

ブラジル国

ブラジル国
防災分野システムインフラ調査
ファイナルレポート 概要版

平成 25 年 10 月
(2013)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

八千代エンジニアリング株式会社
日本工営株式会社

中南
JR
13-010

ブラジル国 防災分野システムインフラ調査

ファイナルレポート 概要版

目 次

1. 本調査の背景	1
2. 調査の目的	1
3. 調査結果の概要	2
3.1 ブ国における災害の特徴	2
3.1.1 土砂災害	2
3.1.2 洪水	4
3.1.3 干ばつ	5
3.2 「ブ」国における災害に対する取り組み状況と課題	5
3.2.1 取り組み状況の整理	5
3.2.2 ニーズ・課題と期待される対応策	16
4. 適用可能な日本の技術・経験	19
4.1 適用可能な日本の技術・経験	19
4.1.1 観測システム	19
4.1.2 分析・解析システム	20
4.1.3 情報伝送システム	21
4.1.4 制御・運用システム	22
4.1.5 その他	23
4.2 日本が持つ技術・経験等	23
5. 協力に対するニーズ	26
5.1 「ブ」国防災における総合水災害システムの必要性	26
5.1.1 「ブ」国の状況	26
5.1.2 総合水災害防災システムパッケージ化の意義	27

5.2	協力ニーズ.....	29
5.2.1	総合水災害防災システム.....	29
5.2.2	その他のニーズ.....	37

図

図 3-1	地滑りによる死者数推移.....	3
図 3-2	州別の地滑りによる死者数(1998年から2012年).....	3
図 3-3	洪水発生地域(2003-2011).....	4
図 5-1	プロジェクト概要.....	29
図 5-2	サンパウロ州 想定レーダー配置図.....	30
図 5-3	リオデジャネイロ州 想定レーダー配置図.....	32
図 5-4	パライバドスル川流域図.....	34
図 5-5	CEMADEN 監視対象市町村とアラート情報提供市.....	34
図 5-6	プロジェクトの全体構成.....	36

表

表 3-1	対策部分野別の基礎情報整理.....	6
表 3-2	ニーズ・課題と対応する技術・施策（連邦レベル）.....	16
表 3-3	改善策と必要となる技術・施策（州レベル）.....	17
表 4-1	「ブ」国で必要な対策と日本の持つ技術・経験.....	24
表 5-1	サンパウロ州プロジェクトの事業実施に必要な経費.....	31
表 5-2	リオデジャネイロ州プロジェクトの事業実施に必要な経費.....	33
表 5-3	パライバドスル川流域プロジェクトの事業実施に必要な経費.....	35

要約

1. 本調査の背景

ブラジル連邦共和国（以下、「ブ」国）では、1950年代から急激に都市化が進展しており、人口の大半が集中する都市部では、洪水氾濫、フラッシュフラッド、斜面崩壊、土石流、地すべりといった災害に大きな影響を受けている。

近年、「ブ」国においては、洪水・土砂災害が多発しており、洪水と土砂崩れが「ブ」国の自然災害の7割をしめている。このような災害リスクを高めている要因としては、以下のことが考えられる。

- 気候変動等に起因する自然現象の変化
- 災害リスクへの配慮を欠いた都市化の進展
- 予警報発令システムの欠如、防災局組織の未構築
- 災害発生後の緊急対応に重点を置き、災害を未然に防ぐための予防に係る活動がこれまでほとんど行われてこなかったこと

そこで、「ブ」国政府は、2011年1月、リオデジャネイロ州での土砂災害を契機に策定された多年度計画（PPA 2012-2015）に、65の課題別プログラムの一つとして、「災害リスク管理・対策プログラム」を組み込み、対策に取り組むことを決定した。

また、日本からは、今年度より国際協力機構（JICA）が、技術協力プロジェクト「統合自然災害リスク管理国家戦略強化プロジェクト」を実施することにしており、日本の優れた防災技術を活かしながら、「ブ」国での自然災害による被害軽減のため、「ブ」国政府と協力を進めていくことになっている。

このような状況において、「ブ」国における防災分野の現状と課題を把握し、当該分野における協力ニーズを検討することになった。

2. 調査の目的

本調査は、現地調査及び「ブ」国側関係機関との協議等を通じて、「ブ」国における総合防災システムの導入に係る現状や日本企業の総合防災システム関連技術の開発動向等について情報収集・分析を行ない、日本の技術を活かした提案を行う事を目的とする。

3. 調査結果の概要

本調査では、「ブ」国における気象観測、土砂災害、洪水災害、干ばつの各災害に対する防災組織及び現在の防災情報システムに係る関連情報の収集を行った。また、日本におけるこれまでの総合防災システムに関する開発状況を踏まえ、その適用性について調査を行った。

3.1 ブ国における災害の特徴

「ブ」国で発生する主な自然災害は『洪水（通常の水位上昇に伴う洪水氾濫のほか、フラッシュフラッドも含む）』『土砂災害（土石流を含む、がけ崩れ、地すべり）』『干ばつ』の3つである。1950年以降の急激な都市化に伴い、これらの災害は、都市部でも頻発するようになっている。2011年1月には、リオデジャネイロ州で豪雨による土砂災害とフラッシュフラッドが発生し、死者約900名、行方不明者約400名、約2万人が家屋を失うという「ブ」国史上最大の災害が発生した。

特に、「ブ」国においては洪水・土砂災害が多発しており、洪水と土砂崩れが「ブ」国の自然災害の7割をしめている。これらの災害リスクを高めている要因は、気候変動等に起因する自然現象の変化だけではなく、都市部危険地域における住宅地形成や、防災インフラ（溪流や河川の改修等の洪水対策施設、斜面崩落防止工、砂防ダム等の施設等）の不備等による災害リスクへの配慮を欠いた都市化の進展、予警報発令システムの不足・未高度化、防災局組織の整備不足等にあるといえる。

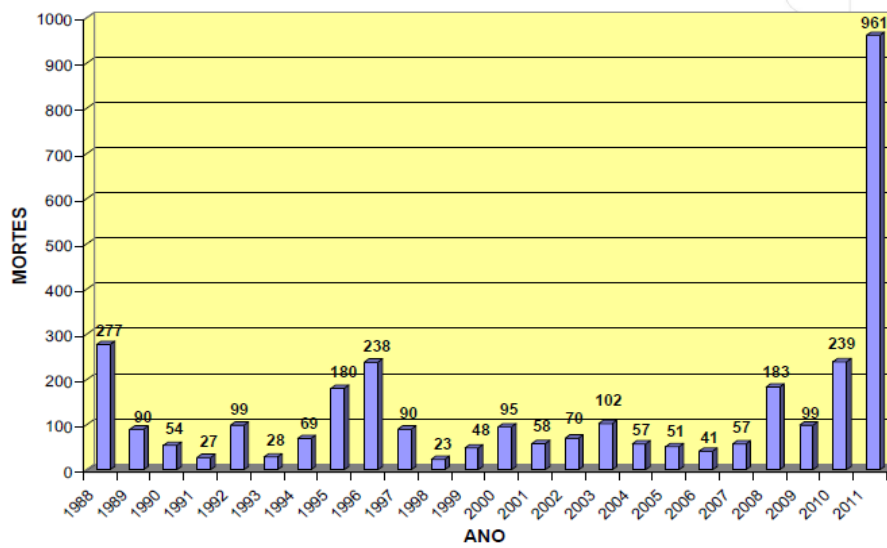
また、災害発生後の緊急対応に重点を置き、災害を未然に防ぐための予防に係る活動がこれまで十分行われてこなかったことも、災害リスクを高めている一因である。

3.1.1 土砂災害

「ブ」国における人命や経済に甚大な影響を与える自然災害としては、洪水、土砂災害である。特に、地滑り及び土石流においては死者がこれまでに3,236名に達するなど、人的被害が他災害と比較して突出している。

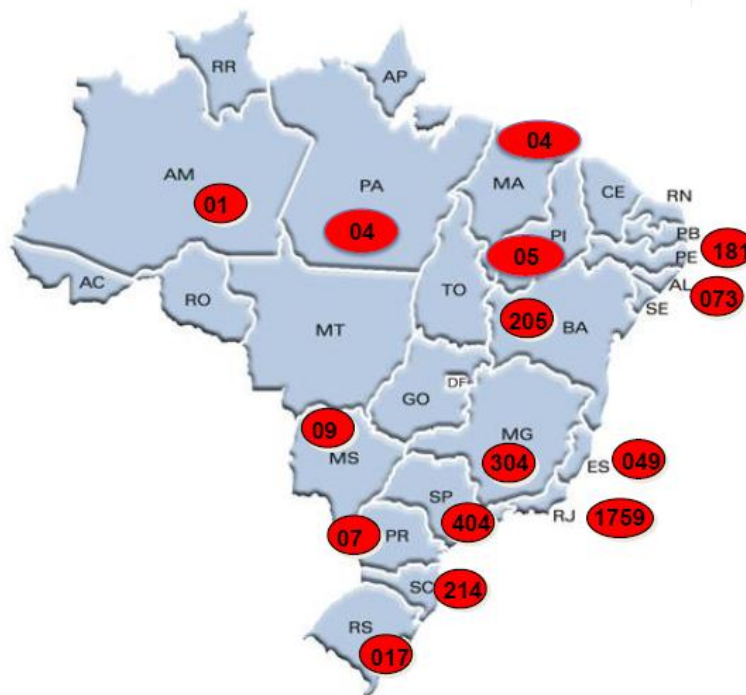
図 3-1 に 1998 年から 2012 年までの地滑りによる死者数の経年変化を示す。また、図 3-2 には州別の地滑りによる死者数を示す。地滑りによる死者数は 2011 年にはリオデジャネイロ州で発生した大規模な土砂災害のため 961 名に上っている。

州別にみると、土砂災害は大西洋に面した州で発生しており、特にペルナンブーコ州、ミナスジェイラス州、リオデジャネイロ州、サンタカタリーナ州の海岸山脈の斜面部で多発していることがわかる。



出所：IPT

図 3-1 地滑りによる死者数推移



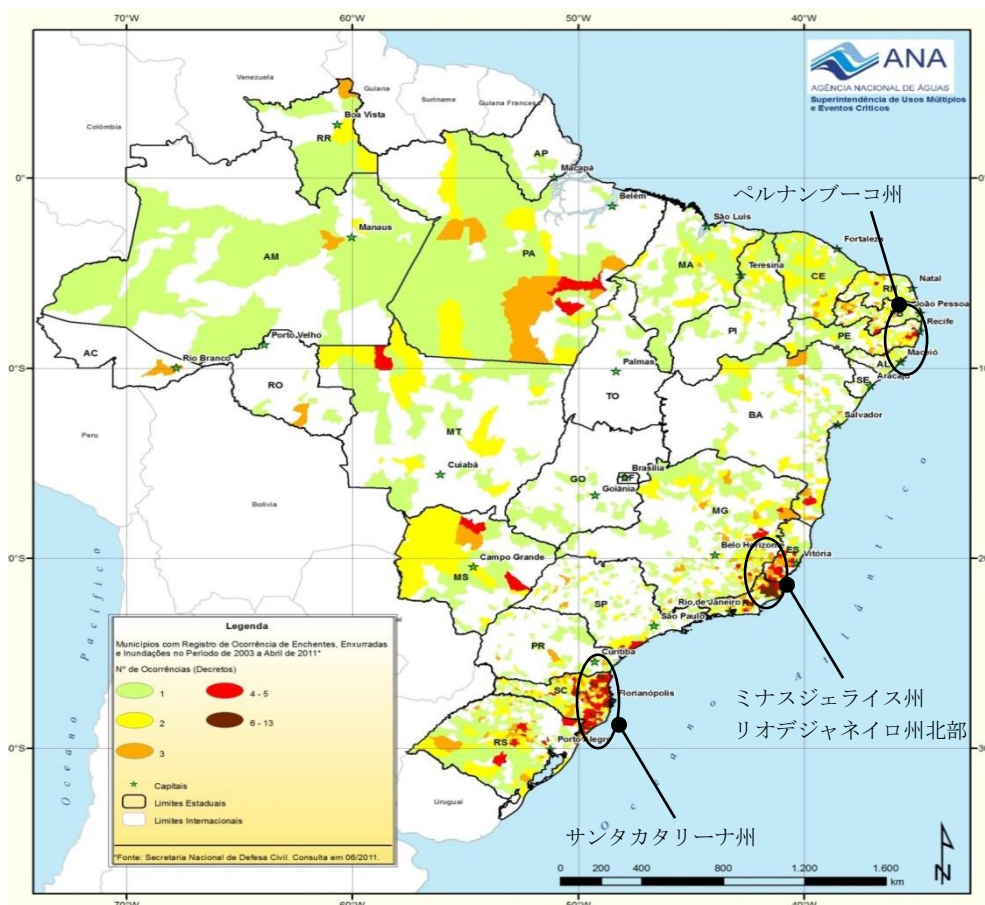
出所：IPT

図 3-2 州別の地滑りによる死者数(1998年から2012年)

