

「令和5年度補正グローバルサウス未来志向型共創等事業委託費（グローバルサウス諸国に対する質の高いインフラ等海外展開に向けた戦略策定等調査）」におけるマスタープラン策定等調査事業

ブラジル国 災害事前対応のための水害対策の マスタープラン策定等調査事業

調査報告書

2026年1月

中央開発株式会社

目次

(1) 本事業の目的	1
(2) 実施体制	2
1. 実施マイルストーン	2
2. 体制	2
(3) 実施内容	3
1. 市場/事業の理解	3
1.1 対象事業領域の市場環境（市場規模及び将来予測）	4
1.2 政策動向	5
1.3 未充足課題やニーズ分析	6
1.4 技術動向	7
1.5 事業の Key Success Factor 分析などを踏まえ市場・事業の概要	7
2. 相手国と日本の課題および事業機会の特定	8
3. 事業モデルの評価	9
3.1 ターゲット市場	9
3.2 ビジネスモデル	9
3.3 事業の座組み	10
4. 具体的戦略の策定	11
5. 相手国関係者等への提案	12
6. 事業化へ向けたアクションプラン	13
(4) 進捗状況	14
(5) MP 策定事業全般への示唆	15
附属資料	17

(1) 本事業の目的

いわゆるグローバルサウス諸国は、産業の脆弱さ、保健・防災・食糧問題等といった社会課題を多く抱えており、日本国をはじめとする諸外国に対して、技術移転を伴った協業事例の創出やインフラ整備等への支援を求めているところである。こうしたニーズに日本国が積極的に応えることで、グローバルサウス諸国と日本国との地政学的な紐帯を強め、信頼性の高い国際ルール整備等に向けた協調を通じた国際経済秩序の安定を図ることができる。

同時に、これら地域は今後継続的に人口増が続き、2050年には全世界人口の3分の2を占めるとの予測があるほど高い成長力を有する市場であり、かつ重要鉱物等の主要な産出国も有するため、経済安全保障の観点からも重要なパートナーである。相手国の社会課題に対して、日本企業の有する技術等を活用し、ビジネスを通じて解消していくことで、地政学的な紐帯の強化のみならず、日本企業の市場獲得や産業構造のサプライチェーン強靱化といった日本経済の課題解決も同時に実現することができる。

そこで、本事業においては、日本国が相手国から「選ばれる」国となるため、相手国のニーズ、潜在市場の大きさ等を念頭に設定する重点分野を中心に、相手国の質の高い成長に貢献する案件形成のために、インフラ等整備計画であるマスタープラン（以下「MP」という。）の策定を通じて、日本国の強みを活かしながら、グローバルサウス諸国戦略を具体化し、グローバルサウス諸国と日本国との経済的連携強化を促進していくことを目的としている。

グローバルサウス主要国のブラジル国では、近年の気候変動の影響で豪雨による洪水が増加・激甚化しているにもかかわらず、地方政府、自治体・流域協議会等が管理する中小河川では予算等の制約からハード対策等の整備が進んでいない。また、洪水リスクが高い河川沿いの低地への都市化と人口増加が進み、洪水による被害は年々増す一方である。そのため、まず人的被害の軽減に向けた取り組みが必要であり、避難が可能なリードタイムの確保等が急務となっている。2023年にブラジル国で発生した自然災害件数が過去最多の1161件、そのうち716件が洪水によるものであった。人的被害に加えて経済活動にも深刻な影響を与えており、洪水被害の最小化をはかる洪水災害対策が喫緊の課題となっている。このため、ブラジル国を対象国として選定した。

現地が抱える災害対応の課題に対して、日本企業の有するリスク評価・リスクマネジメント等の技術等を活用し、ビジネスを通じてこうした課題を解消していくようなマスタープランの提案を行うことを目的としてブラジル国における災害事前対応のための水害対策のマスタープラン策定等調査事業を実施した。

(2) 実施体制

1. 実施マイルストーン

実施マイルストーンについて以下に示す。

表 1-1 実施マイルストーン

実施項目	実施時期	中間目標	対応状況	現時点での状況
現地渡航前準備	令和7年5～6月	既往資料分析	完了	既往資料の確認と分析 現地関係機関聞き取りのための資料作成
第1回現地渡航	令和7年7月	相手国政府機関への聞き取り、現地調査	完了	MP策定にかかる自治体への聞き取り、河川現地調査、相手国政府機関への聞き取り
MP草案の作成	令和7年8～9月	MP草案策定	完了	現地での調査結果を反映したMP草案策定、現地関係機関へのアポ取得、現地調査準備
第2回現地渡航	令和7年10月	自治体へのMP案提示、協議	完了	MP案について相手国政府機関への説明と協議
MP案の修正	令和7年11～12月	MP案の修正	完了	MP案について相手国政府機関からのフィードバックを反映
第3回現地渡航	令和8年1月	自治体への説明	完了	修正したMP案について自治体へ説明 現地関係機関からの情報収集
報告書作成	令和8年2月	MPの最終化、報告書作成	計画通り	MPの最終化 調査報告書の作成

2. 体制

本事業は、実施責任者が全体を統括し、担当者が現地調査および分析業務等を担当する体制で実施した。

表 1-2 実施体制

	氏名	所属	業務内容
1	山口達朗	中央開発株式会社 グローバルセンター調査役	実施責任者/ 調査全体総括
2	王寺秀介	中央開発株式会社 技術センター長兼 グローバルセンター長	技術総括
3	関田宏一	中央開発株式会社 グローバルセンター海外技術部長	現地調査/会議運営
4	山内豊	中央開発株式会社 グローバルセンター海外技術部担当部長	河川管理技術 A
5	向中野勇一	中央開発株式会社 グローバルセンター海外技術部担当課長	現地情報収集
6	坂本淳一	中央開発株式会社 関東支店長兼 ソリューションセンター防災地域計画部長	河川管理技術 B
7	大山エンリッケ誠慈	中央開発株式会社ソリューションセンター 防災モニタリンググループ	河川モニタリング
	伊野真一	中央開発ブラジル (再委託)	現地コーディネート

(3) 実施内容

1. 市場/事業の理解

グローバルサウスの主要国であるブラジル国を事業対象国とする。

ブラジル国の人口は約 2 億 1,200 万人 (2024 年) となっており、2041 年頃に約 2 億 2000 万人でピークを迎えると予測されている。2024 年の実質 GDP 成長率は前年比 3.4% となった。産業別では、工業が前年比 3.3% 増、サービス業が 3.7% 増加し、成長を下支えした。工業は、特に建設事業や製造業の伸びがみられた。

日本とブラジル国とは、経済分野を始めとする二国間関係や、国際場裡での協力を強化していくことで一致し、外交関係樹立 130 周年である 2025 年を「日本ブラジル友好交流年」と位置づけ、両国の戦略的グローバル・パートナーシップを更に強固にしている。

ブラジル国では気候変動による影響等で大雨による洪水等の自然災害の被害が近年増加しており経済的損失が増大している。ブラジル地域開発省によると、2011 年以降に自然災害の件数が増加し、2023 年には 5115 件の災害が発生している。ブラジル全国自治体連合会 (CMN) によると 2013 年から 2023 年までに、約 17 兆円相当の経済的損失が発生し、5233 の自治体が災害による被害を受け、延べ 4 億 1830 万人が影響を受けている。

サンパウロ州フランコダローシャ市を本事業のカウンターパート機関とした。同市はサンパウロ市の北隣りに位置し、サンパウロ大都市圏の一部として重要な位置を占めている。サンパウロ大都市圏の住民 2000 万人の約半分に水を供給しているカンタレイラ水系にも近いことから、水資源の供給地としての役割を担う一方で、地理的条件により大雨による水害や土砂災害のリスクが高い地域でもあり、過去にたびたび大雨による水害や土砂災害等の災害による被害が発生しており、近年、洪水被害が急激に増加している。

過去の主な災害事例として、2022 年 1 月 28 日にサンパウロ州では大雨による洪水や土砂崩れが相次ぎ、少なくとも 24 人が死亡、1546 世帯以上が避難する事態となった。その他に、特にここ 10 年では 2016 年 3 月、2023 年 11 月と 4 月、2025 年 2 月と洪水被害が増加している。

同市の防災局によると、災害予防や災害時の対応では、十分な人員や財源を確保するのが難しく、IoT 等を活用したリアルタイムのモニタリングシステムなどより効率的なモニタリングの必要性が高まっている。

このことから日本企業が海外向けに展開する防災、特に日本で培われた洪水に関する防災技術やサービスの普及によって、展開先となるサンパウロ州の他の自治体や近隣の州において喫緊の課題となっている気候変動による自然災害の被害を未然に防ぎ、経済的損失を軽減することで社会課題の解決に寄与することを想定しフランコダローシャ市を事業対象地域として選定した。

1.1 対象事業領域の市場環境（市場規模及び将来予測）

ブラジル国における対象事業領域の市場の構成としては、連邦政府機関、地方政府、自治体等の公的機関と民間インフラ関連企業等がある。

主な公的機関には、国土の地域開発、インフラ整備、防災対策などを担う地域開発省や、降雨予測と観測の強化を目的として設立された連邦政府機関の自然災害モニタリング・警報センター（CEMADEN）、深刻な洪水リスクを抱えるリオデジャネイロ州・サンパウロ州・リオグランデドスル州等の地方政府・自治体等がある。

民間インフラ関連企業等については、治水施設の整備・維持管理を行うサンパウロ州水道事業者等の社会インフラ事業者、物流センター、民間気象会社などを顧客候補として想定している。

選定理由としては、洪水被害に対する住民避難やインフラ保護を目的とした早期警戒アラートシステムの構築であることから、河川とその周辺を直接・間接的に管理する政府機関、地方自治体、民間企業とした。

表 1-1 対象事業領域の市場構成

連邦政府機関	自然災害モニタリング警報センター (CEMADEN)	雨量計を 5 千か所に設置、他に河川水位計も設置、気象レーダーを 9 か所に設置し観測を実施している。
地方政府	サンパウロ州防災局	局地豪雨に対応した雨量レーダーを独自に設置し運用を始めた。水位センサーを設置している河川もある。
自治体	フランコダローシャ市	雨量計を設置し独自に観測を行っているが、その他のモニタリングは実施していない。その他のモニタリングでは CEMADEN により実施され、河川水位・降水量のモニタリングが実施されている。
自治体	カンピーナス市防災局	流域では、近年、河川で洪水が発生している。市の防災局は、監視カメラと水位標で監視を実施している。水位計によるモニタリングではない。
自治体・流域協議会	ジュケリ川流域協議会 (フランコダローシャ市などジュケリ川流域 5 都市)	気象レーダーの設置について気象予報士の配置を含めて検討中。
自治体・流域協議会	ピラシカーバ川流域委員会 (ピラシカーバ・カピバリ・ジュンジアイ川流域)	サンパウロ州水資源局が設置した 37 か所の水位計、雨量計の管理
気象情報サービス	統合気象情報センター (CIAGRO)	カンピーナス市及び周辺の都市に気象情報を提供。気象予報士を配置し気象レーダーも設置。220 の観測所で、雨量、温度、日射、風力、気圧等のデータを計測している。
社会インフラ事業者	サンパウロ州上下水道公社	治水施設の整備・維持管理を行っている。 リスク管理・インフラ維持管理
物流センター	メルカドリブレ社など (想定)	南米最大級の E コマース企業であるメルカドリブレ社はフランコダローシャ市に大型配送センターを保有。災害時 BCP 策定・早期避難。物流維持管理
民間気象会社	クリマテンポ社など (想定)	気象モニタリングや災害リスク情報提供 企業・自治体向けコンサルティング

市場規模及び将来予測に関しては、ブラジル国政府が 2024 年に発表した新たな成長加速プログラムでは、持続可能でレジリエントな都市の枠組みで防災対策向けに 4200 億円の投資が 2026 年までに予定されている。

また、世界銀行によると河川洪水などの都市における異常気象で年間 3250 億円の損失をもたらしているとの報告がある。

CEMADEN は国内の 301 箇所河川モニタリングを実施しており 1 箇所の機器費が約 300 万円とのことから市場規模は最低でも 9 億円程度と推定される。

1.2 政策動向

ブラジル国における近年の大規模洪水の発生が、災害事前対応のための水害対策の政策優先度を押し上げているものと考えられる。国家気候計画に洪水・水関連リスクが組み込まれ、事後の災害対応 (復旧) から事前対策や早期警報システムの整備へとシフトしつつある。

ブラジル国では 1988 年に制定された憲法により、大統領が就任に際して、「多年度計画」(PPA) と呼ばれる 4 か年の国家開発計画を策定する。2023 年 10 月に発表された PPA (2024-2027) においては「プログラム番号 2318 – 災害リスク管理」として災害予防機能強化、リスク管理と災害対応、気候変動への適応が施策に組み込まれている。近年の自然災害による被害の増加により政府の災害予防への取り組みへの関心は高まっており、予算項目に防災機能の強化やリスク管理が記載されたことは災害予防への取り組みの強化が期待される。

