

円借款事業事後評価報告書

ブラジル

チエテ川流域環境改善事業

評価者：オフィスみかげ合同会社

稲澤 健一

調査期間：2009 年 4 月～7 月

1. 事業の概要と円借款による協力



事業地域の位置図



河川改修後のチエテ川

1.1 背景：

ブラジル南東部に位置するサンパウロ都市圏¹は、人口約 2,000 万人を抱えるサンパウロ州の経済・産業の中心地である。本事業実施前には、同都市圏の中心を貫流しているチエテ川では毎年洪水が発生し河川沿いの国道が遮断、居住・商業地域においては人的・経済的被害が際立っていた。その支流のカブス・デ・シマ川においても豪雨時の洪水被害が大きく、両河川の洪水防止事業の必要性が高まっていた。同時に、同都市圏では人口の集中・産業の発達に伴い、新たに水源を確保し上水供給の安定化を進める必要性も高まっていた。

1.2 目的：

サンパウロ都市圏を貫流するチエテ川、その支流のカブス・デ・シマ川において河川改修及びチエテ川上流域にダムの建設等を行うことにより、洪水防止による被害の減少及び安定した水供給を図り、もって同都市圏の生活環境の改善及び地域経済の成長に寄与する。

1.3 借入人／実施機関：

サンパウロ州水・エネルギー公団（Departamento De Águas E Energia Elétrica : DAEE）（サンパウロ州政府保証）／サンパウロ州水・エネルギー公団（DAEE）

¹ 標高 715～900m の台地に位置し、年間平均気温は約 20℃、年間降水量は 1,400～1,500mm である。雨期と乾期に分れており、降水量の約半分は雨期（例年 12 月～3 月）に集中している。

1.4 借款契約概要：

円借款承諾額／実行額	494 億 2700 万円／493 億 8600 万円
交換公文締結／借款契約調印	1993 年 3 月／1995 年 7 月
借款契約条件	金利 5.0%（コンサルタント部分は 3.25%）、返済 25 年（うち据置 7 年）、一般アンタイド
貸付完了	2006 年 7 月
本体契約（10 億円以上のみ記載）	Camargo Correa ・ Constran S/A(JV) ／ Carioca Christiani-Nielsen Engenharia S/A ／ Constran S/A Construcoes E Comercio ／ Construcoes E Comercio Camargo Correa S.A. ・ Enterpa Engenharia Ltda. ・ Serveng-Civilsan S.A. Empresas Associadas De Engenharia(JV)／Constructora Andrade Gutierrez S.A. ・ Companhia Brasileira De Projetos E Obras (JV) ／ Constructora Andrade Gutierrez S.A. ・ Mape S/A-Construcoes E Comercio (JV) ／ Construtora Oas Ltda. ・ Carioca Chistian-Nielsen Engenharia S/A ・ Mendes Junior Trading E Engenharia S.A. (JV)／Construtora Oas Ltda. ・ Enterpa Engenharia Ltda.(JV) ／ Construtora Queiroz Galvao S.A. ・ CBPO Engenharia Ltda. ・ Construcap Ccps-Engenharia E Comercio S.A. (JV) ／ Primav Construcoes E Comercio／Construtora Triunfo S/A *すべてブラジル企業
コンサルタント契約（1 億円以上のみ記載）	Enger Engenharia S/C Ltda. ・ Promon Engenharia Ltda. ・ 中央開発(株)(JV)／Enger Engenharia S/C Ltda. ・ 中央開発(株)(JV)／Maubertec-Engenharia E Projetos Ltda.／Projectus Consultoria S.A. ・ Bureau De Projetos E Consultoria Ltda.(JV) ／ Themag Engenharia E Gerenciamento Ltda. ・ Vetec Engenharia S/C Ltda.(JV) * 本邦企業以外はすべてブラジル企業
事業化調査（フィージビリティ・スタディ：F/S)等	(1992 年) フェーズ 1 F/S ：サンパウロ州エネルギー・衛生局 (1998 年) フェーズ 2 F/S ：DAEE

2. 評価結果（総合レーティング：B）

2.1 妥当性（レーティング：a）

2.1.1 審査時点における計画の妥当性

ブラジル連邦政府は 1991 年より約 5 年かけて水資源関連政策の枠組みである国家水資源管理システム（SINGREH）を策定した。その中で環境問題に係る法整備の必要性や水資源の重要性等を謳っていた。一方、サンパウロ州政府は 1968 年に水の安定供給や洪水制御等を目的とした多目的水資源開発計画「HIBRACE 計画」を策定した。1990 年には、サンパウ

ロ州の水資源政策及び水資源管理の実施に関する「水資源州計画」が策定され、都市圏の人口増や産業開発に伴う水源の確保・水利用に関連する施策、治水施策等が重要視されていた。

サンパウロ都市圏を貫流するチエテ川及びその支流であるカブス・デ・シマ川では、河川の流下能力が低いため豪雨時には洪水被害が発生（年平均 2～3 度）していた。1990 年代には都市化が急速に進行し、商業・道路舗装エリアが拡張して雨水が地面に浸透しなくなることも要因となって洪水被害が拡大していた。また同都市圏の東部に位置するチエテ川上流域では、水源の確保及び洪水調整を目的として既に 3 ヶ所の水量調整ダムが建設（1972～1989 年）されていたが、人口増・都市化が進む中で安定的な上水供給及び洪水制御事業がさらに必要と認識されていた。

2.1.2 評価時点における計画の妥当性

ブラジル連邦政府は、前出の国家水資源管理システム（SINGREH）を発展させる形で国家水資源計画（PNRH）を 2006 年に策定し、2020 年までの環境問題・水資源管理に係る計画を定めている。サンパウロ州では、2004 年に将来の水需要を見据えた「サンパウロ都市圏水供給マスタープラン（PDAA2004）」が策定され、2008 年には当マスタープランを更新する形で、「サンパウロ都市圏水プログラム（PMA2008-2014）」が策定されている。また 2008 年末には「チエテ上流域総合排水マスタープラン」が策定され、今後 10 年間の治水施策の指針・計画を定めている。人口の集中・産業の発達に伴うサンパウロ都市圏の洪水制御・上水供給に関連する施策が引き続き重要視されている。

本事業による河川改修の結果、チエテ川及びカブス・デ・シマ川からの洪水被害は皆無となった。またチエテ川上流域において、既存の 3 つのダムに加えて本事業にて新規に建設された 2 つのダムは、洪水調整機能及び上水供給の安定化²に貢献している。その一方、サンパウロ都市圏のチエテ川の支流河川（本事業対象外）では豪雨時に洪水が一部発生している地域がある。サンパウロ州政府及びその実施主体であるサンパウロ州水・エネルギー公団（DAEE）は、上述のマスタープランに基づいて支流河川沿いに雨水流出抑制施設（調整池）の建設を進め洪水被害の防止・軽減を図り、引き続き洪水対策事業を展開している。また、人口増³・都市化の進展により同都市圏の水需要は今後増大⁴していくと予想されており、さらなる水源の確保が必要と認識されている。

以上のとおり、本事業の実施は審査時及び事後評価時ともに、開発ニーズ、開発政策と

² 詳細は有効性 2.3.1.4 にて後述

³ 年平均人口増加率（2000-2015 年）は 1.03%と予測されている（国連「World Urbanization Prospects: The 2003 Revision」のデータ）

⁴ 同マスタープランによると、年ベースで日平均給水量が 4.32 万 m³前後上昇と予測されている。

十分に合致しており、事業実施の妥当性は高い。

2.2 効率性（レーティング：b）

2.2.1 アウトプット

事業実施中の 2000 年 6 月に、事業スコープが変更され⁵、新たな河川改修対象区間が事業計画に盛り込まれた。当初計画の事業をフェーズ 1、事業スコープ変更後の追加事業をフェーズ 2 とする。以下は、本事業のアウトプットの計画と実績の比較である。

表 1：アウトプットの計画と実績の比較

アウトプット	計画（審査時）	実績（事後評価時）
フェーズ 1		
1. チエテ川河川改修（フェーズ 1）	(a) 対象区間：エルガード・デ・ソウサダム～コファダム（ピニエイロス川合流地点）16.5km (b) 治水安全度：1/100 洪水確率 (c) 計画横断形：計画河床幅 60-100m（原則として 2 割勾配の単断面形）	⇒ほぼ計画通り (a)及び(b)は計画通り (c) 計画横断形：河床幅 54-61m（加えて、ブラジル側の自己資金で両岸の人の往来を円滑にするためのアーチ式人道橋（歩道橋）を 1 ヶ所建設）
2. カブス・デ・シマ川河川改修	(a) 対象区間：カブス・デ・シマ川のチエテ川合流地点～トレス・クルゼス橋 10.5km (b) 治水安全度：1/100 洪水確率 (c) 計画横断形：計画河床幅 側面 2 割勾配の単断面形 10-20 m、短形の単断面形 15-30m	⇒ほぼ計画通り (a) 対象区間：10.3km (b) 計画通り (c) 計画通り（但し側面 2 割勾配単断面形の箇所は増加）（加えて、ブラジル側自己資金で対象区間にある橋の改修を 7 ヶ所実施）

