

## 第3章 総合防災システムの現状及び課題・改善点

### 3.1 総合防災システムの導入状況

#### 3.1.1 観測システム

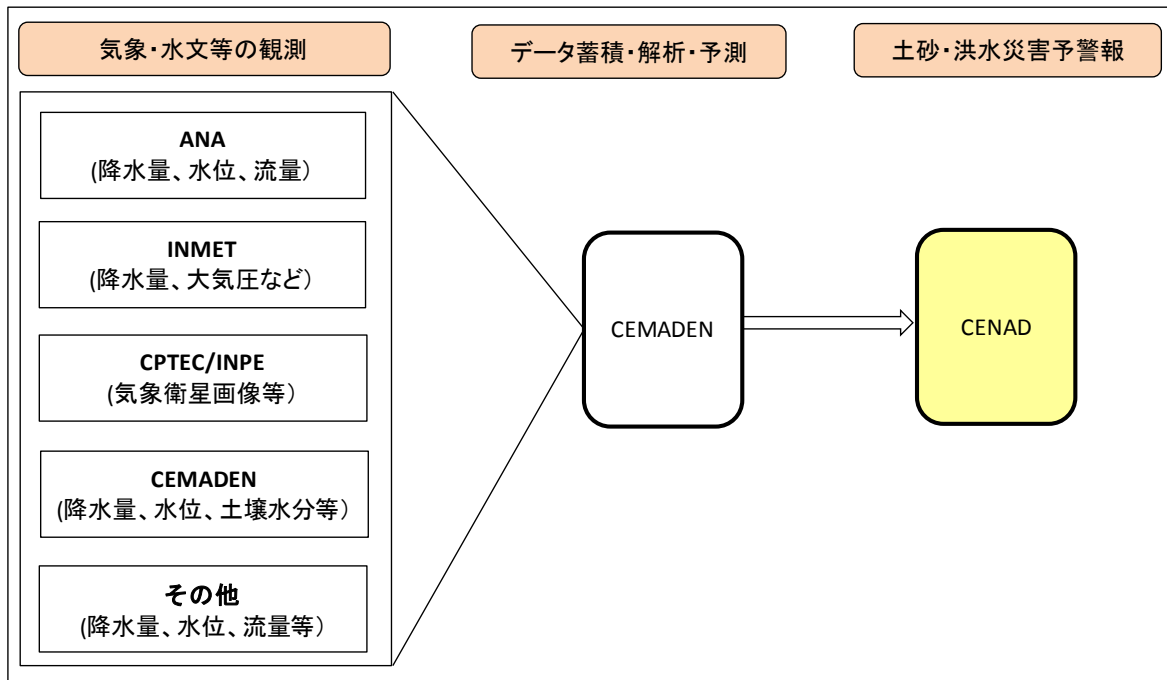
##### (1) 連邦レベルでの観測機関・組織

防災気象情報に関連する連邦の機関は、主に環境省国家水資源庁（ANA）、農務省気象庁（INMET）、科学技術革新省気象予報気候研究センター（CPTEC/INPE）及び科学技術革新省自然災害モニタリング・警報センター（CEMADEN）である。連邦レベルでの観測体制を、図 3-1 に示し、観測システムに係る機関とその活動内容を、表 3-1 にまとめている。図 3-1 に示すように、関連気象機関から、気象・水文等の情報を CEMADEN が統合して解析・予測し CENAD に伝達する。

**表 3-1 観測システムに係る連邦の機関やその活動内容**

機関	活動内容等
ANA 環境省国家水資源 庁	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 国家水資源管理政策の立案と実施を担当。</li> <li>- 現時点で 10 以上の州に State Situation Room を州政府機関の組織として設置している。</li> <li>- 全国に雨量計・水位計などを設置しており、ANA の資金を活用し、各州・市の関連機関が観測を代行している。</li> <li>- 洪水災害の予警報と関与しており、ダムの安全を監督している。</li> <li>- 気象・水文データが関係機関にデータを公表している。</li> </ul>
INMET 農務省気象庁	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 南米及び「ブ」国において気象観測と気象予測を担当</li> <li>- 全国に 10 管区気象台と 14 気象台を設置している。</li> <li>- 全国に地上気象観測所（自動と有人）を設置し、気象情報（大気圧、温度、相対湿度、降水量、日射、風速、風向等）を INMET の職員により収集している。</li> <li>- 基本的に全ての情報は公開する方針で、気象観測、天気予報、データベースをインターネットで公開している。</li> <li>- WMO（World Meteorological Organization）に加盟しており、国際的にも協力している。</li> </ul>
CPTEC/INPE 科学技術革新省気 象予報気候研究セ ンター	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 科学技術革新省国立宇宙開発研究所（INPE）に属している組織で、ほぼ INMET と同様に、気候変動の研究や天気予報を行っている。</li> <li>- 気象観測設備を持っておらず、INMET 等の気象観測データや衛星画像を利用している。</li> <li>- 全てのデータ・情報をインターネットで公開している。</li> </ul>
CEMAEN 科学技術革新省自 然災害モニタリン グ・警報センター	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 全国規模で土砂・洪水等の自然災害のモニタリング・警報を担当</li> <li>- 対象市において気象レーダー、雨量計、伸縮計などを設置し、関連機関がそれらの観測を代行している。</li> <li>- 関連機関の気象水文情報も収集・統合して予警報モデルの構築と予警報の実施を行っている。</li> <li>- CENAD に予警報の情報を伝達する。</li> </ul>

出典：JICA 調査団整理



出典：ヒヤリング調査結果を基に JICA 調査団整理

図 3-1 連邦レベルでの観測体制の概略図

(2) 気象・水文等の観測

「ブ」国全土において、既存と計画の気象・水文観測所数を表 3-2 に、気象レーダーを表 3-3 に示す。以下に、各機関の観測体制やデータ収集・管理等について説明する。

表 3-2 既存と計画の気象・水文観測所数の一覧表

所管機関	既存の気象・水文観測所	計画の気象・水文観測所
ANA	1) 450 カ所自動雨量観測所 2) 6,000 カ所水位・流量観測所	1) 200 カ所自動雨量観測所（自動）
INMET	1) 500 カ所自動気象観測所 2) 1000 カ所有人気象観測所	1) 気象レーダーの設置計画無し 2) 雨量計等の設置計画無し
CPTEC/INPE	1) 地上気象観測所等が無い 2) 1,000 カ所有人気象観測所	1) 気象レーダー等の設置計画不明
CEMADEN	1) 2,000 カ所自動雨量計 2) 1,500 カ所手動雨量計 3) 500 カ所河川水位計 4) 500 カ所土壌水分計	1) 9 基 S-バンド気象レーダー 2) 2,100 カ所自動雨量計 3) 100 カ所地上気象観測所 4) 286 カ所地下水位計 5) 286 カ所地滑り伸縮計
その他の機関 <sup>1)</sup>	1) 27 基気象レーダー	

出典：ヒヤリング調査結果を基に JICA 調査団整理。注 1)：CEMDEN 以外の機関について表 3-3 を参照。

表 3-3 気象レーダー一覧表

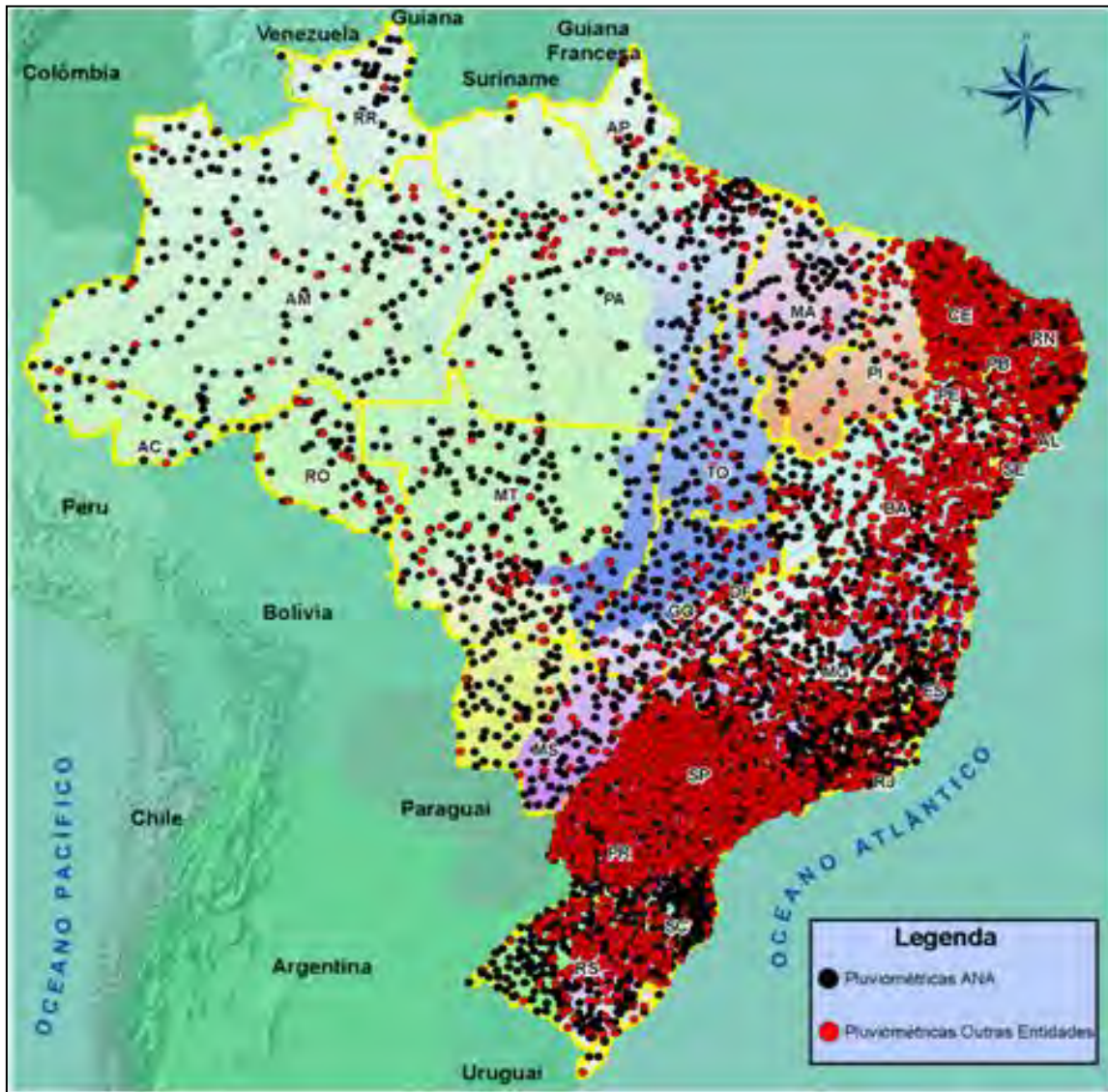
所管機関・組織	設置所在州	設置所在市	数	タイプ
CEMADEN (9基)	サンパウロ	カショエイラ・パウリスタ	1	S-バンド
		カタンズーバス	1	S-バンド
	ペルナンブコ	ペトロリーナ	1	S-バンド
	ミナスジェライス	トレス・マリア	1	S-バンド
		ゴベルナドルバラダーレス	1	S-バンド
	バイヤ	サルバドール	1	S-バンド
	エスピリット・サント	ヴィトリア	1	S-バンド
	アラゴアス	マセイオ	1	S-バンド
	リオグランデドスール	ナタウ	1	S-バンド
CEMIG (1基)	ミナスジェライス	マテウス・レメ	1	C-バンド
CTH (DAEE) (1基) 水資源技術研究所	サンパウロ	サレゾポリス	1	S-バンド
DECEA (8基) 国防省空域管制局	マット・グロッソ	シャパーダ・ギマランエス	1	不明 <sup>1)</sup>
	南マット・グロッソ	ジャラグアリ	1	不明
	リオグランデドスール	カンガス	1	不明
		サンチアゴ	1	不明
	サンタカタリーナ	ウルビシ	1	不明
	リオデジャネイロ	ペトロポリス	1	C-バンド
	サンパウロ	サンロッケ	1	S-バンド
ブラジリア	ガマ	1	不明	
FUNCEME (2基) セアラ州気象水資源財団	セアラ	フォルタレーザ	1	不明
		キシエラモビン	1	不明
SIMEPAR (1基) パラナ気象システム	パラナ	テイシェイラ・ソアーレス	1	S-バンド
SIVAM (11基) 国防省アマゾン監視システム	アマゾナス	マナウス	1	不明
		ポルト・ヴェーリョ	1	不明
		テフェー	1	不明
		タバチンガ	1	不明
	パラナ	ベレン	1	不明
		サンタレン	1	不明
	ローライマ	ボア・ヴィスタ	1	不明

		クルゼイロ・ド・スール	1	不明
	南マット・グロッソ	サン・ガブリエル	1	不明
	アマパー	マカパー	1	不明
	マラニョン	サン・ルイス	1	不明
UFAL (1 基) アラゴアス連邦大学	アラゴアス	アラゴアス	1	不明
UNESP (2 基) サンパウロ州立大学	サンパウロ	バウルー	1	S-バンド
		プレジデンテ・プルデンテ	1	S-バンド
合計			36	

出典：JICA 調査団整理。注 1)：調査対象エリア外なので確認していなかった。

### 1) ANA

- 観測項目は、主に雨量、水位、流量、水質、堆砂であり、流域単位及びその支川単位で状況を把握できるようになっている。
- 自動雨量観測所は全国で約 450 箇所あり（図 3-2）、今年から 200 箇所を追加する予定である。
- 水位流量観測は合計 6,000 箇所程度で、そのうち 400 箇所が自動観測である。手動観測では、毎日 7:00 am 及び 5:00 pm の 2 回測定しており、観測データは月に 1 回郵送により ANA に送信している。
- 河川流量は、水位～流量曲線から算出している。また、確率規模の流量についても算定している。
- 洪水の予警報発令に関与しており、河川の洪水氾濫区域図を作成している。今年中に 23 州において Flood Vulnerability Atlas を作成する予定。
- モニタリングルームを持っており 24 時間体制で稼働している。モニタリングレポートを毎日作成している。
- 収集した雨量、水位データは ANA でその信頼性を分析して WEB で一般に公開している。



出典：ANA のプレゼンテーション資料（●=ANA 所管、●=ANA 以外の機関所管）

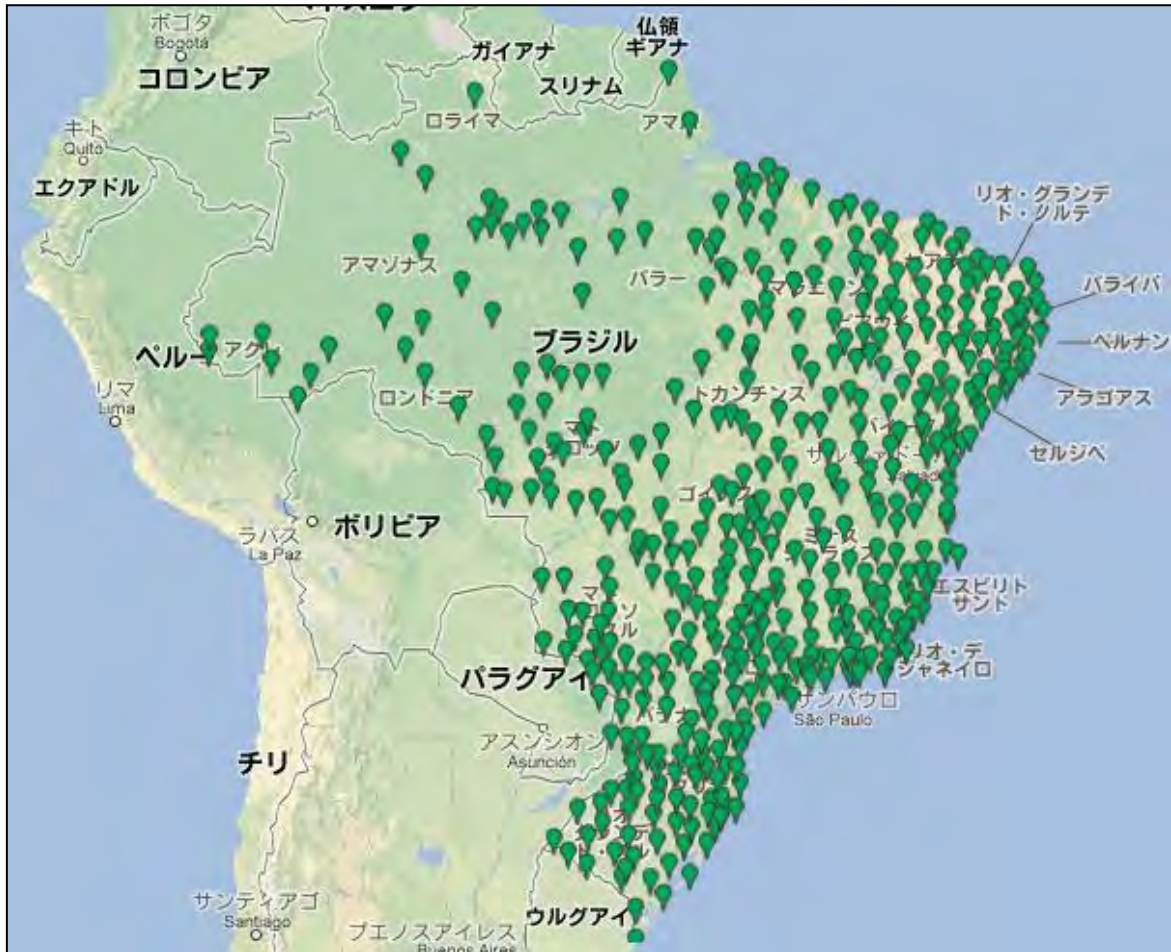
図 3-2 ブラジル国内での自動雨量観測所の分布図

## 2) INMET

- 観測項目は、大気圧、温度、相対湿度、降水量、日射、風速、風向等であり、当機関は約 500 カ所の自動気象観測所（図 3-3）と 1000 カ所以上の有人気象（主に雨量計）観測所を保有している。15 基のラジオゾンデを有している。
- 気象レーダーを持っていないが、他機関の気象レーダーの情報を利用している。
- 静止衛星（GOES13）と極軌道衛星（NOAA18、FENG YUN19、METOP20、MSG17）からの衛星画像を利用している。



- 観測情報は1時間間隔及び15分間隔で衛星回線または携帯電話網を通じて INMET 本部に送信している。
- コントロールセンターを有しており、24時間体制で各気象観測所の状況をモニタリングしている。



出典：JICA 調査団整理(<http://www.inmet.gov.br/>)

図 3-3 INMET 所管の自動気象観測所の分布図

- 気象観測結果を気象情報データベースに格納し、連携組織と共有する。CEMADEN と CENAD には FTP 経由でデータ取得できるようにしている。また、INMET 内では、Communication Room を設置しており、インターネットにより気象情報を24時間提供している。
- ブラジル国内外の関連組織（INPE/CPTEC、ブラジル防衛省、環境省 ANA、WMO 等）や大学と連携している。

### 3) CPTEC/INPEC

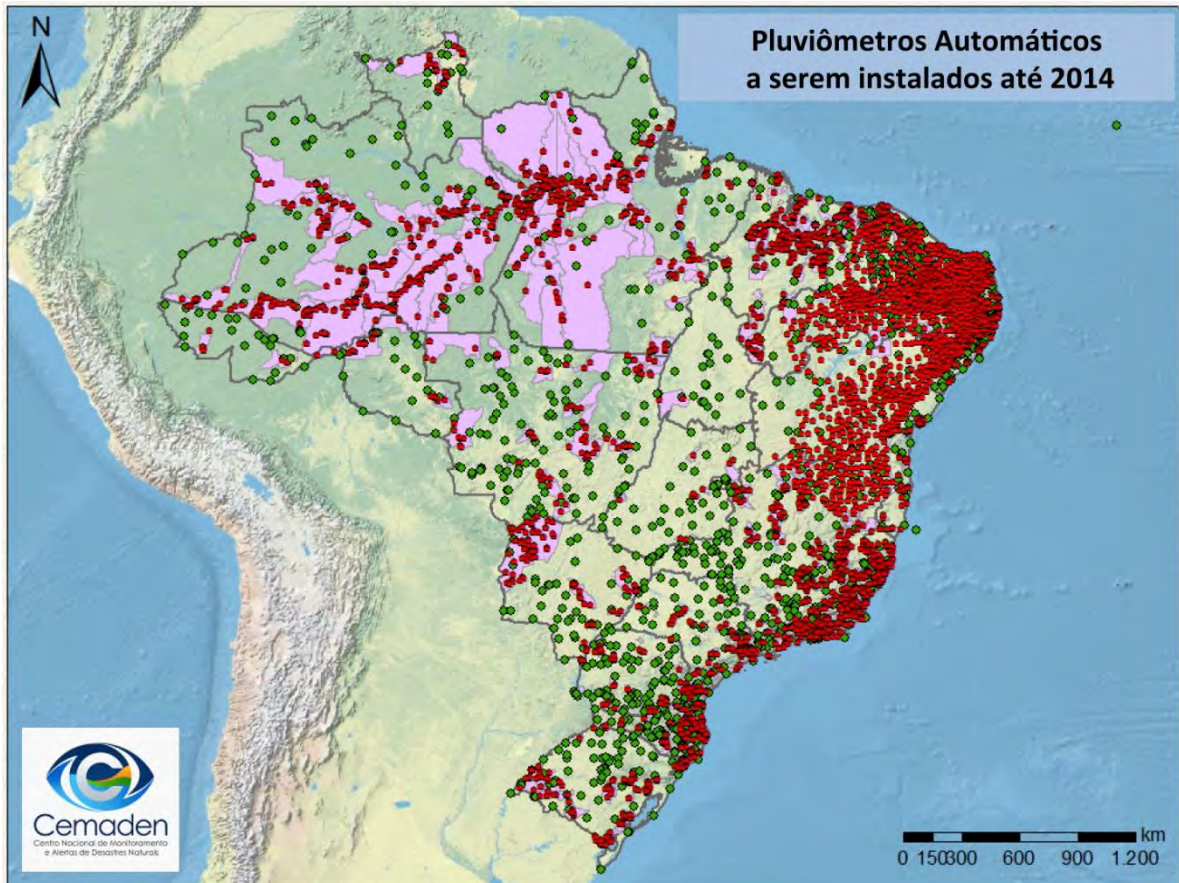
CPTEC/INPE は、主にブラジル全土において気象予報及び気候変動の研究を行っている。また、気象予報業務において気象観測設備を持っておらず主に以下の関連機関から気象情報を入手する。

- INMET の気象観測所及びラジオゾンデ情報
- ANA の自動雨量計データ
- 国防省空域規制局が運用管理する気象レーダーのデータ
- 衛星画像（静止衛星/GOES 等、及び 極軌道衛星/NOAA 等）
- その他の組織が運用管理する気象情報

### 4) CEMADEN

CEMADEN の業務は 2011 年 12 月に開始し、ブラジル全土において土砂・洪水等の自然災害を対象に早期予警報システムの開発・運用及びこれらの災害のモニタリング・警報を担当する。現時点で、CEMADEN は、821 市のうち、340 以上の市と協定を結んでおりそれらの市に分布している土砂・洪水災害を監視・警報している。

- 土砂・洪水等の自然災害をモニタリングするため、2014 までに主に 4,100 カ所の自動雨量計（図 3-4）と 9 基 S-バンド気象レーダー（図 3-5）からなる気象観測網を整備する予定である。
- 上記の気象観測網の他、全国規模における関連気象機関の気象観測情報を収集し統合して危険降雨を分析・予測するとともに災害の警戒防災情報を CENAD に発信する。
- 自然災害の監視は、4 交代の 24 時間体制で CEMADEN 内に設置したオペレーションセンターで行われている。監視体制はシステム分析、気象、水文、地質、自然災害分野などの専門家からなっている。
- CEMADEN の観測設備は、基本的に関係機関との協定に基づき、関係機関により運用・維持管理が行われ、気象情報は 15 分置きに記録され CEMADEN に送信されることとなっている。
- CEMADEN の気象情報は関係機関と共用している。

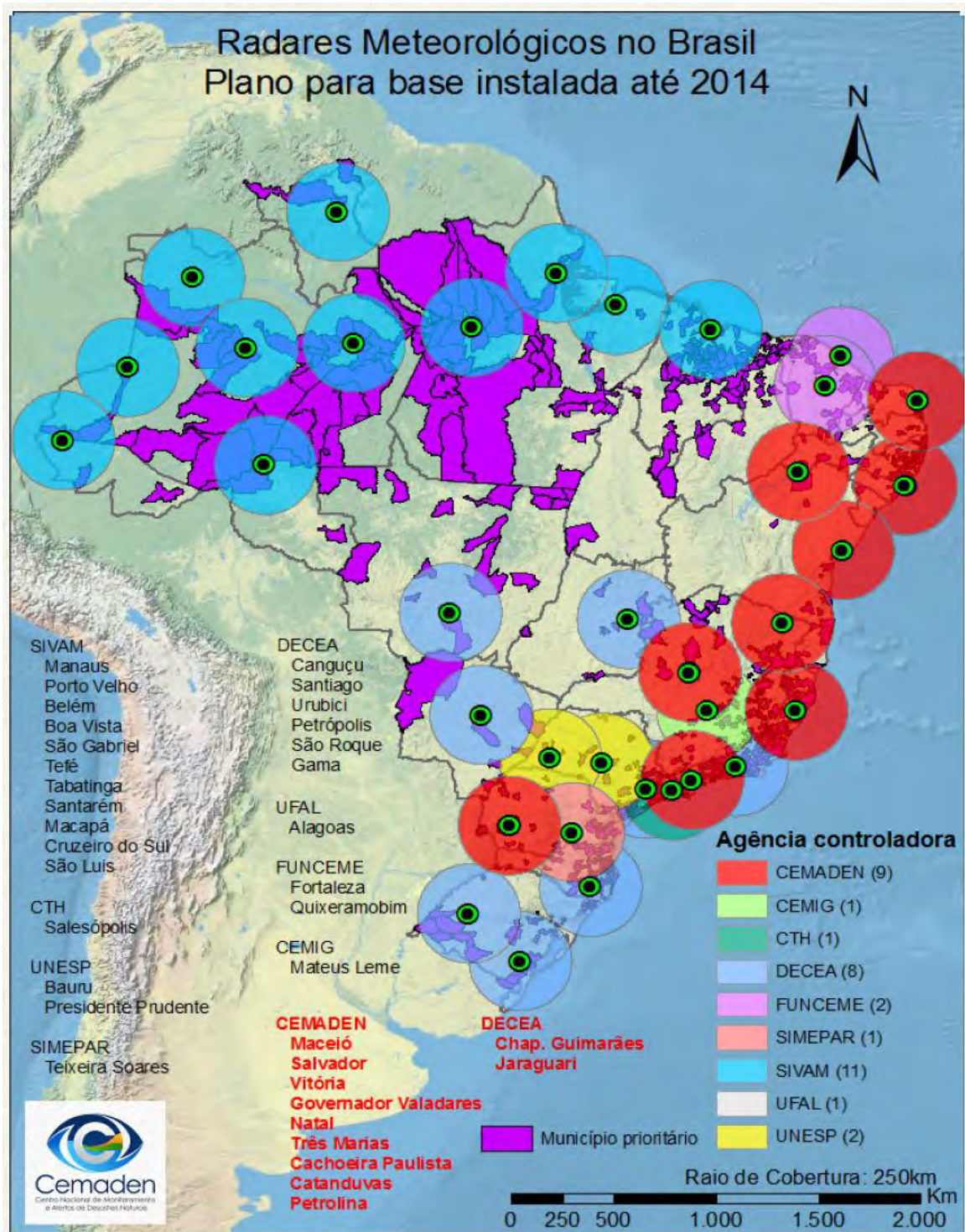


出典：JICA 調査団整理 (<http://www.pac.gov.br/noticia/c1619715>)

(●=CEMADEN 所管で 2014 までに設置予定、●=CEMADEN 所管以外の既存雨量計)

図 3-4 自動雨量観測所の分布図





出典：JICA 調査団整理(<http://www.pac.gov.br/noticia/c1619715>)、図中の略語について表 3-3 を参照

図 3-5 既存と計画の気象レーダーの位置図

### 3.1.2 予測システム

#### (1) 気象分野

全国規模の数値予報は、INMET と CPTEC/INPE よりそれぞれ実施されている。INMET は、独自で計算システムを構築し、以下のモデルを基に数値予報を行っている。

- MBAR (Modelo Brasileiro de Alta Resolucao) : 本モデルは DWD (Deutscher Wetterdienst) 開発の HRM (High Resolution Model)モデルを改造したものである。
- COSMO (Consortium for Small-scale Modeling) : 本モデルは COSMO 組織が開発したモデルをそのまま利用。

上記モデルを利用して実施した数値予報は次のとおりである。

- 南米全域では、MBAR を用いた水平解像度 10km の、2 日及び 5 日予報を出している。
- ブラジル全域では、COSMO を用いた水平解像度 7km の、2 日及び 3 日予報を出している。
- ブラジル南地方及び南東地方では、COSMO を用いた水平解像度 2.8km の 24 時間予報を出している。

また、CPTEC/INPE は、現在 Cray/XT-6 スパコンを用いて BRAMS (Brazilian Regional Atmospheric Modeling System) と ETA (米国 NOAA が開発して CPTEC/INPE が改良したもの) の地域モデルより以下の数値予報を行っている。

- 全国では、ETA を用いて水平解像度 15km で、7 日予報を出している。
- ブラジル北東地域では、ETA を用いて水平解像度 10km で、3 日予報を出している。
- ブラジル南東地域では、ETA を用いて水平解像度 5km で、3 日予報を出している。
- 全国では、BRAMS を用いて水平解像度 25km で、3 日予報を出している。
- 全国では、BRAMS を用いて水平解像度 20km で、7 日予報を出している。

CEMADEN は、現時点で土砂災害・洪水災害のための数値解析・予報を行っておらず、基本的に INPE/CPTEC より提供されているブラジル全国の数値予報を確認している。

また、各州は州気象観測機関を有しており (表 3-4) 、これらの機関は、いずれも連邦機関

の CPTEC/INPE、INMET 或いは ANA と連携して州内の天気予報を行っている。予報精度については、INMET 或いは CPTEC/INPE と同じである。

表 3-4 各州の気象観測担当機関一覧表

州名	気象観測担当機関	略称
サンパウロ	州水電力局	DAEE
リオデジャネイロ	州環境気象局	INEA
ミナスジェライス	州環境局 (IGAM) 傘下の気象観測部	SIMGIE
サンタカタリーナ	州公社 (EPAGRI 傘下の気象研究機関)	CIRAM
パラナ	州立気象観測機関	SIMEPAR
ペルナンブーコ	州水資源エネルギー庁傘下の気象観測局	APAC

出典：JICA 調査団整理

## (2) 洪水予測システム

洪水監視は流域単位でシステム整備が行われており、以下に示す流域で洪水予測が行われている。

表 3-5 洪水予測システム一覧

	対象流域・領域	システム名	運用機関	備考
1	連邦河川		ANA	
2	サンパウロ州 Tiete 川流域	Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP)	FCTH (Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica)	
3	リオデジャネイロ州	Sistema de Alerta de Cheias	INEA	
4	ミナスジェライス州 Doice 川流域		CPRM	Doice 川流域を IGAM と共同運用
5	ミナスジェライス州 Sapcai 川流域, Doice 川流域		IGAM/SIMAR	Doice 川流域を CPRM と共同運用

出典：JICA 調査団整理

予測方法は、上流の流況をもとに洪水位の予測を行う方法が主流となっている。洪水予測に流出解析の結果は用いられていない。降雨計の観測地点が疎らで十分なデータが得られないことが原因と考えられる。気象レーダの画像から得られる降雨量分布も、予測には利用されていない。警報は、水位予測と降雨量の警戒基準値を参照しながら出している。

警報は、州防災局や関連市町村の防災局に対して SMS や電話により伝達される一方、一般の登録者に対して SMS, email, Facebook, Twitter を通じた配信も行われている。ただし、一般への警報はオペレータが手動で内容を転載している場合が多く、速報性は薄い。Doice 川流域では、サイレンシステムなどと連動して直接警報を流すシステムも用いられている。

浸水域の評価は、過去の浸水実績の調査をもとに行っているケースが多いが、雨量・水位データを元に、下流域での水位を計算して浸水区域の評価を行う手法も活用されている。

SAISP (サンパウロ州の洪水警報システム)は、FCTH(水文技術センター)により運用されている。SAISP は、DAEE のもつ観測機材網と気象レーダのデータを参照情報として、予測に用いている。これらの機材は、DAEE と FAPESP(Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo)の資金をもとに導入された。SAISP の主な成果は、以下のとおりである。

- Ponte Nova にある気象レーダーより得られる降雨分布
- サンパウロ州内の洪水予測結果



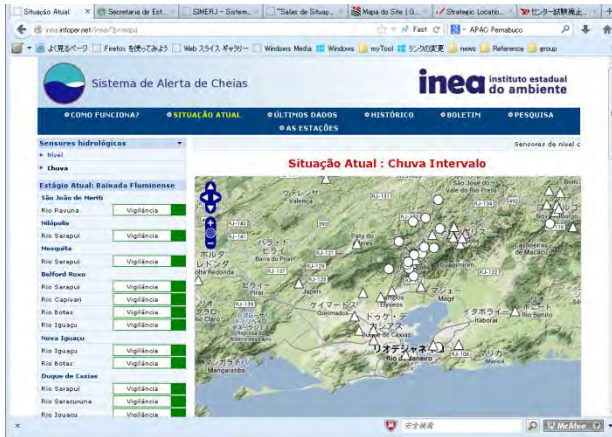
出典：JICA 調査団整理

<http://www.saisp.br/estaticos/sitenovo/home.xml>

図 3-6 サンパウロ州洪水警報システム

リオデジャネイロ州の洪水警報システムは、INEA によって運用管理されている。Sistema de Alerta de Cheias は、人的被害や経済的被害を引き起こす豪雨や洪水の可能性を地域住民や担当機関へ迅速に知らせる目的で、INEA が開発した。



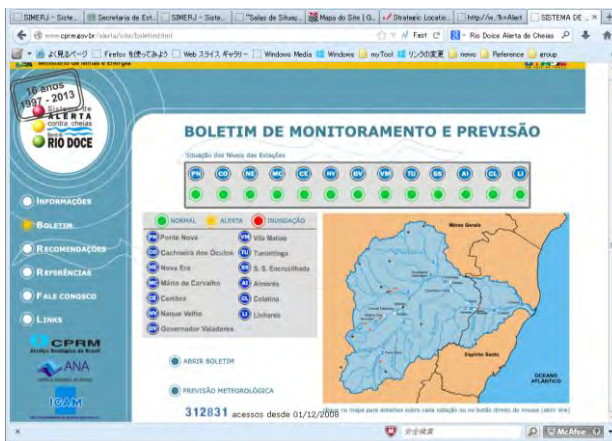


出典：JICA 調査団整理

<http://inea.infoper.net/>

図 3-7 リオデジャネイロ州洪水警報システム

Doice 川洪水警報システムは、ミナスジェライス州 SIMGE と CPRM（地質調査公社）が共同で運営している。このシステムは、1997 から運用されており、ANA, IGAM の協力のもと、洪水の予測を行い、州消防当局、軍警察、16 市町村を配信している。

