

インド国
防災に関する情報収集・確認調査

ファイナル・レポート
(要約)
(詳細版)

平成 27 年 10 月
(2015 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

イド事
CR(5)
15-012

インド国
防災に関する情報収集・確認調査

ファイナル・レポート
(要約)
(詳細版)

平成 27 年 10 月
(2015 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

本報告書では、以下に示す 2015 年 9 月時点の交換レートを使用した。

外貨交換レート

USD 1.00 = JPY 121.81 (2015 年 9 月)

INR 1.00 = JPY 1.844 (2015 年 9 月)

インド国防災に関する情報収集・確認調査

ファイナル・レポート

（要約）

（詳細版）

目次

目次

表番号

図番号

略語表

第 1 章	調査の背景と目的	1
1.1	背景	1
1.1.1	世界の防災に関する潮流	1
1.1.2	インドにおける防災政策	1
1.1.3	インドにおける我が国の協力方針（防災分野）	1
1.2	業務の目的	1
1.3	対象地域	2
第 2 章	開発計画における防災の位置付け	2
第 3 章	インドにおける防災の取り組み	3
3.1	災害管理法（Disaster Management Act, 2005）	3
3.2	国家防災政策（National Policy on Disaster Management）	4
3.3	国家防災計画（National Disaster Management Plan）	5
3.4	防災に関する組織制度枠組み	6
3.4.1	防災に関する組織的枠組み	6
3.4.2	防災に関するガイドライン及び標準手順書	7
3.4.3	緊急管理センター	7
3.4.4	災害種ごとの関連省庁	8
3.4.5	災害管理法の見直し	9
3.5	防災への他ドナーの支援	9
第 4 章	自然災害対策の現状と課題	10
4.1	概要	10
4.2	洪水対策に関する現況と課題	13
4.3	土砂災害対策に関する現況と課題	16
4.4	サイクロン対策に関する現況と課題	21
第 5 章	災害予警報システムの現状と課題	26
5.1	実施体制と現況	26
5.2	アンダマン・ニコバル諸島の事例	26

第 6 章	災害リスクファイナンス	28
第 7 章	重点調査地域	28
7.1	重点調査地域の選定	28
7.2	ウッタラカンド州	29
7.3	ビハール州	33
7.4	アンドラ・プラデシュ州	37
第 8 章	抽出された課題に対する日本の技術の適用可能性	42
8.1	防災に関する日本の経験と技術	42
8.2	抽出された課題に対する日本の技術の適用可能性	43
8.3	結論	49
8.4	協力の方向性	51

本詳細版は、JICA による具体的な取り組み方向性について一定の合意に達するまでの間、非公開とする。

表 番 号

表 3.1	各行政レベルでの防災に関する体制	4
表 3.2	災害種別の担当省庁	8
表 3.3	中央政府における災害種別の早期警報担当組織	8
表 4.1	過去 15 年間の災害種別被害者数および被害額の傾向	13
表 4.2	洪水対策に関する課題と対策	15
表 4.3	土砂対策に関する課題と対策	18
表 4.4	サイクロン対策に関する課題と対策	23
表 5.1	災害予警報システムに関する課題と対策	27
表 7.1	主要な災害種での死者数上位 5 位の州（1995 年～2014 年）	29
表 7.2	ウッタラカンド州における課題と対策	31
表 7.3	ビハール州における課題と対策	35
表 7.4	アンドラ・プラデシュ州における課題と対策	39

図 番 号

図 1.1	調査対象地域位置	2
図 2.1	第 12 次 5 カ年計画（2012-2017）の概要	3
図 3.1	国家災害管理政策の概要	5
図 3.2	インド国防災に関する組織体制	6
図 4.1	インドにおける近年（1995 年～2014 年）の災害発生状況	11
図 4.2	各州の主な自然災害発生回数（1995 年～2014 年）	12

