

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

平成 25 年 10 月
(2013 年)

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
13-009

(Blank)



No	調査対象州	州都	現地調査
1	連邦直轄区	ブラジリア市	
2	サンパウロ州	サンパウロ市	○
3	リオデジャネイロ州	リオデジャネイロ市	○
4	ペルナンブーコ州	レシフェ市	○
5	パラナ州	クリチバ市	○
6	ミナスジェライス州	ベロオリゾンテ市	○
7	サンタカタリーナ州	フロリアノーポリス市	○

基図:University of Texas, 行政界:Global Administrative Areas

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）・日本工営（株）共同企業体



国家災害警報センター（CENAD）災害管理センター



CEMADEN での協議の様子



リオ州 Rio-GEO での協議の様子



サンパウロ州防災局での協議の様子



パラナ州水文気象システムでの協議の様子



ミナスジェライス州防災局での協議の様子



サンタカタリナ州防災局での協議の様子



ペルナンブーコ州防災局での協議の様子



リオデジャネイロ州ノバフリブルゴ土砂災害地視察



リオデジャネイロ州ペトロポリス土砂災害地跡



サンパウロ州サンルイスドバラエティンガ（洪水被災地）1ー洪水到達地点



サンパウロ州サンルイスドバラエティンガ（洪水被災地）2ー被災した教会の修復



パラナ州フローレスタ（土石流災害）



リオデジャネイロ市災害管理センター（コントロールルーム）



ペルナンブーコ州カポデサントアゴスティーニョ
ー斜面对策工



セアラ州フォルタレーザ全国防災審議会の様子



ワークショップ 質疑応答の様子



リオデジャネイロ州 INEA モニタリングルーム

目次

巻頭写真

目次

図表リスト

略語集

第1章	調査団派遣の概要	1-1
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-2
1.3	調査対象地域と対象機関	1-2
1.3.1	調査対象地域	1-2
1.3.2	調査対象機関	1-4
1.4	活動、成果と目標の整理	1-6
1.5	調査団員及び調査日程	1-6
第2章	調査結果の概要	2-1
2.1	「ブ」国における災害の特徴	2-1
2.1.1	社会・経済・自然等の状況	2-1
2.1.2	「ブ」国における災害の特徴	2-8
2.2	総合防災システム	2-17
2.2.1	総合防災システムの定義	2-17
2.2.2	総合防災システムの適用の効果	2-20
2.3	「ブ」国における災害取り組み状況	2-23
2.3.1	総合防災システムに関する基本情報の整理	2-23
2.3.2	連邦政府における災害対策の取り組み	2-34
2.3.3	州・市町村における災害対策の取り組み	2-40
2.3.4	ニーズ・課題と期待される対応策	2-105
第3章	総合防災システムの現状及び課題・改善点	3-1
3.1	総合防災システムの導入状況	3-1
3.1.1	観測システム	3-1
3.1.2	予測システム	3-10
3.1.3	災害管理システム	3-15
3.1.4	その他	3-18

3.1.5	今後の計画	3-20
3.2	総合防災システムの課題・改善点	3-23
3.2.1	災害情報ネットワーク	3-23
3.2.2	河川管理・洪水対策	3-26
3.2.3	土砂災害観測・対策	3-31
3.2.4	気象観測	3-37
3.2.5	水管理・干ばつ対策	3-40
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	3-44
3.3.1	災害情報ネットワーク	3-44
3.3.2	河川管理・洪水対策	3-49
3.3.3	土砂災害観測・対策	3-81
3.3.4	気象観測	3-96
3.3.5	水管理・干ばつ対策	3-101
3.4	「ブ」国において適用可能な日本の技術	3-112
3.4.1	観測システム	3-112
3.4.2	分析・解析システム	3-113
3.4.3	情報伝送システム	3-114
3.4.4	制御・運用システム	3-115
3.4.5	その他	3-116
3.5	日本が持つ技術・経験	3-117
第4章	協力ニーズ	4-1
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
4.1.1	「ブ」国の状況	4-1
4.1.2	総合水災害防災システムパッケージ化の意義	4-2
4.2	対「ブ」国事業展開方針	4-4
4.3	協力ニーズ	4-4
4.3.1	総合水災害防災システム	4-4
4.3.2	その他のニーズ	4-14
付属資料		A-1

図表目次

図 1-1	調査対象地位置図.....	1-2
図 2-1	「ブ」国の地理.....	2-1
図 2-2	「ブ」国の地形.....	2-2
図 2-3	「ブ」国の政治区分.....	2-4
図 2-4	実質 GDP の推移.....	2-5
図 2-5	「ブ」国における自然災害による人的被害分布.....	2-8
図 2-6	地滑りによる死者数推移.....	2-9
図 2-7	州別の地滑りによる死者数(1998 年から 2012 年).....	2-10
図 2-8	洪水発生地域(2003-2011).....	2-11
図 2-9	ノバフリブルゴ市、テレゾーポリス市、ペトロポリス市位置図.....	2-12
図 2-10	衛星写真による地滑り状況.....	2-13
図 2-11	写真 土砂災害状況.....	2-14
図 2-12	写真 イタジャイ川洪水災害状況.....	2-15
図 2-13	写真 ペルナンブーコ州洪水災害状況.....	2-16
図 2-14	総合防災システムのイメージ.....	2-17
図 2-15	スパイラル効果.....	2-19
図 2-16	リアルタイム観測及びデータ収集イメージ.....	2-19
図 2-17	「ブ」国における防災管理体制.....	2-35
図 2-18	国家防災庁の組織図.....	2-37
図 2-19	科学技術革新省における CEMADEN 及び CPTEC/IMNPE の位置付け ..	2-38
図 2-20	避難情報提供のフロー.....	2-41
図 2-21	防災局の活動を規定する法令.....	2-41
図 2-22	連邦から州への自然災害監視情報の流れ.....	2-42
図 2-23	ANA の水文情報の流れ.....	2-43
図 2-24	水文モニタリング情報の流れ.....	2-44
図 2-25	州の気象水文モニタリング機関を中心とした情報の流れ.....	2-45
図 2-26	リオデジャネイロ州災害対策センター (CESTAD)	2-46
図 2-27	INEA の組織図.....	2-47
図 2-28	州の気象水文モニタリング機関を中心とした情報の流れ.....	2-48
図 2-29	リオデジャネイロ・オペレーションセンター.....	2-50
図 2-30	ノバフリブルゴの状況.....	2-53
図 2-31	サンパウロ州防災局の組織.....	2-59
図 2-32	サンパウロ州サレゾーポリスの気象レーダー.....	2-61

図 2-33	洪水警報情報の流れ.....	2-62
図 2-34	SIMEPAR の組織図	2-70
図 2-35	SIMEPAR の事務所とモニタリングルーム	2-70
図 2-36	SIMEPAR の気象観測機器	2-71
図 2-37	パラナ州の気象観測所位置.....	2-71
図 2-38	防災局の組織構造.....	2-75
図 2-39	州防災局の組織図.....	2-75
図 2-40	アラート情報の流れ.....	2-77
図 2-41	州防災局の組織図.....	2-89
図 2-42	CIRAM の組織図	2-90
図 2-43	CIRAM 気象水文モニタリングルームの状況.....	2-91
図 2-44	APAC 組織図.....	2-100
図 3-1	連邦レベルでの観測体制の概略図.....	3-2
図 3-2	ブラジル国内での自動雨量観測所の分布図.....	3-5
図 3-3	INMET 所管の自動気象観測所の分布図	3-6
図 3-4	自動雨量観測所の分布図.....	3-8
図 3-5	既存と計画の気象レーダーの位置図.....	3-9
図 3-6	サンパウロ州洪水警報システム.....	3-12
図 3-7	リオデジャネイロ州洪水警報システム.....	3-13
図 3-8	Doice 川洪水警報システム	3-13
図 3-9	Sapucaí 川洪水警報システム	3-13
図 3-10	TIETE 川流域ダム統合運用管理システム.....	3-15
図 3-11	S2ID ポータル画面	3-16
図 3-12	SISDEC ポータル画面.....	3-18
図 3-13	RJ 市オペレーションセンター	3-18
図 3-14	ブラジル国の河川管理区分.....	3-26
図 3-15	ANA が設置している自動観測所位置.....	3-29
図 3-16	Nova Friburgo 市（2011 年土砂災害発生市町村）の雨域表示例	3-32
図 3-17	パラナ州で作成された土砂災害ハザードマップ	3-34
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	3-34
図 3-19	ベロオリゾンテ市 Civil Defense の Twitter による Alert.....	3-36
図 3-20	ソフトウェア無線（NEC 開発中）	3-44
図 3-21	同報系無線機器と移動系無線局の連携例.....	3-45
図 3-22	市町村に導入される防災情報システム.....	3-46
図 3-23	公共コモンズを通じた情報配信.....	3-46
図 3-24	連携ミドルウェア市場国内市場シェア	3-47
図 3-25	業務用無線機器世界市場シェア	3-48
図 3-26	気象・水文データの集約および提供体制の概念図.....	3-49

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」	3-51
図 3-28	ダム統合管理システムの流れ	3-53
図 3-29	ダム統合管理システムの流れ	3-54
図 3-30	情報処理システム	3-55
図 3-31	予測演算システム	3-55
図 3-32	降雨予測システム	3-56
図 3-33	洪水・浸水予測システム	3-56
図 3-34	ダム操作に関する指示系統	3-57
図 3-35	ダム操作に関する情報伝達	3-58
図 3-36	ヘリコプターによる被災状況調査	3-60
図 3-37	河川巡視点検・報告システムの概要	3-61
図 3-38	GPS 携帯による災害時巡視・報告システム	3-62
図 3-39	CCTV による浸水情報把握システム	3-63
図 3-40	災害フォトシステム	3-63
図 3-41	浸水情報提供システム	3-64
図 3-42	浸水センサー設置状況	3-65
図 3-43	情報提供画面	3-65
図 3-44	浸水情報把握システムの一例	3-66
図 3-45	浸水情報収集システムの概要	3-67
図 3-46	浸水情報入力用画面の例	3-68
図 3-47	浸水情報閲覧用画面の例	3-69
図 3-48	サイクル型維持管理体系の概念	3-70
図 3-49	RMDIS 構築の基本方針	3-71
図 3-50	RMDIS 全体構成	3-72
図 3-51	システムの主な機能	3-73
図 3-52	PDCA サイクル型によるシステム運用のイメージ	3-78
図 3-53	携帯端末運用のイメージ	3-79
図 3-54	分析・評価のイメージ	3-80
図 3-55	Nova Friburgo 市における XbandMP レーダー適用事例	3-81
図 3-56	広島県土砂災害ハザードマップ（web）	3-82
図 3-57	高精度地図 作成イメージ	3-83
図 3-58	土砂災害警戒区域の設定・管理	3-84
図 3-59	土砂災害警戒情報例	3-86
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	3-87
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	3-88
図 3-62	テレビでの情報提供の事例	3-89
図 3-63	土砂災害警戒情報の利活用状況	3-90
図 3-64	ワイヤーセンサーイメージ図	3-90
図 3-65	振動検知センサーイメージ図	3-91

図 3-66	崩壊検知センサー イメージ図.....	3-91
図 3-67	投下型ブイ 運用イメージ図およびブイ写真.....	3-92
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.....	3-93
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.....	3-95
図 3-70	GPS 機器による地滑り地のモニタリング	3-95
図 3-71	従来レーダーと X-バンド Mp レーダーとの比較(1)	3-97
図 3-72	従来レーダーと X-バンド MP レーダーとの比較(2).....	3-97
図 3-73	フェイズド・アレー・気象レーダー.....	3-99
図 3-74	3 次元雨量観測イメージ図.....	3-100
図 3-75	水循環の概念図.....	3-103
図 3-76	統合型水循環モデルの概念図.....	3-104
図 3-77	水循環解析結果の可視化.....	3-105
図 3-78	ダム統合管理システムの流れ.....	3-106
図 3-79	ダム統合管理システムの流れ.....	3-107
図 3-80	情報処理システム.....	3-108
図 3-81	予測演算システム.....	3-108
図 3-82	低水管理システム全体構成.....	3-109
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）.....	3-110
図 3-84	ダム操作に関する指示系統.....	3-111
図 4-1	プロジェクト概要.....	4-5
図 4-2	サンパウロ州 想定レーダー配置図.....	4-6
図 4-3	リオデジャネイロ州 想定レーダー配置図.....	4-8
図 4-4	パライバドスル川流域図.....	4-10
図 4-5	CEMADEN 監視対象市町村とアラート情報提供市.....	4-10
図 4-6	プロジェクトの構成.....	4-12
表 1-1	調査対象地一覧.....	1-3
表 1-2	調査実施組織・機関一覧.....	1-5
表 1-3	調査団員と担当業務.....	1-6
表 1-4	第 1 次 調査行程.....	1-7
表 1-5	第 2 次 調査行程.....	1-8
表 2-1	「ブ」国国内の地域別の気候の特徴.....	2-3
表 2-2	「ブ」国の人口の推移(1980～2013 年).....	2-5
表 2-3	「ブ」国の人口の推移(1980～2013 年).....	2-6
表 2-4	都市への人口集中.....	2-6
表 2-5	近年の洪水及び土砂災害による経済的損失.....	2-11

表 2-6	対策部分野別の基礎情報整理.....	2-24
表 2-7	法律第 12608 号「防災基本法」の構成.....	2-34
表 2-8	各行政レベルにおける防災審議会.....	2-36
表 2-9	自然災害に対する各行政レベルの役割.....	2-36
表 2-10	災害リスク管理・対策プログラム No.2040 の施策内容.....	2-38
表 2-11	プログラム番号 2040 の予算計画.....	2-39
表 2-12	各州の専門機関.....	2-45
表 2-13	オペレーションセンターの設立目的.....	2-50
表 2-14	パラナ州の防災予算.....	2-68
表 2-15	ミナスジェイラス州防災予算.....	2-76
表 2-16	州防災局の予算.....	2-89
表 2-17	ニーズ・課題と対応する技術・施策（連邦レベル）.....	2-105
表 2-18	改善策と必要となる技術・施策（州レベル）.....	2-106
表 3-1	観測システムに係る連邦の機関やその活動内容.....	3-1
表 3-2	既存と計画の気象・水文観測所数の一覧表.....	3-2
表 3-3	気象レーダー一覧表.....	3-3
表 3-4	各州の気象観測担当機関一覧表.....	3-11
表 3-5	洪水予測システム一覧.....	3-11
表 3-6	ダム統合運用システム一覧.....	3-14
表 3-7	災害管理システム.....	3-15
表 3-8	観測機材導入計画.....	3-20
表 3-9	導入予測システム.....	3-21
表 3-10	各システムの開発予定機能.....	3-22
表 3-11	オペレーションセンター導入計画一覧.....	3-22
表 3-12	対象ユーザ別の役割と提供システム.....	3-50
表 3-13	統一河川情報システムからの提供情報.....	3-52
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.....	3-99
表 3-15	「ブ」国で必要な対策と日本の持つ技術・経験.....	3-118
表 4-1	事業実施に必要な経費.....	4-7
表 4-2	事業実施に必要な経費.....	4-9
表 4-3	事業実施に必要な経費.....	4-11
表 4-4	プロジェクトの受入れ体制.....	4-13

略語表

略語	ポルトガル語	英語	日本語
ANA	Agencia Nacional de Águas	National Water Agency	環境省国家水資源庁
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações	National Agency of Telecommunication	通信省通信庁
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima	Pernambuco State Agency for Water and Climate	ペルナンブーコ州水文気象庁
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais	National Center of Monitoring and Warning of Natural Disasters	科学技術革新省国家自然災害モニタリング・警報センター
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres	National Center of Risk and Disaster Management	国家統合省国家災害・警報センター
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos	State Council of Water Resources	州水資源審議会
CIDADES	Ministério das Cidades	Ministry of Cities	都市省
CIRAM	Centro de Informação de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia	Centre of Information on Natural Resources and Environment	環境資源水文気象情報センター
COMDEC	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil	Municipal Civil Defense Centre	市防災コーディネーション
CONDEC	Conselho Nacional de Defesa Civil	National Council of Civil Defense	全国防災審議会
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil	National Council for Civil Protection and Defense	国家保護防災審議会
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais	Geological Survey of Brazil	地質調査公社
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos	Centre of Weather Forecast and Climate Studies	気象予報気候研究センター

DAEE	Departamento de Água e Energia Elétrica	Department of Water and Power	サンパウロ州水電力局
DCP	Documento de Concepção de Projeto	Data Collection Platform	データ収集プラットフォーム
DEINFRA	Departamento Estadual de Infra Estrutura	State Department of Infrastructure	サンタカタリーナ州インフラ部
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Brazilian Agricultural Research Corporation	国立農業技術開発公社
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina	Research Company of Agriculture-Livestock and Rural Extension of Santa Catarina	サンタカタリーナ農牧研究農村教育公社
FEWS	Sistema de Alerta para Inundação	Flood Early Warning System	洪水早期警報システム
FURB	Fundação Universidade Regional de Blumenau	Regional University of Blumenau	ブルメナウ地域大学
IG	Instituto de Geociência	Geological Institute	サンパウロ州立地質研究所
IGAM/MG	Instituto Mineiro de Gestão das Águas Minas Gerais	Minas Gerais	ミナスジェライス州鉱業水資源管理院
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia	National Institute of Meteorology	農業省気象庁
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	National Institute of Space Research	国立宇宙研究所
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica	Technical Research Institute	技術研究所
JICA	Agência de Cooperação Internacional do Japão	Japan International Cooperation Agency	日本国際協力機構
MA	Ministério da Agricultura	Ministry of Agriculture	農業省
MC	Ministério das Comunicações	Ministry of Communications	通信省
MCTI	Ministério da Ciência e Tecnologia e inovação	Ministry of Science, Technology and Innovation	科学技術革新省
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário	Ministry of Agrarian Development	農地開発省

MIN	Ministério da Integração Nacional	Ministry of National Integration	国家統合省
MINEROPA	Minerais do Paraná SA - (Serviço Geológico do Paraná)	Minerals Paraná SA - (Geological Survey of Paraná)	パラナ州地質調査所
NUDEC	Núcleos Comunitários de Defesa Civil	Community Nucleus of Civil Defense	防災地域社会
PNDC	Política Nacional de Defesa Civil	National Politics of Civil Defense	国家防災政策
PNPDC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil	National Politics of Protection and Civil Defense	国家保護防災政策
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos	National Politics of Water Resources	国家水資源政策
RENER	Rede Nacional de Emergência de Radio Amadores	National Network of Emergency of Amateur Radio	緊急アマチュア無線 全国ネットワーク
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil	National System of Civil Protection and Defense	国家保護防災システム
S2ID	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres	Integrated Disaster Information System	統合災害システム
SAISP	Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo	Sao Paulo Flood Alert System	サンパウロ洪水警報システム
SAR	Secretaria do Estado da Agricultura e da Pesca	State Secretariat of Agriculture and Fishery	州農漁業局
SDC	Secretaria de Estado de Defesa Civil	Sate Secretariat of the Civil Defense	州民間防衛局
SDR	Secretaria de Desenvolvimento Regional	Secretariat of Regional Development	地域開発局
SDS	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável	State Secretary of Sustainable Economic Development	サンタカタリーナ州 持続可能開発局
SEDEC	Secretaria Nacional de Defesa Civil	National Secretariat of Civil Defense	国家防災局
SEGEO	Secretaria Municipal de Geologia	Geology Secretariat	市地質局

SEI	Secretaria Estadual de Infraestrutura	State Secretariat of infrastructure	州インフラ局
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos	Water Resource Secretariat	水資源局
SIH	Secretaria de Infraestrutura Hídrica	Secretariat of Water Infrastructure	水インフラ局
SIMEPAR	Sistema Meteorológico do Paraná	Meteorological System of Paraná	パラナ州気象機構
SINDEC	Sistema Nacional de Defesa Civil	National System Civil Defense	国家防災システム
SMS		Short Message Service	
SNS		Social Network Service	
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	National System of Water Resource Management	国家水資源管理システム
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina	University of the State Santa Catarina	サンタ。カタリーナ州立大学
UN	Organização das Nações Unidas (ONU), Nações Unidas (NU)	United Nation	国際連合
WMO	Organização Meteorológica Mundial (OMM)	World Meteorology Organization	世界気象機関

第1章 調査団派遣の概要

1.1 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加速しており、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。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。

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）の不備等の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、シビルディフェンス組織の未構築等にあるとされている。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ほとんど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と考えられる。

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、下記8つの対策に取り組むことを決定した。

- ① 脆弱な地域のリスクマッピング
- ② 予警報システムの構築
- ③ 土地利用・居住監視管理システムの構築
- ④ 災害リスクを考慮した都市拡張計画の策定
- ⑤ 排水対策、洪水対策、土砂災害対策等の防災インフラの整備
- ⑥ 危険地域にある住宅地の移転
- ⑦ 流域治水
- ⑧ 災害リスク管理体制（特に都市レベル）の強化等

また我が国からは、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、ブラジルでの自然災害による被害軽減のため、ブラジル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、高中進国に分類される「ブ」国に対し、将来的に総合防災システム整備に寄与する円借款案件の形成を見据えて、「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。

1.2 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我が国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、総合防災システムに関する円借款案件の形成に資する基礎資料を取りまとめることを目的として実施するものである。

1.3 調査対象地域と対象機関

1.3.1 調査対象地域

調査対象地域は、図 1-1 に示すように、ブラジリア連邦直轄区、サンパウロ、リオデジャネイロ、ミナスジェライス、サンタカタリーナ、パラナ及びペルナンブーコ州であり、災害状況、防災システム整備状況等並びに総合防災システム整備上の課題を明らかにする。また表 1-1 に各州の災害状況を整理した。



図 1-1 調査対象地位置図

表 1-1 調査対象地一覧

調査対象地域	災害発生都市	災害発生の現状	現在の災害対策
ブラジリア	連邦直轄地区	NA	NA
サンパウロ州	サンパウロ	雨水排水施設の不足・未整備から都市内地域の局部的洪水発生が日常化している。	地下雨水貯水槽を整備しているが、機能していない。
	サン・セバスチオン・ウバツバ・カラガタツバ(州北部海岸地域)	海岸山脈と海に挟まれた帯状観光地域で、集中豪雨による地滑り災害が発生している。	地滑り等は急峻な海岸山脈地域で突発的に発生するが、多くの非正規居住区を抱えて、住民移転等も困難で、明確な災害対策は未整備である。
	サン・ルイス・ド・パライチンガ	海岸山脈内の歴史遺産登録された町であるが、中心部を流れる河川水位の突発的上昇で壊滅的な被害が発生している。	州・市の力で被災した多くの歴史的遺産が回復されたが、洪水防止の抜本的対策が実施されていないため、洪水リスクは未だ高い。
リオデジャネイロ州	リオデジャネイロ	雨水排水施設の不足・未整備から都市内地域の局部的な洪水の発生が日常化している。	リオ港湾施設近傍の低地の都市内局部的雨水排水計画の必要性は何時も問題になっているが、有効な政策は実施されていない。サッカーW杯、五輪の開催を控えて、大きな問題になっており、いくつかのプロジェクトが進行中。
	ノバフリブルゴ・テレゾーポリス	海岸山脈内地方都市における集中豪雨による洪水・地滑りが広域に発生して多くの物的・人的被害を発生させた。	連邦政府・リオ州政府・地元市町村の連携が悪く、災害復旧が大きく遅延している。災害復興が遅れている地域には非正規居住区も多く、移転計画実施も多くの困難性がある。
	アングラ・ドス・ヘイス	海岸山脈と海に挟まれた有名な帯状観光地域であるが、一昨年大きな地滑り災害による人的・物的被害が発生している。	世界的にも有名な観光地域であり、湾内の小さな島の観光開発も並行して進んでいるが、海岸山脈内の非正規居住区住民の移転及び違法観光施設等の再配置計画・防災計画は遅々として進んでいない。
ミナスジェライス州	ベロオリゾンテ・メトロポリタン地域	地域内の地形的特性と思われる、域内中小河川の洪水発生が多い。	ミナスジェライス州の多くが急峻・小規模の水域に分割されており、広域な災害対策が必要と思われる。しかし、基本調査の不足・中長期計画の立案が遅延している。

サンタカタリーナ州	イタジャイ川 水域市町村(ブルメナウ・ジョインヴィレ等)	隣のパラナ州を水源とする連邦河川イタジャイ川の洪水は広範囲に及び、毎年のように多くの洪水が発生(水位が 14m 上昇等)、JICA が MP 調査、FS 調査を実施済	1980 年代から毎年のように洪水・山崩れ等が発生し、人的・物的被害も多く「ブ」国内有数の水害の発生地域である。。
パラナ州	クリチバ都市圏地域	世界的に有名なイグアスの滝に流れ込むイグアス川はクリチバ市を水源としており、当該河川流域で洪水が発生していた。	弊社が実施した「パラナ州水利用 MP 調査」の折に、イグアス川の屈折地点であるウニオン・ダ・ビトリア市地点で、洪水防御調査を行っている (1995 年)。
ペルナンブーコ州	レシフェ・オリンダ	レシフェ市はブラジルのベニスと呼ばれる水の都で、海水遡行による洪水も多く、郊外の山地では集中豪雨による地滑り等も多く派生し、2011 年には多くの死者も発生している。	北東伯地域で急激に資本投下が行われて、レシフェ市の下部地域は港湾開発・工業団地開発・観光開発が進捗しているが、州として中長期に渡る災害対策計画が整備されていない。また都市圏地域内河川流域の非正規居住区も拡大しており、災害対策実施のネックになっている。

1.3.2 調査対象機関

調査対象機関は、国家統合省国家災害リスク管理センター (Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres、以下、CENAD)、科学技術革新省自然災害警報センター (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais、以下、CEMADEN) 及び都市省などの連邦政府と図 1.3-1 に示した 6 つの州の州政府防災局及び関連機関並びに地方政府・自治体等であり、聞き取り調査を実施した組織・機関の一覧は

表 1-2 に示す。

まず、「ブ」国の災害状況の全般と国家レベルでの取り組み概要を確認するため、連邦政府機関のヒアリングを実施した。また全国レベルでの災害モニタリングを行うための防災システムの導入状況とそれらのシステムから得られる情報をどのように州政府や地方政府へ提供しているか、その手段についても合わせて確認した。

その後、各州政府の防災局を中心に、州レベルでの災害監視の状況、防災システムの導入状況、必要な災害監視体制や災害対応について確認した。その過程で、州レベルでの災害対策を実施する上での課題についても確認した。加えて、洪水、土砂災害等の調査対象地域における典型的な災害状況とその対策について具体例を抽出し、協力ニーズの方向性を検討するために、各地の被災地を踏査した。

調査対象地域が連邦直轄区を除いて 6 州あり、移動だけで半日以上の時間を割かれるこ

ファイナルレポート

とが多いことに配慮し、ブラジルやサンパウロの JICA 事務所および支所の TV 会議システムを活用し、各機関とのヒアリングを行った。連邦政府や州政府レベルでは TV 会議装置を配備しているところが多いため、必要に応じて TV 会議を利用することは、先方機関とのアポの時間調整の選択肢も広がり、効果的であったことを付記する。

二次調査では、一次調査の結果明らかになった「ブ」国における防災システムに対するニーズ・これに対応する防災システムインフラ整備案に関する発表を 8 月 28 日～29 日に行われた防災に関する国際セミナー“Rio BOSAI 2013”の会場で行った。質疑応答及び関心を表明した「ブ」国政府関係機関に対するヒアリングを通じて、「ブ」国政府機関側の意向について追加の聴取を行った。

表 1-2 調査実施組織・機関一覧

対象	機関名
連邦政府機関	国家統合省国家災害・リスク管理センター(CENAD)
	科学技術革新省自然災害センター(CEMADEN)
	都市省(CIDADES)
	国家水資源庁(ANA)
	国立気象研究所(INMET)
	国立宇宙研究所気候研究センター (INPE/CPTEC)
	国立農業技術研究公社(EMBRAPA)
	国立地質調査公社(CPRM)
	通信省(MC)
	電気通信庁(ANATEL)
サンパウロ州政府機関	防災局
	サンパウロ州水電力局(DAEE)
	地質研究所(IG)
サンルイスドバライチンガ市	防災局
リオデジャネイロ州政府機関	防災局
	リオデジャネイロ州環境研究所(INEA)
	リオデジャネイロ州地質調査所(DRM-RJ)
リオデジャネイロ市政府機関	リオデジャネイロ市地質調査局(Rio-GIO)
	リオデジャネイロ市河川局(Rio-Agua)
	リオデジャネイロ市防災局
ノバフリブルゴ市	防災局
ペトロポリス市	防災局
パラナ州政府機関	防災局
	パラナ州気象機構(SIMEPAR)
	パラナ州地質調査所(MINEROPA)
	パラナ州水研究所(AguaParana)
ミナスジェライス州政府機関	防災局
	ミナスジェライス州鉱業水資源管理院(IGAM)
ベロオリゾンテ市	防災局
チエテ市	防災局
サンタカタリーナ州政府機関	防災局
	サンタカタリーナ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)
	州持続的経済開発局(SDS)

ペルナンブーコ州政府機関	防災局
	ペルナンブーコ州水文気象庁(APAC)
大学・調査研究機関	技術研究所 (IPT)
	サンパウロ大学調達・運送システム研究所
	サンタカタリーナ大学(UFSC)
	ブルメナウ地域大学(FURB)
その他	地質調査公社(CPRM)
日本企業等	三菱商事 パナソニック 東芝 日本電気 富士通 日本無線 日立ディフェンス

1.4 活動、成果と目標の整理

1-2 節に示した調査の目的に沿い、「ブ」国連邦政府及び州政府・地方政府、本邦民間企業等に対し十分なヒアリングと一部現地踏査を行い、下記に記す成果を得ることが本調査の目標である。

- ① 連邦直轄区を除く調査対象 6 州における災害状況の把握及び分析
- ② 連邦政府及び当該 6 州における災害対策取組み状況の把握
- ③ 連邦政府及び当該 6 州で導入されている防災システムにおける課題と改善策案の検討
- ④ 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並びに「ブ」国への適用性の検討
- ⑤ 連邦政府及び当該 6 州における総合防災システムにおける協力ニーズの把握及び分析