3.1.2 洪水

洪水の発生頻度は、「ブ」国の自然災害の中で干ばつについて高く、2003年から2011年の間に3,816の市町村で被害が発生している。

このうち北部のアマゾン川流域の洪水タイプは浸水型洪水被害と考えられる。一方で、大西洋に面した地域でも洪水が多発しているが、これは大西洋岸の低山脈に源を発する河川の氾濫であり、比較的河床勾配が急であることから水位が急激に上昇し、流速も早いフラッシュフラッド型の洪水と考えられる。特に、サンタカタリーナ州とリオデジャネイロ州の北部、ペルナンブーコ州、ミナスジェイラス州等の大西洋に面した地域では低地山脈からの洪水がフラッシュフラッドとなって甚大な洪水被害を被っている。図3-3に洪水発生域の分布図を示す。



出所：ANA

被災回数 4-5回 ● 6-13回 ●

図3-3 洪水発生地域(2003-2011)

3.1.3 干ばつ

「ブ」国の中で最も干ばつの被害が大きいのは「ブ」国北東部のペルナンブーコ州である。当州では、近年になって大きな渇水（1/60年規模）にみまわれた。特に、州西部地区においてこれらに対応するために、現在、サンフランシスコ川の総合開発が行われており、分水工事等も徐々に進展している状況である。

また、州東部においては、地下水利用が盛んになり、許可水量を超えた地下水の取水が行われているため、近年では地下水位の低下が問題になっている。

一方、サンタカタリーナ州では、近年、水不足が深刻化しており、その対応のため、連邦と協力して深井戸等の整備を進めている。サンタカタリーナ州東部では、近年の企業誘致等に伴い、水需要が増大しており水不足が発生している。また、西部地区は慢性的に水が不足する地区（少降雨量地区）であるため、地下水の賦存量等の調査の実施が望まれている。

さらに、ミナスジェライス州では、5月～10月にかけて、北部を中心にほとんど降雨がない場合があるため、毎年、州内の100市町村が干ばつの緊急事態を宣言している状況である。州の防災局は、給水車による水の配給、パッケージ非常食の配布、貯水槽の配給等を実施しているほか、コカコーラ社との連携により、浄水場の配布・設置を実施している状況である。

3.2 「ブ」国における災害に対する取り組み状況と課題

3.2.1 取り組み状況の整理

「ブ」国で多発している主な自然災害である「土砂災害」、「洪水」、「干ばつ」に対して連邦政府、州、市町村が実施している防災対策及び体制（災害に対する取り組み状況）について、以下にとりまとめた。

表 3-1 対策部分野別の基礎情報整理

連邦政府					
	災害情報ネットワーク分野	河川管理・洪水対策分野	土砂災害観測・対策分野	気象観測分野	水管理・干ばつ対策分野
事業体系・導入予定	<p>民間のインフラを活用し、各省庁がそれぞれでネットワークを整備している。通信省は、政策及び基準等を作成し、規制・運用は電気通信庁 (ANATEL) が行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 災害状況のモニタリング・関連する情報システムの構築は、CEMADEN(自然災害に関連する部分のみ)とCENAD (すべての災害) が実施している。CENADは、災害情報システム(S2ID)を整備・運用している。 - 通信事業者に対する規制の中で伝送設備に対する防災対応及び非常時対策を策定(2013年5月現在・公聴に附している) - 限定私的利用帯域 (Serviço Limitado Privado) の中で防災無線に供する帯域を規定。 	<p>連邦河川 (2州以上に跨る河川) の河川管理及び監視は、水資源庁 (ANA)が実施し、警報はCENAD、CEMADENで行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> - ANAは、全国に6,000箇所の水位・降雨観測所を設置し、監視を行っている。 - 観測の多くは手動観測で1日1回の頻度で報告される。自動観測の場合、1日6回観測データを静止衛星GOESを経由して収集している。 - 観測されたデータは、データベースとして一般に公開されている。 - 関連省庁からは、FTPを通じて参照できる。 	<p>全国規模で収集される気象データ (CPTEC、INMET提供) と災害危険度の高い821市町村を対象に設置された雨量計とレーダー等の機器を用いて、CEMADENが予測を行い、CENADが警報と対応調整を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> - リスクマネジメントと災害対応国家計画 2012-2014の中で、CEMADENは、S-バンド気象レーダー9基(伊・Finmeccanica社)、雨量計4,100基、土壌水分計500基を新たに導入する、観測体制の整備を計画中。 - CENADは、災害モニタリング情報システムの構築等を行うとともに、市町村、州と連邦機関への警報発令、災害対応の調整を行っている。 	<p>全国規模の気象観測は、気候研究センター(CPTEC)と農務省気象庁 (INMET) により実施されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> - INMETは、農業省傘下の機関。WMO (国際気象機関) の「ブ」国代表機関であり、南アメリカ地域の中核的な役割を担っている。主に、500基以上の地上気象観測所及び1000カ所以上の手動気象観測所からなる観測網を使った気象観測と気象予測を全国規模で行っている。 - CPTECは科学技術革新省 INPE(「ブ」国立宇宙研究所)傘下の機関。衛星データを活用した数値予報モデルを活用した全国規模の気象予測を行っている。 	<p>水資源庁 (ANA) が全国の水資源政策を統括し、水資源政策の実行と水資源管理全国システムのコーディネートを行なっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 水管理に関しては河川における取水・排水許可証の発給、使用料の徴収及び旱魃の対策を行っている。 - 主にANAは表流水の監視を行っているが、地下水の監視は行っていない。
政策・制度・法律・方針等	<ul style="list-style-type: none"> - 災害状況の監視・情報システムの構築に関する規定(国家防災法・Lei No. 12608 of 10 April 2012) - 通信事業、ネットワーク構築、無線帯域利用及び衛星軌道についての規定 (Lei No. 9472 of 16 July 1997) 	<ul style="list-style-type: none"> - 水関連災害の予防活動を検討する単位として河川流域の規定 (国家防災法・Lei No. 12608 of 10 April 2012第2章第4条IV) - 合理的な水資源活用、持続可能な水資源開発、異常水文事象発生時の被害軽減 (Lei No. 9433 of 1997) 	<ul style="list-style-type: none"> - 国家防災法、基本法第2章7条IV項 	<p>災害の原因となり得る気象、水文、地質、生物、原子力、化学及びその他の現象をモニタリング(国家防災法第2章第4条VIII)。</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 国家水資源政策と国家水資源管理システム (Lei No. 9433、1997年) - ①国家水資源政策の手法 (第4章第5条) 及び②連邦・州関連機関の権限(第30条) - ANA設置法(Lei No.998 2000年)
技術力・マネジメント力	<p>CENAD: 監視要員15名、分析官12名を配置し、24時間体制で災害監視・応急対応の調整を行う。</p>	<p>ANA:職員数400人、複数州を跨ぐ河川を直轄し、州の河川を監督する。</p> <p>CEMADEN: 監視対象市町村に設置した観測機材と降雨予測にもとづく監視・発警を行っている。</p>	<p>CEMADEN: 職員160人 (内40人は博士) で、土砂災害等、自然災害の災害監視・発警を行っている。</p>	<p>INMET:正規職員550名、観測機器の稼働率97%を維持。中南米における気象機関の中心的存在。</p>	<p>地下水と表流水を別々にCPRMとANAにより管理している。総合水資源管理は選択肢の一つとして今後の検討課題と考えられる。</p> <p>「ブ」国の農業は夏季2毛作により高い生産性を有しているが、90%が天水に依存しており、干ばつに対して脆弱性を有している。</p>

連邦政府					
	災害情報ネットワーク分野	河川管理・洪水対策分野	土砂災害観測・対策分野	気象観測分野	水管理・干ばつ対策分野
災害情報の管理	<ul style="list-style-type: none">- 災害情報システムS2IDは、ウェブアプリの形態をとっており、APIなどを追加整備・公開すれば、拡張性の確保や他機関との情報統合化などが容易になると考えられる。- 観測機関に蓄積されている観測データは、FTPなど簡易に災害関係機関が収集可能な状態になっているが、データの収集・統合は、各機関が独自に行う必要がある。				

※ CENAD：国家災害・リスク管理センター、CEMADEN：国家自然災害モニタリング・警報センター

出所：聞き取り調査から調査団作成

リオデジャネイロ州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
事業体系・導入予定	<p>民間のインフラ(携帯電話ネットワーク及びインターネット)を活用し州防災局が防災システムインフラを整備している。ボランティアを組織化し避難誘導などの活動に役立てる仕組みも構築中。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 現在州独自のオペレーションセンタを建設中で12月末に完成予定。 - 情報収集及び情報提供は、SMSや音声通話、SNSを通じて行っている。サイレンシステムの操作にも携帯電話網を活用するなど、携帯電話事業者と協定を結び活用している。 - UPC(コミュニティプロテクションユニット)として、30m2のトレーラハウスに雨量計など観測機器、PC、通信機材を設置し、ボランティアの拠点施設を災害多発地域近くに建設中。 - 被災時に通信手段を確保するため、デジタル無線網を構築中。今後、データ通信機能の拡張予定。 	<p>Rio-Agua, INEAは、降雨観測にもとづき洪水の警報を各防災局へ出している。Rio-Aguaは、市域、市域外は、INEAが担当。緊急対応は、州防災局が担当。</p> <ul style="list-style-type: none"> - リオデジャネイロ市では、排水施設の不備から市内バンデラ広場などで浸水被害が発生していた。オペレーションセンタ設置して行う避難誘導などの非構造物対策とともに構造物対策(貯水池建設、放水トンネル建設)を進めている。 - 州は、INEAよりSistema de Aleerta de Cheias, リオデジャネイロ市は、Sistema AlertraRioを通じ洪水警報を市民に提供している。 	<p>リオデジャネイロ市域を市防災局が担当、それ以外を州防災局が担当。Geo-Rioは、市域を対象に降雨観測にもとづき地滑りの警報を各防災局へ出す。市域外は、DRM-RJが対応。</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geo-Rioは、集中豪雨に伴う土砂崩れ等の危険のある道路に対して基準値を設定し、州・市防災局に代わり道路封鎖を行う権限・機能も有している。 - コミュニティエージェントの組織化を行い、防災局の活動の実効性を高めている。 	<p>Rio-GEOが気象観測業務を行うとともに、民間気象予報会社(Clima Tempo)を活用しつつ、その分析を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> - C-バンドレーダー(米・ADC社)を設置、134箇所の自動計測器を活用し15分毎の降雨状況を監視を行っている。 - 気象予測に数値モデル(スパコン)を使ったNowcastingの導入を計画。民間気象予報会社(Clima Tempo)とスパコン導入の費用負担等について協議中。 	該当なし
政策・制度・法律・方針等	<p>防災局は災害の予防、予測、対応を統合的に行うために、コミュニティエージェント・UPCを取り込んだ体制への移行を行っている。UPCをパイロットとして行い、今後州全体にモデルとして展開していく意向を持っている。</p>	<p>INEAは、州法No. 5,101, 2007年10月4日令で設立、2009年1月に3つの環境関連機関を統合して今日に至る。</p>	<p>Geo-Rioは、1996年市法(Decreto 609)にもとづき設立。</p>	<p>INEAではS-Bandで州全域をカバーをする方針を持っており、調達を進めている。</p>	該当なし
技術力・マネジメント力	<p>CEMADENと共同で、ペトロポリスにおいて災害監視のパイロット</p>	<p>INEAは、イタリア環境土地海洋保全省と協力協定を結び、気象衛</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 時間雨量、24時間累積雨量、96時間累積雨量について基準値 	<p>防災局は、気象予測にNowcastingを導入意向であるが、気象予測は外</p>	該当なし

リオデジャネイロ州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
	プロジェクトを進めている。 コミュニティエージェントを組織化し、避難誘導などの災害対応を円滑化している。	星、気象レーダー、GISと意思決定支援システムを連携させ、洪水と土砂災害のリスク管理能力を向上させるパイロットプロジェクトを進めている。	を設定し、基準値を超えた時点で警報 - 全ての地滑りの予警報は、同じ基準値を用いている。	部へ委託する予定。	
災害情報の管理	<ul style="list-style-type: none"> - 既往の管理システムは、インターフェイスが標準化（CAPを利用）されており、XMLなど変換が容易な出力インターフェイスがあれば、多様な災害情報の統合が可能。 - 降雨予測を元に行う流出解析は研究途上であり、気象予測に数値予測モデルを導入する際、併せて機能追加を実施すれば予測機能の充実が図られる。 				