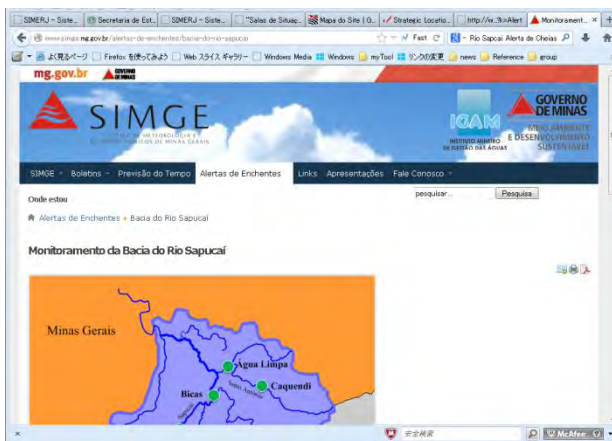


出典：JICA 調査団整理

<http://www.cprm.gov.br/alerta/site/boletim.html>

図 3-8 Doice 川洪水警報システム

Sapucaí 川の洪水警報システムは、ミナスジェライス州 SIMGE が単独で運営している。



出典：JICA 調査団整理

<http://www.simge.mg.gov.br/alertas-de-enchentes/bacia-do-rio-sapucaí>

図 3-9 Sapucaí 川洪水警報システム



### (3) 土砂災害予測システム

CEMADEN は、地質（リスクマップ）、地形（GIS）、予測した気象情報などを基に、動的な土砂災害シミュレーション用のモデルを開発する予定である。

一方、州レベルでは、サンパウロ州立地質研究所（IG）は、州内の地滑り地に四つの土壌水分センサを埋設し、降雨による土壌中の水分量（飽和程度）を測定して、タンクモデルを用いて土壌雨量指数による土砂災害発生の予測モデルを研究している。更に近いうちに40個の土壌水分センサを増設し、予測モデルの構築を継続していく計画である。土壌雨量指数は、降った雨が土壌中に水分量としていくらか貯まっているかについて、解析雨量を基にタンクモデル手法を用いて指数化したものである。地表面を5kmのメッシュに分けてそれぞれのメッシュで計算する。また、警戒監視のための最大土壌雨量指数は、5キロメッシュそれぞれで異なっており、計算ではなく過去の実績雨量と土砂災害履歴の関係等、いろいろな要素を勘案し、メッシュ毎に設定しているものである。サンパウロ州においては、雨量と土砂災害発生履歴の相関関係のデータは殆ど蓄積されていないため、実務レベルでの応用はまた時間がかかる状態である。

また、サンパウロ州以外の州では、土砂災害の予測モデルを開発しておらず、降雨と土砂災害発生履歴の相関関係を整理し、危険雨量を決定して警戒避難を行っているのが一般的である。

### (4) ダム統合運用システム

SPAT（Sistema Produtor Alto Tietê）は、サンパウロ州内を流れるチエテ川流域にある5つのため池、ダムを水路とトンネルで連結し、水資源の多目的利用を行うためのシステムである。このシステムは、治水、給水、灌漑、下水やレジャーの用途で運用できるよう設計されている。

**表 3-6 ダム統合運用システム一覧**

	システム名	流域	運用機関	備考
1	SPAT (Sistema Produtor Alto Tietê)	チエテ川	SABESP	4 ため池と 1 ダム(Ponte Nova 貯水池, Paraitinga 貯水池, Biritiba 貯水池, Jundiaí 貯水池, Taiapuêba ダム)

出典：JICA 調査団整理



図 3-10 TIETE 川流域ダム統合運用管理システム

出典：JICA 調査団整理

[http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=853:barragens-e-sistema-produtor-alto-tiete&catid=36:programas](http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=853:barragens-e-sistema-produtor-alto-tiete&catid=36:programas)

### 3.1.3 災害管理システム

#### (1) 概要

「ブ」国政府機関で運用されている災害管理システムを以下の表に示す。

表 3-7 災害管理システム

	システム名	運用機関	主な機能
1	S2ID	CENAD	連邦が対応する災害認定
2	SIDEC	サンパウロ州・防災局	サンパウロ州が対応する災害認定及びリスク評価
3	SISDC	パラナ州・防災局	警報の伝達、パラナ州で発生する災害状況の把握

出典：JICA 調査団整理

災害管理システムは、主に以下の3つの機能で構成されている。

- 地理情報システム機能：主に災害箇所の表示といったユーザインターフェイス
- 予測機能：現状は、気象・水文監視機関から提供される情報を表示
- 統合管理機能：災害時の対応管理や被災状況の登録、データベース化

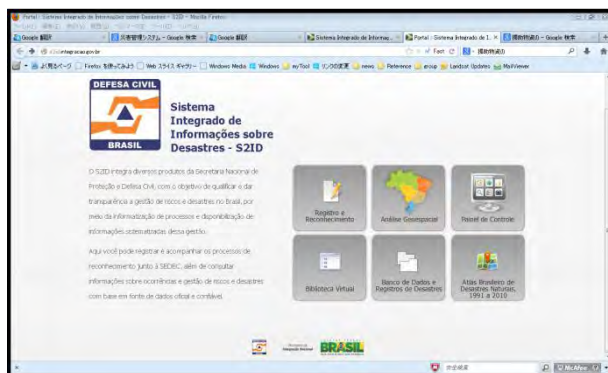
災害管理システムは、災害状況の把握を行うとともに、運用機関が実施する災害関連事務・対応を支援する目的で運用されている。現在、各機関とも独自の使用目的に沿って開発されており、それぞれ独立したアプリケーションとして併存している。

## (2) S2ID (CENAD)

S2ID (Sistema Integrado de Informações sobre Desastres)は、CENAD (:National Center for Disaster and Risk Management )において運用されている。S2ID は、災害時に連邦政府機関が供給する援助物資や人的資源の配置を円滑化する事を目的としたシステムである。このシステムにより、リスクマネジメントと災害の対応に対しての透明性確保を目指している。S2ID は、大きく3つのモジュールにより構成されている。

1. 災害登録と被災認定
2. 援助要請と救援物資の配給
3. 災害対応の監理と説明責任

2013年1月1日より最初の災害登録と被災認定のモジュールのみ運用が始まっている。連邦が出動する必要がある激甚な災害について被災地となった市町村は、このシステムを用いて登録申請を行い、連邦政府の認定を得ている。登録された災害データのデータベースはWebで公開されており、一般のアクセスが可能になっている。残りの2つのモジュールは、開発中である。



参考情報：

S2ID のポータル画面

<http://s2id.integracao.gov.br/>

図 3-11 S2ID ポータル画面

## (3) SIDEC (サンパウロ州防災局)

SIDEC (Sistema Integrado de Defesa Civil)は、サンパウロ州防災局が独自に開発・運用を行っている災害管理システムである。SIDEC は、災害発生の可能性がある地域の危険度の評価や構造物対策などの施策を実施する際の基礎データベースとして活用されている。このデ

データベースには、随時追加される災害データ以外にも、これまでサンパウロ州で発生した災害の履歴、地質・水文などのデータが格納されている。

SIDEC には、市町村防災局又は州防災局によって、災害被災地域と災害の可能性のある地域、双方が入力される。これらの情報は、COBRADE (Classificação e Codificação Brasileira de Desastres: ブラジル災害コード体系)にもとづき分類される。IG (Instituto Geológico), DAEE (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)等州関係機関の専門家は、この情報を危険度の評価の基礎情報として活用している。州防災局は、SIDEC を緊急対応時の参照情報として活用する一方、州が行う市町村の構造物対策事業等への補助金交付の際などに、判断材料としても活用されている。

現在、州防災局はロードマップなどの開発目標を設けていない。開発予定機能としては、他の災害予測システムとの連携機能、PDCA サイクルがより容易に適用できるよう州防災局の活動全般（作戦計画、実行）の管理機能の実装を行う予定である。また、S2ID を介した連邦政府機関への支援要請機能の統合化についても検討している。

#### (4) SISDC (パラナ州防災局)

SISDC (Sistema de Defesa Civil) は、パラナ州防災局が独自に開発・運用を行っている災害管理システムである。SISDC は、現場担当者に対する情報提供や被害状況の共有などに用いられている。

現場担当者には SISDEC を通じ、気象情報などにもとづく警報等が伝達される。また、市町村防災局の担当者によって、災害の大小を問わず、州内で発生した災害についてその被害の詳細、影響、被災した市町村の活用可能な資源等がデータベース化される。このデータは、州防災局が緊急対応時に基本情報として活用している。

また、州の災害対応を行っている諸機関がそれぞれに整備しているデータベースと併せて警戒基準等の検討にも用いられている。



参考情報：  
 SISDEC のポータル画面  
<http://www4.pr.gov.br/sdc/login/index.jsp?id=1>

図 3-12 SISDEC ポータル画面

### 3.1.4 その他

#### (1) 危機管理センター

「ブ」国の各州では、リオデジャネイロ市で開発・導入された Intelligent Operations Center (IBM 社製)に代表されるオペレーションセンター運用システムの導入機運が高まっている。このシステムは、データ収集—予測・分析—意思決定—アクションの各プロセス間の連携を円滑にし、一連のプロセスが運用サイクルとして廻る仕組みを提供している。リオデジャネイロ市では、災害対応及び日常の交通管制サービスの監視・管理に適用している。

リオデジャネイロ市の危機管理センターは、それまでバラバラであった 30 公共部門を統合して創設された。危機管理センターには、市の様々な部局から寄せられる情報を集約し、意思決定・指示を行うオペレーションセンターが設置され、2011 年から運用が行われている。このオペレーションセンターに導入されたシステムは、豪雨などにより発生する交通渋滞などの障害軽減などに効果を発揮している。



出典：JICA 調査団整理・日本 IBM・地球環境関西フォーラムプレゼンテーション資料より

図 3-13 RJ 市オペレーションセンター



豪雨発生時には、次のようなシステムが連携し、緊急避難計画・誘導に役立てられている。

- 気象シミュレーション
- 洪水・災害シミュレーション
- 交通シミュレーション
- What-if 分析

気象シミュレーションでは、1Km メッシュで、12 時間毎に 48 時間後の気象状況について予測計算を行い、局地的豪雨の発生予測を行う。これにより、オペレーションセンターでは、48 時間の猶予を持って豪雨による被害対策の準備が可能となっている。

洪水・災害シミュレーションは、前述の気象シミュレーション結果を入力として、洪水による浸水域の検討を行っている。この結果は更に、交通シミュレーションへ入力され、渋滞発生箇所や渋滞規模の予測に用いられる。緊急避難計画・誘導には What-if 分析を活用し、どこに規制を設定すれば避難がスムーズに行えるか、最適化の検討が行われる。

## (2) 衛星データの活用

日本は、国際貢献の一環として自国の地球観測衛星を活用し、災害が発生した場合指定機関の要請に基づき、緊急観測により取得したデータを関係機関に配布してきた<sup>1</sup>。2011 年 3 月に運用を停止した ALOS には 3 種類のセンサーが搭載されていて、東日本大震災以前に日本が各国に対して提供した光学衛星画像や SAR (Synthetic Aperture Radar: 合成開口レーダー) 衛星画像、被災以前の状況を記録する衛星画像ライブラリなど数多くの情報を取得し、世界各地の災害対応の情報収集に貢献した。

ブラジル国内の機関も、日本から提供される ALOS により得られた観測結果を様々な分析に活用してきたが、ALOS 運用の停止を受け、代替の衛星画像ソースを獲得の必要性を生じるなどの運用や開発の連続性に支障をきたしている。

今後とも「ブ」国に対して、日本は地球観測衛星の情報提供などを引き続き行う方針でいると考えられるが、「ブ」国が他国に衛星画像ソースを依存する限り様々な要因で運用が中断する可能性は否めない。このため、「ブ」国が自律的な衛星画像の活用を推し進める為には独自の地球観測衛星の調達及び運用は、避けて通れない課題である。

---

<sup>1</sup> 国際災害チャーター : <http://www.satnavi.jaxa.jp/expectation/antidisaster/index.html>

### 3.1.5 今後の計画

「ブ」国における防災システムインフラの整備は、今後も引き続き拡充されて行くものと考えられる。その際の重点は、引き続き広大な国土をカバーする観測網の整備となると予想される。特に連邦レベルで進められる気象レーダなどの観測網は、気象予測にも用いられる。このため、観測範囲の拡大に対する要求が観測精度の向上に勝る状況が続くと考えられる。

一方で、災害多発地帯である大西洋岸の海岸諸州には多くの観測設備が CEMADEN によって設置された。このため、今後、当該地域の州や関連諸機関の重点が観測結果を如何に活用して行くか（より高度な予測システムの開発・整備等）へ向かうものと考えられる。

また、一部の市町村には自ら観測情報をもとに警戒基準を設定し、避難対応等の判断を主体的に行うため、防災システムインフラを整備する意向がある。連邦、州政府機関は、これらの動向を後押ししたいと考えており、行政機関間の役割分担を含め運用形態を模索している状況である。

#### (1) 観測システム

「ブ」国における防災を目的とした観測システムの拡充は、引き続き進められるものと考えられる。連邦レベルでは、CEMADEN が主導するかたちで防災関連の観測網の整備を、各州では、気象観測機関が中心になって観測システムの拡充が図られると考えられる。

2013 年 6 月時点で観測機器の導入計画を明らかにしている政府機関を以下に示す。

**表 3-8 観測機材導入計画**

No	機関名	機材	備考
1	CEMADEN		今現在対象としていない市町村で、重篤な災害の発生した箇所
2	DAEE (サンパウロ州)	気象レーダー3 基	海岸山脈低地側をカバーする
3	SIMEPAR (パラナ州)	気象レーダー2 基 気象・水文観測所 22 箇所	海岸山脈低地側をカバーする
4	SIMGIE (ミナスジェライス州)	気象レーダー1 基	州西部レーダー空白地域をカバーする
5	Ciram/Epagri(サンタカタリーナ州)	気象自動観測所 124 箇所	
6	APAC (ペルナンブーコ州)	気象レーダー1 基	

出典：JICA 調査団整理

CEMADEN は、現在監視を行っている 820 市町村以外で重篤な災害が発生した場合、必要に応じて監視対象に加える方針である。このため、今後とも観測網の拡大整備が続けられると考えられる。

本調査の調査対象地域となった 6 州でもそれぞれ状況は異なるものの、気象レーダーを中心とした気象観測機材の導入に前向きである。特に、大都市や複雑な地形により既設のレーダーでの観測が難しい海岸低地地域に大きな人口を抱える諸州は、これらの地域をカバーする目的で新たな気象レーダーの導入が検討されている。

また、パラナ州、サンタカタリーナ州では近年進んだ企業進出や気候変動により、渇水や洪水の被害が徐々に深刻化しつつある。このため、水資源量の把握と適正な利用を行う為、面的な水文・気象観測網の整備が ANA の協力のもと進められている。

## (2) 予測システム

「ブ」国の災害予測システムで今後導入が予測されるのは、土砂災害分野と洪水対策分野である。土砂災害分野では、土壌水分計や傾斜計などの計測機器が導入され、この観測結果を予測や警戒基準へ反映する研究がブラジル国内で進められている。このため、これらの計測機器類の有効性が確認できれば、土砂災害の多発する地域に対する計測機器の導入とこれを用いた予測システムの整備が進められると考えられる。

また、現在パラナ州やサンタカタリーナ州では、治水、利水目的でダムの開発が進められている。これらの州ではダムの統合運用が行われておらず、各ダムからの放流が重なった際、下流域での洪水被害への懸念が高まっている。このため、流域全体でダムの運用を集中的に管理するために、流況の予測やダムの運用予測管理を行うシステムの導入が検討されている。

**表 3-9 導入予測システム**

	システム	対象地域	備考
1	土砂災害予測システム	サンパウロ州、リオデジャネイロ州	
2	ダム統合管理システム	サンタカタリーナ州、パラナ州、ミナスジェライス州	ミナスジェライス州既存ダムを対象

出典：JICA 調査団整理

## (3) 災害管理システム

災害管理システムは、開発を行っているそれぞれの機関が独自のシステム構築を指向している。特に、サンパウロ州とパラナ州では、州防災局が独自に開発要員を抱え、それぞれ

の利用に最適化したシステムの構築を目指している。災害管理システムは、システムを利用する市町村側の災害対応能力を補強するという意味で、非常に重要視されていると考えられる。一方で、実装している機能や開発予定の機能の類似性は高く、ユーザインターフェイスや各州の災害対応の手続き上の違いなどが反映されているものと考えられる。

**表 3-10 各システムの開発予定機能**

	システム	運用主体	開発予定機能
1	S2ID	CENAD	- 援助要請と救援物資の配給 - 災害対応の監理と説明責任
2	SIDEC	サンパウロ州防災局	- 災害予測システムとの連携機能 - 活動全般（作戦計画、実行）の管理機能 - S2ID との統合
3	SISDC	パラナ州防災局	- 州内防災担当機関のもつ DB との統合

出典：JICA 調査団整理

#### (4) その他

「ブ」国の各州では、危機管理センター建設の機運が高まっている。この危機管理センターには、オペレーションセンターを設け、災害時にデータ収集－予測・分析－意思決定－アクションが円滑実施されるよう、一連の災害対応を管理するシステムの導入が併せて計画されている。

現状では、導入意向のある各州が重点対象とする災害が異なるため、導入に際しての仕様の検討等が進められている状況である。以下に 2013 年 5 月時点で導入意向のある州を示す。

**表 3-11 オペレーションセンター導入計画一覧**

No	州	想定される対象災害	備考
1	リオデジャネイロ州	洪水、土砂災害	現在建設中 12 月末完成予定
2	パラナ州	洪水、土砂災害	世銀の資金を使って建設予定
3	ミナスジェライス州	洪水、土砂災害、交通事故、環境汚染	ベロオリゾンテ市に建設中
4	サンタカタリーナ州	洪水、土砂災害	州内 295 市町村に防災キットを配布し州全体を接続意向
5	ペルナンブーコ州		

出典：JICA 調査団整理

## 3.2 総合防災システムの課題・改善点

### 3.2.1 災害情報ネットワーク

#### (1) 情報ネットワーク網

「ブ」国では、災害時の情報共有に、携帯電話会社等の提供する公衆回線網が一般的に活用されている。また、法制度上、災害時の通信網を確保する目的で、州や自治体への無線通信網の構築が義務付けられていない。このため、防災用途の公衆回線網を代替する予備の無線通信網が存在しない。公衆回線が使えない現場では、次のようなネットワークをその都度構築して、情報伝達の用に供している。

- 無線中継車などを介した移動系通信網
- アマチュア無線愛好家を組織した、無線通信網

携帯電話会社が提供する公衆回線網にのみ依存したネットワークは、以下の要因から災害発生時に情報不達や即応性に欠くリスクを抱えている。

- 公衆回線網の直接の被災
- 人口の疎らな地域でのサービス未提供
- 災害発生時の輻輳などのネットワーク障害

このような状況に対して、日本では公衆回線網に対する予備的な通信手段として以下のような無線通信網を国、県、市町村のレベルで整備し、情報不達のリスクに備えている。また、これらのインフラを活用する事で、迅速な災害対応が可能になっている。

- 移動系（被災地で対応を行う職員などの通信手段）
- 同報系（スピーカ・サイレンを用いた避難情報の提供機材）
- テレメータ系（観測機材から情報収集用）

近年の「ブ」国における災害は、急激な都市化に伴い社会インフラの整備途上の地域で多発する傾向がある。このような地域に対して、民間の公衆回線網の拡充を待たずとも、冗長性のあるネットワーク網の整備を行えば、より迅速で確実な災害対応が実施可能になると考えられる。



## (2) 災害情報システム

「ブ」国では、主要な州や連邦政府機関で災害情報システムの整備が個別に進められている。災害情報システムは、災害対応の情報を蓄積する事で、災害対応に PDCA のサイクルを確立することが主な目的とされている。これらのシステムに蓄積されるデータは、災害分類コードが活用され、共用するための配慮がなされている。しかし、以下の要因から、個別のシステム開発が進展して行く過程で、今後はシステム間の連携や情報の共用が困難になる事が予想される。

- 広範な防災活動に関する標準化されたデータの体系は存在していない
- データ整備における各機関間での役割分担と責任の明確化

また、災害の現場で対応にあたる市町村の防災担当者が災害対応を行う上で抱えている問題を以下に示す。

- 人的資源の絶対量が少なく、災害対応の作業事務に人員が不足気味
- 入れ替わりが激しく、知識や対応能力が備わった人員が配置される可能性が低い

このため、市町村レベルでは災害情報システムへ災害被害などのデータの入力が、多くの場合できておらず、州防災局の担当者の補助や州防災局自身で入力されている。更に、データの不足等から警戒基準の見直しが行えない為、警戒基準の根拠が薄く、納得感のある避難指示が地域住民に出せていない。このまま放置すると、非協力的な住民への対応が増える等、システム導入で期待した災害対応改善のサイクルも廻らなくなる可能性もある。

現況では、災害情報システムを運用する際の連邦政府機関、州政府機関と市町村の役割分担を見直し、連携して市町村の負担を軽減する必要があると考えられる。以下に、連携する際の役割分担の一案を示す。

- 連邦政府機関レベル：防災活動を包含するデータ体系の整備と災害情報システムの構築、警戒基準改良のサイクル構築
- 州政府機関レベル：市町村の災害対応能力の向上を目的とした教育プログラムの実施、システムの運用体制の確立、警戒基準値の改良。
- 市町村レベル：機材を使った避難指示等の省力化、システム運用人員の確保

各州に先駆け、連邦政府機関が防災活動を包含するデータ体系を提案・災害情報システムを実装する事は、全国規模でデータの共用や警戒基準や対応の改良サイクルを構築して行

く為の非常に重要なステップであると考えられる。この役割分担の中では、実際のシステム運用、警戒基準の改良及び市町村のサポートは州政府機関が主に行う。市町村は、州と一体となって災害情報システムの運用にあたり、災害情報システムと省力化機材を活用し、災害対応の実施能力を向上させる。

### 3.2.2 河川管理・洪水対策

#### (1) 河川管理

ブラジル国においては、自然災害としては洪水被害が一番多く発生しており、今後、さらに人口や資産の蓄積が進み、無秩序な都市拡大等の影響により洪水に対するリスクが大きくなり経済的損失も莫大なものとなってくることが予想される。洪水被害を軽減するためには、流域単位での河川情報の収集、河川整備計画の策定、河川管理施設の建設、維持管理などの河川管理が重要となる。

河川管理とは河川や水資源に関する情報の一元管理と関連機関への迅速・的確な情報サービスにより、河川災害の防止や大切な水資源の有効利用に貢献することである。ブラジルでは州を跨いで流れる河川は連邦が管理しており、州内を流れる河川は州が管理している。法的にみても水資源の取り扱いが中央集権とはなっておらず、地方に分権されている。水の管理は地方自治体、もしくは民間がそれぞれの責任において行うというのがブラジルの水資源に関する考え方及び体制である。ブラジルには、連邦の水法、27の州の水法、5,565の自治体の土地利用と法律がそれぞれあり、連邦、州、自治体が上下関係のない独立した体制であることから統合的な水管理が複雑となっている。連邦政府は州や自治体に対して命令権限はなく連邦政府の施策を実施するためには州や自治体と個別に契約を結ぶ必要がある。下図に連邦管理河川と州政府管理河川を示す。

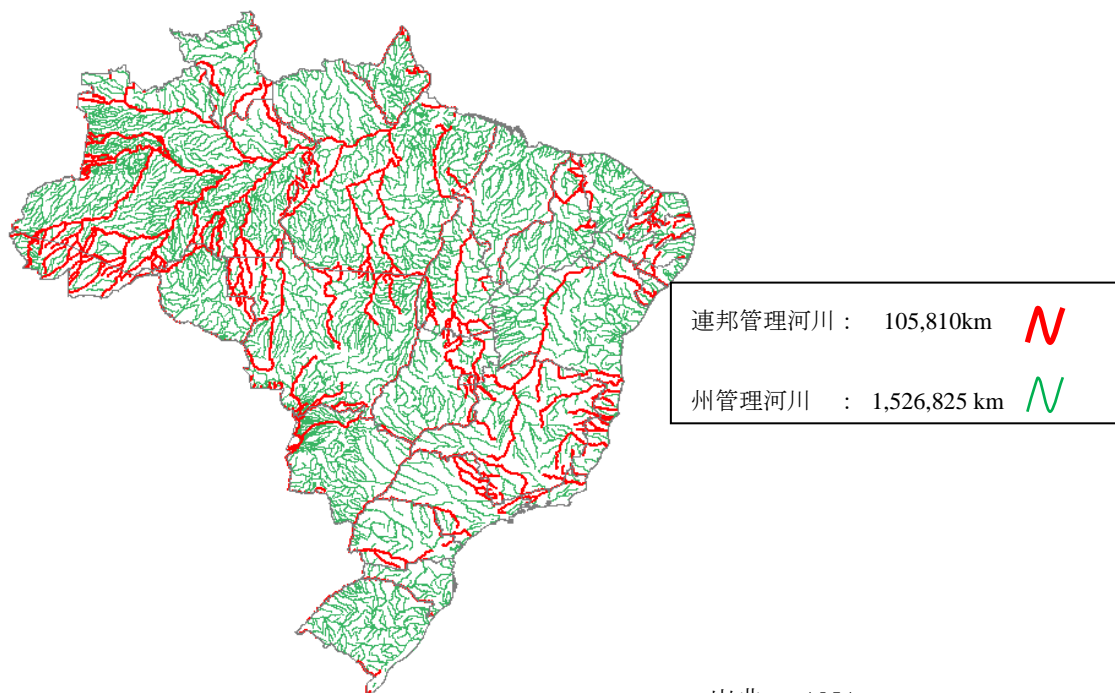


図 3-14 ブラジル国の河川管理区分

洪水による災害を予防するためには、まず河川管理の最も基本となる流域単位で治水計画を策定し、構造物対策や非構造物対策を総合的に実施する必要がある。ブラジル国においては、プロジェクト単位で策定された治水計画はあるが、治水計画策定を担当する部局が無い場合、ほとんどの流域で治水計画は未策定であり、早急に作成する必要がある。河川改修などは自治体が独自に、あるいは州及び連邦政府からの予算的支援を受けて実施しているが、構造物対策は各都市が独自に実施しており、上流下流の都市間の治水に関する連携は無く、流域単位での治水計画に基づいたものとはなっていない。最近、ANA で流域の洪水流量の算定、氾濫解析を実施しているが、洪水予警報のために実施しているものであり治水計画策定に反映されていない状況である。

## (2) ダム管理

ブラジル国においては、治水や利水のためのダムが数多く建設されているが、運用管理システムに課題がある。サンタカタリーナ州のイタジャイ川流域には、大規模な貯水量の治水専用ダムが3基建設されているが、貯水運用はダム管理人がマニュアルで実施しており、統合的な運用が行われていないため、効率的な治水対策となっていない可能性がある。このダムには放流設備にゲートが設置されており、下流の基準点の水位が警戒水位に達するとゲートを閉じて放流をしないことになっている。そのため、大規模洪水時には非常用洪水吐を越流する事態が頻繁に発生しているとのことである。また、放流警報などの施設は整備されていない。そのため、サンタカタリーナ州ではダム管理も防災機関の防災局が担うことになり、一元的に管理する計画がある。

2010年に大洪水に発生したペルナブーコ州においては、治水対策のため今後5箇所のダムを建設する予定であり、1箇所は本川で4箇所は支川に建設する計画となっている。本川のダムはすでに建設中である。そのため、イタジャイ川流域と同様に複数ダムを統合管理するダム管理システムの導入が必要である。

また、ミナスジェiras州においては、ダムが700箇所以上建設されているが、近年ダムの崩壊による被害が相次いでいる。そのため、ダムの安全点検を行うとともに、水位やダム堤体内の間隙水圧をモニタリングするシステムが必要である。

サンパウロにおいても、ダムや調節池などが多く設置されており、それらの維持管理や統合運用管理システムが必要である。

## (3) 河川情報システム

洪水被害を軽減するための河川情報システムの整備は急ピッチで進められている。河川情報システムとは雨量、水位水などの水理・水文観測データを伝送、収集、解析、表示する

システムであり、連邦政府及び各州に創設された担当機関が設置を進めている。連邦政府の河川情報システムを担当する組織は ANA(水資源管理庁)である。今回訪問した州には連邦政府の ANA と同じような役割を持つ組織が設立されており、サンパウロ州は DAEE、リオデジャネイロ州では INEA、パラナ州では AguaPARANA、サンタカタリーナ州では EPAGRI、ペルナンブーコ州では APAC、ミナスジェライス州では CPRM/CIMG が担当している。

役割はどの州の組織もほとんど同じであり、雨量・水位計を設置し、データの収集、解析雨量・水位の状況のモニタリング、解析し防災を担当する機関に水理的な警戒情報を提供している。雨量、水位情報は常時 WEB で公開されており誰でも確認できるようになっている。全ての州では 2011 年の大災害後に Situation Room を ANA からの支援を受けて設置している。

河川情報システムは、連邦政府より各州が先行して整備を進めており、それぞれの地域性、運用、操作などの改善から、独自に仕様などが制定されていたり、各所で使いやすいように改造されている。日本では、それを標準化・汎用化し、いかなる地域・動作環境においても対応できる標準ソフトウェアとして、「統一河川情報システム」が国土交通省によって開発され、「財団法人河川情報センター (FRICS)」が保守・運用を行っているが、「ブ」国においても連邦政府が、各州が整備している河川情報をデータベース化し、利活用するためには、各州のシステムを変更することなく、統合できる互換性の高い統合システムを開発する必要がある。

ANA では雨量計、水位計を使った計測は 100 年以上も前から実施しており、蓄積されたデータにより ANA の中でデータベースを構築している。ANA のモニタリング項目は、雨量、水位、流量及び水質、堆砂であり、流域単位及びその支川単位で状況を把握できるようになっている。データは WEB で公開されており、誰でもデータ入手ができるようになっている。水位・流量観測所は全国で 6,000 箇所程度あるが、このうち、ほとんどがマンパワーに頼る伝統的な手法で測定している。住民のマンパワーによる計測結果は 1 回/2 日の間隔で電話及び FAX 等で報告されている。自動計測は 6 回/1 日の間隔で衛星から伝送されている。マンパワーによる計測は、雨量は 7:00 am、水位は 7:00 am と 5:00 pm の 2 回測定している。観測所のデータは月に 1 回の割合で郵送されてくる。自動雨量観測所は全国で 450 箇所あり、今年 200 箇所を追加する予定である。観測水位は、データをモニタリングルームで表示することができる。

ANA は、約 100 年間の水位データをもとに発生確率で 10%、50%、90%、Maximum, Minimum の年間水位変動を参考値として、リアルタイムで観測水位の監視を行っている。河川流量は、水位～流量曲線から算出している。また、確率規模の流量についても算定している。



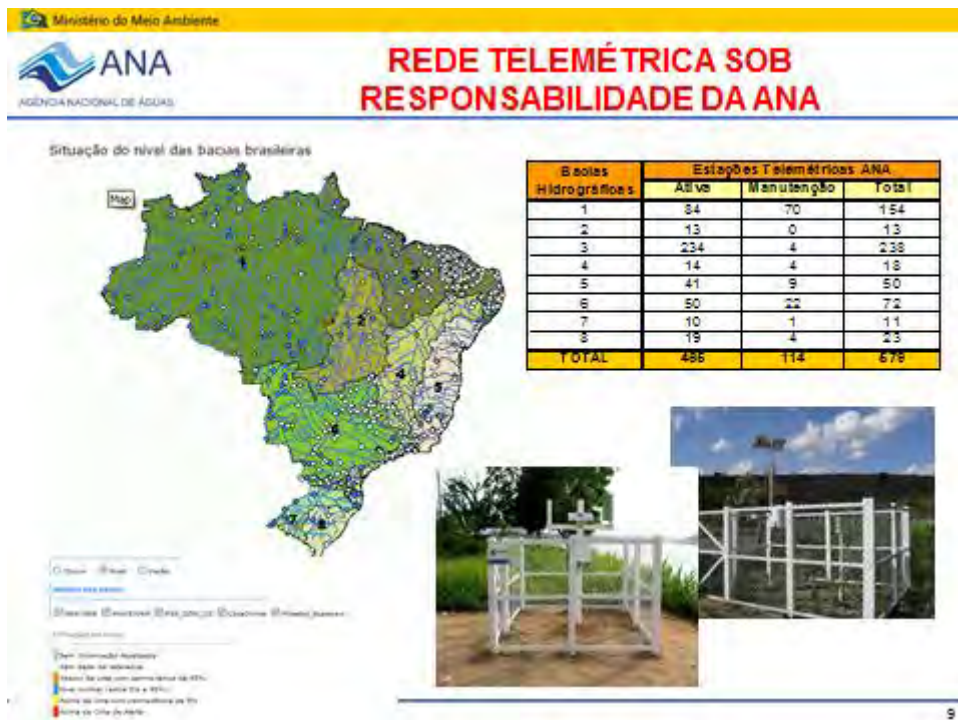


図 3-15 ANA が設置している自動観測所位置

ANA は地方事務所が無いいため気象観測機の設置は ANA で予算化し、地方に委託して実施している。維持管理等の運営については第三者に委託しているが、観測データは ANA の仕様に沿ってまとめられている。

洪水予測等などは CEMADEN が行っており、ANA はデータの提供をしている。CEMADEN とはオンラインでつながっており、リアルタイムのデータが転送される。

ANA は基本的に河川の表流水を対象としてデータ収集を行っており、土砂災害に関するデータ収集、作成などは CEMADEN の役割である。CENAD には ANA の常駐事務所がある。

#### (4) 河川情報システムの課題

以下に河川情報システムの課題を示す。

##### ① 監視体制の強化

雨量・水位観測所が不足している。ANA が中心となって雨量・水位観測所の設置が進められているが、雨量、水位情報は河川管理を行う上で最も基本的なファクターであることから、流域単位で雨量・水位観測所の充実を図る必要がある。また同様の観測は、並行して州政府関連機関でも実施されており、それらのデータとの統合も必要である。

② データ取得の自動化に向けたテレメーター観測システムの更新

防災上の観点から、各データを可能な限り迅速に処理し、また、自動的、定期的に収集する必要があるため転送システム機材の近代化を図る必要がある。

機材の近代化は順次精力的に進められているが、リアルタイムの計測データの取得は通信衛星(GOES)を利用しており、アメリカを経由してインターネットで取得しているため ANA にデータが届くのは2時間後でありタイムラグがある。ANA から CEMADEN や地方のモニタリング機関にデータを提供できるのは、ANA でフィルタリングした後となるため、さらに30分以上の時間を要する。リアルタイムの洪水予測を行うためにはデータ取得のタイムラグを小さくすることが必要である。

③ 予測システムの向上、洪水予測の迅速化、正確化

水理的な洪水警報の早めの発令、効果的な避難や防災を実施するためには迅速で確かな流量・水位などの洪水予測を行うことが重要である。また、流量計算システムの開発も必要である。現在の洪水予測は、警報基準点から上流の水位を測定することにより、その水位と警報基準点の水位を関連づけることにより洪水を予測している。実測降雨や予測降雨に基づく洪水流量予測などは行われていない。

④ 洪水浸水想定区域図の作成

確率規模の洪水流量と過去の水害時の水位データ及び地形データを元に、下流の氾濫域等での水位を計算して浸水区域のマップを作成している。雨量から流量及び水位に変換するモデルの構築などを行い洪水浸水想定区域図の作成が必要である。

⑤ モニタリング機関の役割と責務の明確化

測定機器などのハード類は、最新の設備が順次導入されているが、それをどう災害対策に活かすべきか、ANA の責務、他の機関との役割分担などについて、どうあるべきかについて、手探りの状況であるとのこと。日本の事例を是非、紹介してもらいたいとの要望があった。