略 語 表

APSDPS	Andhra Pradesh State Development Planning Society	アンドラ・プラデシュ州開発計画局
BIS	Bureau of Indian Standards	インド標準化機関
BMTPC	Building Materials and Technology Promotion Council	建設資材技術推進委員会
BRO	Border Roads Organisation	国境道路機構
CPIS	Coconut Palm Insurance Scheme	ココナッツ保険
CWC	Central Water Commission	中央水資源委員会
DDMA	District Disaster Management Authority	県災害管理委員会
DEOC	District Emergency Operation Centre	県緊急管理センター
DMD	Disaster Management Department	防災局
DMMC	Disaster Mitigation and Management Centre	防災管理センター
EOC	Emergency Operation Centre	緊急管理センター
ESSO	Earth Science System Organisation	地球科学システム機関
FPZ	Flood Plain Zoning	氾濫原ゾーニング
GSI	Geological Survey of India	インド地質調査所
HFA	Hyogo Framework for Action	兵庫行動枠組
HFL	High Flood Level	高水位
IDRN	India Disaster Resource Network	インド災害資源ネットワーク
IMD	Indian Meteorological Department	インド気象局
INCOIS	Indian National Centre for Ocean Information Services	インド国立海洋情報センター
LiDAR	Light Detection and Ranging	レーザー画像検出と測距
MHA	Ministry of Home Affairs	内務省
MNAIS	Modified National Agricultural Insurance Scheme	修正国家農業保険
MOES	Ministry of Earth Sciences, MOES	地球科学省
MORTH	Ministry of Road Transport and Highways	道路交通省
MOWR	Ministry of Water Resource	水資源省
NCIP	National Crop Insurance Programme	国家作物保険プログラム
NCCM	National Crisis Management Committee	国家危機管理委員会
NCS	National Centre for Seismology	国家地震センター
NDMA	National Disaster Management Authority	国家防災委員会
NDMF	National Disaster Mitigation Fund	国家災害軽減基金
NDMP	National Disaster Management Plan	国家防災計画
NDRF	National Disaster Response Fund	国家災害対応基金
NEC	National Executive Committee	国家実施委員会
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NIDM	National Institute of Disaster Management	国家防災協会
NPDM	National Policy on Disaster Management	国家防災政策
NRSC	National Remote Sensing Centre	リモートセンシングセンター
PWD	Public Works Department	公共事業局
RBM	River Basin Management	河川流域管理
SCMC	State Crisis Management Committee	州危機管理委員会
SDMA	State Disaster Management Authority	州災害管理委員会
SDMF	State Disaster Mitigation Fund	州災害軽減基金
SDRF	State Disaster Response Fund	州災害対応基金
SEC	State Executive Committee	州実施委員会
SOP	Standard Operation Procedure	標準手順書
WBCIS	Weather Based Crop Insurance Scheme	農業天候保険
WRD	Water Resources Department	水資源局

第 1 章 調査の背景と目的

1.1 背景

1.1.1 世界の防災に関する潮流

防災分野の世界的な指針として 2005 年に策定された兵庫行動枠組 (Hyogo Framework for Action, HFA) では、2015 年度を目標年次として、世界が減災に向けた 5 つの優先行動に取り組んで行くことが合意された。この兵庫行動枠組における教訓、確認されたギャップ及び今後の課題をもとに、2015 年 3 月に仙台で開催された第 3 回国連防災世界会議において、2030 年を目標年次とした仙台防災枠組 2015-2030 が採択された。

1.1.2 インドにおける防災政策

「第 12 次 5 カ年計画」において防災に関する事項は主に「水」、「科学技術」、「ガバナンス」の各章で記載がなされているが、特にガバナンスにおいて、「防災への投資による災害の防止、軽減は被災後の救援や復興に対する支出において、経済的また社会的に有利である」と明示した上で、災害防止、軽減を重視した政策への転換の方針を示している。また、国家災害管理委員会 (National Disaster Management Authority, NDMA) (2005 年に成立した自然災害管理法に基づき、防災能力向上のために設立された) による災害に脆弱なエリアにおける予警報システムの構築、防災の主流化、国家・州・地域レベルの防災意識の向上に向けた取り組みが謳われている。

1.1.3 インドにおける我が国の協力量針（防災分野）

かかる状況の中、我が国の国別援助方針に記載された重点目標の 1 つである「貧困・環境問題の改善」における「防災の視点を踏まえた取組」の一環として、「我が国の治水・治水や災害時の情報伝達体制の整備などの経験を取り入れた防災支援が重要」とあり、国際的な防災を取り巻く潮流、インド国（以下、「インド」と称する）の開発と防災への取り組みを踏まえ、インドにおいて自然災害による経済ロスを最小化し、持続可能な開発を実現するため、災害被害の防止・軽減に向けた支援・協力が強く求められている。