1.5 調査団員及び調査日程

下表 1-3 に調査団員とその担当業務等を示す。また、表 1-4, 表 1-5 に調査工程を記す。

表 1-3 調査団員と担当業務

氏名	所属	担当業務	現地調査期間
南部 尚昭	YEC	総括/災害情報通信網	4/1 - 4/25, 8/28 - 8/29
田中 宇祐	YEC	副総括/災害情報システム構築	4/1 - 5/30, 8/26-9/6
神宮 保	YEC	河川管理・洪水対策分野	4/1 - 5/17
竹島 秀大	YEC	土砂災害観測・対策分野	4/13 - 5/12, 8/26 - 9/6
北野 真広	YEC	水管理・干ばつ対策分野	4/13 - 5/12, 8/26 - 9/6
楊 普才	日本工営	気象観測分野	4/1 - 5/30

ファイナルレポート

表 1-4 第 1 次 調査行程

日付	曜日	訪問地	訪問工程
4/1	月	成田	ブラジルへ出発
4/2	火	サンパウロ	南部、神宮、田中、楊到着 団内打合せ ブラジリアへ移動
4/3	水	連邦直轄区	JICA 事務所、日本大使館
4/4	木	連邦直轄区	情報通信省(MC)、都市省(CIDADES)、CENAD
4/5	金	連邦直轄区	CENAD、国立水管理機構(ANA)、EMBRAPA
4/6	土	連邦直轄区	資料整理
4/7	日	連邦直轄区	資料整理
4/8	月	連邦直轄区	CENAD
4/9	火	連邦直轄区	国立気象研究所(INMET)、ANA
4/10	水	連邦直轄区 サンパウロ	サンパウロへ移動 サンパウロ三菱商事(TBD)
4/11	木	サンパウロ	サンパウロ州防災局、DAEE、JICA サンパウロ出張所
4/12	金	サンパウロ	IG、サンパウロ大学調達・運送システム研究所、IPT
4/13	土	サンパウロ	資料整理
4/14	日	サンパウロ	資料整理 北野、竹島到着
4/15	月	サンパウロ	CEMADEN、INPE、サンルイスバライチンガ 防災局
4/16	火	サンパウロ	サンパウロ領事館、サンパウロ州防災局 リオデジャネイロへ移動
4/17	水	リオデジャネイロ	Rio-GIO、リオデジャネイロ市 オペレーションセンター、 リオデジャネイロ総領事館
4/18	木	リオデジャネイロ	INEA
4/19	金	リオデジャネイロ	ノバフリブルゴ現地調査
4/20	土	リオデジャネイロ	ペトロポリス現地調査
4/21	日	リオデジャネイロ	ブラジリアへ移動
4/22	月	ブラジリア	JICA 事務所
4/23	火	ブラジリア	CEMADEN (JICA 事務所テレビ会議)、ANA、CENAD、 ANATEL 南部帰国
4/24	水	ブラジリア	クリチバへ移動
4/25	木	パラナ	パラナ州防災局 田中フォルタレーザへ移動
4/26	金	パラナ セアラ	被災地域現地調査(FLORESTA・ANTONINA 地区) フォルタレーザ 防災審議会 田中クリチバへ移動
4/27	土	クリチバ	資料整理
4/28	日	クリチバ	フロリアナポリスへ移動
4/29	月	サンタカタリーナ	EPAGRI / CIRAM、サンタカタリーナ大学、SDS
4/30	火	サンタカタリーナ	サンタカタリーナ州防災局 ブルメナウ現地調査、FURB
5/1	水	フロリアナポリス	レシフェへ移動
5/2	木	ペルナンブーコ	ペルナンブーコ州防災局、APAC
5/3	金	ペルナンブーコ	ペルナンブーコ州防災局、現地調査

5/4	土	ペルナンブーコ	資料整理
5/5	日	ペルナンブーコ	ベロホリゾンテへ移動
5/6	月	ミナスジェライス	ミナスジェライス州防災局、ベロホリゾンテ市防災局
5/7	火	ミナスジェライス	CPRM シエテ市防災局
5/8	水	ミナスジェライス	IGAM サンパウロへ移動
5/9	木	サンパウロ	資料整理 北野・竹島帰国
5/10	金	サンパウロ	資料整理
5/11	土	サンパウロ	資料整理
5/12	日	サンパウロ	資料整理 神宮フロリアナポリスへ移動
5/13	月	サンパウロ サンタカタリーナ	資料整理 既設ダム現地調査
5/14	火	サンパウロ サンタカタリーナ	資料整理 神宮サンパウロへ移動
5/15	水	サンパウロ	資料整理 神宮帰国
5/16	木	サンパウロ	資料整理
5/17	金	サンパウロ	資料整理
5/18	土	サンパウロ	資料整理
5/19	日	サンパウロ	資料整理
5/20	月	サンパウロ	資料整理
5/21	火	サンパウロ	資料整理
5/22	水	サンパウロ	資料整理
5/23	木	サンパウロ	JICA ブラジリア (JICA SP 事務所テレビ会議)、ミナス ジェライス州防災局 (JICA SP 事務所テレビ会議)
5/24	金	サンパウロ	パラナ州防災局(JICA SP 事務所テレビ会議)、
5/25	土	サンパウロ	資料整理
5/26	日	サンパウロ	資料整理
5/27	月	サンパウロ	CEMADEN (JICA SP 事務所テレビ会議) CEDEC
5/28	火	サンパウロ	田中、楊帰国
5/29	水	機内	
5/30	木	成田	日本帰着

表 1-5 第2次 調査行程

日付	曜日	訪問地	訪問工程
8/26	月	成田	ブラジルへ出発
8/27	火	リオデジャネイロ	田中、北野、竹島サンパウロ到着 団内打合せ リオデジャネイロへ移動
8/28	水	リオデジャネイロ	セミナー参加、ワークショップ準備 南部リオデジャネイロ到着

8/29	木	リオデジャネイロ	ブラジル防災分野システムインフラ調査報告ワークショップ発表 南部帰国
8/30	金	リオデジャネイロ	INEA
8/31	土	サンパウロ	資料整理
9/1	日	サンパウロ	資料整理
9/2	月	サンパウロ	ペトロポリス（電話インタビュー）
9/3	火	サンパウロ	CEMADEN
9/4	水	サンパウロ	DAEE 田中、北野、竹島帰国
9/5	木	機内	
9/6	金	成田	日本到着

第2章 調査結果の概要

2.1 「ブ」国における災害の特徴

2.1.1 社会・経済・自然等の状況

(1) 地形

ブラジル（以後、「ブ」国）は中南米最大の国であり、その面積は 851 万 1,965 平方キロと、南米大陸の約半分（47.3%）を占めている。世界ではロシア、カナダ、中国、米国に次いで 5 番目に広大な国土を持つ国である。日本の面積(37.8 万 k m²)の約 23 倍もある広大な面積の国である。海岸線は 7,367km、国境線は 15,735km に達する。南北の最大直線距離は 4,320km、東西は 4,328km とほぼ同じである。



図 2-1 「ブ」国の地理

「ブ」国の地形は大きく分けて、流域を含めて 4 百万平方キロにも及ぶアマゾン川流域と、この川の南に広がる中央高原に大別される。中央高原の大部分は海拔 300～500m の起伏のある高原であり、その中ではトカンチンス川(Rio Tocantins),サンフランシスコ川(Rio Sao Francisco),パラナ川(Rio Parana) という 3 つの主要河川の分水嶺付近を選んで建設されたブラジリア付近が最も標高が高いが、ここでも標高は 1,200m 程度である。

中央高原の東側には、北東部から南へと、ちょうど大西洋側と内陸部を分断するような形で低山脈が連なっており、その先は大西洋岸の狭い低地へと続いている。この低山脈と大西洋とで区切られた地域で洪水や土砂災害などの自然災害が多発する。

この大西洋岸の低地山脈の主なものは、北東部のアラリペ Araripe 山脈、サンフランシスコ川からミナスジェイラス州のベロオリゾンテに連なるエスピニャソ Espinhaço 山脈、リオデジャネイロからサンパウロとサントス、パラナ州の間へ連なる海岸山脈 Serra do Mar や、その内陸にあるマンティケイラ Mantiqueira 山脈、さらに南のサンタカタリーナ州にあるジェラルデゴイアス Geral de Goiás 山脈 等で構成されている。



図 2-2 「ブ」国の地形

出典：GEOATRAS

(2) 気候

気候は熱帯性気候、亜熱帯性気候、半砂漠型乾燥気候、高地の亜熱帯性気候、温帯性気候の5つに分けられる。国土の90%は熱帯地域に属するが、人口の60%以上は、気温が温和になっている地域に住んでいる。サンパウロ、ブラジリア、ベロオリゾンテのような高原都市は気候が温暖であり気温は18～21度である。リオデジャネイロ、レシフェのような大西洋岸地域の平均気温は23～27度である。絶え間ない貿易風の影響により、かなり暑い。クリチーバやフロリアナポリスのような「ブ」国南部の気候は欧米と似ており、霜が降りたり、冬の気温が零下になることもある。この地域の平均気温は17～19度である。「ブ」国で最も暑い地域は北東部で、5月～11月の乾期には気温はしばしば38度を上回り、四季を通じての寒暖の差はアマゾン地域よりも大きい。アマゾン地域では気温が32度以上になることは滅多になく、年間平均気温は22～26度であり、また四季を通じて寒暖の差が小さい。

表 2-1 「ブ」国国内の地域別の気候の特徴

地域区分	気候の特徴
北部地域 (ベレン、マナウスなど)	- 熱帯地域 - 年間気温が24～35℃と高く、ほとんど一年中蒸し暑い - 5～11月の乾期には気温はしばしば38℃を上回る
北東地域	- 干ばつ地帯 - 5月～11月の乾期には気温はしばしば38度を上回り、「ブ」国で最も暑い - 四季を通じての寒暖の差はアマゾン地域よりも大きい
南部地域 (クリチーバ、フロリアナポリスなど)	- 亜熱帯地域 - 1・2月が最も暑く、雨も多い - 四季がはっきりしており、気温の変動は大きいものの、平均気温は17～19℃ - 冬には霜が降りたり、雪やひょうが降ったり、気温が零下になる地域もある
高原地域 (サンパウロ、ブラジリア、ベロオリゾンテなど)	- 高原都市は気候が温暖 - 温暖で平均気温は18～21℃くらい
海岸地域 (リオデジャネイロ、レシフェなど)	- 絶え間ない貿易風の影響により気温が高い - 平均気温は23～27℃

出典：JICA 調査団整理

(3) 年平均降水量

最も降水量が多いのはアマゾン川の河口ベレン市近くと、アマゾニア地方の広い地域で、年間2,000mm以上である。「ブ」国のほとんどの地域では年間1,000mm～1,500mmと適度な

降水量で、夏の 12～4 月に集中しており、冬は比較的乾燥している。近年では、大西洋岸地域で集中豪雨が発生し、洪水や土砂災害をもたらしている。

「ブ」国で最も乾燥しているのは北東部のいわゆる「干ばつ地帯」と呼ばれる、国土の 10% に当たる地域である。ここでは、いつ雨が降るかわからずカラカラに乾燥しており、作物は成長しにくい地域である。

(4) 「ブ」国の行政区分

「ブ」国は南部、東南部、中西部、北部と東北部の五つの地域に区分され、それらの地域は 26 の州 (Estado エスタード) と 1 つの連邦直轄区 (首都ブラジリア) から構成されている。州は市・郡に相当する行政単位 (Municípios ムニシピオ) に分けられ、全国で 5,564 のムニシピオが存在する。

記号	区分	構成州
A	NORTE 北 部	アマゾナス州・パラ州などのアマゾン河流域を含む地域
B	NORDESTE 東北部	セアラ州・ペルナンブーコ州・バイア州など。乾燥地帯である。
C	CENTRO OESTE 中西部	マツトグロッソ州などの内陸の地域です。首都ブラジリアは、この地域にある。
D	SULDESTE 東南部	サンパウロ州・リオデジャネイロ州・ミナスジェライス州など。有力な州がある地域です。事実上「ブ」国の中心。
E	SUL 南 部	パラナ州・サンタカタリーナ州・リオグランデ州。

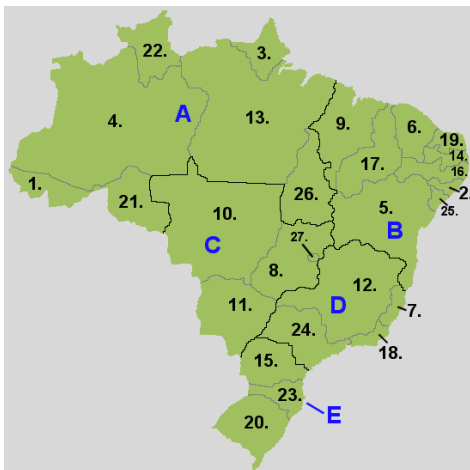


図 2-3 「ブ」国の政治区分

(5) 経済

IMF によると、2011 年の「ブ」国の GDP は 2 兆 4929 億ドル(約 200 兆円)であり、世界第 6 位である。一方、一人当たりの GDP は 12,788 ドルであり、先進国と比較すると依然として低い水準である。「ブ」国の実質経済成長率 (GDP 成長率) は 2009 年度は大きくマイナス成長となったが、2010 年は 7.5%と、90 年代以降で最大の成長率を記録するなど好調である。

現在ではロシア、中華人民共和国、インドと並んで「BRICs」と呼ばれる新興経済国群の一角に挙げられるまでになっている。

公衆衛生・教育などの公共サービスの水準は先進諸国に比べ低く、沿岸部と大陸内部の経済的な格差や貧富の格差が大きい。近年、経済や財政の好転を背景に急速に改善されつつあり、貧困層の生活水準の底上げは内需の拡大にも貢献している。

また、GDP における税の割合は 30%を超えており、BRICs 諸国で突出している。これは、貧困層への援助のために課税が行われているためであるが、医療や福祉・教育水準の改善、地方への生活インフラの整備が着実に進んでいる。図 2-4 に実質 GDP の推移を示す。

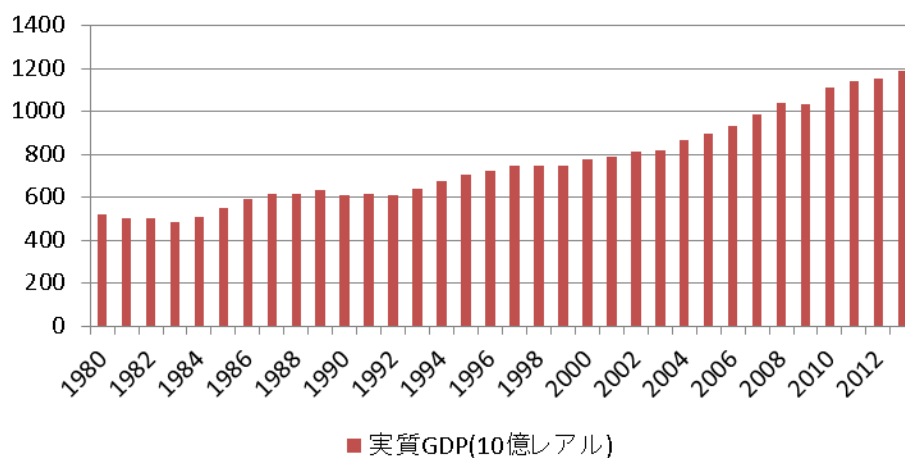


図 2-4 実質 GDP の推移

表 2-2 「ブ」国の人口の推移(1980～2013 年)

年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
	522.68	499.68	502.66	485.57	511.34	551.74	593.36	614.73	616.35	636.08
年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	609.56	615.85	612.97	641.57	675.79	705.64	720.82	745.15	745.41	747.30
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	779.48	789.72	810.71	820.01	866.85	894.24	929.62	986.25	1,037.25	1,033.83
年	2010	2011	2012	2013						
	1,111.72	1,142.10	1,152.06	1,186.82						

単位: 10 億リアル ※背景オレンジは推計値 ※データ元: IMF

実質 GDP とは、名目 GDP から物価変動の影響を除いたもの。

(6) 人口

2010 年の「ブ」国人口は約 1 億 9400 万人であり、世界第 5 位の規模である。2010 年度の人口成長率は、約 1.2%であり、今後も緩やかに増加していくと考えられている。「ブ」国南東部には、サンパウロ、ベロオリゾンテ、リオデジャネイロといった「ブ」国経済の拠点が並び、全人口の 40%が集中している。「ブ」国の主要都市別での人口では、サンパウロが約 1,100 万人、リオデジャネイロが約 800 万人、サルヴァドールが約 290 万人と続いている。首都であるブラジリアの人口は約 250 万人となっている。

都市圏の人口が 1800 万人を数えるサンパウロは「ブ」国最大の都市であり、世界でも第 5 位の規模を誇る大都市である。工業生産および金融の中心地だが、公害、人口過密、貧困などの問題が山積している。

現在、国民の約 80%が都市部に居住し、都市化率の伸びは経済発展を促している一方で、都市部における深刻な社会問題や環境問題の原因ともなっている。近年、洪水や土砂災害などの自然災害による被害が増大している最大要因として、無秩序な都市化の拡大があげられる。

表 2-3 「ブ」国の人口の推移(1980～2013 年)

年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
	120.81	123.68	126.61	129.55	132.55	135.52	138.39	141.22	143.99	146.73
年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	149.37	151.92	154.42	156.91	159.40	161.85	164.34	166.87	169.41	171.94
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	174.43	176.88	179.29	181.63	183.87	185.99	187.96	189.80	191.54	193.25
年	2010	2011	2012	2013						
	194.95	196.66	198.36	199.88						

単位: 100 万人 ※背景オレンジは推計値 ※データ元: IMF

表 2-4 都市への人口集中

YEAR	POPULATION (MI HAB)	% URBAN POPULATION
1970	93,1	55,9
1980	118,0	68,2
1991	146,8	75,6

1996	157,1	78,4
2000	169,0	81,1
2010	190,7	84,3

出典：United Nation, Department of Economic and Social Affairs

2.1.2 「ブ」国における災害の特徴

災害とは、その要因(素因や原因など)が自然的なものであれ人為的なものであれ、人間および人間社会になんらかの破壊力が加わって、人命が失われたり社会的財産等が失われることによって、それまでに構築されてきた社会的均衡が崩れることをいう。「ブ」国においては2年前の2011年1月にリオデジャネイロ州で大規模な土砂災害が発生し、それ以降災害対策がクローズアップされてきた。近年の人口増加、それに伴う急激な都市化、無計画な都市拡張が災害の大きな要因であり、災害の規模は年々増加している。

下図は「ブ」国において1991年から2010年の期間における自然災害の種類と人的被害の率を示したものである。この期間には96,494,755人が何らかの自然災害を被っている。

この図によると、干ばつがもっと多く、50.2%を占め、次いでフラッシュフラッド 29.6%、洪水 10.6%、地滑りは2.19%となっている。暴風も4.22%を占めている。

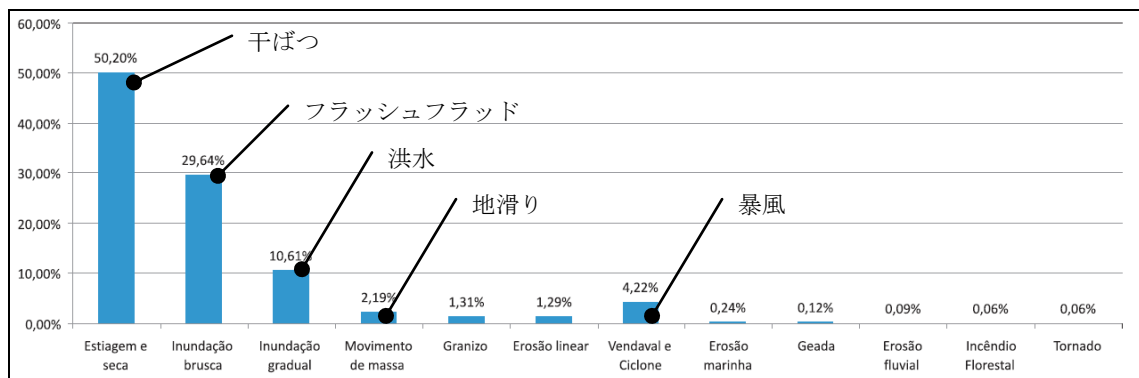


図 2-5 「ブ」国における自然災害による人的被害分布

出典：ATLAS

一方で、「ブ」国における人命や経済に甚大な影響与える自然災害としては、洪水、地滑り(土石流含む)である。特に、地滑り及び土石流においては死者が1988～2011年の間に3,236名に達するなど、人命損失において突出している。洪水(フラッシュフラッドと洪水)による被害は何らかの影響を受けた被災者数と経済被害が多い。この要因としては、土砂災害では、発生から人家等の居住区域に短時間で家屋を流出させるほどのエネルギーも持った土砂が到達することや、土砂災害が発生しやすい山間部や斜面に宅地が侵入してきており災害ポテンシャルが増大していることがあげられる。一方で、1か所あたりの土砂災害区域は比較的狭い範囲であるため、経済的損失は小さい傾向にある。洪水の場合は土砂災害にくらべて洪水到達時間が長いことため水位の上昇速度や洪水流速が比較的遅く、避難が行われ

ているためと考えられる。一方で、都市部などで広範囲かつ長時間浸水被害が広がるため、経済的損失が大きくなる傾向にある

図 2-6 に 1998 年から 2012 年までの地滑り(土石流含む)による死者数経年変化を示す。また、図 2-7 に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 名に上り突出している。

州別にみると、土砂災害は大西洋に面して州で発生しており、特にペルナンブーコ州、ミナスジェiras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。

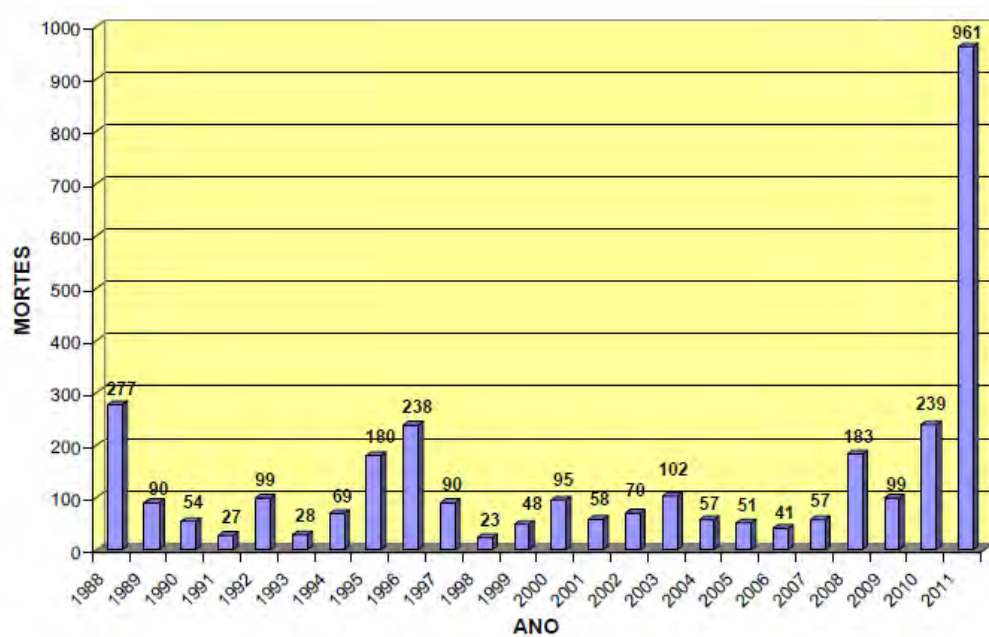


図 2-6 地滑りによる死者数推移

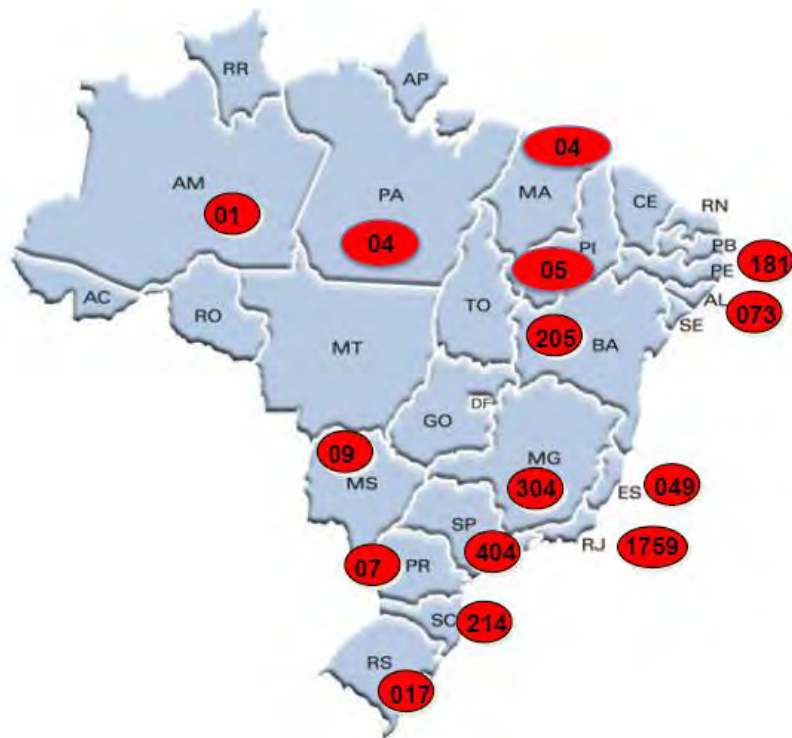


図 2-7 州別の地滑りによる死者数(1998 年から 2012 年)

出典：IPT

「ブ」国における自然災害の被害は、干ばつを除けば洪水が最も多く、2003 年から 2011 年の間に 3,816 もの市町村が被害にあっている。

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被害を被っていると考えられる。

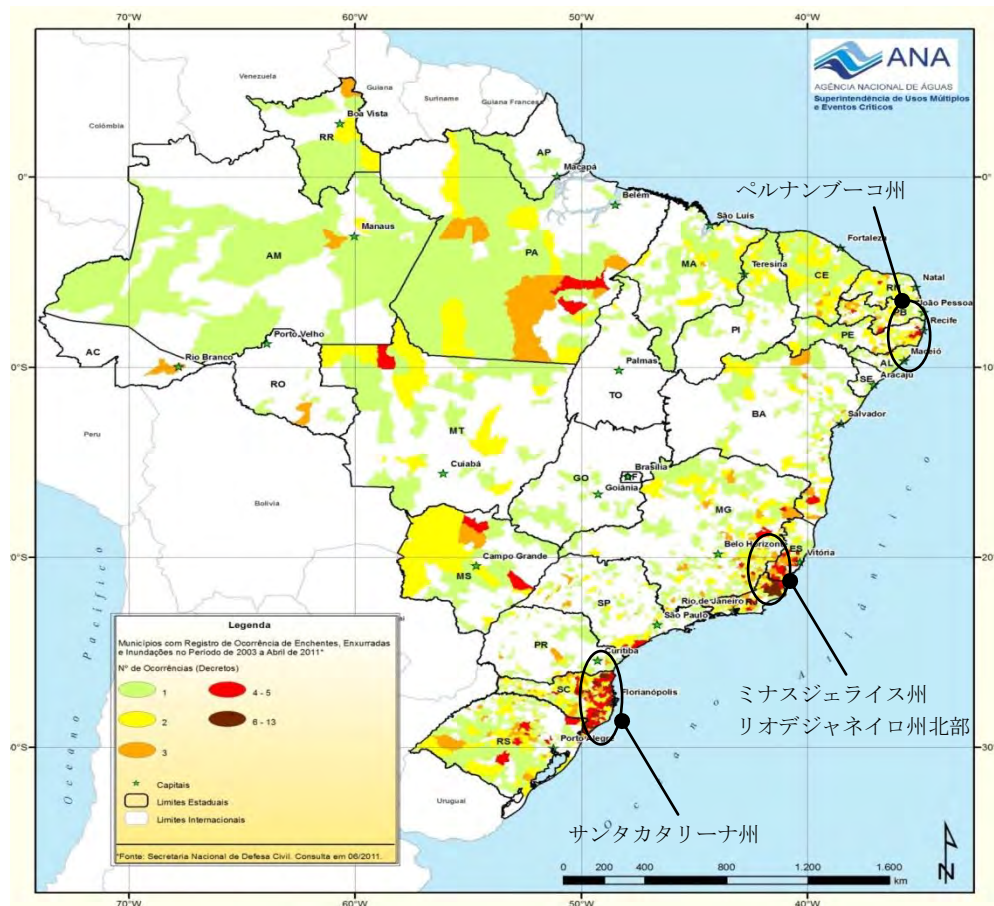


図 2-8 洪水発生地域(2003-2011)

出典：ANA

表 2-5 は近年の洪水及び土砂災害による経済的損失である。この 4 つの洪水や地滑りによる自然災害だけでも経済損失は R\$ 153.2 億 (約 7,500 億円)にものぼる。自然災害による経済的損失が州の PIB (Produto Interno Bruto 域内総生産) に占める割合は 1.35~8.72%にもなっている。また、人命被害は約 1,466 人である。洪水による人的被害は土砂災害と比べると小さいが、PIB 比率で比較すると経済的損失は洪水災害が土砂災害よりかなり大きくなっており、州経済にとって重要な問題となっている。

表 2-5 近年の洪水及び土砂災害による経済的損失

ANO	EVENTO	犠牲者数	経済損失 (R\$ bilhões)	州の PIB 比率 (%率)
2008	サンタカタリーナ州の洪水と地滑り	110	5.32	2.67%
2010	ペルナンブーコ州の洪水	20	3.37	4.30%
2010	アラゴアス州の洪水	36	1.85	8.72%

2011	リオデジャネイロ州の洪水と地滑り(山岳地帯)	1.300 (aprox.)	4.78	1.35%
	合計	1,466	15.32 (約 7,500 億円)	