### 3.2.3 土砂災害観測・対策

土砂災害は、以下に示すような特徴を有す。

- a) 豪雨時に発生する。
- b) 住民が危険な箇所を十分把握していない場合がある
- c) 洪水と比較して、局所的・突発的に発生し、人的被害が発生するケースが多い。
- d) 洪水時の河川の水位上昇のような、わかりやすい危険度の指標がなく、住民が危険度を把握するのが洪水と比較して困難である。

これらを踏まえると、以下の点に留意して土砂災害観測・対策を講じる必要がある。

- ・高精度な雨量・気象関連情報の提供・入手  
(特徴 a)、c)に対応)
- ・土砂災害ハザードマップの作成・周知  
(特徴 b)に対応)
- ・危険度に関する具体的な情報の提供・入手  
(特徴 d) に対応)
- ・土砂災害モニタリング情報の提供・入手  
(特徴 d) に対応)

上記留意点を踏まえ、「ブ」国における土砂災害観測・対策の現状と課題を以下に述べる。

#### (1) 高精度な雨量・気象関連情報の提供・入手

##### 【現状】

雨量・気象情報は、連邦の気象関連機関（CPTEC/INPE、INMET など）や各州の気象関連機関が、気象レーダーや雨量観測データをインターネットで提供している。また、CEMADEN も同様に、現在「ブ」国各地で独自に気象レーダーを整備・観測を実施しており、収集した気象関連データは各州へ提供されている。

なお、整備済みあるいは計画中の気象レーダーは、多くが S-バンドタイプである。

【課題】

S-バンドレーダーは観測範囲が半径数百 km であることから、広域の雨域移動を把握しやすい利点があるが、解像度：約 2.8km～5 kmメッシュ、計測間隔：10～15 分間隔と精度が粗い。土砂災害発生の予測に資するような局所的な雨量情報を把握するために、雨量レーダーの解像度の向上、計測間隔の短時間化等が課題としてあげられる。



(上：降雨前、下：降雨時) ※降雨域が粗く、小範囲での雨域の把握が難しい

出典： Cptec/Inpe(<http://sigma.cptec.inpe.br/radar/mapa.jsp?i=br&id=2>)

図 3-16 Nova Friburgo 市 (2011 年土砂災害発生市町村) の雨域表示例

## (2) 土砂災害ハザードマップの作成・周知

### 【現状】

土砂災害は局所的に発生し、同じ場所で繰り返し発生する 경우가少ないため、住民が危険な箇所を十分把握しない場合がある。そのため、防災担当者・住民等が、土砂災害ハザードマップの作成・周知を通して、土砂災害発生の恐れのある地区を事前に把握していることが非常に重要である。

現在、各州および市町村の一部（ペロオリゾンテ市等）では、土砂災害ハザードマップが作成されている。これらは主に、州・市町村の防災担当者が、地質の専門家（地質関連部に所属する地質技術者や、州の大学に所属する地質研究者が該当する）等の協力のもと、地形地質的に土砂災害の発生の恐れのある地区を抽出したものである。

これら土砂災害ハザードマップは、州により地図の縮尺、精度等は異なる。また、危険地区の設定は、主に地質学者の経験に基づいて設定されている。

### 【課題】

土砂災害ハザードマップ作成・周知における課題は以下のものがあげられる。

#### 1) ハザードマップ情報の利便性向上

紙ベースで作成・使用されているケースが多いため、土砂災害ハザードマップ情報のインターネット上などでの公開、GIS 情報としての提供等による利便性の向上が課題としてあげられる。

#### 2) 地図精度の統一・向上

区域設定に用いる地図は州によってまちまちであることから、地図の精度の統一・向上（縮尺数千分の1程度の精度が望ましい）が課題としてあげられる。

#### 3) 区域設定に当たっての定量的な手法の作成

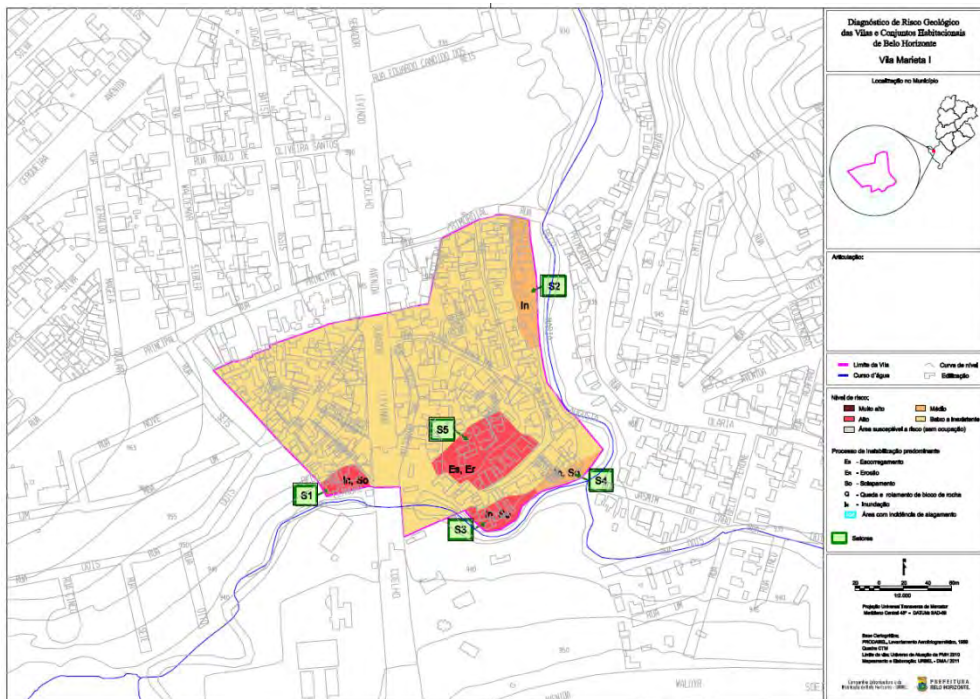
区域の設定は、技術者の経験に大きく依拠していることから、区域設定の定量的な手法の策定による設定手法の精度向上、作成効率の向上等が課題としてあげられる。





(縮尺 1/50,000、地形地質状況より危険な地区を区分、紙で作成)

図 3-17 パラナ州で作成された土砂災害ハザードマップ



(縮尺 : 1/2,000、地形地質と人家の分布状況より危険地区を区分)

図 3-18 ベロオリゾンテ市で作成された土砂災害ハザードマップ

### (3) 土砂災害発生危険度の評価・分析と情報提供

#### 【現状】

豪雨時には、各州の防災担当者は気象担当者と協議し、豪雨の可能性が高い市町村に対して、警報（Alert）を発令する。

発令内容は雨量、雨の継続時間等であり、発令範囲は、市町村～州程度の大きな範囲を対象としている。情報の提供手段は、市町村関係者（市町村長、防災担当者など）に対してはSMS、E-mail、電話等が用いられ、住民に対してはtwitter等のSNSを通じて発信される場合が多い。

土砂災害の発生の恐れがある箇所におけるセンサー（ワイヤーセンサー、伸縮計等）の設置は、サンパウロ州の地滑り地区における土壌水分計の設置以外は、ヒアリング結果では特に実施した事例は確認されなかった。

#### 【課題】

危険度関連情報の提供・入手に関する課題としては、(1)で述べた高精度な雨量情報があげられるが、その他に以下のものがあげられる。

##### 1) 土砂災害の発生危険度情報の提供

現在提供されている雨量等に関する警報に加え、土砂災害の発生危険度情報の提供により、住民および防災担当者がより具体的に危険性を把握できるようにすることが課題と考えられる。



## 2) 情報の可視化

SMS や E-mail 等による情報提供により、市の防災担当者は危険度を把握できる状況にあるが、これらは主に文字情報が主体となっている。そのため、インターネット等でのグラフ、画像等による、より直感的でわかりやすい情報を提供することが課題としてあげられる。



(※文字情報のみ。雨量関連情報はあがるが、地域は指定されていない)

図 3-19 ペロオリゾンテ市 Civil Defense の Twitter による Alert

## 3) 危険箇所等でセンサー等によるモニタリング情報の提供

センサー、観測機器等の設置により危険箇所のモニタリングを実施し安全性を確保することも、今後の課題と考えられる。

### 3.2.4 気象観測

洪水・土砂災害等を対象とする早期警戒・避難システムを検討する場合、気象情報は極めて重要である。特に降水量データは、気象防災情報のうち最も本質的かつ基本的な情報である。「ブ」国の気象観測体制や気象数値予測の現状を踏まえて、以下の4点について改善すべきである。

- 密度の高くかつリアルタイムの気象観測網の拡充・整備
- 災害集中の都市部に高解像度の気象レーダーの整備
- 各ソース源の気象観測データの同化・統合
- 防災に利用できる気象数値予測モデルの改善

また、上述の4点を改善することによって、以下のような効果を生むことが想定される。

- 被災する可能性のある地域の住民に、より早く警報が伝達されることに寄与する。
- 気象観測の時間的・空間的密度が改善され、気象現象をより詳しく把握することが可能となり、予報精度を向上するとともに、より正確に警報が伝達されることに寄与する。
- 自然災害による人的・物的被害の軽減に寄与する。

#### (1) 高密度でリアルタイムの気象観測網の拡充・整備

気象庁（INMET）、国家水資源庁（ANA）等の気象観測については、「ブ」国全土において自動雨量観測所は約950箇所、手動雨量観測所は約3,250箇所、気象レーダーは研究用のものを含め27基である。また、国家水資源庁は、今後数年内、気象観測の自動化を図るため、約200箇所の自動気象観測所の増設を計画している。更に、現在CEMADENでは2014年までに気象観測を強化するために現在ある約2,000箇所に、2,100箇所を増設し、合計4,100箇所の自動雨量観測所及び9基の気象レーダーの設置を計画している。調査に赴いた6州でも約600箇所の自動雨量計が既に設置されているか設置が計画されている。

上記のように、防災に利用できる自動雨量観測所は、既存と計画の合計で全国に約6,000箇所と少なく、更に自動雨量観測所の数は州によってまちまちであり、同一州内でも疎密があった。従って、地域別の災害リスク評価・予測を実施するには観測密度を上げる必要がある（WMOは100km<sup>2</sup>～250km<sup>2</sup>に1観測所を推奨している）。また、気象レーダーは「ブ」国全土をカバーしていないため、その増設も求められている。

## (2) 高解像度の気象レーダーの整備

「ブ」国において、降水量を観測する手法としては主として、①雨量計によって地上で観測する方法、②気象レーダーによって遠隔地から測定する方法、の2つがある。洪水・土砂災害をもたらす激しい気象現象は、主に地域的・時間的にかなり限定されて集中的に発生するものである。このため気象防災情報を有効に利用するには、特に気象レーダーに関しては、観測精度の向上と、高分解能化、地上観測データとの合成による精度向上などが求められている。

ところが、現在「ブ」国では、既存及び計画の気象レーダーは、殆ど S-バンドタイプであり、その解像度の精度は約 2.8km～5 km メッシュ、10～15 分間隔であり、これらの 2.7km メッシュのレーダー解析や降雨短時間予報は、特に土砂災害規模の精度（250m～500m）には粗すぎる情報といえる。

また、土砂災害の警戒・避難の対象が特定斜面であれば、山岳斜面では、尾根・谷の違い、風の影響、霧の雨滴への付着などのため、短い距離で降水量が大きく違うこともある。広域の土砂災害が対象となる場合、土砂災害の集中発生箇所を知るには、詳細な降水分布が重要である。局地豪雨の場合、少なくとも 1km～2.5km メッシュ程度の分解能が必要であると考えられる。

従って、今後特に自然災害が多発し、人口が集中している地域では、リアルタイム（5分以内の間隔で）かつ正確な気象情報（降雨量、降雨分布）を提供するため、より高解像度の X-バンド気象レーダーの設置が必要であると考えられる。

## (3) 気象観測データの同化・統合

現在、「ブ」国における気象観測データ送信頻度は、自動観測計の場合、機関毎に異なり、10分間や15分間で行われており一定では無かった。また通信衛星による送信の場合、約1.5～2.0時間後所管の機関に送信される。手動雨量計の観測データは、委託或いは代行している観測者（組織）によって記録され、一定期間毎（概ね1ヶ月）に所管の機関に郵送される。電話で所管の機関に通報することになっていた場合もある。

また、各機関の気象観測データは、各機関の独自のキャリブレーション方法により気象観測データを検証・解析した後、共用しており、初期の気象観測データを共用していない。気象観測データのソース源は主に以下のとおりである。

- 雨量計（手動と自動）

- ラジオゾンデ情報
- 気象レーダー（S-バンドとC-バンド）
- 気象衛星情報

このように、気象数値予測の改善のため、各関係機関のデータの活用・共用を推進するとともに、これらの空間的、時間的に不均一な観測データをそれぞれの誤差範囲を考慮して物理的な整合性を持った最適な解析値を格子点データの形で求める必要がある。

#### (4) 気象数値予測モデルの改善

洪水・土砂災害の警戒・避難を実用化するためには、気象予測技術の改善による気象予測の精度向上が不可欠である。特に、洪水や土砂災害などをもたらす降水の量的な予測の精度向上が重要である。このため、①短時間降雨予報、②小格子（メッシュ）の予報モデル技術の開発が必要である。

洪水・土砂災害の警戒・避難のためには、0時間～6時間程度の短時間降雨予報による予測が重要である。これについては、関係機関との雨量観測データの共有等によって降水の実況把握の精度を向上させるとともに、雨域の移動速度の算出方法等の予測技術を改善し、予測精度の向上を図る必要がある。更に、防災活動への利用には、災害発生危険度（危険雨量）を動的に表す指標に反映させたり、洪水予防のためのダム管理等に応用したりするため、雨量予測の精度に関する情報が重要である。

また、気象情報から導く洪水・土砂災害の警戒・避難については、降雨の局地性に起因する詳細な降雨量分布（空間的、量的）の予測が基本的で重要である。数値予測では、一般的に格子間隔を小さくすることにより、規模の小さい気象現象を再現することが可能となり、予測精度も向上できる。「ブ」国において、現在数値予測モデルとして主に全球モデル（GSM）とメソモデル（MSM）が利用されている。将来のスーパーコンピュータの投入に合わせ、メソ数値予測モデルと局地予測モデル（LFM）を併用して、現在の5～10kmメッシュ毎の計算を1kmメッシュ毎に計算するように改善する必要がある。また、その後は、さらなる分解能の向上、新たな観測技術（X-バンド）の導入に加えて、予測精度のさらなる向上（250m～500メッシュ）を図ることが重要である。

### 3.2.5 水管理・干ばつ対策

#### (1) 現状と課題

##### 1) ペルナンブーコ州

ペルナンブーコ州では、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、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。サンフランシスコ川が連邦河川であるため、連邦が中心になって実施しているが、本格的な運用になれば、州の役割も大きくなり、適正な水利用が重要になる。又、盗水も頻繁に発生している状況であるため、どの地点にどの程度の水が流れているのかを把握する必要がある。従って、今後は、河川の水位や流量を管理するシステムが必要になると考えられる。

一方、州東部においても、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。

東部では、近年洪水が頻繁に発生しているため、ダム事業が実施される予定である。多目的ダムの建設に伴い、洪水のみならず、利水（低水）の管理も重要な要因となるため、表流水の適正な利用、更には、地下水の適正な利用にも十分対応できる総合的な水管理システムが必要となってくる。

ペルナンブーコ州における水利用に関する管理は、始まったばかりであるが、上記に示したような現状から今後は、州西部の水供給方策の抜本的な対策（サンフランシスコ川の総合開発、地下水利用等）、さらには、東部地区の表流水と地下水の管理体制の確立が急務である。表流水の管理としては、流域内のダムの統合管理が重要である。

##### 2) サンタカタリーナ州

サンタカタリーナ州では、近年、水不足が深刻化しており、その対応としては連邦と協力して深井戸等の整備を進めている。

Epagri（州公社）傘下の Ciram が提供する干ばつに対する警報を受けて、防災局が干ばつ対応を実施している。

活動の調整は、持続的経済開発局（SDS）が行い、州の水資源管理は SDS が所管している。（表流水の水利権の許認可、収集されたデータを河川管理委員会へ提供）

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。東部にあるイタジャイ川では、治水専用ダム等が運用されているが、今後は利水に関しても十分配慮が必要である。

特に、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を確実に実施し、適正な地下水の取水量等について明確にすべきである。

そのためには、取水地点、取水量の把握、地下水位の監視が重要である。

### 3) パラナ州

パラナ州に関しては、洪水対策、土砂対策が中心である。

水資源管理においては、パラナ水研究所（Aguas PARANA）が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を策定している。

現実的には、パラナ川、イグアス川等の総合開発計画立案が重要であり、州内の人口、産業、農業等の発展の状況（将来予測）を把握し、適正な水利用計画を立案し、その管理を徹底し、健全な水管理を実施することが望ましい地域である。

### 4) ミナスジェラス州

気象モニタリング機関 SIMGE（州管轄）、Climatepro（民間）、INMET からの情報にもとづいて、州の防災局が干ばつに対応している。

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。（コカコーラとの連携により、浄水施設の配布・設置）

ミナスジェラス州は、他の州に比べてため池（鉱山跡）が多く、その有効活用並びに水質管理等が重要である。

また、当州の中央部に大規模な地下水脈があることを踏まえて、地下水の有効活用等についても留意する必要がある。表流水管理に加えて、地下水管理も重要な州である。

## 5) サンパウロ州、リオデジャネイロ州

サンパウロ州、リオデジャネイロ州に関しては、旱魃被害の発生は少なく、当面は、土砂災害対策、洪水対策が主題である。

なお、サンパウロ州では、州の水資源庁（DAEE）が州内の表流水の監視（降雨量、水位、流量）を実施している。

水利権については、州河川においては、DAEE が許認可している。

また、連邦河川においても、DAEE が許認可している（連邦との協定）

将来的には、増大する水利用に対して環境面も含めた水管理（水質管理含む）が重要になるものと想定される。将来の水利用を見込んだ先駆的な取り組みが必要な州である。

### (2) 改善点

上記に示した各州の水管理、干ばつに関する現状と課題と踏まえて、今後改善すべき点について、下記に示した。

改善すべき点としては、流域内にダムが点在するもののその管理はあまり行われていないのが現状であるため、ダムの統合管理、個別ダムの管理をルール化することにより、流域内のより適正な水管理（雨量、水位、流量）、水利用が実現できるものとする。

また、ペルナンブーコ州、サンタカタリーナ州をはじめとして、降雨量が少なく表流水の利用が困難な地域では、地下水の利用についても考慮する必要がある。

地下水の利用を考える際には、今までは、表流水と切り離して地下水を解析していたが、現在では、地下水と表流水を統合して解析することが重要になってきている。このため、将来の総合的な水利用を考え、総合水管理システムの重要性・必要性について記載した。

#### 1) ダム統合管理システム（低水管理）

ダム統合管理システムとは、水系内におけるダム群を効率的かつ一元的に管理するために、水文情報（雨量、水位、流量）、レーダー雨量情報、気象情報をリアルタイムで収集し、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、情報提供等を行うシステムである。



## 2) 総合水管理システム

地下水は、主要な涵養域である森林部からの浸透のみならず、中流域の農地（水田地帯等）において河川より取水された灌漑用水の浸透も大きな涵養源となっている。

このため、地下水保全においては、地下水だけでなく、河川水も考慮した「表流水管理と地下水管理の連携」の視点が必要である。

水管理を推進していくためには、対象地域の水循環機構を解明・把握し、対象地域の自然・社会条件を踏まえて水循環系の健全性の実態を把握し、問題点を抽出するとともに、それらに対する効果的・効率的な施策を講じることが必要である。

水循環機構を精度よくシミュレートするために、従来の表流水と地下水を個別に解析する手法から、表流水と地下水の流れを一体として取り扱う統合型水循環解析を用いることが有効である。

### 3.3 日本企業の防災システムインフラ関連設備の開発状況と国際市場の状況

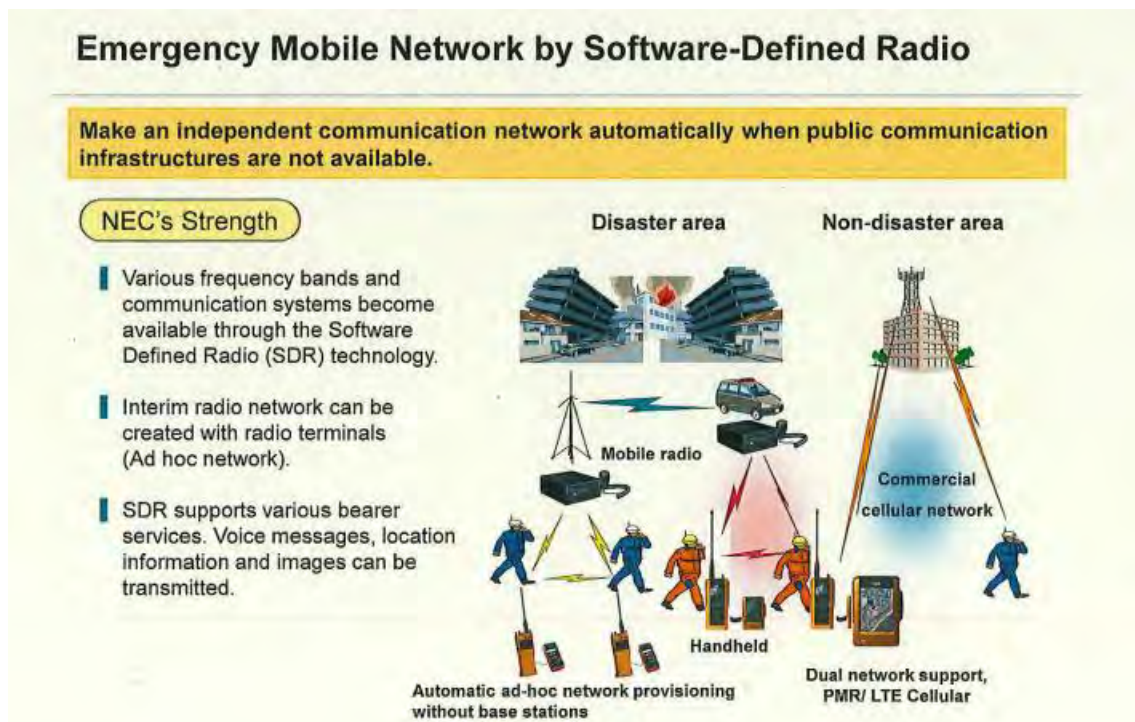
#### 3.3.1 災害情報ネットワーク

##### (1) 防災無線ネットワーク関連機器

災害時の防災無線網を構築する為の機材は、国内企業により様々な製品が開発製造されている。防災無線の機材は、次に示す用途に分類される。

- 移動系（被災地で対応を行う職員などの通信手段）
- 同報系（スピーカ・サイレンを用いた避難情報の提供機材）
- テレメータ系（観測機材から情報収集用）

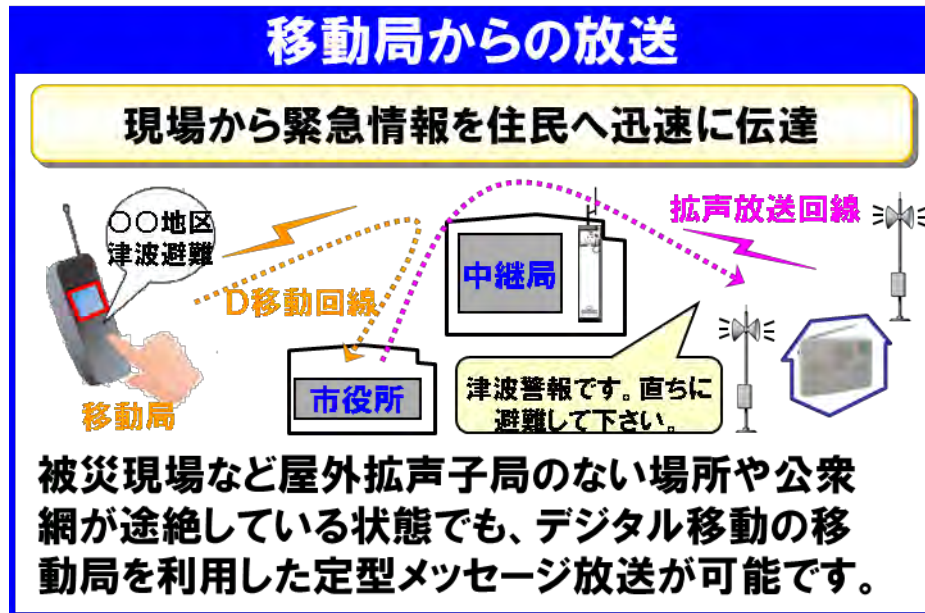
移動系の無線機器は、主に被災地などで対応を行う職員の通信手段として整備される。近年、限られた周波数帯で多くの情報が流通できるよう、アナログ無線からデジタル無線に切り替えが進められている。このため、各自治体ではデジタル無線への移行と同時に、アナログ無線とデジタル無線が混在する環境での利用を目的としたアナログ・デジタル両用の無線機の導入が行われている。また、通信規格にソフトの交換だけで対応できる機材の開発なども進められている。



出典：JICA 調査団整理・NEC 提供ヒアリング資料より

図 3-20 ソフトウェア無線（NEC 開発中）

同報系の無線機器は、スピーカ・サイレンを用いた避難情報の提供機材を運用するための無線通信網である。多くの場合、操作機材は市町村の役場などの拠点に設置されている。近年では、これらの操作機材と移動系機材の連携機能の開発が進められ、災害現場においてより迅速な対応を助ける機能を持った機器が開発されている。



出典：JICA 調査団整理・PANASONIC 提供ヒアリング資料より

図 3-21 同報系無線機器と移動系無線局の連携例

各国の防災無線やそれに類似する用途に割り当てられる帯域は、日本の帯域と異なる場合があり、現状の日本で運用されているシステムがそのまま利用可能なケースは、極限られている。多くの場合、利用可能な周波数帯に合わせる為の改造等が必要になる。

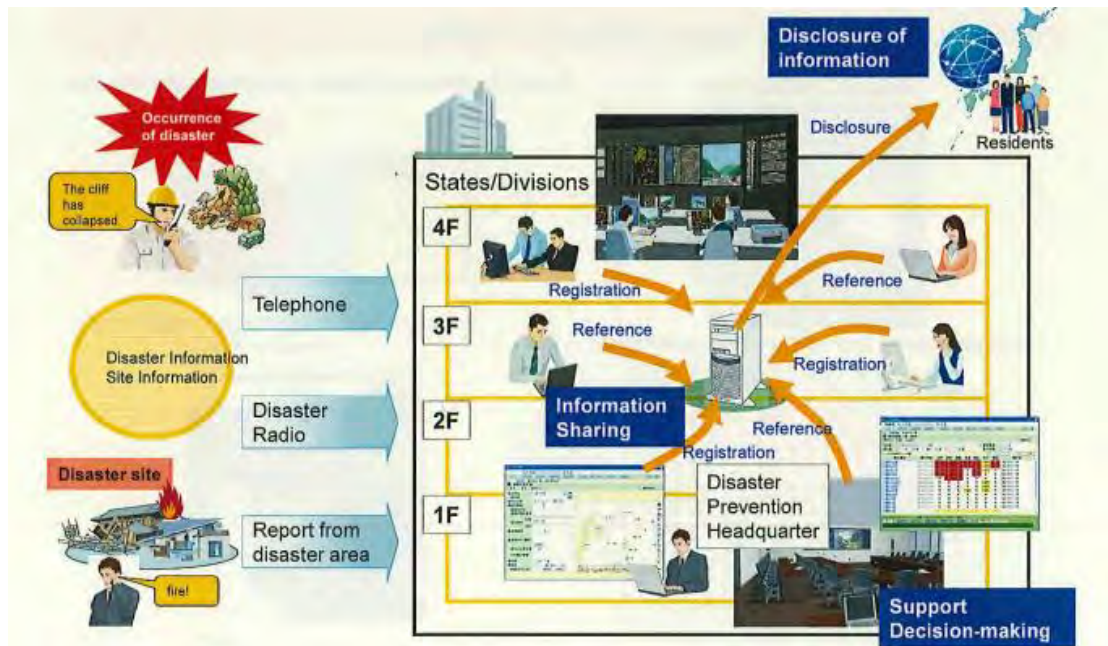
## (2) 防災情報システム

防災情報システムは、各省庁の要望・必要にもとづいて開発が進められている。データについては 2003 年より防災情報共有プラットフォームを内閣府が中心になって整備し、データの標準化を通じ関連する省庁間の情報伝達がスムーズに行くよう調整を行った。

各市町村などに導入される防災情報システムには、電話、防災無線網、報告、観測機器等より入ってくる情報を入力・DB へ格納し、防災情報共有プラットフォームが定める標準に従ったデータ形式に出力・閲覧可能にするシステムが提供されている。格納されたデータは、地域住民への情報提供、県や中央の省庁とも共有が可能になり、「公共コモンズ」を

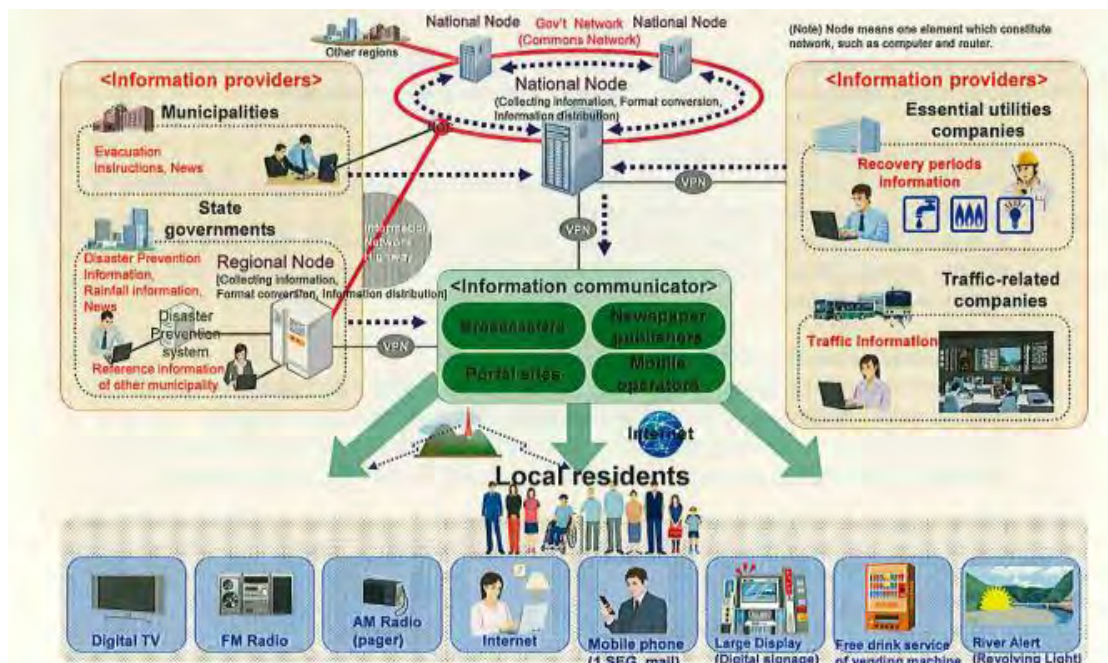


通じてライフラインの管理を行う公益企業や報道機関などへ配信される仕組みも整備されている。



出典：JICA 調査調査団整理・NEC 提供ヒアリング資料より

図 3-22 市町村に導入される防災情報システム



出典：JICA 調査調査団整理・NEC 提供ヒアリング資料より

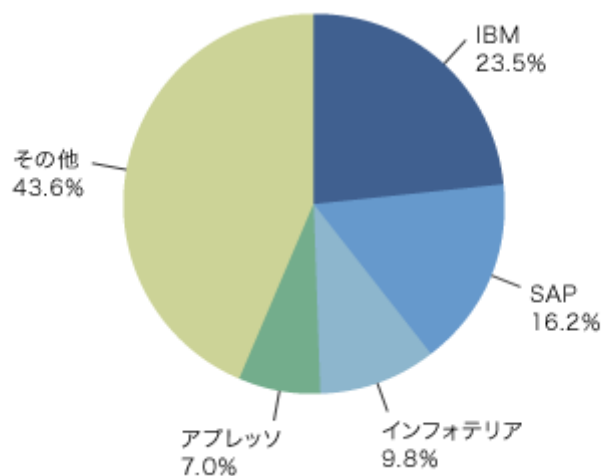
図 3-23 公共コモンズを通じた情報配信

### (3) 海外・国内市場の動向

防災関連の情報システムは、関係省庁や地方自治体が国内ベンダーを使い、独自に開発を進めてきたため、個別の専用システム案件として考えられてきた。しかし近年、企業ソフトウェア市場での先進企業（米 IBM 社などに代表される欧米企業）が、業務効率化を図るためのソフト BPM/BAM (Business Process Management / Business Activity Monitoring) 製品の新たな市場ととらえ進出してきた。

海外・国内の BPM/BAM 市場のトップ企業である米 IBM 社は、日常業務の効率化に競争力のある連携ミドルウェア製品群、災害対応には、パッケージソフト IBM Intelligent Operations Center for Smarter Cities (Rio de Janeiro 市と共同開発) を擁している。日本国内では、これらを防災対応のパッケージ(IBM 災害対応情報システム)として提案を行い、採用事例を増やしている。対する国内企業勢は、日常行われる施設管理の機能を防災システムに取り込み、機能の高度化を図っている。

以下に日本国内における BPM/BAM 市場（連携ミドルウェア）2011 年度の市場シェア(2012)を示す。出荷金額は、約 61 億円。



出典：ITR 「ITR Market View: SOA/連携ミドルウェア市場 2012」より

図 3-24 連携ミドルウェア市場国内市場シェア

海外の業務用の無線システムの市場は、米モトローラ社の寡占状態(61%)で、日本企業は、2位ケンウッド社(14%)、3位アイコム社(8%)が占めている(2008年度出荷金額ベース)。日本国内をはじめ、海外でもアナログからデジタルへの通信方式の移行期にあたり、競争が激化していると考えられるが、市場シェアは2010年時点で大きな変動はなく、米モトローラ社の寡占状態が続いている。



出典：JICA 調査団整理 (ケンウッド 2011 年決算説明会資料より) 子会社 Zetron 含まず

図 3-25 業務用無線機器世界市場シェア



### 3.3.2 河川管理・洪水対策

#### (1) 河川情報システム

地方整備局等（気象庁・道路局・自治体ほか）で観測されたレーダ雨量や水位・雨量等の河川情報は、光ファイバネットワークおよび河川情報システムによって全国的に集約（データセンター）し、市町村・一般等に提供される体制を構築している。