1.2 業務の目的

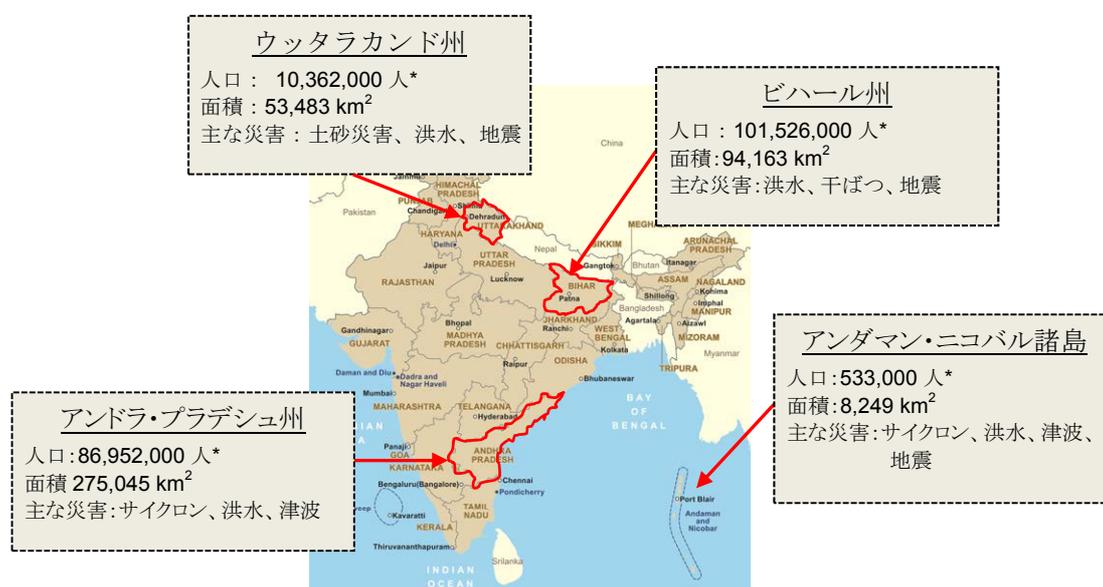
本業務は、インドにおける防災の状況を幅広く収集し、インドの置かれた現状、課題及び協力ニーズを十分に勘案した上で、リスクコントロール及びリスクファイナンスに係る政策、制度、体制面の課題に重点を置いて、今後のインドの防災政策における協力の方向性を検討する事を目的とする。

1.3 対象地域

調査対象地域は、防災分野の現状、課題および協力ニーズについて、中央省庁を対象としてインド全域に関する情報を収集・調査し、さらに、ビハール州、ウッタラカンド州およびアンドラ・プラデシュ州を重点地域とし、詳細な情報を収集・調査する（図 1.1 参照）。

なお、アンドラ・プラデシュ州については、2014年に州都ハイデラバードを含むテランガナ地域が独立してテランガナ州となった。そのため、統計資料や組織制度の状況調査においては十分に注意する必要がある。アンドラ・プラデシュ州の州都は、現在のところテランガナ州の州都と同じくハイデラバードであるが、2024年を目標に新首都の開発が進められている。