出典：ペルナンブーコ州防災局提供資料より

(1) 代表的な土砂災害の特徴

土砂災害はすべて Escorregamento として定義されており、地滑り、崖崩れ、土石流等の区別はされていない。

2011 年 1 月 11 日～12 日にかけて、リオデジャネイロ州の山岳地帯において 3562 か所の地滑りが発生した。この災害により、ノバフリブルゴ市、テレゾポリス市、ペトロポリス市などが甚大な被害を被るとともに、約 1,500 名の人命が失われた。また、2013 年にもペトロポリス市では地滑りが発生し 36 名の死者を出すとともに、救助に向かった防災局職員が 2 名殉職するなど、引き続き被害が発生している。

2011 年の災害の原因は、325mm/48hr の豪雨があったこと、特に、24 時間で 200mm 以上の雨を記録した地域において最も甚大な地滑りが発生している。

リオデジャネイロ州においては、同様な災害が 1966 年、1967 年、1988 年、2010 年にも記録されている。これら地滑りの要因としては地形的に山地の堅い基盤岩の上に、薄い土層があり、雨が長時間降ると降雨が岩盤と土層の間に入り込み、地滑りを誘発すると考えられている。



図 2-9 ノバフリブルゴ市、テレゾポリス市、ペトロポリス市位置図

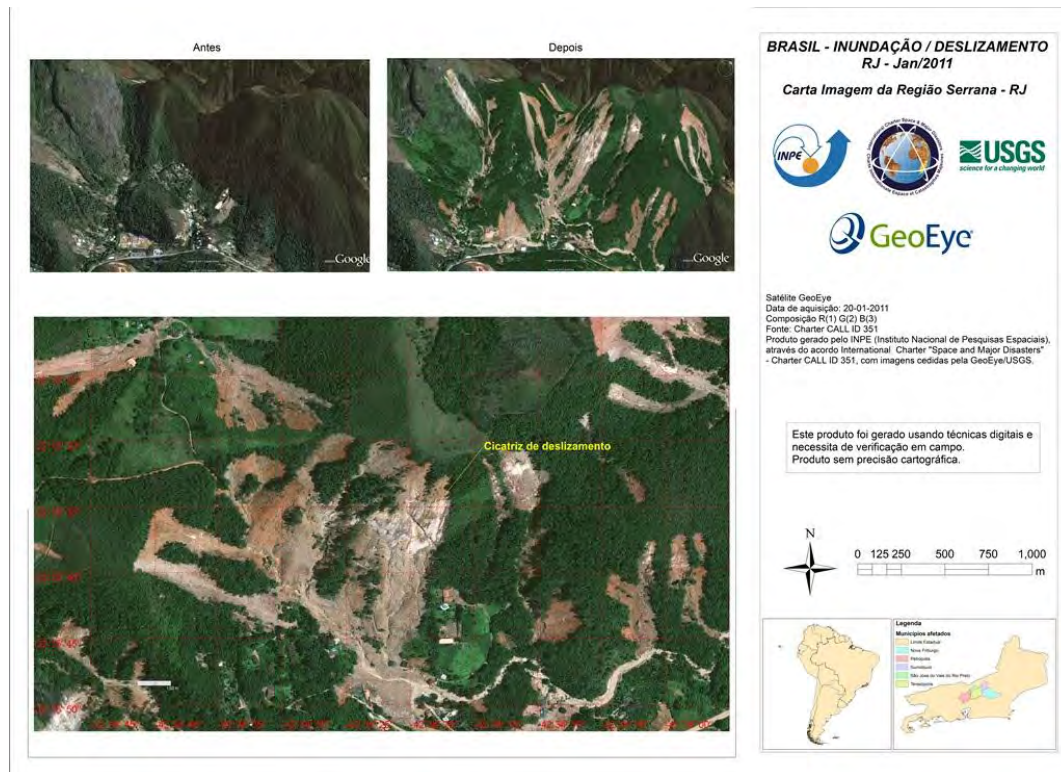
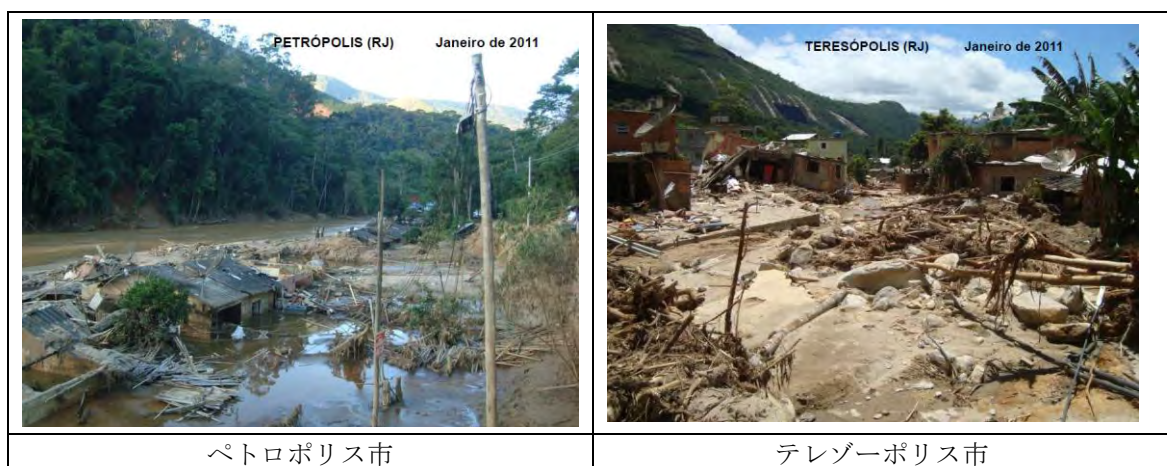


図 2-10 衛星写真による地滑り状況

出典：CEMADEN 提供資料



NOVA FRIBURGO (RJ) Janeiro de 2011  ipt	SANTA CATARINA 2008 
ノバフリブルゴ市	サンタカタリーナ州
	
レシフェ市	

図 2-11 写真 土砂災害状況

(2) 代表的な洪水災害の特徴

洪水災害としては、水位が徐々にゆっくり上昇して宅地を水没させる浸水型洪水被害（Inundacao Gradual）と河川水位が急激に上昇して発生し氾濫、浸水して家屋を流出させる洪水（Inundacao Bruaca）の 2 つのタイプに分けられる。

1) サンタカタリーナ州 イタジャイ川の洪水

イタジャイ川流域では洪水被害は毎年のように発生しており、特に 1983 年、1984 年、1992 年、1997 年、2001 年には広い範囲で被害が生じていた。

2008 年 11 月の集中豪雨は死者 150 名弱の災害となったが、降雨のパターンは 1983 年 1984 年に発生した集中豪雨とは異なっていたといわれている。まず、最上流域では降雨が少なく、流域下流部に集中して降っている。雨量も 300 年に一度といわれる豪雨であった。11 月 18 日から数十ミリのまとまった降雨が続いた後、23 日、24 日と連続して 250mm 前後の豪雨となっている。この例を見ない短期間の集中豪雨は流域に甚大な被害をもたらした。

この時の豪雨による死者など、被害のほとんどは、土砂災害（土石流他）と言われている。

イタジャイ川の上流には3か所治水ダムがあるが、2011年11月の豪雨では上流域に雨が降らなかったため、治水効果は無かった。



図 2-12 写真 イタジャイ川洪水災害状況

2) ペルナンブーコ州の洪水

2010年6月21日ブラジル北東部のアラゴアス州とペルナンブーコ州では、1週間前から降り続いた豪雨のため、複数の川の堤防が決壊、氾濫し、多くの家屋や建物などが押し流されたり、濁流に飲み込まれペルナンブーコ州とアラゴアス州で51名が犠牲となり、また75万人以上の被災者が発生する大惨事となった。

状況は、ペルナブコ州のダムが決壊した後に一気に悪化し、ムンバウ川があふれ、洪水となり流域の市町村を襲ったといわれている。激しい豪雨が降り続くなか、通信が途絶え、土砂崩れや濁流で橋が流されて孤立する集落も多く発生した。



	
洪水と氾濫状況 ペルナンブーコ州	洪水と氾濫状況 ペルナンブーコ州
	
洪水と氾濫状況 ペルナンブーコ州	

図 2-13 写真 ペルナンブーコ州洪水災害状況

2.2 総合防災システム

日本は国土に、地震、台風、豪雨、火山噴火など、様々な災害リスクの高い地域を抱えている。その中で、大規模な災害に対する対応能力の向上や被災時の社会機能の維持・向上などの必要性から、政府機関や自治体を中心に様々な総合防災システムの構築が進められてきた。この様々な実装の中から、実践的に優れた総合防災システム在り方について以下に整理する。

2.2.1 総合防災システムの定義

総合防災システムとは、各種観測情報や監視映像、体制情報などを地図上に効果的に集約・提供することで、水災害、土砂災害をはじめとする様々な災害から市民を守るための分析・解析（土砂災害危険度評価、洪水予測等）を実施し、情報提供及び状況判断、対策実施の効率化・迅速化を支援するシステムのことをいう。個別のシステム（観測機能、分析・解析機能、情報伝達機能等）を統合して一連のシステムとして活用することにより、減災機能および都市防災機能の向上が見込める。

具体的には、連邦首都・州都に総合防災情報センター、主要都市に防災情報センター等を設置し、水災害（河川、砂防、ダム）、土砂災害等の総合的な防災情報を集積し、その情報を活用した各種予測（洪水・浸水・土砂災害予測等）を実施した上で、適正な予警報、避難支援に寄与する情報を市民に的確に提供するものである（図 2-14）。

本システムは、災害現場における各種センサー、伝送システム、地域防災情報センターの追加整備及びこれらをネットワークに組み入れることで拡張可能である。

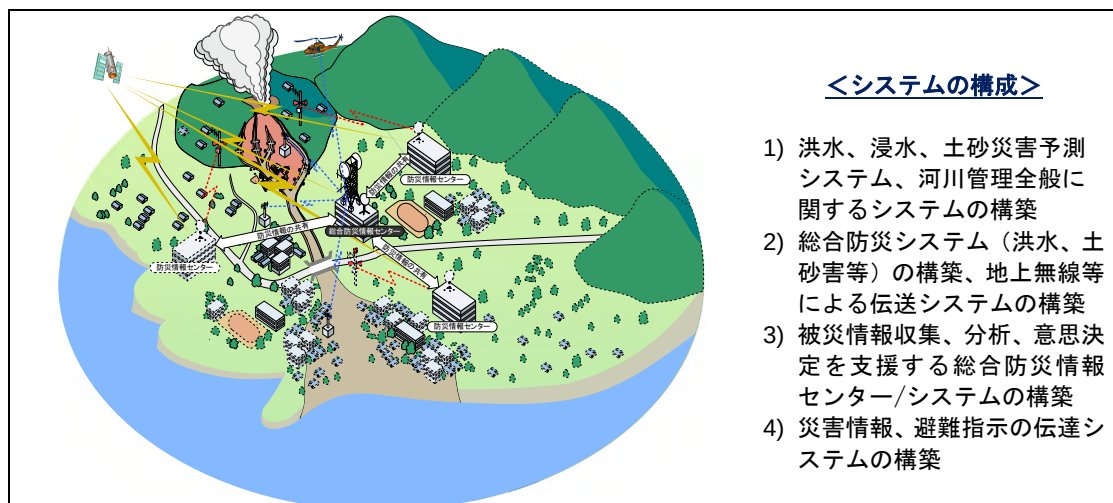


図 2-14 総合防災システムのイメージ

この総合防災システムを導入することによって得られるメリットは、以下のとおりである。

1) 観測機能の向上

- 降雨、河川水位、流量、潮位等を観測する機材を適切に配置し広域観測（レーダー雨量等）の活用
- 観測データをリアルタイムに、かつ確実に伝送・蓄積することが可能
- リアルタイムなデータ更新により、迅速な状況判断が可能。
- 豊富な映像、情報の収集（雨量・水位だけでなく、海岸、水門、関連システムの情報、連邦、州、市の災害情報、気象情報など水防災対策に必要な多数の情報を収集・交換）
- 地域の災害特性の把握
- 連邦、州、市の拠点間ネットワークの高速化

2) 分析・解析機能の向上

- リアルタイムの観測データと気象予測データ等から、将来の河川水位、流量、潮位等を予測（洪水予測システム）
- 水位予測より氾濫被害状況を予測（氾濫予測システム）
- 気象予測データからの土砂災害予測（土砂災害予測システム）
- 地図をベースとした効果的な情報管理・共有
- 被災情報収集、分析、意思決定を支援

3) 情報伝達機能

- 災害情報、避難指示の質の向上
- 住民へ早期の避難指示の実現

4) 都市防災機能の向上

- 効果的な土砂対策、水害対策（構造物対策事業の優先順位を与える判断基準）
- 道路・空港等における迅速な災害対応が可能
- 生命、財産の被害軽減が実現
- 河川・海岸の計画、土砂管理計画、道路計画、地下鉄計画、地下街計画など、様々な施設の防災機能の向上に反映

総合防災システムを整備し、災害情報を収集・管理・分析し、災害リスクを的確に把握することにより、効果的・効率的な防災計画・防災施設整備等を実施することが可能となり、ハード・ソフト対策を同時に進めることで、図 2-15 で示す[スパイラル効果](#)による災害に強い地域づくりが可能となる。

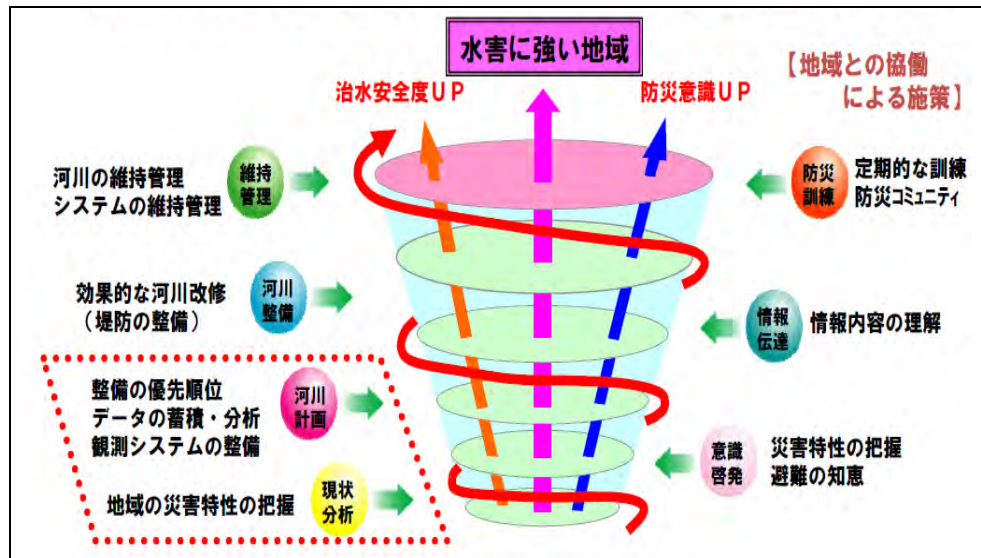


図 2-15 スパイラル効果

さらに、維持管理技術を活用することにより安全と安心が確保され、地域の経済発展に寄与することも期待できる。また、我が国の河川・砂防を含めた防災技術・維持管理技術を活用することにより、最適な技術提供が可能となる。図 2-16 に示す通り、総合防災システムを効果的・効率的に運用するためには、正確で確実なリアルタイム観測データが重要であり、そのためには、広域観測体制の構築、データ配信および蓄積、適切な維持管理が重要となる。

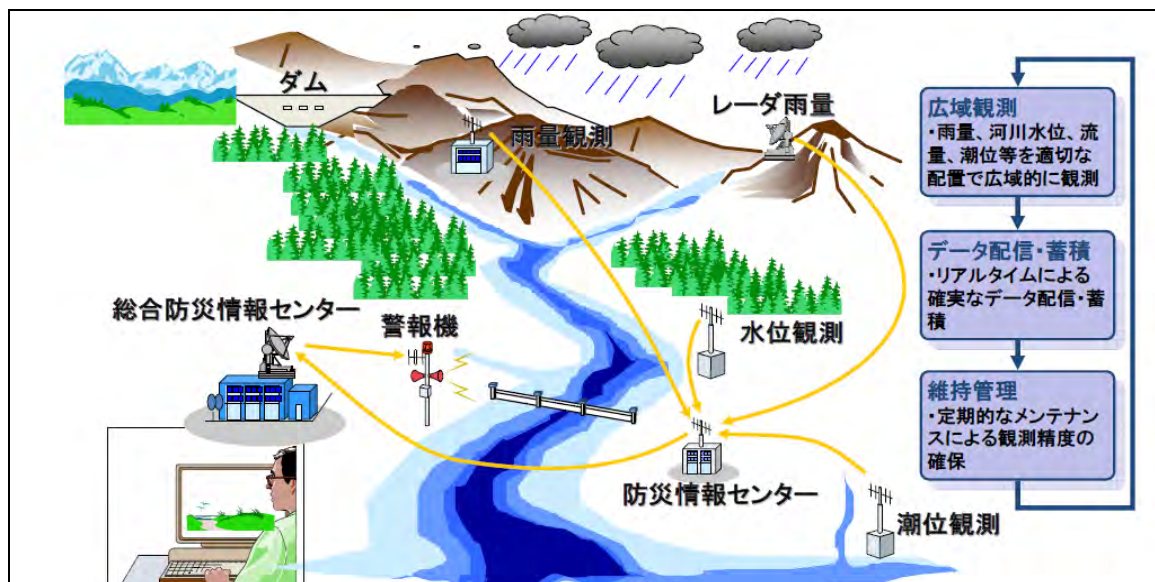


図 2-16 リアルタイム観測及びデータ収集イメージ

2.2.2 総合防災システムの適用の効果

上記に示したように、総合防災システムとは、総合的に（効果的・効率的に）防災対策を実施するためのシステムである。なお、防災対策には、土砂災害対策、洪水対策、渇水対策等の様々な水災害に関する対策を含む。

一般的に、防災対策には、ハード面とソフト面の対策があり、総合防災システムは、ソフト面の防災対策に位置づけられる。なお、ハード対策（各種災害対策事業等）が進むことにより、ソフト対策もハード対策の進展に対応して変化する。（ハード対策の効果を織り込んだソフト対策の立案が事業進展の都度必要）

総合防災システムを効果的・効率的に機能させるためには、気象情報、地形・地質情報、社会・環境情報、災害情報等の充実も併せて必要になる。このため、多くの行政情報や公共的な施設情報の中から、災害対策に必要な情報を抽出し、総合防災システムで参照できるよう環境を整備する必要がある。

次に、取得した情報を的確に利用し、危険を把握する予測技術（降雨予測、洪水予測、氾濫予測、土砂災害予測技術等）の充実が重要である。そのためには、各州の災害特性、更には、州内でのより詳細な災害特性を明確にした上で最適な予測ソフトを導入することが重要である。

また、解析した情報をより速く、より確実に、より正確に防災当局者に伝達するインフラの確保が重要になる。また、そのインフラは、被災により寸断される可能性を想定した上で、情報伝達を可能とする必要があることは言うまでもない。（リダンダンシーの確保）

一方、災害時においては、災害現場への情報伝達に加えて、災害現場における災害の進行状況に関する詳細な情報収集・整理・伝達が重要になる。これは相当な困難が伴うことであるが、これが実現できれば分析・解析精度が向上し、さらに的確な指示・命令等が可能になるものとする。

この点に関しては、システムを構築した上で現場責任者等の訓練等を通して向上すべき事項であり、システムとしては、状況に応じた変更や入力手段・手順の多様化に備えておく必要がある。

また、重要な事項として、災害前の情報の整理と危険度の評価である。これは、ハザードマップ（リスクマップ）といわれるもので、それぞれの地区の自然条件、社会条件、地形・地質条件等を踏まえて、事前に危険度評価を実施するものである。これについては、過去の災害の情報、更にはその因果関係（災害と降雨、地形・地質との関係等）を明確に

した上で、作成することが重要である。そして、危険度評価の高い地区に対しては、観測施設の導入、災害認識の向上、避難訓練等の事前対策を実施し、災害時の情報伝達、避難行動等がスムーズに行えるようにすることが人命を守るためには非常に重要になる。従って、ハザードマップ・リスクマップの作成に際しては、現段階で収集できるあらゆる情報を駆使して作成する必要がある。

なお、以下に示すように、総合防災システムの導入により、観測機能、分析・解析機能、情報伝達機能、および都市防災機能の向上といった効果が見込める。

① **観測機能の向上：**

X-バンド MP レーダーおよびこれに連動した雨量計、画像データ入手システム（位置情報を付加した画像情報を取得しデータベース化システムへリ搭載カメラ、iPhone 等のカメラ画像）。ただし、レーダーは既往の S-バンドレーダーおよび C-バンドレーダーとの組み合わせを想定し、気象レーダー観測網のネットワーク化を行う。X-バンドレーダーは、詳細な降雨分布が必要とされる地域に設置する。

これにより、適切な位置での観測、広範囲での観測データを入手し、蓄積することにより、地域の災害特性、因果関係等が明確にできる。

② **分析・解析機能の向上：**

危険度の評価には、短時間予測（高精度の降雨解析）システムの導入が重要である。更に長時間の降雨解析の精度向上が必要な場合は、スーパーコンピュータを利用した解析の導入も有効である。

分析・解析機能が向上することにより、よりの確な判断材料を提供することが可能となる。

なお、衛星画像を使用し基礎情報収集作業の効率化を図ることも可能である。

③ **情報伝達機能の向上：**

データの管理を連邦－州－市町村の各レベルで行い、相互にデータ検索、閲覧を実現するため、標準化されたデータベースをクラウド環境（ネットワーク上）に構築する。連邦と州政府防災局のコントロールルームを増強し、市町村のコントロールルームを新設する（既設が利用できる場所は既設の補強となる）。これにより、避難指示を行う市町村の防災担当者の情報収集能力の不足を補い関係機関と情報共有しつつ、市町村が主導的に避難指示を出せるようになる。

住民に警報や避難指示を伝えるシステムは多様な方法を複合的に取り入れる。（例：サイレン、スピーカー、SMS、エリアメッセージ、路上のサインボード（大型画面による表示）、交通情報画面への割り込み、インターネットなどが考えられる

④ 都市防災機能の向上：

「ブ」国政府で作成中のリスクマップおよび感受性マップなどを当該システムで一元管理することにより、統一された情報により都市計画や防災計画を策することが可能となる。（総合防災システムを導入することにより、災害の特性及び因果関係等を明確にし、災害対策等の優先順位を選定することに活用が可能である。）

また iPhone 等のカメラと同期させリスクマップが iPhone 上に表示できるような機能も盛り込むことも考えられる。

2.3 「ブ」国における災害取り組み状況

2.3.1 総合防災システムに関する基本情報の整理

基本情報の取りまとめを以下の表にまとめる。

表 2-6 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	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。 - 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。	連邦河川（2州以上に跨る河川）の河川管理及び監視は、水資源行(ANA)が実施し、警報はCENAD、CEMADENで行っている。 - 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階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。	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。 - 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。	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。 - 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。	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。 - 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	- 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）	- 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)	- 国家防災法、基本法第2章7条IV項	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)。	- 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	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。	ANA: 職員数400人、複数州を跨ぐ河川を直轄し、州の管理する河川の管理状況を監督する。 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。	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。	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。	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。 「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。

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	- 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	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。 - 現在州独自のオペレーションセンターを建設中で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のトレーラー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。	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。 - 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ー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。	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。 - 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。 - コミュニティー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。	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。 - 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	防災局は災害の予防、予測、対応を統合的に行うために、コミュニティーエージェント・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。	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。	Geo-Rioは、1996年市法(Decreto 609)にもとづき設立。	INEAではS-バンド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。	該当なし
技術力・マネジメント力	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	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	- 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	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	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	・ 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。 ・ 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(SIDEC)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。 ・ 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。 ・ 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、Garaguatubaで土砂災害の予測システムの適用性検証を行っている。	州内の民間気象予報会社（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。 ・ 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。 ・ 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。
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	DAEEは、Lei 7.663/91に基づき、水資源管理を行っている。

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
				意識喚起を行っている。	
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、SIDEDEC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	- 州防災局は、独自に開発した災害情報システム(SIDEDEC)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）はクリチー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の）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した防災体制強化、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） - その附属書ーパラナ州州民防衛	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	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。 - 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。	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。 - 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。	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。 - 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。	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。 - 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・バイサラー社)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。	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。 - 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。コカ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	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。 愛知県消防局と州防災局の連携協定を締結する予定。	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。	同左	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)	(該当情報得られず)
技術力・マネジメント力	被災履歴等の記録にはCENADが提供するS2IDを活用する方針でいる。	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。	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。	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。	(該当情報得られず)
災害情報の管理	- 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	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。 - 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。	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。 - 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。	Ciramが提供する気象予測にもとづき、防災局が対応。 - 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。	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。 - 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。	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。 - 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、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	- 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。	イタジャイ渓谷治水マスタープランを整備し、治水対策を進めている。	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。	Epagriの設立法規 (Lei Complementar No. 534, 2011年4月20日令)	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。 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。 将来的には、水資源庁を設立することを検討している。
技術力・マネジメント力	シチュエ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)に防災キットを配布・接続し、州防災局の災害モニタ	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、防災局と協働での管理へ移行する予定。	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。	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る予定でいる。	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。

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
	リング機能の増強を行っている。				
統合可能性	- 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	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。 - 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。	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。 - 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。	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。 - 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）。	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。 - 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METEOSAT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。	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。 - 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箇所で、流量測定、地下水位、電気伝導度の測定を行っている。
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	長期計画で、5つのダム建設を計画。中。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	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。

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
	発揮している。		用の制限の設定は、市町村が行う。		
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	- 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

2.3.2 連邦政府における災害対策の取り組み

(1) 防災基本法と政策

1979年に「防災基本法」第6766号が制定されて以来、1991年に第8239号、1996年に第9394号、2001年に第10257号及び2010年に第12240号として当法律は継続的に改訂されてきた。また、2011年の集中豪雨による大災害の教訓・課題を受けて2012年4月10日に同法律は第12608号として全般的に改正された。

法律第12608号「防災基本法」の構成・内容を表2-7に示し、改訂された要点は以下のとおりである。

- 国家防災政策（PNPDEC）の策定
- 国家防災システム（SINPDEC）の構築
- 国家防災審議会（CONPDEC）の設置
- 災害に対する予防、軽減、準備、対応及び復旧等の体系的な活動の策定
- 災害の最小化に向けた予防活動の優先
- 早期警報システムと災害監視体制の整備

表 2-7 法律第 12608 号「防災基本法」の構成

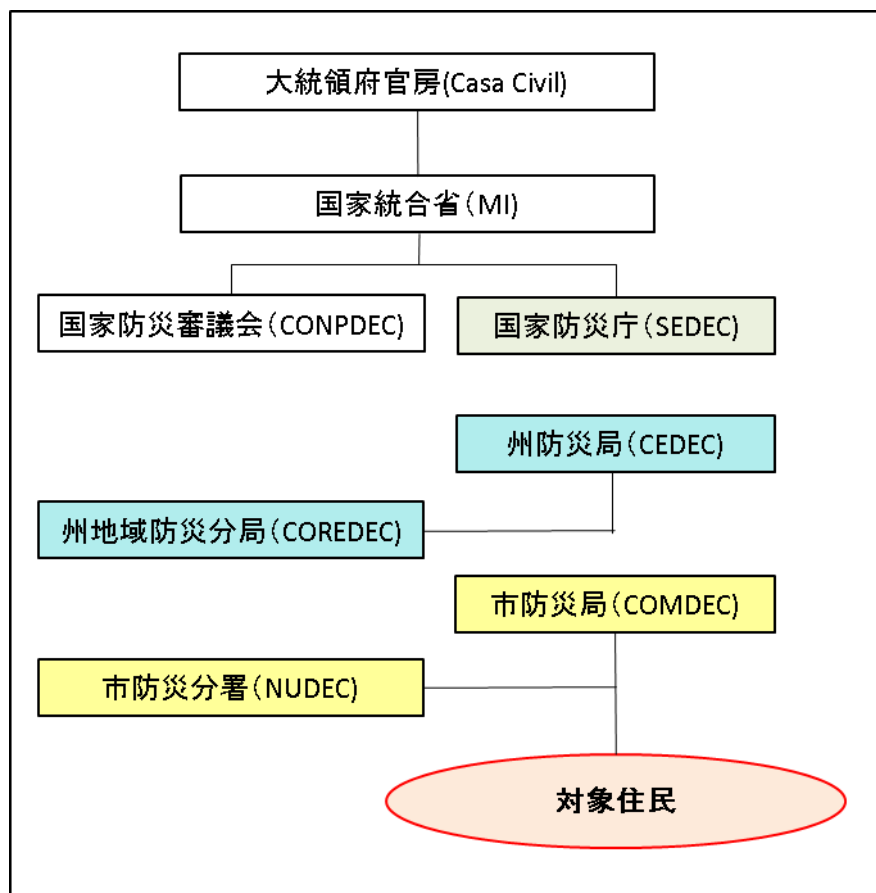
「防災基本法」 1979 年 12 月 19 日法律第 6766 号 最終改正：2012 年 4 月 10 日法律第 12608 号	
第一章 総則（第一条—第二条）	
第二章 国家防災計画（PNPDEC） 第一節 方針と目的（第三条—第五条） 第二節 連邦の行政機関の権限（第六条—第九条）	
第三章 国家防災システム（SINPDEC） 第一節 総則（第十条—第十一条） 第二節 国家防災審議会（CONPDEC）（第十二条）	
第四章 最終規定（第十三条—第三十一条）	

出典：JICA 調査団整理・翻訳(<http://www.mi.gov.br/web/guest/defesacivil>)

(2) 防災管理体制と関連組織

「ブ」国における防災管理体制は、いろいろな関連組織からなるもので、国家防災システム（SINPDEC）と呼ばれる（表 2-7）。国家統合省国家防災庁（SEDEC）は SINPDEC の中心組織として、包括的な災害管理の実施・調整機関である。SINPDEC の主要目的は、災害の予防、緩和、準備、対応及び復旧等の災害対応において、連邦、州及び市の各レベルの防災機関が連携し、災害リスクを減少することである。

地方防災機関は、全州、全市で設立されることになっている。全 26 州と 1 つの連邦直轄市において州レベルの防災局（CEDEC）が設立済みであるが、現在全 5,565 市の一部で市レベルの防災局（COMDEC）が設立されているのみである。また、一部の州では、防災体制を強化するため、州地域防災分局（COREDEC）が置かれることもある。