ブラジル連邦政府は、2024 年 7 月に新たな経済政策案 PAC (成長加速プログラム) として、ブラジル国全土の災害予防に総額 417 億リアル (約 1 兆 2510 億円) の案件が含まれることを発表した。

連邦法第 12,608 号は、2012 年 4 月 10 日に制定されたブラジル国の防災政策に関する主要な法令である。2011 年に発生した大規模な洪水・土砂災害を受け、この法律の制定と同時に連邦都市法も改正された。これにより、各自治体は、都市計画マスタープランおよび都市拡張計画において、災害リスクを考慮に入れることが義務付けられた。

また、連邦法第 12,608 号は、国家防災政策 (PNPDEC) を制定し、連邦政府、州政府、市町村レベルでの災害情報・監視システムの構築を明記している。国家、州、および流域レベルでの気象、水文、地質的リスクのモニタリングネットワークの導入と災害の発生を未然に防ぐためのリスクの監視・早期警戒体制の構築に関する指針が含まれている。

1.3 未充足課題やニーズ分析

近年、気候変動によるものと考えられる洪水被害は増加傾向にある。

ハード対策 (治水対策) には莫大な予算や工期を要する。近年、ハード対策としてエウゼビオ川に調節池が建設されているが、ジュケリ川をはじめフランコダローシャ市には全 12 河川があるため、全ての河川にハード対策を実施することは現実的に不可能である。

フランコダローシャ市の現状のソフト対策として、CEMADEN による河川水位や雨量のモニタリングが実施されているが、欠損データが多く早期警戒アラートシステムとして活用できるかについてさらなる検討が必要である。

警報発令・避難の目安等の判断基準となる基礎データ、浸水想定区域図、ハザードマップ等が整備されていない。

洪水により人命および経済活動に深刻な影響を与えており、洪水被害の最小化を図るための対策が喫緊の課題となっている。

ターゲット顧客のニーズに関しては、近年の気候変動の影響で豪雨による洪水が増加・激甚化しているにもかかわらず、地方政府、自治体・流域協議会が管理する中小河川では予算等の制約からハード対策等の整備が進んでいないことや、また、洪水リスクが高い河川沿いの低地への都市化と人口増加が進み、洪水による被害は年々増す一方であることで

ある。

そのため、まず人的被害の軽減に向けた取り組みが必要であり、避難が可能なリードタイムの確保等が急務となっている。

1.4 技術動向

警報発令・避難の目安等の判断基準となる基礎データ、浸水想定区域図、リスクマップ等が作成されていないため早急に対応が求められている。

現地防災機関である CEMADEN によって河川水位センサーと雨量計による監視が行われている場所もあるが、迅速な住民避難の是非の判断に活用されておらず、またセンサーの数も十分とはいえない。

1.5 事業の Key Success Factor 分析などを踏まえ市場・事業の概要

サンパウロ州防災局では、2026年1月17日にサンパウロ市の東部と南部地域を対象に、サンパウロ州で初めての洪水の発生が切迫していることを示す特別警報を携帯電話などの移動通信端末に対する一斉同報配信（セルブロードキャスト）を行った。このように、近年ブラジル国内における極端な大雨の発生頻度は増加し、都市部における洪水リスクは増加傾向となっている。

中小河川流域では、洪水の増加の影響により、従来の災害対策では十分に対応できない事例が顕在化している。

一方で、地方自治体においては以下のような制約が存在する。

- 財政制約の下での事業優先順位付けの必要性
- 議会・住民への説明責任の高度化
- 技術職員不足による調査・計画立案力の低下

このため、単なる技術検討にとどまらず、事業化・合意形成までを見据えた洪水対策への需要が高まっている。

2. 相手国と日本の課題および事業機会の特定

日本は地震・水害等の自然災害が多発する防災技術の先進国である。

日本においては、浸水被害が発生しないように堤防を整備し護岸等を設置する等の河川の整備が進んでいる。一方、ブラジル国では整備されていない堤防・護岸が多く、浸水した場合に影響が広範囲に及ぶ可能性が高い。日本では近年、毎年のように洪水被害が発生しており、堤防等が破損した際、次年度に堤防が構築されていない場合が想定される。再度災害が発生した場合の影響の広がり等を把握するための参考となると考える。

世界で様々な状況の氾濫シミュレーションの解析データを蓄積することにより、日本のシミュレーション技術の進歩が推進されるものと想定される。

本事業で策定されるマスタープランに基づきブラジル国で組成される防災計画が基となり、将来的にリバーサイノベーションによりブラジル国で都市化した地域での効率的な防災計画を実践し日本の同様な箇所の防災対策策定の参考事例とするなど、日本のイノベーションの種が創出される共創型の事業類型を想定している。

3. 事業モデルの評価

3.1 ターゲット市場

洪水発生時の住民避難やインフラ保護を目的とした早期警戒アラートシステムの構築を事業モデルとして、河川とその周辺を直接・間接的に管理する相手国政府機関、中小河川を管理する地方政府・自治体、民間企業（民間インフラ事業者、物流センター）、民間気象会社などをターゲット市場とした。

想定顧客候補を以下に示す。

表 3-1 ターゲット市場・想定顧客候補

連邦政府機関	ブラジル国家水資源・衛生庁 (ANA)	主に水資源管理と上下水道分野を担当する連邦政府機関
	ブラジル地質調査所 (CPRM)	水文観測、洪水・土砂災害のリスクマッピング、および予警報システム構築を担う連邦機関
	ブラジル国立気象研究所 (Inmet)	ブラジル農務省 (MAPA) に属する気象観測・予測の公的機関
	自然災害モニタリング・警報センター (CEMADEN)	ブラジル科学技術革新省 (MCTI) 傘下の機関で、自然災害の監視と早期警戒システムを運用
	ブラジル天気予報・気候研究センター (CPTEC)	ブラジル国立宇宙研究所 (INPE) 傘下の天気予報・気候研究センター
州政府機関	サンパウロ州防災局 (CEDEC/SP)	州内の災害対応、リスク軽減、教育、緊急時の対応（特に夏の集中豪雨対策）を主導する機関
	サンパウロ州水資源局 (SP Aguas)	サンパウロ州の持続可能な水資源管理と水利用権の管理を行う機関
	パラナ州水文水理監視機関 (SIMEPAR)	パラナ州気象局
	CIRAM	サンタカタリーナ州の気象、水文、環境モニタリングを担当する機関
自治体・流域協議会	ジュケリー川流域協議会	フランコダローシャ市などジュケリー川流域5都市
	ピラシカーバ川流域委員会	ピラシカーバ・カピバリ・ジュンジアイ川流域
民間インフラ事業者	サンパウロ州上下水道公社 (Sabesp)	治水施設の整備・維持管理
物流センター	メルカドリブレ社など	南米最大級の E コマース企業
民間気象会社	クリマテンボ社など	気象モニタリングや災害リスク情報提供企業・自治体向けコンサルティング

3.2 ビジネスモデル

中小河川における洪水避難警報システムと早期避難に関する情報・意思決定支援を以下の流れで提供するビジネスモデルを想定している。

- ①現地調査（測量、データ蓄積）、
- ②洪水氾濫シミュレーション
- ③モニタリング箇所及び管理基準値の設定
- ④モニタリング機器の設置

⑤早期警戒アラートシステムの構築

⑥システムメンテナンス

近年、毎年のように発生する洪水による被害に対して、早期警戒アラートシステム構築により、顧客に対して安全・安心を目指した地域の防災体制づくりを支援する。また、地域住民の避難行動への意識向上、防災の知識向上、緊急時の対応能力の向上を図り、洪水発生の前にアラートを発出することで人命被害を減らすことが期待される。また、住民が事前に自動車や家財を移動させることや店舗の在庫を守ることで、家庭・地域レベルの損害額が減少し生活再建が早まることが期待される。

3.3 事業の座組み

事業者ならびに事業者の現地法人が連携し、相手国政府機関、地方政府・自治体、周辺の流域協議会、モニタリング実施機関、民間企業等の想定顧客へサービスを提供することを想定している。

4. 具体的戦略の策定

実施戦略に関して、短期的戦略（1～3年程度を想定）は以下のとおりを計画している。

- 地方政府・自治体・流域協議会、社会インフラ事業者、民間企業へのサービスの普及
- サービスの現地運用人材の拡充、防災意識・避難行動の向上
- サービスのブラジル国東南部地域における拡大
- 河川モニタリング管理基準値の設定、現地における運用スキルの向上
- 早期警戒アラートの適切な発令、最適な運営管理計画の策定
- 提案サービスの広域導入
- 人的損失ゼロ、経済的損失の軽減

プロジェクトが日本と対象国双方に与える影響に関して以下に示す。

- 日本の河川モニタリング技術の世界への波及
- 浸水センサー等の最新技術の活用
- 急速に都市化が進むブラジル国の下水網整備の促進
- 排水能力の不足が生む悪影響の改善の知見の蓄積

5. 相手国関係者等への提案

相手国政府機関、各種企業団体、市民などの関係者の意見や要望を反映させるために、流域の治水に関連する流域協議会及び、流域協議会等と契約しサービスを提供している民間気象会社・気象予報士と綿密なコミュニケーションを図る。

そして、現地政府モニタリング機関の課題を汲み取るとともに、補完するモニタリング機器設置及びモニタリング体制の提案と政府機関との綿密なコミュニケーションを図る。

6. 事業化へ向けたアクションプラン

マスタープラン実現のための次のアクションプランとして、FS 調査・小規模実証事業につなげ、実績を積み上げ、事業化へ結び付けることを検討する。

ブラジル国において、案件組成段階で事業化の可能性を調査する事業を対象とし、実行可能性、採算性などを調査する。調査・検討する内容は、事業の外部要因として政治、法制、規制、経済、技術動向、自然環境、社会環境といったマクロ環境と、業界の動向、市場調査、競合状況、財務的可能性（IRR を含む。）等の個別案件のミクロ環境の調査を含むものとし、以下の調査内容について検討を行う。

1.	相手国への提案に必要な情報収集、調査、分析 等
2.	競合他社の動向の把握、他社との差別化の検討
3.	事業規模、コスト、収入等の算出
4.	事業化までのスケジュールの検討
5.	事業実施体制の検討
6.	相手国における現地パートナー調査
7.	その他必要となる調査

(4) 進捗状況

目的に対する達成度合い・実施成果

実施成果：ほぼ 100%

水害による深刻なリスクを抱えるサンパウロ州の自治体フランコダローシャ市において市長ならびに防災局責任者に対し日本企業の有する技術等の紹介を行い、また、パイロットサイト候補地のジュケリ川流域の現場踏査を行った。

事業の対象機関であるサンパウロ州の自治体フランコダローシャ市とマスタープランの草案の目次及び骨子について 2025 年 10 月の第 2 回現地渡航時に提示し協議を行った。帰国後、協議した内容を踏まえマスタープラン案の修正、根拠資料等の整理を行った。2026 年 1 月の第 3 回現地渡航時に自治体へのマスタープランの説明を行いマスタープランの最終化を行った。

(5) MP 策定事業全般への示唆

今回のプロジェクトを通じて見えた課題・難所と解決策以下に示す。

- (課題・難所) 中小河川では護岸工事などの整備が遅れており、水位センサーの取り付け・計測が困難なケースが想定される。
(解決策) 浸水が発生しやすい箇所、流量が変化する合流点及び取り付け可能箇所等を十分に見極めた上で水位センサーの設置計画の立案を行う。
- (課題・難所) 日本と同様に、地方自治体の職員は他の業務と兼務しているため多忙であり、専門性が不足しているケースがある。
(解決策) 研修プランの充実、防災関連マニュアルを作成する必要がある。

事業者は日本国内で多くの洪水氾濫シミュレーションを実施してきた。しかしながら、ブラジル国の中小河川のように、堤防、護岸整備が進んでいない河川でのシミュレーションの実施の経験は少ない。また、近年、浸水が頻発していることから日本とはタイプの違う調節池の整備も実施されている。

このため、このような海外の国でのシミュレーションの結果を蓄積することにより、我が国の河川技術の向上、日本企業の市場獲得につながればよいと考えている。

早期警戒アラートシステムを導入した後、地域住民が理解できず避難行動につながらないリスクに対しては自治体の防災局を通じてワークショップや防災教育等を実施することで地域住民への理解を深めることが対策として考えられる。

効果的な相手国への打ち込み・訴求方法について以下に示す。

- 自治体の市長はじめ市の防災局の協力体制の構築
 - 自治体の財政状況を加味したアクションプランの提案
 - 周辺自治体及び流域協議会との連携
 - 避難したがるらないブラジル人の国民性を考慮した避難行動の学習
 - モニタリングを積み重ねることにより精度を向上させ氾濫シミュレーション、警報アラートの河川水位の管理基準値の効率的な設定により顧客への訴求
- ・波及効果を高めるために実施すべきこと
- 河川管理の精度を高めるために河川流域全体で考える必要がある。
 - 上位機関の州防災局を通じた、同様の水害の課題を抱える他の自治体へのアプローチにより波及効果を高める。