⁵ 事業実施期間及び事業費も変更となった。フェーズ 2 の事業費は、フェーズ 1 実施中に余剰資金が生じたため、その未使用残を充てた。（※余剰資金は、1) フェーズ 1 のチエテ川上流域連絡水路建設をサンパウロ州政府が自己資金（州政府資金）で実施（約 120 億円）、2) フェーズ 1 審査時にハイパー・インフレ（当時年間 1,000%を超えるインフレ率）を見込んで割高のアウトプット単価を設定（約 130 億円）していたため発生した）

3. チエテ川上流水量調整システムの建設	(a) ビリチバダム・パライチンガダムの建設 計画と実績の対比は以下の通り⇒一部設計変更			
	項目		ビリチバダム	パライチンガダム
	ダム堤頂長	計画	520m	415m
		実績	535m	425m
	ダム高	計画	27m	31m
		実績	26m	28m
	有効貯水量	計画	50.0 百万 m ³	78.0 百万 m ³
		実績	34.4 百万 m ³	35.0 百万 m ³
	設計洪水流量	計画	400 m ³ /秒	625 m ³ /秒
		実績	190 m ³ /秒	382 m ³ /秒
流域面積	計画	75k m ²	182k m ²	
	実績	75k m ²	184k m ²	
湛水面積	計画	11.0k m ²	6.9k m ²	
	実績	11.4k m ²	6.6k m ²	
	(b) 連絡水路建設 [ビリチバダム-チエテ川連絡水路] ・連絡水路：3,200m、送水ポンプ場：1ヶ所 [ビリチバダム-ジュンジャイダム連絡水路] ・連絡水路：2,900m、送水トンネル：750m		⇒計画通り（但し、州政府の資金で建設）	
4. コンサルティング・サービス（フェーズ 1）	(a) 全体マネージメント支援：30M/M (b) チエテ川/カブス・デ・シマ川の詳細設計：22M/M (c) ビリチバダムの詳細設計：33M/M (d) パライチンガダムの詳細設計：33M/M		⇒M/M は増加 (a) 67M/M (b) 38M/M (c) 48M/M (d) 53M/M	
フェーズ 2				
1. チエテ川河川改修（フェーズ 2）	(a) 対象区間：ピニエイロス川合流地点～ペーニャダム 24.5km (b) 治水安全度：1/100 洪水確率 (c) 計画横断形：計画河床幅 50m		⇒計画通り	
2. チエテ川下流域整備	(a) ピラポラ貯水池近隣の堤防(ポルンドゥバ堤防)改良工事 (b) ピラポラダム補強工事 (c) 連絡道路整備（2.9km）		(a)(c)は計画通り (b)はキャンセル	
3. コンサルティング・サービス（フェーズ 2）	(a) 全体マネージメント支援：60M/M (b) 詳細設計：68M/M		⇒ほぼ計画通り (a) 66 M/M (b) 56 M/M	

出典：JICA 資料、事業完成報告書（PCR）、質問表回答

計画と実績についてそれぞれ差異がある理由（主なもの）を以下簡単に説明する。

フェーズ1

(チエテ川河川改修・フェーズ1)

河床幅の計画と実績の相違について、審査時にはエルガード・デ・ソウサダム付近の一部の河床幅を 100m 程度と計画していたが、その他の区域ではほぼ全て 60m 程度と計画していたため、結果的に計画と実績で大きな変更はない。



図1 本事業対象地域（チエテ川河川改修・フェーズ1 区間）

(カブス・デ・シマ川河川改修)

計画横断面・側面 2 割勾配の単断面形の割合が当初計画より増加した理由は、設計の見直し（主にコスト面を考慮）によるものである⁶。



図2 本事業対象地域（カブス・デ・シマ川河川改修区間：青マークは以前の洪水被害箇所）

⁶ 詳細については、2.4.4 インパクト「住民移転・用地取得」を参照

(チエテ川上流水量調整システムの建設)

(a) ダム建設

有効貯水量が審査時と事後評価時で差があるのは、実施機関の説明によると、「ダム高が審査時と実績でそれぞれ差⁷があることにより、有効貯水量の差異につながっている」とのことであった。なお、ダム高・ダム堤頂長の差異は事業実施段階における詳細設計の結果によるものである⁸。

また、設計洪水流量が審査時と事後評価時で差があるのは、審査時は 1 万年に 1 度の確率で洪水が発生したときの流量を想定していたが、設計を見直して 1000 年に 1 度の確率の流量値としたため差が生じたとのことであった。

(b) 連絡水路建設

連絡水路、送水ポンプ場、送水トンネル等はサンパウロ州政府（実施主体はサンパウロ州上下水道公社：SABESP）の資金で建設された。円借款資金が使われなかった理由は、当初借款契約調印後に水不足が喫緊の課題（水需要が逼迫）となり、サンパウロ州政府は早急な対処を行うべく JICA の同意の下、州政府資金でこの部分の工事を始めた⁹ためである。現在この連絡水路関連施設は、SABESP が運営・維持管理を行っている。

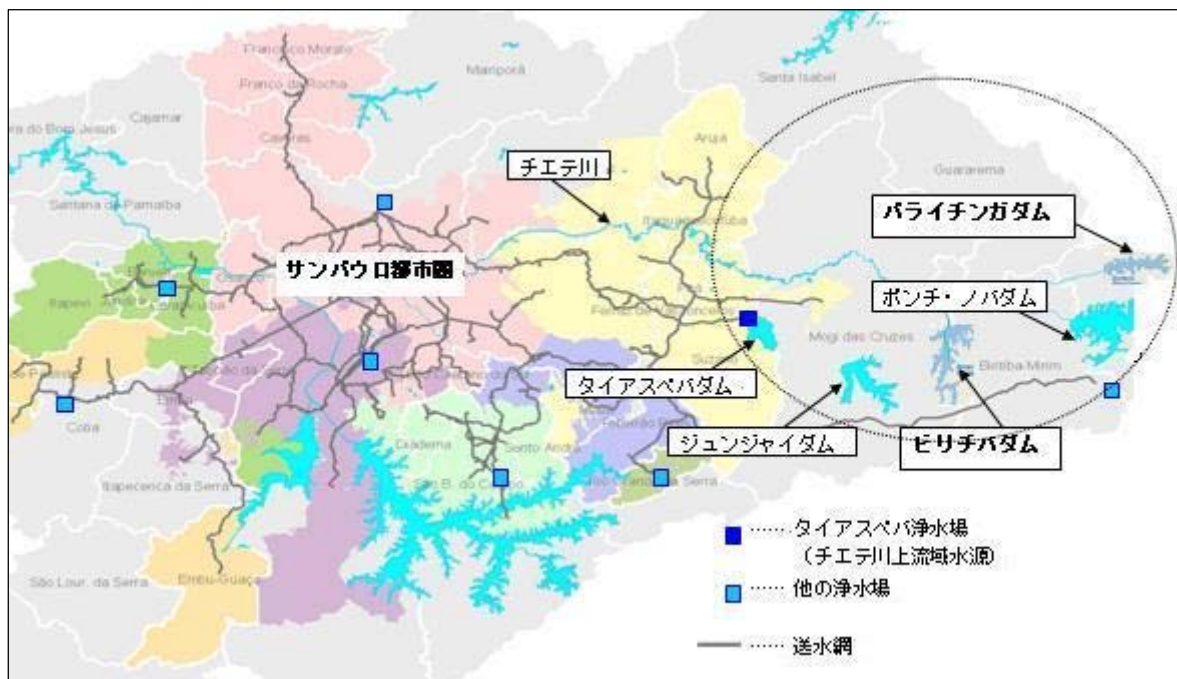


図 3 本事業対象地域（チエテ川上流水量調整システム）

⁷ パライチンガ・ダムのダム高の実績値 28m と計画値 31m の差 (3m)、ビリチバ・ダムのダム高の実績値 26m と計画値 27m の差 (1m)

⁸ ダムの審査は 1977 年の基本設計に基づいて行われており、事業実施段階で新たに詳細設計を行うことが想定されていた。

⁹ 1997 年 11 月に開始

(コンサルティングサービス・フェーズ 1)

審査時より M/M が増加になった理由は、事業実施期間の延長に伴うものである。

フェーズ 2

(チエテ川下流域整備)

ピラポラダム の補強工事は、事業開始後に現地コンサルタントにより耐用性に係る技術検証が行われた結果、安全性・耐用性が満たされているという結論に至ったため、JICA の同意の下、キャンセルとなった。