出所：聞き取り調査から調査団作成

サンパウロ州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
事業体系・導入予定	民間のインフラ（携帯電話ネットワーク及びインターネット）を活用し、州防災局が防災システムインフラを整備している。 <ul style="list-style-type: none"> - 州独自の災害状況のモニタリング・関連する情報システム（SIDEK）を構築し活用している。 - 情報収集及び情報提供は、SMSや音声通話、SNS（ソーシャルネットワーク）を通じて19州防災局支所、防災局のある市町村に行っている。 	州水資源庁(DAEE)が州内河川の流況の監視を行い、警戒レベルを州防災局へ報告。警報等は州防災局が行っている。 <ul style="list-style-type: none"> - 現在Cバンドレーダー1基置換え予定(独・Selex社)、250の雨量計や水位計を設置した観測網を活用し河川の監視を行っている。このうち、8か所は多機能な観測所。 - 今後、州内3カ所（海岸山脈低地側）のレーダー導入の予定。 - 水文技術センター(FCTH)によって、サンパウロ洪水予測システム(SAISP)が運用されている。 - 貯水池53ヶ所を洪水調整用に建設。貯水池や河道の維持管理にPPP等の民間投資の活用を検討している。 	州防災局内に専任の気象予報士を配置し行うスポットの気象予測と民間気象予報会社のデータに基づき、市町村で実施している雨量観測結果などを参照し警報を出すとともに市町村の担当者と連携して対応を行う。 <ul style="list-style-type: none"> - 情報提供は、SMSや電話で行うが、場合によっては現地へ専門家(ipt, IG)を派遣し、判断・対応の補助を行っている。 - 州立地質研究所(IG)及び州立技術研究所(ipt)により、土砂災害の危険度評価のシステム開発が進められている。IGは、4基の土壌水分計で観測を開始した。更に40個土壌水分センサーを増設の予定。Iptは、Caraguatubaで土砂災害の予測システムの適用性検証を行っている。 	州内の民間気象法会社（Somer Meteorologica）に委託し気象関連の情報の収集を行っている。気象予測は、防災局内に気象予報士を24時間体制で配置し、スポットの予報を行っている。 <ul style="list-style-type: none"> - 災害の集中する12/1~3/1までの期間は、夏季特別警戒態勢をとり、日に3回、市町村や19ある州防災局支所に天気概況等の情報を流している。 	州水資源庁(DAEE)が州内の表流水の監視を行い、対応は州防災局が行う。 <ul style="list-style-type: none"> - 水利権についてはDAEEで州河川について許認可を出している。約60名の組織で担当している。 - 連邦河川についても、連邦との協定で、DAEEが水利権発行等の管理をしている。 - 河川でどれくらいの水が利用できるか検討もしている。

サンパウロ州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
政策・制度・法律・方針等	SIDECに蓄積した情報は、PPDCへの反映、補助金の判断材料として活用している。	州内遊水池の維持管理やシエテ川の河道維持管理(ゴミの除去)業務等へPPPを活用する意向である。	1989年よりPPDC(Plano Preventivo de Defesa Civil)に取り組んでいる。	希望する市町村に簡易な雨量計の配布や技術指導を行い、日常的は降雨情報の監視と防災についての意識喚起を行っている。	DAEEは、Lei 7.663/91に基づき、水資源管理を行っている。
技術力・マネジメント力	防災局は局内にシステム開発の要員を抱え、SIDECなどのシステムの企画・開発を独自に行っている。	科学技術研究所 (IPT) がリスクマッピングや INPEと一緒に雨量情報と災害の関係について研究しており、官学の連携などにより技術力の向上が今後一層期待できる。	時間雨量について基準値を設定し、降雨予測と現地確認結果に従い警報を発報 地域毎に基準値を設定している。	防災局内に気象予報士を常駐させ、随時必要な気象予測を行う体制にある。	(該当情報得られず)
災害情報の管理	<ul style="list-style-type: none"> 州防災局は、独自に開発した災害情報システム(SIDEC)を拡張・運用する予定。S2IDの機能の統合化を検討中。「災害状況管理」「現場対応管理」などの機能がクラウドサービス (SaaS) やWebAPIを通じて提供されると、既往システムとの情報の統合活用や機能面での拡充が可能であると考えられる。 DAEEは、流況にもとづいた洪水解析モデルを随時見直ししている。現在、グーグルマップ、ストリートビューと連動した出力を行う改良を検討中。降雨予測を元に行う流出解析は研究途上で、気象予測に数値予測モデルを導入する際、併せて機能追加を実施すれば予測機能の充実が図られると考えられる。 IGにおいて土中水分計と気象観測結果を使った土砂災害警報システムの研究が行われている。日本国内で稼働中のシステムの適用性について評価検証し、早期実用化を図る。 				

出所：聞き取り調査から調査団作成

パラナ州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
事業体系・導入予定	民間のインフラ(携帯電話ネットワーク及びインターネット)を活用し州防災局が防災システムインフラを整備している。 ・ 世界銀行からの資金を使って、クライシスルームを建設予定。	パラナ水研究所(AGUAS PARANÁ)は、SIMEPARと連携し、水位の観測・監視と気象情報をもとに州防災局へ危険情報を伝達している。州防災局は、観測結果をもとに警報を出している。 ・ パラナ水研究所(AGUAS PARANÁ)はクリチバ市を対象として洪水予警報システムを開発・運営している。 ・ 当予警報システムでは34箇所の観測情報(降雨と河川水位)により洪水災害の危険性がある場所を予測している。	SIMEPARが気象の観測・監視を行い、州防災局へ危険情報を伝達している。州防災局は、観測結果をもとに警報を出している。 ・ 防災局を中心とした州防災審議会の設立。 ・ 降雨と地質(土壌水分)、降雨と流量の関連性等をDB化している。 ・ 州の基準値策定は、州防災局、AGUAS PARANÁ、SIMEPAR、MINEROPAR(州地質調査所)4者が協議して決定。	州が設立した気象観測研究機関(SIMEPAR)が気象観測、観測機材の維持管理を実施している。 ・ 州内の既存気象観測機材は、気象レーダー1基(S-バンド)、自動観測所90箇所(SIMEPAR:39箇所)、及び水文観測64箇所(SIMEPAR:42)箇所。 ・ 州政府と世銀の資金により、気象レーダー2基(S-バンド)、気象・水文観測所22箇所を2013年末に設置完了予定。 ・ 各気象・水文観測所から、観測データは、携帯電話網や通信衛星によりSIMEPARに送信。	水資源管理においてパラナ水研究所(AGUAS PARANÁ)は水資源の質と量をモニタリングし、州の水資源の開発と流域計画の策定を行っている。 ・ 特に干ばつの対策必要なし。
政策・制度・法律・方針等	州内の防災関連4機関(防災局、AGUAS PARANÁ、MINEROPAR、SIMEPAR)でシステムの統合化を検討している。	防災協議会の設立や防災知識などの蓄積を通じた防災体制強化、公共政策に検討結果を反映する手法の検討などとともに予測技術を開発し、災害予防システムの構築とすることが方針である。	・ Defesa Civil para Prefeitos Manual (COMDEC2007) ・ 州規制第1,343号(1999年9月29日令) ・ その附属書-パラナ州州民防衛	周辺各州の利用している雨量基準値を参考にして、2年確率規模の日雨量(100mm/日)を仮管理基準値として設定し予警報を開始し、基準値の見直しを継続する。 CPTEC/INPEと予測モデルの構築について、共同研究し、研究結果をアメリカの関連機関に送付し確認するという方策をとっている。	州法令第1651/03によりAGUAS PARANÁは水資源、流域計画、水資源計画のための国家計画の調整と開発を担当する水資源管理機構
技術力・マネジメント力	防災局は局内にシステム開発の要員を抱え、SISDCのシステムの企画・開発を独自に行っている。 SISDCに蓄積した情報は、警戒基準の検討に使われている。	SIMEPARの設立により観測能力が高まったが、まだ十分とは言えない。今後は世銀の防災プログラムにより既設レーダーでカバーされていない山間部にもレーダーを設置し、観測を強化する予定である。	州全体において2年確率規模の日雨量(100mm/日)を仮管理基準値として設定し予警報を開始しているが、今後、地域毎により正確な基準値の見直しが必要である。	気象衛星情報や、他機関の気象観測情報及び州内気象観測情報を基に、州内に1kmメッシュのリアルタイムで時間雨量を解析している。	該当なし
災害情報の管理	・ クラウドサービス(SaaS)やWebAPIとして「災害状況管理」「現場対応管理」などの機能が提供されれば、災害分野を統合した情報の管理が高まると考えられる。				

出所：聞き取り調査から調査団作成

ミナスジェライス州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
事業体系・導入予定	<p>民間のインフラ(携帯電話ネットワーク及びインターネット)を活用し州防災局が防災システムインフラを整備している。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 現在州第2のCICをベロオリゾンテ市西部に建設中。 - 情報収集及び情報提供は、SMSや音声通話、SNS(ソーシャルネットワーク)を通じて行っている。 - 災害情報システムは、S2IDを活用。 - 日本への視察、日本から専門家を招聘し災害対策の技術交流を行っている。 	<p>ダムの監視CEMIG(電力会社)、FEAM(ミナス州環境基金)、気象SIMGIE(州管轄)、Climatempo(民間)、INMETなどのモニタリング機関からの情報にもとづき州防災局が対応を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> - Doce川流域では、1972年の洪水を契機に予警報システムを運用している。45カ所で水位、雨量を観測中(水位計、雨量計、ダム)。サイレンの設置も行っている。 	<p>気象SIMGE(州管轄)、Climatempo(民間)、INMETモニタリング機関からの情報にもとづき州防災局が対応を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 警報は、技術者がその都度判断して出している。モデルを用いた判断ではない。CEMADENから出された情報も参考に、州の判断を加味して市町村に発出している。 - 降雨の予測情報も併せて提供している。 - CPRMのサポートのもと、56市町村でリスクマップの作成を行っている。 	<p>州の独立行政法人IGAM傘下の気象関連機関SIMGIEが様々な気象観測機器の運用管理、気象予測業務等を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> - SIMGIE/IGAM ミナスジェライス州合同庁舎内にANAの援助を受けシチュエーションルーム建設中。 - 現在、C-バンドレーダー1基(フィンランド・バイサラ社)を運用中。新たにCEMADENにより新設される気象レーダー3基の運用をSIMGIEが行う予定。隣接州とデータの統合を検討中。 - ミナス州西部地域で、新規のレーダー施設設置を希望。 	<p>気象SIMGE(州管轄)、Climatempo(民間)、INMETモニタリング機関からの情報にもとづき州防災局が対応を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5月～10月に北部を中心にほとんど降雨がない場合がある。毎年州内の100市町村が干ばつの緊急事態を宣言している。 - 防災局は、給水車による水の配給、パッケージ非常食の配布、貯水槽の配給等を行っている。コココーラとの提携により、浄水機の配布も行っている。
政策・制度・法律・方針等	<p>災害の予防を施策の中心に据え、主体となる市町村の教育プログラムの充実を図っている。</p> <p>愛知県消防局と州防災局の連携協定を締結する予定。</p>	<p>州内には、鉱山に併設される多数の鉱屑ダムが存在する。環境問題を併発する可能性のあるこれら鉱屑ダムの監視も洪水・土砂災害問題の一部として取り扱っている。</p>	同左	<p>豪雨による災害の予防と対策を規定した州法(Lei 15660 2005年7月6日令)</p>	(該当情報得られず)
技術力・マネジメント力	<p>被災履歴等の記録にはCENADが提供するS2IDを活用する方針である。</p>	<p>ベロオリゾンテ市などの主要都市では、洪水災害リスクマップを整備し2年毎に更新。</p>	<p>擁壁等の対策施設の建設は市町村が主体となる。州防災局の調整のもと、運輸土木局が技術支援等を行う。</p>	<p>警戒基準値設定は、市町村の権限。州内の幾つかの市町村で既に設定されている。</p>	(該当情報得られず)
災害情報の管理	<ul style="list-style-type: none"> - 州防災局は、災害情報システムS2IDを活用中。クラウドサービス(SaaS)やWebAPIとして「災害状況管理」「現場対応管理」などの機能が提供されれば、統合可能性が高まると考えられる。 - SIMGIEは、流況をもとにした洪水解析モデルの運用を行っている。降雨予測を元に行う流出解析は行われておらず、気象の数値予測モデルと併せて、流出解析を行うと予測機能の充実が図られる。 - 既往のレーダー網がカバーしていないエリアをカバーする新たな気象レーダーが設置されれば、統合化する可能性あり。 				