表のリスト

表 1-1 実施マイルストーン

表 1-2 実施体制

表 2-1 対象事業領域の市場構成

表 2-2 ターゲット市場・想定顧客候補

附属資料

災害事前対応のための水害対策マスタープラン

2026 年 1 月

フランコダローシャ市

目次

1. 水害マスタープランの目的・概説
2. フランコダローシャ市の河川管理の現状把握
 - 2.1 フランコダローシャ市の概要（人口、産業、土地利用状況等）
 - 2.2 フランコダローシャ市の河川の概要
 - 2.3 フランコダローシャ市の河川の自然的・社会的特性
 - 2.4 フランコダローシャ市の河道特性
 - 2.5 フランコダローシャ市の下水道（雨水）の整備状況
 - 2.6 フランコダローシャ市のその他の情報整理
 - 2.7 治水の沿革
 - 2.8 過去の災害の状況把握
 - 2.9 現在における気候変動による影響
 - 2.10 河川モニタリングの現状把握
3. 河川の管理上の課題
4. 河川の管理上の課題に対する解決策（案）とその目標
 - 4.1 河川管理上の解決策（案）
 - 4.2 河川管理上の目標
5. ソフト対策を前提とした短期的（1～3年程度）な戦略（案）

参考文献・参考資料

[巻末資料]

- ・ 訪問先及び打合せ概要
- ・ 日本国内の収集資料
- ・ 現地モニタリング関連の写真集

図のリスト

- 図 2.1 サンパウロ大都市圏の水資源管理図
- 図 2.2 ジュケリー川流域図
- 図 2.3 フランコダローシャ市が管理している河川平面図
- 図 2.4 フランコダローシャ市の地形（起伏）図
- 図 2.5 フランコダローシャ市の地質図
- 図 2.6 フランコダローシャ市の地質
- 図 2.7 フランコダローシャ市の等降水量線図
- 図 2.8 フランコダローシャ市の年平均降水量図
- 図 2.9 フランコダローシャ市の人口推移図
- 図 2.10 「フランコダローシャ市のマクロおよびマイクロ排水ネットワークの登録と地理の参照 2025」の写真の抜粋
- 図 2.11 フランコダローシャ市の下水道（雨水）の布設状況
- 図 2.12 フランコダローシャ市の河川、下水道（雨水）、下水道吐口（推定）の状況
- 図 2.13 工事計画、工事完了を図示した平面図
- 図 2.14 2000年前後の調節池の整備状況及び洪水発生箇所
- 図 2.15 フランコダローシャ市周辺の河川水位・雨量計の観測機器設置図
- 図 2.16 フランコダローシャ市周辺の河川水位モニタリング状況及びフランコダローシャ市防災局
- 図 3.1 調節池の（EU-08）の建設状況
- 図 3.2 フランコダローシャ市周辺の河川水位・雨量計の観測機器設置図（再掲）
- 図 3.3 フランコダローシャ市の洪水危険度マップ
- 図 5.1 水害対策マスタープラン及び戦略の計画フロー

表のリスト

- 表 2.1 フランコダローシャ市を流下する河川諸元
- 表 2.2 フランコダローシャ市の洪水概要
- 表 4.1 河川管理上の課題に対する解決策（案）
- 表 5.1 短期的な戦略（案）

略語表

番号	略語 (ポルトガル語)	名称 (ポルトガル語)	名称 (日本語)
1	CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais	自然災害モニタリング警報センター
2	CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo	サンパウロ州環境公社
3	CIIAGRO	Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas	農業気象の情報統合センター
4	CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos	サンパウロ都市圏鉄道会社
5	DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica	(旧) サンパウロ州水電 力局→(新) SP Águas
6	DBMT	Divisão do Médio Tietê	(サンパウロ州水資源 局) 中部チエテ管区
7	IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	ブラジル地理統計院
8	IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas	(ブラジル) 技術研究所
9	MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima	環境・気候変動省
10	PDMAT	Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê	チエテ川上流のマクロ排 水マスタープラン
11	PCJ	Piracicaba, Capivari, Jundiaí	ピラシカーバ、カピバ リ、ジュンディアイ
12	Sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	サンパウロ州上下水道公 社
13	SGB	Serviço Geológico do Brasil	ブラジル地質調査所
14	SIMEPAR	O Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná	パラナ州環境技術・監視 システム
15	SP Águas	Agência de Águas do Estado de São Paulo	サンパウロ州水資源局

1. 水害マスタープランの目的・概説

1.1 目的

ブラジル国では近年、気候変動による影響で大雨による洪水等の自然災害の被害が増加しており、経済的損失が増大している。地方自治体では人手不足・財政不足が深刻化しており、より効率的な防災対策の導入が求められている。このため、洪水被害に至るリスクが高い河川を抱えるフランコダローシャ市において災害事前対応可能な河川モニタリングシステム等を導入し水害に備えるためのマスタープランを策定するものである。なお、水害対策については、日本企業が有する災害リスク評価等の技術を活用することを前提としている。

また、ブラジルの法律で規定されているマスタープランについても、フランコダローシャ市と協議を行い、本マスタープランの中の議論した内容を盛り込むことを想定している。

そして、得られた情報を可能な限り活用し、流域全体の水害対策についても言及する。

2. フランコダローシャ市の河川管理の現状把握

2.1 フランコダローシャ市の概要（人口、産業、土地利用状況等）

フランコダローシャ市は、サンパウロ市の北西約 35km に位置しており、サンパウロ大都市圏の一部である。また、フランコダローシャ市は、カイエイラス、マイリポラン、フランシスコ・モラート、アチバーヤと隣接している。人口は、センサスによると 144,849 人（2022 年の国勢調査時点の数値）となっている。

主要道路は、ロドヴィア・タニクレード・ネヴェス（SP-332）やロドヴィア・ドス・バンデイランテス（SP-348）が通っている。また、Tic Trens 社が運営する 7 号線は、サンパウロ市の Barra Funda 駅とフランシスコモラット駅間で運行しており、フランシスコモラット駅ではジュンディアイ行き列車に乗り換えることができる。

サンパウロ市の北部近郊に位置しており、交通・地理的な立地が産業発展に大きな影響を和え耐えている。産業は、多様な分野含まれており、サービス業が最も多い。

郊外・丘陵部には起伏の大きい地形があるため、土地利用状況は森林が多くを占めている。

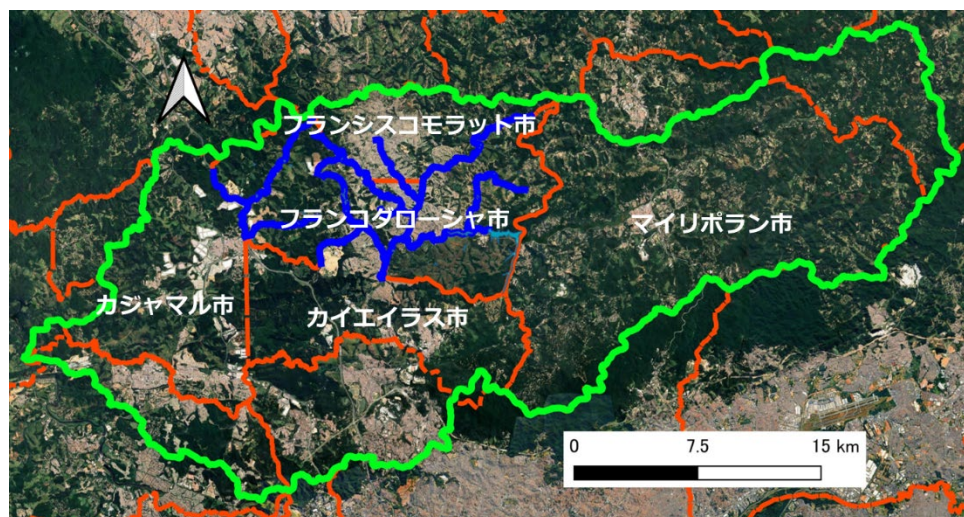
2.2 フランコダローシャ市の河川の概要

フランコダローシャ市は、水資源管理単位では、サンパウロ州の 22 の水資源管理単位の中のアルト・チエテに属している。



図 2.1 サンパウロ大都市圏の水資源管理図¹⁾

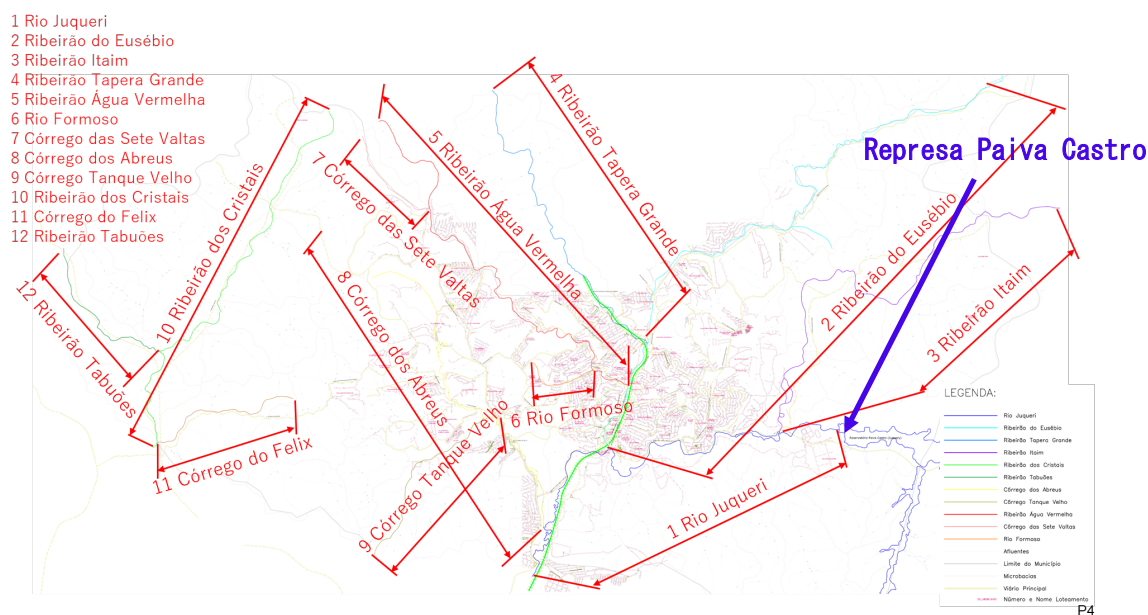
そして、その中にあるジュケリー川流域協議会に属する。ジュケリー川流域協議会は、カジャマル市（面積：131.4 km²）、カイエイラス市（面積：97.64km²）、フランコダローシャ市（面積：132.8 km²）、フランシスコモラット市（面積：49.00 km²）、マイリポラン市（面積：320.7 km²）の5市（全面積：731.54 km²）から構成される。



※調査団により作成

図 2.2 ジュケリー川流域図

フランコダローシャ市で管理する河川は、①Rio Juqueri、②Ribeirão do Eusébio、③Ribeirão Itaim、④Ribeirão Tapera Grande、⑤Ribeirão Água Vermelha、⑥Rio Formoso、⑦Córrego das Sete Valtas、⑧Córrego dos Abreus、⑨Córrego Tanque Velho、⑩Ribeirão dos Cristais、⑪Córrego do Felix、⑫Ribeirão Tabuõesの12河川である。ジュケリー川流域の面積は845.1km²となっている（GISより計測、流域は市境と完全には一致していない）。



※調査団により作成

図 2.3 フランコダローシャ市が管理している河川平面図

流域が広いにもかかわらず、川幅が狭い河川が多い。市街地や市街地の直上流は護岸整備、調節池の整備が進んでいるが、その他の河川では、自然河岸が多く残っている。

河床勾配は、下流側で 1/70 から 1/250 程度となっている。上流側は 1/10 から 1/50 程度と急勾配となっており、洪水時には水だけでなく土砂も流出する特徴がある。特に、ジュケリ川流域は上流にパイバ・カストロダムがあり、その下流からの土砂の供給が多いためか、定期的に土砂浚渫が実施されている。

パイバ・カストロダムの貯水池は、サンパウロ首都圏の人口の約 60%に水を供給するカンタレイラ水系の貯水池群の一部である。

2.3 フランコダローシャ市の河川の自然的・社会的特性

(1) 地形概要

フランコダローシャ市は、起伏に富んだ地形をしており、北西部は標高の高い山、中心から北西も高い小丘となっている。標高は高い所で、1000m を越えるが、市街地付近で 740m 程度となっている。また、盆地と谷部を市街地に持つフランコダローシャ市は、雨が降ると谷部へ流出し、短時間の間に一気に流れ出すため、洪水の影響を受けやすい特徴を持っている。