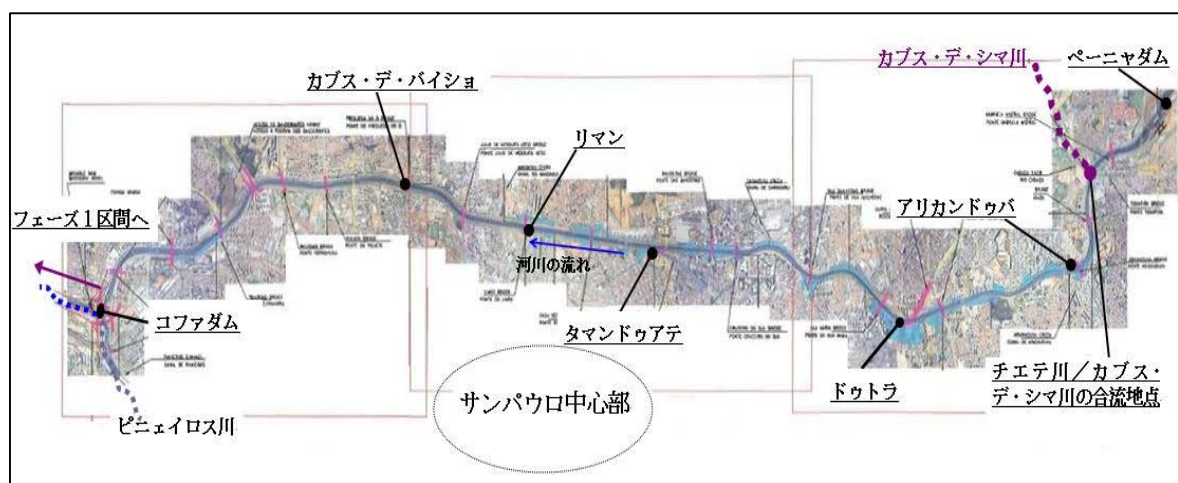


図 4 本事業対象地域 (チエテ川河川改修・フェーズ 2 区間)

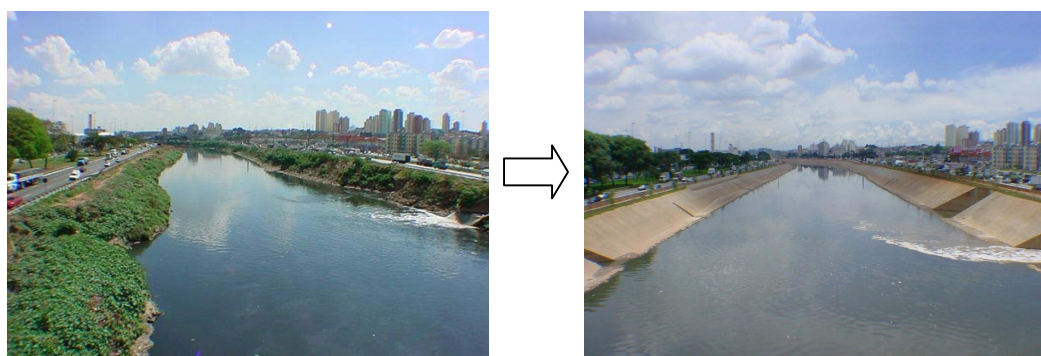


図 5 河川改修実施前・後 (フェーズ 2 区間)

2.2.2 期間

前出アウトプットの記述のとおり、本事後評価においては当初計画事業スコープをフェーズ 1、追加事業スコープをフェーズ 2 とした。フェーズ 1 の事業期間は、1995 年 7 月か

ら 2000 年 5 月までの 4 年 11 ヶ月、フェーズ 2 の事業期間は、2000 年 6 月から 2006 年 2 月までの 5 年 9 ヶ月を予定していた。以下表 2 のとおり、実際にはフェーズ 1 では 1995 年 7 月から 2003 年 6 月までの 8 年を要し、計画を大幅に上回った（計画比 163%）。フェーズ 2 では計画通りの事業期間となった（計画比 100%）。

フェーズ 1 の遅れは主にパライチンガダム建設工事の遅れによるものだが、その理由は詳細設計や用地取得手続きに時間を要したこと、地質的に脆い箇所が発見されセメント系改良土の注入工事を行ったこと等によるものである。また、チエテ川河川改修（フェーズ 1）及びビリチバダム建設の遅れは、詳細設計に時間を要したこと、カブス・デ・シマ川河川改修の遅れは、用地取得・住民移転の手続きに時間を要したこと等による。フェーズ 2 のチエテ川下流域整備の遅れは、ピラポラ市役所など現地の関係諸機関との調整やポルンドゥバ堤防と連絡道路があるエリアの森林伐採許可の取得等に時間を要したためである。

表 2：事業期間の計画と実績の比較

アウトプット	計画	実績
フェーズ 1：事業全体	1995 年 7 月～2000 年 5 月 (4 年 11 ヶ月)	1995 年 7 月～2003 年 6 月 (8 年)
1) チエテ川河川改修（フェーズ 1）	1998 年 2 月～2000 年 1 月	1998 年 1 月～2000 年 12 月
2) カブス・デ・シマ川河川改修	1995 年 7 月～1999 年 4 月	1995 年 7 月～2001 年 10 月
3) ビリチバダム建設	1998 年 4 月～2000 年 3 月	1998 年 12 月～2001 年 12 月
4) パライチンガダム建設	1998 年 4 月～2000 年 3 月	1998 年 12 月～2003 年 6 月
5) コンサルティング・サービス（フェーズ 1）	1997 年 7 月～2000 年 5 月	1997 年 7 月～2003 年 6 月
フェーズ 2：事業全体	2000 年 6 月～2006 年 2 月 (5 年 9 ヶ月)	2000 年 6 月～2006 年 2 月 (5 年 9 ヶ月)
1) チエテ川河川改修（フェーズ 2）	2001 年 3 月～2006 年 2 月	2001 年 4 月～2006 年 2 月
2) チエテ川下流域整備	2001 年 9 月～2004 年 2 月	2003 年 7 月～2006 年 1 月
3) コンサルティング・サービス（フェーズ 2）	2000 年 6 月～2006 年 2 月	2000 年 6 月～2005 年 12 月

出典：JICA 資料、事業完成報告書(PCR)、質問表回答

2.2.3 事業費

本事業の事業費は、当初計画では総事業費 823 億 7900 万円(うち円借款 494 億 2700 万円)であったのに対し、実績額では 704 億 5200 万円(うち円借款 493 億 8600 万円)となり、当初計画を下回った（計画比 86%）。フェーズ 1・2 事業全般を通して事業費が計画内に収まった主な理由は、フェーズ 2 におけるピラポラダムの補強工事キャンセルによる減額や、そ

の他アウトプット整備において競争入札による効率的な受注が実現したことや、為替変動（円高レアル安）の影響によるものである。

以上のとおり、事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性についての評価は中程度と判断される。

2.3 有効性（レーティング：a）

2.3.1 運用・効果指標による有効性の評価

2.3.1.1 観測地点における流下能力

以下表に河川改修が行われた区間における各観測地点の流下能力（流し得る流量）を示す。事後評価時実績は河川改修後に確保された流下能力である。河川改修工事は当初計画通りに実施され河道断面（河川の幅、堤防の高さ等）が確保された結果、流下能力も確保¹⁰されているといえる。

表 3：河川改修区間・観測地点の流下能力

1) チエテ川河川改修（フェーズ 1 区間）

観測地点 ¹¹	審査時		事後評価時実績 (流し得る流量)
	実績値 流下能力	目標値 流下能力	
チエテ川/ピニェイロス川合流地点	681 m ³ /秒	1,048 m ³ /秒	1,048 m ³ /秒
G. アルメイダ橋	717 m ³ /秒	1,188 m ³ /秒	1,188 m ³ /秒
エルガード・デ・ソウサダム	791 m ³ /秒	1,434 m ³ /秒	1,434 m ³ /秒

出典：JICA 資料（審査時）、実施機関資料（実績）

2) カブス・デ・シマ川河川改修

観測地点	審査時		事後評価時実績 (流し得る流量)
	実績値 流下能力	目標値 流下能力	
カブス・デ・シマ川/チエテ川合流地点	200 m ³ /秒	320 m ³ /秒	320 m ³ /秒
フェルナン・ジラス橋	100 m ³ /秒	320 m ³ /秒	320 m ³ /秒
セテ・デ・セテンプロ橋	130 m ³ /秒	297 m ³ /秒	297 m ³ /秒
セテ・デ・セテンプロ橋/エウジニア M. シルバ橋との中間地点	45 m ³ /秒	195 m ³ /秒	195 m ³ /秒
トレス・クルゼス橋	25 m ³ /秒	186 m ³ /秒	186 m ³ /秒

出典：JICA 資料（審査時）、実施機関資料（実績）

¹⁰ 審査時の目標値流下能力と事後評価時実績が同じ値である理由は、実施機関によれば「計画通り河川改修工事が行われた結果、目標値通りの流下能力を確保した」ことによる。

¹¹ 各観測地点は、チエテ川河川改修（フェーズ 1 区間）については図 1、カブス・デ・シマ川河川改修については図 2、チエテ川河川改修（フェーズ 2 区間）については図 4 を参照