出典：ヒヤリング調査結果を基に JICA 調査団整理

図 2-17 「ブ」国における防災管理体制

「ブ」国では、現在、連邦、州、市レベルにおいて防災審議会が災害発生時に召集され、非常事態または災害発生時の対応および復旧のために展開すべき活動に直接関与する。表

2-8に各行政レベルにおける 防災審議会の主な構成メンバーを示す。州及び市レベルでは、地域によってメンバーが変わることがある。また、自然災害の防止・減災に対する各行政レベルの役割は表 2-7 表 2-8 表 2-9 にまとめている。

表 2-8 各行政レベルにおける防災審議会

レベル	委員長	事務局	主なメンバー
連邦	大統領 or 官房長官	防災庁長官	大統領府官房長官、連邦警察長官、運輸大臣、防衛大臣、保健大臣、都市省大臣、統合大臣、環境大臣等
州	州知事	州防災局	州知事、州防災局、道路局、警察局、消防局、保健局、教育局、都市局、公業事業局等
市	市長	市防災局	市長、市防災局、警察、消防、保健、病院、緊急オペレーションセンター長等

出典：JICA 調査団整理

表 2-9 自然災害に対する各行政レベルの役割

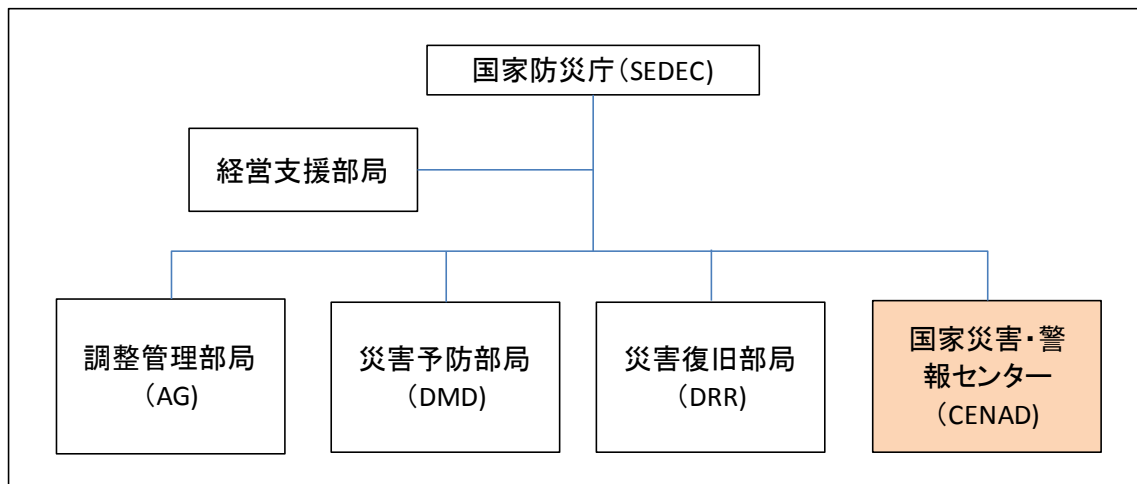
レベル	機関名	役割
連邦	統合省国家防災庁	- 国家防災計画の策定 - 各州及び市が作成する防災計画の作成支援 - 各市が作成するリスクマップなどの作成支援 - 各州及び市の災害時の応急対応の支援 - 各州及び市の災害復旧・復興に対する資金・技術面での支援 - 各州及び市の防災人材育成支援 - 災害警戒情報の発令
	都市省	- 各州及び市が策定する都市計画・都市拡張計画の策定支援（リスク分析面での） - 復旧計画・防災対策（斜面对策）の実施に関する技術・資金面での支援
	科学技術革新省	- 自然災害情報の収集・分析・予測 - 災害警戒情報の伝達（CENAD へ）
州	州防災局	- 州防災計画の策定 - 各市の災害時の応急対応の支援 - 各市の災害復旧・復興に対する資金・技術面での支援 - 各市の防災人材育成支援
市	市防災局	- 市防災計画の策定 - 市内のリスクマップの作成 - 災害時の応急対応 - 災害復旧・復興対策の実施 - 災害警戒情報の発令

出典：JICA 調査団整理

CENAD（国家災害・警報センター）は、2005 年 2 月 17 日に法令第 5,376 号により設立され、国会防災庁に属する（図 2-18）。2011 年 11 月 18 日に CENAD に危機管理ルーム及びモニタリング・オペレーションルームを増設した。当センターは、2012 年 6 月 28 日に更に拡大され、防災、システム分析、統計、土木、地質学、気象、水文、化学、放射線等の各分野の専門家を充実させた。当センターの設置目的は、関連市、州、連邦省庁を取り込んで、放射線や石油流出事故の他、土砂・洪水等の自然災害を対象に災害一元化管理・早期予警報・応急対応による被害を緩和・減少することである。

自然災害において CENAD の役割は以下のとおりである。

- 高リスク地区の市民に対する警報情報の伝達：CEMADEN から災害リスクの警報を関連連邦機関、対象地域の州・市に対して速やかに伝達する。
- 一般市民の危機意識と災害準備：災害リスクが高い地域の一般市民を対象に災害リスクを周知し、危機意識を高めると同時に対象市と災害対応策を立案する。

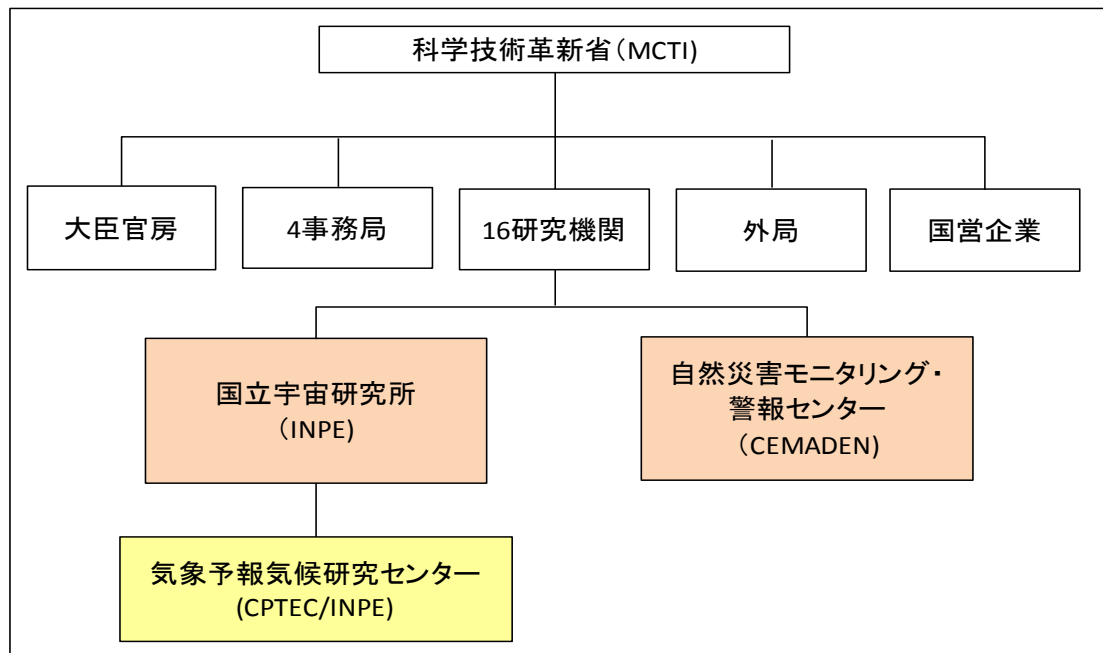


出典：ヒヤリング調査結果を基に JICA 調査団整理

図 2-18 国家防災庁の組織図

更に、近年異常気象による大規模災害が増加する中、特に 2011 年 1 月にリオデジャネイロ州に発生した大規模な土砂・洪水災害等による大きな人的な被害を契機に、CEMADEN が、ジルマ大統領の要請で 2011 年末に科学技術革新省直轄の組織として、新たに設立された（図 2-19）。CEMADEN は、現在地質、気象、水文、土木、統計など各分野で計 106 人の専門家・職員を有しており、24 時間体制で特に集中豪雨による災害リスクが高い市町村に対して情報収集・監視・警報を行っている。

また、連邦レベルにおいては、土砂・洪水等の自然災害を対象に、CENAD と CEMDEN は、鉱山エネルギー省ブラジル地質調査公社（CPRM）、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）等と連携している。ANA、INMET、CEPTEC/INPE などの気象関連機関は主に土砂・洪水等自然災害の早期予警報のための気象水文情報（降水量、水位、流量）を提供している。CPRM は、主に市の依頼を受けてリスクマップ・感受性マップの作成を行っており、一部の市においては、河川水位の観測なども担当している。



出典：ヒヤリング調査結果を基に JICA 調査団整理

図 2-19 科学技術革新省における CEMADEN 及び CPTEC/IMNPE の位置付け

(3) 災害管理国家計画と予算

「ブ」国政府は、2011 年 1 月にリオデジャネイロ州での土砂・洪水災害を契機に 65 の課題別のプログラムを含む多年度計画（PPA 2012-2015）を策定しており、その中のプログラム番号 2040「災害リスク管理・対策プログラム」は表 2-10 示す施策を組み込んでいる。

表 2-10 災害リスク管理・対策プログラム No.2040 の施策内容

- ① 脆弱な地域のリスクマッピング
- ② 予警報システムの構築
- ③ 土地利用・居住監視管理システムの構築
- ④ 災害リスクを考慮した都市拡張計画の策定
- ⑤ 排水対策、洪水対策、土砂災害対策等の防災インフラの整備
- ⑥ 危険地域にある住宅地の移転
- ⑦ 流域治水
- ⑧ 災害リスク管理体制（特に都市レベル）の強化等

出典：JICA 調査団整理(<http://www.mi.gov.br/web/guest/defesacivil>)

プログラム番号 2040 においては、選定された 821 市における防災体制構築に対して 4 年間 (2012 年 7 月-2014 年末)で合計 188 億リアル（約 9,400 億円）の投資を計画しており、その内訳を以下の表に示す。

表 2-11 プログラム番号 2040 の予算計画

対 策 項 目	金額(リアル)	備 考
1. 災害予防対策	156 億	17 大都市圏と優先流域に含まれる 170 市を対象
2. リスクマップの作成	1.62 億	821 市内でのリスク・感受性マップの作成
3. モニタリング・警報	3.62 億	9 基気象レーダー、4,100 箇所雨量計等の購入
4. 応急対応	26 億	6 セットの野戦病院、薬品、応急用物資等の購入
合計 (リアル)	188 億	821 市をカバー

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

2.3.3 州・市町村における災害対策の取り組み

(1) 州の防災体制と関連組織

1) 概要

州の防災体制は、防災局(Coordenadoria Estadual de Defesa Civil)を中心とする災害対応関連機関が担っている。対象とする災害は、自然災害に限らず交通事故や環境事故なども含まれる。自然災害においては、州毎に気象水文モニタリングを専門に実施する機関が設置されており、水理水文情報の監視、解析、防災局に対して警報を発する役割を担っている。また、各州には気象予報会社や観測機材の保守・運用を実施する外部機関が設立されており、防災局と連携して災害監視を行っている。この他、更に地質（土砂災害対策）、河川管理（洪水対策）、環境分野等に専門機関を設置している州もある。

従前、緊急対応が主要な役割であった州の防災局は、今日、予防、準備、緊急対応、復旧と多岐にわたる役割を担う事が期待されるようになっており、多くの州で運営体制の見直しが行われている。主な見直しは、以下に示すような予防、準備分野の重点化である。

- 予警報体制の拡充
- 構造物対策の企画
- 州内市町村の防災担当者に対する教育・人材育成事業
- 地域住民に対するコミュニティ防災啓発事業、地域住民の組織化

この中で、災害時の予警報などの提供は、連邦政府機関から提供される情報も参照されるが、州と連邦それぞれが独自に実施している。図 2-20 に警報発出のフローを示す。避難指示の判断は、一義的に被災した自治体の首長の専権事項である。このため、連邦政府機関も州政府機関も、自治体の独立性を尊重するという前提に立ち、災害の情報提供を行っている。

また、州防災局は、自治体の首長の避難判断や避難活動を補助するため以下の活動も進めている。

- UPC の設置（Community Protection Unit：コミュニティーエージェント（地域の防災活動をサポートするボランティア）の詰め所）
- 災害の状況を評価・助言する専門家（Disaster inspector）の派遣

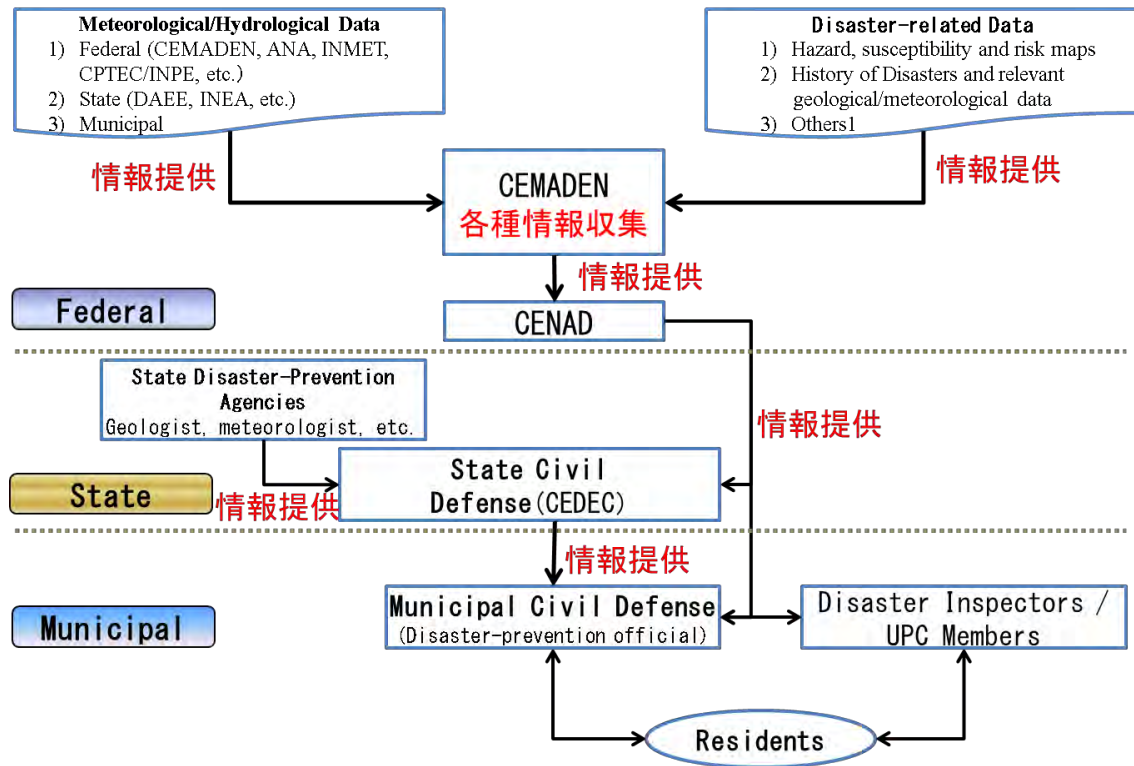


図 2-20 避難情報提供のフロー

出典：ヒアリング結果をもとに JICA 調査団整理

2) 州防災局

市民防衛（Defesa Civil）活動は、災害を回避もしくは軽減し、住民の士気を保全し、社会的な平常を取り戻す為に向けられる予防、救援、支援及び復興の総合活動と定義することが出来る。市民防衛システムは災害を抑制する、もしくはその程度を軽減することを市民防衛システムを構成する関連機関の共通目的としている。「災害を抑制する」としたのは、「災害を根絶する」ことはほとんど達成不可能だからである。災害を抑制する活動には予防、準備、再建、対応が含まれている。これら防災局の活動は下表に示す「ブ」国の法制によって定められている。

図 2-21 防災局の活動を規定する法令

法 令	内 容
政令第 97.274 号 1988 年 12 月 16 日	災害の危険性を軽減するための戦略的部局としてのシビルディフェンスの創設は 1988 年 12 月 16 日公布の政令第 97.274 号による全国防災局システム（SINDEC）の組織が発端となった。
法令第 12.340 号 2010 年 12 月 1 日	SINDEC は 2010 年 12 月 1 日の法令第 12.340 号によって災害に対する最初の対応は、市町村の防災局が行い、仮に市町村の対応能力が不足する場合は州及び連邦がその行政機構を通じて対応を支援すると規定されている。2000 年 8 月 4 日の連邦政令第 7.257 号によって細則が定められている。

暫定令第 547 号 2011 年 1 月 11 日	更に、2011 年 10 月 11 日の暫定令第 547 号がブラジルの防災局に関する最も新しい法規となっている。これは危険性の管理、特に重大な被害を生じる地滑り、もしくは関連する地質事象が地滑りの発生に進行しうる状況に対して市町村の対応を定めたものである。
-------------------------------	---

州の防災局（CEDEC）の主な実際の活動は以下のとおりである。

- 気象水文モニタリング機関が発する警報をもとに降雨、気候予測を確認する。
- 予測される激しい降雨など気象・水文現象を州・市の上層部に通報し、自治体の防災局（COMDEC）に緊急対応の準備、自治体のリスクエリアの監視を要求する。
- 人材養成を行う（自治体の防災局（COMDEC）の模擬訓練など）。
- 自治体の防災局（COMDEC）に災害予防活動及びリスクエリアにおける住民指導を提案する。
- 災害関連機関及び自治体の防災局（COMDEC）の長期待機体制を維持する。
- 気象水文モニタリング機関が発する気象・水文情報を州及び市町村の上層部、防災担当者などの登録者に通達する。
- 災害の進展についての報告書を作成・公表する。
- 被災者への人道支援物資の在庫を保管する。

3) 気象水文モニタリング機関

自然災害に関する警報情報については、連邦レベルでは CEMADEN で雨量、水位情報を収集・解析し、水文的警報を CENAD に発し、CENAD から州や市町村の防災局に警報を発するシステムとなっている。連邦から州への自然災害監視情報の流れを以下に示す。

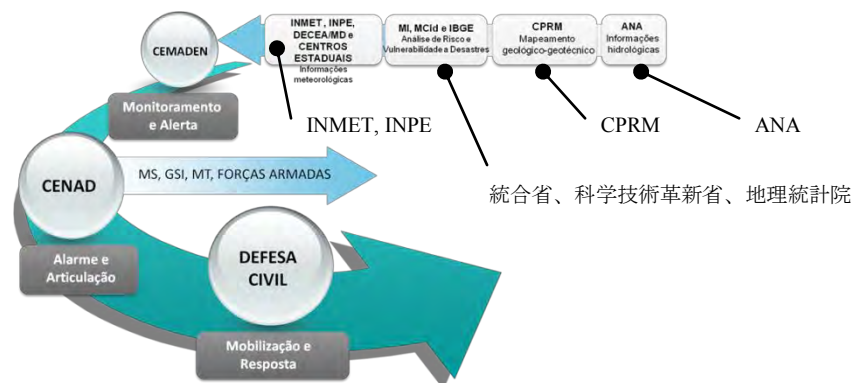


図 2-22 連邦から州への自然災害監視情報の流れ

一方で、州は独自に自然災害を監視するために、気象水文モニタリング機関を設置している。気象水文モニタリング機関では、雨量、水位、風、カミナリなどを監視し、解析を行

い、防災局に警報を発する役割を担っている。州の気象水文モニタリング機関には、様々な気象水文関係機関が観測している情報をリアルタイムで表示・監視する Situation Room が設置されている。州の Situation Room の多くは水資源庁(ANA)からの補助により整備され、情報交換をはじめ、観測施設の設置、技術開発などを ANA と共同で実施している。

連邦レベルの気象データは、農業省気象庁(INMET)、気候研究センター (INPE) が収集し、データの検証を行い各州の関係機関からインターネットを通じ参照できるようになっている。下図に ANA と州の Situation Room への情報の流れを示す。ANA が収集した水文情報はインターネットをとおして直接州の Situation Room に配信される。同時に連邦レベルにおいては、ANA のデータは CEMADEN が収集し、解析したあと CENAD へ配信される。



図 2-23 ANA の水文情報の流れ

出典：IGAM 提供資料

下図に州の Situation Room の情報収集及び情報伝達の流れの模式図を示す。水文的警報が発生した場合、Situation Room は、防災局、関連機関に e-mail、Fax、インターネットを通じて連絡している。

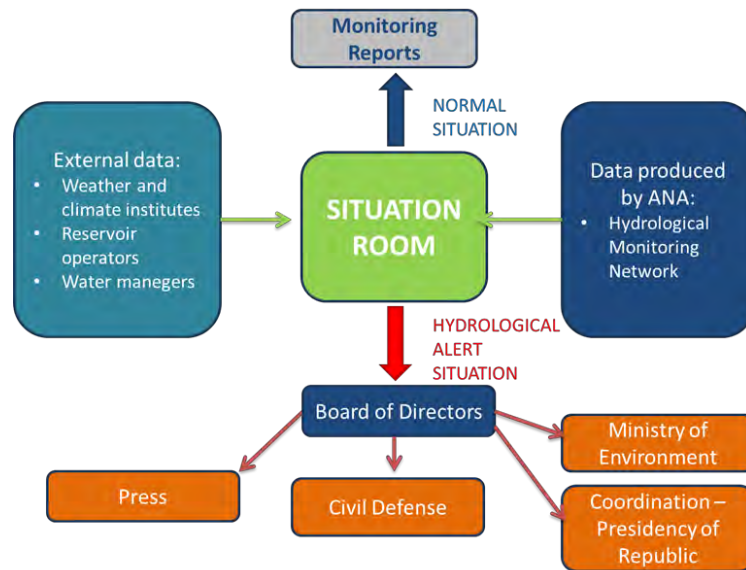


図 2-24 水文モニタリング情報の流れ

主な気象水文モニタリング機関の活動は以下のとおりである。

- 降雨予測及び気候予測を州・市防災局に毎日情報を伝える。
- 降雨に関する気象及び水文の異常・不安要因の発生の可能性を監視・特定する。
- 気象現象を特定、分析し、住民に対して可能性の高い結果予測を定める。
- 切迫した事態の兆候を捕捉したときは水文状況通報及び水文警報を発令し、市町村の防災局（CODECIPE）に通報する。

なお、切迫した事態の兆候とは以下のとおりであり、基準降雨量については各州で独自に定めている。

- ① 州内の主要河川流域における激しい降雨。
- ② 山岳地帯もしくは沿海部の小河川流域における激しい降雨。
- ③ 崖崩れ、土砂崩れの危険性の高い地域における中高程度の激しさの長時間の執拗な降雨。

ANA と州の気象水文モニタリング機関の役割については、州を跨ぐ大規模河川流域は ANA が担当し、州内の河川流域は州の気象水文モニタリング機関が担当する。ANA と州の気象水文モニタリング機関の情報伝達は、基本的にインターネットを介して行っている。

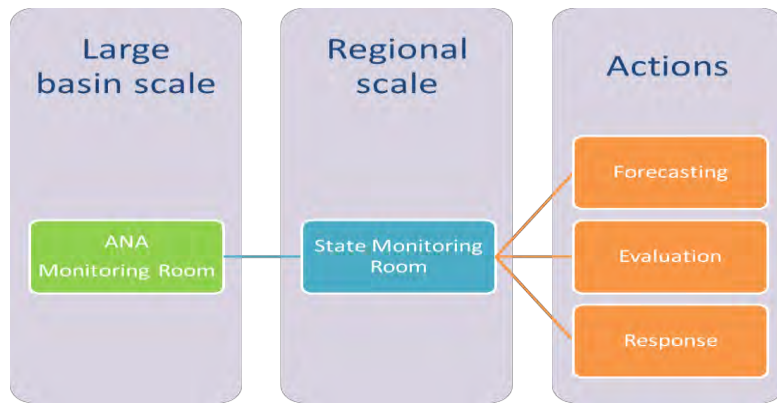


図 2-25 州の気象水文モニタリング機関を中心とした情報の流れ

4) その他の機関

州によっては、河川管理・洪水対策、土砂災害観測・対策、水管理・干ばつ対策や気象観測の各分野に専門の機関を設けて、対策に当たっている。各州の防災体制に組み入れられている専門機関を示す。

表 2-12 各州の専門機関

州	河川管理・洪水対策	土砂災害観測・対策	水管理・干ばつ対策	気象観測
リオデジャネイロ	州環境研究所 INEA	鉱物資源局 DRM-RJ	-	Clima Tempo（民間気象会社）
サンパウロ	州水資源庁 DAEE	州立地質研究所 IG, 州立技術研究所 ipt	州水資源庁 DAEE	Somar Meteorologica（民間気象会社）
パラナ	パラナ水研究所 AGUAS PARANA	州地質調査所 MINEROPAR	-	SIMEPAR
ミナスジェライス	CEMIG(電力会社), ミナス州環境基金 FEAM 地質調査所 CPRM	SIMGIE	SIMGIE/IGAM, Clima Tempo	SIMGIE/IGAM, Clima Tempo
サンタカタリーナ	Epagri/Ciram	Epagri/Ciram	持続的経済開発局 SDS	Epagri/Ciram, 地質調査所 CPRM
ペルナンブーコ	APAC	-	APAC	APAC, LAMPE

(2) リオデジャネイロ州

1) 州防災局

リオデジャネイロ州の防災体制は、州防災局（The State Secretariat of Civil Defense of Rio de Janeiro (SEDEC)）が中心となって運営を行っている。自然災害は、リオデジャネイロ州災害対策センター（CESTAD：Centro Estadual de Adm de Desastres）が担当している。リオデジャネイロ州では、2013 年 12 月に最新オペレーションセンターが完成予定である。

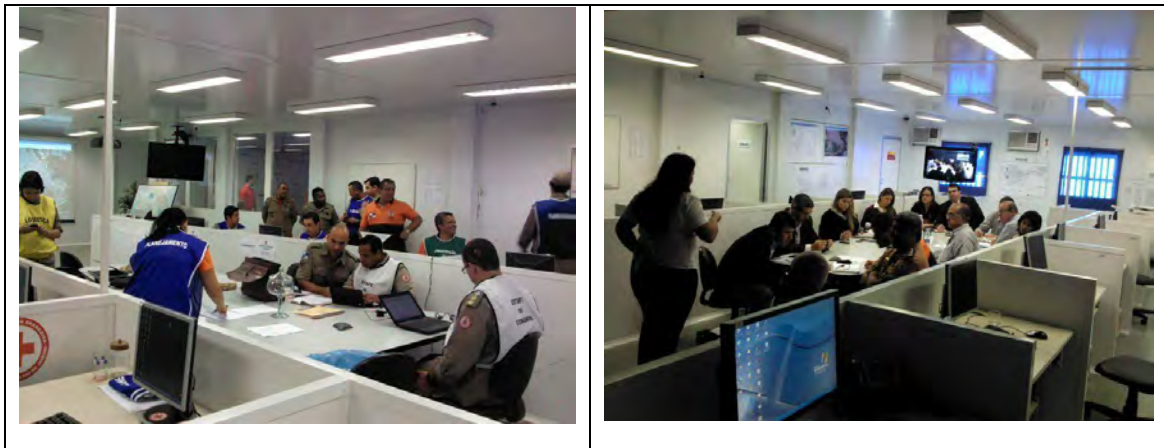


図 2-26 リオデジャネイロ州災害対策センター（CESTAD）

リオデジャネイロ州では、地域の災害対応を補助する地域住民のボランティアをコミュニティーエージェントとして組織化している。このコミュニティーエージェントの詰め所として、UPC（コミュニティプロテクションユニット、雨量計などの観測機器、PC、通信機材を設置したトレーラーハウス 30m²程度）を災害の発生地域に設置し、災害時の対応力を高める取組をパイロット事業として展開している。今後この成果をモデル事業として広めて行く予定でいる。

2) 気象水文モニタリング機関

リオデジャネイロ州の気象水文のモニタリングを行い、水文的警報を発する役割を担う機関は州環境研究所（INEA）である。災害に関する INEA の主な役割は洪水予警報発令である。リオデジャネイロ市の市域は、Rio-Agua（リオデジャネイロ市の洪水予警報担当機関）、市域外は、INEA が担当する。災害予防活動として気象水文状況を監視し、防災局に洪水警報を発している。

INEA は、持続可能な開発を促進するため環境の保護、保全、再生をミッションとし、2007 年 10 月 4 日の法律第 5101、によって設立された。2009 年には州環境局の工学と環境のための基金 (Feema)、河川及び湖沼管理 (SERLA) 及び森林研究所 (IEF) が統合された。また、統合環境・河川管理を実施するために、州の河川流域に対応して 9 か所の地方事務所を設置している。

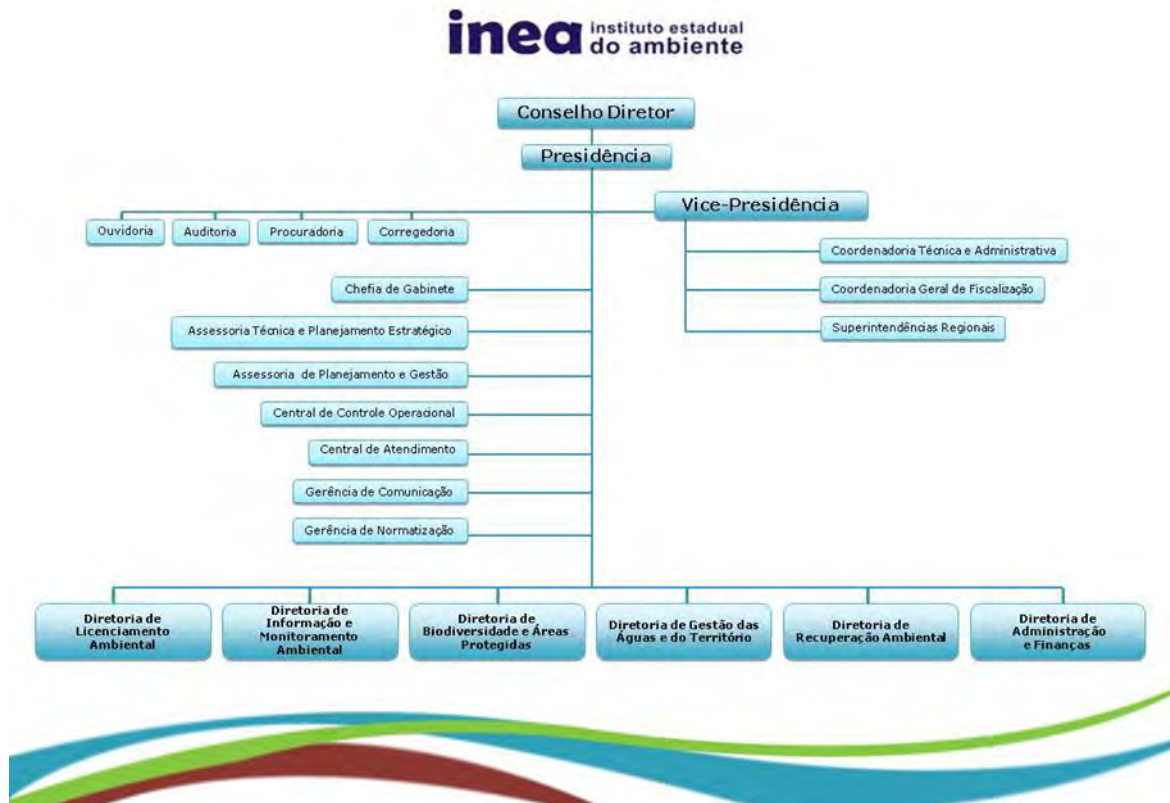


図 2-27 INEA の組織図

出典：JICA 調査団整理 http://www.inea.rj.gov.br/imagens/organograma_2009.jpg

気象水文モニタリング機関である INEA の雨量・水位情報収集システムは次のとおりである。

- ① 雨量及び水位情報を 15 分毎に携帯電話回線 (GMS/GPRS) や通信衛星 (GOES) を通して、収集している。
- ② また、積算雨量及び平均水位として 1 時間、4 時間、24 時間、96 時間及び 30 日間のデータを Web サイトを通じて提供している。
- ③ 雨量水位観測所は州全体に 79 か所設置しており、そのうち 56 か所は雨量水位観測局であり、23 か所は雨量観測局である。また、情報伝達方式としては 66 か所の観測局は携帯電話回線 (GMS/GPRS) を利用しており、残り 13 の観測局はアメリカの人工衛星 (GOES) を利用している。

- ④ 現状では、空軍の提供する気象レーダーを活用している。世界銀行の資金を使って、2基の S-バンドレーダーをマカエ、グアラチーバに設置し 2014 年 1 月に運用開始予定。
- ⑤ INEA のコントロールセンター（CCO）では、週 7 日 24 時間、技術者が常駐し、雨量と水位のモニタリングを行っている。
- ⑥ 豪雨や河川氾濫が予測されたとき、INEA は SMS と e-mail を利用して防災局担当者に警報を発している。
- ⑦ INEA の情報は INEA のインターネットホームページで確認できる。
<http://inea.infoper.net/inea/>
- ⑧ 水位警報は、下記の 4 段階で表示されるシステムになっている。

Tipos de Alerta	
Estágio	Situação
Vigilância	Sem chuvas ou chuvas fracas e esparsas. Nível d'água normal.
Atenção	Previsão de ocorrência de chuvas moderadas e fortes.
Alerta	Registro de chuvas intensas. Subida do nível do rio acima do normal.
Alerta Máximo	Continuação da chuva. Rio atingindo 80% do nível de transbordamento.