出所：聞き取り調査から調査団作成

サンタカタリーナ州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
事業体系・導入予定	<p>民間のインフラ（携帯電話ネットワーク及びインターネット）を活用し、州防災局が防災システムインフラを整備している。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 新しい州の防災センターを建設予定（仕様の検討を進めている段階）。 - 州内の295市町村に防災キット（パソコン、薄型テレビ、GPS、無線、必要備品及び災害対策訓練等）を配布している。最終的には、防災センターと繋ぐ予定。 - 防災情報発信について、防災同報SMS実現に向け、電話会社等との協力関係を整備予定。 - 防災関連アプリ開発など、将来的には、スマートフォンの利用も念頭に置いている。 - 重要観測地点では、データ伝送方法の多重化（GPRS、無線、衛星etc.）を行っている。 	<p>Ciramが提供する洪水警報を受けて、防災局が対応を行う。洪水対策には、市町村との連絡体制の整備を進める一方、構造物対策として、既往のダム3箇所の改修に加え、5箇所の新設も進行中。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 洪水予測に関連する機能、ダム管理方法について大幅な拡充を検討している。 - ダムの管理は現在、州施設管理局DEINFRAが管理している。 - 3つのダム改良、5つの新設ダムは、設計及び環境アセスメントを終了し、3件は既に工事発注済み。残り5件も今年中に発注予定。 	<p>Ciramが提供する気象予測にもとづき、防災局が対応。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 土地利用の制限や転居対策により、被害地域の縮小・拡大抑制を主に行っている。 - 基準値を設け、一定以上の降雨で地域住民に対する避難指示を出している。 - ボランティアを組織化し、被災直後の避難所運営などが自律的に行えるよう準備している。 - 防災局は、州内のリスクマップの整備にサンタカタリーナ大学等の研究機関を活用している。 	<p>Epagri（州公社）傘下のCiramが天気予報を実施。洪水、干ばつに対する警報を防災局へ提供。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 200箇所の自動観測所を整備中。今後、最終目標の324箇所に向けて更に整備を進める予定。GPRS（携帯ネットワーク）と衛星（GOES）を使いデータの収集を行っている。 - ANAの援助を受けて集中監視室を設置予定。 - 気象観測は、主に東部をCiramが実施、西部はCPRMが行ってきた。Ciramの活動範囲は、現在西部にまで広がっている。 - 2014年2月にレンパラスにS-バンドの気象レーダーが完成予定。Epagriの施設と多重化された回線を使い接続予定。 	<p>Ciramが提供する干ばつに対する警報を受けて、防災局が対応を行う。活動の調整は、持続的経済開発局（SDS）が行う。州の水資源管理はSDSが所管。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 表流水の水利権の認可、収集されたデータを河川管理委員会へ提供するのは、SDSの役割。 - 3ヶ月予測の結果を踏まえ、州内関係機関と協議した上で干ばつの警告を発する。 - 基本的に渇水対策は、井戸掘りによる対策を行う。節水を実施している地域もある。 - 工場誘致などに伴い、水需要が急増していることが東部の主な渇水の理由。西部は慢性的な水不足が発生しやすい地域。
政策・制度・法律・方針等	<ul style="list-style-type: none"> - 州防災局の創設法規(Lei 4841/1973) 現行法規 Lei No. 15,953 2013年1月7日令。 - Lei No. 534 2011年5月20日令により防災局が州の部局となる。 	<p>イタジャイ溪谷治水マスタープランを整備し、治水対策を進めている。</p>	<p>市民を守る政策重視を打ち出している。（生活保護と生命の維持）そのため、災害予測については、リアルタイムで解析することが重要である。</p>	<p>Epagriの設立法規 (Lei Complementar No. 534, 2011年4月20日令)</p>	<p>持続的経済開発局（SDS）は、サンタカタリーナ州が世界銀行などの国際機関から援助を受ける際の窓口となっている。</p> <p>州の水資源管理は、法令9433号（1997年発令）「ブ」国全体の水資源管理に基づいて実施している。</p> <p>将来的には、水資源庁を設立することを検討している。</p>
技術力・マネジメント力	<p>シミュレーションルームの整備や連邦の助成を得て州内の295市町村(250州、45連邦)に防災キットを配</p>	<p>現在ダムの運用管理は、州施設管理局DEINFRAが行っているが、統合管理に必要な設備が整えば、防災</p>	<p>サンタカタリーナ連邦大学などの研究機関が中心となり、州内のリスクマップの整備を行っている。</p>	<p>現在、15kmメッシュのWRFモデルで数値予測計算を行っているが、3kmメッシュまで精度を向上させ</p>	<p>地形・地質条件や水利権に関する情報の蓄積を行っており、渇水対策の井戸掘り対応を行う。</p>

サンタカタリーナ州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
	布・接続し、州防災局の災害モニタリング機能の増強を行っている。	局と協働での管理へ移行する予定。		る予定でいる。	
統合可能性	<ul style="list-style-type: none"> 州防災局は、災害情報システムS2IDを活用中。クラウドサービス（SaaS）やWebAPIとして「災害状況管理」「現場対応管理」などの機能が提供されれば、統合可能性が高まると考えられる。 流域でダム統合的な運用を行うために、現在建設中のダムに管理システムとして、日本で利用されているダム管理システムを導入が可能と考えられる。 				

出所：聞き取り調査から調査団作成

ペルナンブーコ州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
事業体系・導入予定	<p>民間のインフラ（携帯電話ネットワーク及びインターネット）を活用し、州防災局が防災システムインフラを整備している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 災害状況管理、現場対応管理等は現地から電話、SMSを通じて収集。入力係りを使ってフォームへ入力・集約・共有を行っている。 ダムの放流についての連絡は、流域委員会が検討、決定を州防災局へ伝達し、州防災局から、関係市町村防災局へ連絡する。いずれも電話かSMSを利用。 災害対応管理は、帳票を使い人力で収集・集計を行っている。 	<p>SRHE（州水資源エネルギー庁）傘、APACが洪水対策を担当している。河川管理やダムの運用は、州水資源管理局とSRHE傘下、COMPESA（州上下水道公社）が行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ダム運用の意思決定は、流域委員会が行う。災害時は、流域委員会が放流による影響予測を行い、ダム放流について州防災局へ連絡する。 APACは、河川29箇所、ダム40箇所、湖沼45箇所について水文情報、148箇所の手動雨量計、26箇所の自動雨量計で気象情報を常時監視している。 	<p>気象状況の監視をAPACが行い、州防災局が警報、応急対応を行う。ただし、州内の自然災害は主に洪水で、土砂災害は規模が小さく発生回数も少ない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 優先対象286市のうち、16市はPE州内に分布している。 州内の184市に防災局が設置されているが人数はまちまちである。防災局の主要タスクは①非常時の緊急対応と②復旧（道路復旧工事など）。 	<p>APAC(州水気象局)は、当州において1)水資源政策の策定・実行、2)気象水文観測・天気予報及び3)気候変動に伴う災害（土砂災害、洪水、旱魃）の監視・予測等を担当。</p> <ul style="list-style-type: none"> 水文観測は、河川水位の自動観測29カ所、貯水池水位の自動観測40カ所、及び河川水位の手動観測45カ所を行っている。 雨量観測は、手動雨量計148カ所、自動観測所38箇所、追加で10箇所を設置中。 手動観測は1日1回、自動観測は15分毎にGPRSよりAPCAに送信。 気象衛星METREOSATやGOES から、1時間毎に気象情報を収集。 州は世銀の融資による気象レーダー（C-バンド）の調達検討中。 	<p>APACは州内の旱魃対応・水資源管理を担当。旱魃の緊急事態では、州や市の防災局と連携して対応している。Recife市では、地下水の利用状況のモニタリングを通じ、利用制限などの判断に活用している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 旱魃対策として①給水管の設置、②井戸の設置（西部に既存2000井戸、1070井戸を新設中）、③溜池の設置等。 Recife市内で、636箇所流量測定、100箇所、流量測定、地下水位、電気伝導度の測定を行っている。

ペルナンブーコ州政府					
	災害情報 ネットワーク分野	河川管理・ 洪水対策分野	土砂災害観測・ 対策分野	気象観測分野	水管理・ 干ばつ対策分野
政策・制度・法律・方針等	州内でのPCD(測候所)の設置(雨量、水位等の観測)をした。予警報の基準を設置し、2011年から効果を発揮している。	長期計画で、5つのダム建設を計画。洪水被害のあった河川は全て州が管理している。	都市計画で土地利用制限を設けた地域を設定し、立退きや住宅建設事業を行っている。ただし、土地利用の制限の設定は、市町村が行う。	ペルナンブーコ州の観測体制は、APACが観測を行い、LAMPEが観測機器の機器管理を行う。	連邦法令第14.028により2010年3月26日にAPACが設置。
技術力・マネジメント力	2010年6月の大洪水の際は、危機管理委員会を州知事公舎に設置し対応を行った。災害情報の収集・管理は、予め準備されたフォームを活用して行った。	ペルナンブーコ州防災局 災害対応実施マニュアルを準備し、洪水災害に備えている。	(該当情報得られず)	2011年時点で、3日後、2日後、1日後、半日後の降雨予測ができた為、洪水時の避難対策の策定・実施が可能であった。	井戸掘りや給水施設の整備を行っているが、現状では、盗水や施設管理の不備が対策上の問題となっている。
統合可能性	<ul style="list-style-type: none"> 州防災局は、災害状況や対応管理を人手によって行っている。クラウドサービス(SaaS)やWebAPIとして「災害状況管理」「現場対応管理」などの機能を提供されれば、統合可能性が高まると考えられる。 流域でダムの統合的な運用を行うために、既往のダム管理に、管理システムとして日本で利用されているダム管理システムの導入が可能と考えられる。 				

出所：聞き取り調査から調査団作成

3.2.2 ニーズ・課題と期待される対応策

ここまで述べてきた「ブ」国の取り組み状況及び課題を踏まえて、「ブ」国におけるニーズ・課題及びそれらに対応する技術または施策等について、下表 3-2 に示す。

表 3-2 ニーズ・課題と対応する技術・施策（連邦レベル）

組織・機関	ニーズ・課題	対応する技術・施策
都市省	<ul style="list-style-type: none"> ・災害の大きな要因として、急激な都市化、無計画な都市拡張が挙げられる。 ・急激な都市化に対し、水害対応のインフラの早急な整備が求められている。 ・州や市をまたぐ河川が多いが、洪水や排水対策で河川全体の洪水管理が今後望まれると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市計画（土地利用計画）策定、都市拡張モニタリング ・洪水対策施設整備 ・洪水管理システム
水資源庁 (ANA)	<ul style="list-style-type: none"> ・ANA が管理する水位計や雨量計は、ほとんどが大規模な河川の本川や支川の本川合流部付近に設置されている。今後、山岳部における設置の充実が必要と考えられる。また、雨量・水位観測所は全国で約 6,000 ヶ所あるが、その大半は手動式で、自動式への変更が望まれている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象観測機器の充実
CENAD	<ul style="list-style-type: none"> ・災害データベースの構築（S2ID）を行っているが、今後はデータの充実、処理能力の向上、州で作成された災害データベースとの統合などが可能なように改善したいとの希望がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・スーパーコンピューター（高度な数値処理） ・データベース構築
INPE /CPTEC	<p>今後改善すべき事項として、以下を考えている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・観測データの精度向上 ・予測モデルの精度向上 ・気象衛星の導入 ・高精度レーダーの導入 	<ul style="list-style-type: none"> ・X-バンドレーダー ・気象観測機器の充実
CEMADEN	<ul style="list-style-type: none"> ・将来的には、スーパーコンピューター、X-バンドレーダー等の導入を検討したいと考えている。 ・将来的に、ハザードマップ情報や、現場情報等も加味して、動的で高度な情報を提供したいと考えている。 ・観測範囲の広い S バンド気象レーダーの整備により、国内の気象レーダー未カバレッジ域を減らしていきたいとの意向がある。一方で、州や市のレベルでは、より高精度な降雨データが望まれていることも把握している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・X-バンドレーダー ・スーパーコンピューター（高度な数値処理） ・X-バンドレーダー ・S-バンドレーダーデータとその他レーダーとの統合

※ CENAD：国家災害・リスク管理センター、CEMADEN：国家自然災害モニタリング・警報センター

出所：調査団作成

ファイナルレポート（概要）

表 3-3 改善策と必要となる技術・施策（州レベル）

組織・機関	課題・期待される対応策	対応する技術・施策
リオデジャネイロ州 (防災局)	<ul style="list-style-type: none"> 土砂災害の発生を予測するため、地滑り・斜面崩壊等に関する研究を進めている。 早期警戒情報発令・伝達システムへの要望もあった。 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂災害危険度評価システム
リオデジャネイロ州 (ペトロポリス市防災局)	<ul style="list-style-type: none"> 気象レーダー情報は空軍から入手しているが、ペトロポリス周辺は地形が複雑で精度が落ちる課題があるため、局所的な降雨を精度よく把握したいと考えている。 CEMADEN からの情報は活用している。今後はより精度の高い雨量情報が欲しいと考えている。 	<ul style="list-style-type: none"> X-バンドレーダー 土砂災害危険度評価システム
リオデジャネイロ州 (リオ市 GEO-RIO)	<ul style="list-style-type: none"> 将来的に X-バンド気象レーダーの導入が望ましいと考えている。 	<ul style="list-style-type: none"> X-バンドレーダー
サンパウロ州 (DAEE)	<ul style="list-style-type: none"> X-バンド気象レーダーを3基導入したいと考えている。 都市化に伴う都市型水害（内水氾濫、局地的豪雨など）や洪水規模の増大に対する対応が求められている。 	<ul style="list-style-type: none"> X-バンドレーダー 都市計画（土地利用計画）策定
パラナ州 (防災局)	<ul style="list-style-type: none"> 2011年に大規模な洪水・土砂災害が発生。 警報は暫定基準を定めて発令しているが、今後はより技術的評価に基づいた発令基準を定めることが必要と考えている。 光ファイバーには関心がある。大容量データや観測データの迅速な受信が可能となる。 住民への情報提供方法は SMS や電話、サイレン等があるが、遠隔地への情報伝達手段に苦慮する場面がある。携帯電話が繋がらない場合があるためである。また、サイレンが聞こえない場合などもある。州防災センターと住民を結ぶ情報端末等があれば積極的に活用したいとの意向がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂災害危険度評価システム ダム統合管理システム 光ファイバー通信網の導入 防災無線整備
サンタカタリーナ州 (防災局)	<ul style="list-style-type: none"> 州の安全性の向上への協力に対する要望がある。（特に、ダム管理、河川管理（洪水予警報）） 放流量の操作については基本的には DEINFRA（州インフラ整備局）の役割となっているが、実際の操作は、ダム管理人の経験と勘によりゲート操作を実施している。 イタジャイ川流域については、今後5ヶ所にダムを建設し、合計8ヶ所のダムによる治水管理を行うとのことであり、早急に統合ダム管理システム 	<ul style="list-style-type: none"> ダム統合管理システム 洪水予測システム ダム統合管理システム ダム統合管理システム スマートフォンアプリ開発（住民への情報通知）