3) チエテ川河川改修（フェーズ2 区間）

観測地点（区間）	審査時		事後評価時実績 （流し得る流量）
	実績値 流下能力	目標値 流下能力	
ペーニャ・ダム～カブス・デ・シマ川河口	150 m ³ /秒	498 m ³ /秒	498 m ³ /秒
カブス・デ・シマ川河口～アリカンドゥバ	210 m ³ /秒	561 m ³ /秒	561 m ³ /秒
アリカンドゥバ～タマンドゥアテ	270 m ³ /秒	640 m ³ /秒	640 m ³ /秒
タマンドゥアテ～カブス・デ・バイショ	480 m ³ /秒	997 m ³ /秒	997 m ³ /秒
カブス・デ・バイショ～コファダム（チエテ川/ピニエイロス川合流付近）	640 m ³ /秒	1,048 m ³ /秒	1,048 m ³ /秒

出典：実施機関資料

2.3.1.2 観測地点における最高水位（年最高水位）

事業実施前のフェーズ1・2 河川改修区間では、年に2～3 回氾濫危険水位を超過して周辺地域に洪水被害をもたらしていた。以下は、フェーズ1・2 区間の各観測地点における年最高水位のデータである。本事業完成後に観測地点において、河川水位が氾濫危険水位を超過したのは2005 年の1 回（フェーズ1 区間）である。以下のデータは必ずしも事業効果を判断する有効な指標・測定結果であるとは断定できないが、今次調査時までの水位データを見る限りでは、事業実施前後を通して氾濫危険水位の超過数は少なくなっており、洪水調整は機能していると推察できる。なお、カブス・デ・シマ川の2006 年までの河川水位データはないが、実施機関によると2000 年から6 年間は、洪水は発生していないとのことであった。

表 4：観測地点における最高水位

(単位：m)

年	観測地点(日付は観測日を示す)			
	コファダム	ビラ・ ガウバン	リマン	ドウトラ
	<u>フェーズ 1</u> (チエテ川)	<u>フェーズ 1</u> (カブス・デ・シマ川)	<u>フェーズ 2</u> (チエテ川 2 ヶ所)	
1995	717.70 (2 月 2 日)	N/A	720.88 (2 月 2 日)	N/A
1997	719.21 (12 月 22 日)	N/A	721.22 (1 月 27 日)	N/A
2000	718.19 (1 月 26 日)	N/A	720.86 (1 月 26 日)	N/A
2001	716.89 (12 月 9 日)	N/A	720.75 (12 月 9 日)	N/A
2002	716.48 (11 月 28 日)	N/A	719.82 (11 月 28 日)	N/A
2003	717.14 (1 月 28 日)	N/A	720.30 (1 月 28 日)	N/A
2004	717.26 (11 月 29 日)	N/A	719.53 (4 月 19 日)	N/A
2005	719.78 (5 月 25 日)	N/A	719.76 (1 月 11 日)	N/A
2006	718.54 (3 月 29 日)	N/A	720.00 (1 月 4 日)	720.32 (11 月 25 日)
2007	718.88 (12 月 19 日)	730.34 (11 月 3 日)	720.27 (2 月 8 日)	721.11 (12 月 7 日)
2008	717.81 (1 月 29 日)	730.88 (3 月 13 日)	719.23 (1 月 29 日)	719.56 (2 月 22 日)

出典：実施機関資料

注) 表内の 2 重線は河川改修完了年、色付(紫)は氾濫危険水位(719m)を超過、色付・太枠は改修後に氾濫危険水位を超過したことを示す

(参考①：各観測地点における基準水位について)

氾濫危険水位	氾濫被害が生じる恐れがある水位。洪水被害の恐れがある場所は立ち入り禁止区域となり、消防組織、軍・警察が活動を開始。車の迂回路も設けられる。
特別警戒水位	消防組織、軍・警察等がスタンバイ、幹線道路では車の運行がバリケード等で遮断される。過去に洪水被害が大きかった場所では車輛の移動が求められる。
警戒水位	通報水位からさらに水位が上昇し、公共サービス機関(電力・衛生公社等)や消防組織、軍・警察に警戒通報が発令される。
通報水位	水位が通常より高くなりリアルタイムで水位が観測され始め、注意報が発令される。

(参考②：上記の最高水位観測時における累積降水量：降り始めから降り終わりまでの雨量)

下記の降水量データと上記の最高水位・氾濫危険水位の超過には流域内の降雨分布、流出条件の違い等もあり、必ずしも相関関係があるとは言えないが、氾濫危険水位を記録した日には観測地点において累積降水量はある程度多かったという傾向がうかがえる。

表 5：最高水位観測時（表 4）における観測地点の累積降水量（単位：mm）

年	観測地点の累積降水量(日付は観測日を示す)			
	コファダム	ビラ・ ガウバン	リマン	ドウトラ
	<u>フェーズ 1</u> (チエテ川)	<u>フェーズ 1</u> (カブス・デ・シマ川)	<u>フェーズ 2</u> (チエテ川 2 ヶ所)	
1995	79.30 (2 月 2 日)	N/A	70.30 (2 月 2 日)	N/A
1997	150.40 (12 月 21-23 日)	N/A	N/A	N/A
2000	13.70 (1 月 26 日)	N/A	65.00 (1 月 26 日)	N/A
2001	54.60 (12 月 9 日)	N/A	80.80 (12 月 9 日)	N/A
2002	6.80 (11 月 28 日)	N/A	0 (11 月 28 日)	N/A
2003	63.90 (1 月 28 日)	N/A	32.40 (1 月 28 日)	N/A
2004	117.30 (11 月 29 日)	N/A	21.80 (4 月 19 日)	N/A
2005	105.20 (5 月 25 日)	N/A	44.20 (1 月 11 日)	N/A
2006	100.40 (3 月 29 日)	N/A	N/A	N/A
2007	47.30 (12 月 19 日)	83.00 (11 月 3 日)	51.00 (2 月 8 日)	N/A
2008	45.00 (1 月 29 日)	72.40 (3 月 13 日)	45.00 (1 月 29 日)	N/A

出典：実施機関資料

注) 表内の色付（紫）は氾濫危険水位を超過、色付・太枠は改修後に氾濫危険水位を超過したことを示す

2.3.1.3 洪水頻度・洪水氾濫面積・浸水戸数（損害戸数）

以下の表は、事業実施前に実施機関が記録していた洪水想定被害¹²及び最大被害時のデータである。実施機関によると、事業実施前には実際にチエテ川フェーズ 1・2 区間では平均して年に 2～3 回、カブス・デ・シマ川では年に 6～10 回ほど洪水が発生していたとのこと

¹² 事業実施前に定期的に起こりうる洪水被害を想定した数値で、実績値ではない。

である。しかし、実施機関には氾濫面積・浸水戸数等の洪水被害実績に関するまとまったデータが不備であったこともあり、洪水被害に係る諸条件・統計データ等を参考にして以下のように推定で被害データを作成していた。このように、実施機関には事業効果や被害に関する指標・データの整備・管理があまり徹底されていない面もあって、今次調査では事業効果の計測（定量的効果の計測）にはやや難が生じた。しかし、実施機関へのヒアリング及び現地インタビュー調査等によると、チエテ川及びカブス・デ・シマ川の改修区間での洪水被害は事業完成後には発生していないことが確認できた。

表 6：事業実施前の想定被害及び最大被害時データ

指標値 (想定被害)	チエテ川・フェーズ 1 区間		チエテ川・フェーズ 2 区間		カブス・デ・シマ川 区間	
	定期的な 洪水	1983 年 2 月 1 日の洪水 *1)	定期的 な洪水	1983 年 2 月 1 日の洪水*1)	定期的 な洪水	1991 年 1 月 15 日の 洪水*1)
洪水氾濫面積	531,50 m ²	6,341,000 m ²	505,000 m ²	10,568,000 m ²	N/A*2)	350,000 m ²
浸水被害を受ける住宅数	324	2,432	624	11,463		3,000
浸水被害を受ける事務所数	29	219	88	1,662		N/A
商業エリアの浸水被害総面積	5,294 m ²	63,160 m ²	129,331 m ²	878,201 m ²		N/A
工業エリアの浸水被害総面積	31,093 m ²	342,097 m ²	116,857 m ²	930,512 m ²		N/A

出典：実施機関資料

注 1) 「1983 年 2 月 1 日の洪水、1991 年 1 月 15 日の洪水」直近 30 年間での最大被害時のデータ

注 2) 定期的な洪水被害データが数値化されていなかった

表 4 に既述のとおり、フェーズ 1 区間では 2005 年 5 月 25 日に氾濫危険水位を超える水位を記録した事実がある。実施機関によると、河川付近の土地標高はコファダム観測地点（計測ポイント）よりも高いところに位置するため、豪雨時に河川流量が氾濫危険水位に到達したとしても周辺の土地部分にまで越水せず、被害は発生しなかったとのことである。表 4 のその他の観測地点では、計測データ上は河川改修後に氾濫危険水位を超過しておらず、したがって、本事業の河川改修区間からの洪水被害は皆無となり、当初の目的（洪水被害の減少）は達成できたと判断できる。