図 2-28 州の気象水文モニタリング機関を中心とした情報の流れ

- ⑨ 洪水予測は、上流の河川水位を測定することにより下流の水位を推定する方法が採用されている。降雨を予測して流出量を予測する方法はとられていない。
- ⑩ 治水計画が策定されていないため、どれくらいの降雨でどれくらいの流出量、氾濫が発生するか解析されていない。

INEA の実施している水文情報の収集は、GMS/GPRS 及び通信衛星 GOES を利用している。GOES 経由のデータは観測地点から通信衛星 GOES、アメリカへ伝送され解析、インターネットで関係機関に送信される。このため、2 時間程度のタイムラグがあり、即時性のある警報へ活用できない状況である。

3) 土砂災害対策機関

DRM-RJ は、雨量の観測を行う INEA と共同でリオデジャネイロ州の土砂災害対策を行う機関である。同様の組織である Rio-GEO は、リオデジャネイロ市内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している。

ペトロポリス市、ノバフリブルゴ市などの山岳市町村では、INEA が提供する雨量情報をもとに地滑り警報を発するシステムができています。一方、リスクマップが作成されていない。

上記の地域では、避難警報を知らせるサイレンシステムが完成している。サイレンは手動、インターネット、携帯電話で操作できる。サイレンは、40mm/hr 以上の降雨で鳴る。降雨の継続雨量、過去の被害状況、地形・地質等を考慮して警戒基準を設定する重要性については、十分認識しているが、地形・地質が類似していることから、最近の被災事例に倣いサイレンを鳴らしている。なお、サイレンが鳴る前にコミュニティーエージェント等の働きで事前に避難が開始されており、サイレンが鳴った後、10 分程度で避難が完了している。

ノバフリブルゴ市のハザードマップは、空中写真に被害発生箇所を囲ったものであり、位置情報を付加する地図への落とし込み、今後土砂災害の発生の恐れのある箇所の抽出等は十分に行われていない状況であった。

4) 情報システムインフラ

情報システムは、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整備している。情報伝達はインターネットや SMS を活用して行っている。州防災局と携帯電話会社の間には協定が締結されており、コミュニティーエージェントや防災局担当者、関係機関の交信に対して便宜がはかられている。

一方、州防災局は、洪水被害を受けた際、公衆回線の途絶により通信の確保ができず災害対応に支障をきたした経験から、防災局が災害対応時に活用するデジタル無線網の整備を行っている。現状では、被災時の通話が主な用途であるが、将来的にはデータ通信に利用可能な無線網の整備を計画している。

ペトロポリスと州の防災機関があるリオデジャネイロ市との区間は光ファイバーが設置されている。今後、順次他の主要都市と連結する光ファイバー網の設置が望まれている。

(3) リオデジャネイロ市

1) 防災局

リオデジャネイロ市は、リオデジャネイロ州の州都であり、「ブ」国内で最も先進的な防災対策の取り組みを行っている自治体である。リオデジャネイロ市は、市独自の予算を使って市域を中心に防災対策の取組を行っている。

リオデジャネイロ市防災局は、災害対応及び日常の交通管制サービスの監視・管理を行う目的で 2010 年より米 IBM 社と共同でオペレーションセンター運用システムの開発を行い、2011 年からオペレーションセンターを本格稼働させている。このセンターで、災害に関連したデータ収集、予測・分析、意思決定、対策を一元的に管理している。

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・指示を行い、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。



IBM インテリジェント・オペレーション・センター(IOC) (日本アイ・ビー・エム)
 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 2-29 リオデジャネイロ・オペレーションセンター

表 2-13 オペレーションセンターの設立目的

目的	上下水道、交通、電気といった都市に関わる状況を一元的に把握し、予測情報に基づいて安全を守り対応力を高める。
導入の背景	異なる機関・資源の情報が統合的に管理できておらず - 実施対応策の影響予測や整合性確認 - 関連機関・資源間の調整や協業が難しい
導入の効果	機関・資源を横断したデータのリアルタイム情報収集による意思決定の質向上災害予測による対応の迅速化・適切化

当センターは、日常的な管理としては、600 箇所に設置されたカメラで常時監視している。異常時（洪水時等）には、センターに防災局、警察、消防、社会インフラ関連企業等が集結し協働で災害に対応するシステムとなっている。

2) 気象水文モニタリング機関

リオデジャネイロ市では、Rio-Agua が気象や河川水位の観測体制の整備を行い、民間の気象予報会社を使った降雨予測にもとづく、早期警戒警報の発令等を行っている。

現在利用している気象レーダーは、アメリカ ADC 製の C-バンドレーダーである。レーダーの購入・設置コストは R\$ 2.5 百万で市の予算で賄った。設置費用は、エンブラテルの基地局があった場所を使い、タワーの基部などはそのまま使ったため、基部から上部のタワーの設置費用だけで、廉価に設置が可能であった。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。（調査団からの X-バンドレーダーの説明に対する GEI-RIO の回答）

市内では、集中豪雨に伴う内水氾濫と土砂崩れなどの災害が頻発しており、これらの災害に対する対策が行われている。

Alert-Rio は、リオデジャネイロ市に対して豪雨の予測、豪雨に伴う洪水と土砂崩れの警報を発する為に 1996 年から運用が開始されたシステムである。市内の 33 の降雨観測所から 15 分おきに収集されるデータとその内 2 つの気象観測所から得られる気象情報をもとに豪雨の予測等を行う。警報は、24 時間年間を通じて提供され、市防災局の災害対策等に活用されている。

3) 土砂災害対策機関

Gio-Rio は、リオデジャネイロ市の土木局の下部機関である。土砂災害の対応を行うために 1966 年設立され、現在に至る。現在、危険地域のマッピングや防災計画の策定、水位観測・気象観測を通じた早期警戒警報の発令等を行っている。他州の類似機関が防災局への警報発令に留まる中、観測から予報、警報の発令、市民への情報提供や道路封鎖等の判断と実施を行っている。

リオデジャネイロ市は、周囲が急峻な山地となっており、斜面部にも家屋が建設されていることからがけ崩れや法面崩壊などの土砂災害が頻発しており、土砂災害予防を重視している。土砂災害に関する調査研究は Geo-Rio が実施しており、リスクマップの作成等も Gio-Rio で実施している。現在リオ市では、117 箇所のリスクマップが作成されている。

Geo-Rio は斜面防災対策担当・水文調査担当の 2 部署で構成されており、設立してから 46 年が経っている。近年の集中豪雨により地滑りが多発し、大きな人的被害をもたらしているため、Geo-Rio では総合斜面防災に重点をおいて調査研究活動を行っている。

主要な調査研究活動は以下の通り。

- リスクエリアの特定(117 コミュニティ)
- リスクマップ(1:2000 スケール)の作成
- 地滑りリスク地域における予警報システムの開発・構築
- 地滑りエリアでの構造物対策の実施 など

今後、より正確に予警報できるモデルの研究を継続的に開発していく予定である。

地滑り予警報システムは 1996 年より運行が開始されている。市内に設置した 134 箇所の地表自動観測雨量計と 1 基の C-バンド気象レーダーを用いて、117 箇所の地滑りリスクエリアの降雨状況を観測している。雨量データは 15 分毎に自動的に記録しており、市の Operation Center に送信している。

警報は、中リスク、高リスク及び高リスクの 3 段階に区分している。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を設定し、基準値を超えた時点で警報を段階的に発出している。

基準値の設定は、過去の地滑り発生と降雨などのデータを基に検討したもので、市内に分布している地滑りはほぼ同じ特徴であるため、全ての地滑りに対して同じ基準値を用いて予警報をしている。これまでの経験から、予警報の基準値としては 24 時間累積雨量が信頼性が高いと考えている。

市内に設置された 103 カ所のサイレンを用いて対象住民に周知している。Operation Center に集められた市の警察、消防、防災、地質、気象水文等の各担当間で警戒避難などの内容を協議し、避難を実施している。警戒避難の実施に当たっては、州防災局や連邦の関連機関（CEMADEN, CENAD 等）とのやり取りは殆ど無い。

リオデジャネイロ州や WorldBank より、リオ市の地滑り予警報システムは、パイロットモデルとしてリオデジャネイロ州全体やブラジル全国に広げるべきと評価された。

(4) ノバフリブルゴ市

ノバフリブルゴ市はリオデジャネイロ市から北東約 136km、海拔 846m の山岳地帯に位置する。面積は約 933.4km²、人口 182,082(2010 年 Census)の中規模の都市である。年平均気温は 19℃である。周囲を険しい山に囲まれており、土砂災害やフラッシュフラッドが頻発する区域である。

1) 災害の特徴

ノバフリブルゴ市は周辺を急峻な山に囲まれた都市であるため、地滑りや土石流などの土砂災害が多発している。また、フラッシュフラッドによる洪水氾濫も発生する。自然災害の記録でもっとも古いのは 1930 年の土砂災害で、最近では 2010 年（犠牲者 53 名）、2011 年（犠牲者 988 名（他の 7 市町村含む））、2013 年（犠牲者 34 名）が発生している。2013 年の土砂災害では、同時にフラッシュフラッド災害も発生している。洪水に関しては 2011 年の災害では河川水位が数 m 上昇し、河川周辺で浸水被害が発生した。犠牲者のほとんどは土砂災害によるものである。

	
ノバフリブルゴの景観 周辺は急峻な山に囲まれており、地滑りの爪痕が見られる。	洪水氾濫後の河川改修後 川沿いの宅地が流出

図 2-30 ノバフリブルゴの状況

2) 市防災局

ノバフリブルゴの防災体制は、市の防災局が一元的に行っている。災害発生時には州防災局から応援が派遣される。予防活動としては以下の活動を行っている。

- INEA からの雨量情報、CESTAD（リオデジャネイロ州災害対策センター）から避難情報を入手し、警報を発する。
- 危険箇所のマッピング。
- サイレンによる避難の呼びかけ。

サイレンは手動、携帯電話、インターネットから操作できるようになっているが、紙ベースでも確認を行っている。これは災害時に停電したことを受けたものである。地区、住所等を表にしたものを紙に書き出して壁に貼りだしたものに、赤い紙、青い紙を貼り付けることでサイレンの発令状況を確認している。2011 年の大規模土砂災害の際、警報が遅れた反省を受け、警報の発令を避難時間を見込み、さらに早めるようにした。目標は災害発生の数時間前の発令である。しかし発令を早くすると災害が空振りに終わるケースが多く、住民からの信頼を損ない、警報を出しても避難しない住民が増えてきている。そのため、少しでも土砂災害の予測の正確性を向上させる技術が必要とされている。

ノバフリブルゴ市防災局は、各コミュニティに緊急対応時のエージェント配置制度を始めた。可搬式のプレハブ（面積 30m² 程度）をコミュニティエージェントの拠点として設置しており、エージェント（担当者）が居住可能となっている。エージェントは、コミュニティに在住している 20 歳前後の未就職者であり、市から給与を支払っている。コミュニティエージェントの活動は以下のとおりである。

- 市防災局から UPC に電話や SMS で連絡している。
- 現在はプレハブのみであり、今後コンピュータを入れるなどの予定を考えている。
- 自家発電装置は設置されていないので、今後あればよいと考えている。
- 今後、雨量計の設置、要援護者（身体障害者）の把握等を予定している。
- 現在は危険個所に指定された家屋の強制移転を進めている。

3) 気象水文モニタリング機関

降雨情報は州の機関である INEA がノバフリブルゴ市に設置している雨量水位観測局 6 か所、雨量観測局 1 か所の合計 7 箇所のデータを収集し、インターネットにより提供している。6 か所は GSM/GPRS を利用、1 か所の雨量水位観測局は通信衛星 GOES を利用している。気象レーダーは設置されていない。

(5) ペトロポリス市

1) 災害の特徴

ペトロポリス市はリオデジャネイロ州で3番目の約30万人の人口を擁する都市である。2011年と2013年に大規模土砂災害に見舞われた。市は市域を5管区に分割して管理しているが、そのうち第1管区、第2管区において災害があった。市は広範なため、防災局の局舎から、遠い管区までは車で1時間かかる。2011年の災害では降雨は459mm/24hr、140mm/3hrであった。2011年のクヤバ流域では182mm/24hrを観測した。このときは、ペトロポリス市、テレゾーポリス市、ノボフリブルゴ市の3市で約1000人が死亡した。2013年3月17日には豪雨による土砂災害が発生し、34名の人命を失った。この中には救助に行き2次災害にあった防災局職員2名が含まれる。2013年3月17日の被害額は1.6億レアルと算定されている。2011年には、この地域では1439件の災害があり、そのうち73.72%は地すべりであった。

2) 市防災局

防災局には現在5人の土木技師がいるが、災害査定に忙殺され、防災計画や防災対策を検討する余裕がない。もっと人員を増やしてもらいたいと思っている。大部分の防災予算など資金は、市が連邦政府に要請して確保する。ただ、現在の防災システム整備や対策はほとんど市の予算で行っている。基本的に州からの資金の提供はないが、人員や物資提供が行われている。

また、危険区域の住宅立ち退き勧告など、住宅政策などを提言し実施に移している。ペトロポリス市内ではリスクマップが現在未作成であるが、30万人のうち、概ね12,000人が危険箇所では生活していると推定されている。市防災局はリスクマップ作成などの技術の提供により、技術協力をやってもらいたい、いずれは自前でできるようになりたいと考えている。現在、第一管区で地形地質的、水文情報などを盛り込んだ地図の作成を検討しており、市の予算を確保したところである。洪水については、市内で3河川が合流した後に氾濫し、州外へ流下している。各河川においても谷部において河岸高より水位が上昇し、谷幅全体を洪水が流下する。また、洪水予測は上流部の河川水位と基準点の河川水位の相関により実施している。

将来的には、INEAで観測したデータを用いて、動的なリスクマップが作成できればと考えている。

3) 気象水文モニタリング機関

気象モニタリングについては、市独自のモニタリングの他に、州の INEA が実施している。

第一管区内の観測施設は自動雨量計 19 基、自動水位計 6 基が現在稼働している。新規に 53 基の雨量計を設置する計画があり、計 72 基になる予定である。INEA では雨量水位観測局 6 か所、雨量観測局 13 か所でモニタリングを実施している。雨量データの取得は 15 分間隔であり、1hr,4hr,24hr,96hr,3days の雨量が自動的に整理され、システムに表示される。雨量データはサイトから GMS/GPRS をととして INEA のモニタリングシステムに収集され、インターネットで市防災局に送信されてくる。ペトロポリス市〜リオデジャネイロ市間は設置済みの光ファイバー回線を用いてデータを送受信しているが、電話とファックスでもデータの送受信は可能である。

気象レーダーは空軍所有のレーダーが山頂に 1 基があるが、ペトロポリスは地形が複雑であることから市域をカバーできないためあまり実用的でない。

4) ノバフリブルゴ市土砂災害対策機関

土砂災害の警報サイレンを鳴らすシステムの整備は、DRM-RJ が行っている。降雨量と災害の関係曲線については、累計雨量が基準 190mm を超えて、さらに 70mm/hr を超えたときにサイレンを鳴らす基準としている。2013 年 3 月 17 日は 10mm/hr を超えた時点でサイレンを鳴らした。サイレンを鳴らす手順は、災害現場の実情にあわせて随時変更できる。警報避難体制については 18 基のサイレンシステムと 23 か所の避難所が整備されている。GEO SE、CU、RE という会社がサイレンシステムの構築、維持管理をおこなっている。UPC も 10 か所設置予定である。CEMADEN からの情報は、「近いうちに、強い雨が降る」程度の精度の情報のため、防災対策としての効果は乏しい。住民への警報についてはサイレンシステムを完備している。毎月 10 日にサイレンを用いた避難訓練を実施している。

(6) サンパウロ州

1) 概況

サンパウロ州はブラジル南東部に位置し、東側は大西洋及びリオデジャネイロ州、北側はミナスジェライス州、西側は南マトグロソ州、南側はパラナ州に接している。面積は約 25 万平方キロメートルとブラジル全土の約 3% にあたり、日本の本州と四国を合わせた広さに相当する。同州の一部は南回帰線上に位置し、気候は亜熱帯に属するが、南部の海岸地帯及び高度の高い一部の地方は温帯気候となっている。人口は 4,146 万人（「ブ」国人口の 23%）（2008 年）である。

サンパウロ州の州都サンパウロ市は、南回帰線上にあり、ブラジル最大の貿易港サントスの北 68 キロに位置し、海拔約 800 メートルの穏やかな波状をした高原地帯に広がっている。面積：1,509 平方キロメートルである。気候：温暖な気候（年平均気温 19.5℃）であるが、一日のうちに四季があると言われ、日中は暑くても、朝晩は冷え込むこともある。なお 12 月から 3 月の 4 ヶ月が暑く、また雨期に当たるため相当の降雨量がある。また 7 月、8 月は最も寒く乾期にあたる。人口は 1,079 万人（2006 年）である。

サンパウロ州での洪水は、主にサンパウロ市で発生している。サンパウロ市での洪水の原因は急激な都市化によるものと考えられている。都市化の影響により、浸透面積が減少しており、河川水位の上昇が非常に早くなっていることや流出量の増加をもたらしている。

かつてチエテ川は毎年 2 回以上氾濫していたが、河川工事（JBIC 案件）の実施や、洪水調節池の建設等により、近年は氾濫頻度が減っている。しかし、まだチエテ川上流で洪水が発生した場合、3 日～1 週間ほどするとサンパウロ市に到達し、洪水がおこる状況が続いている。

一方で都市化の進展により、内水氾濫が頻発するようになっており、対策が必要である。洪水の原因が都市化であることから 1995 年から都市計画部門と治水部門の話し合い DAEE 主導で始まったが、街の拡張が都市計画通りに進まないなどと課題がある。

内水氾濫対策として 53 か所のため池、洪水調節池を建設したが、川に投棄される廃棄物のため、15～20%の容量が減り、いま PPP で民間投資により維持管理するモデルを検討している。

改修の規模（洪水確率年）は 50～100 年である。都市化の進行により、浸透面積が減少し、その結果として洪水ピーク流量の増加、洪水到達時間の短時間化などが発生し氾濫を増長

させている。そのため、50年規模で改修しても、都市化により20年規模となってしまうなどの課題がある。現在、3つの河川改修計画を実行中であるが、4～5百万人が居住する不法住居を移転させるのに非常に時間がかかり、中断せざるをえない状況である。

州内の整備優先度の高い129市町村は東側に集中している。

2) 州防災局

州防災局（CEDEC）は、コントロールルームにフルタイムの気象予報士を常駐させ、州水資源庁 DAEE と Somar Meteorologica から提供される州の気象水文（雨量、水位、流量）の観測情報を元に独自スポット気象予測を行っている。また、INPE、INMET の提供する情報入手もインターネット（FTP）を経由して取得している。

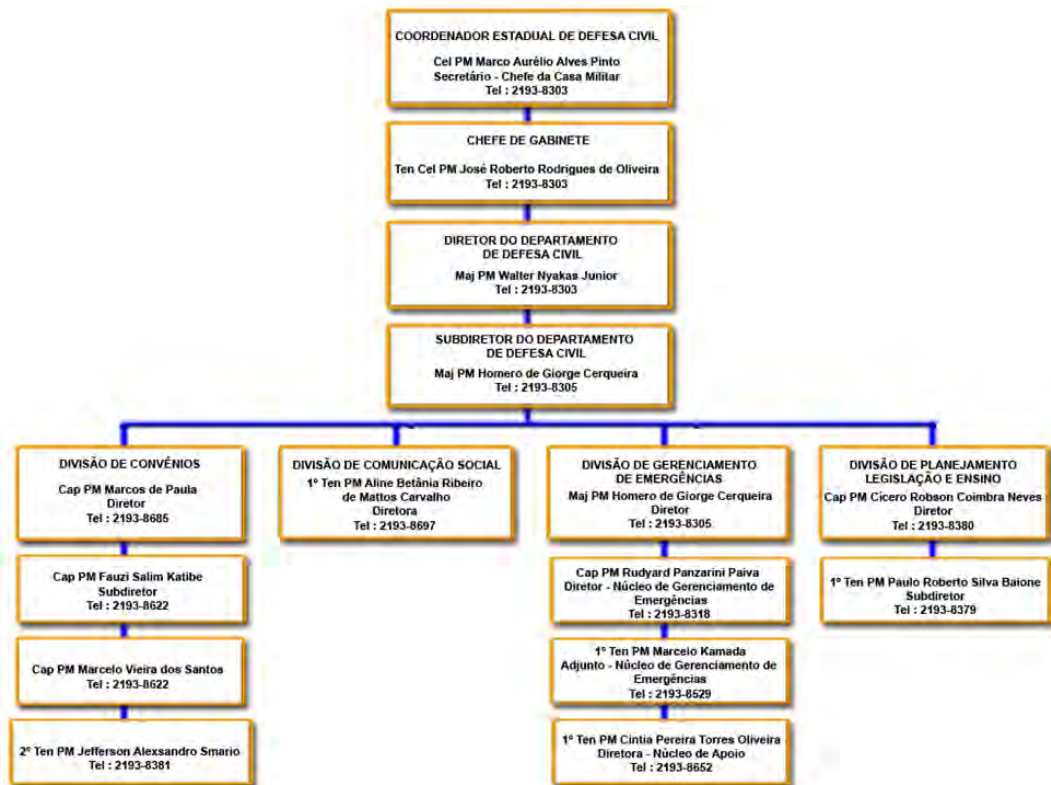
また、各市町村に手動で行う雨量観測機器を配布し、3日雨量の観測を収集・集約している。これらは、直接予測等には使わないが、避難指示の判断材料と啓発目的で行っている。

CEDEC は、州内に配置している19か所の支所(REDEC)、市町村の避難勧告の発令をサポートしている。市町村の防災局（COMDEC）への警報の発警は、CENAD、CEDEC それぞれが市町村に対して警報をSMSで伝達している。CEDEC は、地滑り、洪水の情報をSMSで市町村に伝えると同時に、電話での降雨の状況確認、応急対策等の相談を受ける。市町村の防災局は自ら災害状況、リスク事象を確認し報告する。

CEDEC はハザードマップの整備や災害対応規約の作成を州内の市町村に対して提言しており、市町村は、ハザードマップが整備されていれば、そこで準備された計画に従い対応を行う。実際の避難指示に際しては、災害の種別などに従い、IPT、DAEE、IGなどの専門家を現地に派遣し、市町村の判断を助けるシステムがある。

特に12月1日～3月31日の期間は、夏季警戒期間として、CEDEC は監視体制を強化して対応している。他の期間は、セミナー等を開催し、人材育成や啓発活動を行っている。また、定期的（年四回）に各州の防災局局長級の会議を行い、その時々の問題に対して州間や連邦政府との連携等についてを話し合っている。

下図に CEDEC の組織図を示す。



(http://www.defesacivil.sp.gov.br/v2010/portal_defesacivil/conteudo/institucional.html#)

図 2-31 サンパウロ州防災局の組織

3) 気象水文モニタリング機関

サンパウロ州の気象水文モニタリングは州水資源庁（DAEE）が担当している。昔は、水力発電も担当していたが、今は水量と水質の管理及び測定を中心とした水資源管理だけとなっている。データ管理のためのサーバーはサンパウロ州立大学の構内に置いている。

DAEE はサンパウロ州の水資源を管理する組織で、1951 年 12 月 12 日に設立されている。8 箇所の支所を設置し Lei 7.663/91 に基づいて統合水資源管理の観点から流域単位での計画と管理を採用している。

DAEE の主な役割は以下のとおりである。

- ① 自治体に対し水資源分野において調査やプロジェクト、技術支援、アドバイスをを行う。
研究やプロジェクト、技術支援やアドバイスの準備で、水資源の分野で自治体にサービスを提供。
- ② 河川からの水利用の承認
- ③ 水資源のための管理ツール整備することにより流域管理機関をサポートする。

- ④ 降雨のインパクトを防御したり予測するために降雨モニタリングを行う。
- ⑤ 洪水制御のための研究、プロジェクト、工事などを戦略的に実施する。

DAEE の活動内容は以下の通りである。

- DAEE では雨量や水位について 3 段階に分けた警報レベルを作成し、色分けしてモニターで表示し、州防災局（CEDEC）に提供している。
- 雨量及び水位状況は DAEE のモニタリングルームで常時監視しており、そのデータ及び画面は州防災局に送られており、州防災局のモニタリングルームでも確認できる。
- DAEE の洪水予測の基礎データは サレゾーポリス（Salesopolis）に設置している S バンド気象レーダーを利用している。今使っているものは 84 年製で、新しく 2013 年 9 月にドイツ Selex 社製に変える。全てを新しい機能に替える予定であり、現在 1 軸になっているものを 2 軸に変える。ドイツに職員を送り訓練しており、（2013 年 5 月）にレーダーが入荷する。下図は現在の気象レーダーと降雨解析画面である。新期のレーダーはサンパウロ州の東部およびピラスカマ川の流域もカバーする。
- DAEE の地上観測所として 250 か所に雨量計や水位計を設置しているが、8 か所だけが多機能な観測所である。

レーダーはサンパウロ州の高原地帯をカバーするため、海岸山脈の海に面した斜面にレーダーが届かない。このため、海岸に近いところの低標高部に斜面向きのレーダーを設置することが必要であると考えている。DAEE は、X-バンドのものを 3 基導入したいと考えている。

EQUIPAMENTOS DE MONITORAMENTO – RADAR METEOROLÓGICO



Localização: Barragem de Ponte Nova - Salesópolis

Raio de cobertura do radar é de 240km, com resolução de 1x1km.

