのように施工の質を均一化し、施工監理を 15 ビジネスユニットで標準化できるかは大きな課題と考えている。これは工業者に熟練した労働者が不足していること、SABESP に施工監理に従事している職員が不足していること、施工監理マニュアルが統一していないことに起因している。EFICAZ プロジェクトにより施工ハンドブック（工事現場で容易に使うことのできる施工マニュアル）の作成と施工方法の研修、SABESP 職員の施工監理の訓練を行う。

施工の品質保持については、民間技術の企業啓発に負うところが多いといえる。しかしながらブラジル（SABESP を含め）では、工事・施工の人的・企業的技術力の向上を推進する研修、技術セミナー、技術指導等が概して行われていないのが現状である。2011 年からの本格的事業開始を踏まえて、残された期間での研修実施のための制度を構築し、早急に研修コースを実現させる必要がある。

施工監理能力のポイントは、裏打ちされた技術、マネジメント、実践であり、それらを総合する人材が求められる。それら施工監理能力は、継続的に段階的技術力の向上を目的として行われる人材育成、研修、OJT によって培われるものである。

現在、EFICAZ プロジェクトにおいて研修コースが立ち上げられているので、この EFICAZ プロジェクトとの連携を強化して、官民を問わず施工及び施工監理能力向上のための研修を強化すること提言する。

7-3 持続的効果の向上

(1) 維持管理業務の永続性

SABESP において無収水対策が注目され実質的に予算がついて活動が開始されたのは、2004 年からである。その成果を基に PROGRAMAMA により大きな投資がなされることにつながった。

しかしながら、無収水対策は水道事業の総合マネジメントであり、プロジェクトが終了した

段階で完了するものではない。維持管理業務は永続的に続くものであり、そのためプロジェクト終了後の活動を見据えた上での長期整備計画を策定しておかなければならない。

漏水探知のための定期的なパトロール体制の構築と実施、配水管の耐用年数を勘案した計画的管路更新計画、8年ごとの水道メーターの交換計画、また PROGRAMAMA で対象外とされた地域への対策も含まなければならない。さらに PROGRAMAMA の実施中にも、SABESP の基準、使用に対応した材質の採用、地域特性に即した適性技術の採用、更新した配水管及び給水管のデータ化、地下漏水探知技術の習熟、施工方法の改善、委託業者の施工技術の研修、SABESP 職員の施工監理研修等、多くの課題を、本プログラム実施中に習得し、実施後の持続的効果の向上を目指さなければならない。

(2) モニタリング

PROGRAMAMA 実施中には、多くの活動を同時に実施することになるが、各活動の成果の発現を定期的に検証し、どの活動がどの程度、無収水の回復に寄与したかを定量的に確認し、それ以降の指標の設定に生かすことが必要である。

(3) 無収水削減率の時系列モニタリング

マクロ流量計設置が、Período JICA では 282 基、PROGRAMAMA 全体では 803 基予定されている。この流量計の設置に関連して、セクター化が、PROGRAMAMA では 302 セクター、DMC は 1,591 区画完成することとなっている。

Período JICA の完了後には、リアルタイムな水量モニタリングシステムにより最少ネットワークの DMC 単位で無収水の現況が把握できると期待できるが、2019 年を待つことなく早急に設置、活用することが必要である。

現在の指標である IPDt は、検針水量（消費水量）と配水量の比較から無効水量率を算出しているが、この指標だけでは管網の劣化度合いをすべて反映できるとは言い難い。

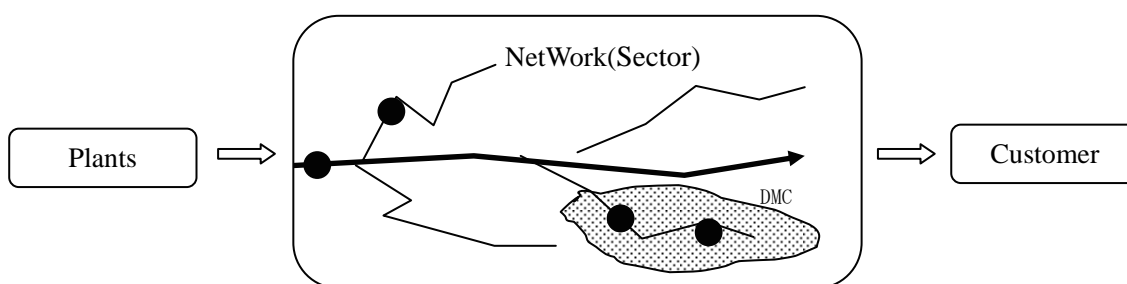


図 7-2 ネットワーク内セクター、DMC 関係図

上図は、流量計の設置（●印）とセクターと DMC の関係を図示したものである。803 基の流量計は、概ねセクターの測定を対象に設置されるものと想定される。ここに設置される流量計等により収集される水量モニタリングデータを間断なく活用し、PROGRAMAMA の進捗と同時に成果の発現を検証しながら削減活動を行うべきと考える。