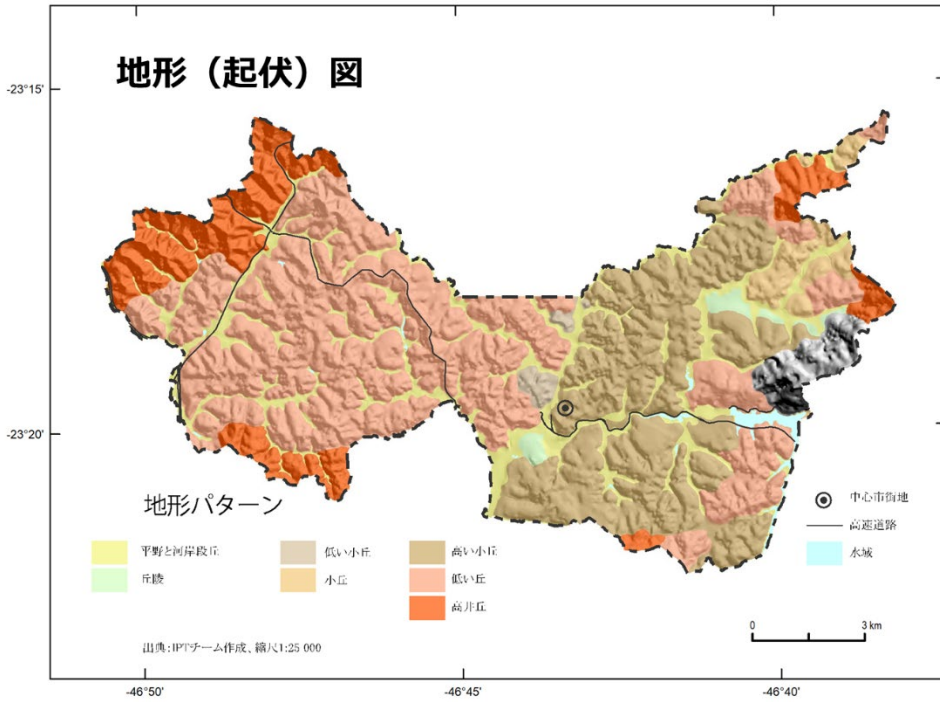


図 2.4 フランコダローシャ市の地形（起伏）図²⁾

(2) 地質概要

地質は、市街中心地を境に西側は沖積層が堆積し、北東側は変成岩、南東側は砂岩が堆積している。

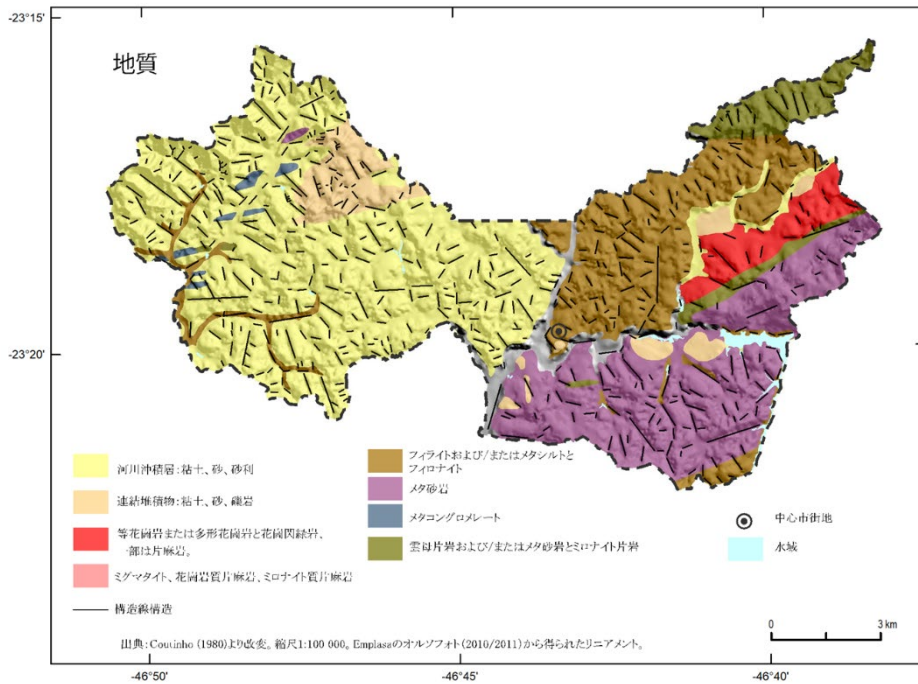


図 2.5 フランコダローシャ市の地質図²⁾

Franco da Rocha Geology

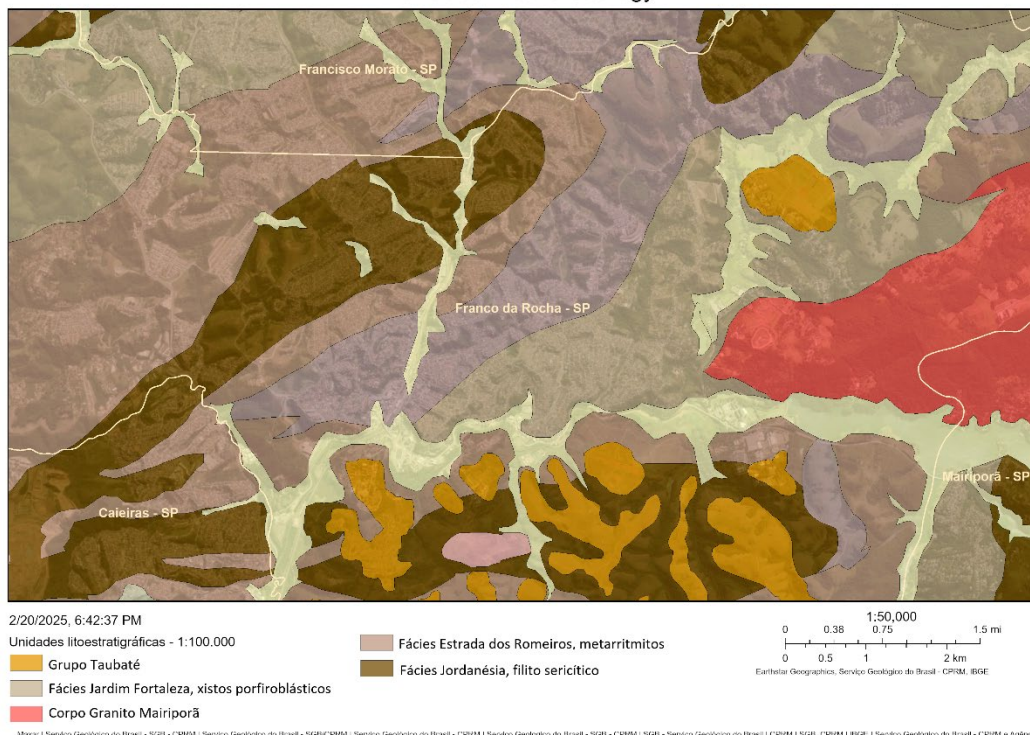


図 2.6 フランコダローシャ市の地質²⁾

また、ブラジル地質サービス (SGB、Serviço Geológico do Brasil) の地質図 (2017) によると、フランコダローシャ市の地質は主にサン・ホッキ (São Roque) 群に属している。市の中央部はジョルダネジア相 (Jordanesía facies) のセリサイト片岩、エストラダ・ドス・ロメイロス相 (Facies Estrada dos Romeiros) のメタリズマイト、ジャルジン・フォルタレザ相 (Facies Jardim Fortaleza) の斑状片岩 (ポーフィロブラスト片岩) で構成されている。東部および南部には、タトゥアペ (Tatuapé) 群の砂岩やマイリポラン (Mairiporã) 群の花崗岩体が点在している。

(3) 天候

フランコダローシャ市は熱帯高地気候に分類され、明瞭な雨季と乾季が存在する。年平均気温はおよそ 16~25° C である。

サンパウロ周辺の降雨量は、平均で 1600mm 程度となっている。フランコダローシャ市の等降水量線図は以下のとおりである。市街地付近を境に、年平均降水量が西側で 1500mm 以上、東側で 1500mm 未満となっている。

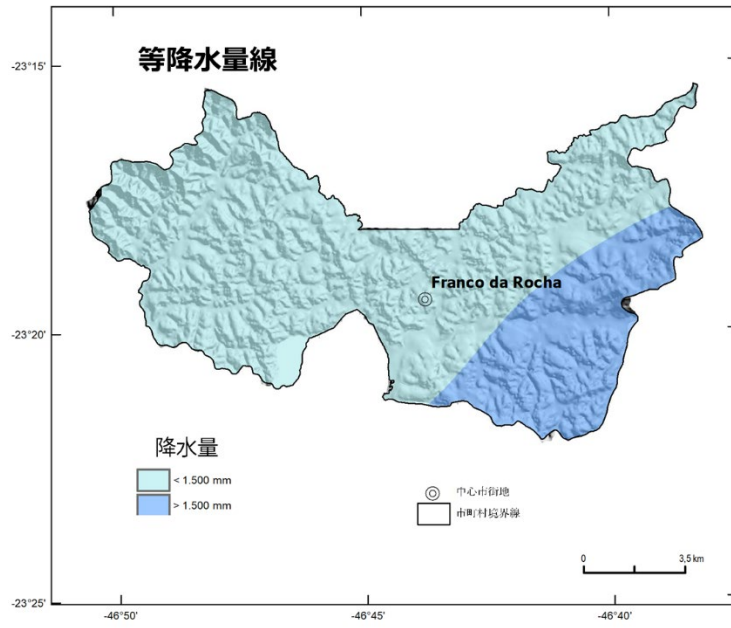


図 2.7 フランコダローシャ市の等降水量線図 2)

また、フランコダローシャ市の年平均降水量は概ね 1,500mm 程度となっている。

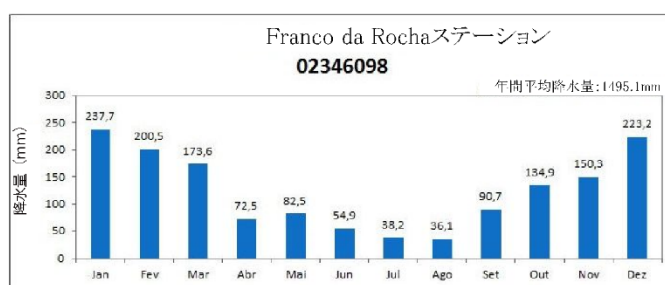
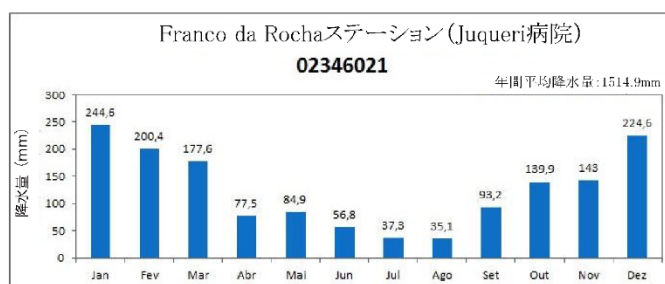
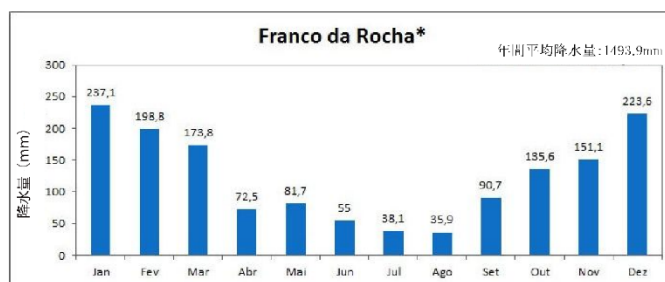


図 2.8 フランコダローシャ市の年平均降水量図 2)

(4) 自然環境

本地域周辺は、大西洋岸森林（マタ・アトランチカ）に属し、特に、マタ・アトランチカの種がみられる緑地・公園が存在する。特に、ジュケリ州立公園は自然保護区となっており、サンパウロ大都市圏におけるセラーダが残る希少な地域、生物多様性の保全等の観点から重要な場所となっている。

(5) 社会的特性

フランコダローシャ市の人口推移は以下のとおりであり、2025 年のセンサスでは 150,241 人と推定される。年々人口は増加傾向であり、サンパウロ大都市圏から車で約 1 時間、電車で約 1 時間半とアクセスがよい立地にあるため、ベッドタウンとして最適な地理的条件を備えている。