一方、チエテ川及びカブス・デ・シマ川の支流では豪雨時に洪水が発生し周辺地域に被害を及ぼしている箇所がある。商業・住宅エリアの拡大等による急激な都市化の進行により雨水を排水処理しきれないことが主な理由である。実施機関は地元自治体と協力し、管轄河川（支流）沿いに雨水流出抑制施設（調整池）を建設し洪水被害の軽減を図っているが、現時点で支流における洪水被害は完全に防止できていないといえる。但し、今後は施

設数が増加¹³することで洪水被害がさらに減少するものと考えられる。



図 6 1983 年 2 月の洪水被害



図 7 雨水流出抑制施設（調整池）

（参考：サンパウロ都市圏における洪水発生による人的被害）

以下の表は雨期（例年 12 月から 3 月まで 4 ヶ月間）における洪水による人的被害データである。2003-04 年まではサンパウロ都市圏全体、2004-05 年以降は自治体毎（例：サンパウロ市→チエテ川・フェーズ 2 エリア、グアルーリョス市→カブス・デ・シマ川エリア、オサスコ市→チエテ川・フェーズ 1 エリア）でそれぞれ被害者数が判明している。当データ参照時の留意点としては、「すべての支流を含めて発生した洪水被害」であり、チエテ川やカブス・デ・シマ川本流からの洪水被害は皆無となっている点を考慮する必要がある。

負傷者・死傷者数に大きな変動は見られないが、ここ数年において家を失った人の数は以前に比べて減少傾向にある。本事業の河川改修工事が完了し、先述の管轄河川（支流）沿いにおける雨水流出抑制施設の建設も進み、今後はサンパウロ都市圏全体で洪水被害が抑制される傾向にあると推察できる。

表 7：サンパウロ都市圏における洪水発生による人的被害

年	エリア	負傷者	死者	家を失った人
2001-02	都市圏全体	28	7	365
2002-03	都市圏全体	33	11	714
2003-04	都市圏全体	16	1	482
2004-05	サンパウロ市	7	5	30
	グアルーリョス市	8	2	40
	オサスコ市	0	0	120
2005-06	サンパウロ市	12	4	261
	グアルーリョス市	1	6	46
	オサスコ市	12	1	235
2006-07	サンパウロ市	4	1	14
	グアルーリョス市	1	2	11
	オサスコ市	0	1	0

¹³ 2008 年 12 月時点では、調整池はサンパウロ都市圏全体で 42 施設あり、新たに 4 施設を建設中である。調整池容量は最大で 800,000 m³（東京ドームの約 3 分の 2 の大きさ）のものもある。

2007-08	サンパウロ市	11	6	0
	グアルーリョス市	4	1	44
	オサスコ市	6	0	67
2008-09	サンパウロ市	20	4	0
	グアルーリョス市	1	1	18
	オサスコ市	0	2	0

出典：サンパウロ州市民保護機関（Defesa Civil S.P.）

2.3.1.4 給水人口・水道普及率・日平均給水量（チエテ川上流水量調整システム整備による事業効果）

チエテ川上流水量調整（貯水ダムによる水量調整）システムには、洪水調節用と上水道用の機能がある。当調整システムには、サンパウロ都市圏での豪雨時の洪水被害を防止するために水量をある程度調節できる機能がある一方、上水道用の貴重な水源として利用されている。本事業で建設されたビリチバダム・パライチンガダムは、既存 3 カ所の貯水ダム（ポンチ・ノバ、タイアスペバ、ジュンジャイ）とあわせ（計 5 カ所）、チエテ川上流水量調整システムを構成している。上水道用の水は、連絡水路及び送水ポンプ施設を經由してタイアスペバダムに送水され、隣接している浄水場で処理されサンパウロ都市圏に給水される。水はほとんど飲料用である。現在、この 5 つの貯水ダムを水源とする浄水処理量の合計は約 10 m³/秒（うち、本事業のビリチバダム、パライチンガダムからの浄水処理量は計 2.5 m³/秒程度）であるが、近い将来はタイアスペバ浄水場の施設・設備機能を拡張して約 15 m³/秒の水を供給する計画がある。

以下の表の通り、サンパウロ都市圏の給水人口・日平均給水量は年々増加傾向にある。なお、2007-08 年にかけて日平均給水量が若干減少している理由は、SABESP による水の適正使用・損失コントロールに係るプログラムが実施されたことによる。サンパウロ都市圏全体の浄水処理量は現在約 68 m³/秒であり、上述のようにビリチバダム・パライチンガダムからの浄水処理量は大きいとは言えないが、同都市圏に向けて安定的な水供給を行う上で、両ダム施設は貴重な水源の一部と考えられる。

表 8：サンパウロ都市圏の給水人口・水道普及率・日平均給水量

項目	事業実施前の予測			実績値				
	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
受益人口（給水人口） （単位：千人）	14,613	16,283	18,150	18,280	18,316	18,465	18,637	18,910
供給率（水道普及率） （単位：%）	91	92	94	96	96	96	96	96
日平均供給量（給水量） （単位：千 m ³ /日）	3,818	4,361	5,044	5,565	5,685	5,810	5,763	5,754

出典：JICA 資料、サンパウロ州上下水道公社（SABESP）

2.3.2 内部収益率（経済的内部収益率）

今次調査では、審査時の内部収益率の値は算出根拠が不明な上、フェーズ 1 事業のみの値であったため、同じ前提条件での再計算は行うことができなかった。実施機関は 2001 年 5 月にフェーズ 2 事業部分も含めた本事業の経済的評価に係るレポートを作成し、経済的内部収益率（EIRR）を 10.97%と算出していた。今般、同じ条件¹⁴で再計算を行ったところ、8.49%となった。若干下回った理由としては、維持管理費実績（2006-09 年実績）が、EIRR 算出時（2001 年 5 月）に想定していた維持管理費より大きくなったためである¹⁵。

2.3.3 受益者調査の実施（定性的効果）

今次現地調査では本事業実施前に洪水被害が大きかった場所（3 カ所）を選定し、当該エリアの住民や商業活動に従事している人を対象に受益者調査（アンケート調査）を実施した¹⁶。以下に受益者調査の結果を示す。

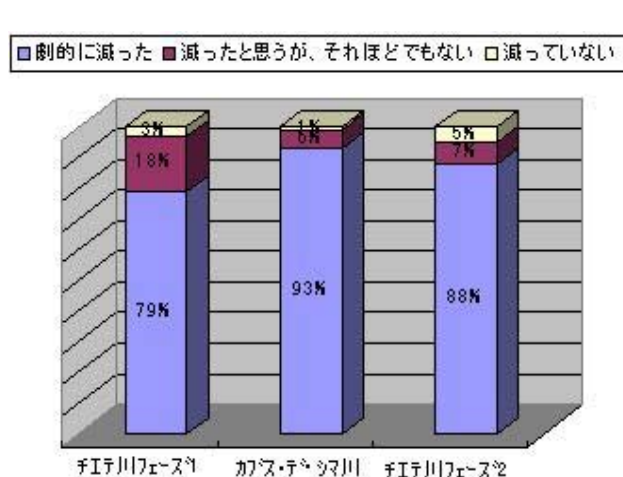


図 8：河川改修前に比べ洪水頻度は減ったか

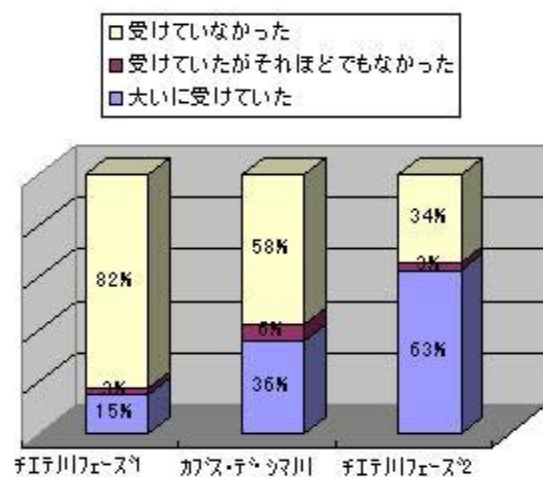


図 9 河川改修前に洪水被害（人的・経済的）を受けていたか

表 9：河川改修前後の被害程度の推移について
（図 9 で「受けていた」と答えた方のみに質問：3 エリア計）

被害項目	河川改修前	河川改修後
家屋に泥土の流入	・ あった 99% ・ なかった 1%	・ ある 9% ・ なくなった 91%
家具・備品等への被害	・ あった 86% ・ なかった 14%	・ ある 5% ・ なくなった 95%