拠点とするデータの収集方法は種々考案できるが、経費の少ない方法で統一された方法でデー

タ収集・解析されるのが望ましい。15 ビジネスユニットでは、一部の地域において下図に示す水量モニタリングシステムを活用しているビジネスユニットもある。

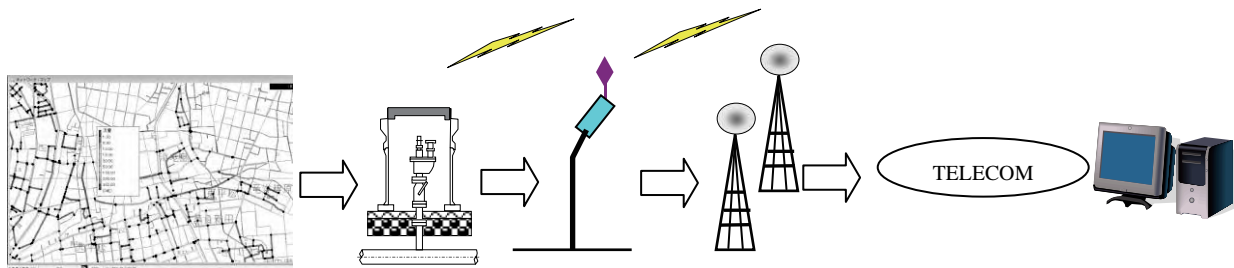


図 7-3 ネットワークモニタリングイメージ

次年度あるいは次の段階で実施される削減のための概略活動計画において、必要であれば任意のポイントにおいて、大胆な調整、微細な修正を加え活動計画の見直しも含めながら削減率(削減総体量)の効果的発現を策定する必要もある。

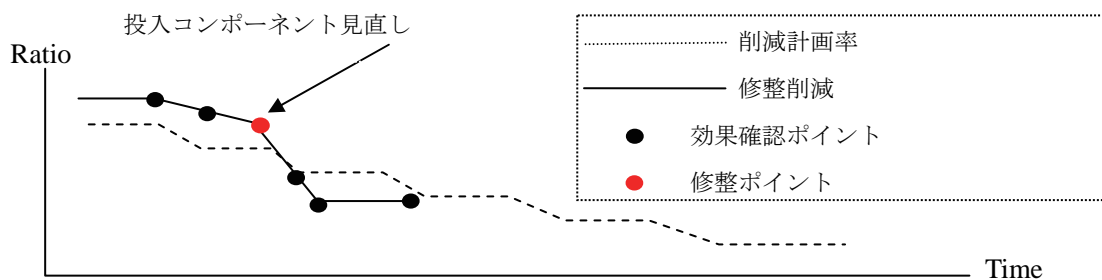


図 7-4 削減率、削減量モニタリングによるアクションプラン再構築

(4) プロジェクト財務管理

無収水管理に関する管理会計システムの構築を提案する。2011 年の事業開始までにシステム構築を完了していることが理想的である。提案理由を次に述べる。

- ① プロジェクトの財務的妥当性を内部収益率などで推定したが、無収水防止による回復水量の販売などいくつかの前提に基づく試算であり、実際の財務的収支としてどのような数字の変化があるかモニタリングする必要がある。
- ② プロジェクト成果のモニタリングを四半期ベースで行うことで無収水の管理を行うことができる。ニューヨーク証券取引所上場企業は、四半期ごとの事業報告を義務付けられており、重要プロジェクトである無収水管理プロジェクトの財務的成果の報告は欠かせない。
- ③ 2009 年～2010 年の準備期間に、既存データベースをもとに無収水管理システムの構築がなされようとしている。このシステムの中に財務的データも取り込んで、総合的な無収水管理ができる体制にすることができる。すでに無収水管理システムのコンサルタントの調達は手続が進められているので、財務的な要素を組み込むことができないことも想定される。

(5) モニタリングデータによる管網解析及び最適化

移行期間に稼働する SGP システムの中で、それらで得られた結果は、無効水量の現状を把握することだけでなく最適なネットワークの構築に資するものでなくてはならない。

モニタリングされるデータの活用方法について提案する。

ネットワーク内外には、最適化のために減圧弁、ブースターポンプの効率的な運用が必要とされる場合が想定される。ここで収集されたデータ（セクター、DMC 単位の継続的、瞬時的データ）の有効的な活用方法が重要であると考える。

① Qmn（夜間最少流量）による無効水量（漏水量）の近似値の算出によるネットワーク評価：
 任意の流入点に設置され、そこから得られる流量データの特に分断された夜間最少流量（Qmn）は、総合的な無効水量の判定指標となる。

これについては、EFICAZ プロジェクトで Qmn と Qd（漏水量直接測定）の関係を解析しており、いくつかのサンプリングにより Qmn から Qd に近似する数値を算出する多変量解析式を導き出す予定とのことである。

② セクター化、DMC 化のための水理シミュレーション：

セクター化のための流量計設置による流量データは、水道の 70 % 以上の情報を含んでいる。ある程度の幹線における流量データが収集できれば、そのセクター化あるいは DMC 化が適正であるか否かを実際の設定前に検証することができる。

また、プライオリティ・グループでは、暫定的なセクターの流量データを事前に収集し、それによる管網解析を行うことにより、需要量の変動による管路の増強・増径、バルブの開度、ブースターポンプの能力、減圧弁の設定値等の詳細設計の資料とすることができる。

下図は、EPANET による既存口径別の水圧の解析表示である。



図 7-5 解析前管網（左図）と水圧解析による表示（右図）