組織・機関	課題・期待される対応策	対応する技術・施策
	<p>を導入する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防災局としては、水資源管理を効率よく・正確に実施するために、800万リアル（4億円）の費用でSバンドレーダーを購入し、洪水、渇水の双方に対応することを考えている。 ・スマートフォン等を通じて一般住民に情報提供できるようにしたいと考えている。 	
<p>ペルナンブーコ州（防災局）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「ブ」国北東部（ペルナンブーコ州、パライーバ州）は年間降水量が約500mmと少なく飲料水にも困っている状況である。 ・沿岸部での地下水利用監視と地下水位監視の体制を確立し、適切な規制を行いたいと考えている。 ・西側乾燥地帯における表流水開発、水利用管理体制の構築を進めている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・総合水資源管理システム
<p>ミナスジェライス州（防災局）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅事情：無秩序な市街地開発の進行により危険箇所が増加しているため、リスクマップの作成が必要。 ・水源地があるため、政府からも水質管理の実施を強く求められている。 ・地下水についても高い関心を持っている。 ・光ファイバーの敷設には関心あり。 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市計画（土地利用計画）策定 ・総合水資源管理システム ・総合水資源管理システム ・光ファイバーの敷設
<p>ミナスジェライス州 （ペロオリゾンテ市）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・IGAMのレーダーはCバンドレーダーである。市ではレーダー画像を降雨域の確認等に使っている。なお、C-バンドレーダーにより推定された降雨量は自記雨量計での実測雨量より20~30%の高い数値を示す傾向がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・X-バンドレーダー
<p>ミナスジェライス州 （カエテ市）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・危険度が具体的にわかる、精度の高い防災情報を、連邦や州から迅速に入手したいとの意向あり（現状では精度の高い情報を得るために、現場へ出向いたり電話等で情報入手している。） ・情報の受信・提供をシステムチックにしたいと考えている。（防災関連情報もコーディネーターのみに提供されている状態で、コーディネーター→局長→市長という情報の流れのみである。） 	<ul style="list-style-type: none"> ・X-バンドレーダー ・土砂災害危険度評価システム ・防災無線整備

出所：調査団作成

4. 適用可能な日本の技術・経験

4.1 適用可能な日本の技術・経験

3章で述べた「ブ」国における改善検討が待たれる事項について、日本の技術が適用可能である分野について、以下述べる。

4.1.1 観測システム

- X-バンド気象レーダー

日本で運用中の X-バンド 気象レーダーは、従来気象レーダーより高い解像度を持つ。これらの技術を用いることで、250m メッシュ程度での高精度雨量観測が可能となり、土砂災害やフラッシュフラッド等の原因となる局地的豪雨の把握に役立つと考えられる。

- X-バンド気象レーダーと他気象レーダーデータとの統合

日本では、X-バンドレーダーの観測データと、より観測範囲が広いC-バンドレーダーのデータを統合して活用している。データの統合により、視認性・利便性により優れた気象レーダー情報として活用することが可能となる。

- 土砂災害モニタリング施設整備

日本では、がけ崩れ、土石流、地すべり等の観測・検知センサー等を利用して土砂災害モニタリングが実施されている。これらを活用することで、土砂災害の発生のおそれのある地区においてリアルタイムに現場の情報を把握することが可能となる。

- 洪水モニタリング施設整備

日本では、水位センサーや CCTV カメラを各所に設置することで、現場状況のモニタリングが実施されている。これらを活用することで、洪水の発生のおそれのある地区においてリアルタイムに現場の情報を把握することが可能となる。

- 地球観測衛星の導入

日本で運用されてきた地球観測衛星は、高精度の分解能（数メートル程度）を有している。これらの技術を用いることで、災害時に安全・かつ正確に被害状況、地すべり土塊の移動状況等を把握することが可能となる。

- 衛星画像の導入

今後日本で打上げ・運用される地球観測衛星の中には、ALOS2のように先代より災害時等に衛星画像データ等が「ブ」国政府へ援助の一環として供与され、活用が進められてきたデータがある。これらのデータは、洪水などの広域災害で被災直後や進行中の災害の被害範囲の推定やライフラインなどの重要施設の被災状況等を概略で把握する際に利用されてきた。今後衛星の運用が再開することで、被災状況の把握手段が多様化できる。

4.1.2 分析・解析システム

- 土砂災害危険度評価システム

「ブ」国において、精度の高い土砂災害危険度評価技術（予測解析モデルなどを含む）を導入することで、地域ごとの危険度を現在から数時間先まで予測することが可能になる。危険度評価技術を活用することで、これまで防災担当者の入手が難しかった土砂災害発生危険度の客観的な評価が可能となり、避難勧告等を的確に指示することができる。「ブ」国の土砂災害については、地質が異なる点を除けば、日本の土砂災害の発生・被害状況と類似している。局地的な短時間降雨量の急激な変化、それによる表層の土砂流出、また山間部の急峻な谷あいでの土砂災害など、日本で開発された危険度予測モデルの適用性が非常に高いと考えられる。

具体的には、土壌雨量に関する情報と降雨情報（現在時刻、1時間後予測雨量、2時間後予測雨量）に基づき、土砂災害発生の危険度をメッシュごとに10分単位で日本では評価している。

「ブ」国でも日本と同様の技術を導入することで、州や市町村の防災担当者が、雨量情報に加え、土砂災害の発生危険度に関する高精度かつ客観的な情報を入手し、避難勧告等についてより適切な判断を下すことが可能になると考えられる。

- 洪水予測システム

日本では、気象レーダー雨量、雨量計実測データ等を用いて、精度の高い洪水流出解析（予測解析モデルなどを含む）が実施されている。これらの技術を導入することで、正確な洪水予測、氾濫域の予測等が可能となる。

- 総合水資源管理システム

日本で検討が進められている総合水資源管理システムに関する「ブ」国での活用可能性の検討は、「ブ」国及び日本の双方に関連する研究成果をもたらせる価値があると考えられる。

総合水資源管理システムを導入することで、河川等の地表水に加え地下水も総合的に管理し、効率的な水資源管理を行うことが可能となる。総合水資源管理システムの実用化は日本でもこれ

からであるが、日本において現在行われている当該システムに関連する各種研究成果を踏まえて「ブ」国との共同開発などに発展できれば、「ブ」国個別の状況に適用した新技術となることが期待できる。また、パイロットエリアを選定し、同地区においてモデル構築と検証解析を進めるにあたり、日本の研究機関と現地の州政府や大学・研究機関との技術交流の機会を創出することにもつながると考えられる。日本の研究機関にも幅広いノウハウが蓄積されることにもつながる。

- スーパーコンピューター

日本では気象庁などにスーパーコンピューターが導入され、数値解析等が実施されている。前述した X-バンドレーダーのデータ等も活用することで、より正確な気象情報の入手が可能となる。

- 災害履歴データベース構築

日本では土砂災害については災害履歴データベースが運用されている。本データベースの導入により、地図データと併用して、災害時の災害発生情報を活用することで、平常時の災害予測を行うことが可能となるほか、将来的には災害時の情報収集も的確に行うことが可能となる。また、合理的なデータベース構築のため、GIS 技術や衛星画像解析などの技術移転なども可能であると考えられる。

4.1.3 情報伝送システム

- 高速データ通信衛星の導入

日本で運用中の高速データ通信衛星は、データ通信速度数 10～1000 Mbps の機能を持つ。高速データ通信衛星を通信手段として用いることで、迅速なデータ通信が可能となり、携帯電話等を用いることで、住民が情報を受信するまでの時間差が解消される等の効果が見込まれる。

- 光ファイバー通信網の導入

日本では光ファイバー網が全国で整備されている。「ブ」国においても光ファイバー網を同様に整備することで、迅速なデータ通信が可能となると考えられる。効率的に通信網を拡大する場合、光送信とマイクロ波といった異なる伝送手段を組み合わせた送信が山間部では必要となる。光ファイバー網を基幹通信路として整備し、光ファイバーの基幹路にマイクロ波などの通信手段を組み合わせることで、一つの災害情報通信網として、迅速なデータ通信が行えるようになる。

- 防災無線整備

日本では県、市町村において防災行政無線が整備されている。サイレン等を用いた固定系防災行政無線のほか、住宅に設置する戸別行政無線等を用いることにより、災害関連情報等を迅速かつ一斉に情報提供することが可能となる。

- スマートフォンアプリ等による気象情報、災害関連情報の提供

日本では雨量情報、災害発生危険度等に関する情報、ハザードマップ等に関する情報を、スマートフォン等を活用して情報提供している。AR 技術（Augmented Reality、拡張現実：スマートフォンのカメラを通して見る映像に、ハザードマップ情報等を重ね合わせて、周辺の危険度等を直感的に把握する技術）等を活用したアプリ等も開発されている。これらの技術を用いることで、住民や防災担当者が、どこにいても迅速かつ視覚的にわかりやすいかたちで災害関連情報を得ることが可能となる。

- ハザードマップ作成・周知

日本では洪水、土砂災害等の恐れのある地域を把握する手法が確立されているほか、ハザードマップ情報が、インターネット等を通じ提供されている。これらの技術を用いることで、住民および防災担当者への危険箇所の周知が可能となる。

4.1.4 制御・運用システム

- ダム統合管理システム、洪水管理システム

日本ではダム統合管理システム・洪水管理システムが導入され、①水文情報（雨量、水位、流量）、②レーダー雨量情報、③気象情報をリアルタイムで収集し、水系内におけるダム群が効率的かつ一元的に管理されている。本システムの導入により、今後の降雨予測や、洪水予測等を行い、状況に見合ったダム群の最適操作方針を決定し、各ダム管理所への操作指示や関係機関への通報、情報提供などを行うことが可能となる。

- 構造物対策

日本では、中小河川において河川堤防、流路工等の構造物による土砂災害・洪水対策が継続的に実施されてきている。「ブ」国でも中期的な対策として、構造物対策を検討し、経済的損失を低減することが今後求められる。まずは、連邦政府により構造物対策の基準化を行い、州や市単位でばらばらな構造物対策を行わないように規制することも必要であり、こうした対策に日本の経験と技術を十分に活かすことが可能である。

4.1.5 その他

- 都市計画・土地利用計画の策定

日本では過去、市街地の拡大に伴い都市域縁辺部において土砂災害が頻発し、低標高地で津波・高潮等の被害等が発生するなどしてきた。これらを踏まえ、災害発生のある土地において、法律に基づく土地利用規制を図るなどの措置を講じてきた。

「ブ」国でも近年の経済発展に伴い都市域の拡大等が顕著であることから、日本と同様の手法を講じることにより、都市域の健全な発展、安全な地域の確保による居住環境の改善を図ることが必要である。

- 高精度地図作成

精度の高い地図を作成・利用し、正確なハザードマップの作成に役立てる。

日本では過去、数千分の1～数万分の縮尺の地図を用いて災害リスクマップ等を作成してきたが、近年では、レーザープロファイラや高精度の航空写真測量の技術を用いて、誤差の少ない高精度の地図を作成・活用し、危険地区の正確な把握、的確な避難方法の検討等に役立てている。

「ブ」国でもこれらの技術を用いることで、防災担当者・住民が居住域周辺の状況を的確に把握し、防災対策に役立てることが可能になる。

4.2 日本が持つ技術・経験等

観測システム、分析・解析システム、伝送システム、制御運用システム及びその他に分け、「ブ」国に必要な当該整備・計画等に対する日本の持つ技術・経験等を表 4-1 整理した。