図 2-32 サンパウロ州サレゾーポリスの気象レーダー

出典：JICA 調査団整理 (<http://www.saisp.br/estaticos/sitenovo/home.xml>)

DAEE は、統計による洪水解析、洪水予測を行っている。洪水解析モデルは随時アップデートしており、現在 3 回目のアップデートを実施している。現在グーグルマップ、ストリートビューなどと連携したモデルを開発中である。洪水予測は、上流の河川水位を測定することにより下流の河川水位との相関を調査し行っている。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。

DAEE で収集された水文情報は、州防災局（CEDEC）に伝達される。州防災局は IPT や IG などの研究機関と検討したうえで、警報を自治体防災局である COMDEC に伝達する。

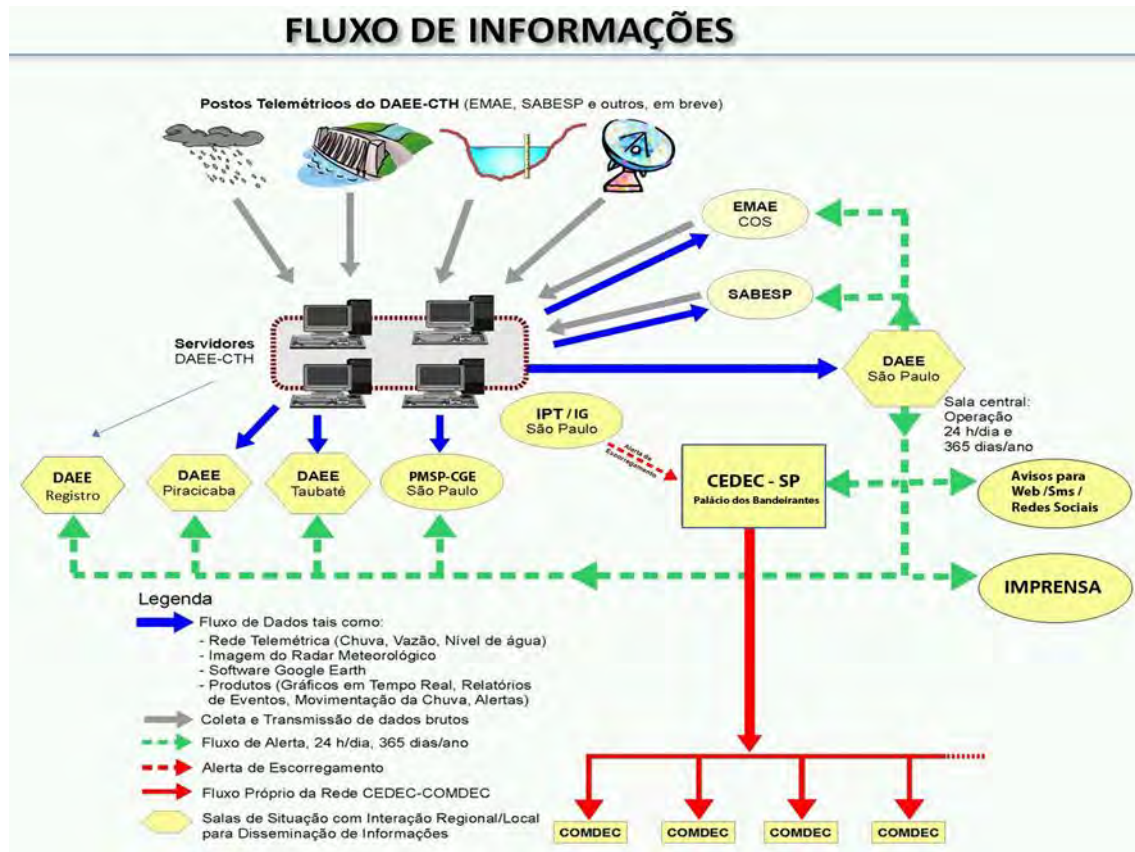


図 2-33 洪水警報情報の流れ

出典：サンパウロ州防災局提供資料より

アラートを出すのは防災局の責任である。DAEE では雨量や水位について 3 段階に分けた警報レベルを作成し、色分けしてモニターで表示し、防災局 に提供している。洪水の警報については、河川の水位を測定し水位警戒情報を公表している。

現時点では、洪水位の予測をおこない警報を出すことは行われていない。

4) 土砂災害対策機関

サンパウロ州の土砂災害対策は、以下の 2 機関によって行われる。

- IG (地質研究所)
- IPT (技術研究所)

IG はサンパウロ州の自然災害の防止・減災プログラム (PDN) の一部を担当しており、主に州内において、地滑りエリアの特定や詳細なリスクマップの作成を行っている。州内の地滑り地に四つの土壌水分計 (Soil Moisture Sensor) 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地滑り発生の予測モデルを研究している。

ファイナルレポート

今後、更に 40 個の土壌水分センサーを増設し、予測モデルの構築を継続していく予定である。

サンパウロ州内では、地滑りは都市部の宅地急斜面や、山腹斜面に多発している。これらの地滑りは、主として表層崩壊であり最大崩壊厚さが一般的に 10m 以下である。

IG は、予測モデルの構築において、CPTEC/INPE と共同研究している。更に予測モデルの研究結果をアメリカの関連機関に送付し確認して貰っている。

一方、IPT の主な活動は以下のとおりである。

- ① ガスや石油などの施設建設の選定を支援するための大規模地滑りのリスク評価を行う。
- ② サンパウロ州及び市の防災局に防災計画を策定する。
- ③ サンパウロ市の地滑りマッピング（3003,2010）。
- ④ 自治体に対するリスク軽減計画の作成。
- ⑤ 自然災害や人為災害調査。
- ⑥ 浸食防止工事。
- ⑦ 災害リスクマネジメント。

IPT は 100 年以上の歴史を持つ技術研究所であり、12 の技術センターを通じて、エネルギー、運輸、石油やガス、環境、建設、都市、セキュリティなど多様な分野をカバーしている。土砂災害対策では、現在州内 35 市町村においてリスクマップを作成中である。また、サンパウロとサントスの間にある 4 か所の市の防災対策を作成中である。構造物対策など構造的対応などのハードの設計及びハザードマップなどのソフト対策実施している。ソフト対策の中では、住民に対する防災啓発活動を行っており現時点で 5000 名に対して実施した。

IPT は研究開発機関であり、警報システムには組み込まれていないが、リスクマップの作成を行っている。IPT ではリスクをローリスク、ミディアムリスク、ハイリスク、ハイハイリスクの 4 段階に分けたリスクマッピングを行っている。INPE と一緒に雨量情報と災害の関係について研究しているが、外部には公表していない。

リスクマップには、リスクがあるかないかを記載しただけのリスクマップと IPT が作っているようなリスクを 4 段階に分け、対策を示している詳細なリスクマップがある。都市省

ファイナルレポート

と統合省のリスクマップも内容に差異があり、統一されていない。IPT の作成しているリスクマップは、スケールで 1,000 分の 1 の局所的な詳細なマップである。主な差異はスケールの問題である。また、リスクを細かく分析して、どれくらい危ないかも提示している。一定量の雨が降るとリスクのあるエリアが掲示されるシステムを研究している。また、土砂災害危険地域データベースのソフトウェアの開発は終わっている。

現況の累計降雨量と今後見込まれる雨量を合計し、警戒基準値を超える土砂災害の危険がある地域を特定して防災局に報告する。このシステムが実際適用可能かどうか、ある特定の地域（サンパウロ州の北海岸のカラガタツバを選定）について検証しているところである。また雨と地滑りの関係について研究している。研究対象地は都市化の影響を評価する為インフラの整備がある程度進んだところを選定している。

5) 干ばつ対策機関

サンパウロ州内の干ばつ対策も水利権を扱う DAEE が関連する。水利権は 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。州河川での水利用可能量についても調査している。

州外の干ばつに関しては現在、各州の州防災局から選抜された隊員が、15 日交替で派遣され対策にあたっている。

6) 情報システムインフラ

サンパウロ州の防災局は、州独自の防災関連システムである SIDEDEC（災害情報記録するシステム <http://www.sidec.sp.gov.br/>）を構築しており、市町村の災害支援要請は、SIDEDEC により行っている。災害支援登録は、州側が口頭（電話）で聞き取り等を行い、詳細な記述を CPO フォーマット（申請の様式）に記載して登録している。

州から連邦への災害認知システムは連邦(CENAD)が構築している S2ID システムにより行われるがデータ入力をよりスムーズに行う為、次のシステム更新の際、連邦の S2ID システムと SIDEDEC システムのデータの統合化を図る予定である。

現状は、連邦政府が災害認定を行った上で行う市町村への支援と州が行う市町村への支援は個別に被災情報を収集して行われている。SIDEDEC のデータは研究機関や大学に対して公開しており、連邦機関へも提供している。防災アトラスなどで活用（CENAD への情報提供）されている。

7) 防災プログラム

防災関連プログラムとしてサンパウロ州の PDN プログラム (State Program for Prevention and Reduction de Desastres Natural geohazards (PDN)) が State Decree No 57.512 /11.11. 2011 にもとづき、2011 年 11 月からスタートしている。これはサンパウロ州の関係機関で別々に実施されていた防災関連プログラムを一つのプログラムにまとめたものである。ただし、PDN 自体に予算枠が与えられているわけではなく、各関係機関が個別に積み上げた防災関連事業の総額を PDN 関連事業としているだけのため予算規模は不明である。

PDN により、これまでのプログラムがリスク状況のモニタリングが中心であったものが、課題認知、リスク地域の拡散防止策（都市計画）、予防的な土木対策事業、広報啓発・避難訓練事業を加え総合的なプログラムとなった。

CEDEC と IG が運営委員会の運営を行い、CETESB（環境保険・環境保全関係）、IPT、EMPLASA(州立公社,都市計画)、CEPAM(サンパウロ州市町村の人材育成プログラム)、CDHU(住宅及び都市公社, 移転問題対応)、DAEE（水資源・電源公社、洪水予警報）、SEGURANCA(港湾局), PUBLG(警察)、教育局等の参加を得て進められている。

PDN は、129 市町村で災害対応計画(Contingency Plan)を策定、78 市町村がリスクマップ作成、19 市町村でリスク削減計画を策定する等の進捗がある。（2012 年 7 月時点）

(7) サンルイスドバライチンガ市

1) 概況

サンパウロ州サンルイスドバライチンガ市では 2011 年に大洪水に見舞われた。サンルイスドバライチンガ市は、河川の平坦地を中心として集落が発達してきた街で町であり、現在、人口の増加に伴い、法律上居住が認められていない地区にも市街地が無秩序に拡大してきた。

2011 年の豪雨時には、累計 600mm の豪雨があり、市内の多くの範囲が浸水した。中心部では建物の 2 階付近まで浸水した。教会も被害を受け、現在補修建築中である。市では豪雨の情報を受けていたが、大規模な洪水になるほどの豪雨であるという認識が不足していた。

また、雨量計も不足しており、市側で避難の予測ができなかったり、停電等により、災害時の情報の伝達は口頭での伝達が主となっている。

被災後は、避難基準となる雨量を定めたほか、住民の基本情報（住居位置、要援護者がいるかなど）に着手している。また、被災住民の一部、高台に住宅を建設し移転する措置をとった。

2) 市防災局

市の防災局は、実質的に一人の職員が対応している。防災対策や警報情報などは職員の経験を頼りに実施している。警報情報が連邦機関や州の機関から送信されてくるが、それをどのように評価して警報を発すればいいのかわからないとの話があった。

(8) パラナ州

1) 概況



パラナ州（Estado do Paraná）は、ブラジル南部の州で、州庁所在地はクリチーバであり、パラグアイ、アルゼンチンとの国境を有す。州の略称は「PR」である。面積は 199,314.85km²、人口は 10,217,684 人（2005 年）である。

パラナ州の洪水・土砂災害は、主に海岸地域で発生する。2011 年 3 月 11 日、集中豪雨により発生した洪水・土砂災害は、日雨量 100～240mm の降水によって発生した。前日にも多量の降雨があり、4 日累計 300～500mm の降水があった。フローレスタ地区では土砂災害および洪水が発生、流木が大量に流下した。アントニーナ地区では土砂災害（崖崩れ）が発生したが、事前避難により犠牲者は 1 名のみだった（一旦避難した住民が許可なく自宅に帰り被災）。橋梁の流失により、救援物資輸送および穀物運搬（パラナ州は農作物運搬・中継量がブラジル屈指を誇る）に大きな影響が出た。

防災局は緊急対応としてヘリを中心とした調査・救出作業のほか、災害後の復旧・復興対応に従事した。

このとき発生した上流部の急崖地で同時多発的な崖崩れは、調査の結果、上流部の基盤岩（主に花崗岩よりなる）上部を覆う薄い表層土（風化花崗岩かどうかは不明。日本のマサ土のように著しい風化は進行していないのではと思われる）が多数の箇所では崩れたものと判明した。流木や土砂が下流に流下し、大きな災害となった。

災害後、1800km²の範囲において 50 万分の 1 地図を基図としてリスクマップが作成された。地形・地質等から洪水・土砂災害の恐れのある地域を州地質調査所(Mineropar)の地質学者等と協議の上、作成した。特に危険な箇所（住居付近のみ、住居のない範囲には設定していない）を 13 箇所設定した（SIMMAR と命名）。

SIMEPAR（州の水文水理監視機関）が管理する雨量計を平坦部の民家内に 1 基設置することにより 15 分雨量が計測されている。観測データは、1 時間ごとに GMS/GPRS（携帯電波網）経由で SIMEPAR にデータが送信されている。

州防災局（CEDEC）は、都市部から離れた山間部の小規模集落への情報の通知について苦慮している。住民側も、CEDEC と住民を結ぶ情報端末があれば、積極的に活用したいとの意向がある。

2) 州防災局

パラナ州の防災局（CEDEC）は 15 支所（COREDEC）をもち、それぞれの支所は 7~93 の市町村を受け持っている。州都であるクリチーバには唯一市の防災局が設置されている。防災局の活動については下記のマニュアルや規制が制度の法的根拠となっている。

- Defesa Civil para Prefeitos - Manual (COMDEC2007)
- 州規制第 1,343 号（1999 年 9 月 29 日令）その附属書ーパラナ州州民防衛

パラナ州における気象水文モニタリングは、財団法人に類似した組織である SIMEPAR が担っている。気象水文情報は、SIMEPAR から州の防災局(CEDEC)へ伝達され、そこから 15 支所の防災局(REDEC) へ伝達され、さらに市町村の防災担当へ伝達され、そこから住民へと伝達される。

気象水文情報の伝達については市町村の防災担当部局から住民への情報伝達が課題であるとしている。

下表にパラナ州の防災予算を示す。2012 年で 6.9 百万レアルとなっており、2008 年の予算と比べると 2.5 倍になっている。その要因は応急対策費の急増であり、ここからも年々災害が多くなっていることがうかがえる。

表 2-14 パラナ州の防災予算

Ano 年	Orçamento Global 合 計	Orçamento para o Desenvolvimento de Sistemas de Prevenção de Desastres 開発費	Orçamento para Despesas Operacionais dos Sistemas de Prevenção de Desastres 運営費	Orçamento para Resposta a Desastres 応急対策費
2008	R\$ 2.573.096,00	-	-	R\$ 430.460,00
2009	R\$-	-	-	-
2010	R\$ 3.831.180,00	-	R\$ 95.000,00 (celepar)	R\$ 586.500,00 (720.000)
2011	R\$	-	R\$ 95.000,00 (celepar)	R\$ 1.080.000,00
2012	R\$	-	R\$	R\$ 3.760.801,71
2013	R\$ 6.887.420,00		R\$ 95.000,00 (celepar)	R\$ 4.815.270,00 (4.990.000,00)

3) 水文水理モニタリング機関

SIMEPAR は、パラナ州政府の要請により設立され、州政府の所管で、気象関連などの事業を経営する独立機関である。設立当初、州内の関連機関から気象観測施設などが移管され、それらの施設の維持管理・計測などを担当している。SIMEPAR の活動は、気象観測や天気予報を主として、防災、エネルギー、農業、建設、観光などの分野に気象情報を提供している。CEMADEN や INMET 等の気象関連機関と情報共用や協力を行っている。運営予算は州から支出されていないが、観測機器の購入は州から予算を計上して購入している。主な収入は電力会社や農業関係機関へ気象情報を提供することで得ている。

職員は技術系職員、システムエンジニア、管理職を含めて約 70 名である。下図に SIMEPAR の組織図を示す。

気象観測施設としては、S バンドドップラーレーダー雨量計 1 台、90 ヶ所の気象観測所（その内、SIMEPAR 39 ヶ所）、64 ヶ所の水文観測局（その内 SIMEPAR 42 ヶ所）を有する。観測局からのデータ取得の手段としては GMS/GPRS や通信衛星（GOES）を利用している。現在、光ファイバーは設置されていない。

気象衛星からのデータ受信とデータ処理も行っている。解析用のスパコンは、現在 300 クラスタードル製を設置している。防災局は雨量、水位、風速、気象レーダー等の情報を主に SIMEPAR の web から取得している。諸データは SIMEPAR のページ上でグラフ化等が可能（要ログイン）で、緊急時の参考としている。

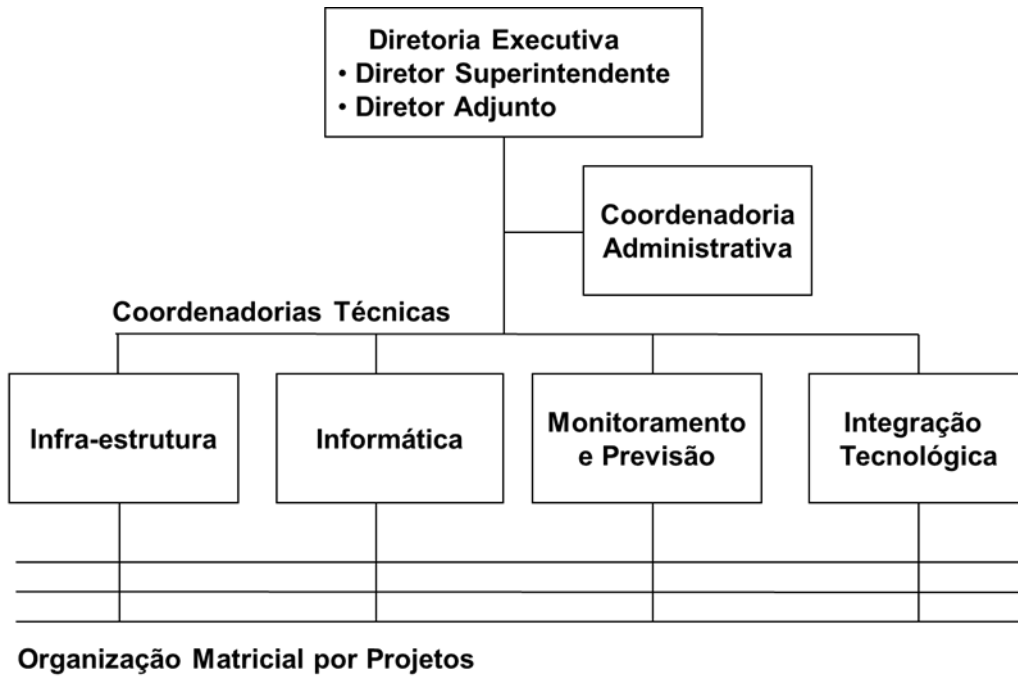


図 2-34 SIMEPAR の組織図

出典：SIMEPAR 提供資料



図 2-35 SIMEPAR の事務所とモニタリングルーム

出典：SIMEPAR 提供資料

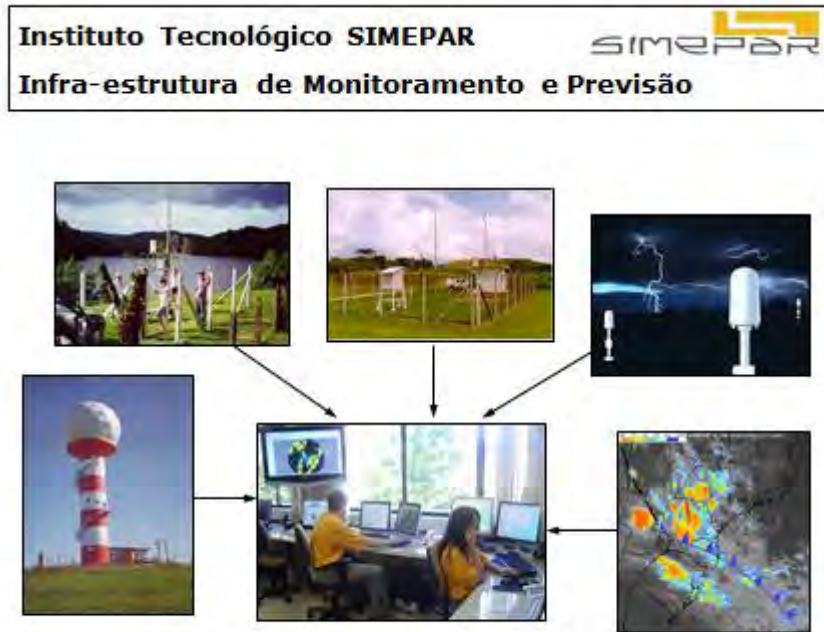


図 2-36 SIMEPAR の気象観測機器

出典：SIMEPAR 提供資料

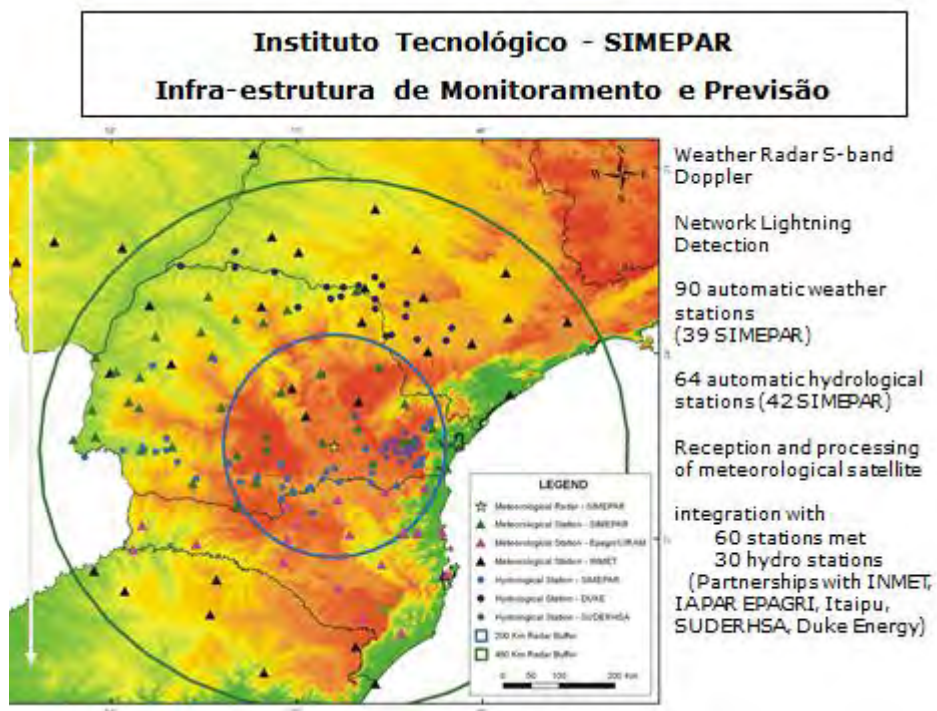


図 2-37 パラナ州の気象観測所位置

出典：SIMEPAR 提供資料

4) 河川管理・洪水対策機関

パラナ州において、河川管理・洪水対策に関しては、パラナ水研究所（Aguas PARANA）と、SIMEPAR とが連携し、水位の観測・監視と気象情報を解析し、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。また、パラナ水研究所（Aguas PARANA）はクリチーバ市を対象として洪水予警報システムを開発・運営しており 34 箇所の観測情報（降雨と河川水位）を解析して洪水災害の危険性がある場所を予測している。

大河川については流出解析モデルが開発されているが、中小規模の河川では流出解析や氾濫解析・洪水ハザードマップ作成が未定である。州全体において 2 年確率の日雨量（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。また雨による危険度評価は 2011 年から流域ごとに検討し始めたところである。

5) 土砂災害観測・対策機関

土砂災害対策に関しても 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す。州の警報に関する基準値は、州防災局、Aguas PARANA、SIMEPAR、MINEROPAR（州地質調査所）の 4 者が協議して決定する。現在、警報基準としてモニタリングのグラフ等には基準値（100mm、150mm）が表示されているが、これは 2011 年災害を受けて定めたものである。予警報の発令は、SIMEPAR の気象学者、MINEROPAR の地質学者等と協議の上、防災局が判断して発令する。

CEMADEN が選定した 13 の市町村に対する警報については、CEMADEN からの情報のタイミングとスピートがパラナ州独自で収集し解析している情報より遅いため CEMADEN の情報は実用的ではないと指摘されている。

6) 気象観測機関

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）箇所である。これらの管理は、SIMEPAR が行っている。

2011 年 3 月 11 日の土砂災害後、州政府と世銀の協定による災害防止対応プログラムで、気象レーダー 2 基（S-バンド）、22 箇所の気象・水文観測所を増設することとなっている。22 カ所の気象・水文観測所の設置は 2013 年末に完了予定である。新規 2 基の気象レーダーは、既存のレーダーがカバーしていない山岳部と沿岸部にそれぞれ 1 基ずつ設置することを計画している。各気象・水文観測所から、観測データは、主に携帯電波や通信衛星により

SIMEPAR に送信されている。2 つのレーダーのスペックの設定及び購入は SIMEPAR で行う。山岳部には S バンドレーダーを入れる予定であるが、沿岸部には 1km メッシュ解像度以上でデータが取れる気象レーダーを入れる必要があると考えている

現時点では、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・作成している。また、COMETS モデルを用いて 5 日間の降雨を予測している。予測モデルの構築において、CPTEC/INPE と共同研究し、更に予測モデルの研究結果をアメリカの関連機関に送付し確認している。

7) 水管理・干ばつ対策機関

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管理計画の策定を行っている。特に干ばつの対策は必要ない。

8) 情報システムインフラ

パラナ州防災局は、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である。パラナ州では、SIMEPAR にモニタリングルームが設置されており、州防災局に設置予定であるクライシスルームとの統合運用が課題となる。世銀防災システムの概要は以下の通り。

①防災体制強化

- ・ 防災局を中心とした協議会の設立（州の関連機関及び公共サービス会社も含む）
- ・ 知識の蓄積（マッピング技術、感受性マップ・リスクマップの作成、降雨と地質、降雨と流量の関連性の調査）

②予測技術の開発

- ・ 降雨、流量、水位等を予測できる技術開発の推進
- ・ 公共政策に検討結果を反映する手法の検討
- ・ 事業を予算化する技術の育成
- ・ 防災局として、経済、物理的現象に関する知見を蓄積させる方法の検討

③災害予防システムの構築

- ・ 予測技術、災害時の対応策に必要なシステム、機材の整備
- ・ クライシスルームの設置（設備と場所を準備中）
- ・ モニタリングのための雨量計、水位計等を整備した上での、情報伝達技術の構築

上記の世銀の支援を受けてパラナ州が実施したい内容は、幅広く、資金面、時間的な課題を抱えているが、2016 年（オリンピック）までに、何とか成果をだしたいとの強い意向を持っている。

住民への情報提供方法は SMS や電話、サイレン等があるが、携帯電話がつかない場合（たとえば、フローレスタ地区の最上流部などが該当すると思われる）や、サイレンが聞こえない場合など、遠隔地への情報伝達手段に苦慮する場合がある。

(9) ミナスジェライス州

1) 概要



ミナスジェライス州 (Estado de Minas Gerais) はブラジルの南東部に位置する州、州庁所在地はベロオリゾンテ。略称は「MG」である。

面積は 58.6 万 km^2 であり、日本 (37.8 万 km^2) より大きな面積であり、フランス本土面積 (55.20 万 km^2) とほぼ同等の面積を有する。自治体数は 853 であり、ブラジ

ル最大である。人口は 1978 万人（2010 年）。85.3% が都市に居住している。GDP はブラジル 3 位である。

ミナスジェライス州では洪水、干ばつが主な災害。災害の起きる時期も概ね決まっている。

2012 年には洪水 (enchente guidoval) 2013 年には水害、土砂災害など災害が多発した他、2006 年などにも多発した。自然災害による被害者は毎年 20 名以上に上る。（カミナリによる犠牲者も多い。）

また、干ばつも大きな問題となっている。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。干ばつにより飲料水の問題、食糧の問題が発生する。州防災局 (CEDEC) がとる対応策として、給水車による水の配給、パッケージ非常食の配布、貯水槽の配給がある。コカコーラとの提携により、浄水機の配布も行っている。

ミナスジェライス州では地震も発生する。規模は $M=4$ 程度で小さいが、2007 年に人的被害が発生した。防災教育、復興住宅の建設などの対応を行った。

2) 州防災局

ミナスジェライス州では、州防災局（CEDEC）と地域を統括する支局（REDEC : REGIOES DE DEFES CIVIL）18 か所の体制が敷かれており、市町村の防災局（COMDEC）との連絡は REDEC が行う体制となっている。市町村によって組織の規模は異なる。市町村によっては住民の組織である Nucleo comunitario de protesao e defesa civil がある。

連邦、州、市町村の防災当局間では命令権限はなく、それぞれが補完する関係である。市で対応しきれない災害が発生した場合は州から迅速にサポート体制をとる。資金は大部分が連邦から州・地域・市へ支給される。自前の予算は少ない。

下図に州防災局（CEDEC）の組織図を示す。



図 2-38 防災局の組織構造



図 2-39 州防災局の組織図

局長下に管理部、オペレーション部があり、管理部下にはロジスティック課、総務課、支部サポート課がある。オペレーション部下には技術課、企画課、緊急対応コントロール課、教育課（住民、市町村の防災局を対象とした人材養成）がある。

防災対応は基本的には市が行い、州が適宜サポートする。市は、コンティジェンシープラン（リスクマップの作成、警報発令のためのモニタリング、緊急対応のための準備（人材育成その他）を作成しているべきである。州はこれらを作成するサポート体制をとっている。

州の防災予算は 2008 年から 2011 年は、約 2 百万レアルで推移していたが、2012 年には急増し 14.7 百万レアルと 7 倍に急増している。この要因としては 2011 年に大規模な災害が発生したことが伺われる。

表 2-15 ミナスジェiras州防災予算

Ano	Orçamento Global 合 計 I	Orçamento para o Desenvolvimento de Sistemas de Prevenção de Desastres 開発費	Orçamento para Despesas Operacionais dos Sistemas de Prevenção de Desastres 運営費	Orçamento para Resposta a Desastres 応急対策費
2008	R\$ 3.197.463,41	R\$ 5.779,31	-	R\$ 3.191.684,10
2009	R\$ 3.192.435,50	R\$ 62.703,00	-	R\$ 3.129.732,50
2010	R\$ 1.141.918,72	R\$ 128.929,00	-	R\$ 1.012.989,72
2011	R\$ 2.917.336,09	R\$ 22.392,10	-	R\$ 2.894.943,99
2012	R\$14.675.482,80	R\$ 5.499,75	-	R\$ 14.669.983,05

州防災局は様々な防災活動を実施しており、緊急物資のストック等を行っている。その他、ボランティアに対する意識啓発、防災意識の啓発のため、児童に対する防災教育も実施している