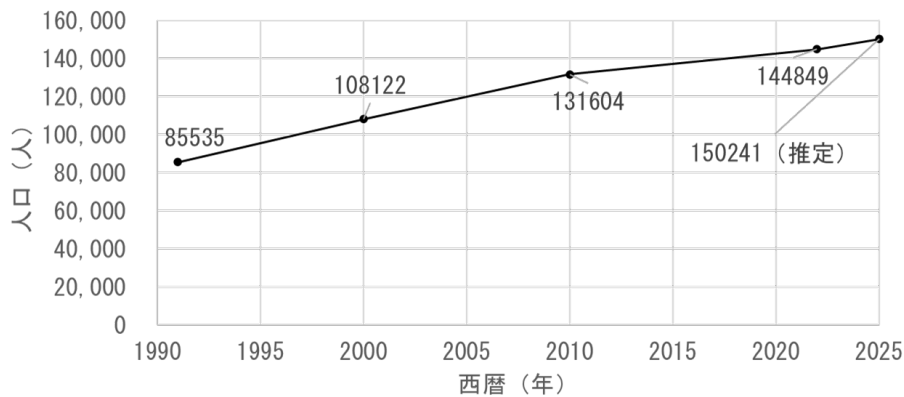


図 2.9 フランコダローシャ市の人口推移図³⁾

また、産業構造をみると、サービス業 38%、工業 32%、小売業 32%、農業および農業関係者は 0.005%となっており、第三次産業であるサービス業が最も多い産業となっている。

土地利用状況の割合は、森林 42%、農地 25%、市街地 18%、牧草地 4%、その他 11%となっている。

交通では、市内外を結ぶ幹線道路が複数ある。市内にアクセスする高速道路としては、**SP-332** (タンクレド・ネベス・ハイウェイ)、**SP-023** (ルイス・サロマン・チャンマ・ハイウェイ)、**SP-354** (エドガルド・マキシモ・ザンボト・ハイウェイ)、**SP-348** (バンデイランテス ハイウェイ)、及び **BR-381** (フェルナン・ディアス・ハイウェイ) がある。

また、市内および市間を結ぶバス路線が多数、運行されている。

さらに、鉄道では **CPTM** の 7 号線がサンパウロ市のルス駅とフランコダローシャ市の間を結んでいる。

2.4 フランコダローシャ市の河道特性

フランコダローシャ市を流下する河川は前述したように、12 河川である。

各河川の諸元 (延長、河床勾配等) は以下のとおりである。

表 2.1 フランコダローシャ市を流下する河川諸元

河川名	延長 (m)	川幅 (m)	河床勾配	特徴
①Rio Juqueri	8,169	10~18	1/231	ほとんどが自然河岸。
②Ribeirão do Eusébio	13,862	2~4	1/267	ほとんどが自然河岸。下流に調節池を整備中。
③Ribeirão Itaim	6,945	1.5	(1/11) 1/102	ほとんどが自然河岸又は湿地。
④Ribeirão Tapera Grande	5,564	2~14	1/197	下流は川幅が広いが、鉄道との交差部は非常に狭い。
⑤Ribeirão Água Vermelha	10,606	4~11	1/147	河川整備が進んでいるが、上流側は自然河岸。
⑥Rio Formoso	1,522	4	1/72	暗渠、護岸整備が進んでいる。
⑦Córrego das Sete Valtas	2,104	3	1/47	自然河岸だが、暗渠部もあり。
⑧Córrego dos Abreus	8,540	3~8	1/172	自然河岸又は湿地。
⑨Córrego Tanque Velho	4,927	4	1/112	自然河岸。
⑩Ribeirão dos Cristais	10,963	3~6	1/185	自然河岸だが、近傍で高速道路が建設され、一部暗渠化。
⑪Córrego do Felix	4,927	2~5	1/112	自然河岸だが、近傍で高速道路が建設され、一部暗渠化。
⑫Ribeirão Tabuões	3,625	-	1/68	-

※調査団により作成

日本の中小河川と同様に、急勾配な河川が多い。また、ジュケリ川の下流側では土砂の堆積が著しく、定期的に土砂の浚渫を実施している。

市街地周辺は、河川護岸、擁壁、調整池等が整備されているが、その他は自然河岸が非常に多い。そして、湿地化している箇所も多くみられる。比較的 low 中木、草本類が繁茂しているため、大雨が降った際、どの部分が浸水しているかが、わかりにくい特徴がある。

2.5 フランコダローシャ市の下水道（雨水）の整備状況

フランコダローシャ市では、「フランコダローシャ市のマクロおよびミクロ排水ネットワークの登録と地理の参照 2025」で、下水道（雨水）の情報を整理している。その確認状況は以下のとおりである。



写真-1



写真-2



写真-3



写真-4



図 2.10 「フランコダローシャ市のマクロおよびマイクロ排水ネットワークの登録と地理の参照 2025」の写真の抜粋⁴⁾

フランコダローシャ市の下水道（雨水）の布設状況を以下に示す。市全域で、約 1.5km の雨水下水管等（赤色部分）が布設されている。管種はコンクリート管が多く、管径はφ400～φ3000である。大部分は道路路肩部に設置されているようである。また、部分的に開渠や暗渠になっている箇所もある。

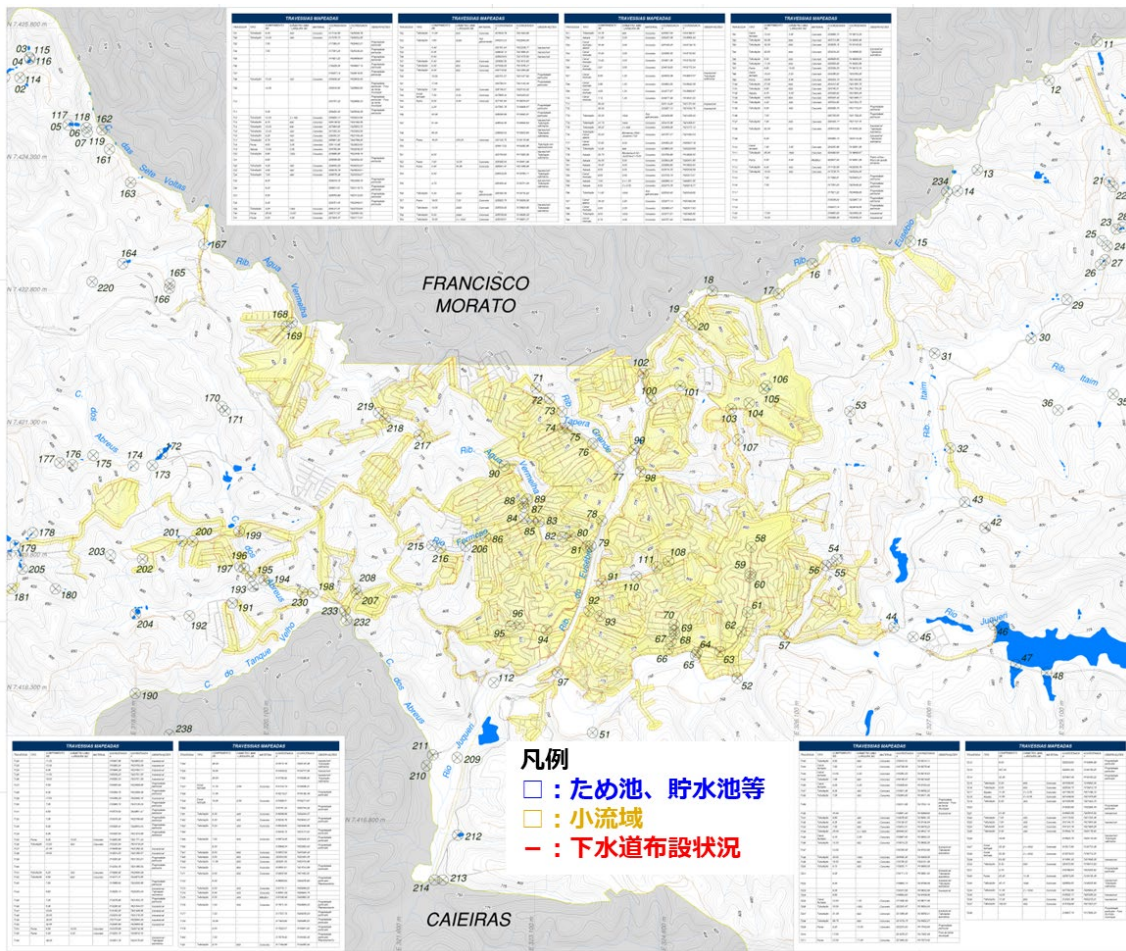
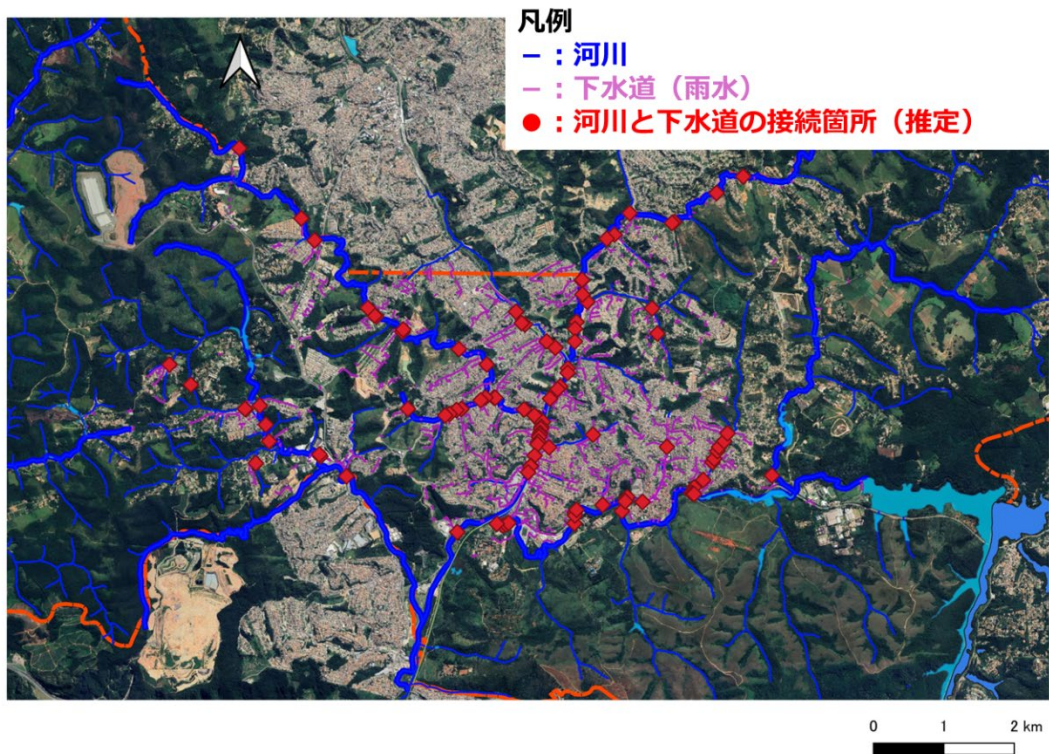


図 2.11 フランコダローシャ市の下水道（雨水）の布設状況⁴⁾

また、「フランコダローシャ市のマクロおよびマイクロ排水ネットワークの登録と地理の参照 2025」と河川の情報を重ね合わせた（図-2.12 参照）。その結果、赤丸の部分に河川と下水道の接続箇所となっていると推定される。なお、吐口がなく途中で下水道管が止まっている所があり、確実に埋設状況を確認できていない箇所があると思われる。



※4)を GIS で加工して調査団が作成。

図 2.12 フランコダローシャ市の河川、下水道 (雨水)、下水道吐口 (推定) の状況

2.6 フランコダローシャ市のその他の情報整理

フランコダローシャ市には、通常、浸水時に大きな影響を及ぼす地下街、アンダーパス、立体交差等は、存在しない。但し、鉄道が河川と並行に走っており、コンクリート橋や鋼橋の下で河川が鉄道を横切る区間がいくつかある。このような箇所はボトルネックになる可能性がある。このような箇所は、洪水時に浸水に対して脆弱となる可能性が高い。

2.7 治水の沿革

これまで浸水が多いエウゼビオ川の市街地を中心に河川工事が実施されてきた。

その後、ジュケリ中流域における洪水対策のための主要な計画は、2010年に行われたチエテ上流域大排水マスタープラン (PDMAT) の改訂中に策定された。この地域の都市部は降雨に対して極めて脆弱である。ジュケリ川では、2011年、2016年、そして2022年に観測された豪雨により、パイバ・カストロ貯水池のゲートを開き緊急放流を実施したため、洪水はさらに悪化したと報告がある。