表 4-1 「ブ」国で必要な対策と日本の持つ技術・経験

	技術名	概要	価格（円）	備考
観測システム				
1.	XバンドMP気象レーダー	従来の気象レーダーよりも雨域・雨量を高精度で測定することが可能な気象レーダー	5000万～1.5億（建屋費用が別途必要）	・下記7番に記載している <u>土砂災害危険度評価システムとの連携など実績がある。</u>
2.	X-バンド気象レーダーとS-バンド気象レーダーデータの統合	従来のレーダーデータとX-バンドレーダーを統合し、雨量等の判断等をより総合的に判断可能	数千万～数億	・ <u>日本国内では、国土交通省のレーダー網で統合実績がある。</u> ただし、「ブ」国が現在整備した既往のC及びS-バンドレーダーのデータフォーマットについて、そのデータの加工性などX-バンドレーダーのデータとの統合に必要な検討は事前に行う必要がある。
3.	土砂災害モニタリング施設整備	土砂災害を検知可能なセンサー等により迅速に災害現場付近の状況をモニタリングする施設の整備	数千万～数億	・日本で開発されたセンサー類に適用性の高いものがある。
4.	洪水モニタリング施設整備	豪雨時の雨量、水位等の情報を広範囲に渡り迅速に収集するほか、災害発生場所の状況等もモニタリング可能なシステム	数億	
5.	地球観測衛星の導入	地形の変異等が計測可能な衛星で、安全に災害状況調査が可能	数百億	
6.	衛星画像の導入	日本等で運用されている地球観測衛星などからの画像の入手	数千万	
分析・解析システム				
7.	土砂災害危険度評価システム	土砂災害の危険度を雨量等から客観的に分析・判断し、表示するシステム（予測・分析モデル、分析結果を表示する画像生成システム、情報配信サーバー等が本システムに含まれる。）	数千万～数億	<u>日本では官民ともに独自の技術開発を行っている分野。</u> 他国では技術開発が進んでいない。大学等の研究機関では、積極的に危険度予測に必要なモデルの開発を行っており、これらの研究成果は「ブ」国独自のモデル開発に十分適用可能である。
8.	洪水予測システム	雨量、水位等から洪水の予測を行うシステム	数千万～数億	洪水氾濫域を地図上に解析と同時に表示する機能のあるソフトの開発が行われている。
9.	総合水資源管理システム	地表水のみでなく地下水も総合的に管理し、効率的な水資源管理を行うシステム	数千万～数億	日本も高い技術を持つが、研究段階の分野が多く、実用化はこれからである。「ブ」国と実用化に向けた共同開発が可能。
10.	スーパーコンピューター	高速な数値計算が可能なコンピューター	数千万～数十億	
11.	データベース構築	災害履歴等の蓄積データベース	数千万～数億	

	技術名	概要	価格（円）	備考
伝送システム				
12.	高速データ通信衛星	高速インターネット衛星回線を有する通信衛星	数百億	
13.	光ファイバー導入	光ファイバーの敷設により高速な回線	2～3億/100km	「ブ」国内でも実施能力が十分ある。
14.	防災無線整備	サイレン、デジタル無線等を活用した迅速かつ、広範囲にわたり同時に情報を伝達可能な無線	整備範囲により異なる	ワイヤレスリンク通信網などを整備し、無線網の多重化、大容量化を行っている。
15.	スマートフォンアプリ開発（住民への情報通知）	災害危険度情報、ハザードマップ等をスマートフォンなどのモバイル端末へ周知する技術	数千万	
16.	ハザードマップ作成・周知	地域の災害危険箇所を明示したマップの作成及び住民への周知	作成範囲により異なる	土砂災害の高精度なシミュレーション結果の反映等が可能。「ブ」国各州が独自にハザードマップを作成しており、JICAが実施する技プロにより「ブ」国内の技術力向上が見込まれる。
制御・運用システム				
17.	ダム統合管理システム	複数のダムを統合して管理し、治水・利水を効率的に行うシステム	数億	日本では、中小河川のダムを中心に、管理に統合管理システムを用いている。
18.	洪水管理システム	洪水予測等により、ダム等を用いて有効に洪水を管理するシステム	数億	
その他				
19.	都市計画（土地利用計画の策定）	土地利用規制を含めた都市計画を策定することにより、都市域の無秩序な拡大による災害発生を防止する。	整備範囲により異なる	「ブ」国内でも実施能力が十分ある。
20.	高精度地図作成	精度 1m～数 m 程度の高精度の地図を作成することで、洪水・土砂災害予測、危険箇所の予測に役立つ	整備範囲により異なる	日本も高い技術を有するが、「ブ」国内でも技術を有する。

出所：調査団作成

5. 協力に対するニーズ

5.1 「ブ」国防災における総合水災害システムの必要性

5.1.1 「ブ」国の状況

「ブ」国においては、2011年1月のリオデジャネイロの大規模な洪水・土砂災害を契機として人命の損失回避を最大の目的とした総合防災システムの整備が急務となっている。連邦における自然災害対策は、気象等の情報収集と災害危険度評価を実施する機関として2011年に設立されたCEMADENと、防災や応急対応などの災害対策を担当する組織として2012年に設立されたCENADが連携して実施することになっており、必要な防災情報システムのための機材の整備や人材の確保などの整備が急ピッチで進められている。しかし、設立間もない機関であることから、防災に対してモニタリング設備や評価システム、情報発信、運用等の面において効果的に実施できるところまでは至っていない状況である。一方で、州レベルにおける防災は防災局が担当しているが、気象水文監視機関が別途設置されており、連携して防災対策にあたっている。今回の調査対象であるサンパウロ州、リオデジャネイロ州においては、最新の防災システムが完備されつつある。サンタカタリーナ州、パラナ州、ミナスジェイラス州やペルナンブーコ州においても、先行2州よりは遅れているものの、連邦政府よりはかなり先行した整備が行われている。

現在は連邦、各州ともに防災対策に必要な雨量や水位などの情報収集のための施設整備や解析技術向上、情報伝達等が主な課題となっており、連邦と州及び市が連携して防災能力を向上する体制を構築したい意向である。また、このために各機関は実用的で効果のある最新の技術や設備の導入し、これらを活用したシステムを構築するために、PhDクラスの人材を確保し、アメリカ合衆国、世銀の協力を得て、開発整備を行っているところである。

「ブ」国における自然災害による被害は、第3章で述べたように干ばつ、土砂災害と洪水によるものが大きい。その中で以下の要因から、「ブ」国における災害対策の最優先課題は、洪水及び土砂災害の被害軽減であると考えられる。

- 土砂災害により多くの人命が失われており、「ブ」国政府機関が人命保護を緊急の課題として防災対策を進めている
- 洪水及び土砂災害により発生している経済的損失は大きく、「ブ」国経済に対する影響を中長期的に効果的に抑制する必要がある

洪水及び土砂災害は一般的に、豪雨により発生するため、精度の高い雨量測定及びそれに基づいた危険度予測等を行い、事前の避難に役立てることは減災に結びつく。このため、以下に示すシステムを導入し、統合的に運用するノウハウを含め総合水災害防災システムとして「ブ」国政府機

関に提供する事は、上記の災害の被害軽減に資する有効な対策であると考えられ、このシステム及びその運用をパッケージとしての提案する事とした。

- 高精度の雨量測定が可能な X-バンドレーダー網の整備
- 避難判断や状況理解を補助する土砂災害危険度評価システムの導入
- 浸水域の予測やダムなどの対策施設の高度運用を助ける洪水予測システムと総合水資源管理システムの導入

2次調査の際に行われたセミナーとヒアリングからは、上記システムに対し「ブ」国政府機関は、導入について前向きな考えがある一方、導入に際したプロジェクトに対して以下の要望があることが分かった。

- パイロットプロジェクトにより効果を確認し、成功事例を水平展開したい
- システムの導入に対して最も積極的なのは、州政府機関である
- 連邦政府機関は、既往の機材の活用を前提としたソフト分野についての協力に対する要望が強い

5.1.2 総合水災害防災システムパッケージ化の意義

洪水及び土砂災害は一般的に、豪雨により発生するため、精度の高い雨量測定及びそれに基づいた危険度予測等を行い、事前の避難に役立てることは減災に結びつく。また、土砂災害の避難活動に必要な時間が約 1~2 時間とすると、観測から解析、判断、データ配信までの時間は、極力 10 分程度のタイムフレームに納まる必要がある。このような限られた時間内で個々の機材の連動性を担保するためには、運用を含め一連のシステムとしてシステムを構成することが不可欠である。このため、以下に示す災害対応能力を向上させる機材・技術の向上とそれらを統合的に運用するノウハウを「ブ」国政府機関に提供するパッケージ“総合水災害防災システム”として提案する必要がある。

- 降雨予測精度の向上
- 災害予測技術の向上
- 災害対策施設の高度運用能力の向上
- 警戒情報の伝達技術の向上

(1) 降雨予測精度の向上

土砂災害・洪水災害は、豪雨によって引き起こされるため、これら災害を予知するため降雨予測精度の向上を行う。降雨予測精度の向上は、より詳細な降雨状況の把握が必要なため、X-バンドMPレーダー観測網の構築と短時間予測の導入により行う。

X-バンドMPレーダー観測網は、既往のS-バンドレーダー観測網及び地上の雨量観測施設と統合化し、対象地域の正確な降雨状況を把握できるようにする。また、それらの情報を基に短時間予測を導入し、1時間～3時間程度先の降雨予測の精度を向上させる。より長時間の降雨予測精度の向上が必要な場合、スパコンを導入し、メソスケールモデルの予測結果との重合により降雨予測精度の向上を図る。

(2) 災害予測技術の向上（土砂災害、洪水・浸水災害危険度評価モデルの精度向上）

減災は、自治体の防災担当者の的確な判断の補助、地域住民の自主的な避難判断などにより達成される。このため、これらの判断材料を提供する目的で、高精度化した降雨予測を活用する、解析モデルの構築を行う。また、被災予測範囲など被災回避の判断を直感的に行うための図化、配信を極力自動化し、情報提供に関連する作業負荷の軽減を行う。

土砂災害の場合、既往の土砂災害被災履歴、対象地域の地質状況、地形条件、降雨履歴をもとに、危険度を予測するモデルの構築し、地域毎に土砂災害の危険度の情報を提供する。

また、洪水・浸水災害の場合、対象地域の地質状況、地形条件、土地利用条件などを加味したモデルを構築し、降雨予測にもとづく、流出解析、洪水氾濫解析を行い、洪水・浸水にみまわれる地域の予測を行う。

(3) 災害対策施設の高度運用能力の向上

流域に存在する調整地やダムなどの災害対策施設の運用は、降雨予測にもとづく、流出解析結果を用いることで、より柔軟で高度な統合運用を行うことが可能になる。このため、流出解析に連動した施設運用シミュレーションシステムを整備・導入し、施設運用能力の高度化を補助する。

(4) 警戒情報の伝達技術の向上

「ブ」国における防災情報の伝達は、多くの場合、公衆回線に依存しており、防災無線網の整備された日本に比べ、脆弱性が高い。このため、警戒情報の配信をより確実に、より迅速に実施できる施設整備を行う。情報伝達に際しては、災害危険個所の社会的な特性（年齢特性、所得条件等）、災害弱者への対応について十分に配慮して行う。

5.2 協力ニーズ

5.2.1 総合水災害防災システム

洪水土砂災害に関する防災システムについては、日本が世界の最先端を走っていることから、「ブ」国政府からも現在整備途上にある防災システムについての助言を求められており、日本の技術を世界に展開する上でも「ブ」国の防災システム構築を支援する必要性が高いものと考えられる。

(1) プロジェクト案

プロジェクト案は、パイロットプロジェクトで効果を確認したいとする「ブ」国政府機関の要望を踏まえ、2フェーズに分けた。概要を以下の図に示す。フェーズ1において、パイロット地域を設定し総合水災害防災システムの構築を行う。フェーズ2には、フェーズ1で効果を確認したシステムの拡張として、XバンドMPレーダー網の拡大整備を行う。スパコン・予測モデルの構築は、降雨解析などに複雑な地形条件等を踏まえた予測モデルが不可欠な場合に導入する。

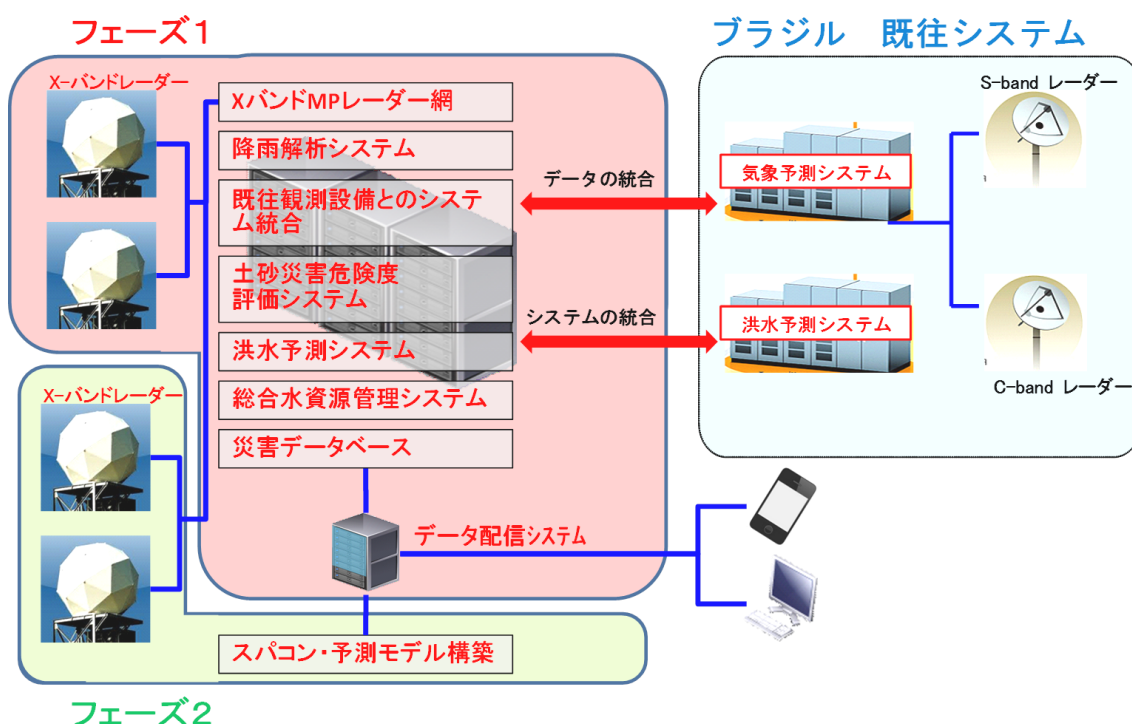


図 5-1 プロジェクト概要

対象地域は、規模や地域性を考慮した上で、セミナー開催時に高い関心を表明したりオデジャネイロ州、ミナスジェライス州、聞き取り調査で関心を示したサンパウロ州、三州が含まれるパライバドスル川流域を対象を絞り、以下の3案の検討を行った。