¹⁴ 費用を建設費・維持管理費、便益を周辺住宅・商産業エリアの施設等の洪水被害による被害額の減少及び走行費用の低減とした。

¹⁵ 当初算出時には完成後の維持管理費についてあまり大きな額が見込まれていなかった。

¹⁶ サンプル数は合計 200。その内訳は、1) チエテ川・フェーズ 1（オサスコ市）：62 サンプル、2) カブス・デ・シマ川（グアルーリョス市）：70 サンプル、3) チエテ川・フェーズ 2（サンパウロ市）：68 サンプル

家屋そのものへの被害	・あった 48% ・なかった 52%	・ある 4% ・なくなった 96%
洪水発生による怪我・負傷	・あった 16% ・なかった 84%	・ある 1% ・なくなった 99%
ライフライン（電気・水道等）の被害	・あった 35% ・なかった 65%	・ある 4% ・なくなった 96%
道路や交通機関の被害	・あった 62% ・なかった 38%	・ある 8% ・なくなった 92%

出典：受益者調査結果

図 8 の結果のとおり、ほとんどの住民は本事業の改修区間からの洪水はなくなったと認識している。「減っていない」という回答が若干あるのは、チエテ川及びカブス・デ・シマ川の支流での洪水が発生（本文 2.3.1.3 参照）していることによるものと考えられる。

図 9 のとおり、特に河川改修前はチエテ川フェーズ 2 区間での被害が大きかったことがうかがえる。フェーズ 2 区間はフェーズ 1 区間より住宅・商業エリアが密集していることもあり、一度洪水が発生すると被害も甚大であったと推察される。この河川改修前と後での人的・経済的被害の状況及び被害程度の推移を見る限り、劇的な変化があったことは明らかであり、本事業実施による効果は大きいと考えられる。

以上を総合的に判断すると、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

2.4 インパクト

2.4.1 サンパウロ都市圏における生活環境の改善

洪水防止・被害減少による住民の生活環境の改善に関する受益者調査¹⁷を行ったところ、以下の通りの結果であった。全体の傾向から判断するに、本事業はサンパウロ都市圏の居住者及び企業に勤める人（本事業の想定受益者：約 2,000 万人）の生活環境の改善に少なからず貢献しているものと推察できる。

¹⁷ 有効性 2.3.3 の受益者調査と同じアンケート調査形式で実施した（3 地域、サンプル数 200）。

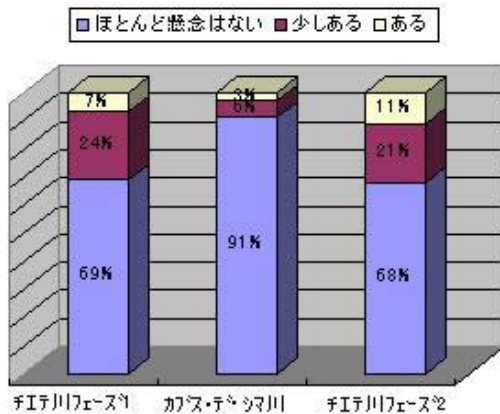


図 10 河川改修前より洪水
に対する懸念はあるか

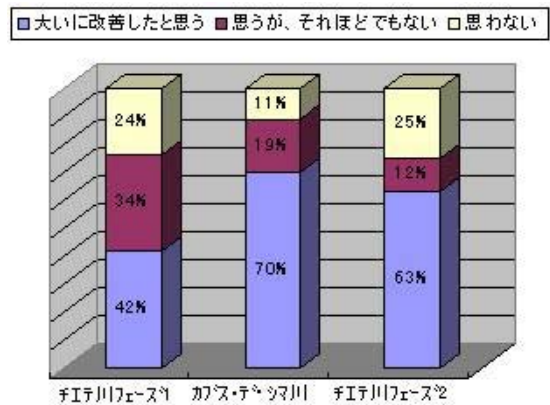


図 11 河川改修後は衛生状況
が改善していると思うか

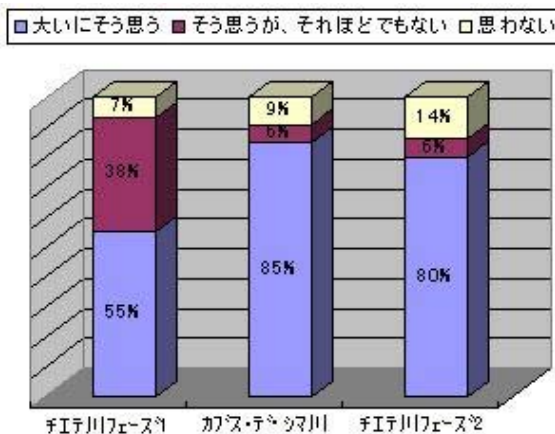


図 12 その衛生状況の改善 (図 11) は
河川改修・洪水防止の成果だと思うか

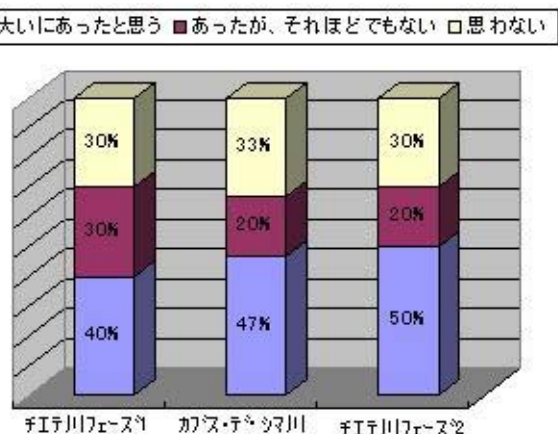


図 13 河川改修は商業活動に良い影響
があったと思うか

また、河川改修前・後で病気等の状況についてどの程度変化があったか質問したところ、以下の通りであった（複数回答有）。河川改修後は「病気に罹ってない」と答えた人が大幅に増加、感染症や下痢性疾患があると回答した人も減少しており、洪水被害が抑制されたことで住民の健康面の改善に寄与したと推察される。

表 10：病気（感染症・疾患系）等の改善について

	河川改修前	河川改修後
感染病(レプトスピラ症 ¹⁸)	68 人	8 人
下痢性疾患	56 人	20 人
寄生虫病	30 人	6 人
肝炎	14 人	2 人
デング熱	12 人	10 人
気管支系疾患	4 人	4 人

¹⁸ レプトスピラ症は、野生のネズミなどから人に感染する。症状としては、悪寒、発熱、頭痛、全身の倦怠感、眼球結膜の充血など急性熱性疾患である。特に洪水の後に感染の危険が高まるとされている。人から人への感染はない。

その他	10 人	8 人
わからない	8 人	12 人
雇ってない	70 人	140 人

出典：受益者調査結果（3 地域合計：200 人を対象に実施）

2.4.2 産業基盤向上へのインパクト（地域経済成長）

以下表 11 はここ数年のサンパウロ市の域内総生産額の推移であるが、概ね上昇傾向にある。本事業の効果が直接的に経済に裨益していると断定は出来ないが、洪水被害の軽減により経済・社会活動がさらに活発になっていると推察できる。特にチエテ川フェーズ 2 改修区間沿いには幹線道路のチエテ・マージナル（交通量は 1 日 90～100 万台）や商業・産業エリアが広がっており、河川改修による経済インパクトがあったと推察できる。また、チエテ・マージナルはグアルーリョス国際空港（サンパウロ国際空港）へのアクセス交通路でもある。現地インタビュー調査では、洪水の心配がなくなったことにより飛行機に乗り遅れる心配が少なくなったとの話も聞くことができた。また、チエテ川・フェーズ 2 区間沿いにある南米屈指の規模のチエテ・バスターミナルでは、ターミナル及びバスの運営・運行を行う上で洪水の心配がなくなったことも、社会・経済面のインパクトとして認識されている。したがって、「洪水制御を目的とした本事業はサンパウロの経済・産業活動を下支えしている」といえる。

表 11：サンパウロ市の域内総生産額

（単位：百万リアル）

年	総生産額	年	総生産額
2002	178,953	2005	261,456
2003	209,555	2006	282,852
2004	225,170	2007	N/A

出典：SEADE（統計データ局）

2.4.3 自然環境へのインパクト

2.4.3.1 チエテ川上流域（ビリチバダム・パライチンガダム）

本事業による自然環境への影響について特に問題はみられなかった。なお実施機関は、貯水ダム周辺において植林等の土壌保全活動を行うなど、チエテ川上流域の自然環境に配慮している。

以下は両ダムの主な水質データである。実施機関及び水質データを計測している SABESP によると、両ダムを含めチエテ川上流水源域の水質は問題ない¹⁹とのことである。

¹⁹ P16 の記述の通り、ビリチバダム・パライチンガダムの水はタイアスペバ貯水池に隣接している浄水場に送られ、浄水処理されてサンパウロ都市圏に給水される。浄水処理前の水質基準は不明であったが、浄水処理後の水質基準は、pH では 6.5-9.0、濁度では 5.0 以下と定められている（SABESP の水質基準）。SABESP の意見として、ビリチバダム・パライチンガダムからの水はタイアスペバ浄水場で適切に処理され、表中