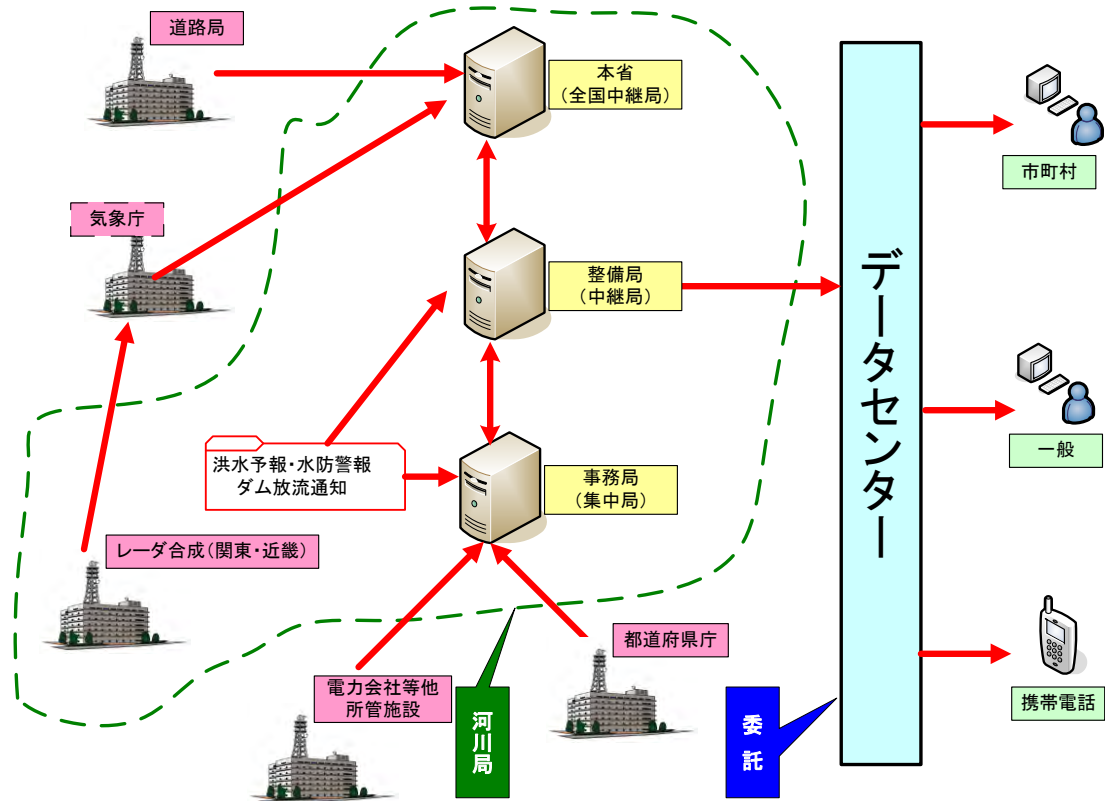


図 3-26 気象・水文データの集約および提供体制の概念図

## 1) アプリケーションの種類と情報項目

統一河川情報システムで収集された河川情報について、対象ユーザや利用形態に応じたアプリケーションを開発し、運用している。

### ◆河川管理者向け統一河川情報システム

水文観測データなどのほか洪水予報、ダム放流通知などの河川予警報を幅広く多様な画面で提供するアプリケーション。

### ◆市町村向け「川の防災情報」

河川管理者向けとほぼ同様のアプリケーションであるが、当該市町村に適した画面構成をカスタマイズできるアプリケーション。

### ◆一般向け「川の防災情報」

河川管理者向けや市町村向けと異なり不特定多数の利用を想定し、通知機能や描画機能を省いたアプリケーション。

表 3-12 対象ユーザ別の役割と提供システム

対象ユーザ	システム名	役割	アプリケーションの特徴
河川管理者	河川管理者向け 統一河川情報システム	迅速・的確な河川情報の収集と提供	LAN
水防管理者	市町村向け 「川の防災情報」	水防管理者として必要な情報の収集と一般への避難勧告、避難指示を行うための支援	インターネット回線 ユーザ数限定
一般住民	一般向け 「川の防災情報」	迅速な避難のための支援	インターネット回線 不特定多数利用

国土交通省  
川の防災情報

リアルタイム

北海道

東北

関東

北陸

中部

近畿

中国

四国

九州

沖縄

全国レーダー雨量

「洪水予報・水位周知河川」  
情報発表状況

レーダー雨量

テレメータ雨量・水位・水質・積雪

ダム情報

洪水予報等

水防警報

ダム放流通知

Q&A・問い合わせ

お知らせ

利用における注意事項

リンク集

雨量凡例  
 100mm/h ~  
 ~100mm/h  
 ~50mm/h  
 ~20mm/h  
 ~10mm/h  
 ~5mm/h  
 ~1mm/h  
 0mm/h  
 欠測

2013/06/08 12:15

洪水予報  
水位周知河川

北海道	発表なし
東北	発表なし
関東	発表なし
北陸	発表なし
中部	発表なし
近畿	発表なし
中国	発表なし
四国	発表なし
九州	発表なし

国土交通省管理の河川を対象としています。

気象警報・注意報

新燃岳噴火に関するお知らせ

携帯版もご利用ください。  
<http://river.go.jp/>

XバンドMPレーダー雨量情報  
試験運用実施中

図 3-27 インターネット回線による一般向けの情報提供「川の防災情報HP」



(2) ダム統合管理システム（高水管理）

ダム統合管理システムとは、水系内におけるダム群を効率的且つ一元的に管理するために、(1)水文情報(雨量、水位、流量)、(2)レーダ雨量情報、(3)気象情報(アメダスデータ等)をリアルタイムで収集し、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システムである。

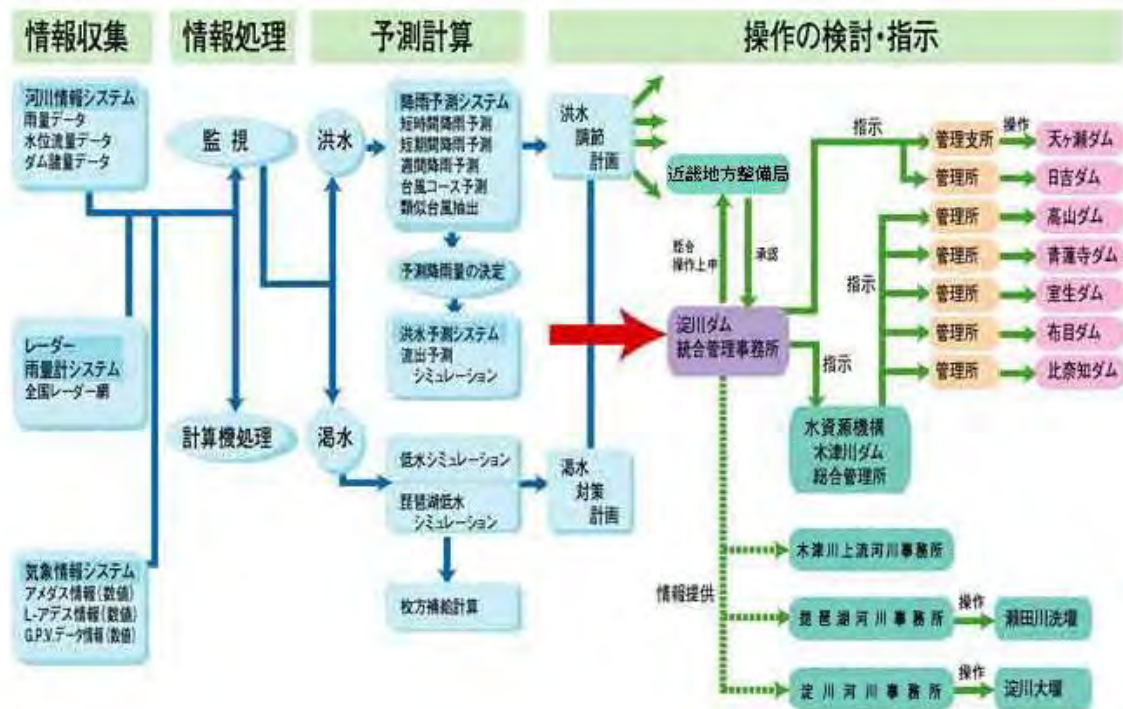


図 3-28 ダム統合管理システムの流れ

1) 情報収集システム

情報収集システムでは、(1)河川情報システム、(2)レーダ雨量計システム、(3)気象情報システム等を活用し収集する。



### 河川情報システム

#### データ収集

- 雨雪量 (77)
- 水位 (61)
- 水質 (14)
- ダム諸量 (5)

#### 一次演算処理

- 雨量 (流域平均、日雨量等)
- 水位 (OP変換、水位差等)
- 流量計算 (H-Q換算、日統計等)
- 取水量

#### 算報判定処理

- 雨量 (観測所及び流域平均)
- 水位

ファイリング処理

- 定時データ (10日15分単位)
- 正時データ (3ヶ月1時間単位)
- 日集計データ (13ヶ月1日単位)
- 生データ (7日)

水位観測所の一例

無線中継所の一例

気象・水文観測状況

図 3-29 ダム統合管理システムの流れ



## 2) 情報処理システム

収集された気象・水文情報は加工・編集され、現況での水文状況が図表等により表示するとともに位置情報と共に、判りやすく表示する。また、加工後のデータは絶えずシステム内に蓄積される。



図 3-30 情報処理システム

## 3) 予測演算システム

収集された気象・水文情報を用いて、今後の降雨予測をはじめ、洪水予測、渇水予測などの予測計算を行い、ダムや堰の操作運用に反映させる。

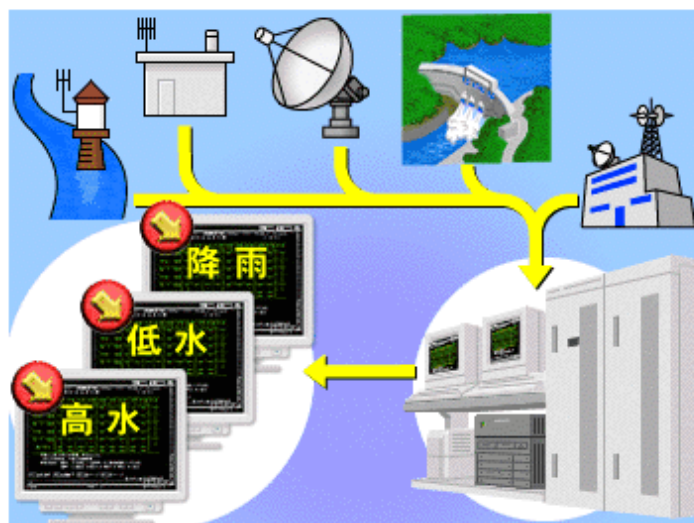


図 3-31 予測演算システム

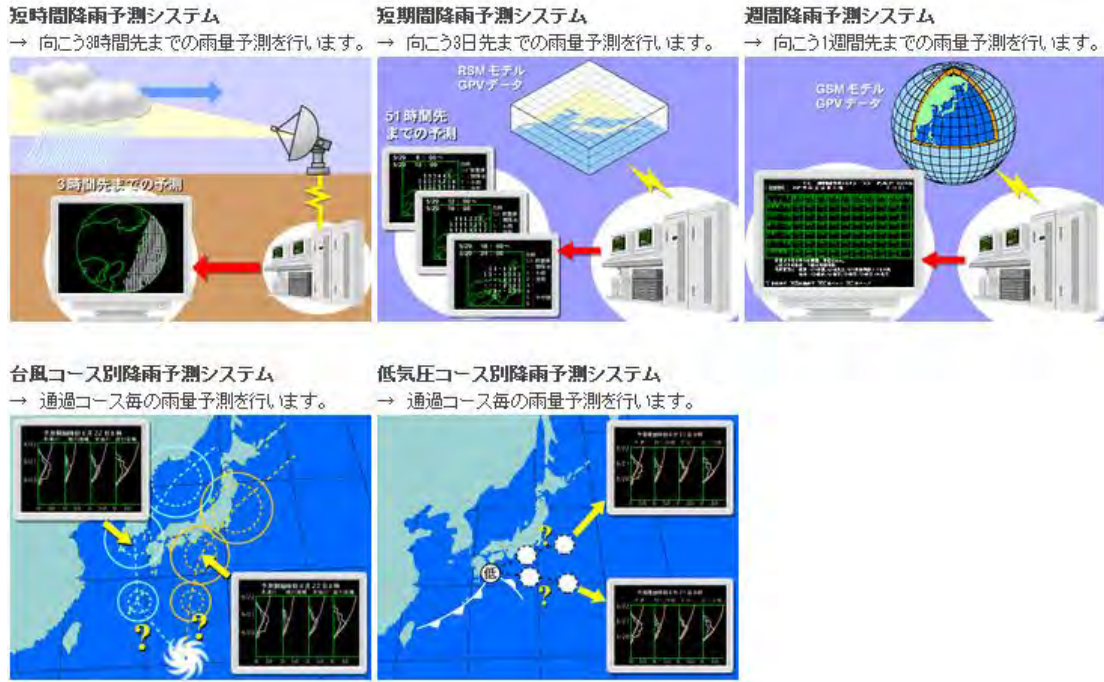


図 3-32 降雨予測システム

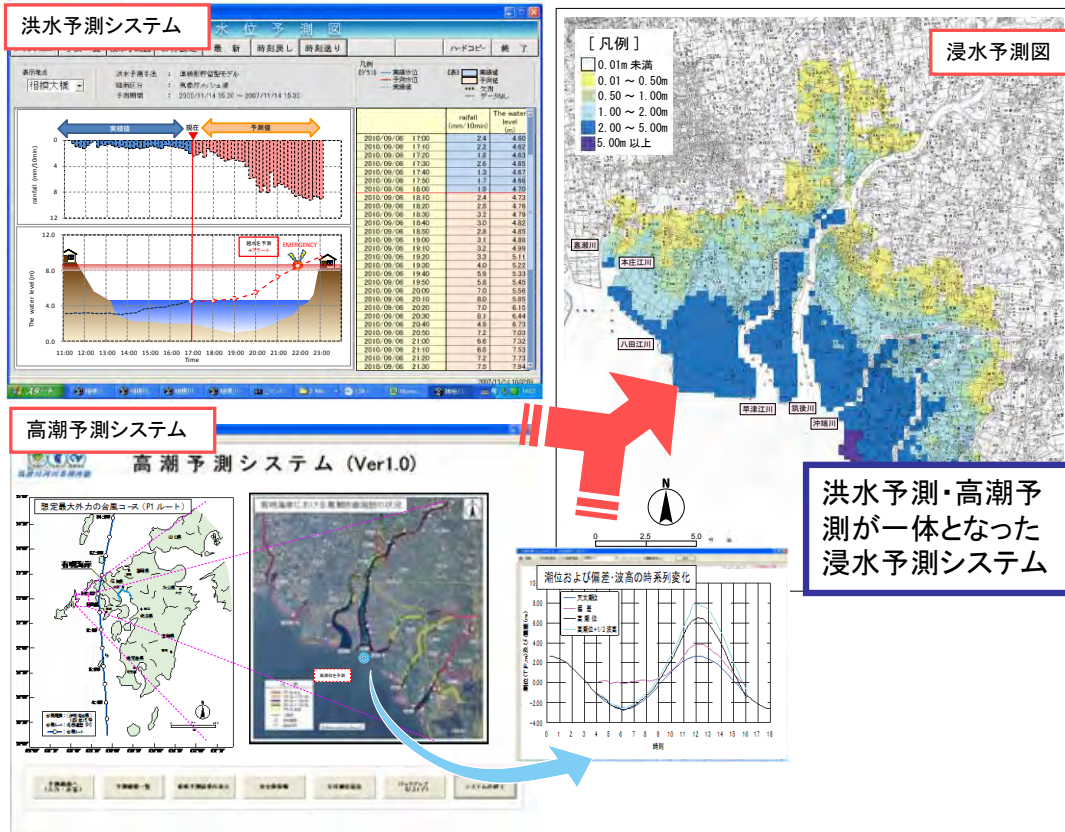


図 3-33 洪水・浸水予測システム

#### 4) 操作方法の設定・指示

予測結果を受け、ダム統合管理事務所から各ダム管理所へ具体的な操作を指示する。また、操作中および操作後の流況監視を行い、適切に操作がなされていることをモニタリングする。

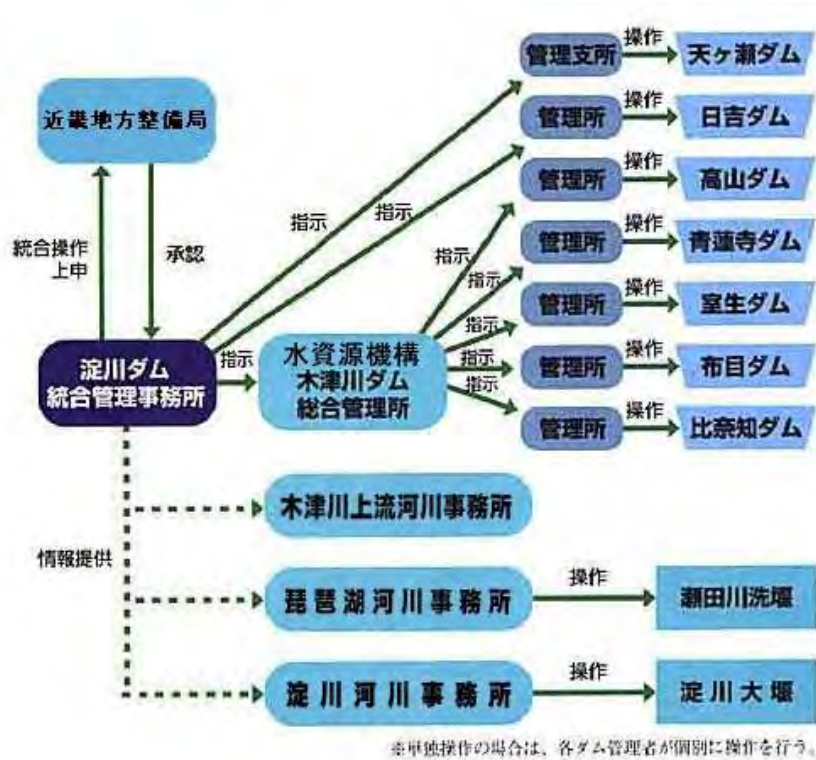


図 3-34 ダム操作に関する指示系統



5) 関係機関等への情報提供

ダム操作に関する情報は関係機関および一般住民にも伝達される。

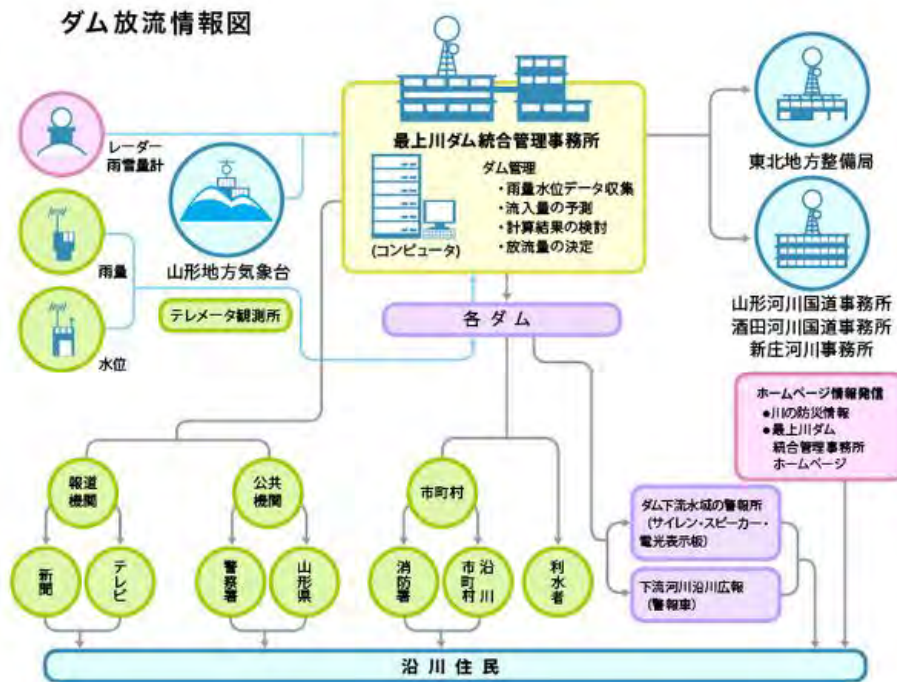


図 3-35 ダム操作に関する情報伝達

### (3) リアルタイム浸水・災害情報収集・提供システム

本システムは、豪雨による浸水箇所や危険箇所を適切に把握し、情報発信することにより、危険箇所からの早期避難、危険箇所への進入防止を促進することを目的としたシステムである。リアルタイムによる浸水情報把握システムに関連する手法は、大きく次の3つに分類される。

#### ◆職員巡視・監視等による把握

- ・ヘリコプターによる災害状況の把握
- ・GPS 携帯を用いた巡視システム
- ・CCTV を活用した浸水把握
- ・災害フォトシステムを利用した浸水情報の収集

#### ◆センサー等を活用した浸水状況の把握

- ・浸水センサーによるリアルタイム浸水予測
- ・浸水検知センサー整備
- ・浸水情報把握システム構築

#### ◆市民・民間を活用した浸水情報の把握

- ・市民からの情報収集

1) 職員巡視・監視等による把握

(a) ヘリコプターによる災害状況の把握

災害発生時、災害現場の状況把握にヘリコプターを活用することにより、道路の寸断などによる到達困難な被災箇所の状況の把握を上空から実施し、被害の全体像の早期把握を行う。同時に、現地状況の画像をリアルタイムで災害対策本部等に電送することにより、被災状況把握・対応策の立案・再度災害防止に向けた復旧方針の立案に役立てるものである。

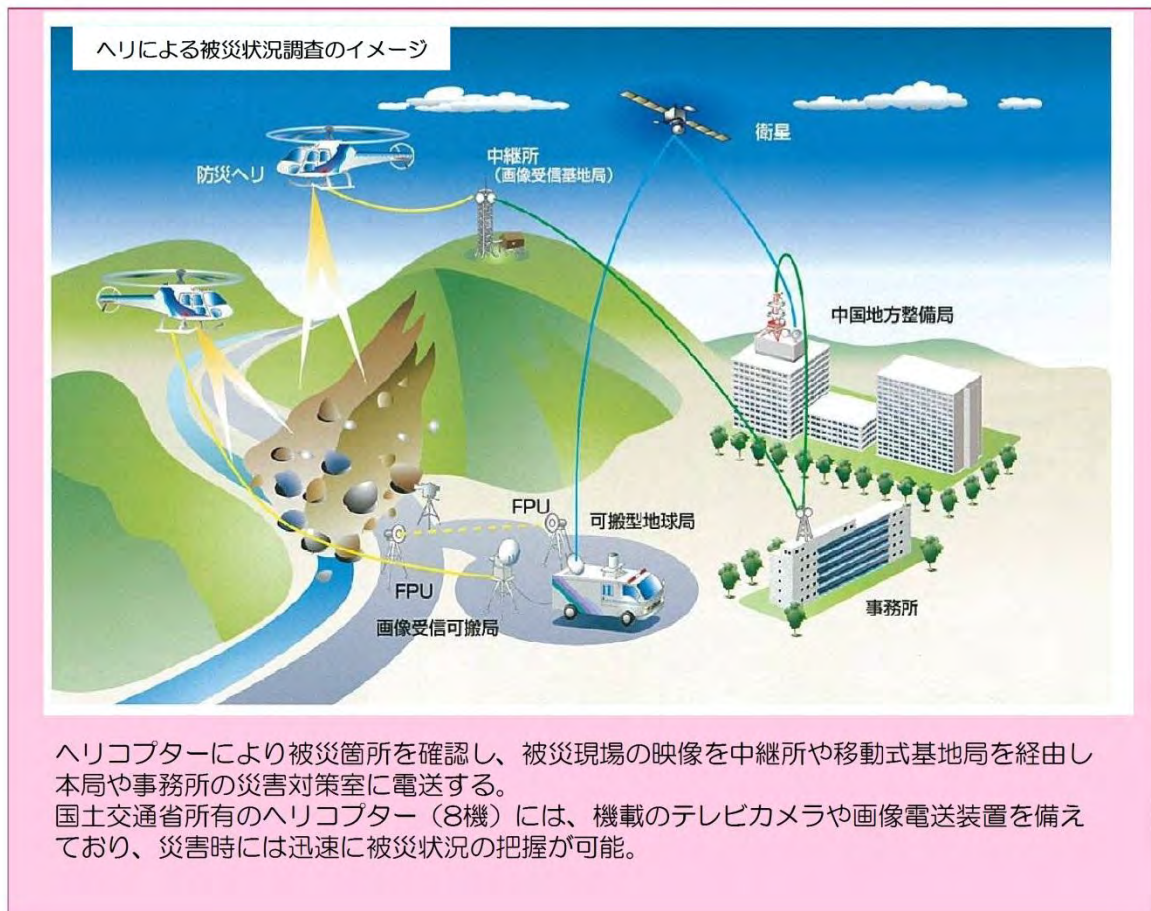


図 3-36 ヘリコプターによる被災状況調査



(b) GPS 携帯を用いた災害時巡視システム

正確な情報とより迅速な現地との連絡を目的に、携帯電話パケット通信を利用した巡視点検の報告システムを構築したものである。河川巡視班に配備されたGPSカメラ付き携帯から 報告システムへ巡視結果報告と状況写真を配信すると地図上に現在の状況が表示される。

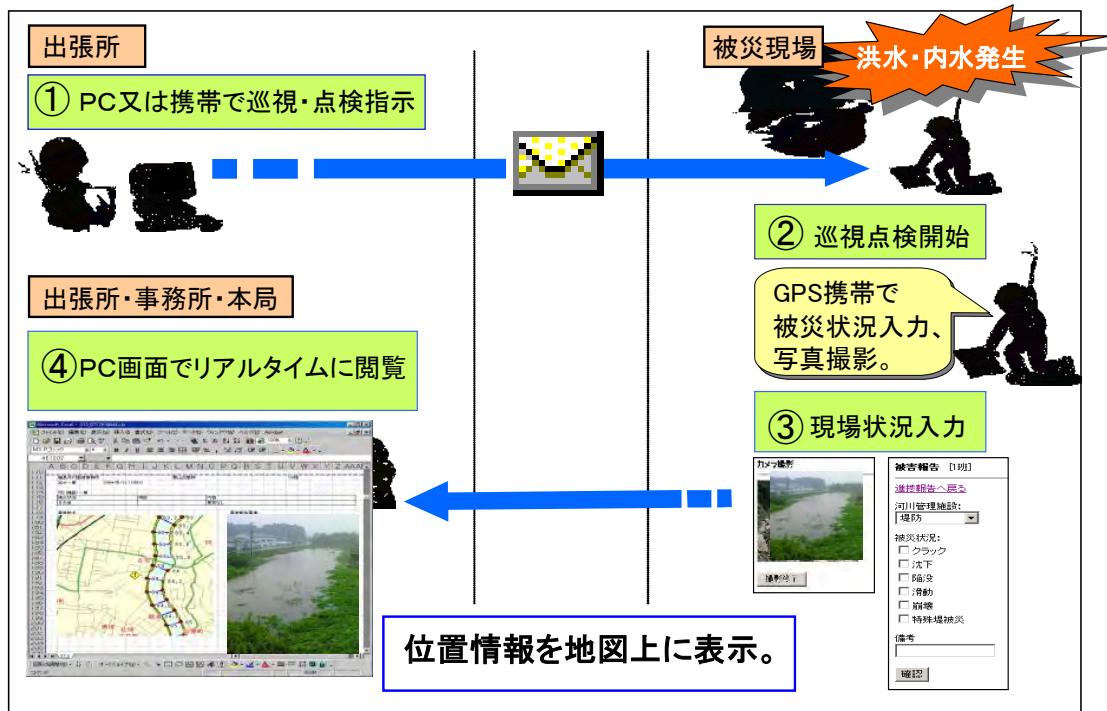


図 3-37 河川巡視点検・報告システムの概要

河川巡視点検・報告システム概要

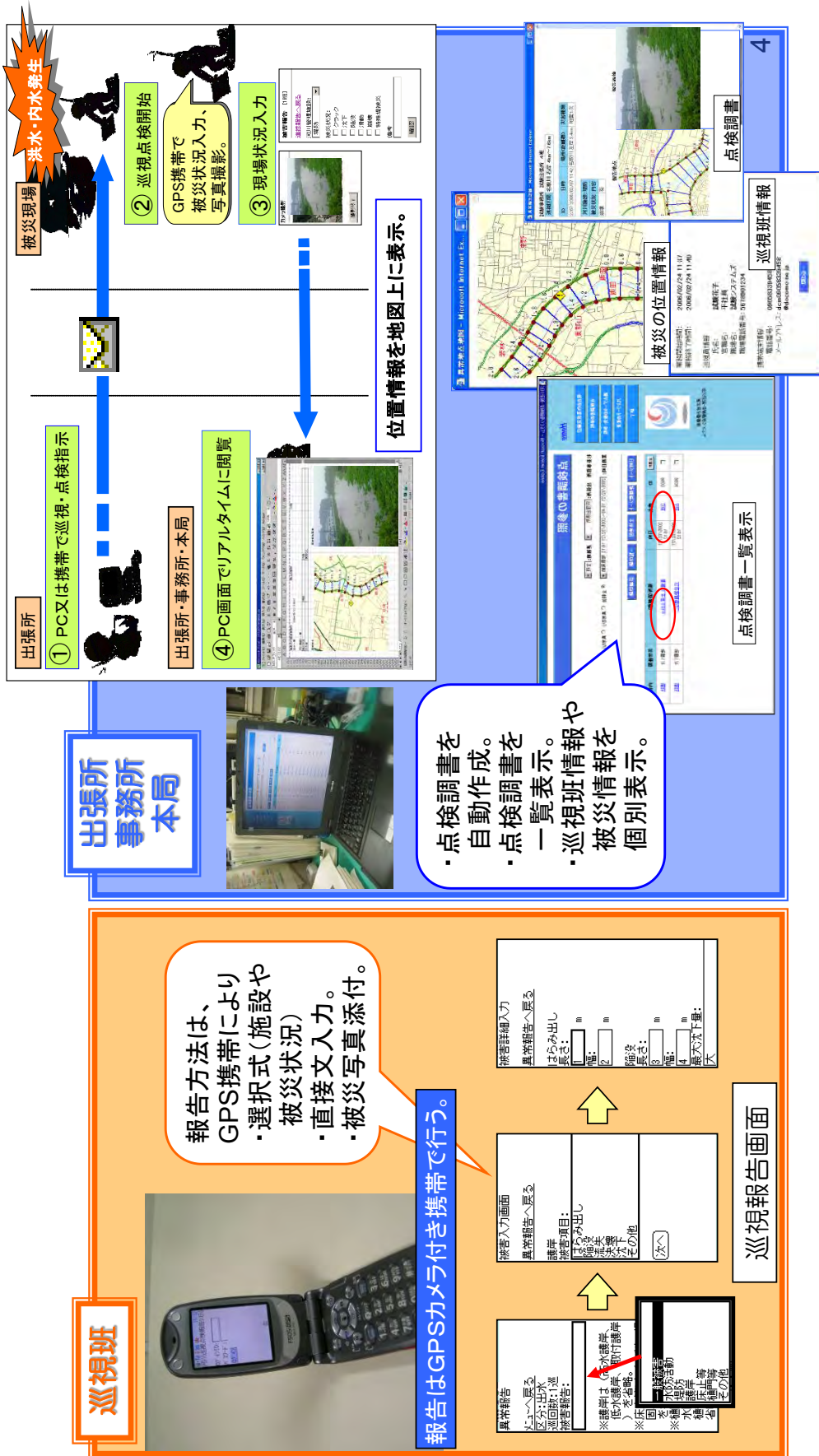


図 3-38 GPS 携帯による災害時巡視・報告システム

(c) CCTV を活用した浸水把握

河川管理施設等の監視用CCTVを活用し、浸水状況の確認を行う。効率的にCCTV画像を確認するため、一定時間で自動的に画像が切り替わる監視用モニターシステムを設置している。



10台(大型2台)の監視モニターを設置  
 各出張所毎に1台のモニターを割り振り、  
 管轄のCCTV映像を配信(全113箇  
 所)を10秒毎切り替える。

河川管理用のCCTVだが、カメラによっ  
 ては内水状況の確認に活用が可能。

図 3-39 CCTV による浸水情報把握システム

(d) 災害フォトシステムを利用した浸水情報の収集

本システムは、災害発生時に防災担当職員や防災エキスパート等の携帯電話から送信される浸水・災害状況写真を集約し、地図表示・日時等の詳細情報の閲覧が可能なシステムである。

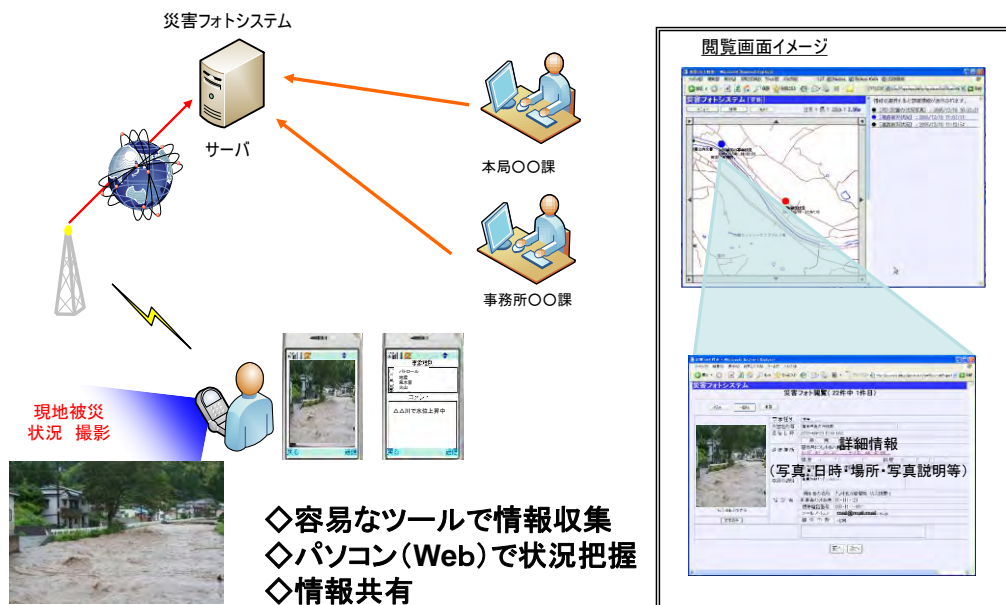


図 3-40 災害フォトシステム



2) センサー等を活用した浸水状況の把握

(a) 浸水センサーによるリアルタイム浸水予測

内水常襲地区の水路や道路に設置した浸水センサーによるリアルタイム浸水情報システムを構築し、3時間先までの浸水予測結果を事務所HPから一般公開している。

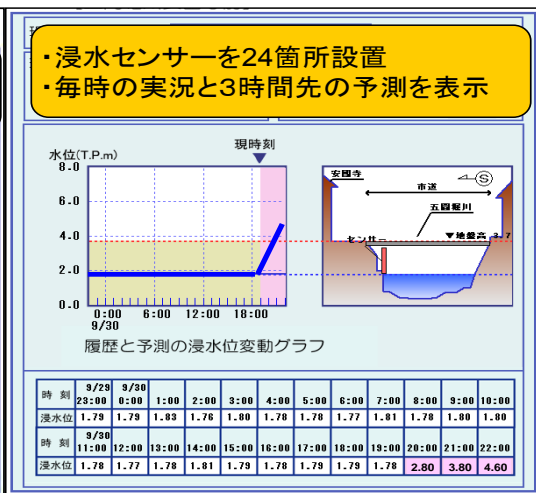
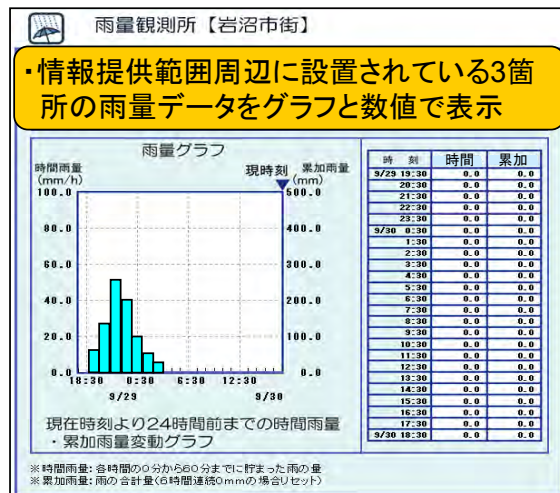