- サンパウロ州 (C/P : DAEE 又は、州防災局)

- リオデジャネイロ州 (C/P : INEA 又は、州防災局)
- パライバドスル川流域 (C/P : ANA 又は、CEMADEN)

1) サンパウロ州

サンパウロ州サントス市、カラグウアタトゥーバ市、ウバトゥーバ市、クンナ市の沿岸部地域は、「ブ」国でもっとも多く降雨があり、サンパウロ州 DAEE 自身が X-バンドレーダーの設置を計画し、重点的な災害警戒を計画している区域である。また、大サンパウロ都市圏(チエテ川流域)は、近年の乱開発により、やはり災害警戒が必要とされる地域である。これらの地域をプロジェクトの対象地域とする。

先行して3基(海岸地域)、最終的に合計13基程度の X-バンド MP レーダーを設置し、現在、サンパウロ州で設置されている S バンドレーダー及び地上の雨量観測施設と新設する気象レーダー観測ネットワークを統合し、より詳細な降雨状況を把握できるようにする。想定される X-バンド MP レーダーの配置を以下に示す。

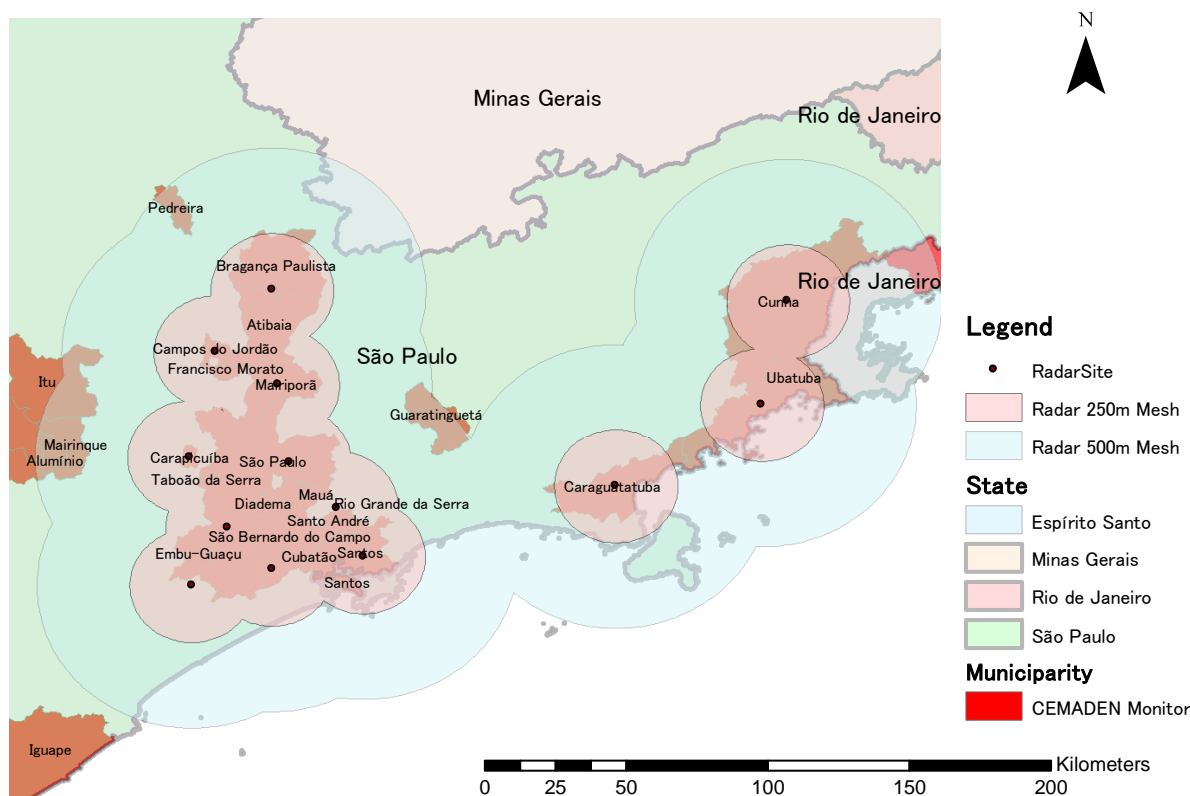


図 5-2 サンパウロ州 想定レーダー配置図

また、IPT（カラグッタトゥーバ市に実験サイトあり）、IGと連携し、土砂災害、洪水・浸水災害の危険度を予測するモデルの整備を行い、より精度の高い情報（警戒情報）をより速く、周辺市町村に提供できるようにする。以下に事業を実施するのに必要な経費を示す。

表 5-1 サンパウロ州プロジェクトの事業実施に必要な経費

	フェーズ	機材	単価 (億円)	基数	計	備考	
SP州	フェーズ1	X-bandRadar	1	3	3		
		降雨解析システム	1	3	3		
		データ通信回線	2	3	6	光ファイバー敷設費、2億円/100km	
		インフラ整備	3	3	9		
		土砂災害危険度評価システム					
		データ受信システム	2	1	2		
		危険度評価システム	4	1	4		
		画像生成システム	2	1	2		
		データ配信システム	2	1	2		
		観測データ蓄積システム	4	1	4		
		既往レーダーとの統合	2	1	2		
		災害データベース	4	2	8		
		総合水資源管理システム	3	1	3		
		洪水予測システム	4	1	4		
	小計				52		
	フェーズ2	X-bandRadar	1	10	10		
		降雨解析システム	1	10	10		
		データ通信回線	2	10	20		
		インフラ整備	3	10	30		
		小計				70	
総計					122		

2) リオデジャネイロ州

現在、リオデジャネイロ州 INEA がペトロポリス市、ノバフリブルゴ市等の 19 市に対して発している洪水警戒警報の予測精度を高めるために、X-バンド MP レーダーを 18 台程度設置し、現在、リオデジャネイロ州に設置が予定されている S バンドレーダー網及び地上の雨量観測施設とともに、より詳細な降雨状況を把握できるようにする。以下に、想定される X-バンド MP レーダーの配置を示す。

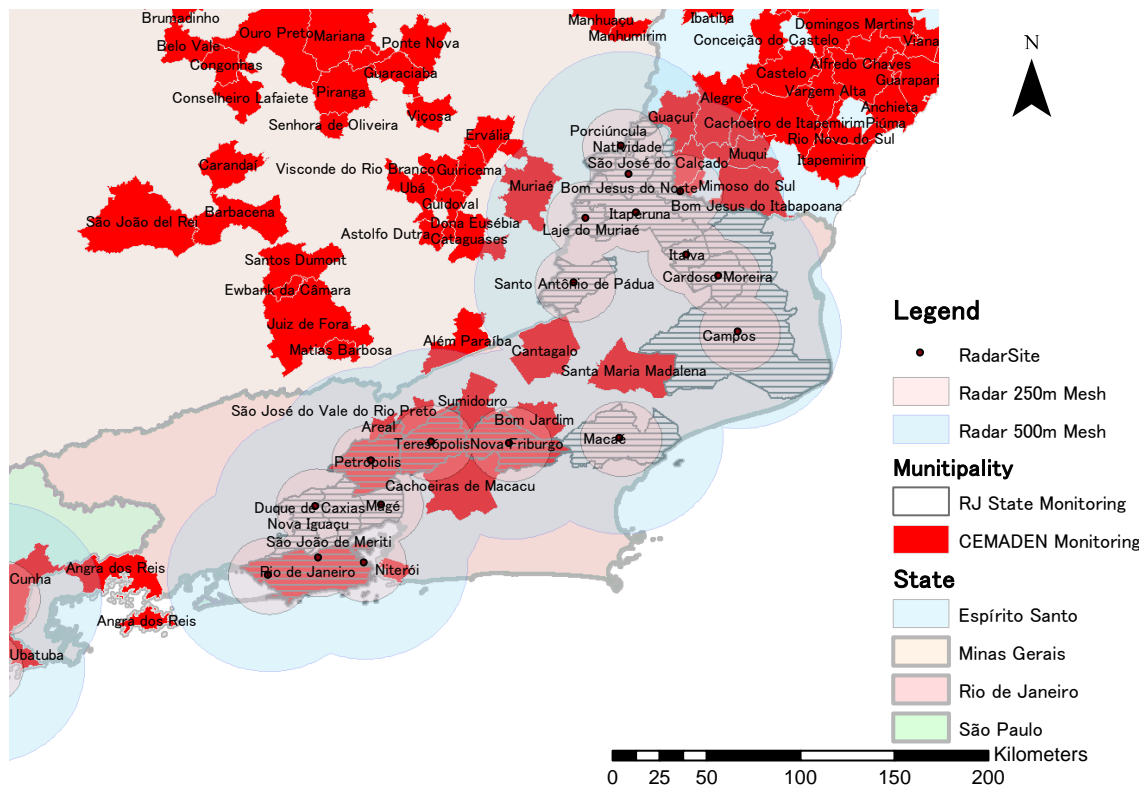


図 5-3 リオデジャネイロ州 想定レーダー配置図

近年、大きな災害が発生したペトロポリス市、ノバフリブルゴ市の 2 市を含めた地域をパイロット地域とし、土砂災害、洪水・浸水災害の危険度を予測するモデルの整備を行い、より精度の高い情報（警戒情報）をより速く、各市に提供できるようにする。