また、予警報システムに関しては、アンダマン・ニコバル諸島を事例に情報収集を行う。



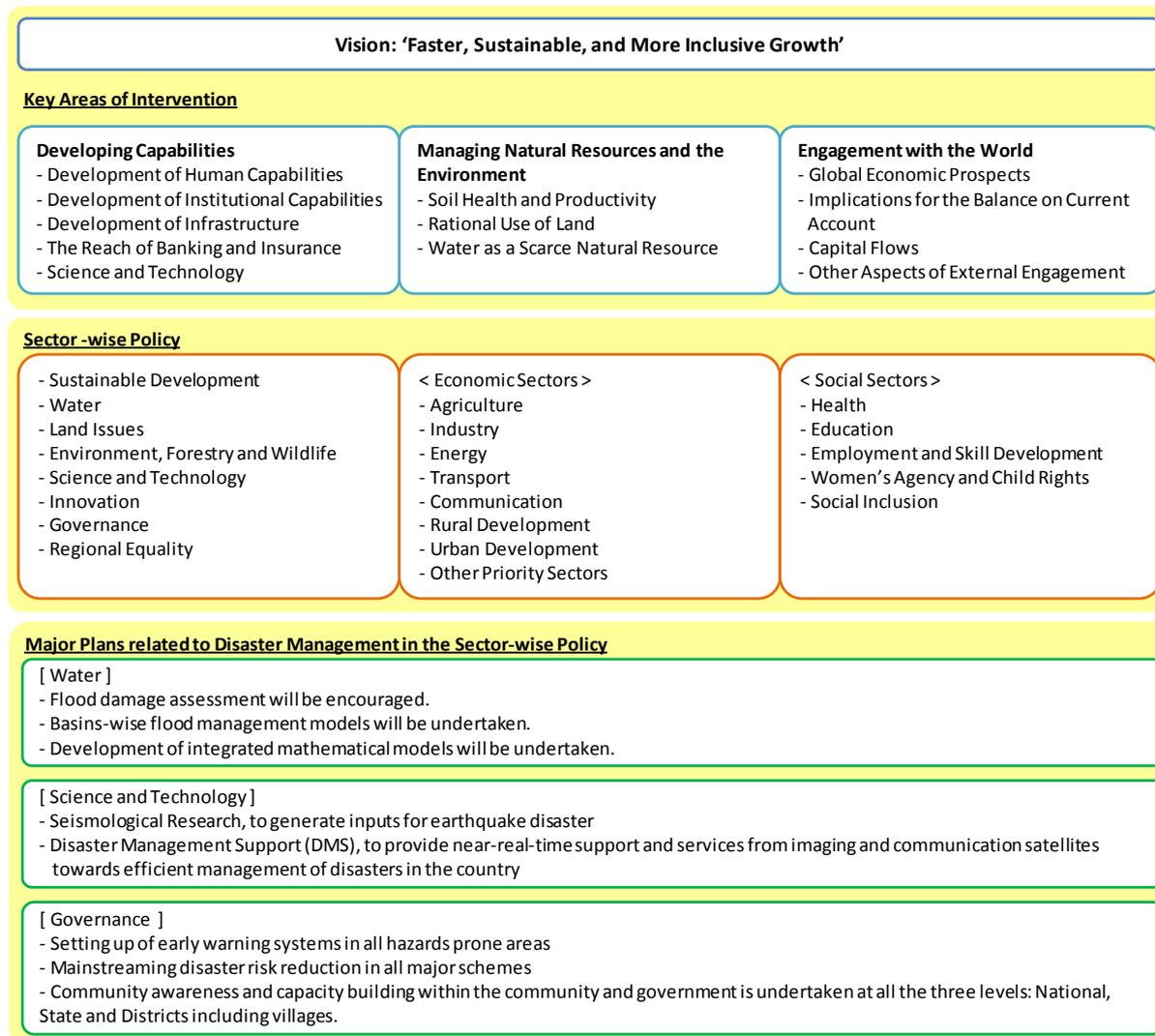
注：人口は2011年センサスに基づく中央統計局による2014年時点の推計値。

出典：2015年統計年鑑をもとに調査団作成

図 1.1 調査対象地域位置

第 2 章 開発計画における防災の位置付け

第 12 次 5 年計画は、インドの中期国家開発計画であり、「Faster, More Inclusive and Sustainable Growth」というビジョンを掲げている。主要分野として、1) 人材育成、2) 天然資源・自然環境の管理、3) 国際社会への関与とし、資金計画とセクター横断的計画とで構成される。防災に関する主な計画として、洪水被害アセスメント、流域単位の治水モデルと水分野での統合的な数値モデルの開発、地震研究と科学技術分野における災害管理支援の実施、災害予警報システムの構築、全セクターでの防災の主流化のためのキャパシティー・ビルディングの実施が含まれている（図 2.1 参照）。



出典：第 12 次 5 カ年計画より調査団作成

図 2.1 第 12 次 5 カ年計画（2012-2017）の概要

第 3 章 インドにおける防災の取り組み

3.1 災害管理法（Disaster Management Act, 2005）

2005 年以前は、ウッタラカンド州を含む少数の州で、独自の災害管理法令を整備していた。しかし、2005 年 12 月 23 日に、災害管理のための包括的法令として国家レベルの災害管理法が策定され、インドにおいて防災への総合的・統一的な取り組みが始まった。これにより、緊急対応が主流だったインドの防災政策が、災害防止や軽減など事前の対策を中心とする防災政策に転換される契機となった。同法令では、中央・州・県の各行政レベルで組織体制を整備することが謳われている。各行政レベルでの組織体制を表 3.1 に示す。