図 3-41 浸水情報提供システム

(b) 浸水検知センサー整備

浸水常襲地区に浸水検知センサーを整備し、その情報をメールにて自動配信している。



図 3-42 浸水センサー設置状況



図 3-43 情報提供画面



(c) 浸水情報把握システム構築

浸水地区に内水位センサーを整備し、LPデータ（標高）と内水位から浸水面積、浸水家屋数をH-Aデータとして整備し、迅速な一般被害把握を実施する。

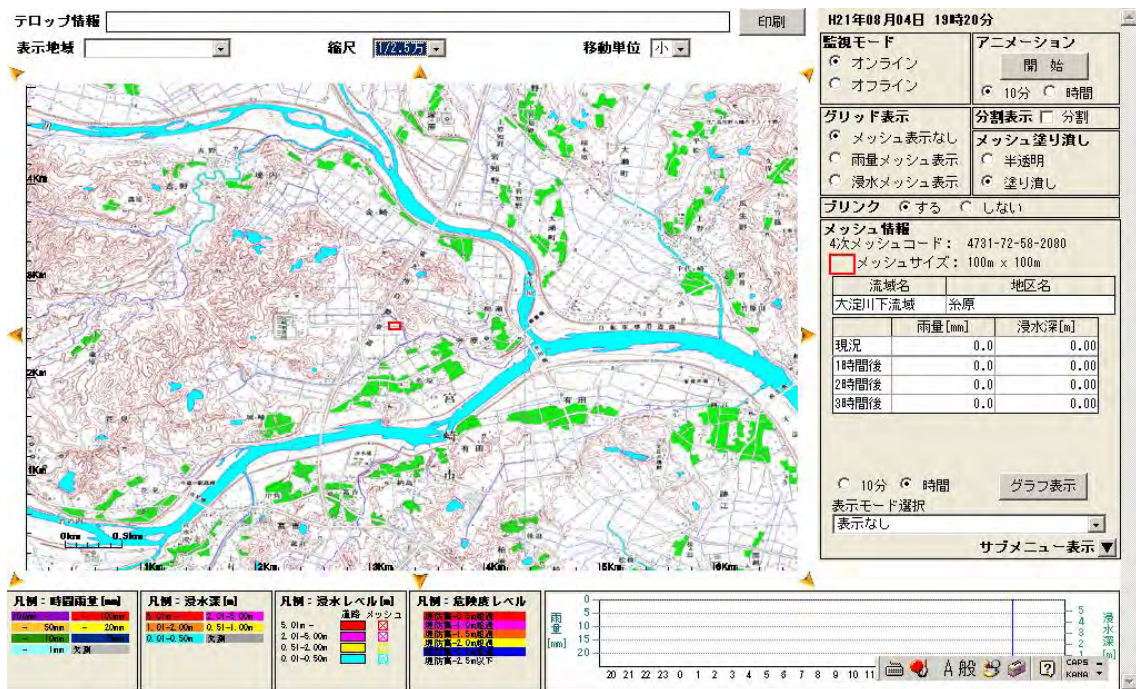
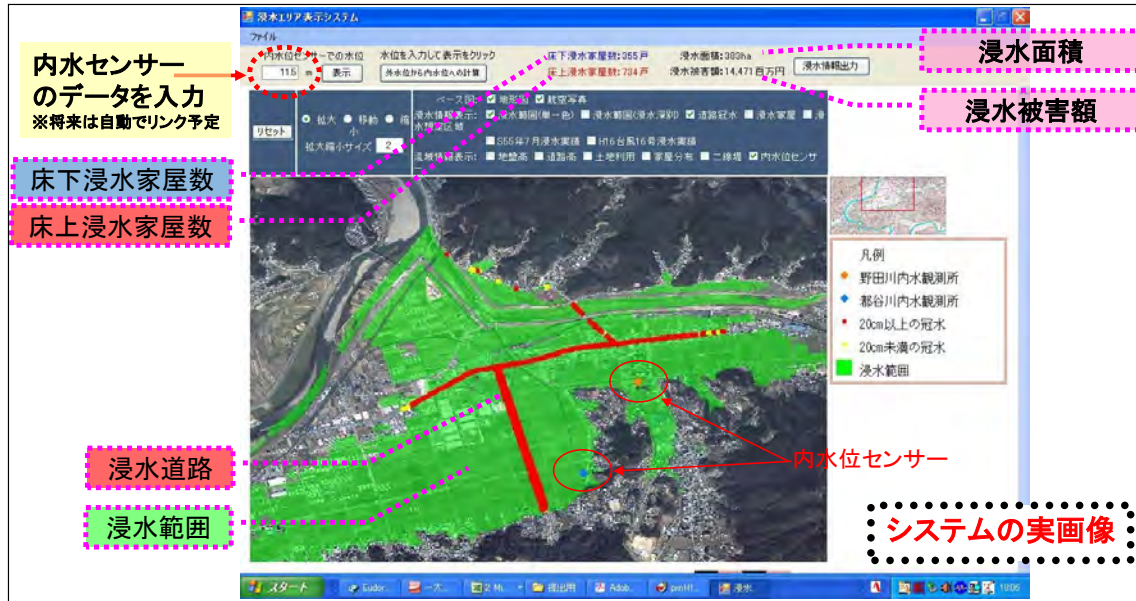


図 3-44 浸水情報把握システムの一部



### 3) 市民・民間を活用した浸水情報の把握

内水氾濫の状況など水防関係者だけでは情報収集が困難な情報を住民から携帯電話による報告により、きめ細やかな災害情報を水防関係者および地域住民と共有するシステムである。

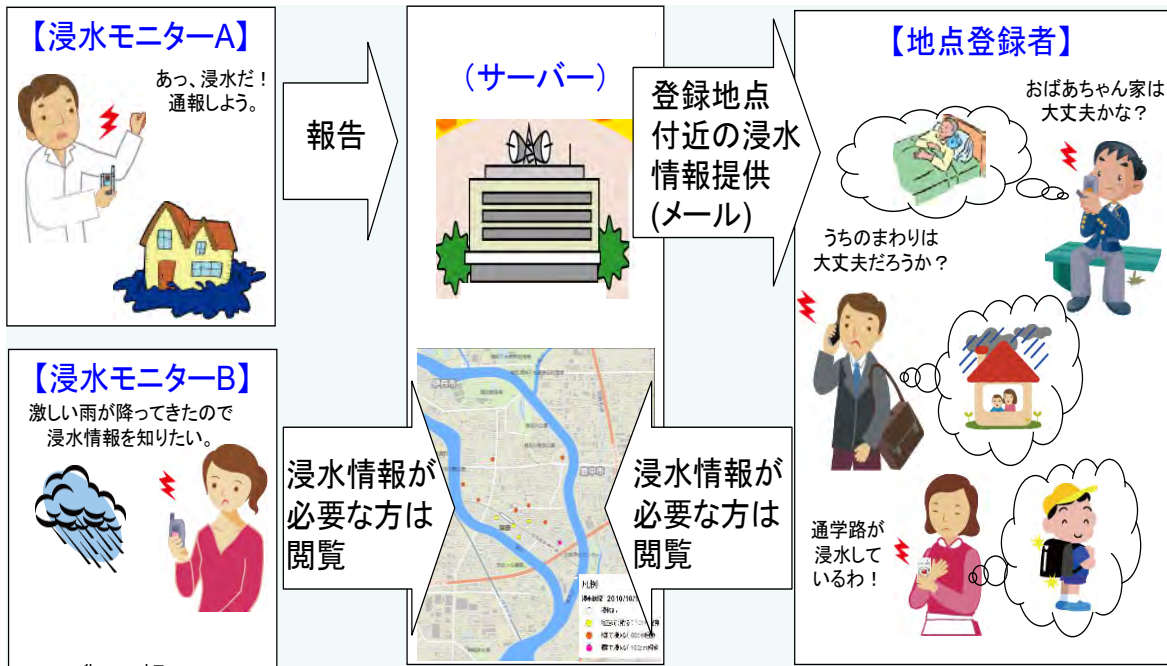


図 3-45 浸水情報収集システムの概要

システムフロー図(報告機能)

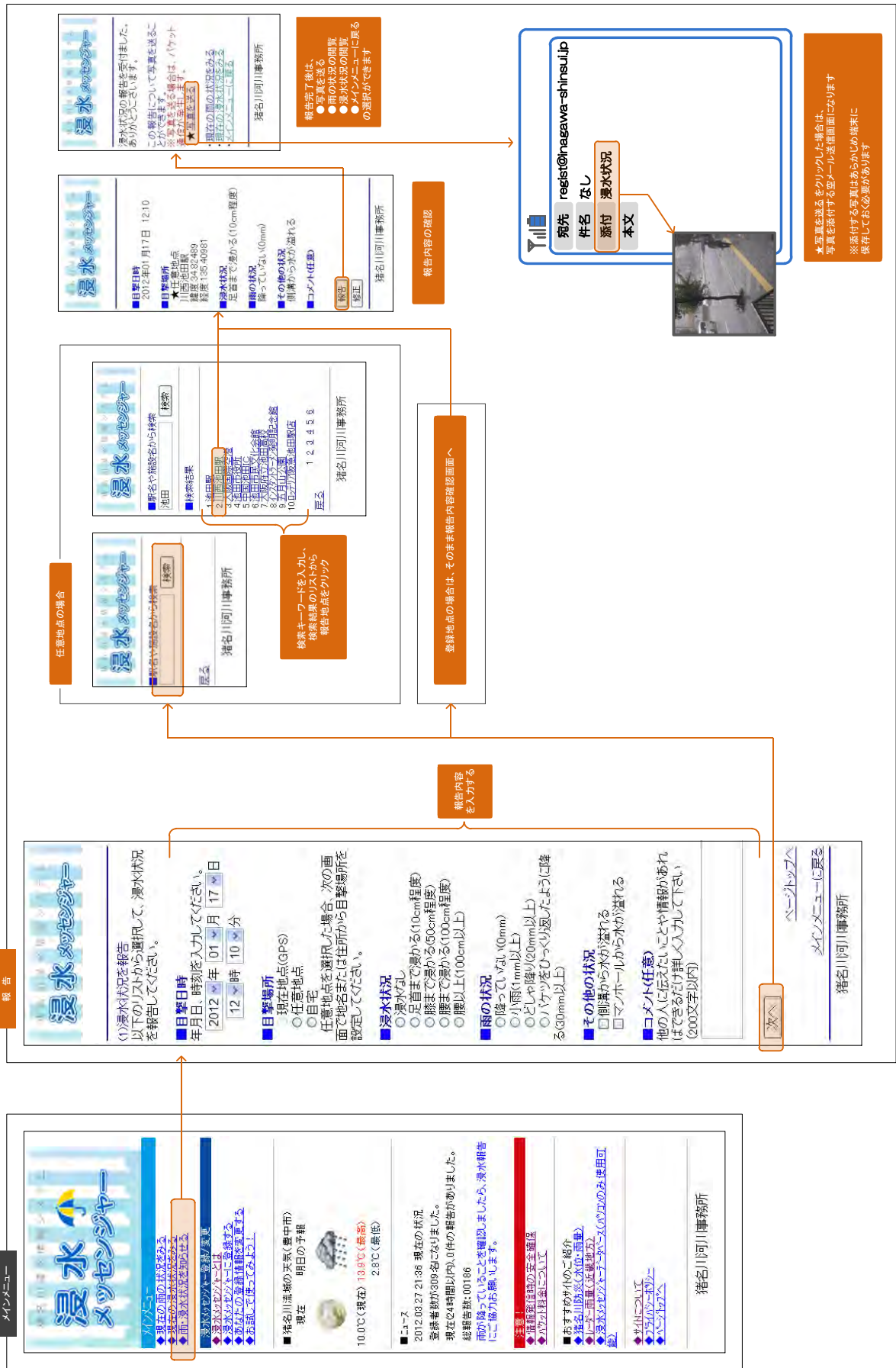


図 3-46 浸水情報入力用画面の例

システムフロー図(閲覧機能)

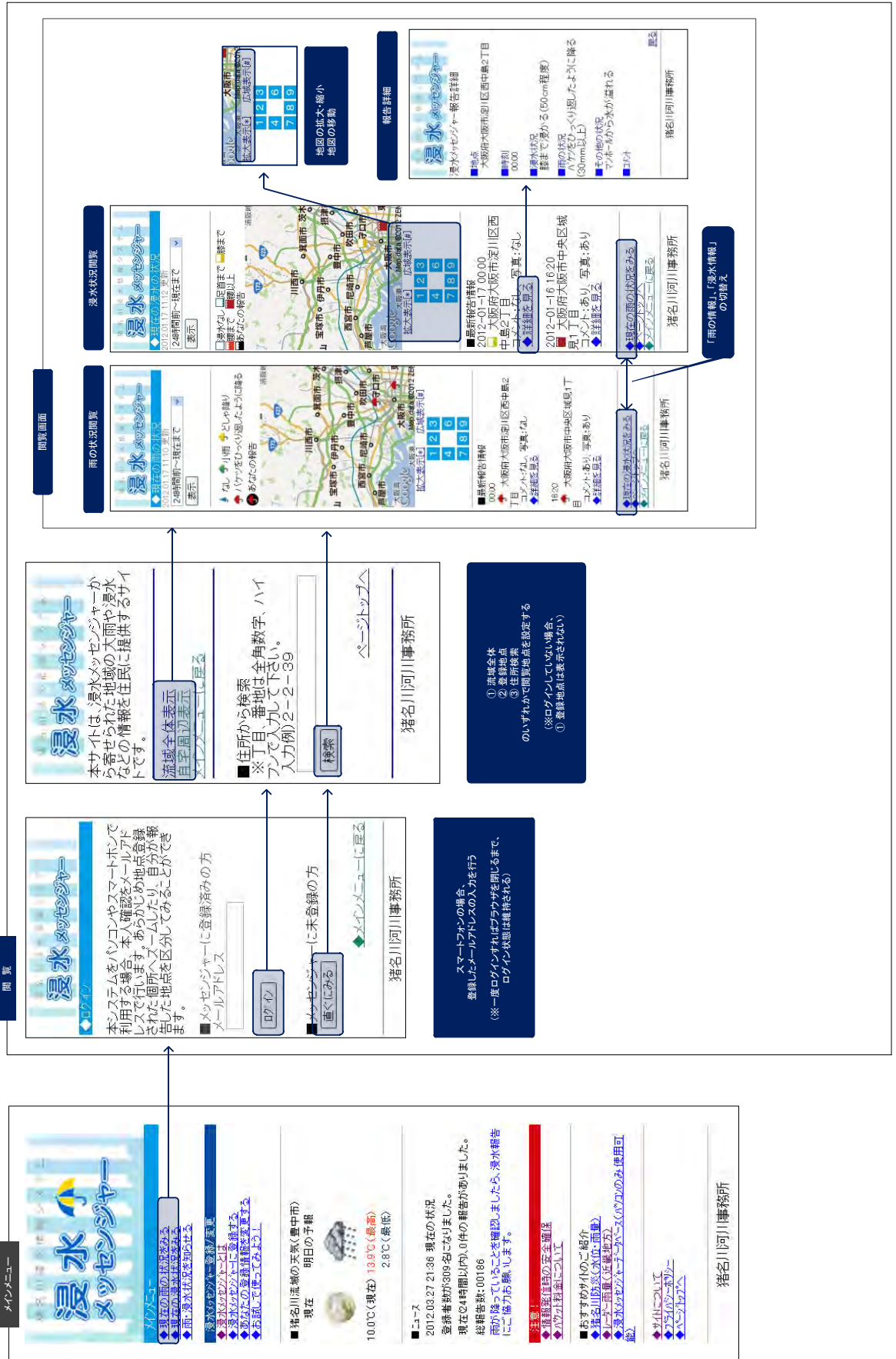


図 3-47 浸水情報閲覧用画面の例

#### (4) 河川維持管理データベースシステム

##### 1) システム構築の目的

河川維持管理業務を支援する仕組みである河川維持管理データベースシステムの全国統一版“RMDIS”（リマディス）構築の目的は次のとおりである。

- ▶ 河川維持管理の現場における河川維持管理業務を着実に、かつ効率的に行うための業務支援
- ▶ 現場での河川維持管理のP D C Aサイクルによるスパイラルアップの支援、及びこれに基づく技術基準やマニュアル類の充実など、業務の高度化のための知見の効率的な集積
- ▶ 河川維持管理の政策の企画立案に資する基礎的な情報収集の効率化と適切な管理

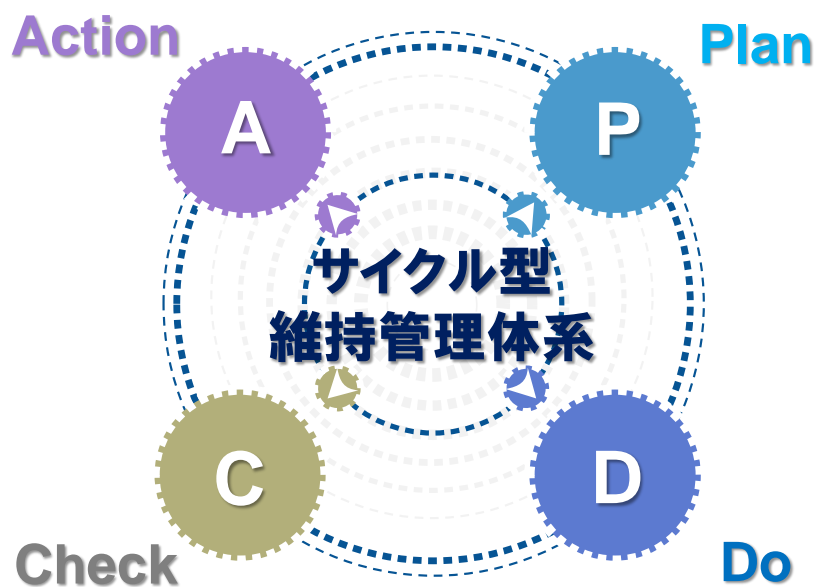


図 3-48 サイクル型維持管理体系の概念



## 2) 基本方針

本システムは、河川維持管理業務全般に対する支援をその範囲としており、対象ユーザは、河川管理者である国土交通省（本省、地整、事務所、出張所）である。

システム構築の基本方針としては、維持管理の効率化、高度化を目指すとともにコスト・運用の面に配慮したシステムとする。

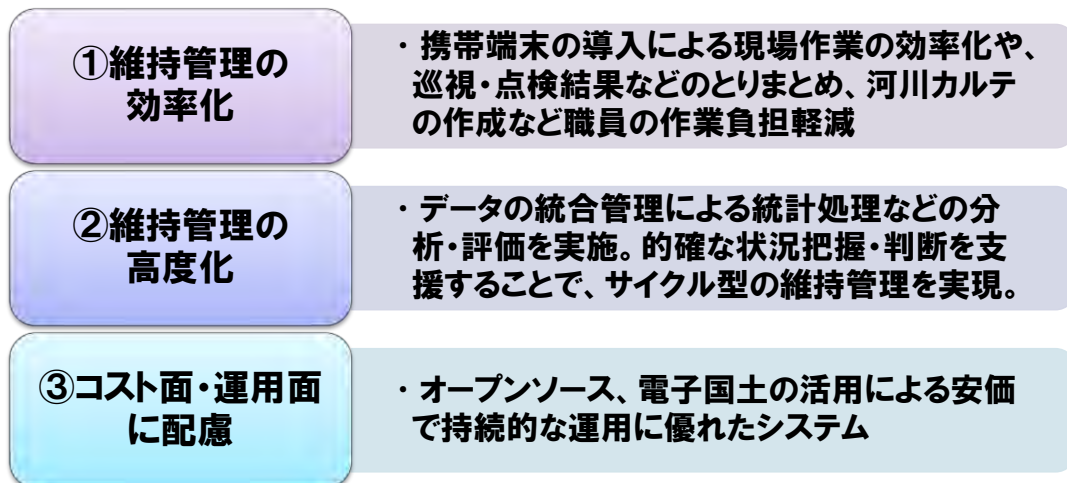


図 3-49 RMDIS 構築の基本方針

## 3) 全体構成

RMDIS は、各ステークホルダーで利用するシステムとして、事務所データベース（出張所含む）、整備局データベース、本省データベースを整備し、事務所データベース・整備局データベースは、各整備局、本省データベースは本省に設置するシステムである。

- 各事務所の維持管理行為に係わる情報を、事務所データベースにデータベース化し、Excel や PDF などの関連するファイルを含めて、統合的に管理する。
- 整備局データベースは、事務所データベースに蓄積された情報から抽出・集計する等により、管内のデータ管理を行う。
- 本省データベースは、整備局データベースに蓄積された情報から抽出・集計する等により、全国のデータ管理を行う。



図 3-50 RMDIS 全体構成



#### 4) システム機能

主な機能は次のとおりである。(1) サイクル型維持管理体系を踏まえた、各維持管理行為における PDCA サイクル(各ステップ)の支援、(2) 行政相談や調べもの、予算要求資料作成などの日常業務の支援、および(3) 維持管理業務に係わる必要情報の取得など関連システム、データベースとの連携支援を基本機能としている。

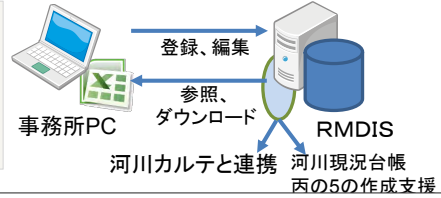


図 3-51 システムの主な機能

5) PDCA サイクルの支援

◆台帳管理（構造物台帳）

- ・地図、一覧表から施設情報を簡易に検索・確認。台帳様式を共有し、随時更新が可能。
- ・本省向けデータを自動作成。
- ・台帳は全国統一の様式を採用。



地図選択画面



選択

一覧画面



選択

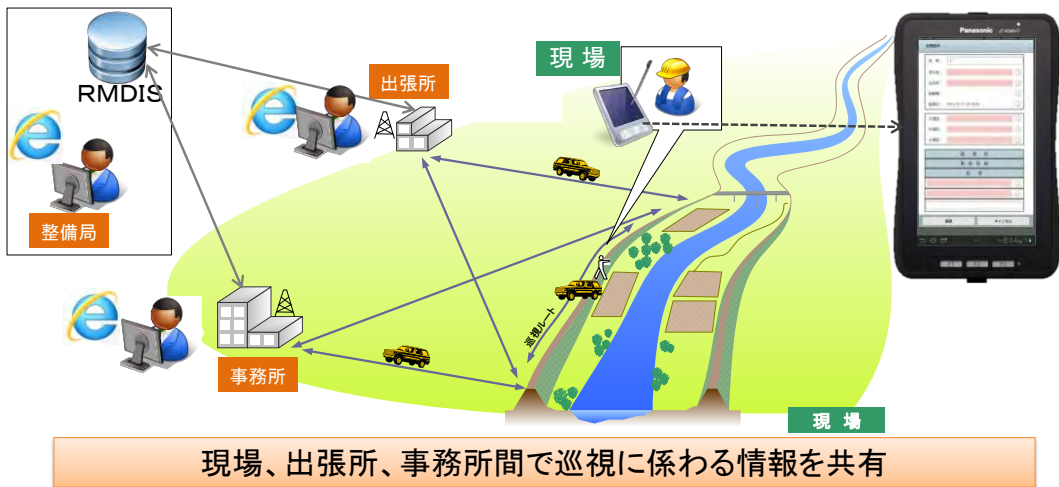
様式ファイル(Excel)

構造種別		構造種別		構造種別		構造種別		構造種別		構造種別		構造種別		構造種別	
名称	羽田水門	所在地	多摩川	構造種別	水門	完成年月	1988	更新年月		構造種別(その他の場合)		構造種別	水門	完成年月	1988
構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門
構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門	構造種別	水門

全国統一の様式

◆河川巡視

- ・携帯端末に記録した巡視結果と写真から日報を容易に作成できる。
- ・携帯端末で目的箇所の情報を参照し、現場の記録作業を効率化できる。
- ・巡視日数・記録数、異常の有無等を集計・分析して巡視業務の見える化を支援。



◆点検

- ・現場で安全利用点検や堤防点検の結果記録、写真撮影が可能。
- ・所定様式の作成など結果のとりまとめが簡易に可能。

**現場**

**安全利用点検**

**堤防点検**

**事務所・出張所**

**安全利用点検結果(対策箇所写真)** 様式-3

整備局名	関東地方整備局	事務所名	茨浜河川事務所
水系名	多摩川	河川名	多摩川
施設名	堤防	区域番号	堤-右6

**蓄積**

RMDIS

**様式への出力**

◆河川カルテ

- ・河川カルテの情報を一覧と地図から簡易に検索が可能。
- ・河川カルテの様式(1、2、3)をWebで共有し、随時更新することが可能。
- ・巡視・点検結果を参照しながら基本カルテ(様式1)の更新が行えるため、カルテの作成・更新の効率化が図れる。
- ・構造物台帳機能の位置情報と連携し、河川カルテの地図上で構造物位置の把握が可能。

**事務所パソコン**

点検・巡視結果の取り込み

構造物台帳から構造物の位置取り込み(様式3と連携)

RMDIS

**地図画面(様式1)**

**一覧画面**

**様式1エクセル**   **様式2エクセル**   **様式3エクセル**

6) 日常業務の支援

◆行政相談・事件事故

- ・ 問い合わせ・報告内容を既定様式で随時作成・登録できる。
- ・ 事象箇所を地図上に登録することで、地図から情報を検索できる。
- ・ 対応・処置を時系列で記録し、対応状況の履歴を参照できる。



◆各種検索

- ・ 蓄積された各種情報を横断的に検索し、探しものに要する時間を軽減。
- ・ 現地写真等のデータを2次利用できる。

- ・ 検索対象: DB項目、ファイル(写真、Excel、Word、PPT、PDF、DWG)
- ・ 検索条件: DB項目、ファイル名称、データの更新日、位置等





7) 関連データベースとの連携支援

・既に整備されているシステムとの連携が可能。

RMDISの画面から  
関連システムへの  
リンクを設ける

将来的には、機械  
DB、電気通信設備  
DBとデータ連携を  
図る

8) 整備局データベース

- ・事務所DBに蓄積された情報から、必要となるデータを抽出・集計することが可能。事務所別・河川別・施設別・事象別等による集計・分析ができる。
- ・整備局と事務所間の情報共有により、事務所からの報告作業の軽減に繋がる。

事務所DB 整備局DB 集計条件

事務所DB  
事務所DB  
事務所DB

事務所ごと  
に蓄積  
された  
情報

事務所DB  
データの  
集約

事務所別  
河川別  
施設別  
事象別

各種条件  
による  
集計・分析

システム画面

整備局DB 集計画面

集計条件

Excel出力

集計結果の表示

9) システム運用

(a) システム運用のイメージ

RMD I Sは、各維持管理行為のP D C Aサイクルにおいて、状態把握や維持管理対策の結果を一元的に蓄積し、必要となる各種分析・評価や台帳・河川カルテへのとりまとめを行う。

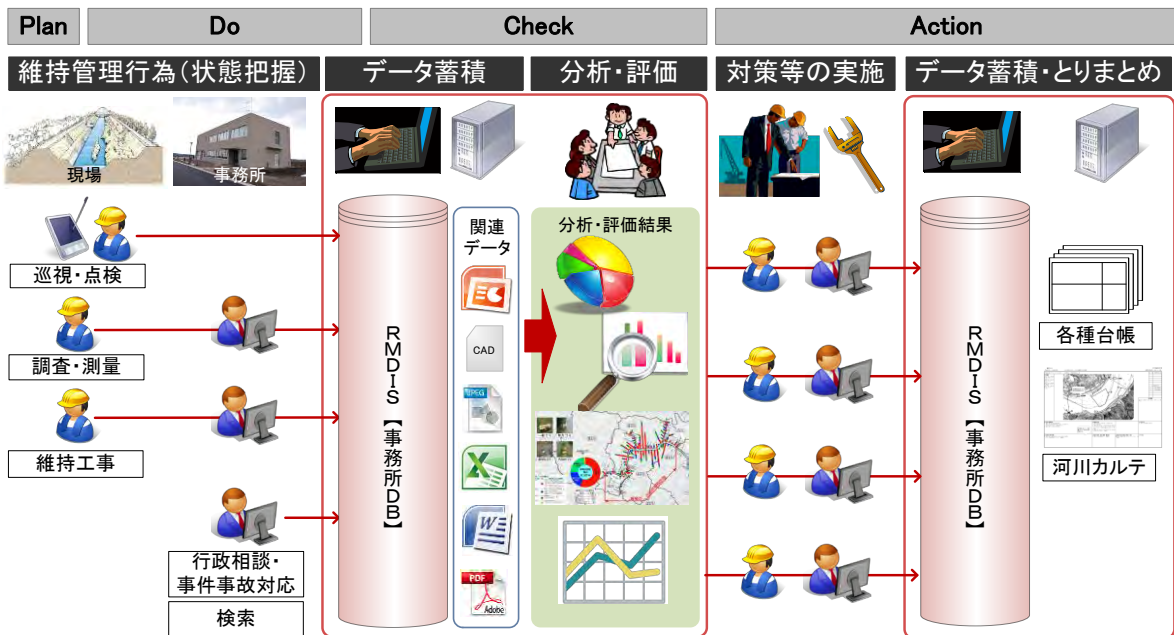


図 3-52 PDCA サイクル型によるシステム運用のイメージ



(b) 携帯端末運用のイメージ

現場で使用する端末は、通信機能、防水・防塵機能、GPS 機能、カメラ内蔵で長時間バッテリーを有するタブレット型を使用する。端末運用のイメージは次のとおりである。



図 3-53 携帯端末運用のイメージ

(c) 分析・評価イメージ

本システムでは、蓄積された各種データの統計処理等による分析・評価機能が付加されている。この分析・評価システムは、一般への公表用資料や予算要求資料等の作成支援を目的としたものであり、システムからのアウトプットデータを活用することで効率的な資料作成が可能となる。

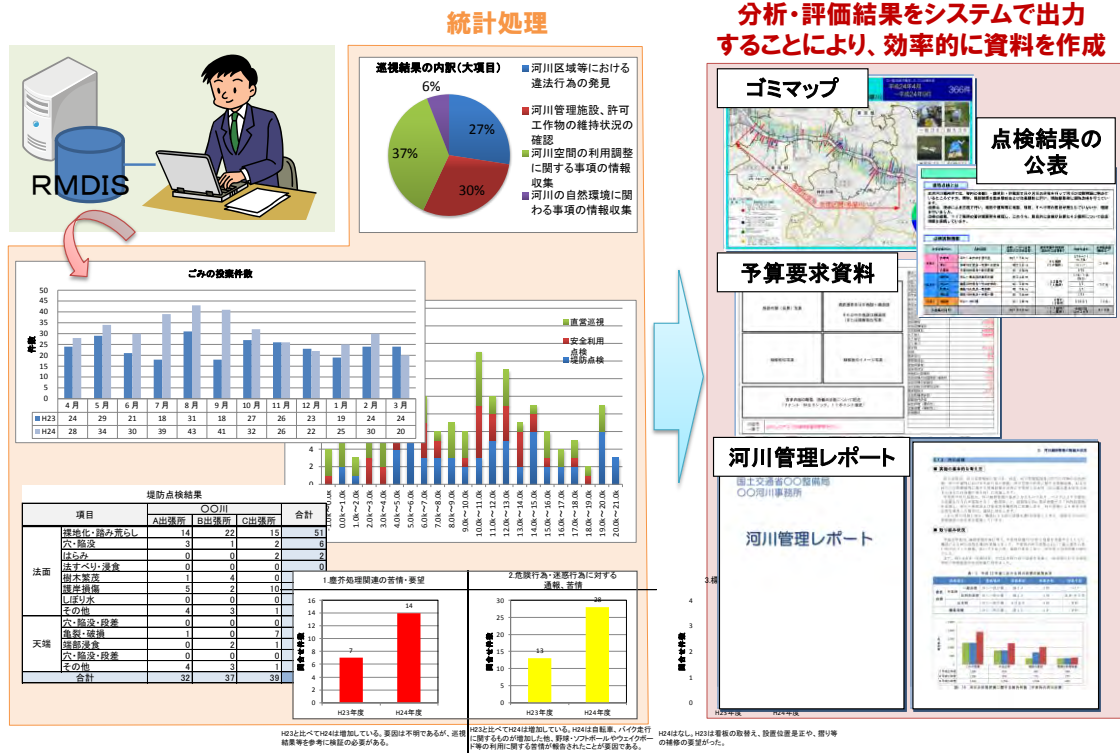


図 3-54 分析・評価のイメージ

### 3.3.3 土砂災害観測・対策

#### (1) 雨量・気象情報

土砂災害観測・対策分野における雨量・気象関連情報提供システムについては、「雨量レーダーの解像度の向上」、「計測間隔の短時間化」が望まれるが、これらを解決する防災システムとして、X-バンド MP レーダーがあげられる。詳細は3.3.4で述べるため、ここでは省略するが、3.2.3で事例としてあげた Nova Friburgo 市において X-バンド MP レーダーを導入した場合のイメージ図を以下に例示した。

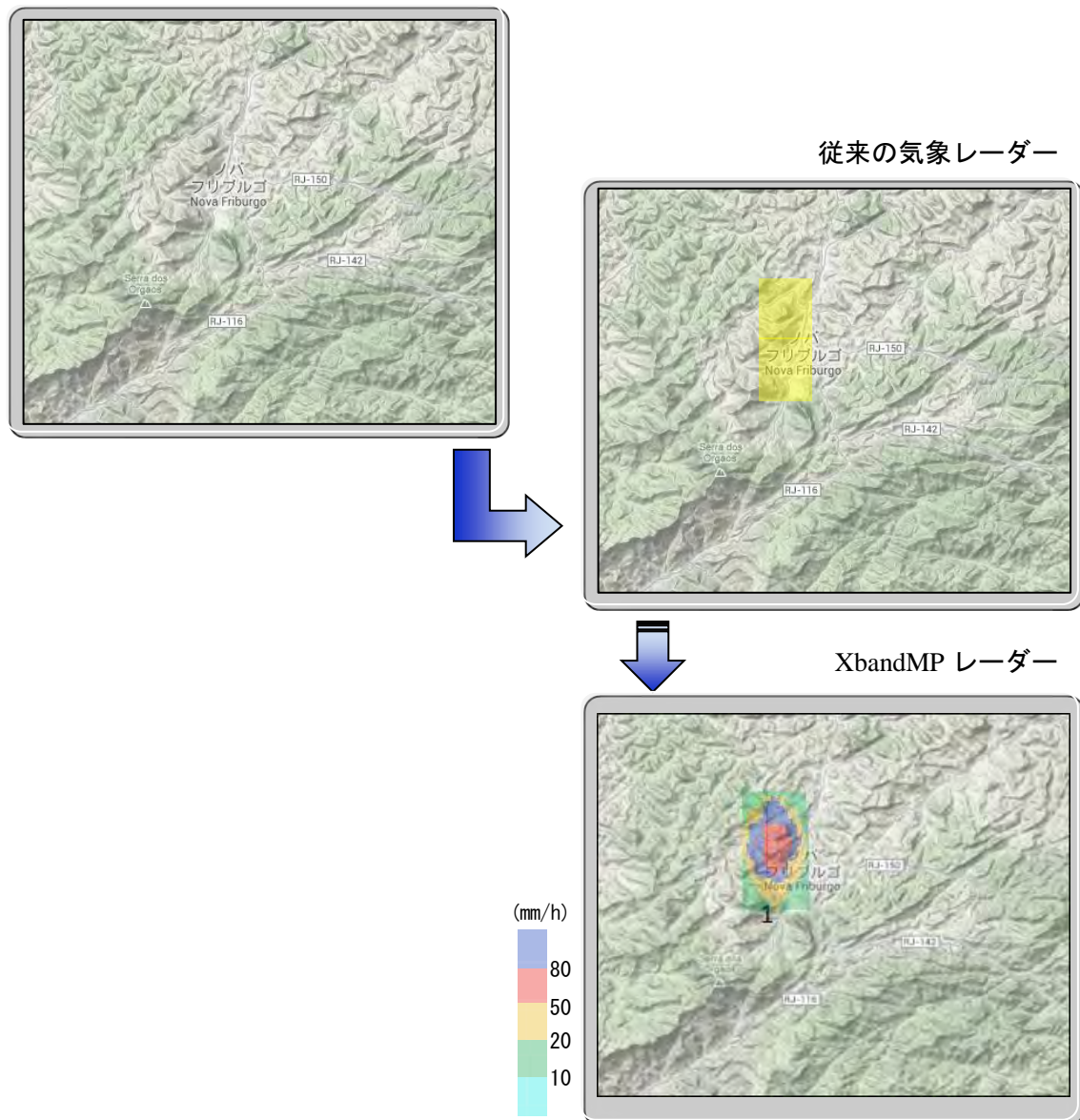


図 3-55 Nova Friburgo 市における XbandMP レーダー適用事例

(出典：JICA 調査団)