近年、エウゼビオ川では2つの調整池工事が実施された。その結果、EU-09、EU-08の調節池及び付帯施設が完成した。

以下に、近年の工事計画、工事完了が掲載されている平面図を添付する。

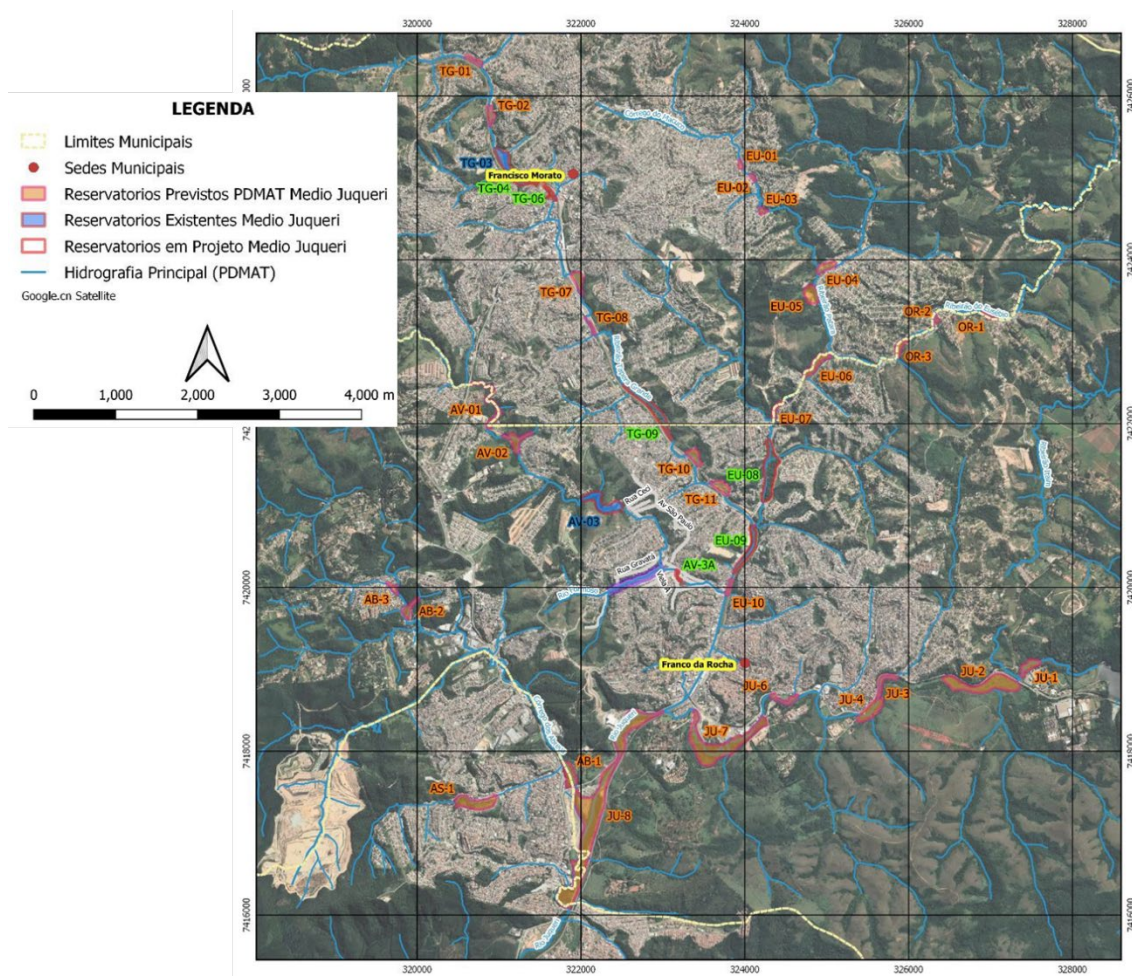


図 2.13 工事計画、工事完了を図示した平面図⁵⁾

2.8 過去の災害の状況把握

過去 30 年に発生した洪水で大きな被害が発生したのは、1987 年 1 月頃、2011 年 1 月、2016 年 3 月、2022 年 1 月、2023 年 1 月と 4 月、2025 年 2 月の 7 回である。

過去に発生した洪水の概要は以下のとおりである。

表 2.2 フランコダローシャ市の洪水概要

日時	河川名、場所等	被害の概要
1987 年 1 月頃	ジュケリ川の氾濫	<ul style="list-style-type: none"> 大洪水に見舞われ、約 8 日間浸水。 同市の歴史の中でこれまでに記録された最悪の洪水の 1 つ。 Paiva Castro ダムからの放流も洪水の一因となり、都市部の状況を悪化。
2011 年 1 月	ジュケリ川の氾濫	<ul style="list-style-type: none"> 大雨と Sabesp による Paiva Castro ダムの水門の開放により、大洪水が発生。

		<ul style="list-style-type: none"> ・市内中心部は完全に浸水し、商業と公共サービスが麻痺。 ・影響を受けた建物の中には、市庁舎、市議会、フォーラム、警察署等が含まれた。
2016年3月11日	ジュケリ川の氾濫	<ul style="list-style-type: none"> ・2016年3月9日午後8時から11日午後8時の間に、140mmから150mmの雨を記録。 ・Paiva Castro ダムで緊急放流されたことにより悪化。 ・市中心部は完全に浸水。
2022年1月29～30日		<ul style="list-style-type: none"> ・大雨により大規模な洪水や地すべりが発生。 ・サンパウロ州内でフランコダローシャ市が最も被害が大きかった。 ・駅の地域を含め、市の中心部が浸水した。市役所、市議会、警察署も浸水した。
2023年1月25～29日	市中心部 (Rua dos Bandeirantes 付近)	<ul style="list-style-type: none"> ・主な被災箇所は、市中心部 (Rua dos Bandeirantes 付近)、鉄道周辺、低地住宅地。 ・被害は、住宅の浸水、商店・倉庫への浸水、鉄道一時停止被災戸数 約 120 件。
2023年4月18～20日	ジュケリ川付近	<ul style="list-style-type: none"> ・強い局地的豪雨を発生。 ・被災地域は、Juquery 川沿い低地、中心部周辺 (鉄道・商業地)。道路冠水、排水路溢水による住宅浸水。 ・被災戸数：約 60 件。
2025年2月1日	リベイラン・エウゼビオ川が氾濫	<ul style="list-style-type: none"> ・2月1日20時時点の累積雨量で115.2mmを記録。 ・市が洪水宣言を発出。 ・2月1日早朝の大雨により、リベイラン・エウゼビオ川が氾濫し、市の中心部が水没した。中心部・複数の通りでの冠水、交通障害、鉄道影響などが報じられている。

※調査団が作成

2.9 現在における気候変動による影響

過去 20-30 年間の雨量 (1 時間雨量)、現在の雨量の比較等の整理を行ったが、近年、局地的豪雨等が多発している明確な違いは確認できなかった。「チエテ川上流域マスタープラン 2009」によると、2000 年初頭にはあまり洪水が発生していないように見受けられるが、前述の洪水履歴からみると近年は洪水頻度が増加している。

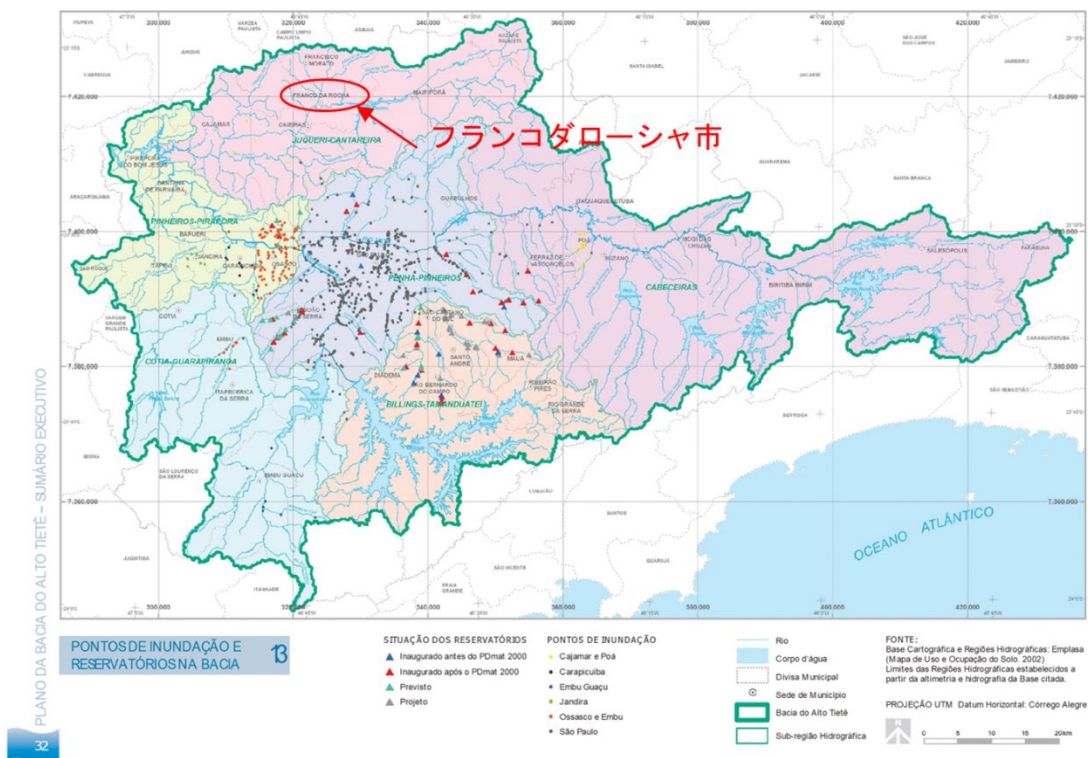
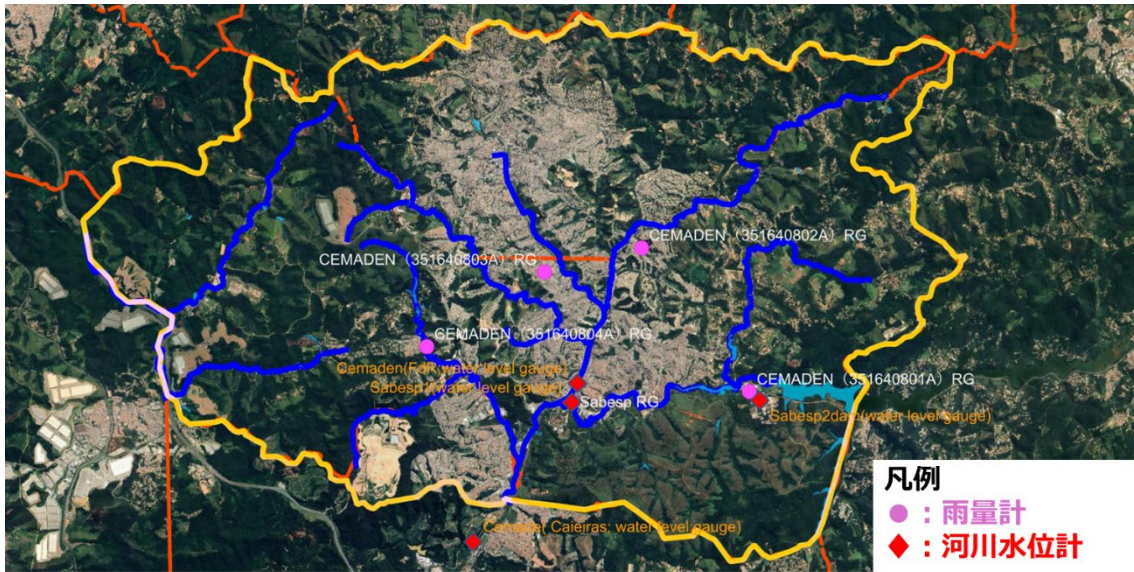


図 2.14 2000 年前後の調節池の整備状況及び洪水発生箇所⁶⁾

2.10 河川モニタリングの現状把握

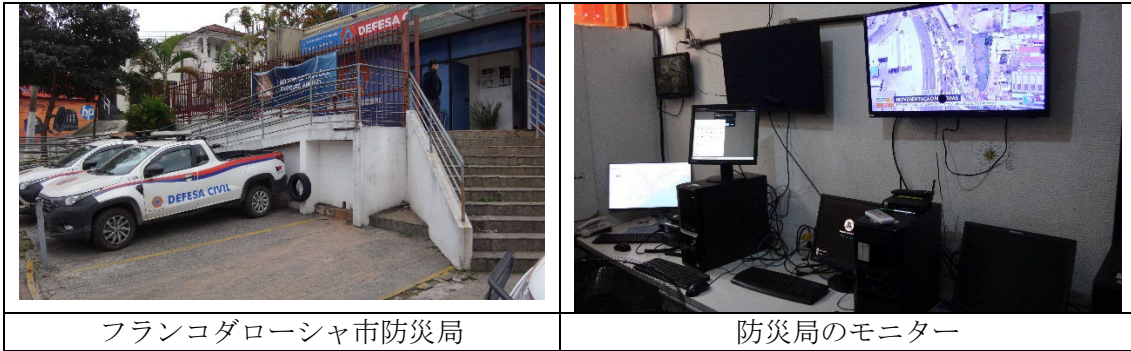
フランコダローシャ市では、雨量計を設置し独自に観測を行っているが、その他のモニタリングは実施していない。その他のモニタリングでは **CEMADEN**（国家自然災害モニタリング・警報センター）により実施され、河川水位・降水量のモニタリングが実施されている。また、近傍の観測箇所は以下の図に示すとおりである。河川水位計（4 箇所<CEMADEN（2 箇所）Sabesp（2 箇所）>）、雨量計（4 箇所）となっており、CEMADEN の河川水位計は電波式が用いられている。