表 3.1 各行政レベルでの防災に関する体制

No.	Administration Level	Institutional Setup
1	National	- Establishment of the following: National Disaster Management Authority (NDMA) National Executive Committee (NEC) National Institute of Disaster Management (NIDM) National Disaster Response Force (NDRF) - Preparation of a national disaster management plan (NDMP) - Preparation of a national plan for the disaster management by every ministry or department of the GOI
2	State	- Constitution of state disaster management authority (SDMA) - Establishment of state executive committee (SEC) - Preparation of a state disaster management plan (SDMP)
3	District	- Constitution of district disaster management authority (DDMA) - Preparation of a district disaster management plan (DDMP)

出典：災害管理法

3.2 国家防災政策（National Policy on Disaster Management）

国家防災政策（National Policy on Disaster Management, NPDM）は、NDMA が作成し、2009 年 10 月 22 日に国会承認を得て発行された。NPDM の発行は防災分野での政策転換を実現するための取り組みの一つである。

NPDM は 10 の分野から構成されており、1) 組織・法制度整備、2) 財政、3) 災害予防・軽減・準備、4) 技術的法制度の整備、5) 緊急対応、6) 復旧、7) 復興、8) キャパシティー・ディベロップメント、9) ナレッジ・マネージメント、10) 研究開発、となっている。これら構成要素は戦略的取り組みや関係者の役割、各関係機関の取るべき活動を示している。しかし、同政策にはそうした活動に必要な費用に関する情報や実施計画が示されていない。

Institutional and Legal Arrangements	<ul style="list-style-type: none"> - Setting Institutional framework of disaster management by NDMA, SDMA and DDMA - Coordinating the existing crisis management systems, etc.
Financial Arrangements	<ul style="list-style-type: none"> - Arranging budgetary allocation to mainstream prevention and mitigation measures into the developmental plans - Establishing a foundation for disaster mitigation/prevention
Disaster Prevention, Mitigation and Preparedness	<ul style="list-style-type: none"> - Carrying out risk assessment and hazard/vulnerability mapping - Promoting climate change adaptation, Setting up forecasting and warning systems - Enhancing the function of emergency operation centre, etc.
Techno-Legal Regime	<ul style="list-style-type: none"> - Revising municipal regulations, land use planning, safe construction practices - Building compliance regime and enforcement systems
Response	<ul style="list-style-type: none"> - Clarifying roles and tasks of related organisations - Preparing standard operation procedures (SOP), etc.
Relief and Rehabilitation	<ul style="list-style-type: none"> - Setting up temporary relief camps - Managing relief supplies - Reviewing and revising standards of relief, etc.
Reconstruction and Recovery	<ul style="list-style-type: none"> - Promoting owner driven reconstruction - Linking recovery with safe development - Laying emphasis on livelihood restoration, etc.
Capacity Development	<ul style="list-style-type: none"> - Enhancing institutional capacity development, training of communities, professional technical education, disaster management education in schools and training of artisans and other groups
Knowledge Management	<ul style="list-style-type: none"> - Promoting synergetic application of science and technology - Expanding the Indian Disaster Resource Network (IDRN) and knowledge network (IDKN)
Research and Development	<ul style="list-style-type: none"> - Identifying needs and promotion of research and research partners/agencies/groups depending on their knowledge base and expertise

出典：国家災害管理政策より調査団作成

図 3.1 国家災害管理政策の概要

3.3 国家防災計画 (National Disaster Management Plan)

災害管理法に基づき、インド全土を対象とした国家防災計画 (National Disaster Management Plan, NDMP) が策定された。NDMP は 2 部構成となっており、第 1 部には基本的な計画と枠組み、第 2 部は災害の被害軽減、緊急対応及び役割に関する計画である。第 1 部は州政府や防災分野の専門機関と協議の上、国家実施委員会 (National Executive Committee, NEC) が策定し NDMA により承認された。また、第 2 部はインド政府の関連省庁により作成されたものである。NDMP の主な目的は、国内の自然・人為災害に対する災害の予防・準備・被害軽減及び緊急対応に関する対策の概要を示すことである。