3) 気象水文モニタリング機関

州の気象モニタリング機関としては、(SIMGE/IGAM (州管轄)、Climatempo(民間)、INMET 第 5 管区)、ダムモニタリングは (CEMIGー電力会社、FEAMー (ミナスジェライス州環境基金) が実施している。ミナスジェライス州は、鉱山の跡の貯水池が存在する事や近隣の州の水源地になっていることから、水資源の監視が様々な機関によって行われている。

水位等のデータ管理に等における CPRM の役割は、実際は ANA の地方実働部隊となっており、CPRM が水文観測機器の管理計測、維持管理を行っている。

ANA と CPRM は独立した関係であるが、観測機器の配置計画策定、機器購入のための予算確保は ANA が実施するなど、両者は補完関係を築いている。ただし、地下水管理は CPRM 単独で実施している。

情報提供は天気予報、EMAIL、SMS、携帯電話を用い、市町村の防災局に周知しているほか、web からも提供している。

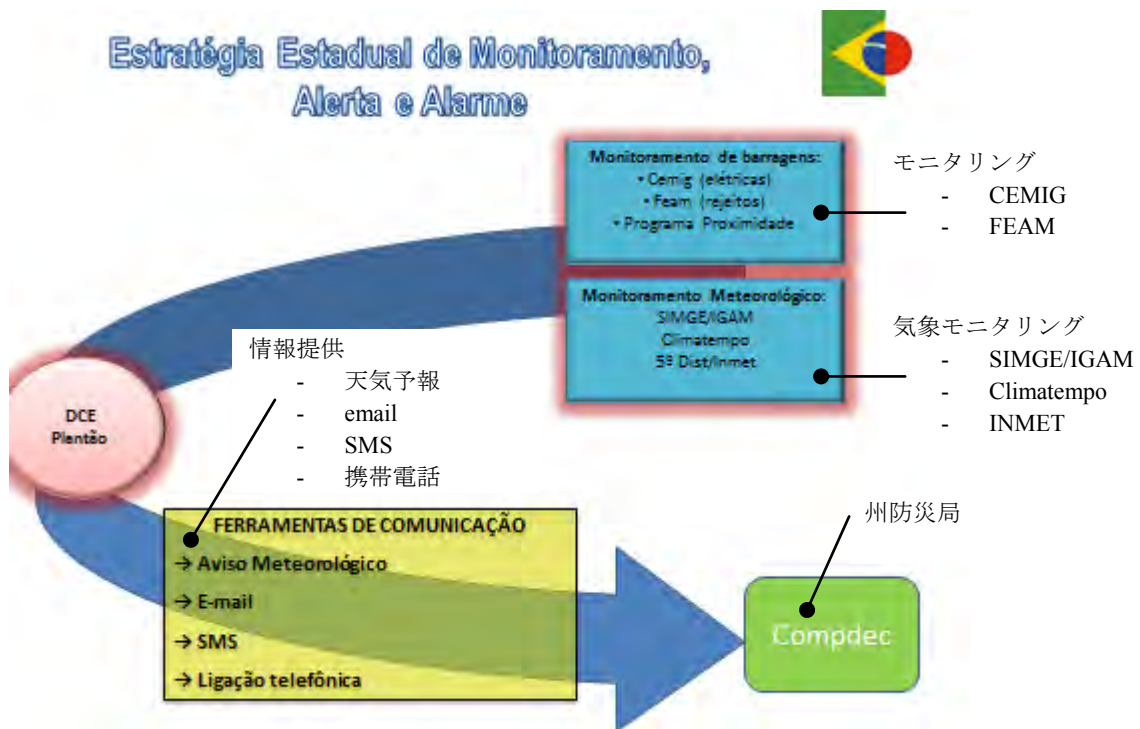


図 2-40 アラート情報の流れ

ミナスジェイラス州環境・持続開発局（SEMAD）の使命は、ミナスジェイラス州の持続可能な発展を目的として、環境の保全と保護政策や水資源管理、環境資源管理政策を策定したり調整することである。州の環境と水資源の管理委員会（SISEMA）は、環境政策協議会（Copam）と水資源協議会（CERH）および関連機関と環境と持続可能な開発事務局（Semad）によって形成されている。環境基金（Foundation State of the Environment (Feam)）は ブラウンウォーターに対応した州の環境の質に、森林研究所（State Forestry Institute (IEF)）はグリーンウォーターアジェンダに、鉱山水管理研究所はブルーウォーターアジェンダを担当している。SEMAD は、以下の権限を有している。

- エコシステムと持続可能な開発を維持する観点から州の統合環境管理を計画、提案、調整する。関連する活動の調整、環境技術基準で働く機関や組織と連携して一元管理する。
- 環境関連の機関や組織と連携、活動の統合。
- 法律や環境や天然資源に固有の規制の適用を促進する。

- 環境保護のための行動を調整し、監督。
- 環境政策と国家の水資源の管理の実施を確保する。
- 情報や環境問題に関連した教育活動を展開。
- 環境保護と国家の持続可能な発展を目的とした金融機関、国際機関や外国の技術協力を確立する。

鉱山水管理研究所 IGAM は、ミナスジェiras州の水資源の量と質を保全することを目的とした水資源計画策定及び計画の推進を担っている。管理は水利権付与、表流水・地下水の水質モニタリング、及び流域委員会（Watershed Committees (CBHs)）と流域機関の調整を行うことにより実施している。

IGAM は、1997 年 7 月 17 日に 州環境・持続開発局（SEMAD）の関連組織として創設された。連邦レベルでは、組織は、国家環境システム（Sisnama）、国立水資源（SNGRH）の一部局となっている。州レベルでは、IGAM は環境・水資源（SISEMA State System of Environment and Water Resources:）と水資源システム（SEGRH: State System of Water Resources）と協働して活動している。

ミナスジェライス州気象水文システム SIMGE は、気象観測機材の運用と気象予測を行う機関である。45 ヶ所の水位、雨量の観測を行っている。VAISALA 社の（衛星経由）雨量観測システム（3h ごと）、SIMGE 単体では VAISALA 社の携帯回線経由雨量観測システム(1h ごと)をそれぞれ導入している。その他、手動観測システムも導入しているが 1 日単位のデータを電話回線により口頭で入手している。

レーダーは VAISALA 社の C バンド 2 重偏波レーダーを導入した。（CEMIG の予算で購入）MATEUS-LEME のデータはいったん CEMIG のサーバーに格納され、それが CEMIG、IGAM のクライアントで閲覧できるようになっている。

州内では上記レーダーのほか、CEMADEN のレーダー（S-バンド）を北部、中部に 3 基設置予定。その他、他州で設置済みでミナスジェライスもカバーしているレーダーが 3 基（S-バンド）。これらを重ねると一部空白地帯ができるので、ここへのレーダー設置を行いたいと考えている。その他、GOES による衛星観測、雷観測も実施している。

4) 河川管理・洪水対策機関

SIMGIE はミナスジェライス州における河川管理・洪水対策を行っている。SIMGIE は、流域単位での河川管理を Doce 川流域で着手している。Doce 川はミナスジェライス州南東部で西から東に流下する 850km の河川で、流域内降水量は 900～1500mm/year である。1979 の洪水がきっかけとなり、サイレンの設置、雨量計ネットワーク配置、衛星による観測等が行われるようになった。また流域管理計画をフランスの流域管理計画（ADECE）をベースとして作成している。1997 年の洪水をきっかけとして、アラートシステムを設置した。45 カ所で水位、雨量を観測中（水位計、雨量計、ダム）。また、治水計画策定ための調査も以下の通り着手している。

- 現象の把握、洪水特性、モデリング、構造物対策、非構造物対策の調査
- 土地利用図
- 地図作成
- 深浅測量
- 危険個所の特定
- 洪水氾濫区域のマッピング

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。降雨予測を行い洪水流出量を予測する解析は行われていない。

洪水氾濫区域のマッピングは過去の水害時の雨量・水位データを元に、下流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。雨量から水位に変換するモデルは現在作成していない。

河川管理・洪水対策分野の課題として以下の 5 点があげられている。

- 雨量観測
- アラートの早めの発令
- 流量計算の開発
- 市町村の対応者の充実
- 機材の高性能化

5) 土砂災害観測・対策機関

土砂災害観測・対策は、気象 SIMGE (州管轄)、Climatepo(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統制局が対応を行っている。

警報の出し方・基準については技術者の判断で行っておりモデルを用いた判断ではないが、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。

リスクマップについては市で作成すべきであるが、優先度の高い 56 市町村については州は適宜協力している。市の人材育成は州で実施している。リスクマップ整備関連費用は 2012 年 6 百万レアルから 2013 年 18 百万レアルと大幅に増加している。リスクマップ作成の要員として、現在 50 名の技術者を抱えているが、更に 50 名の技術者を追加採用し、2014 年は、100 人体制となる予定。また、土砂対策のための擁壁建設について運輸土木局へのアドバイスも実施する。なお、ハード対策は市町村が設計の発注等を行う必要がある。

災害情報のフィードバックについては洪水警報等の市町村から州へのフィードバックは取り決めがない。実際は州から市町村へ聞き取りや現地調査で把握するしかないのが現状である。連邦へのフィードバックは、法律上の義務はない。ただし、市町村から災害情報がきた場合には連邦へ連絡している。

CPRM は地質・水文を管轄する連邦の組織であり、ミナスジェイラス州に本部を設定している。地震・地滑り・砂漠化・考古学・海洋地質学についても研究やリスクマップの作成も実施しており、市町村や防災局とリスクマップに関する情報の共有も進めている。

現在 50 名の体制である。ノバフリブルゴでは防災局と協働で現地調査等を実施してリスクマップを 1000 分の 1 地図を用いて作成し、危険度に応じてエリアマッピングをしている。

なお、マップ設定にあたっては過去の実績、前兆現象（われめ）などを反映している。また防災教育が大変重要であることも認識している。パンフの配布や、担当者への 40 時間以上にわたる実習等を長年実施している。

その他、以下の活動を行っている。

- 計画新幹線の予定路線の地質の把握。
- PI 州では地下水利用による地盤沈下の調査検討。
- 危険地区からの住宅移転に関する検討。
- 災害発生履歴データベース作成（SCDI）

被災した市町村がアクセスし、SCDI に情報を記入してもらいたいと考えている。他のデータベースとの統合（例：S2ID との連携）も今後は考えている。

-
- 韓国の KIGAM と協働でリオデジャネイロ州内の市町村のリスクマップ作成。

ファイナルレポート

- 2011 年ノバフリブルゴ災害では 11 名の専門家を派遣し、リスク評価等を実施した。
- 821 市町村のハイリスク・ハイハイリスクのリスクマップ作成を検討中。
- 対策工についても記載している。これらは CENAD、CEMADEN に提供している。
2012 年の段階で 286 市町村について作成済み。 リスクマップはデータベース化されており、ArcGIS 上で表示が可能である。FTP サーバ・オラクル DB、ArcGIS サーバーを用いて、各関係部署間で情報の共有を行う予定である。
- CEMADEN の雨量情報とリスクマップとの重ね合わせも可能である。
- 上記データは 1,000 分の 1 地形図をベースに作成しているが、25,000 分の 1 の感受性マップも作成している。
- 防災局職員に対する実習は現在ブラジル全国で実施されている。
- CPRM は DOCE 川でアラートを出している。IGAM では SAPUCAI 川流域でアラートを出している。(市長、州 CD、局長等に SMS、電話で周知する) 雨期には CEDEC とのコミュニケーションを密にとっている。モニタリングは気象学者、システムアナリスト、水文学者などで対応している。

6) 水管理・干ばつ対策機関

水管理・干ばつ対策は、気象 SIMGE (州管轄)、Climatepo(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。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。コカコーラとの提携により、浄水機の配布も行っている。

7) 情報システムインフラ

SIMGIE/IGAM は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を建設中(仕様の検討を進めている段階)である。災害認知システムとしては連邦政府の S2ID システムを活用している。住民への情報伝達手法としては州内の 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)を配布しており、将来的には建設中のシチュエーションルーム(モニタリングルーム)と繋ぐ予定である。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である。また、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

ファイナルレポート

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。80 年代から衛星による観測を主体としており、現在は、観測データは GOES から収集している。雨量観測所データは GPRS を利用しているが、携帯回線が不安定で、データが集められないケースが発生する場合がある。現在の州の防災局から市町村へのデータ送信はメール、fax、インターネットを活用している。自動観測所のデータは CPRM のホームページで確認可能である。

8) その他（地震への対応）分野

大地震になる可能性は少ないとの研究結果があるので、アラートは出していない。ただ、モニタリングは必要であると考えている。

(10) ペロオリゾンテ市

1) 概況

ペロオリゾンテ（Belo Horizonte）は、ブラジル南東部、標高約 800 メートルの高原に建設された計画都市でありミナスジェライス州の州都である。人口は約 240 万人（2009 年）。2010 年の近郊を含む都市的地域の人口では 486 万人である。サンパウロ、リオデジャネイロに次ぐ同国第 3 位であったが、近年サルヴァドールに追い越され 4 位となっている。

ペロオリゾンテ市では、主に集中豪雨に伴う内水氾濫と土砂崩れなどの災害が頻発しており、これらの災害に対する対策が州の関連機関と連携して行われている。

ペロオリゾンテ市は、市街地に多くの急傾斜地があり、局所的豪雨が土砂崩れなどの自然災害に繋がりがやすい地形である。自然災害と住宅問題は、密接に関連しており、これらの問題に対応するため低所得者向け住宅の整備などの構造物対策を市の住宅審議会と住宅基金の 2 つが検討を行い、URBEL（公団）が対策の実施を行う体制をとっている。

市内では住宅裏のがけ崩れが多発しており、市による対策だけでなく、住民の意識啓発が非常に重要と考えている。そこで、接近管理という概念のもとに、NUCLEO（住民ユニット）を創設して住民と協働での簡易対策の実施している。活動は約 20 年間実施されてきており、その結果、危険箇所の住宅戸数が 14,349 戸から 2,761 戸に減少した。接近管理の概要は以下のとおりである。

- CREAM プログラム（住民への教育プログラム）を実施。
- GEAR プログラム（市への教育プログラム）を毎週実施。

- 天気予報等からその州に実施すべき対策についての協議。
- 市内を9カ所に区分し、支所を設けている。支所ごとに地質学者等を配置。
- 住民が前兆現象を把握した場合、支所に知らせる。担当が現場を確認し、危険性が高い場合は住民の避難措置をとる。

2) 市防災局

市防災局（COMDEC）は、州の関係機関から提供される気象予報などの情報を活かし災害対応を行っており、活動は主に5つに区分される。

- ① 現場調査を踏まえたリスクマップの作成
- ② 災害情報のモニタリング
- ③ 現地情報の吸い上げ、及びそれらの情報に基づいた迅速な避難体制の構築
- ④ 備蓄の充実
- ⑤ スタッフを固定化して、住民との連携深化

また、災害時の対応がスムーズに行えるよう、市の他部局が「予防」「応急対策」「復興対策」の各フェーズでの役割を明確にしたコンティジェンシープランを準備し、災害への備えとしている。

3) 気象水文モニタリング機関

ベロオリゾンテ市防災局は、IGAMのレーダー（C-バンドレーダー）の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動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。

現在、56基のモニタリングシステム（雨量、水位を計測）が市内に設置済みである。計測データはGMS/GPRS（携帯電話網）で送信されている。同様のシステムを増設する予定である。

雨量・水位の観測機関はPUC Minas（ミナス大学）とClimaTempo（気象観測会社）である。ClimaTempoは、モニタリングシステムから得られたデータに加え、IGAM（州気象観測機関）所有のレーダー画像や、CPTEC、INMETの気象観測情報も使用して、予測情報を提供している。

また、これまでの実績より、浸水・増水の危険性が高い箇所をベロオリゾンテ市内で 80 カ所抽出している。これらの箇所の中には、それほど強い降雨でなくても容易に増水する箇所が多数含まれる。雨水排水用の下水道は設置されているが、都市化が顕著なため、排水能力は不足しているのが現状である。

また、洪水や土砂災害のリスクマップの整備を進めている。洪水の災害マップは、数学モデルと洪水の実績を用いて地図化している。このとき、避難指示に住民の意見反映するため、NUCLEO の協力を得てマップを作成している。土砂災害マップは、1994 年より作成しており、市の予算でコンサル、研究者等を招聘し、2 年ごとに改訂を行っている。

4) 情報システムインフラ

市防災局は、TempoClima, IGAM, CPTEC, INMET の情報を参照し、大雨により洪水・土砂災害等の危険性が高まったと判断した時点で、以下の方法により情報を送信する。

- SMS の送信（登録された関係者（州防災局、市防災局、NUCLEO（防災活動を行う住民ユニット、市長など））に送信している。大雨情報などの情報が掲載）
- Twitter などの SNS による情報発信
- マスコミへの情報提供（ラジオなどで大雨情報等を放送）
- 浸水の危険性が高い箇所（河川付近のアンダーパスなどが含まれる）には、その旨を記載した看板の設置や、電光掲示板による情報の周知により、通行者に注意を促している。

前述した浸水危険箇所付近では、NUCLEO のメンバーの住民から現場情報の収集を行っている。

(11) カエテ市

1) 概況

カエテ市(人口 4.2 万人)における防災体制の運営は、Social Defense 局の下、防災部門に専属の職員 1 名 (Ruis 氏) を配置して行っている。防災局部門の主な役割は災害時活動の調整と防災局協議会の主催である。

防災局協議会は、平常時 1 ヶ月に 1 回、雨季は半月に 1 度開催される。市の各部局から 2 名の代表者、CPRM、住民代表などが出席し、防災関連情報の共有(CPRM)や準備状況の確認などを行う。

準備期間(雨季前)には、カエテ市社会奉仕局が非常時用の備蓄物資(テント、マットレス、食料パックなど)を準備する。また、近隣住民と避難方法の確認・協議を行う。

カエテ市土木局は、災害発生時には防災局の依頼に応じて、重機の調達、道路・橋梁の補修、排水路の浚渫／清掃作業などの事業を実施する。

カエテ市では、緊急連絡電話 191 を運用する体制がなく、個人の携帯電話での対応を行っている。

カエテ市における違法建築は少なく、また、土砂崩れの恐れのある箇所が 2 カ所程度と限られている為、市の活動も限定的である。一方で、上流域での集中豪雨発生時に増水・浸水する危険箇所が存在するが、住民避難に繋がるような豪雨は、数年に 1 度程度しか発生しない。前回の避難は、2008 年に実施。

豪雨時は、短時間で水位が上昇・低下する傾向がある。災害対応計画は、雨期明けに見直し・改訂を実施している。

2) 河川管理・洪水対策機関

カエテ市内で発生する洪水は、カエテ市内を流下する河川上流域の降雨状況と密接に関連しているため、警報を発令する際は、防災局が上流域の市に河川水位・降雨状況等を問い合わせるなどして情報収集している。

市防災担当者には、CEMADEN, CENAD, 州防災局, と CPRM から予警報が届く。担当者が現場に出向き、現状を確認。切迫性が高い場合などは、スピーカーを搭載した広報車で周辺住民に避難指示などの情報を提供している。

州防災局から提供される SMS には 3 名（市長、局長、コーディネーター）が登録されているが、受信できない場合もあるなど課題があり、参考程度にはあるが使用されている。州の WEB サイトからも情報入手している。

住民は、ほぼ顔見知りである為、避難指示を出すにあたって同報 SMS などの仕組みは使っていない。2008 年災害時には避難勧告を発令し、対面で住民に伝え、避難させた。2013 年も避難体制を整えていたが浸水にはいたらなかった。州政府や連邦政府に緊急事態・非常事態を報告する状況でも、電話回線が途絶した経験はない為、電話で状況報告を行っている。

CEMADEN、州情報、CPRM の情報はそれぞれ別々に送信されてくる。情報の精度は「CAETE 市で降雨〇〇mm」というレベルであり、より精度の高い情報（市内のどの地域でどれくらいの降雨があるか）は自分たちで情報収集する必要がある。今後、CEMADEN 等の情報の精度アップに期待している。

また、受け取る情報は専門家でなくとも分かりやすい形にして欲しいと考えている。たとえばレーダー情報は、数時間後の予測情報もあわせて入手したい。風量や、雨量の移動状況などの情報も入手できれば（これらは担当者で避難等の判断するために参考となる情報である）。

今年の 4 月から新しい市長が就任したが、これまでの防災体制は踏襲される予定である。新しい流れとして、予防対策の実施が予定されている。市内で浸水の恐れが高い地区での工事（Caete 川の浚渫、直進化、橋梁のクリアランスの確保など）が予定されている。現在、24 時間の運用体制と防災の予防的な措置を実施する体制を整備すべく、市警察の創設する議案、防災局に災害時活動の調整に市民保護の役割を追加する議案を市議会に上程している。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、コーディネーターから局長、局長から市長という情報の流れのみである。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。

CEMADEN が州内で選定した優先度の高い 851 市町村は、過去 5 カ年で災害により非常事態(市町村の多くの機能が損なわれた状態)となった市町村が選定されている（カエテ市も選定されている）。上記 851 市町村のうち、防災局のある市町村は 708 市町村、専任の担当者を置いている市町村は 50 市町村で、多くは他の業務との兼任であり、防災関連業務に十分対応できていない課題がある。

市には財源が少なく、災害対応の予算は災害復旧対策がほとんどで予防対策に予算が確保される場合は少ない。州の教育プログラムの主要な目標は、1.子供たちに対する防災教育。

2.市町村の技術者養成となっており、防災（予防措置）関連のプロジェクト形成の能力の向上は大きな課題である。

(12) サンタカタリーナ州

1) 概況



サンタカタリーナ州（Estado de Santa Catarina）はブラジルの南部に位置する州であり、面積 95,346.181km²、自治体数 293、人口 5,873,749 人（2005 年）の州である。

2) 州防災局

州防災局は、防災局と災害応急対応局の 2 局で構成されている。その下部組織として 13 ヶ所の支所が配置されている。図 2-39 に組織図を示す。

サンタカタリーナ州防災局は、現時点では防災センターの情報収集体制が脆弱であり、特に、予測する機能が弱いと認識している。ダム管理についても遅れていると認識している。そのため、モニタリングセンターを新たに構築する予定である。センターが有する機能は以下を想定している。（予算は 2,500 万リアルを想定）

- 気象情報、雨量情報、河川水位情報等の観測情報の収集・分析
- 災害予測
- 州防災局との協働による、市民への警報等の発信

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と考えているが、そのために、どのような手法が適切であるかを模索中である。また現在、センターの仕様の検討を進めている段階である。（2013 年末の雨季（洪水期）の前までには準備を完了したい意向。）日本企業の提案を期待している。。州としては、最高のソリューションを採用した

いと考えている。この他に、アメリカより気象レーダーを購入し、今年 11 月までに設置・稼働する予定である。

また、州防災局は州内の 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（ヘルメットなど）及び災害対策訓練ツール）を配布し、防災センターと接続する予定である。なお、295 市町村のうち、220 市町村は州予算、75 市町村は連邦予算で対応した。

現在、州防災局は Twitter や Facebook を通じて住民への情報提供を行っている。降雨の詳細な情報は CIRAM の Web サイトから取得が可能である。

今後、防災センターの整備時には、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。たとえば、スマートフォンのアプリケーションを通じ、雨量のモニタリング情報やその他の地域情報を配信する事を考えている。

また、緊急時の電話会社等との協働による情報提供は現在は実施していないが、将来的には是非、電話会社等と協定を結び、実現したいと考えている。

一方、サイレンを使用した警報は、大音量の警報音が好まれていないことがあり、コミュニティと相談した上で是非を判断したいと考えている。

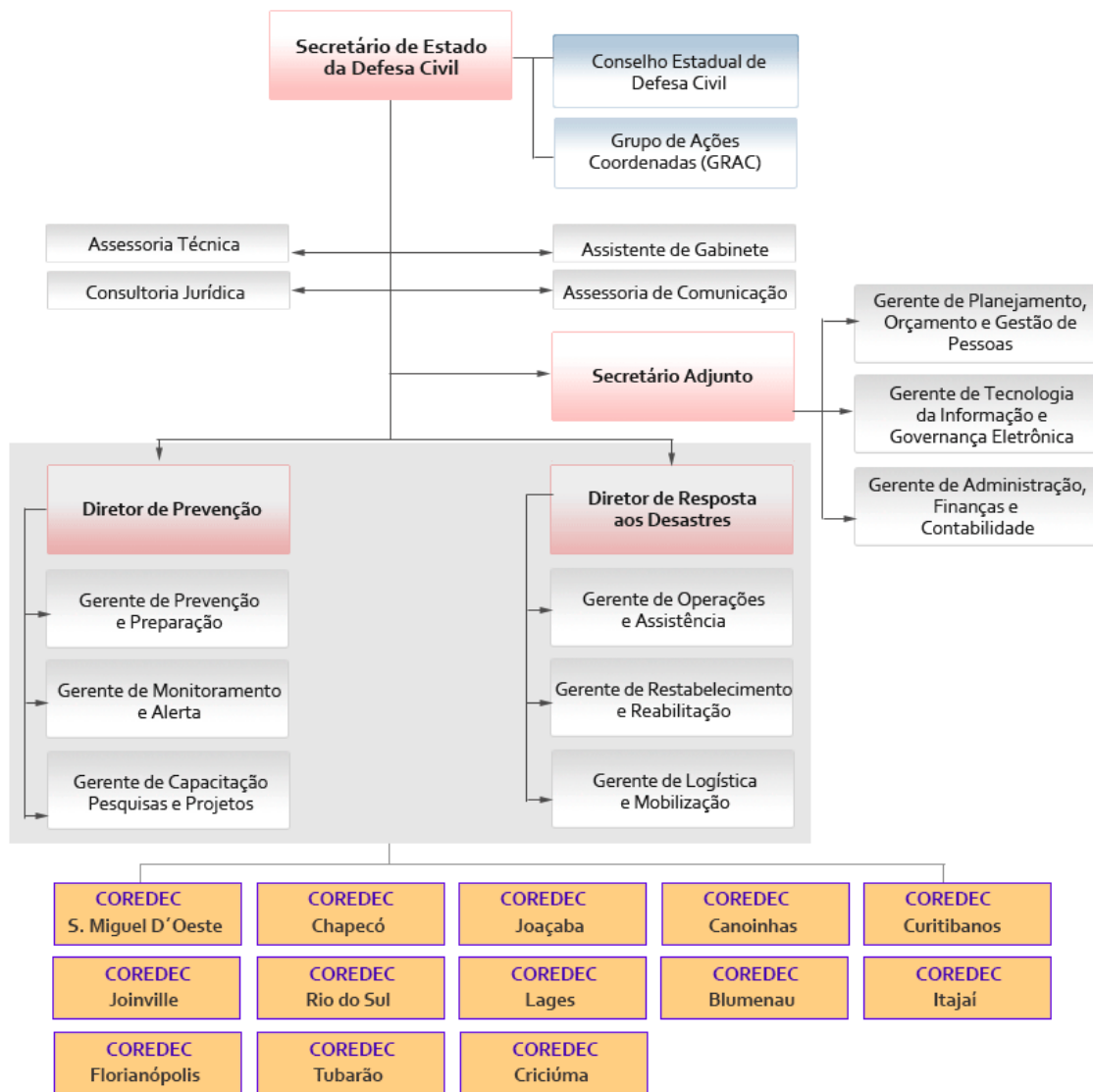


図 2-41 州防災局の組織図

表 2-16 州防災局の予算

Ano 年	Orçamento Global 合 計	Orçamento para o Desenvolvimento de Sistemas de Prevenção de Desastres 開発費	Orçamento para Despesas Operacionais dos Sistemas de Prevenção de Desastres 運営費	Orçamento para Resposta a Desastres 応急対策費
2008	1.063,723,04	-	425.489,22	
2009	1.448.620,62	-	579.448,25	
2010	988.151,48	-	395.260,59	
2011	1.039.632,80	-	415.853,12	
2012	876.128,00	-	350.451,20	
2013		-		

3) 気象水文モニタリング機関

EPAGRI/CIRAM は、気象水文モニタリングを担当している。CIRAM は EPAGRI の下部組織であり、観測モニタリング等を行う研究センターである。所員は 70 名。農学、気象学、地質学等の専門技術者が所属する。

州内では州防災局、州持続開発局（SDS : Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável）などとも連携して防災を担っている。