## (2) 土砂災害ハザードマップ

### 1) 土砂災害ハザードマップ情報の利便性向上

土砂災害ハザードマップ情報の利便性の向上を図る有効な手段としては、ハザードマップ情報の GIS データ化があげられる。GIS データ化により、空中写真や気象情報等との重ね合わせなどが可能になるほか、WebGIS によるインターネットでの情報公開も容易となると考えられる。

以下に、日本での利便性向上事例を示した。

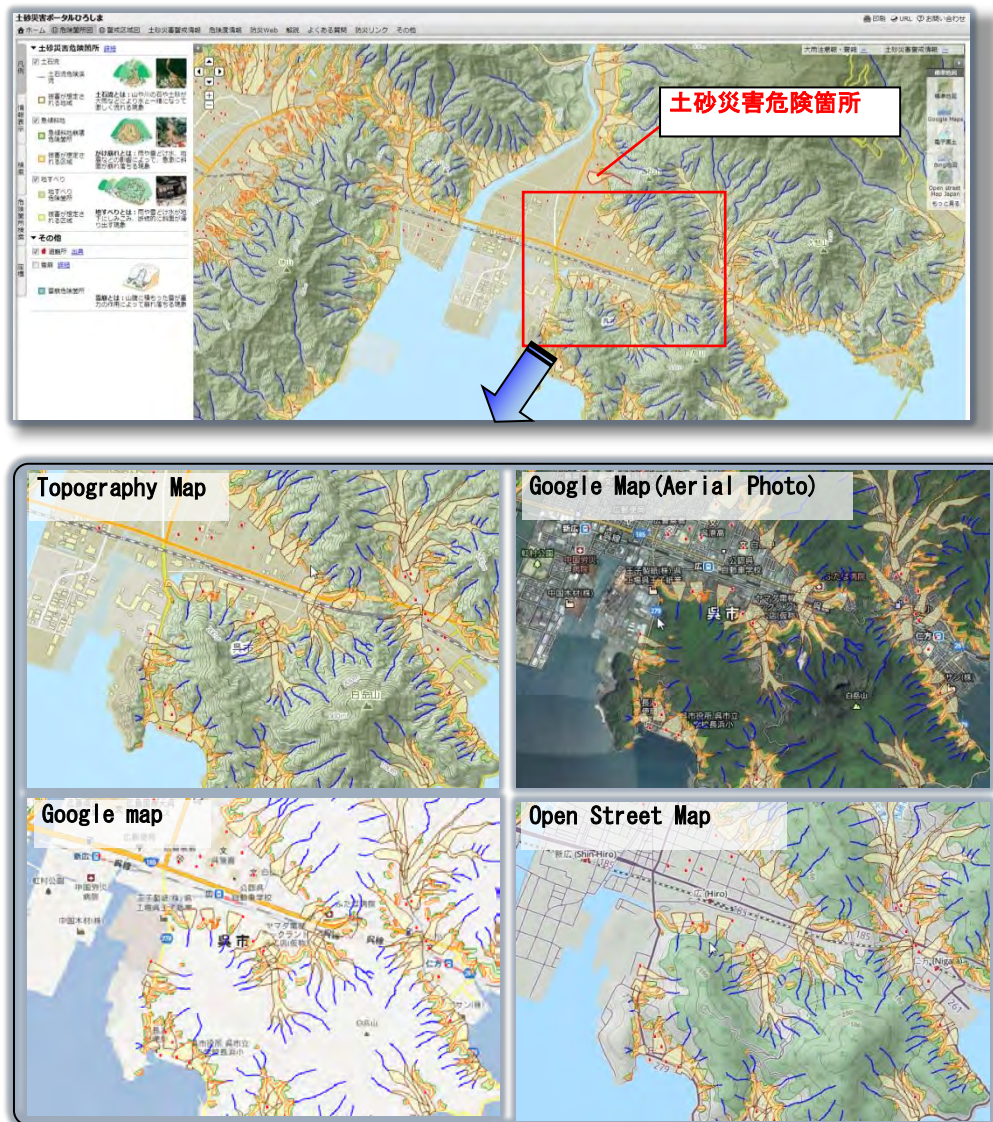


図 3-56 広島県土砂災害ハザードマップ (web)

出典 : <http://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp/portal/map/kiken.aspx>

※県全域の危険箇所を webbrowser で閲覧可能。地図の変更が可能であり、Google Earth でも確認可能。  
(「ブ」国、他国の状況)

GIS データ化は汎用化された技術であり「ブ」国でも今後十分自前で実施可能な技術であることから、日本からの技術提供は必要ないと考えられる。

(日本の優位性)

GIS データ作成自体は日本の優位性は特になく考えられるが、後述する土砂災害危険度情報と重ね合わせインターネット等で公開することで、連邦・州・市の防災担当者、住民へ、具体的でわかりやすい危険度情報等の提供が可能となる。

## 2) 地図精度の統一・向上

地図の精度の統一・向上を図る手段としては、DM (Digital Mapping) ・3次元 TIN (Triangulated Irregular Network) LP (レーザープロファイラ) データ等による高精度の地図データ作成があげられる。日本においても、土砂災害危険箇所や荒廃地等において、これらのデータが積極的に作成されており、施設整備・危険箇所の設定等に積極的に活用されている。

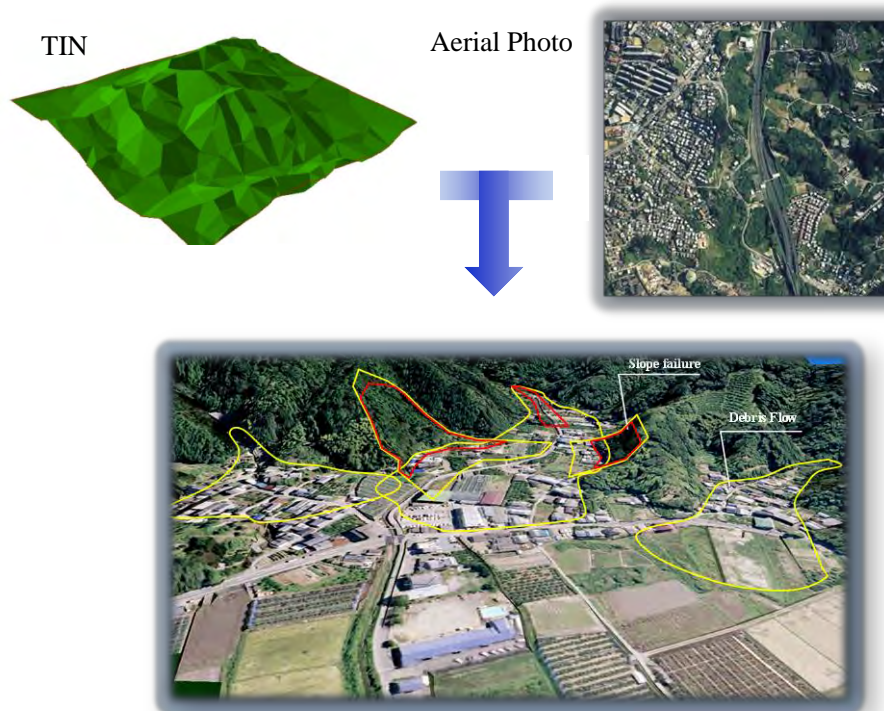


図 3-57 高精度地図 作成イメージ

出典：MLIT 資料をもとに JICA 調査団作成



(「ブ」国、他国の状況)

現在「ブ」国においても、一部では徐々に民間会社および州政府部局内で作成技術が蓄積されている(例: サンタ・カタリナ州持続的経済開発局 (SDS、Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável) で実施されている、州全域の DM、TIN データの作成事業など)

(日本の優位性)

日本では航測会社を中心に、これらの高精度地図の作成に高い技術を有するが、他国でも同様の技術を有するほか、上記の通り「ブ」国でも技術が蓄積されつつあるため、優位性は高くないと考えられる。

### 3) 区域設定に当たっての定量的な手法の作成

現在日本国内では、土砂災害防止法が施行されており、土砂災害の発生の恐れのある地区を「土砂災害警戒区域」「土砂災害特別警戒区域」として法指定し、住民へ周知することが義務づけられている。

前述した TIN 等の高精度の地図を用いて、土砂災害の統計的結果を基に、定量的な設定手法を用いて都道府県により危険区域の設定が効率的に行われている。(土砂災害警戒区域の指定数: 平成 25 年 4 月現在: 約 31 万箇所)

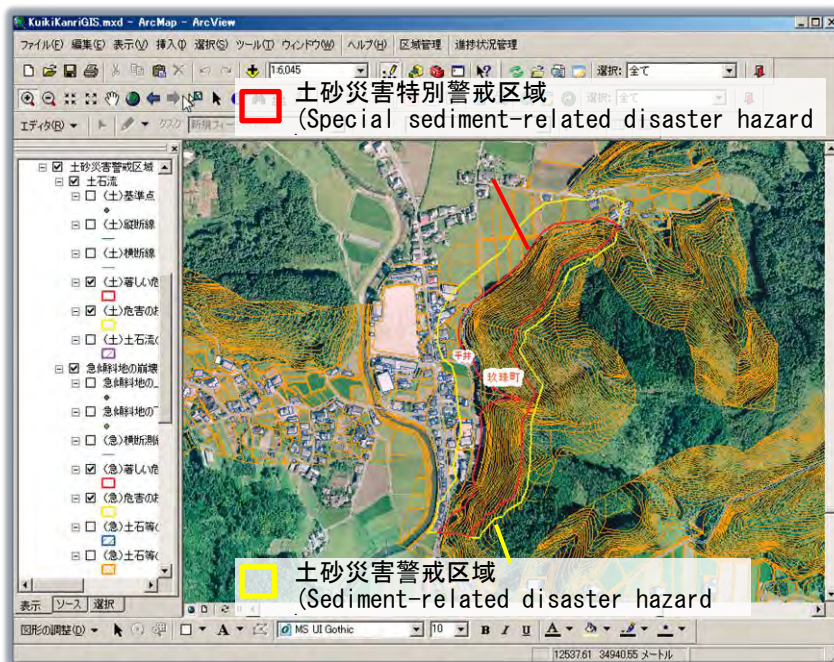


図 3-58 土砂災害警戒区域の設定・管理

出典: sff.or.jp

(「ブ」国、他国の状況)



「ブ」国では、地質学者の協力のもと、土砂災害ハザードマップが設定されている。ただ、具体的な手法は特に定められていない。

他国では、オーストリア等で区域設定等が実施されているが、Web 等での積極的公開は実施されていない。

(日本の優位性)

定量的、効率的な手法の設定で区域設定の実施については優位性があると考えられる。

### (3) 土砂災害発生危険度評価

土砂災害の発生予測に関する技術は、日本において標準化された予測手法が確立され、日本全国で運用されている。

#### ○土砂災害警戒情報

土砂災害警戒情報は、都道府県と地方気象台が共同で、土砂災害発生の危険度が非常に高くなった市町村を対象に発令される。

発令情報は、雨量、市町村名、雨域の方向等であり、時間の経過に伴い随時情報を提供する。

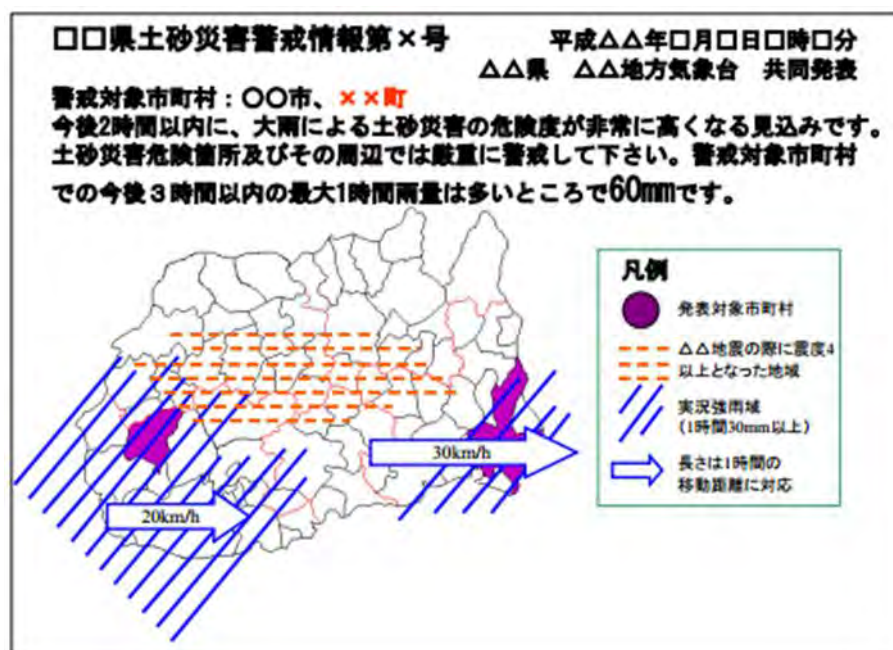
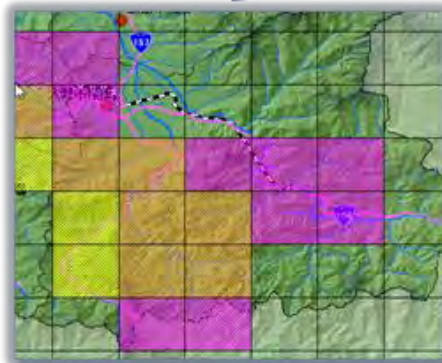
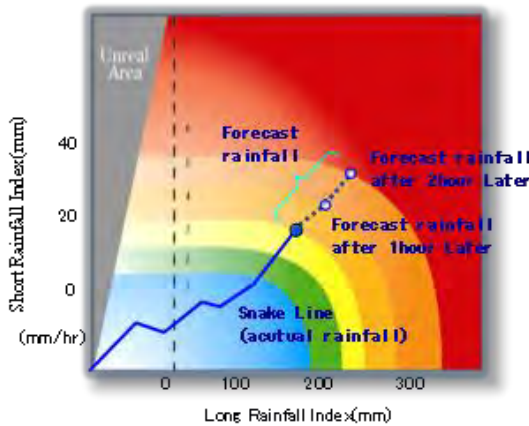


図 3-59 土砂災害警戒情報例

さらに、より具体的な情報として、メッシュによる危険度表示や、スネークカーブ曲線による、危険度変化の予測技術がある。



メッシュで各地区の  
危険度表示



将来の雨量予測+危険度  
をグラフで表示

出典：MLIT,JAPAN 福井県河川・砂防情報

図 3-60 危険度メッシュ表示とスネークカーブ表示 イメージ

さらにこれらの危険度の情報は、土砂災害危険箇所の情報とも重ね合わせて危険度をより具体的に表示することも可能である。

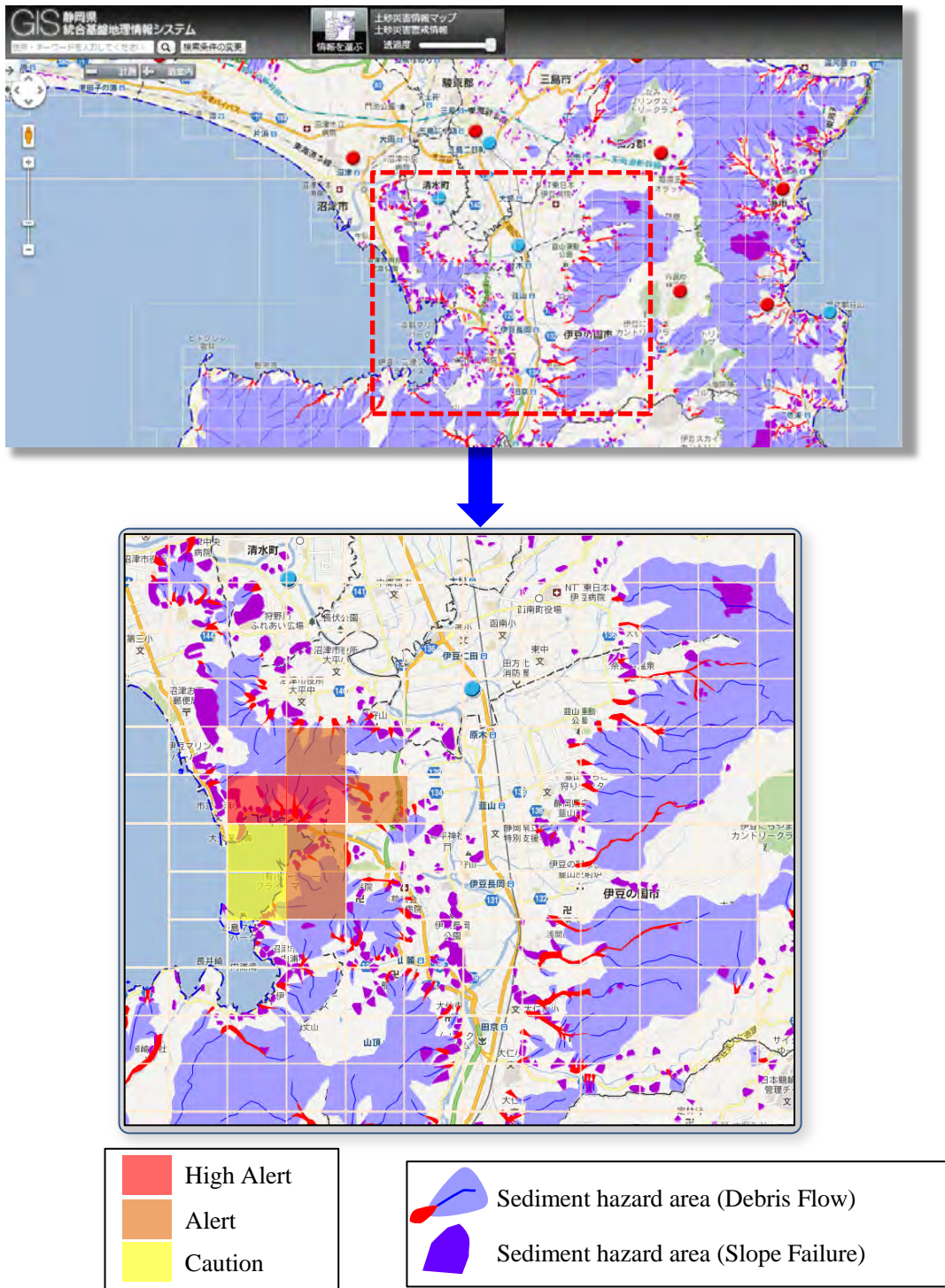


図 3-61 土砂災害危険度情報とハザードマップの重ね合わせ例

出典：静岡県 土砂災害情報



また、これらの情報は、地上デジタルやワンセグでの情報提供も実施されている。



出典：和歌山県

図 3-62 テレビでの情報提供の事例

(他国の状況、「ブ」国の状況)

「ブ」国の一部（リオデジャネイロ州）や他国では土砂災害の危険度に関する研究は進められているが、日本のように官庁（気象庁が）が分析結果に基づき土砂災害警戒情報を発令し、行政・住民に幅広く危険度情報を提供するような体制は整えられていないのが現状である。

(日本の優位性)

土砂災害警戒情報は行政（気象台、都道府県）が主体となって発令される。また、メッシュ情報やスネークカーブ等に基づく具体的な情報についても多くのノウハウが蓄積されていることから、官民両方に技術が蓄積されており、日本の優位性は高いと考えられる。

なお、土砂災害警戒情報は2005年から運用されているが、運用後、防災担当者が避難勧告等を発令する際に参考する情報として、雨量情報に次いで参考とするという結果が出ており、導入により高い利活用が図られると考えられる。

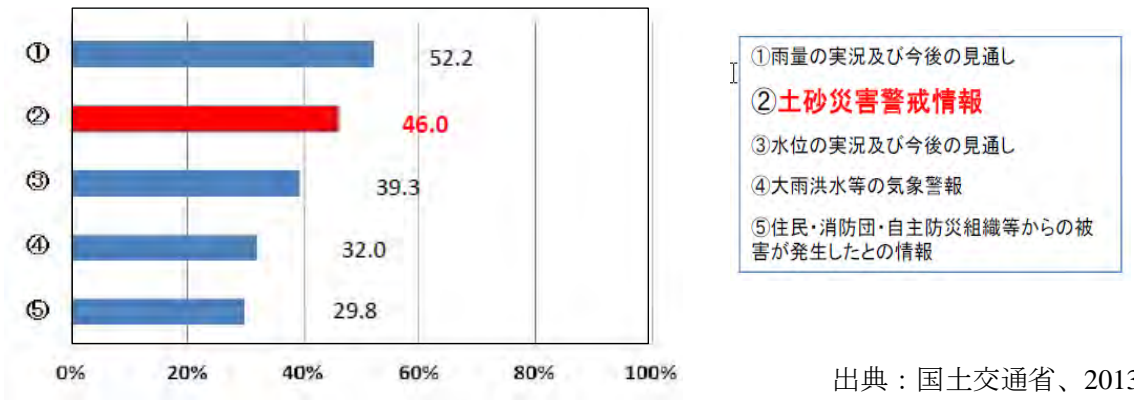


図 3-63 土砂災害警戒情報の利活用状況

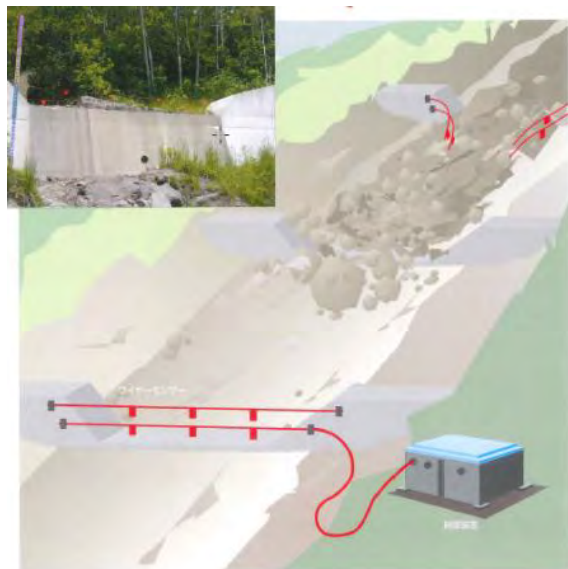
(4) 土砂災害モニタリング

土砂災害発生に備え、土砂災害危険箇所や、土砂の移動が確認されている地域において土砂災害モニタリングを行うことで、住民の安全な避難、二次災害の防止等をはかることが可能である。日本国内では各種センサー等が開発されているほか、衛星等を用いたリモートセンシングが実施されている。以下に事例を示す。

1) 災害発生検知センサーを用いたモニタリング

○土石流検知センサー

河川等にワイヤー等によるセンサーを設置し、迅速に土石流の発生を検知する。



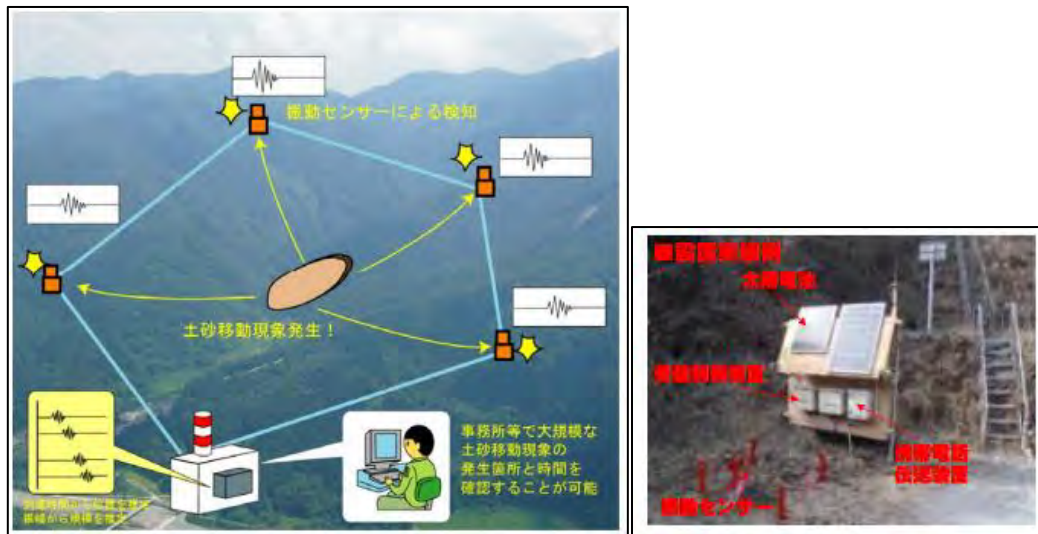
出典：takuwa.co.jp

図 3-64 ワイヤーセンサーイメージ図

○振動計による土砂災害検知センサー



振動計を1カ所または数カ所に設置し、検知された振動を分析することで、土砂災害発生位置、発生状況を検知する。

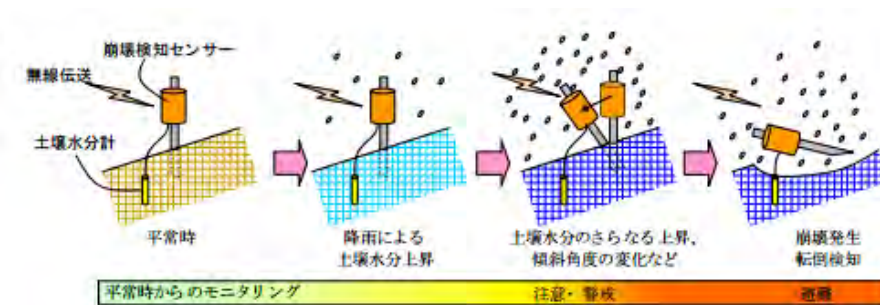


出典：土木研究所

図 3-65 振動検知センサーイメージ図

○崩壊検知センサー

崩壊地、またはその恐れのある地域において設置するセンサーであり、土壌水分の計測も可能である。



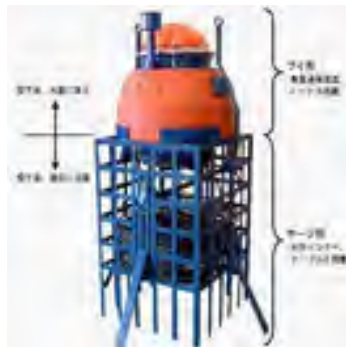
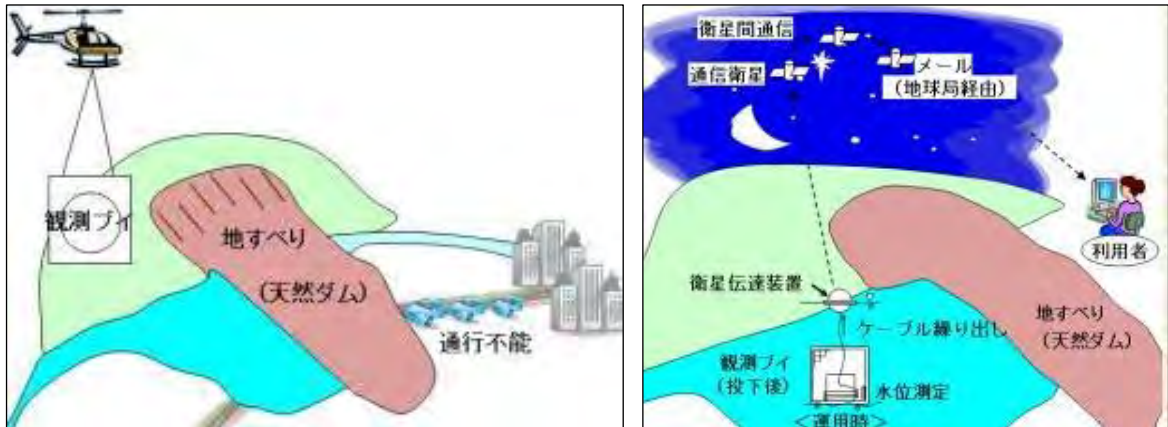
出典：土木研究所

図 3-66 崩壊検知センサー イメージ図

○天然ダムセンサー（投下型ブイ）

ヘリコプターで運搬し、天然ダムに投下することで迅速に水位を計測する装置である。衛星回線の活用により、遠隔地でも安全かつ迅速に水位観測が可能である。

日本国内の他、インドネシア等で観測の実績がある。



出典：土木研究所

図 3-67 投下型ブイ 運用イメージ図およびブイ写真

## 2) 衛星等リモートセンシングによる災害発生状況の把握

地球観測衛星を活用することにより、土砂災害発生場所の把握、地形の変状等の把握等が可能となる。これにより、災害現場内で調査することなく、安全に現地の危険性を迅速に把握することが可能となり、二次災害の防止等をはかることができる。

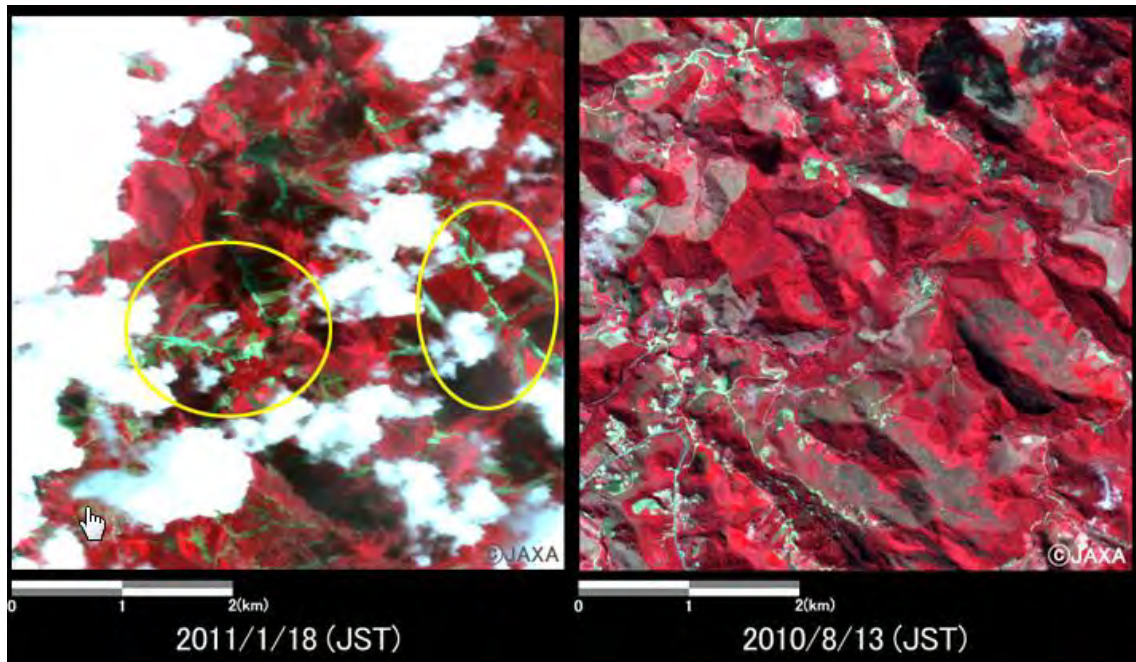


図 3-68 2011年1月ノバフリブルゴ北西部付近の土砂災害状況の把握

(日本の地球観測衛星(だいち)の撮影写真による)

※明るい灰色部分が土砂災害発生部分。赤い色は森林。黄色い円の部分は特に土砂災害発生が著しい地域。

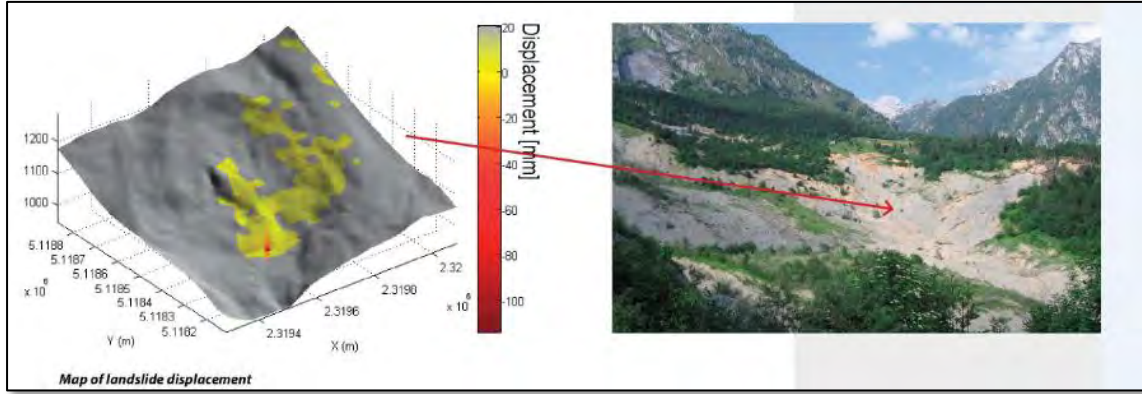
(「ブ」国の状況、他国の状況)

(「ブ」国の状況)

「ブ」国では土砂災害モニタリングはほとんど実施されていない。今後は、土砂災害危険箇所や土砂災害発生箇所において土砂災害モニタリングを実施していくことが求められる。

(他国の状況)

アメリカ等において、地すべり地や崩壊地の変位をGPS機器や地上設置式SAR(合成開口レーダー)により測定する試みが行われている。





出典：Olson Instrument , Inc.