※調査団が作成

図 2.15 フランコダローシャ市周辺の河川水位・雨量計の観測機器設置図

<p>フランコダローシャ市に設置されている 水位計 (CEMADEN)</p>	<p>カイエイラス市に設置されている 水位計 (CEMADEN)</p>
<p>フランコダローシャ市に設置されている 水位計 (Sabesp)</p>	



※調査団が撮影

図 2.16 フランコダローシャ市周辺の河川水位モニタリング状況
及びフランコダローシャ市防災局

しかしながら、唯一あるフランコダローシャ市の河川水位計は、2024年8月~2025年7月までデータが欠損しており、現在はモニタリングが継続されている状況である。

3. 河川の管理上の課題

前述の現状把握を踏まえ河川管理上の課題として以下の 4 つを挙げる。なお、下水道の管理上の課題については、ハード対策が主であり、本マスタープランはソフト対策中心の記載であることから、記載しないこととする。

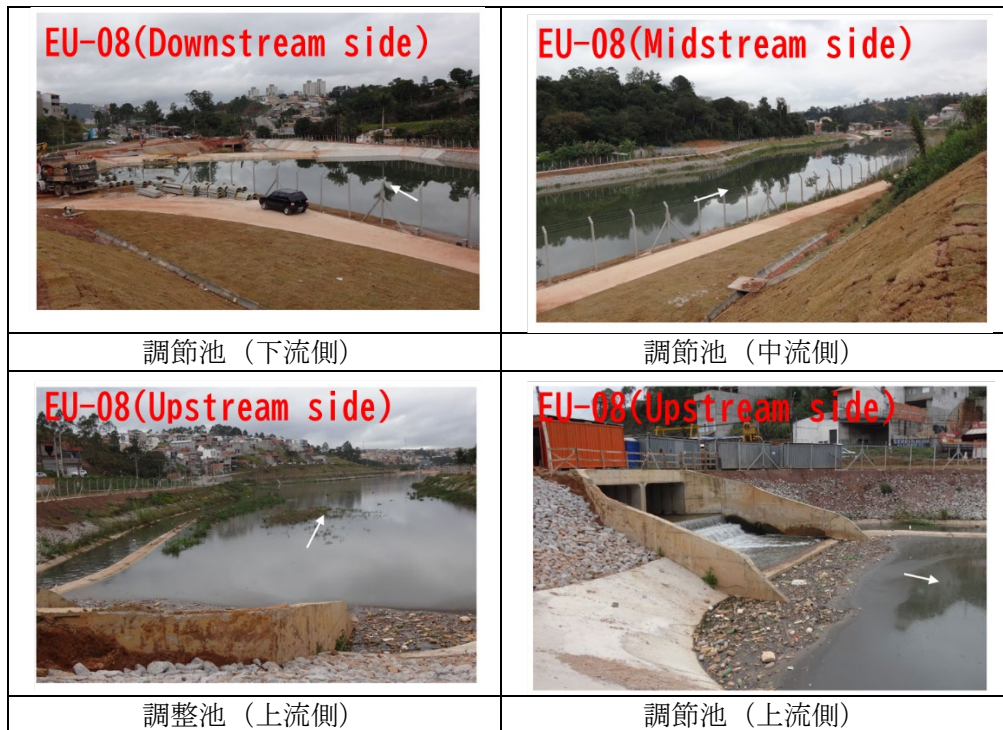
課題 1：近年、洪水被害が急激に増加している。

課題 2：流域全体を網羅するハード対策（治水対策）は現実的に不可能である。

課題 3：現状のソフト対策は早期警戒アラートシステムとして活用できない。

課題 4：警報発令等の判断基準に必要な基礎データが未整備である。

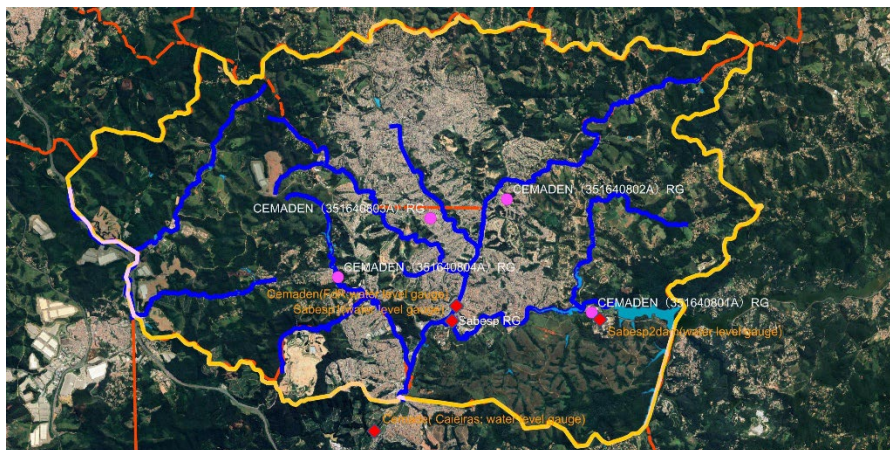
- ・（課題 1）近年、気候変動によるものと考えられる洪水被害は増加傾向にある。特にここ 10 年では 2016 年 3 月、2022 年 1 月、2023 年 11 月と 4 月、2025 年 2 月と急激に洪水被害が増加している。
- ・（課題 2）ハード対策（治水対策）には莫大な予算や工期を要する。近年、ハード対策としてエウゼビオ川に調節池が建設されている（以下、調節池の建設中の写真を参照）が、ジュケリー川をはじめフランコダローシャ市には全 12 河川があるため、全ての河川にハード対策を実施することは現実的に不可能である。



※調査団が撮影

図 3.1 調節池の（EU-08）の建設状況

- ・(課題3) フランコダローシャ市の現状のソフト対策として、CEMADEN による河川水位や雨量のモニタリングが実施されているが、欠損データが多く早期警戒アラートシステムとして活用できない。



※調査団が作成

図 3.2 フランコダローシャ市周辺の河川水位・雨量計の観測機器設置図 (再掲)

- ・(課題4) 警報発令・避難の目安等の判断基準となる基礎データ、浸水想定区域図、ハザードマップ等が整備されていない。過去に 2017 年 IPT (ブラジル技術研究所) により、洪水の危険性を示した図が作成されているが、詳細な設定条件、計算条件等が示されていない。

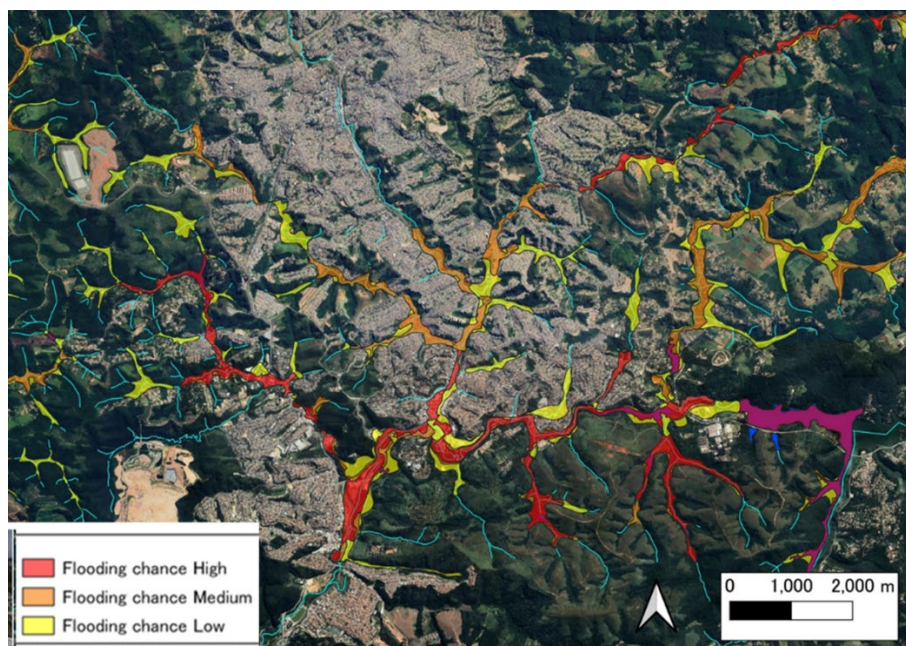


図 3.3 フランコダローシャ市の洪水危険度マップ²⁾

4. 河川の管理上の課題に対する解決策（案）とその目標

4.1 河川管理上の解決策（案）

河川管理上の課題に対する解決策（案）は以下のとおりである。なお、下水道の管理上の解決策については、ハード対策が主であり、本マスタープランはソフト対策中心の記載であることから、記載しないこととする。

表 4.1 河川管理上の課題に対する解決策（案）

	課題	解決策（案）
1	近年、洪水被害が急激に増加している。	人的被害の軽減に向けた取り組みが必要であり、避難が可能なリードタイムの確保等が急務である。 そのため、洪水被害から住民避難やインフラ保護を可能とする早期警戒アラートシステムを早急に構築する必要がある。
2	流域全体を網羅するハード対策（治水対策）は現実的に不可能である。	
3	現状のソフト対策は早期警戒アラートシステムとして活用できない。	早期警戒アラートシステムを構築するためにモニタリングシステムを新たに設置する必要がある。また、必要最小限のモニタリングを効果的に実施するために、洪水被害に脆弱な場所（モニタリング箇所）を洪水氾濫シミュレーション等で検討する。
4	警報発令等の判断基準に必要な基礎データが未整備である。	UAV を活用した地形計測を実施することで、情報が不十分な中小河川でも高精度な洪水氾濫シミュレーションを実施できる基礎データを容易に整備できる。 洪水氾濫シミュレーションを実施することで、リードタイムを確保した管理基準値を設定することが可能となり、結果図は洪水ハザードマップとしても活用可能である。

これらの解決策を実施することにより、より実績に近い浸水シミュレーションが可能となる。将来的には、降雨等の情報を事前に解析し、水位予測等が可能となるところまで進められることが最も望ましい状況となる。

4.2 河川管理上の目標

将来的な上位目標としては、「中小河川における洪水避難警報システム構築と早期避難」とし、本マスタープランの目標は「河川水位モニタリング計画（設置位置・時期）の策定」とする。