かつては、インドにおける防災の主な活動は、緊急対応と復旧であった。しかし、災害管理法の制定後、自然災害のリスクを低減させるため、事前の備えと被害軽減が重要視されるようになった。NDMP にある「被害軽減」の項は、1) 知識及び研究、2) ハザードマッピング及びアセスメント、3) 調整、4) 情報の収集・分析・普及・保存、5) 教育・啓蒙普及・指導、6) 国家・州・県レベルでの被害軽減の促進、7) ガバナンス・役割・権限、の 7 つから構成されている。

「開発計画における防災の主流化」は、インドではまだ新しい概念であるが、NDMP では各省庁の開発計画では減災の要素を組み込むこととしている。

3.4 防災に関する組織制度枠組み

3.4.1 防災に関する組織的枠組み

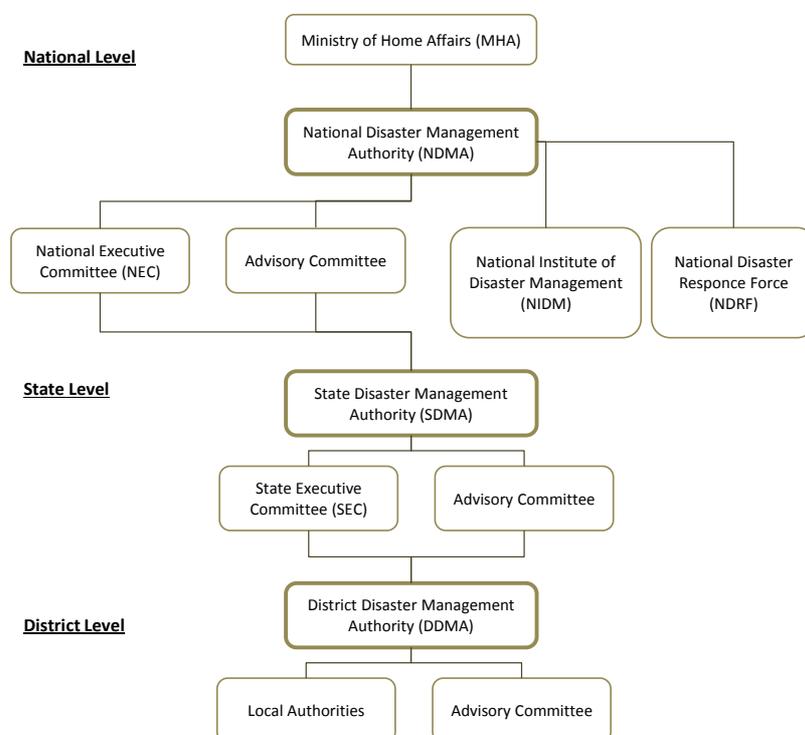
図 3.2 に示すとおり、インドでは災害管理法及び NPDM に基づく組織体制が、3 つの行政レベル（中央、州、県）で構築されている。インドは連邦政府制を導入していることから、各州政府が幅広い権限を有している。

NDMA は防災に関する政策や計画、ガイドラインの作成とそれらの実施のための調整を担っている。中央省庁及び州政府は、それぞれの防災計画を作成することが求められている。

州政府では、州災害管理委員会（State Disaster Management Authority, SDMA）が各州の防災政策や計画の立案を行っており、州防災計画は NDMA が発行するガイドラインに準拠して作成されなければならない。

県レベルでは、県災害管理委員会（District Disaster Management Authority, DDMA）が防災に関する計画立案や調整、実施組織としての役割を担っている。DDMA は NDMA や SDMA が発行するガイドラインに基づき防災のための対策を実施している。

県以下の行政レベルでは、防災関連職員の人材育成や被災地での救援活動・復旧・復興活動の実施、NDMA、SDMA、DDMA のガイドラインに沿った防災計画の作成を行っている。



出典：国家災害管理政策より調査団作成

図 3.2 インド国防災に関する組織体制

国家防災協会（National Institute for Disaster Management, NIDM）は、防災に関する人材育成や研究活動、出版、中央レベルでの情報基盤整備を行っている。

国家災害対応部隊（National Disaster Response Force）は、自然災害と人為災害の両方の災害現場で緊急援助活動を行う。国家災害対応部隊は州政府に常駐し、災害発生時に出動できる体制を取っている。さらに、国家災害対応部隊は関係機関に対して緊急活動のための基礎的訓練を実施している。