**図 3-69 地上設置式 SAR（合成開口レーダー）による崩壊地等のモニタリング**



出典：Graz 技術大学（オーストリア）

**図 3-70 GPS 機器による地滑り地のモニタリング**

(1.GPS アンテナ、2 ソーラーパネル、3 雷防止対策装置、4 データ転送装置)  
※光ファイバーによる変位測定も実施されている。

（日本の優位性）

GPS 機器や SAR を用いたモニタリングは、日本でも実績があるが、上記の通り他国でも実績があることから優位性は高くないと考えられる。ただし、振動計による土石流センサー、崩壊検知センサー、投下型ブイなど、独自に開発されたモニタリング機器を有するほか、衛星写真の分析等も高い技術を有していることから、技術移転等も含めた総合的にモニタリング技術を提供することで日本の優位性が確保できると考えられる。



### 3.3.4 気象観測

気象観測において、日本国で運用等が行われている先進的な設備としては気象レーダーがあることから、ここでは先進的な気象レーダーについて以下に述べる。

#### (1) X-バンドマルチパラメータレーダー

(概要・特徴)

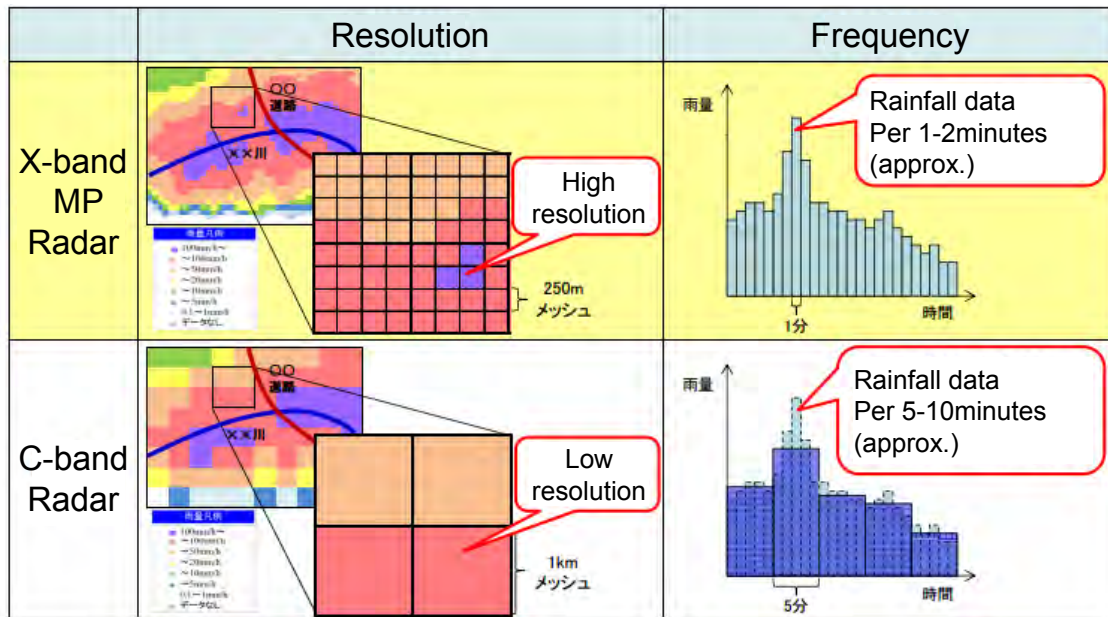
X-バンドマルチパラメータ（以下、MP）レーダーは、従来の気象レーダーと比較して時間的・空間的に高い分解能を持つ気象レーダーである。日本国内でも本格的な雨量情報配信（XRAIN）が開始され、Web やスマートフォンで雨量情報を閲覧することが可能である。

X-バンド MP レーダーの特徴は以下の通りである。

- X-バンドは小さなアンテナでもビームをしぼることができ、近距離で高（空間）分解能な観測に適している。時間的にも高分解能なデータを収集することも可能であるため、短時間間隔で雨量強度を観測することにより、局地的な大雨や集中豪雨の変動の様子も詳細に捉えることができる。
- X-バンドレーダーは、①小型化できるため都市内にも設置し易い、②S-バンド或いはC-バンドに比べて施設整備にかかる費用が安い、③時間・空間分解能が高い、という利点を持っている一方、①観測範囲に限られる（定量観測は半径 60Km 程度）、②強雨の裏側で電波消散領域が発生する、という問題点がある。これらの問題点については、多くのレーダーを設置し、それらをネットワーク化することによって解消可能である。
- MP レーダーは水平の偏波と鉛直の偏波を発射し、その反射波の情報を様々に比較・加工する。MP レーダーは、雨滴が大きくなるほど落下による空気抵抗によってその形状が扁平となり、水平偏波と鉛直偏波の散乱特性に差が出ることを利用しており、水平偏波、鉛直偏波、反射因子差、偏波間位相差、偏波間位相差変化率、偏波間相関係数、ドップラー速度等のパラメータを観測することが可能である。
- 上記のパラメータのうち、特に偏波間位相差変化率が重要である。従来の X-バンドは、雨による減衰が大きいという欠点があるが、これを逆手に取ると、雨粒が扁平になった時の鉛直と水平の偏波の観測値の違いが出やすいということであり、すなわちこれまで X-バンドの欠点とされていたものが、偏波間位相差変化率に対する感度が良いと

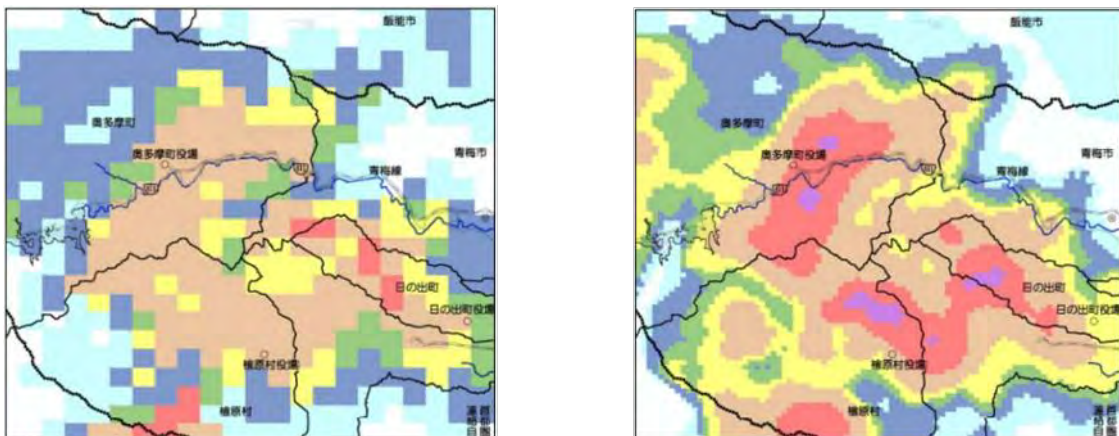
いう利点が変わる。雨による減衰の少ないCバンドでも、二重偏波にすれば同様に偏波間位相差変化率を観測することが出来るが、感度の違いから、より雨量強度の高い降雨の観測に利用が限定される。

従来の気象レーダー（S-バンド,C-バンド）との比較図・比較表を下記に示した。



出典：MLIT,JAPAN

図 3-71 従来レーダーと X-バンド Mp レーダーとの比較(1)



出典：MLIT,JAPAN

図 3-72 従来レーダーと X-バンド MP レーダーとの比較(2)

表 3-14 X-バンド MP レーダーとこれまでのレーダーの比較表

項目・指数	S-バンド	C-バンド	X-バンド
定量観測範囲 (半径)	非常に広い 240km	広い 120km	狭い 60km
波長	10cm	5cm	3cm
観測精度 (メッシュ)	約 5km	約 1km	得意 250m
処理時間間隔	10～15 分	5～10 分	早い 1 分
雨量強度のパラメータ	反射因子	反射因子	弱雨：反射因子 強雨：偏波間位、相 差変化率等
補正	均質化補正、 メッシュ補正	均質化補正、 メッシュ補正	降雨毎の補正不要
得意な対象降雨	台風等大きくゆっくり動く雨	台風等大きくゆっくり動く雨	ゲリラ降雨等狭くて早く動く雨

出典：JICA 調査団整理(<http://www.river.go.jp/>)

(開発状況、 他国の状況)

日本国内で X-バンド MP レーダーを開発しているのは日本無線、東芝、三菱電機の 3 社である。他国でも X-バンド MP レーダーは開発されており、米国 EEC 社、フィンランド Vaisala 社、ドイツ Selex 社等が該当する。

(日本製品の優位点)

日本製の X-バンド MP レーダーは他国製品と比較して以下の利点を有している。

○維持管理コストが大幅に低減可能

海外の X-バンド MP レーダーの多くは、電波発信装置に真空管 (マグネトロン、クライストロン) を用いているが、これらは定期的な保守点検が必要となるほか、寿命が 2～3 年程度のため、機器の取り替え (数千万円程度のコスト) が必要となる。

これに対し日本製の X-バンド MP レーダーは、電波発信装置に半導体素子を利用した「固体化装置」を用いているものが主流である。固体化装置は、真空管タイプのような数年ごとの取り替えは不要で、消費電力も大幅に低減が可能である。

○占有帯域幅の低減が可能

レーダー観測に必要な電波の占有帯域幅を低減することが可能である。

ファイナルレポート

○受信データの加工性

海外製のレーダーは、多くの場合開発会社独自の計測ソフトと同梱で販売されるため、データの加工性（例：他の雨量データ等の統合作業）が低い。これに対し、日本製のレーダーは、計測ソフトとの同梱は必ずしも必要なく、加工性は海外他社のものと比較して優れている。

(2) フェイズド・アレー・気象レーダー

(概要)

フェイズド・アレー・気象レーダーとは、多数のアンテナ素子を配列し、それぞれの素子における送信及び受信電波の位相を制御することで、電子的にビーム方向を変えることができるレーダーである。パラボラアンテナを機械的に回転させるレーダと異なり、瞬間的にビーム方向を自由に変化させることができるため、航空機やミサイル等の飛翔体検出に用いられることが多い。

気象レーダーとして使用することで、局所的豪雨、竜巻等の突発的気象災害も高精度で観測することが可能である。



出典：NICT（情報通信機構）

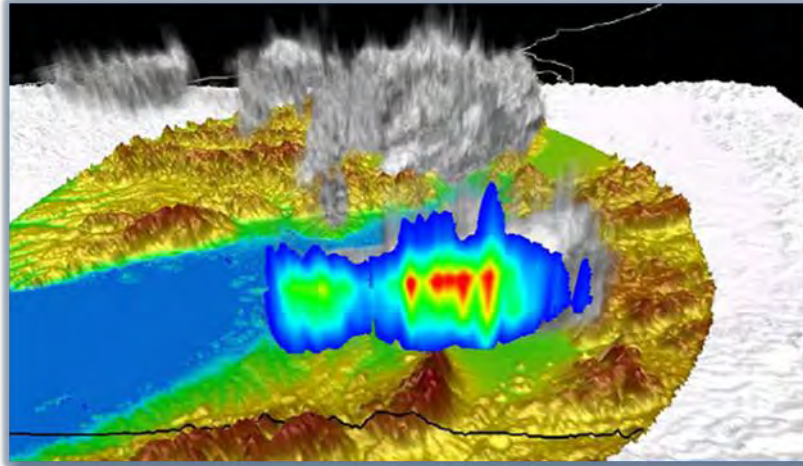
図 3-73 フェイズド・アレー・気象レーダー

(特徴)

・3次元降水分布の観測

一般に配信されるレーダ観測情報は、地図上にマッピングされた地上付近の（2次元）降雨分布のみであるが、雨は上空の雲中で生成され成長しながら地上に落下してくるため、上空の降水（雪・霰・雨など）の3次元構造を観測することで、大雨のメカニズム解明や10～30分程度の短時間予測が可能となる。既存の気象レーダでも、通常3次元観測を行って

おり、「ゲリラ豪雨の卵」や「竜巻の親雲」などが観測されているが、それらのより詳細な鉛直構造や時間変動が求められている。



出典：NICT

図 3-74 3次元雨量観測イメージ図

・観測時間の短縮

観測時間が10～30秒ごととすることが可能なため、きめ細かい雨量観測が可能である。

(開発状況、他国の状況、日本の優位性)

現在、日本でも開発段階であり、NICT（情報通信開発機構）、東芝、大阪大学等が開発に従事している。他国では同様の技術はなく、日本に優位性があると考えられる。



### 3.3.5 水管理・干ばつ対策

#### (1) 総合水管理システム

##### 1) 総合水管理の必要性

流水は、大気、土地と並ぶ人類の生存にとって不可欠な資源である。このため、水文循環（Hydrological Cycle）や水循環（Water Cycle）の過程のなかにある「水」を公共の財産として認識し、地下水と表流水とも公共の財産として管理すべきことは、より自然的な状態に即した公水管理のあり方として合理的と考えられる。

表流水と地下水の水循環機構において土地利用の影響が最も大きい。すなわち、気圏から地圏に降水が到達して水循環が始まる出発点は地表である。従って、地表面の土地利用の管理は水管理を行う上で不可欠なものであるが、これまでの水管理（流域管理）において法的に占有領域にある土地の利用規制までは踏み込むことはできなかった。今後、地下水の公水論が進展すれば、土地利用政策分野への水管理施策の展開が期待される。

地下水保全には地下水が涵養され湧出するまで水の滞留時間が長期に亘ることを考えると、対策の実施とその効果発現まで長い時間が掛かる。このため、地下水・水循環対策は予防的対策が基本であり、予防的な対策の中で土地利用に関する対策を最重要対策の一つとして取り組む必要がある。

##### 2) 総合水管理の視点

###### ◆総合水管理の視点

健全な水循環を確立するためには、水循環機構を把握、評価した上で、水循環系の将来像を確立し、これに向けた基本的方向や方策を関係者で共有することが必要であり、現在の地下水のみに着目した計画に加えて、表流水も加えた総合水管理の視点が必要である。

###### ◆河川水と地下水のバランス

地下水は、主要な涵養域である森林部からの浸透のみならず、中流域の水田地帯において河川より取水された灌漑用水の浸透も大きな涵養源となっている。

そのため、地下水保全においては、地下水だけではなく、河川水も考慮した“表流水管理と地下水管理のつながり”の視点による、河川流量と河川取水による灌漑用水取水のバランスを考慮した、「河川水量－灌漑取水量の適正配分」を検討する必要がある。

**◆流域を越えた地下水汚染**

地下水の流動をより正確に把握し、窒素負荷発生源と地下水への影響範囲について把握して対策を講じる必要がある。

**◆地下水と表流水を一体に捉えた水循環モデルによる水循環機構の把握**

健全な水循環系構築のための水管理を推進していくためには、対象地域の水循環機構を解明・把握し、対象地域の自然・社会条件を踏まえて水循環系の健全性の実態を把握し、問題点を抽出するとともに、それらに対する効果的、効率的な施策を講じることが必要である。

水循環機構を精度良くシミュレートするために、従来の、表流水と地下水を個別に解析する手法から、表流水と地下水の流れを一体として扱う統合型水循環解析を用いることが有効である。

### 3) 統合型水循環解析モデル

#### ◆モデルの概要

構築する水循環モデルは、表流水・地下水一体の水循環の全体像、将来像を科学的に解析し、水循環の観点から優先的に対策を実施すべき場所の想定および水資源管理に資するものとする必要がある。

また、水は、自然環境の根幹となって多様な生態系を育み、かつ私たちの日常生活や社会活動に不可欠なものである。このような水は、雨を出発点とすると、山に降った雨は地表面の土壌に一旦貯留された後、河川に流出したり、さらには地中深く浸透し、湧水として再び地表に戻る大循環を繰り返している。水循環の現状を把握するためには、「自然的水循環系」と「人為的水循環系」に大別して各々の水循環機構特性を把握していくことが重要である。

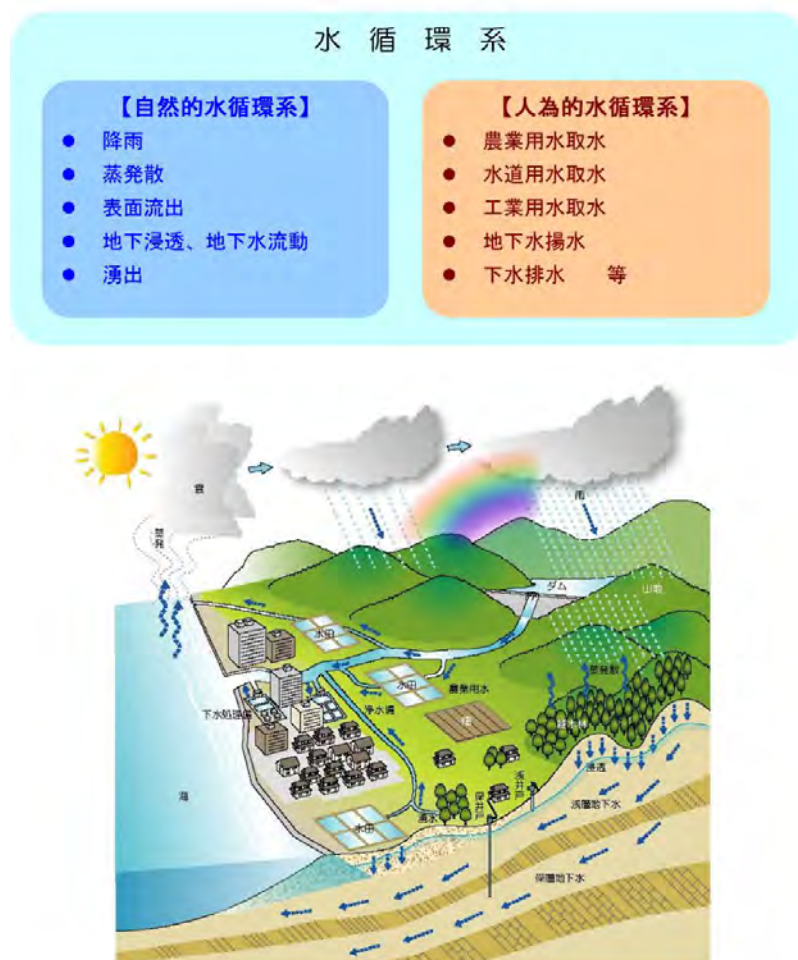


図 3-75 水循環の概念図

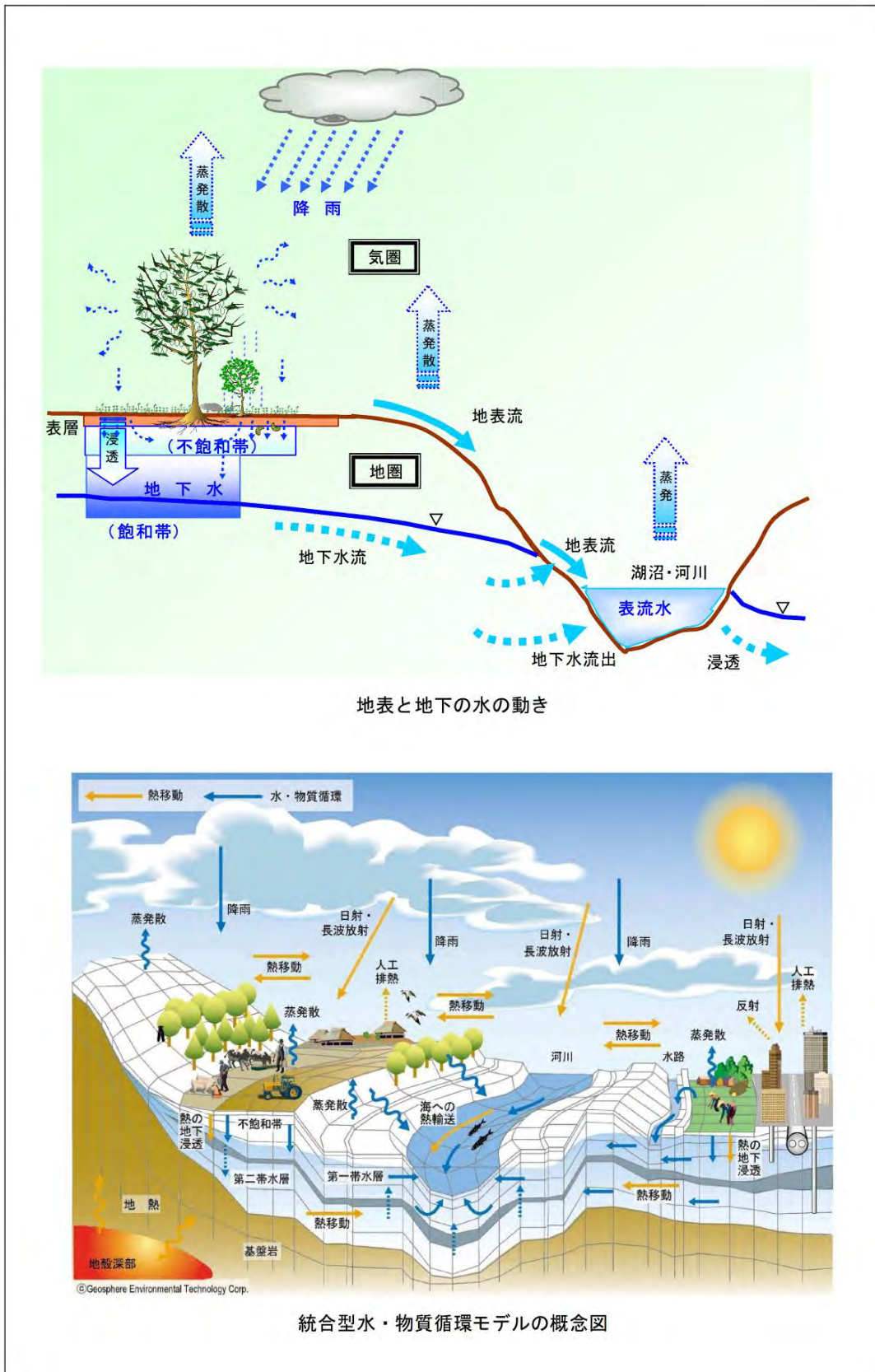


図 3-76 統合型水循環モデルの概念図



◆解析結果の分析・評価・可視化

地下水は直接観察することが不可能であるため、その動態は一般市民には分かりにくいものである。そこで、水循環モデルによるシミュレーションを用いた三次元的に透視した動画で再現して見せることにより、一般市民には具体的に把握しづらい水循環機構について分かり易く示すことができ、さらに河川流量、地下水湧出量、地下水位低下量などを水収支図として示し、熊本地域の地下水の実態を数量で示す事ができる。

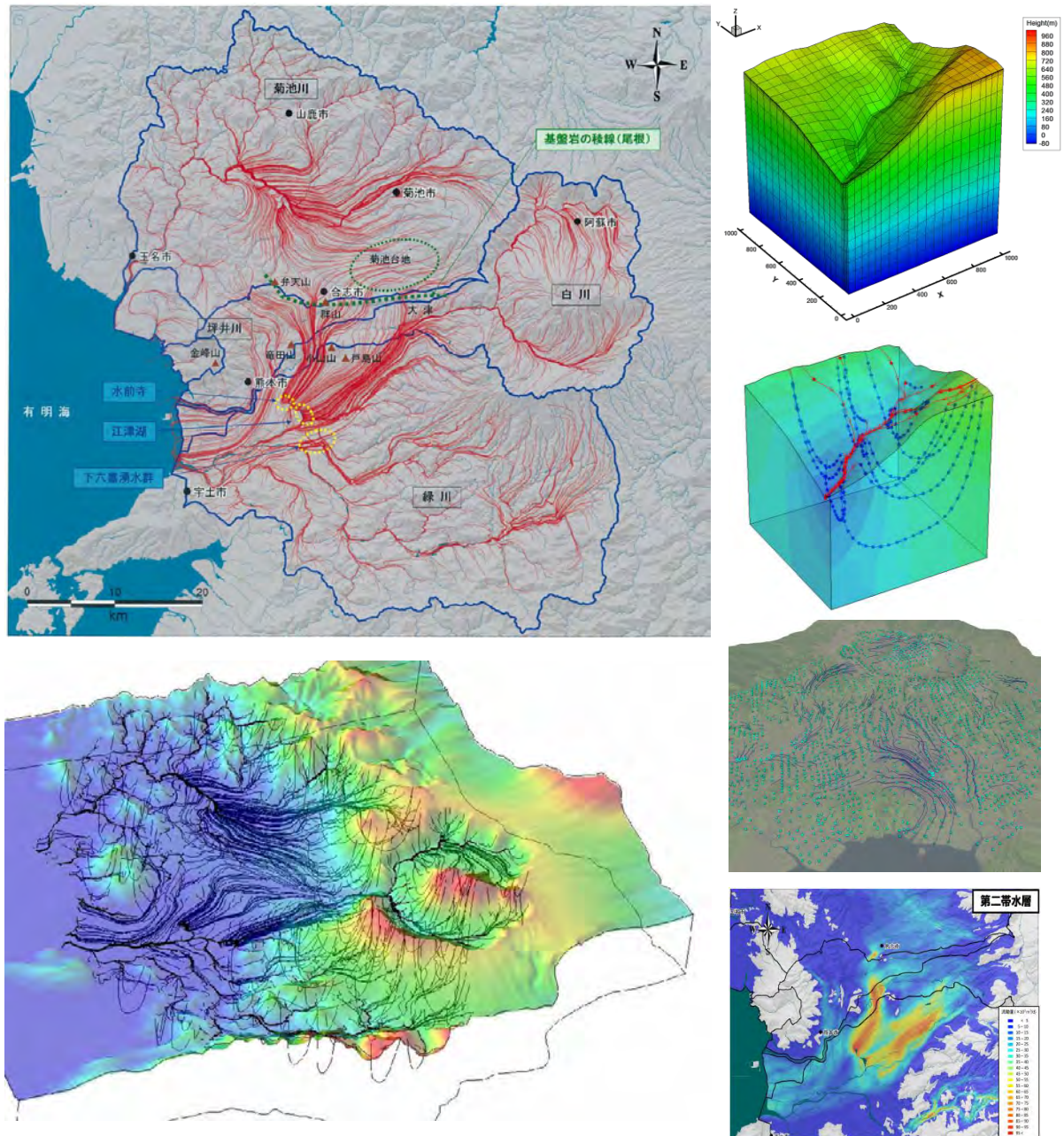


図 3-77 水循環解析結果の可視化



(2) ダム統合管理システム（低水管理）

ダム統合管理システムとは、水系内におけるダム群を効率的且つ一元的に管理するために、(1)水文情報(雨量、水位、流量)、(2)レーダ雨量情報、(3)気象情報(アメダスデータ等)をリアルタイムで収集し、今後の降雨予測や、低水シミュレーションや補給シミュレーションを行い、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システムである。

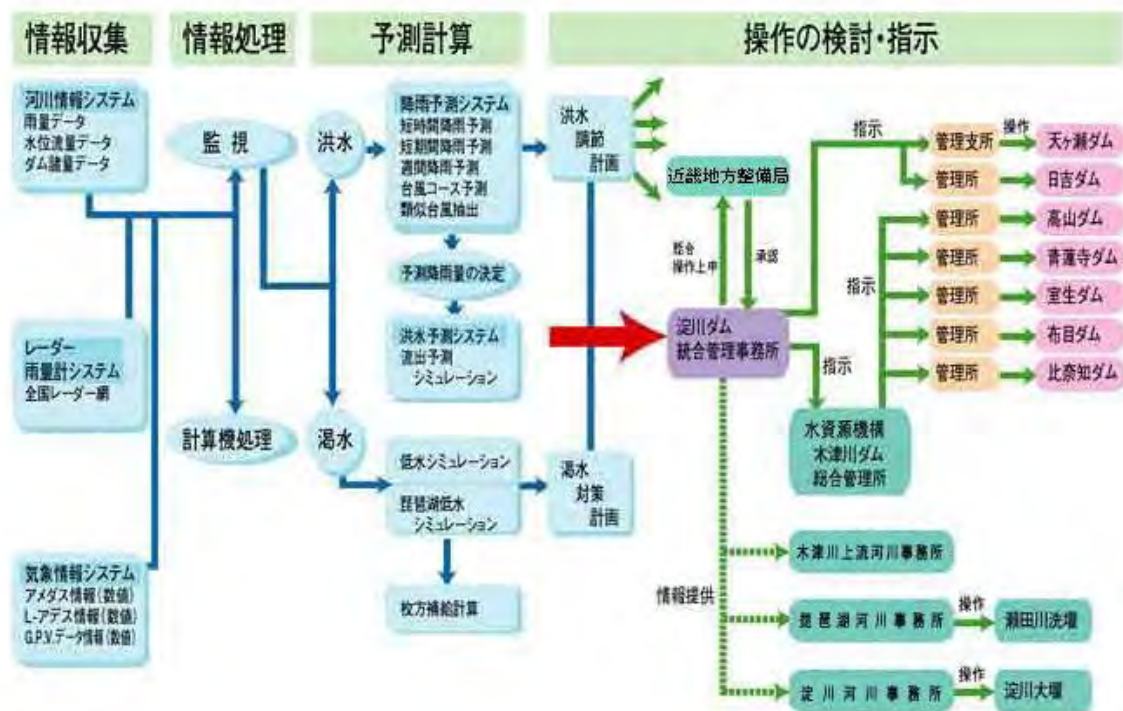


図 3-78 ダム統合管理システムの流れ



## 2) 情報処理システム

収集された気象・水文情報は加工・編集され、現況での水文状況が図表等により表示するとともに位置情報と共に、判りやすく表示する。また、加工後のデータは絶えずシステム内に蓄積される。



図 3-80 情報処理システム

## 3) 予測演算システム

収集された気象・水文情報を用いて、今後の降雨予測をはじめ、洪水予測、渇水予測などの予測計算を行い、ダムや堰の操作運用に反映させる。

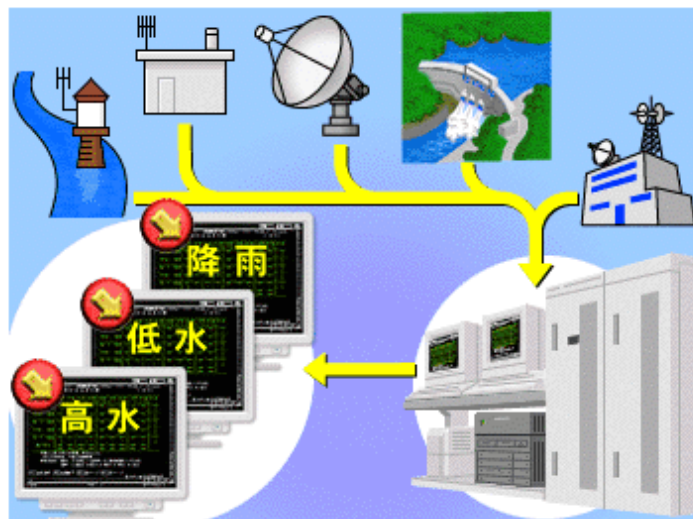


図 3-81 予測演算システム



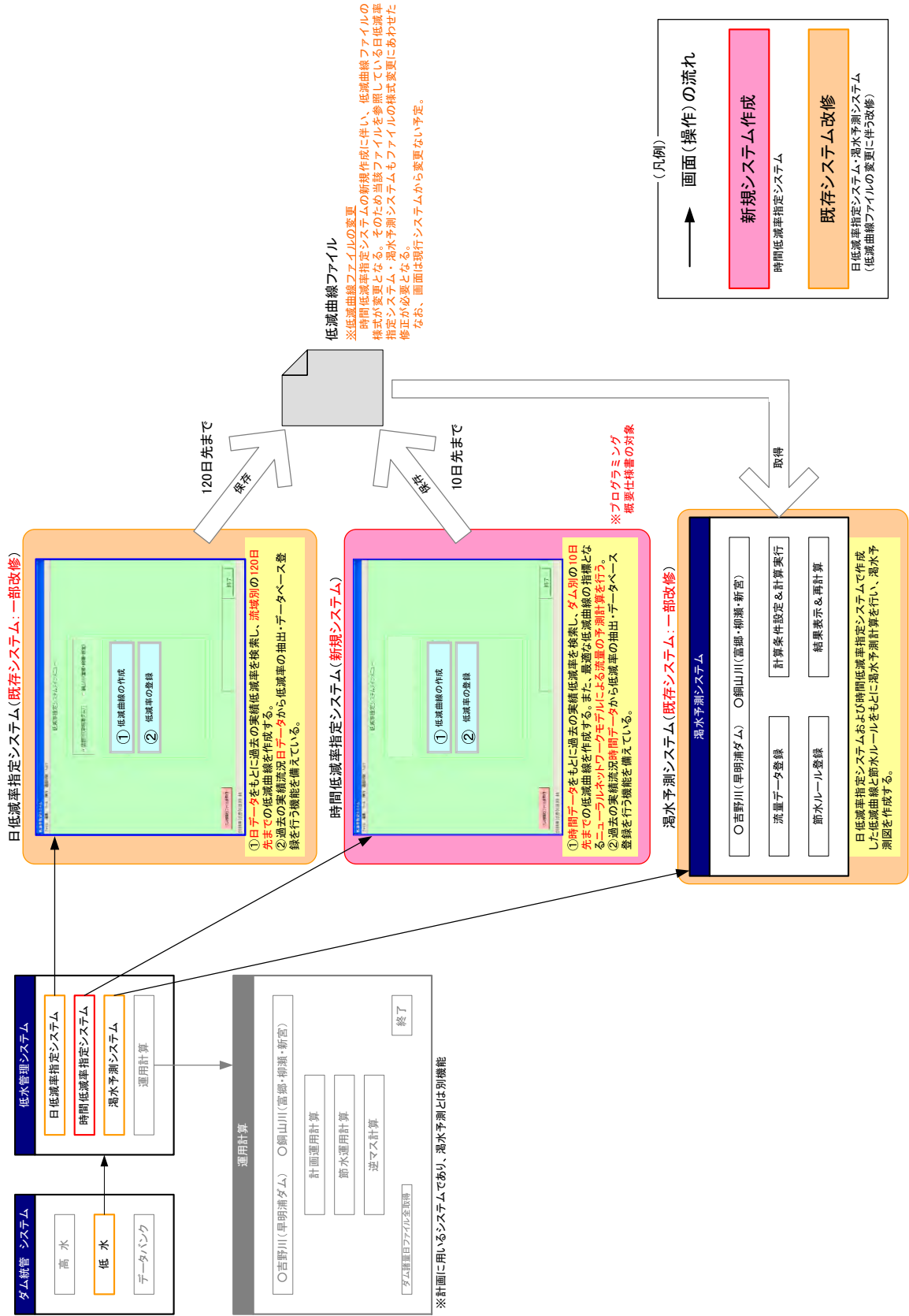


図 3-82 低水管理システム全体構成

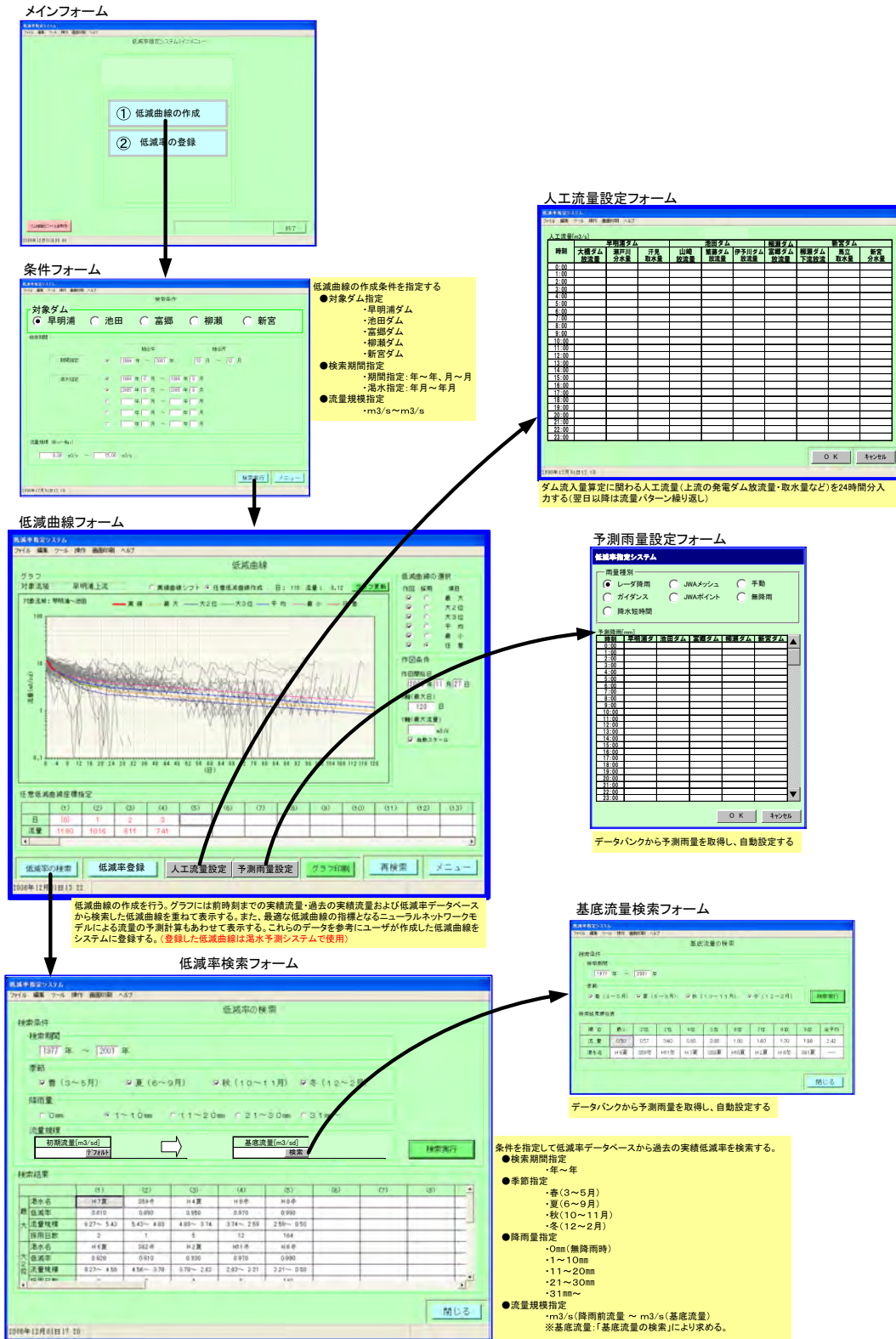


図 3-83 低水管理システム画面構成の一例 (ダム別の流量低減曲線作成システム)