ANA との関係が深く、ANA の予算でモニタリングセンターを開設している。

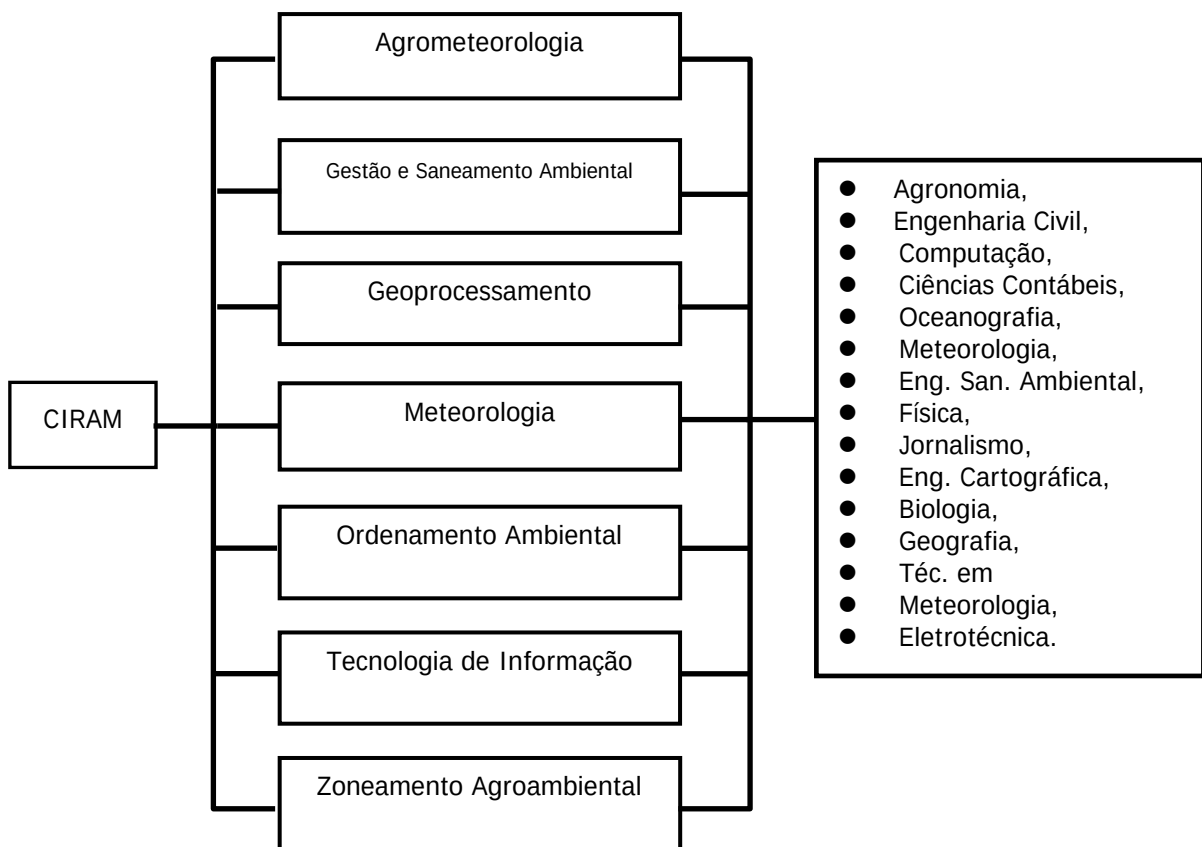


図 2-42 CIRAM の組織図

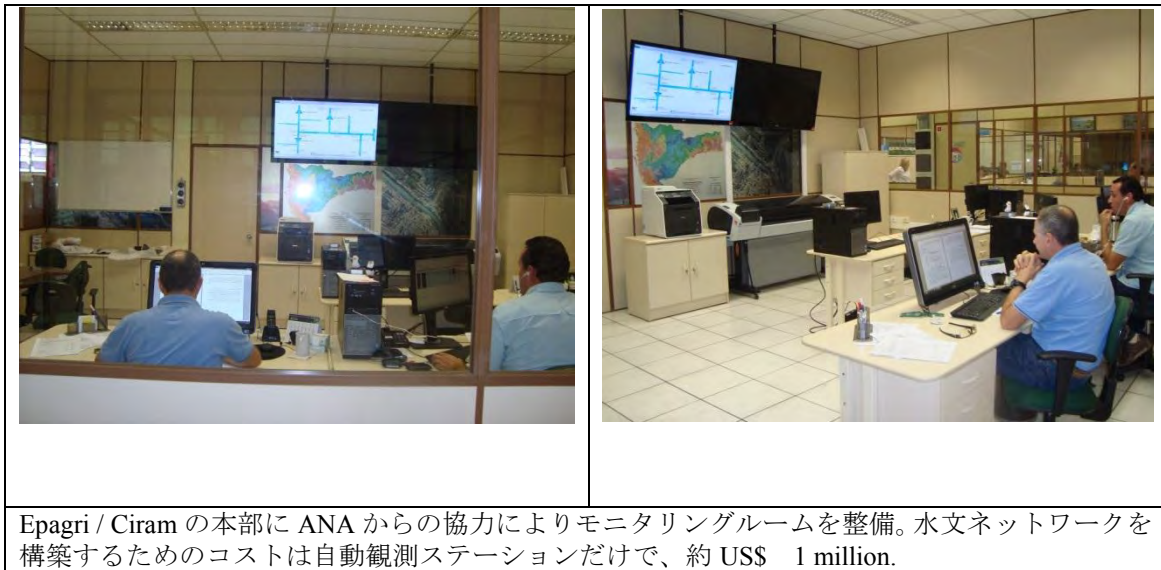


図 2-43 CIRAM 気象水文モニタリングルームの状況

4) 水管理・干ばつ対策機関

州持続開発局（SDS：Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável）は、州の経済発展（投資の奨励）と科学技術の発展のため、環境整備（ごみ処理含む）、河川の管理を実施している。

河川管理としては、水利権の許認可、河川管理委員会、洪水対策委員会、水資源管理委員会等を実施し、表流水、地下水を含めた包括的な管理を実施している。（実際には、政策官庁であり、実施部隊は持っておらず、検討を州の関係機関に委託しているのが現状である）

SDS は、世銀との窓口機関となり事業の調整等を主に行っている。現在、サンタカタリーナ州での農業振興が重要な課題であり、多くの部局（財務局、環境局、警察局、森林局、持続発展局等）が関わることになっている。今度、世銀と実施する事業では水資源開発を所掌する機関が窓口とならなければいけなかったため、SDS が一時的に水資源管理の役割を担っている。将来的には、水資源庁を設立することを考えている。

SDS は、開発を行う際の基図となる地図の製作に携わっている。サンタカタリーナ州全域において 1000～2000 分の 1 の精度レベルで航空写真を撮影・オルソ化（補正）した。オルソ化は民間会社(ENGEMAP 者)に委託したが、高精度の地形図作成は直営で作成している。なお、データは CIASC 社の協力により他部局に提供している。

オルソデータは州全域で 600 万ドルで作成した。（地形図の作成まで委託した場合は 6000 万ドルであった）データは Tera Explorer、ArcGIS により管理しており、洪水リスクマップの作成等に役立てている。

州の西側の渇水が顕在化している。緊急対策として、連邦との協力体制のもと、井戸（深井戸）の建設を実施中である。中長期的には浄水機器の整備も必要である。現在、表流水と地下水の賦存状況をマッピングしている段階である。日本での水管理に興味を持っている。

干ばつの対策は、Ciram が提供する干ばつに対する警報を受けて、防災局が行う。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 が所管している。このため、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、SDS が行っている。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。

干ばつに対する警告は、3 ヶ月予測の結果を踏まえ、農業局や水資源協議会などの州内関係機関と協議した上で発する。

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。州東部では、近年の工場誘致などに伴い、水需要が急増しており、これが東部における渇水の主な理由。一方、西部は慢性的な水不足が発生しやすい地域となっている。

「ブ」国防災局としては、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。

5) 河川管理・洪水対策機関

河川管理・洪水対策の機関は、現状で FURB（ブルメナウ地方大学）が研究の一環として洪水の警報を出している。今後、防災局が中心となり、治水ダムの管理運用を行う方針である。この際、洪水警報は Ciram が提供する。また、ダム管理を含む洪水対策については州施設管理局 DEINFRA が現在、ダムや河川改修、橋梁改修など防災に関連する事業を防災局が担当している。

洪水予測については、洪水時の上流と下流の水位の関係から判断しており、降雨量予測からの洪水予測は実施していない。ダム操作はダム管理人の経験と勘により放流量を操作しており、洪水が非常用洪水吐を越流するケースが頻発しており、下流にダム操作による被害をもたらしている可能性がある。ダム管理人は各ダムに常駐して管理している。

ダム水位計及び水位モニターカメラが州の DEINFRA と ANA により設置されており、それぞれ衛星により本部に伝送されモニタリングできる状態となっている。

サンタカタリーナでは、ダム管理、河川管理について総合モニタリングセンターを防災局に設立するよう計画がなされ、洪水予警報と防災対策を一元管理できるように準備が進んでいる。洪水予測、統合コントロール、統合管理のシステム日本の経験と技術を提案してもらいたいとの意見があった。

州のスローガンは、「市民を守る」（生活保護と生命の維持）であり、市民を守る政策を重視して打ち出し、州知事の意向を踏まえて、具体的な行動を展開させる予定である。そのためにも JICA の協力は不可欠であると考えている。

現況のイタジャイ川の洪水対策事業の状況は以下のとおりである。

- 洪水が頻発するイタジャイ川流域については、JICA 調査により治水マスタープランが策定されている。（イタジャイ川流域防災対策事業準備調査（その 2）（2010/03～2011/09））
- イタジャイ川の治水計画では、8 箇所のダム配置計画について検討している。そのうち 5 箇所が新規で 3 箇所は既存ダム嵩上げである。
- 既存ダム 3 箇所の嵩上げ工事発注の準備（設計、環境調査等を実施）が整った。残りの 5 ダムについても設計、環境調査等を今年度中に実施する計画としている。
- イタジャイ川にある 3 つのダムは、全て洪水だけを対象とした流水型ダムであり、流水の貯留を行っていない。常用放流設備はゲート付きであり、常時はゲートを開放しているが洪水時は、下流の基準点の河川水位が警戒水位に達した時はゲートを順次閉じる操作が行われている。
- そのため、異常洪水時には非常用洪水吐を越流する事態がたびたび発生している。非常用洪水吐きを洪水が越流したときは、ダム直下流では水位の急激な上昇が発生し、下流河道の氾濫を引き起こしている。ダム放流警報設備も配置されていない。
- イタジャイ川流域の 3 か所の既存ダムの放流量の操作については基本的には DeInfra 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。

FURB（ブルメナウ地方大学）は、研究対象として洪水関連の研究を行うとともに、ブルメナウ市における洪水警報の発警を自主的に行っている。気象学 1 名、林学 1 名、システム 1

名、教授 1 名の体制で運営を行っている。他に、気象担当の 1 名が現在サンパウロ大学の大学院に在学中。

防災情報の収集・分析・伝達などの体制は以下のとおりである。

- JICA、サンタカタリーナ州持続的経済開発局(SDS)から提供された資金等を使い 16 基の水位計と降雨計 (DCP) を GSM/GPRS(携帯電話網)を使った観測を行っている。また、ブルメナウ市周辺に設置された ANA の観測データについても参照している。
- 洪水水位の予測は、上流流域で観測されたデータを元に予測を行っている。
- 予測結果は市防災局へ電話（市長又は防災局局长）、一般市民へは、Web Site など伝達している。

ブルメナウ市全域をカバーする洪水浸水域地図を作成しており、洪水情報を提供した際は、延 100 万アクセスを記録し、多くの市民がこのデータを参照している。研究、ボランティアベースで行っている為、24 時間体制での監視が行えていない。また、継続的な資金提供が行われていない為、次年度の観測体制やデータ整理を行う為のシステム開発などが滞っている。

6) 土砂災害観測・対策機関

UFSC（サンタカタリーナ連邦大学）Department of Geo-science（地理科学学科）には、現在教授を含め 8 名の研究者が自然災害に関する調査研究を行っている。主に地滑りを対象としたリスクマップの作成や、州防災局への助言を行っている。Santa Catarina 州内の Luis Alves、Gaspar 及び Ilhota の 3 市において、小スケール（1/50,000）のリスクマップ・感受性マップを作成済みで、現在 1/2,000 スケールの詳細なマップを新たに作成中である。感受性マップは、災害履歴、地質、地形、社会環境（家屋分布）、気象情報等に関する情報を利用して作成している。

CIRAM の WEB サイトからは天気予報のほか、雨量情報（時間雨量、累積雨量）、水位情報、雷情報等が提供されている。雨量は ANA のサイトからは水位情報等を把握することが可能である。住民へは、Twitter 等を用いて、注意報が提供されている。所内の気象学者等の意見を基に判断している。

サンタカタリーナ州では、洪水が多発するが、同時に土砂災害も発生している。2012 年 6 月に河川近傍で崖崩れが発生し、河川を閉塞して小規模な天然ダムが形成された。被害は 2 軒のみのため、費用対効果の観点から対策施設は実施していない。携帯及び SMS および必

要に応じ防災局職員が直接現地に行き、避難勧告を実施している。住民も危険なことは了解しており、避難行動には協力的である。

土砂災害についても Ciram が提供する気象予測にもとづき、防災局が対応する。主な対策は以下のとおりである。

- 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出来るよう準備している。
- 州内の 47 市町村を選定し、リスクマップを作成する予定である。
- 州政府は、対策優先度を決める基準を作ろうとしている。雨が多いところ、かけ崩れの危険度が高いところ等を調査し、対策工を実施することを考えている。対策工の優先度を評価する研究を進めており、今年から資金を投入する予定である。

州としての、防災対策予算は、下記のとおりである。

- 全体で、6 億リアル程度（300 億円）内訳は、連邦 2.4 億リアル、州 3.6 億リアル

7) 気象観測分野

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している ANA の援助を受けて集中モニタリングルームを設置予定。気象観測は、主に頭部を 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。観測システムは以下のとおりである。

- レーダーは S-バンド 1 基。他州管轄でサンタカタリーナ州をカバーしているレーダーのデータも適宜取り込んでいる。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。
- CIRAM で管轄する設置済みの観測機器は、雨量計、水位計合わせて州内で 156 基（自動、手動の総計）である。現在 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。
- 州内の特徴として、海岸部は洪水、西部は干ばつの被害が出る傾向にある。西部の方が観測機器が少ないため、今後充実させたい。

- 計画 123 基、その他必要と考えている 45 基、計 324 基が最終的に理想とする観測機器数である。これを全て整備するのは EPAGRI 単独では厳しいので、支援を受けて整備を行っていききたい。
- 自動観測ステーションは、携帯電波網（GPRS）を用いてデータ送信を行っている。重要な観測ステーションは伝達手段の二重化（GPRS＋衛星電波）を図りたいと考えている。
- ANA 管轄の観測ステーションがイタジャイ川沿いに設置されている。自動観測ステーションは、3 基が衛星電波を活用してデータ送信を行っている。（10 基が現在準備中）その他約 98 基の手動観測局が配置されている。
- ANA のみならず、SDS、INMET、MDA（連邦農業機関）、その他（例：大学の助成研究終了に伴い、使用済みとなったものなど）等が管理していた計測機器を引き取りリサイクルして活用している。

（気象観測モデル）

- WRF を用いている。現在メッシュは 15km 四方だが、3km への高精細化を図りたいと考えている。観測データはデータベースに蓄積している。地形データも SDS、IBGE、SRTM のデータをデータベース化している。
- 観測網は連邦や州の関係機関から情報を入手している。現在はまだであるが、最終的にはこれらの情報を統合することがのぞましい。そのためにも、情報の内容とフォーマット、メンテナンス、情報チャンネルの多重化について留意することが重要であると認識している。

(13) ペルナンブーコ州政府

1) 概況

ペルナンブーコ州 (Estado de Pernambuco) は、ブラジル北東部の州であり、面積 98,311.616km²、自治体数 185、人口 8,420,564 人（2005 年）を擁する。州都レシフェ都市圏は人口約 350 万人を擁し、ブラジルでは 5 番目、世界でも有数の人口密集地帯となっている。

州域は亜熱帯気候区に属しており、州東部の沿岸地域はゾーナ・ダ・マッタ（森林地帯）と呼ばれ、降雨も多く、農業に適した肥沃な土壌が広がっている。州西部の内陸部はセルトンと呼ばれ荒涼とした乾燥地帯が広がる。それらの中間域はアグレスチと呼ばれている。内陸部のセルトン地域は沿岸部に沿った山脈に雨雲を遮られ、年間降水量は場所によっては 300mm 未満の所もあり、1877 年-1878 年の大旱魃では 2 年間雨が降らなかった。近年サンフランシスコ川の開発により、ペトロリーナ周辺などで灌漑農業、工業化が可能となった。

2011 年洪水災害は、6 月 17・18 日に 24 時間雨量で 180mm もの集中豪雨が発生し、甚大な洪水被害が発生した。都市部ではダムが 2 億 4000 万 m³ を貯水したため大きな洪水被害は免れたが、南部地方はダムがなく大規模な洪水が発生した。事前に大雨が予想されていたため、州知事が市町村長へ直接連絡し、対策会議の実施を呼びかけた。結果的に南部を中心として 11 市町村で非常事態宣言、30 市町村で緊急事態宣言を発令する事態となった。この際、避難を呼びかけたにもかかわらず避難せず、取り残された住民も多かった。その多くは、ヘリコプター等で救助されることとなった。

この洪水で住宅地でも多くの被害が発生し、住宅が流失したり破壊されたりした。そのため、河道周辺の住宅の移転等を行うとともに、住宅撤去後の流路拡大等を行った。住宅の移転は、本来は市の管轄であるが能力不足により州がその多くに対応した。

被災時州政府は、ヘリコプター、重機、消防団、防災局に総動員をかけて対応に当たった。州政庁に対策本部を設置し、州の各部局を 1 つの部屋に集め、州側の迅速な対応ができるようにするとともに、市町村 22 箇所に出先機関を設け、州と市町村の連絡体制を密にできるようにした。その結果、被害状況・必要物資の種類・量・場所を把握できるようになった。

対応にあたっては、期限・順序を整理して迅速対応できるようにした。孤立した集落・市町村も発生したが、10 日後の 6/26 には役場まではすべて交通網が確保できた。洪水直後、

災害ゴミが大量に発生し、市町村内の清掃が必要となったが2ヶ月後程度までは清掃が概ね終了した。なお、ゴミの撤去にあたる重機が不足気味で利用のマネジメントに苦慮した。

被災した16市町村では、完全・部分的な停電が発生した。しかし、発生後1週間で94%が復旧した。上水システムも州内で44システムが被災したため、給水車などで対応した。救援物資の対応は防災局が実施した。

避難した際、身分証明書を失った人が大量に発生した。これらの人々のために、再発行業務も行う必要があった。避難所への避難住民も大量に発生した。復興住宅も随時建設したが不足し、賃貸住宅への引っ越し（家賃を補助）も適宜実施し、住宅需要に対応した。避難所では、衛生問題の発生が懸念されたため、避難場所には医者等を派遣した。幸いに伝染病等は発生しなかった。

災害後、復旧・復興のために多くのボランティアが集まったが、災害現場での経験に乏しいため、事前に訓練を実施した上でボランティア作業にあたってもらった。このほか、ペルナンブーコ州は、被災地域の復興のため、経済対策として以下の対策を行った。

- 貧困民への経済的支援
- ボーナス支給の早期実施（通常は年末）
- 水料金の一部無料化

ペルナンブーコ州防災局は、安全を確保した上で、迅速な復興体制を構築する必要があった。これまでの経験を踏まえ、今後同様の災害が発生しても迅速な対応ができるようなマニュアルの作成を行った。

このほか、橋梁、道路、擁壁等の復旧・新設の計画・施工を実施した。道路の復旧には時間を要したため、2011年にはNEXCOの技術者を招聘しセミナーを実施し、対応について学んだ。現行基準を満たしていない橋梁は新たな基準を満たすものを施工した。

学校も被災したほか、避難所として利用されている場合が多かった。しかし、2ヶ月後にすべての学校で授業を開始できるようにした。

病院についても多くが被災したが、問題点を抽出し迅速に対応できるようにした。住宅は、計10260戸を再建した。Agua pretaでは新たに安全な地区で宅地造成し、インフラを整備の上、住宅を建設した。移転対象住宅は、河川のすぐ近傍の住宅が多いが、移転が進んでいない場合が多い。

総コストは当初計上した12億レアルをはるかに上回った。

2) 州防災局

ペルナンブコ州における防災体制は、防災局（CODECIPE）とペルナンブコ水資源・気象庁（APAC）が担当している。185 市町村に防災局が設置されているが、人数はまちまちである。防災局が対応するのは 1)非常時の緊急対応 2)復旧（道路復旧工事など）。復旧対応の土木技術者が少ないため、現在人員増強中。

2011 年 6 月 17 日の自然災害時の防災局の活動を占めす。防災局の活動プロトコルはある程度確立されているが、災害時の情報入手、迅速な活動について更なる改善要望がある。

3) 気象水文モニタリング機関

ペルナンブコ州の気象水文モニタリング機関は SRHE（州水資源エネルギー庁）傘下の APAC(ペルナンブコ州水管理庁)である。APAC は、連邦法令第 14.028 により 2010 年 3 月 26 日に設立された。APAC のミッションは以下の 3 つである。

- 1) 州内の水資源に関する政策の実行、水利用の規制
- 2) 州内の気象水文観測・天候予測
- 3) 州内の気候変動に伴う影響に対する防止・減災・適応策の実施

連邦政府内で上記ミッションを実施する機関は、1)は ANA、2)は INPE/CPTEC、3)は CEMADEN である。これら機関とは情報共有・協力を緊密に実施している。例えば、ANA は気象水文観測日報・月報を提出している。INPE/CPTEC とは毎日 TV 会議を実施している。管理単位は、市町村単位ではなく流域単位としているのが特徴である。

APAC - ORGANOGRAMA

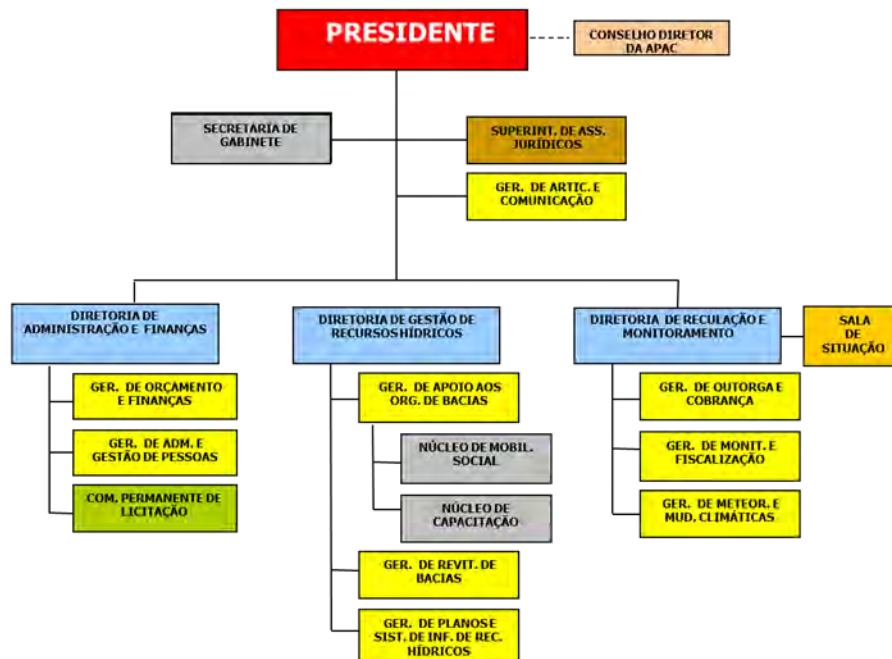


図 2-44 APAC 組織図

APAC は総務・経理部、水資源管理部、データ収集・モニタリング部の 3 部所で構成されている。具体的な業務としては以下の通り多岐にわたる。

- 水の多目的使用計画
- 流域間の水の移動の管理、計画（干ばつ対策）
- 天気予報の提供、注意報の提供
- 天候・水位モニタリングおよびモニタリングシステムの維持管理（※水質調査は CPRH（州環境局）が実施）
- 研究開発（大学との連携、研究助成）
- 水資源管理モデル・システムの定着
- 水資源レポートの作成
- 洪水ハザードマップ作成
- 災害防止・減災・適応策の検討（州防災局との協働）

APAC は ANA の予算で構築された。ペルナンブーコ州の観測データや衛星データは APAC に集約されている。ブラジルは独自の気象衛星を保有していないため、気象衛星 GOES(USA)

や METEOSAT (European) から、1 時間毎に気象情報を収集している。APAC の Web サイトから天気予報、観測所位置、モニタリングデータ等が閲覧可能である。

4) 情報システムインフラ

情報システムインフラは、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。州から市町村の防災局（CODECIPE）への連絡は電話や SMS による。住民への連絡は市町村により異なる。災害対策本部設置時のデータの集約・統合についてはシステム導入はしておらず、表形式で整理して利用している。電話等で必要物資、災害状況のデータを収集し、データ入力係が表に入力し表データを更新、そのデータを共有した。

州の災害対応は、基本的には市町村が州に申請を出した上で州が対応する。市町村に防災担当者がいない場合は連邦や州が、市に代わって防災申請や対応を行う場合がある。

市と CENAD とのデータの統合については、非常に重要であると考えるが、市にその能力がない、またはその能力が失われた場合には州が対応する必要がある。また、甚大な被害の場合は連邦の協力をあおぐ必要がある。その際には、データの情報が統合・共有されるべきである。

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。入力担当職員がフォームへ入力・集約・共有を行っている。

5) 河川管理、洪水対策機関

洪水対策は APAC が担当している。河川管理やダム運用は、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。

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。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。

ペルナブコ州では 41 市町村が洪水に脆弱である。西側 132 市町村は干ばつに脆弱である。

2010 年 6 月 17 日から 18 日にかけて集中豪雨がレシエフの首都圏を襲った。180mm/h で月の雨量の 74% である。1975 年以來の洪水であった。大都市圏ではダムの建設が進んでいたため、災害を抑えることができた。ダムにより 2 億 4000 万 m³ の洪水を貯留することができ、洪水を防止できたが、南の方ではダムが無いので被害が大きくなった。30 市町村が大

災害を受けた。洪水後、危険地域の住居を強制的に収用する法律的手続きが始まった。河川改修により川幅を広げ、まっすぐにするため、113 の商店すべてを撤去した。

洪水解析には衛星画像を利用している。どれだけの雨が降ると、どれだけの水位となり、どこが氾濫するかモデルを使ったシミュレーションを繰り返した。そのため、2011 年降雨にはうまく対応することができた。APAC で気象観測モニタリングして、防災局にすぐに連絡が取れるようにしている。洪水氾濫のモデル化により浸水地域のシミュレーションを実施し、リスクマップを作成している。洪水対策はダム管理に加え、河川改修等も考えている。

サンフランシスコ川からの水供給管理は州の水資源局により管理が行われている。

今後の治水対策として河川改修に加えダム管理も考えている。水資源管理総局がダム統合運用を行っているが、ダムの管理、貯水池運用については最終的な意志決定は委員会（COMPESA）が実施している。委員会には運輸局、APAC、都市局等が参加しており、合議制で運営されている。ゲート開放自体はダムの管理人が行う。

今後、7つのダムを建設する予定である。1か所のダムすでに建設中。カルピーニャのダムについてはダム形式として常時はダム湖に水を貯留せず洪水時のみに一時貯留する流水型ダムを建設しているが、水不足を軽減するためには利水を入れた多目的ダムも検討する必要がある。

6) 土砂災害観測・対策機関

ペルナブコ州には高い山が無いが、ペルナブコ州を横断するように活断層が走っている。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。土砂災害の対策は、CEMADEN が実施している。CEMADEN の優先対象 286 市のうち、16 市は PE 州内に分布している。

7) 気象観測機関

州内には現在、気象レーダーが設置されていない。WorldBank の資金による C-バンド気象レーダーの調達は、現在 WorldBank と交渉中である。気象観測の現況は、以下のとおりである。

- APAC(州水気象局)は、ペルナンブーコ州において 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。
- APAC の Web サイトから天気予報、観測所位置、モニタリングデータ等が閲覧可能である。
- 水文観測は、29 カ所の河川専用の自動観測所、40 カ所の貯水池専用の自動観測所、及び 45 カ所の手動観測所により実施されている。
- 気象観測は、148 カ所の手動雨量計と 48 箇所の自動雨量計（そのうち 10 箇所が設置中）により実施されている。
- 手動雨量計は 1 日 1 回測定。自動雨量計及び水位計からは 15 分毎に計測し、1 時間ごとに計測データを携帯電波網（GPRS）経由で APAC に送信している。
- ブラジルは独自の気象衛星を保有していないため、気象衛星 GOES(USA)や METEOSAT (European) から、1 時間毎に気象情報を収集している。

8) 水管理・干ばつ対策機関

西部が少雨(平年 600-800mm/year)、海岸部が多雨（平年 1000-1500mm/year）地域である。2012 年は記録的少雨の年で、平年の四分の一程度の降雨しかなかった。現在は 60 年に 1 度の深刻な干ばつ状態である。185 市町村中、134 市町村が干ばつによる緊急事態を経験している。近傍州と比較した場合、降水量、地下水賦存量とも最低レベルである。地下水が採取できる地区は一部の範囲に限られている。

レシエフ市内に井戸数の 40%に相当する約 100 基井戸に対して、メータを設置することにより取水量をモニタリングしている。水質（地下水、地表水）調査は州内の他機関に代行している。

ペルナンブーコ州には地下水が少ないがレシエフには大きな深井戸があり、水利権を与えている。今まで市内で使用されている 636 の井戸にメータを取り付け、320 井が稼働中である。そのうち 40%の井戸が許可量より多く取水しており、10 年間で 8m 地下水位が低下している。レシエフ市内で、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。

APAC が州内の旱魃対応・水資源管理を担当している。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。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溜池の設置等を実施している。

道路脇に給水管を設置し、奥地の集落にも供給している。サンフランシスコ川より多くを給水している。サンフランシスコ川と他河川を運河で結ぶ計画もある。なお、給水管からの盗水、水漏れなどが発生している。州の水資源局により管理が行われている。

西部に 2000 の井戸がある。塩水化等のため、浄水機の設置が必要な井戸もある。1070 の井戸を新設中。そのほかの対策を以下の通り。

- ため池の設置。
- 水槽の無料配布（給水車の水の貯留など）蒸発防止のため、地下に埋設する水槽の設置も進んでいる。
- 濾過装置の無料配布
- 飼料の配付（州防災局が実行対応）

9) その他

IDB や WB との協力関係を構築してきた。国際協力は準備期間に多くの時間と労力を要すると考えている。今後 JICA との協力関係の構築も望んでいる。独自の充実した観測システムを持つリオ、サンパウロ州等と比較して、ペルナンブコ州は、連邦の関連機関との協働体制を重視し、それらの機関の観測態勢の充実をより期待していると感じられた。

2.3.4 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」国における期待される対応策及びそれらに対応する技術または施策等について、表 2-17、表 2-18 に示す。

表 2-17 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	・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ている。	・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)	・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望まれている。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。	・気象観測機器の充実
CENAD	・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。	・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	今後改善すべき事項として、以下を考えている。 ・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	・X-バンドレーダー ・気象観測機器の充実
CEMADEN	・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。	・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

表 2-18 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)	・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かと思います。	・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)	・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。	・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)	・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。	・X-バンドレーダー
サンパウロ州 (DAEE)	・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。	・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)	・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合がある。携帯電話がつか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。	・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)	・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	・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）

	を導入する必要がある。 ・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。	
ペルナンブーコ州（防災局）	・「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。	・総合水資源管理システム
ミナスジェライス州（防災局）	・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。	・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
ミナスジェライス州 （ベロオリゾンテ市）	・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。	・X-バンドレーダー
ミナスジェライス州 （カエテ市）	・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。）	・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