目標を設定する上での河川管理区域は、フランコダローシャ市の12の河川を対象とする。

計画対象期間は策定後1年から3年を想定する。

5. ソフト対策を前提とした短期的（1～3年程度）な戦略（案）

フランコダローシャ市の戦略のマスタープラン作成段階、短期的な戦略（案）、中長期的なマスタープラン（案）の計画フローは以下に示すとおりである。

本資料で対象となる範囲

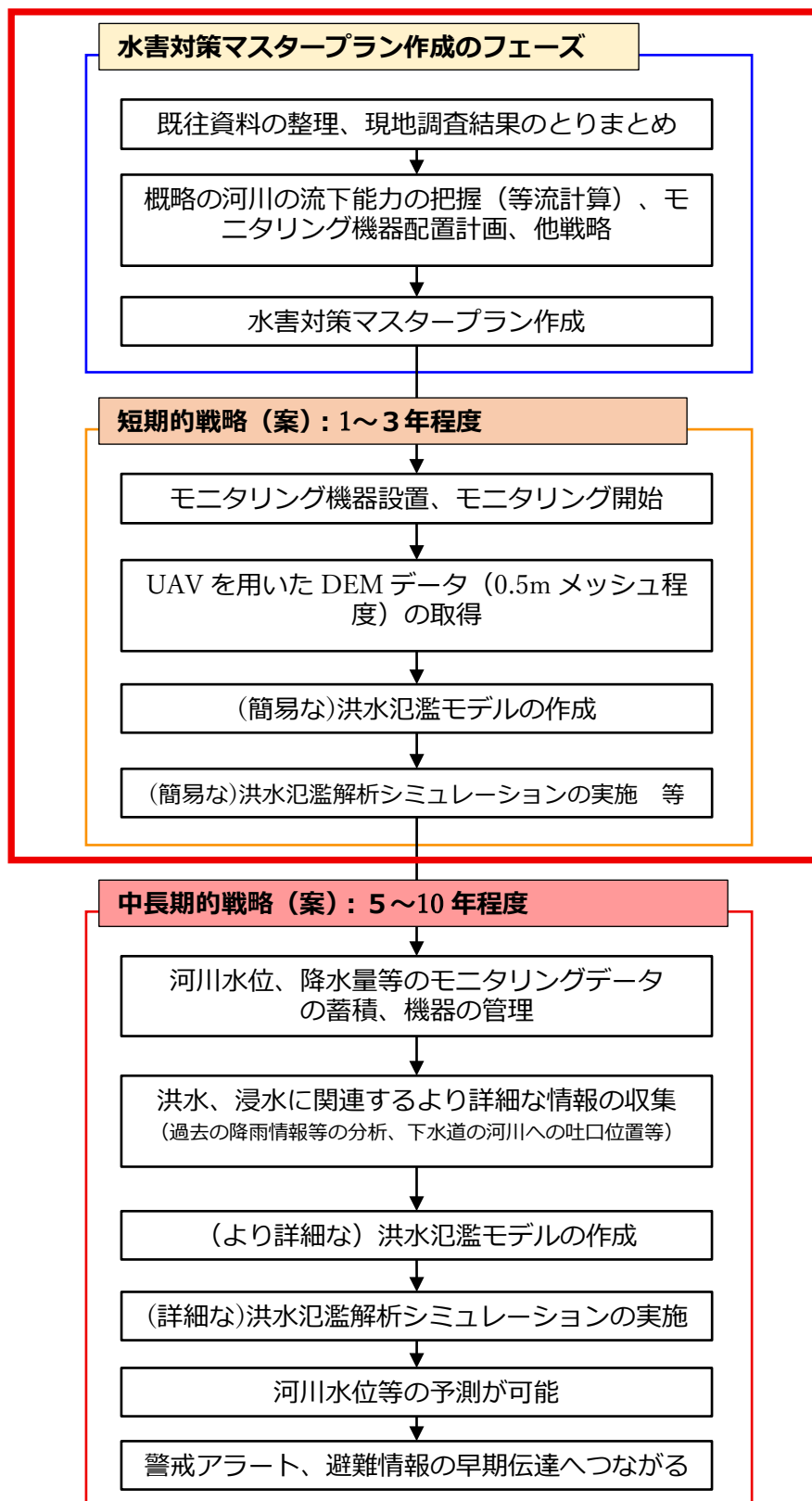


図 5.1 水害対策マスタープラン及び戦略の計画フロー

現状の課題及び解決策を踏まえた上で、短期的な戦略（案）を作成した。
作成した戦略案は以下のとおりである。

表 5.1 短期的な戦略（案）

番号	短期的な戦略（案）の項目
1	調節池完成を見込んだ河川水位、雨量計、監視カメラ等のモニタリング機器の配置計画（モニタリング機器の機種選定、設置位置、時期）を策定
2	河川水位計、雨量計（補完的）等のモニタリング機器の設置
3	設置するモニタリング機器の維持管理、運用方法の検討
4	UAV 等を活用した地形測量の実施（DSM データ、DEM データの取得）
5	既往図面や河川内測量により水深等を概略把握
6	過去の浸水箇所を検証、調整池の効果・検証を行うため、UAV 等の地形データを用いて洪水浸水シミュレーションの実施
7	職員に対する洪水シミュレーションソフトウェア（無償）の操作方法、普及についてのセミナーの開催
8	既存のモニタリング機器を活用した警報、避難情報の発令のタイミングの検討

但し、これらの戦略は予算、治水計画、実施状況等に応じて、適宜、柔軟に見直す必要がある。

参考文献・参考資料

1. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê(チエテ川上流流域協議会), SERVIÇOS PROFISSIONAIS TÉCNICOS E ESPECIALIZADOS, DE ASSESSORIA E CONSULTORIA, DESTINADOS A ELABORAÇÃO DO PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ-UGRHI-06, 2017
2. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM : 鉱物資源研究公社), CARTAS DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES NOTA TÉCNICA EXPLICATIVA, MUNICÍPIO DE FRANCO DA ROCHA, 2017
3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE : ブラジル地理統計院), <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/franco-da-rocha.html>
4. Prefeitura Municipal de Franco da Rocha (フランコダローシャ市), CADASTRAMENTO E GEORREFERENCIAMENTO DA REDE DE MACRO E MICRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE FRANCO DA ROCHA, 2025
5. Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE : 水電力局), ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA/ECONÔMICA E PROJETO EXECUTIVO DO RESERVATÓRIO PARA AMORTECIMENTO DE PICOS DE CHEIAS AV-03A E DA CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO FORMOSO, 2023
6. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê(チエテ川上流流域協議会), PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ, 2009


卷 末 資 料

訪問先及び打合せ概要

訪問先及び打合せ概要

訪問先及び主な打合せ概要は以下のとおりである。

日	訪問先	主な打合せ内容
第1回渡航（2025年6～7月：マスタープラン策定にかかる自治体への聞き取り、協議、河川管理施設等の整備状況、氾濫危険区域の現場踏査、情報収集）		
2025.06.30	フランコダローシャ市防災局（相手国出席者：4名）	<ul style="list-style-type: none"> ・事業の目的、事業の日程、情報収集のためのリストを提示。 ・資料は可能な限り早めに提供して頂く事です承を得た。 ・また、周辺の市の河川モニタリング状況について情報を得た。等
2025.07.02	CEMADEN	<ul style="list-style-type: none"> ・ブラジルの水害対策についてヒアリングを実施。今回は河川モニタリング担当者が不在であったため、次回再度、ヒアリングを実施。 ・CEMADENは9基の気象レーダー、5000個の雨量計等で観測を実施。 ・CEMADENでは4段階の警報がある。等
2025.07.04	サンパウロ州防災局（州防災局職員多数参加、フランコダローシャ市防災局の職員も同席）	<ul style="list-style-type: none"> ・州の防災局の観測体制、災害時の対応等についてヒアリングを実施。 ・州独自の雨量レーダー使用。水位センサーを設置している河川もある。水位計と雨量計は5分間隔で計測している。 ・州防災局が市へ警報を伝え、最終的には市が避難指示を判断する。 ・州は24時間のモニタリング体制となっている。等 ・河川水位、雨量観測の行っている箇所は3段階の管理基準値がある。等
2025.07.10	フランコダローシャ市防災局（相手国出席者：5名）	<ul style="list-style-type: none"> ・河川及びモニタリング機器の現地調査結果を説明。 ・先日開催されたSABESPのワークショップについての話題提供があった。ダムの崩壊シミュレーションのデータ開示が法律化されたため。 ・ブラジルでは防災の日を10月1日に制定。また、10月は防災月間となっている。等
第2回渡航（2025年10月：マスタープラン草案の自治体への提案、協議、情報収集）		
2025.10.06	フランコダローシャ市防災局（相手国出席者：3名）	<ul style="list-style-type: none"> ・来訪の目的を説明。10/14に開催予定のワークショップ資料を提示し確認。 ・過去の災害履歴等を確認。 ・追加の情報収集資料の提供を依頼。
2025.10.09 (AM)	カンピーナス市防災局（相手国出席者：3名）	<ul style="list-style-type: none"> ・カンピーナスの流域では、近年、河川で洪水が発生している。 ・市防災局はモニタリングを実施し、避難は市長の判断で実施する。 ・水資源、河川の管理は州の機関が実施する。

		<ul style="list-style-type: none"> ・警報は、連邦から州、市に伝達する。 ・市の防災局は、監視カメラ+水位標で監視を実施している。水位計によるモニタリングではない。等
2025.10.09 (PM)	CIAGRO (相手国政府出席者2名+1名)	<ul style="list-style-type: none"> ・CIAGRO とはサンパウロ州で気象を提供する機関である。元々、水不足等のリスクに関する気象情報を提供するために設立された。 ・現在、220の観測所で、雨量、温度、日射、風力、気圧等のデータを計測している。 ・CEMADEN や他機関とデータを連携している。 ・オンラインデータが公開されており、研究機関については無償でデータを提供する。等
2025.10.14	フランコダローシャ市で防災に関するワークショップを開催 (市職員の参加者：最大12名)	<ul style="list-style-type: none"> ・日本の防災の取組の紹介、フランコダローシャ市の河川防災の現状と課題を説明した。 
2025.10.14	フランコダローシャ市防災局	<ul style="list-style-type: none"> ・マスタープランの草案を提出し、打合せを行った。 ・概ねフランコダローシャ市防災局が考えている戦略と整合していることを確認した。 ・マスタープランのデータを送るので、帰国後、2週間程度後にコメントが欲しい旨を伝えた。
日本からのウェブ会議		
2025.10.26	CEMADEN	<ul style="list-style-type: none"> ・政府機関としての役割：災害対応を目的としたモニタリング (洪水、土砂災害、渇水) の実施、ブラジル科学技術革新・通信省に所属、24時間体制で対応。 ・河川モニタリングの目的：研究目的のプロジェクトで2015年に開始。 ・河川水位モニタリングの機器として、電波式を主に設置している。 ・CEMADEN のデータは出典を記載すれば、自由に活用できる。
2025.12.03	フランコダローシャ市防災局	<ul style="list-style-type: none"> ・マスタープラン草案のコメントの確認。 ・環境課へのヒアリングの依頼。
第3回渡航 (2026年1月：相手国自治体・関係者への打ち込み、マスタープラン最終版の提出)		
2026.01.19 (AM)	フランコダローシャ市防災局	<ul style="list-style-type: none"> ・マスタープランの最終化に向けた作業状況を報告。

		<ul style="list-style-type: none"> ・再度、防災局の役割等についてヒアリングを実施。 ・連邦法 LEI Nº 12.608, 2012 に基づき、市の防災局はモニタリング、アラート、災害時の救助、復興にも携わるよう規定されている。 ・フランコダローシャ市の災害時の危機管理体制は、市の法令 1007,2013 にマニュアル、体制を規定している。現在、更新作業中である。 ・大規模災害の発生時には、連邦法 LEI Nº 12.608, 2012 に基づき、初期対応、消防の派遣、人命救助、避難所、食糧の配給等を規定している。等
2026.01.19 (PM)	フランコダローシャ市環境課	<ul style="list-style-type: none"> ・河川管理は、環境と密接に関係があるため、環境課へのヒアリングを行った。 ・環境に関連する政府機関： <ul style="list-style-type: none"> ・ブラジル連邦では環境省 (Ministério do Meio Ambiente : MMA) が環境の管轄である。 ・サンパウロ州政府では、CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) と SP Águas(Agência de Águas do Estado de São Paulo)が環境に関連する管轄である。 ・ブラジルでは環境についての法律は、Lei 12.651/2012 に準拠している。 ・サンパウロ州には、Conselho Estadual do Meio Ambiente : CONSEMA という環境評議会があり、各市の職員の技術者数等のランクにより、市で環境の許可を与えるランクが変わるという制度がある。フランコダローシャ市は比較的高いランクに入る。 ・河川工事においても、環境影響評価を実施。大きいものは州が実施。泥の堆積除去の小さいものは市の環境局が評価する。 ・モニタリングの設置は規模によるが、川をいじることがなければ、概ね環境局への届け出は必要ないと考え。等
2026.01.21	PCJ Agência das Bacias (AM)	<ul style="list-style-type: none"> ・サンパウロ州内の Piracidaba 流域、Capivari 流域、Jundiai 流域を管理している流域協議会を訪問。 ・この団体は、評議会と機関で構成されている。 ・サンパウロ州水資源局が設置した 37 か所の水位計、雨量計、及びサンパウロ州環境公社が pH、溶存酸素、電気伝導度、濁度、温度を自動で計測している。管理は PCJ が実施している。 ・SIMEPAR は気象や流量の予測を行い、定期的に報告書を提出している。等
2025.01.21	DBMT: Divisão do Médio Tietê (PM)	<ul style="list-style-type: none"> ・チエテ中部管区内にある河川モニタリング機器管理室を訪問、意見交換を実施した。 ・ここは、午前中の PCJ の河川モニタリング（降雨量、水位、流量、水質）を統合したシステムで、24 時間体制で監視している。

2025.01.29	フランコダローシヤ市防災局	・マスタープラン案を提出した。後日、コメントを頂き、最終化を行った。
------------	---------------	------------------------------------

日本国内の収集資料

日本気象協会より、「ブラジル連邦共和国への気象分野の海外展開に関する基礎調査検討業務」を提供して頂き、参考とした。この業務は、ブラジル国における災害発生状況、気象観測、データ収集、処理解析および予警報情報伝達といった、同国の気象と防災のシステムの現状と課題を整理したもので、本事業で非常に有用であった。

ブラジル連邦共和国への気象分野の 海外展開に関する基礎調査検討業務

報告書

平成 28 年 3 月

国土交通省総合政策局
海外プロジェクト推進課
(交通プロジェクト室)

現地モニタリング関連の写真集

	
<p>CEMADEN の河川・気象モニタリング用の大型モニター（ブラジル全土を監視）</p>	<p>サンパウロ州防災局の河川・気象モニタリング用の大型モニター</p>
	
<p>CIAGRO のモニタリング用モニター</p>	
	
<p>CEMADEN が設置したカンピーナス市の水位計</p>	<p>カンピーナス市が独自で設置した水位標等</p>
	
<p>サンパウロ州政府が PCJ 流域に設置したモニタリングの観測（PCJ 流域協議会がモニタリング等の河川管理を実施）</p>	