表 12：ビリチバダム・パライチンガダムの水質状況

項目	ビリチバダム	パライチンガダム
pH	5.81～6.47	5.94～6.26
COD 濃度 (mg/l)	0.77～1.70	1.85～3.13
温度 (℃)	19.60～23.80	22.20～22.70
濁度 (NTU)	3.15～6.26	6.34～9.34

出典：実施機関資料（2006 年）

注）上記データに幅があるのは、それぞれ数カ所で計測しているためそれぞれ最小と最大の値を表している。

なお、本事業に係る環境影響評価（Environmental Impact Assessment: EIA）は、フェーズ 1 が 1997 年 10 月に、フェーズ 2 が 1998 年 9 月に実施されている。

2.4.3.2 実施機関による環境問題に関する啓発活動

チェテ川及びカブス・デ・シマ川には未処理下水やゴミなどが流入し河川水質は良くない。実施機関は、チェテ川・フェーズ 2 区間で研修船を運航して環境問題に関する啓蒙活動を行っている。一例として、地元の小中学生や住民に乗船してもらい、河川へのゴミ投棄の問題、衛生・美化意識に関するセミナーを開催するなどの活動に取り組んでいる。このような取り組みは、サンパウロのような大都市において住民一人一人の環境意識の向上につながると認識されている。



図 14 研修船による環境啓発活動

2.4.4 住民移転・用地取得

（カブス・デ・シマ川²⁰）

カブス・デ・シマ川の河川改修工事は、当初住民移転（合法居住者 750 人、不法居住者 5,170 人）及び用地取得（約 25ha）を伴うと計画されていた。実際には、合法居住者 183 人が移転対象者となり法手続を踏まえて州政府より補償金が支払われ、また、不法居住世帯 342 世帯に対しては移転補償として公営住宅が提供された。また、用地取得の対象となった面積は約 50ha であった。住民移転・用地取得は、サンパウロ州政府居住局及びサンパウロ市役所の「移住プログラム」（住民移転プログラム）に基づいて実施され、特段問題は発生しなかった。

の pH や濁度の値は右基準値以下となって給水されており、問題ないとのことであった。

²⁰ チェテ川改修区間（フェーズ 1・2）は住民移転・用地取得の対象にならなかった。

表 13：カブス・デ・シマ川の住民移転・用地取得の計画と実績

		計画	実績
住民移転	合法居住者	750 人	183 人
	不法居住者	5,170 人	342 世帯*1)
用地取得	取得面積	約 25ha	約 50ha

出典：JICA 資料、実施機関回答

注 1) 正確な人数は不明

住民移転について計画と実績で大きく差がある理由は、1995-97 年に連邦政府（国）予算でカブス・デ・シマ川周辺の道路整備計画（フェルナン・ジマス道路整備計画²¹⁾）が実施され、その中で住民移転を大部分実施したためである。つまり、本事業の住民移転計画の対象者と重なっていたところ、先に進捗していた当道路整備計画によって対処されたため結果的に本事業の住民移転は計画に比して小規模になった。なお、不法居住者世帯に対して提供された公営住宅（アパートメントタイプ）については、概ね好評を得ているとのことであった。



図 15 カブス・デ・シマ川の横断形
（手前が長方形、奥が不等辺四辺形）

計画時の用地取得面積約 25ha と実績の約 50ha の差は、実施機関によると、当初の予定では全区間の横断形を長方形コンクリート（コスト高）で河川改修を行う予定であったが、95 年に再度計画を見直し、人口が密集しているエリアのみで当横断形を採用し、多くの区間では不等辺四辺形コンクリート（コスト安）を採用した結果、用地取得すべき面積が増えたとしている。

（ビリチバダム・パライチンガダム）

ビリチバダム周辺の合法居住者 147 人、パライチンガダム周辺の合法居住者 94 人が移転対象者となった。前者との補償交渉・手続きはほぼ完了に向かっているが、後者についてはまだ交渉中・手続き中の合法居住者がいる²²⁾。交渉・手続き等に時間を要している理由は、用地取得・補償手続きに裁判所が介入して行うこともあり、想定より当事者間の調整や手続きプロセスに時間を要しているためである。実施機関によると、現在パライチンガダムの交渉・手続きは解決に向けて少しずつ前進しており、現時点で特段大きな問題があるとの話はなかった。

²¹⁾ 道路拡幅工事等を実施した。

²²⁾ いずれも補償費の金額面での交渉である。

2.5 持続性（レーティング：b）

2.5.1 実施機関

2.5.1.1 運営・維持管理の体制

実施機関（DAEE）はサンパウロ州政府傘下の公団組織である。長官の下に3つの局（水資源管理・自治体支援局、都市圏事業・技術支援局、業務支援局）があり、州内の河川事業・管理等を行っている。職員数は1,252名²³（2008年12月末現在）である。事業実施前（1995年）の職員数は3,432名だったが、事業開始後から早期退職制度の導入や新規人員採用の抑制等により人員数は減少した。実施機関によると、人員減少に伴う組織運営への支障はないとのことであった。

以下は各アウトプットの運営・維持管理担当部署及び体制である。

1) チエテ川改修区間の管理（フェーズ1・2区間）

チエテ川プロジェクト管理室（Unidade de Gerenciamento do Projeto Tietê:UGP）が担当している。UGPは上述の都市圏事業・技術支援局の下部組織である。職員数は32名（うち管理事務職が5名、技術職が27名）である。

2) カブス・デ・シマ川改修区間の管理

設計・工事部（Diretoria de Engenharia e Obras : DEO）が担当している。DEOも都市圏事業・技術支援局の下部組織である。職員数は64名（うち管理事務職が10名、技術職が54名）である。

3) ビリチバダム・パライチンガダムの管理

チエテ川上流域事務所（Diretoria da Bacia do Alto Tietê:BAT）が担当している。BATは水資源管理・自治体支援局の下部組織である。職員数は203名（うち管理事務職が31名、技術職が172名）である。パライチンガダムの近くにある現地管理事務所の担当者が両ダムの現場施設管理・定期点検等を行っている。

2009年4月現在、BATがビリチバダムとパライチンガダム施設の運営・維持管理を担っているが、ダム施設全体の維持管理をSABESP²⁴に移管する手続きが開始された（上水用ダムとしての一面もあるため）。SABESPにインタビューしたところ、運営・維持管理体制は十分と見受けられ、今後のダム施設の運営・維持管理の実施に当たっては問題ないと推察される²⁵。

²³ 但し空席ポストも含めた定員数（公共機関として公式上の組織人員数を表す方法）は現在4,885人である（事業実施前の空席ポストも含めた定員数は6,646人）。

²⁴ SABESPは、総裁以下、総務局・財務局・技術計画局・都市圏局・地域局の5つの局で構成されている。州内の367自治体に対して上下水道事業を実施しており、職員数は17,300人（2007年末時点）である。

²⁵ SABESPは現在、サンパウロ州沿岸部（バイジャータ・サンチスタ地域）の下水道施設整備や環境モニ

以上のとおり、実施機関の組織人員数の確保に問題は見受けられず、本事業の運営・維持管理の体制に問題はないと判断できる。

2.5.1.2 運営・維持管理における技術

業務支援局の下部組織である組織開発部（Diretoria de Desenvolvimento Organizacional : DDO）が職員の人事研修・トレーニングプログラム実施を管轄しており、管理職研修や技術者向け業務研修プログラムを計画・実施している。2007 年には 35 の研修・トレーニングが実施され、107 名が参加した。また各部署には業務経験が豊富な職員が多く、OJT による職員研修も随時行われている。

以上より、実施機関の運営・維持管理に係る技術レベルは確保されていると判断できる。

2.5.1.3 運営・維持管理における財務

以下は各アウトプット（チェテ川改修区間、カブス・デ・シマ川改修区間、ビリチバダム・パライチンガダム）の維持管理費の過去 3 年間のデータである。上段は州政府から実施機関への配賦額実績、下段は実施機関から州政府への要求額を示す。2008 年以前は実施機関の要求額に対し、サンパウロ州政府は十分な予算額を配賦しておらず、維持管理業務に支障が生じていたと推察できるが、各アウトプットの維持管理予算額は増加傾向にある。

表 14：各アウトプットの維持管理費 （単位：レアル）

アウトプット	2006 年	2007 年	2008 年
チェテ川	(実) 4,291,174	(実) 9,112,445	(実) 18,134,508
	(要) 25,581,127	(要) 15,323,500	(要) 25,581,127
カブス・デ・シマ川	(実) 0	(実) 1,660,000	(実) 5,456,583
	(要) 6,000,000	(要) 6,000,000	(要) 6,000,000
ビリチバダム	(実) 0	(実) 0	(実) 65,505
	(要) 0	(要) 0	(要) 65,505
パライチンガダム	(実) 0	(実) 0	(実) 63,488
	(要) 0	(要) 0	(要) 63,488