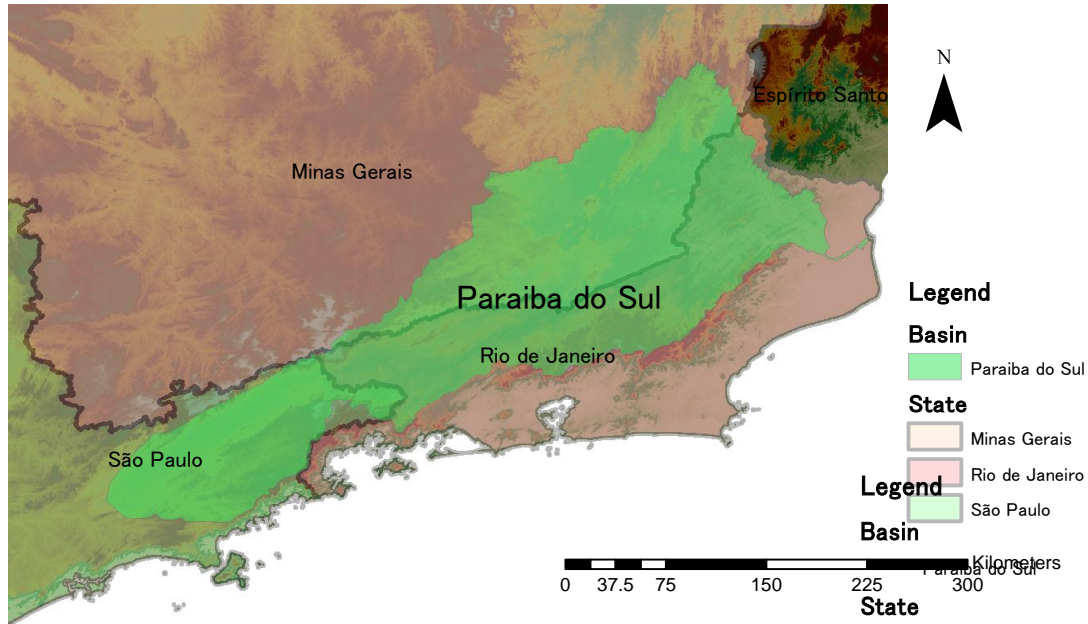
以下に事業を実施するのに必要な経費を示す。

表 5-2 リオデジャネイロ州プロジェクトの事業実施に必要な経費

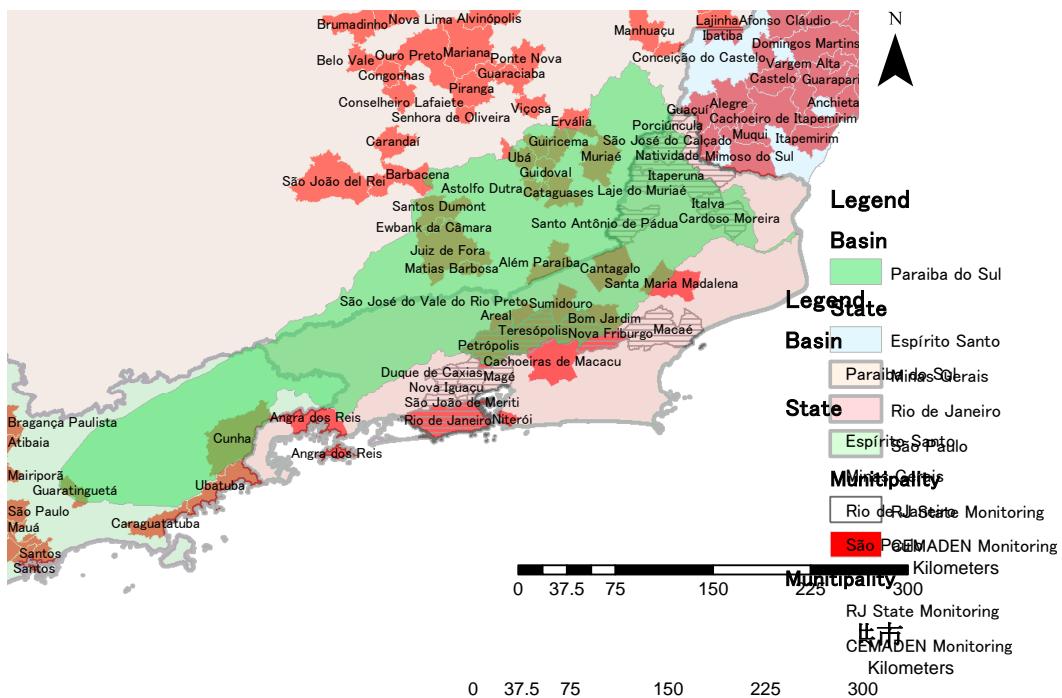
	フェーズ	機材	単価 (億円)	基数	計	備考	
RJ州	フェーズ1	X-bandRadar	1	3	3		
		降雨解析システム	1	3	3		
		データ通信回線	2	3	6	光ファイバー敷設費、2億円/100km	
		インフラ整備	3	3	9		
		土砂災害危険度評価システム					
		データ受信システム	2	1	2		
		危険度評価システム	4	1	4		
		画像生成システム	2	1	2		
		データ配信システム	2	1	2		
		観測データ蓄積システム	4	1	4		
		既往レーダーとの統合	2	1	2		
		災害データベース	4	2	8		
		総合水資源管理システム	3	1	3		
		洪水予測システム	4	1	4		
	小計				52		
	フェーズ2	X-bandRadar	1	15	15		
		降雨解析システム	1	15	15		
		データ通信回線	2	15	30		
		インフラ整備	3	15	45		
		小計				105	
総計					157		

3) パライバドスル川流域

対象とするパライバドスル川流域は、リオデジャネイロ州、ミナスジェライス州、サンパウロ州に跨る流域である。



パライバドスル川流域は、ミナスジェライス州、リオデジャネイロ州、サンパウロ州に跨る流域である。この流域は、全国的な災害警戒が行われている地域である。CEMADEN が監視を行っている地域を以下の図に示す。モニタリング配置地域は、同流域で CEMADEN が監視を行っている 29 市町村（ミナスジェライス州 15 市町村、リオデジャネイロ州 11 市町村、サンパウロ州 3 市町村）を対象とする。



ファイナルレポート（概要）

フェーズ1では、ペトロポリス市、ノバフリブルゴ市の2市を含めた地域をパイロット地域とする。また、リオデジャネイロ州の INEA からは、パライバドスル川に関する様々な情報（地形・地質、降雨、水位・流量、災害）を集積するデータベース等の整備の必要性についても要望があることから、流域のリスクマップの作成、災害情報集積（災害要因分析）、更なる予測精度の向上等に特に有用であるデータベースの構築を実施する。

以下に事業を実施するのに必要な経費を示す。

表 5-3 パライバドスル川流域プロジェクトの事業実施に必要な経費

	フェーズ	機材	単価 (億円)	基数	計	備考	
パライバドスル流域	フェーズ1	X-bandRadar	1	3	3		
		降雨解析システム	1	3	3		
		データ通信回線	2	3	6	光ファイバー敷設費、2億円/100km	
		インフラ整備	3	3	9		
		土砂災害危険度評価システム					
		データ受信システム	2	1	2		
		危険度評価システム	4	1	4		
		画像生成システム	2	1	2		
		データ配信システム	2	1	2		
		観測データ蓄積システム	4	1	4		
		既往レーダーとの統合	2	1	2		
		災害データベース	4	2	8		
		総合水資源管理システム	3	1	3		
		洪水予測システム	4	1	4		
	小計				52		
	フェーズ2	X-bandRadar	1	27	27		
		降雨解析システム	1	27	27		
		データ通信回線	2	27	54		
		インフラ整備	3	27	81		
		Super Computer / モデル	35	1	35	Nowcast, MSM計算用	
小計					224		
総計					276		

(2) 総合水災害防災システムの実現に向けた課題

先に述べた総合水災害防災システムを実施に移すために、下記の点を今後検討・改善する必要がある。

1) 総合水災害システム構築に関する日本の協力

本調査で提案している総合水災害防災システムは、個々の機材とそれらを統合的に運用するノウハウが合わさり初めて機能するものである。このため、想定される効果を発揮するためには、日本の公官庁が保有する運用ノウハウもパッケージの構成要素と考えられる。

日本の公官庁には、豊富な災害対応の経験、ノウハウがあり、これらを「ブ」国政府機関に対する技術支援として提供し、同時にシステムインフラの構築に必要な資金については、円借款を供与する事で、一体的な防災システムインフラの整備が可能となる。このため JICA がシステムイン

フラの整備及び技術支援プロジェクトを一連のものとして形成する意義は非常に大きい。以下に、想定されるプロジェクトの全体構成を示す。

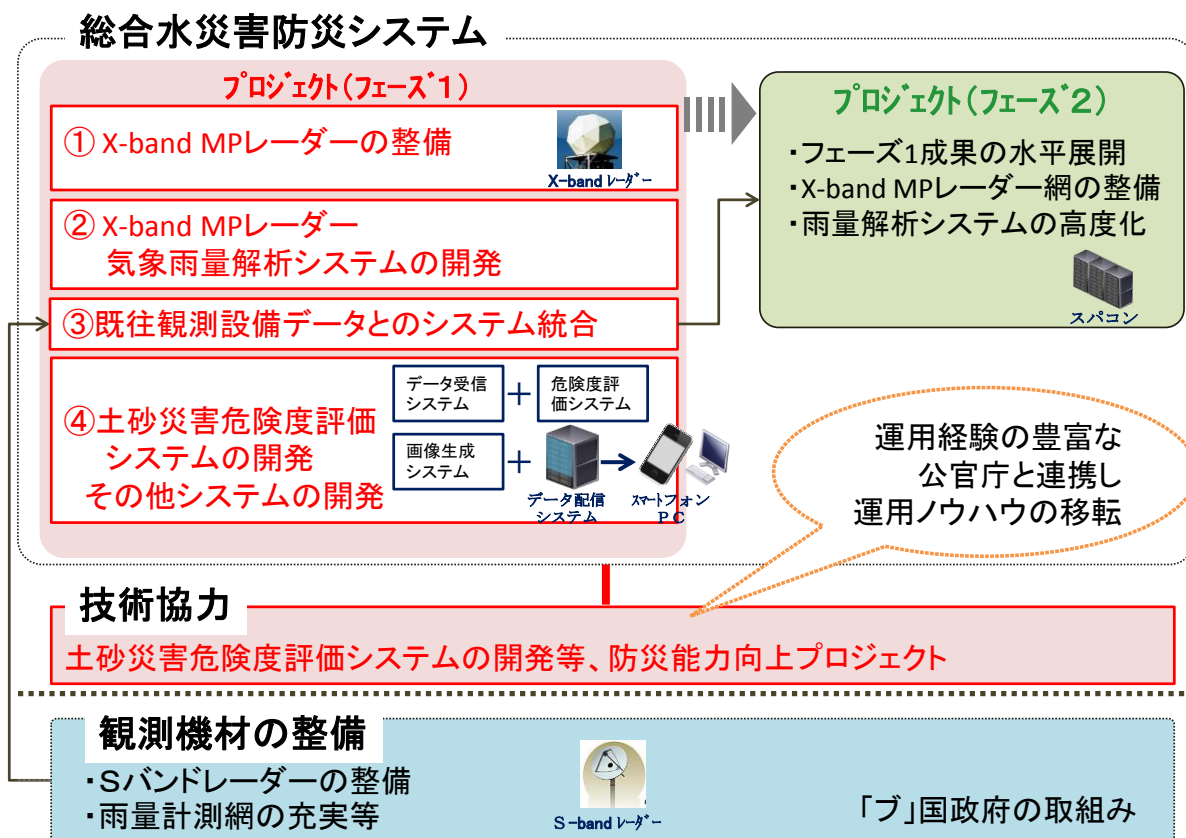


図 5-6 プロジェクトの全体構成

2) 気象観測レーダー網の構築 に際しての留意点 (1)

総合水災害防災システムの最も重要な構成要素である気象観測レーダー網の整備には、電波の周波数帯利用の調整が非常に重要である。特に、昨今の無線通信技術の急速な発展とデータ通信に対する需要の増加を鑑みると、通信事業と気象観測レーダーに使用される周波数帯が重なる場合、将来の通信事業の進展に対して配慮する必要がある。

気象観測レーダー網を整備すると、一般的に機材の耐用年数約 15 年にわたり周波数帯を占有する。このため、占有する周波数帯の大小によっては、「ブ」国の将来の通信事業などの足かせになる可能性がある。将来の周波数帯利用を見越し、極力、周波数帯の占有範囲を限定するなど導入時の配慮が非常に重要である。

固体化タイプは、従前のマグネトロン、クライストロンタイプに比べ、周波数帯の占有範囲が小さく、周波数帯占有に対する配慮を仕様盛り込むことで一定の優位性を獲得できる。(参考：C バンド帯での占有幅の比は、マグネトロン 4 : クライストロン 2 : 固体化 1。)

3) 気象観測レーダー網の構築 に際しての留意点 (2)

総合水災害防災システムの最も重要な構成要素である気象観測網(新設するネットワーク化したX-バンドMPレーダー網)は、既往のSバンドレーダー網と地上観測機材との連動が非常に重要である。事前に取り除いておく必要のある課題は、既往の機材のデータフォーマットや入出力のインターフェイスなど降雨分布データの重合に必要とされる情報の提供、開示である。

X-バンドMPレーダーをネットワーク化した観測網を構築した事例は、2013年現在、日本国内にしかない。このため、日本で既に稼働している事例を設計の知見を導入する事は、「ブ」国にとって導入時の不具合のリスクを回避するメリットがある。一方、X-バンドレーダー網構築とその調整には、既往機材から取得するデータが不可欠である。このため、既往の観測機材のデータ形式、データフォーマット等は、当該機材提供企業から事前に開示を受け、システム構築開始時に受注者に対して提供する必要がある。

5.2.2 その他のニーズ

調査の過程で判明した総合防災システム整備以外のニーズは、以下のとおりである。

- リスクマップの整備
- 地球観測衛星の活用
- 遠隔地に設置したセンサーのデータ収集

(1) リスクマップの整備

リスクマップの整備は、一般的に当該地域における災害リスクの状況を明らかにするとともに、地域住民や政府機関内で、災害対策についての共通認識の醸成に活用されている。一方、「ブ」国内では、リスクマップの整備の遅れやリスクマップの活用に対する理解が進んでいない為、災害の危険地域内での定住環境の改善事業などが推進され、地域住民の被災リスクを助長している状況がある。

これらの状況から災害被害の多い州などでは、良質のリスクマップの整備が推進されているが、以下の問題が指摘されている。

- リスクマップの作成経験の豊富な事業者の不足(整備事業の遅延)
- リスクマップの作成基準などの不在から、内容の不十分なリスクマップが多い

良質のリスクマップの整備には、経験の豊富な地質・土木の技術者による災害リスクの評価が必要であり、「ブ」国内での人材養成と同時に、短期的には緊急度の高いリスクマップ整備に対する海外の技術者の活用の可能性があると考えられる。

(2) 地球観測衛星の活用

「ブ」国では、以下の用途に対して地上観測衛星の活用を検討している。

- 災害時の被害状況の評価

「ブ」国は日本の約 23 倍の国土を抱え、災害の発生地域の評価や土砂災害危険地域の特定等を行うための土石流解析などに使う基礎データの収集を行う上で、リモートセンシングなどの技術に対する関心が非常に高い。日本国内では現地踏査などにより実施される調査も、「ブ」国の広大な国土では、調査に困難が伴う。これらの作業の省力化に、リモートセンシングの技術を活用が想定されている。

(3) 遠隔地に設置したセンサーのデータ収集

本調査で訪問した各州では、州内の気象や河川の状況を把握するため、新たな観測機材の設置が進められていた。この中で、遠隔地に設置した観測機材からのデータ取得について、多くの州で収集に 1 時間以上のタイムラグが発生している状況であり、改善の要望が強かった。以下にタイムラグの発生の主要な要因を示す。

- 公衆回線網から遠く離れた僻地で、データの収集に GPRS などの既往の設備が活用できない
- 現在、データ中継衛星に GOES が活用可能であるが、米国経由の取得により、データ観測から数時間が過ぎないと入手できない

以上の事から、僻地に設置したセンサーから、迅速に観測データを収集する無線通信網か衛星を活用した安価なデータ収集システムの構築に対してニーズがあると考えられる。