#### 4) 操作方法の設定・指示

予測結果を受け、ダム統管理事務所から各ダム管理所へ具体的な操作を指示する。また、操作中および操作後の流況監視を行い、適切に操作がなされていることをモニタリングする。

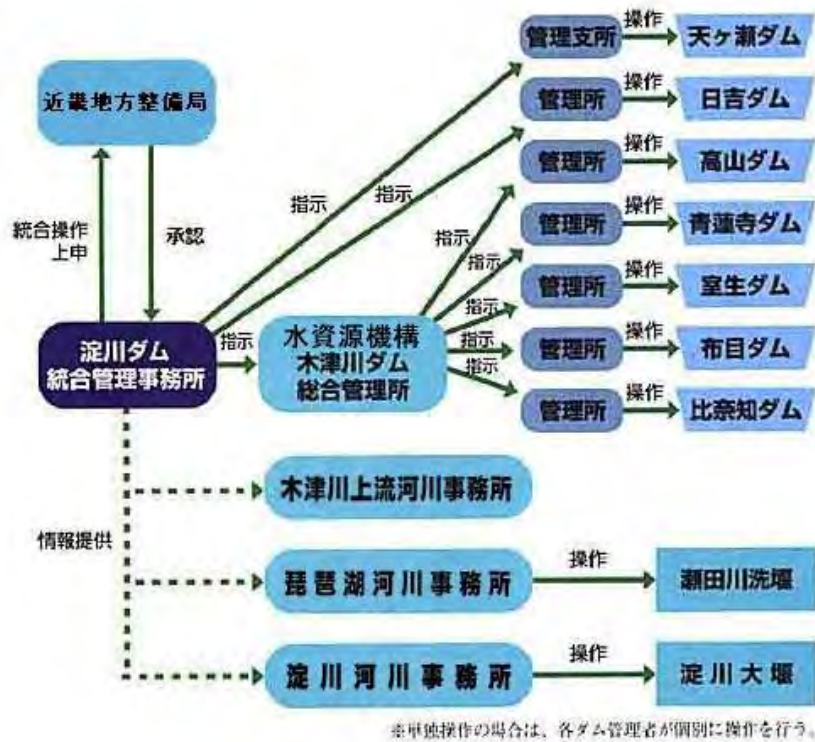


図 3-84 ダム操作に関する指示系統

### 3.4 「ブ」国において適用可能な日本の技術

「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。

#### 3.4.1 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。

### 3.4.2 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、我が国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、我が国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。

### 3.4.3 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。

#### 3.4.4 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。

### 3.4.5 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、災害発生への恐れ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っている。

「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。

### 3.5 日本が持つ技術・経験

表 3-15 に観測システム、分析・解析システム、伝送システム及び施設整備等に分け、「ブ」国で必要な整備・計画等の対策と、当該整備・計画等に対する日本の持つ技術・経験等を整理した。

**表 3-15 「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
<b>観測システム</b>				
1.	X-バンド気象レーダー	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	・日本国内では、 <u>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	
<b>分析・解析システム</b>				
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	地表水のみでなく地下	数千万～数億	日本も高い技術を持つが、研究

	技術名	概要	価格（円）	備考
	理システム	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		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	高速な数値計算が可能なコンピュータ	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	
<b>伝送システム</b>				
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。
<b>制御・運用システム</b>				
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	
<b>その他</b>				
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

## 第4章 協力ニーズ

### 4.1 「ブ」国防災における総合水災害システムの必要性

#### 4.1.1 「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2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

#### 4.1.2 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性がある。

- 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。

## 4.2 対「ブ」国事業展開方針

日本政府はこれまで「ブ」国を中南米地域の重点国と位置づけ、積極的な支援を行ってきた。現在「ブ」国は既に円借款の卒業基準を超えた国であるため、基本的には技術協力、草の根・人間の安全保障無償資金協力に限られる援助を中心に実施されている。持続的開発への支援と互惠的協力関係の促進、我が国との経済関係を更に発展・深化させていくために、ブラジル政府が掲げる「成長加速プログラム」を踏まえ、急速な都市化がもたらす弊害を緩和し、天然・食料資源の安定的供給に資する分野、防災分野への支援を行っている。また、「日本・ブラジル・パートナーシップ・プログラム（Japan-Brazil Partnership Programme: JBPP）」の枠組みを通じて、中南米諸国、ポルトガル語圏及びアフリカ諸国等に対して共同支援を推進することにもなっている。<sup>1</sup>

「ブ」国の防災システムインフラの整備に関する取り組み状況と現存する問題及び今後想定される課題に対応し、我が国のODA、特にJICAが実施する支援策として実現可能なものを検討するにあたり、下記の点について留意し、支援策検討の方向性を以下に示した。

1. 防災関連事業の援助を通じて「ブ」国と我が国との経済関係を更に発展させるため、我が国の防災システム関連企業が競争力のある分野に焦点を当て、これを援助の中心的な構成要素とする支援策の検討を行う。
2. 「ブ」国との互惠関係を深化するため、中南米諸国、ポルトガル語圏及びアフリカ諸国等に対する共同支援に活用できる技術の共同開発を織り込む。
3. 防災システムの運用能力向上などのキャパシティービルディングは導入されるシステムとの一体性が重要なため、技術協力プロジェクトとの連動性を持たせる。

## 4.3 協力ニーズ

### 4.3.1 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。

---

<sup>1</sup> 外務省・対ブラジル連邦共和国 国別援助方針 2012年12月

## (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ものとする。

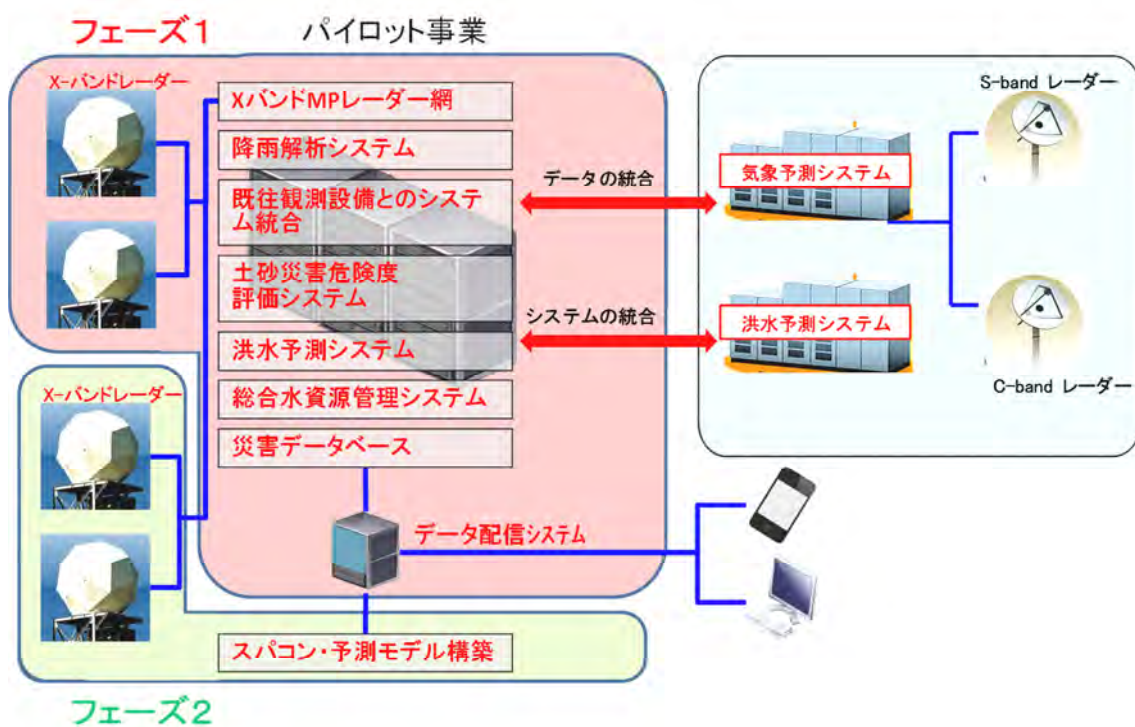


図 4-1 プロジェクト概要

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リオデジャネイロ州、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に対象を絞り、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」国でもっとも多くの降雨があり、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。

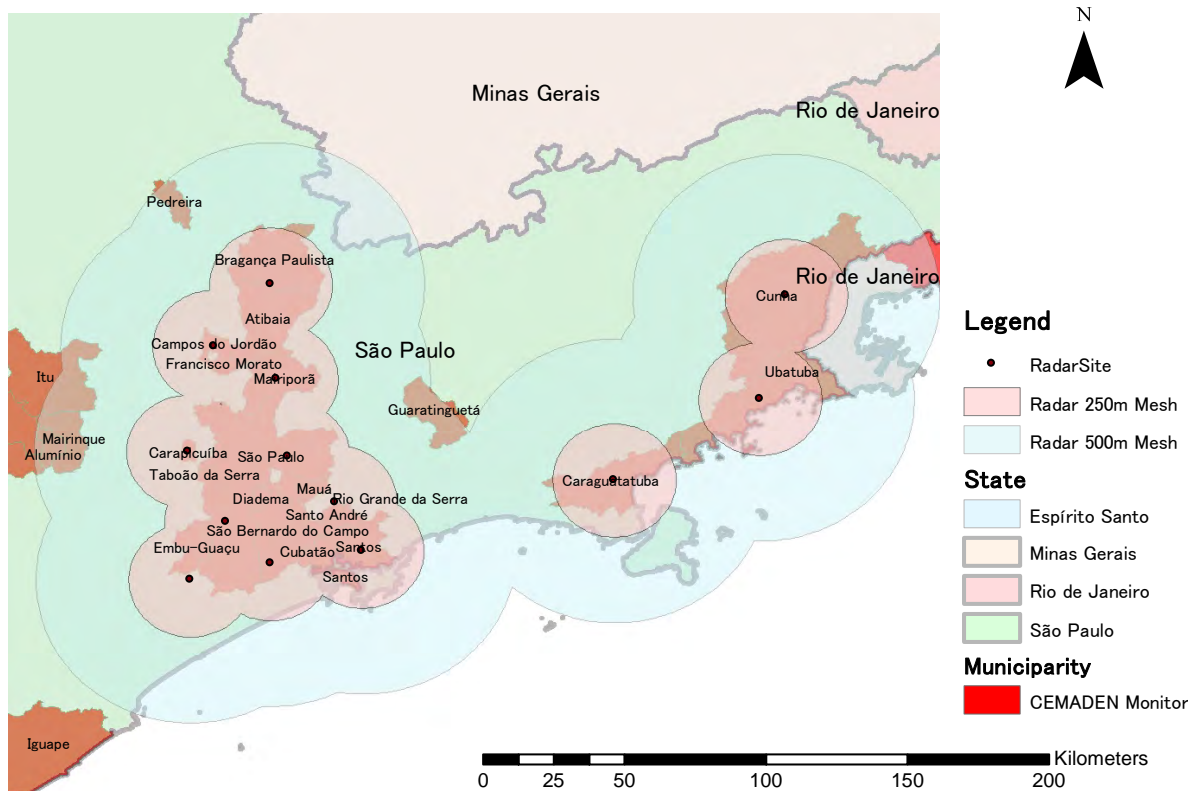


図 4-2 サンパウロ州 想定レーダー配置図

また、IPT（カラグウア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 4-1 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、RJ 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 レーダー配置を示す。

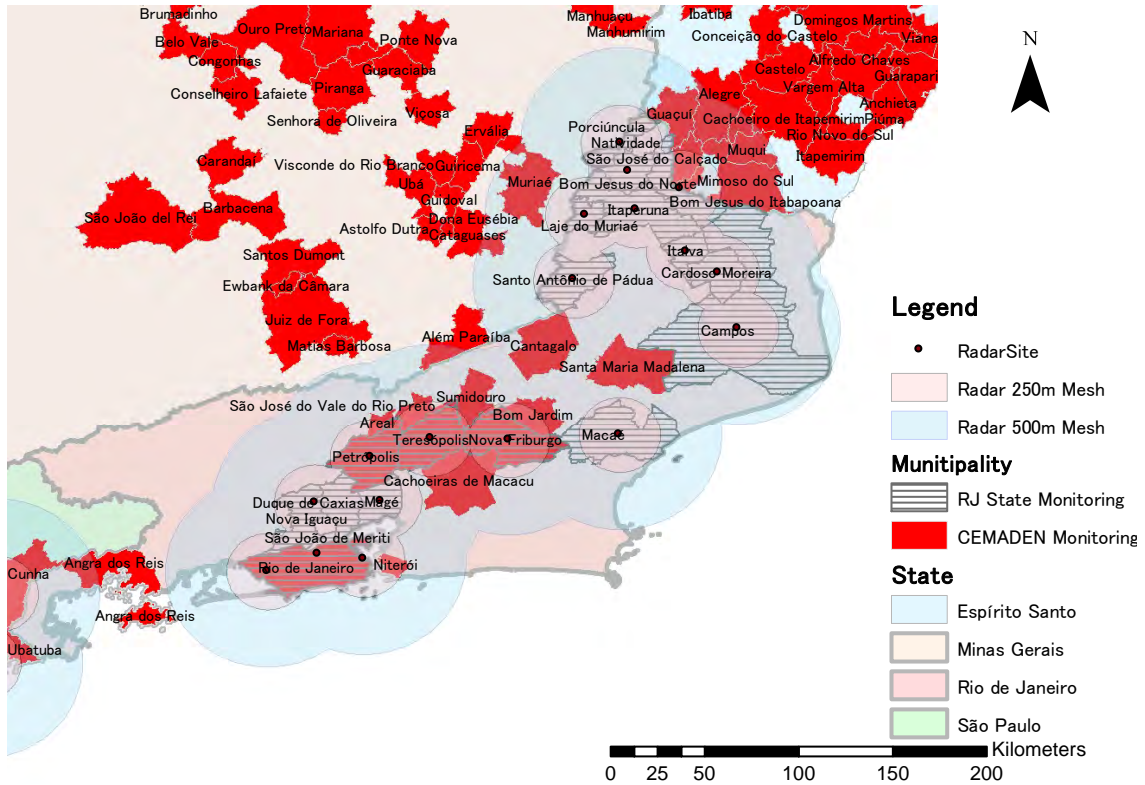


図 4-3 リオデジャネイロ州 想定レーダー配置図

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 4-2 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。

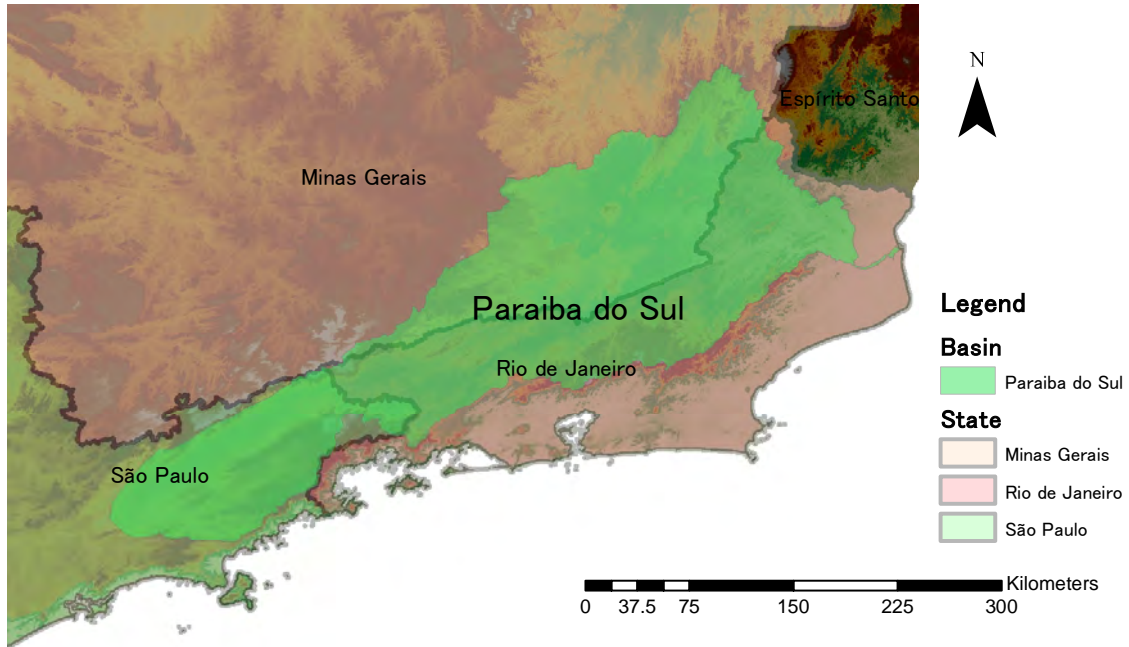


図 4-4 パライバドスル川流域図

パライバドスル川流域は、これまで多くの災害被害を受けた地域で、重点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。レーダー配置地域は、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。

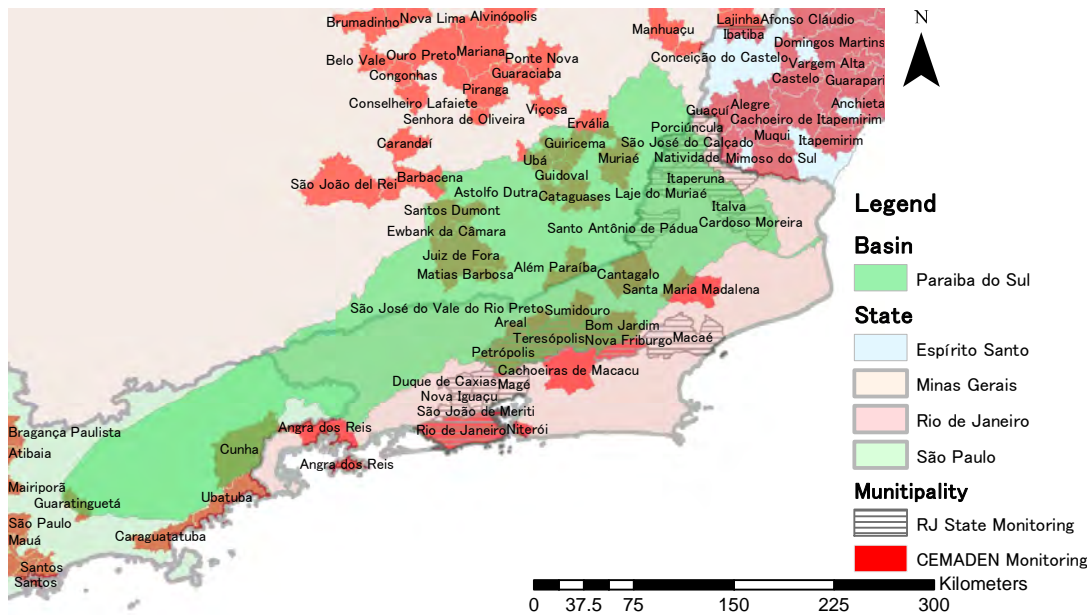


図 4-5 CEMADEN 監視対象市町村とアラート情報提供市

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 4-3 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。

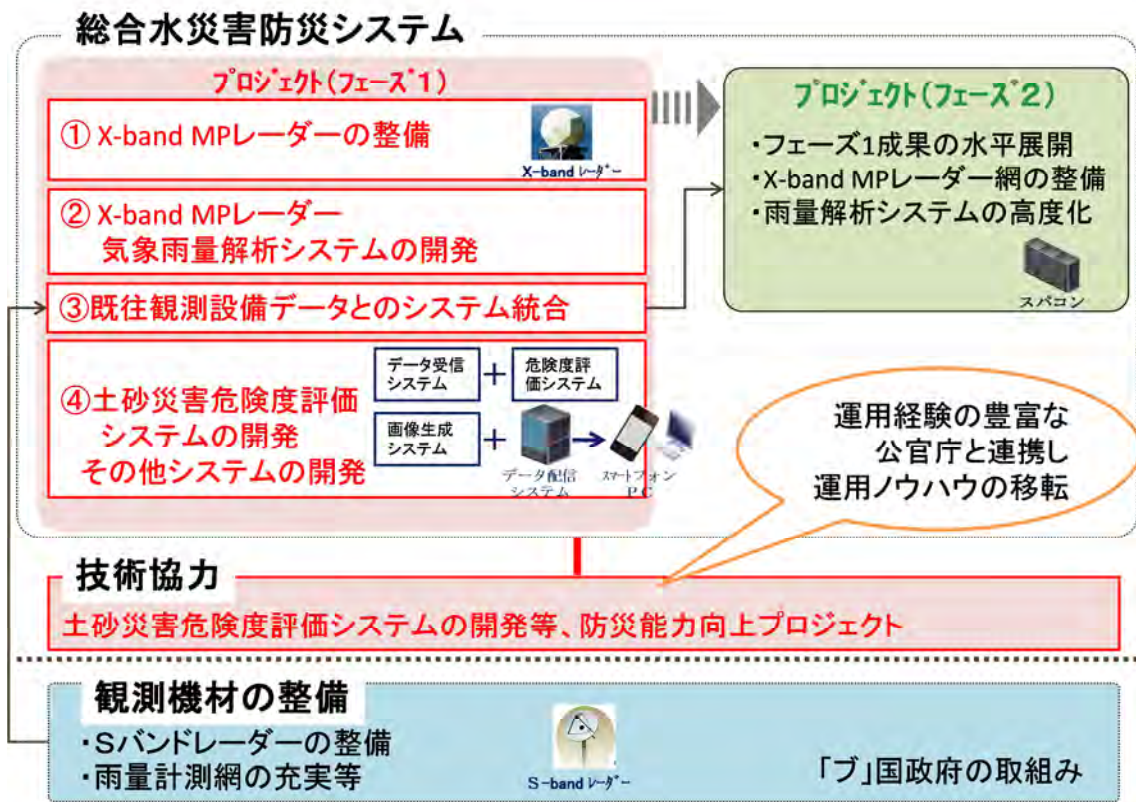


図 4-6 プロジェクトの構成

## 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に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の開示を受け、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。

#### (3) 「ブ」国政府機関の受け入れ態勢

調査団が評価した「ブ」国政府関係機関の総合水災害防災システム導入プロジェクトに対する受入れ体制の状況を以下の表に示す。リオデジャネイロ州は、災害対策が様々な形で進められているが、組織の改編などが頻繁に行われている為、組織や人的リソースの面で受入れ体制に不安がある。一方、サンパウロ州は、強固な組織を持つ一方、既に様々な対策案の検討や試行が進められている為、既往の計画に対して整合性を図りつつ、プロジェクトを進めるための調整が必要になると考えられる。パライバドスル流域案は、他の 2 案に比べると、他州・連邦政府機関が関与する事で、多くの面で困難に直面する事が予想される。

表 4-4 プロジェクトの受入れ体制

	サンパウロ州	リオデジャネイロ州	パライバドスル流域
想定 C/P 機関	DAEE or 州防災局	INEA or 州防災局	ANA or CEMADEN
多数の利害関係機関の調整			✓
既往観測機材のデータ形式の開示	✓	✓	✓
パイロット事業地域の選定	✓*		✓
円借款事業の枠組み活用の意欲・経験			✓
人的リソースの確保		✓	✓
	◎	○	△

\*既往の導入計画（海岸地域）との調整。

#### 4.3.2 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。

## 付属資料

### 訪問機関（面会者）リスト

氏名	所属	役職
<b>国家統合省国家災害リスク管理センター CENAD</b>		
Mr. Rafael Schadeck		Director
Ms. Francis		Geologist
Mr. Cristiano A.H. Mendes		Analyst
<b>科学技術革新省自然災害センター CEMADEN</b>		
Dr. Agostinho Tadashi Ogura		Director
Dr. Celso Aluisio Graminha		Operational Manager in Geoscience
Dr. Leandro Torres di Gregorio		Researcher in Natural Disaster
<b>都市省 CIDADES</b>		
Mr. Marcel Claudio Santana		Director-Substitute
<b>通信省 MC</b>		
Mr. Otavio Caixeta	Secretariat for Telecommunications	Technical Advisor
<b>国家水資源庁 ANA</b>		
Mr. Vicente Andreu		Director-Presidente
Mr. Horacio Figueiredo		Chef de Gabinete
Eng. Valdemar Santos Guimaraes		Superintendente
Mr. Luis Amore		National Water Agency International Affairs Adviser
Ms. Elizabeth Siqueira Juliatto		Especialista em Recursos Hidricos
Ms. Grace Benfica Matos		Especialista em Recursos Hidricos
<b>国立農業技術研究公社 Embrapa</b>		
Mr. Jose Americo Bordini	Secretariat for International Affairs	Researcher
<b>国立気象研究所 INMET</b>		
Mr. Antonio Divino Moura		Director



氏名	所属	役職
<b>国立宇宙研究所気候研究センター INPE/CPTEC</b>		
Mr. Jose Antonio Aravequia		Operations Divisiorn Head
<b>電気通信庁 ANATEL</b>		
Mr. Leandro Carneiro		Gerente Operacional
Mr. Joao Zanon		GSP. Telecom
Mr. Viniaus Caram		Especialista Regulacao
<b>サンパウロ州防災局 CEDEC/SP</b>		
Mr. Homero de Giorge Cerqueira		Major PM / Douter em Educacao
Mr. Walter nyakas Junior		Major PM
Ms. Cincia Pereora Torres Oliveira		1o Tenente de Policia militar
Ms. Aline Betawia Ribeiro Carnalho		
<b>サンパウロ州水電力局 DAEE</b>		
Mr. Giuliano Savioli Deliberador		Chefe de Gainete
Mr. Alfredo Pisani		Engineer
<b>地質研究所 IG</b>		
Mr. Paulo C. Fernandes Da Silva		Executive Advisor
Ms. Maria Jose Brollo		ICP
Mr. Claudio Jose Ferreira		Geologist
Ms. Hidia K. Tominaga		Geologist
<b>サンルイスバライチンガ市</b>		
Mr. Alex Euzebio Torres		Prefeito (市長)
Ms. Natalia Santos Moradei		Arquiteta (建築士)
<b>サンパウロ州立大調達・運送システム研究所 CISLOG</b>		
Mr. Hugo T. Y. Yoshizaki		Associate Professor
<b>リオジャネイロ州環境研究所 INEA</b>		
Mr. Wilson Duarte de Araujo		Chefe de Nucleo de Relacoes Estatgicas

氏名	所属	役職
		- CIEM
Mr. Carlos Eduardo Strauch		Coordenador do Centro de informacao e Emergencias Ambientais - CIEM
Ms. Priscila Luz	HIDROATMOS	Diretora Operacional
リオデジャネイロ市防災局		
Mr. William Maroonio		Capitao Bombeiro Defesa Civil
リオデジャネイロ市 GEO-RIO		
Mr. Marcio J.M. Machado		所長
Mr. Herbem Da Silva Maia		主任
Mr. Luiz Jose R.O. Brandao Da Silva		マネージャー (Geo Section)
Mr. Ricardo Neiva d'Orsi		地質専門家
Mr. Bruno Miguel Ponsinet Neel	市長事務室・国際関係	顧問
ノバフリブルゴ市 防災局		
Ten.Cel. Joao Paulo Mori		Secretario
ペトロポリス市 防災局		
Mr. Raphael Simon		
パラナ州防災局 CEDEC/PR		
Mr. Antonio Hiller	CEDEC	Major
Mr. Romero Nunes	CEDEC	
Mr. Paulo H. de Souza	Corpo de bombeiros	消防隊員
Mr. Edson Oliveira Avihe	Corpo de bombeiros	消防隊員
Mr. Jonas Emmanuel		消防隊員
パラナ州環境・水資源部 SEMA		
Mr. José Rubel		コーディネーター
パラナ鉱物資源局 MINEROPAR		

氏名	所属	役職
Mr. Rogerio S. Felipe		地質部門長
Mr. Marcos Vitor F. Dias		技術部長
Mr. Jose Antonio Zem		
Mr. Oscar Salazar		
Mr. Edir Arioli		
<b>パラナ州水研究所 Águas Paraná</b>		
Mr. Norberto Ramon		課長
Mr. Paulo Franco		水資源管理担当
<b>パラナ州気象機構 SIMEPAR</b>		
Mr. Flavio Deppe		気象担当
<b>サンタカタリーナ州防災局 CEDEC/SC</b>		
Mr. Milton Hobus		局長
Mr. Fredorico M Rudoff		
<b>サンタカタリーナ州持続的経済開発局 SDS</b>		
Mr. Edison Lima		
Mr. Thobias Furlanetti		
<b>サンタカタリーナ州 農牧研究農村教育公社/環境資源水文気象情報センター EPAGRI/CIRAM</b>		
Mr. Everton Blainski		所長代理
Mr. Hugo J. Brava		農業、治水
Mr. Nelso Figueiró		社会学、水資源、ANA 大西洋地区観測網責任者
Mr. Guilherme Miranda		農業、水資源、ANA 連携シチュエーションセンター責任者
Mr. Sergio Luiz Zampieri		環境管理、持続可能経済開発
Mr. Clovis Levien Correa		気象学、環境担当責任者
Ms. Gisele Dias		広報担当、災害情報担当

氏名	所属	役職
<b>サンタカタリーナ大学 UFSC</b>		
Dr. Joel Pellerin	Geo-science	教授
Dr. Juan	Geo-science	教授
<b>ブルメナウ地域大学 FURB</b>		
Prof. Ademar Cordero	土木工学科	教授
<b>ペルナンブーコ州防災局 CODECIPE</b>		
Mr. Cassio Simoner		コーディネーター
Mr. Wellington Santana		
Mr. George Vitoriano		
Mr. Levi Felix Santana		
Mr. George Vitoriano		
Mr. Levi Felix Coronel		
<b>ペルナンブーコ州武官官房 CAMIL</b>		
Mr. Leonardo Cabral		Engenheiro Civil
Mr. Fabia Gomes		Assessoria de imprensa
<b>ペルナンブーコ州水文気象庁 APAC</b>		
Mr. Marcelo Cauas Asfora		長官
Mr. Sergio Tirres		部長
<b>ペルナンブーコ連邦大学</b>		
Drs. Margareth Alheiros		教授
Dr. Roberto Coutinho		教授
<b>ミナスジェライス州防災局 CEDEC/MG</b>		
Mr. Fabiano Villas Boas		Secretario Exectivo (Tenente coronel)
Mr. Anderson de Oliveira		Superintendente técnico e operacional
Mr. Sandro Heleno		Director de ensino
Mr. Richardo Dims Walter		Diretor de Apoio as Regionais

氏名	所属	役職
Mr. Halysson Clawdino		Diretor Tecnico
Mr. Arnaldo Affonso		Diretor Administrativo
Mr. Leonardo Guimaraes		Assessor Administrativo
Mr. Edyldu Arruda		Superintendente Administrativo
<b>ミナスジェライス州鉱業水資源管理院 IGAM</b>		
Mr. Pedro Schultz Fonseca Baptista	SEDRU	SEDRU 局長
Ms. Zenilde das Graças Guimarães Viola	SEMAD	SEMAD ディレクター
Mr. Antonio Carlos Rosa	SEMAD	DEAMB/SEMAD
Ms. Wanderlene Ferreira Nacif	GEMOH/IGAM	GEMOH/IGAM マネージャー
Mr. Paula Souza	SIMGE/IGAM	SIMGE/IGAM コーディネータ
Ms. Sueli Alves Lleronda	SIMGE/IGAM	SIMGE/IGAM
Ms. Inês Sadala		国際広報
Ms. Ana Carolina Seleme		ジャーナリスト
<b>ベロオリゾンテ市防災局 COMDEC/BH</b>		
Mr. Alexandre Lucas Alves		コーディネーター
Mr. Alex Costa		検査官
Mr. Nilson Luiz		検査官
Ms. Glenda Alves		研修員
Mr. Vítor Barbosa		研修員
Ms. Isabela Gonçalves		管理部門アシスタント
<b>チエテ市防災局</b>		
Mr. Humberto Lorena	Secretaria Municipal de Defesa Social	市防災局局长
Mr. Roberto Ruis	Secretaria Municipal de Defesa Social	防災局担当者
<b>地質調査公社 CPRM</b>		



ブラジル国防災分野システムインフラ調査  
八千代エンジニアリング株式会社・日本工営株式会社共同企業体

氏名	所属	役職
Mr. Anselmo de Carvalho Pedrazzi		地学研究者
Ms. Sandra Fernandes da Silva		地学研究者
Mr. Artur J.S. Matos		地学研究者
Ms. Elizabeth Guelman Davis		地学研究者
Mr. Marcio Candios		地学研究者
Mr. Jorge Pimenrel		リスク地域コーディネーター
Mr. Marco Fonseca		局長
<b>三菱商事</b>		
雨宮 浩二	船舶・宇宙航空事業 本部宇宙航空機部宇宙・統合システムチーム	部長代理
松崎 秀人	伯国三菱商事 機械部	
<b>富士通</b>		
石黒 敏紀	TC 戦略室	
<b>JRC</b>		
井上 修一	ソリューション事業部	ソリューション営業部 海外営業グループ部長
<b>NEC</b>		
山本 聡志		
<b>東芝</b>		
安藤 康浩	電波システム事業部	電波応用推進部担当部長
和田 将一	電波システム事業部	電波応用推進部戦略企画担当参与