出典：実施機関資料

チェテ川の維持管理費（実績額）は年々増加傾向にある。カブス・デ・シマ川の維持管理費は、2008 年に漸く要求額に近い予算が配賦されている。ビリチバダム、パライチンガダムは、完成後は全くメンテナンス等を実施していなかったが、2008 年に監視要員の人件費予算を計上、要求通り配賦されている。既述のように今後 SABESP にダム施設を移管す

タリングシステムの整備により水質の改善を行い住民の生活環境改善を目的とした円借款事業「サンパウロ州沿岸部衛生改善事業」（2004 年 8 月開始）、及び同州の無収水の減少等を目的とした技術協力プロジェクト「無収水管理プロジェクト」（2007 年 3 月開始）を実施中である。

るが、SABESP にインタビューしたところ、施設移管後は適正に（予算を確保し）維持管理を行うとのことであった。

なお実施機関は、州政府に維持管理費を申請しても要求通り配賦されにくいことを認識しているため、予算申請額を抑える傾向にある。

2.5.2 運営・維持管理状況

各アウトプットの運営・維持管理状況は以下の通りである。

1) チエテ川改修区間の管理（フェーズ1・2 区間）

定期的に河川メンテナンスが実施されている。改修区間の堤防敷や河川敷の清掃・除草、河川流量調節ダム（パーニャダム等）や放水ゲートの運営・維持管理等は実施機関のメンテナンス計画に基づいて実施されている。実際のメンテナンスは実施機関の監督下において、委託された民間業者が行っている。また、チエテ川本流沿いに、雨量や洪水水位を計測するレーダーポストが数ヶ所配備され、リアルタイムでの河川の監視を実施しており、機材の整備及び運用状況には問題はない。浚渫船や係留場（メンテナンス・ステーション：3ヶ所）も整備されている。

その一方、経年とともにチエテ川の河床では沈泥が堆積し、一部で浸食や底質汚染（ヘドロの発生等）を引き起こしている。実施機関が現地の調査研究機関に委託して行った調査結果によると、チエテ川フェーズ1・2 区間でそれぞれ毎年約 40 万 m^3 の沈泥が堆積すると考えられている。結果、沈泥の影響で水草や藻の繁殖が進み河川の流下能力の低下を招く可能性もある。実施機関によると、維持管理予算が十分ではないため除去作業・廃棄処理が十分に出来ず、除去されず堆積したままの沈泥が全改修区間で約 250 万 m^3 に上っているとのことである。その中で実施機関は、維持管理予算の範囲内で外部に委託して沈泥の除去作業を行っている²⁶。



図 16 定期メンテナンスの様子



図 17 沈泥除去作業の様子

²⁶ 今年度は約 40 万 m^3 の沈泥を除去する作業が民間業者に委託されて進行中である。

2) カブス・デ・シマ川改修区間の管理

定期メンテナンスは行われていない。維持管理予算が十分でないため改修区間の定期メンテナンスができず、問題が発生したときの対処療法的なメンテナンスのみ行っている。前項のチェテ川同様、カブス・デ・シマ川でも経年とともに河床で沈泥が堆積し、一部で浸食や底質汚染が発生している。既に沈泥の堆積により水流を妨げている場所が一部で確認できた。当河川全体で沈泥は毎年約 10 万 m^3 堆積すると考えられており、実施機関によると改修工事が完了してから約 60 万 m^3 堆積しているとのことであった。実施機関によると、2008 年には河床の沈泥約 10 万 m^3 を除去したとのことである。2009 年中にはさらに約 10 万 m^3 除去する計画である。当河川全体で沈泥量が毎年約 10 万 m^3 ずつ堆積していることから、維持管理予算も考慮しながら可能な範囲で除去していく計画である。

なお、カブス・デ・シマ川にも雨量や洪水水位を計測するレーダーポストが配備・運用されている。但しチェテ川に比して河川規模が小さいこともあり、配備は 1 ヶ所のみである。

3) ビリチバダム・パライチンガダムの管理

両ダムの維持管理業務はほとんど行われていない。2008 年度に保守要員の人件費が維持管理予算として充当されている程度である。現時点では、維持管理不足による大きな問題は発生しておらず、ダムの堆砂についても特段問題は発生していない。先述のとおり、両ダムの維持管理業務は今後、SABESP に権限委譲される。SABESP は責任を持って維持管理業務を行うとのことであった。

なお、両ダムにはそれぞれ 1 箇所ずつ雨量やダム水位を計測するレーダーポストが配備され、整備・運用状況には問題はない。



図 18 パライチンガダム



図 19 ビリチバダム

以上より、本事業は実施機関の能力及び維持管理体制ともに問題はないが、実施機関に維持管理予算が十分に配賦されていない、一部維持管理業務が満足に行われていない状況

を考慮すると、事業の持続性については中程度と評価される。

3. 結論及び教訓・提言

3.1 結論

以上より、本事業の評価は高いといえる。

3.2 教訓

洪水制御事業の効果測定は容易でないこともあるが、本事業のように事業効果や被害に関する指標・データの整備・管理が必ずしも徹底されていないことがある。事業効果を測定する上で、事業実施前の洪水被害実績データをはじめ、特に定量的効果に関する指標の整備・管理は不可欠である。実施機関は援助実施側のサポートを受けつつ事業形成時から評価・モニタリング時まで一貫した事業効果に係る指標・データの整備・管理を行うべきである。

3.3 提言

持続性の運営・維持管理状況に既述のとおり、チエテ川及びカブス・デ・シマ川に堆積している沈泥の除去・廃棄処理を行う予算が充分ではない。事業完成後には両河川からの洪水は皆無となっているが、年々堆積していく沈泥の除去が進まなければ、豪雨時に河川水量が増した場合、洪水発生の一因になることもあり得る。実施機関は適正な沈泥の除去計画を立てて除去・廃棄処理に取り組む体制を整え、サンパウロ州政府は実施機関に河川施設の運営・維持管理費を十分に充当し洪水リスクの低減に努めるべきである。

以 上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	チエテ川河川改修（フェーズ 1） 1) 対象区間：エルガード・デ・ソウサダム～コファダム（ピニエイロス川合流地点）16.5km 2) 治水安全度：1/100 洪水確率 3) 計画横断形：計画河床幅 60-100m（2 割勾配の単断面形）	⇒ほぼ計画通り 1), 2)は計画通り 3)河床幅 54-61m （加えて、ブラジル側の自己資金で両岸の人の往来を円滑にするためのアーチ式人道橋（歩道橋）を 1 ヶ所建設）
	カブス・デ・シマ川河川改修 1) 対象区間：カブス・デ・シマ川のチエテ川合流点～トレス・クルゼス橋 10.5km 2) 治水安全度：1/100 洪水確率 3)計画横断形：計画河床幅 側面 2 割勾配の単断面形 10-20m、短形の単断面形 15-30m	⇒ほぼ計画通り 1) 対象区間：10.3km 2) 計画通り 3) 計画通り（但し側面 2 割勾配単断面形の箇所は増加）（加えて、ブラジル側自己資金で対象区間にある橋の改修を 7 ヶ所実施）
	チエテ川上流水量調整システムの建設（ダム建設：パライチンガダム・ビリチバダム）及び連絡水路建設	⇒（ダム）一部変更 ⇒（連絡水路）計画通り（但し、州政府の資金で建設）
	チエテ川河川改修（フェーズ 2） 1) 対象区間：ピニエイロス川合流地点～ペーニャダム 24.5km 2) 治水安全度：1/100 洪水確率 3) 計画横断形：計画河床幅 50m 幅	⇒1), 2), 3) 計画通り
	チエテ川下流域整備 1) ピラポラ貯水池近隣の堤防(ポルンドゥバ堤防)改良工事 2) ピラポラダム補強工事 3) 連絡道路整備（2.94km）	⇒1), 3)は計画通り ⇒2)はキャンセル
	コンサルティング・サービス 1)フェーズ 1 ⇒計 118M/M 2)フェーズ 2 ⇒計 128M/M	⇒1) M/M増加（計 206M/M） ⇒2) ほぼ計画通り（計 122M/M）
	フェーズ 1：1995 年 7 月～2000 年 5 月（4 年 11 ヶ月） フェーズ 2：2000 年 6 月～2006 年 2 月（5 年 9 ヶ月）	フェーズ 1：1995 年 7 月～2003 年 6 月（8 年） フェーズ 2：2000 年 6 月～2006 年 2 月（5 年 9 ヶ月）
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	39,149百万円 43,230百万円 (325,038千U S ドル) 82,379百万円 49,427百万円 1U S ドル＝133円 (1995年6月現在)	49,386百万円 21,066百万円 (181,057千U S ドル) 70,452百万円 49,386百万円 1U S ドル＝116.35円 (1996年1月-2005年12月 平均)