3.4.2 防災に関するガイドライン及び標準手順書

NDMA は、中央省庁や州政府、州政府などがそれぞれの防災計画を作成するためのガイドラインを発行している。主な内容は、以下のとおりである。

- 緊急対応システム
- 国家災害管理情報・伝達システム
- 洪水管理
- 都市洪水管理
- 土砂災害及び雪崩災害管理
- サイクロン災害管理
- 地震災害管理
- 津波災害管理
- 建物及び構造の耐震化
- 州災害管理計画の作成
- 県災害管理計画作成のためのモデル枠組み

州災害管理計画作成に係るガイドラインでは、計画の枠組み案を提示している。さらに、県災害管理計画作成のためのモデル案も、同様の構成となっている。NIDM によると、州及び県職員に対する災害管理計画作成のためのトレーニングを実施しているが、計画の実施においては課題があるとしている。

州災害管理計画の大部分は災害時の緊急対応とコミュニケーションの流れを示しており、他の部分は県レベルでの計画に関する一般的な方向性を示す程度であり、州災害管理計画は減災や復興などに必要な事項は含まれていない。したがって、災害の予防や減災、ビルド・バック・ベターの考え方などを含む包括的な計画がない。

さらに、自然災害への対応に関する標準手順書（SOP）は、内務省により作成されている。SOP は、様々な関連省庁や州政府、州政府が、緊急対応時に取るべき行動を規定している。SOP は主に組織体制、災害準備、早期警報、緊急対応・救援などから構成されている。

3.4.3 緊急管理センター

緊急管理センター（Emergency Operation Centre, EOC）は、それぞれ中央・州・県にて設置されており、主に以下の役割を担う。

- 関係機関からの災害警報の受信・発令、所定の組織との連絡
- 緊急活動のモニタリング
- 緊急活動支援を行う省庁・組織との調整
- 災害時の必要資源の調達
- 関係者への情報・指示の伝達
- 被害状況や支援ニーズの把握、分析、伝達
- 被害状況報告書の関係機関への配布

3.4.4 災害種ごとの関連省庁

各災害種への対策及び被害軽減を担当する省庁を表 3.2 に示す。

表 3.2 災害種別の担当省庁

No.	Disasters	Nodal Ministries	Department/Centre/Commission
1	Earthquakes	Ministry of Earth Sciences	National Centre for Seismology (NCS)
2	Floods	Ministry of Water Resources	Central Water Commission (CWC)
3	Landslides	Ministry of Mines	Geological Survey of India (GSI)
4	Cyclones/Tornado/ Hurricane	Ministry of Earth Sciences	Indian Meteorological Department (IMD)
5	Tsunamis	Ministry of Earth Sciences	Indian National Centre for Oceanic Information Services (INCOIS)

出典：「Disaster Management in India」（2011年、内務省）に基づき調査団作成

表 3.3 には主な災害種での早期警報に関する責任省庁を示す。これら省庁は、各災害種に関して観測を行い、観測データや予測情報を提供する。

表 3.3 中央政府における災害種別の早期警報担当組織

No.	Disasters	Agencies
1	Cyclones	Indian Meteorological Department (IMD)
2	Floods	Central Water Commission (CWC)
3	Landslides	Geological Survey of India (GSI)
4	Tsunamis	Indian National Centre for Oceanic Information Services (INCOIS)

出典：MHA, “Standard Operating Procedure for Responding to Natural Disasters”, (2010)

インド気象局（Indian Meteorological Department, IMD）やインド国立海洋情報センター（Indian National Centre for Ocean Information Services, INCOIS）は地球科学省（Ministry of Earth Sciences, MOES）の傘下にある組織であり、地球科学システム機関（Earth Science System Organisation, ESSO）と呼ばれている。

3.4.5 災害管理法の見直し

2010年12月に災害管理法を見直すために特別委員会が設置され、その報告書が2013年3月に発行された。特別委員会により示された提言は、以下のとおりである。

- NECの機能をNDMAに集約し、NECは解散する。
- 国家危機管理委員会(National Crisis Management Committee, NCMC)を災害管理法に盛り込み、緊急対応及び調整に関する特別な役割を担う。
- 州実施委員会(State Executive Committee, SEC)の機能をSDMAに集約し、SECは解散する。
- 州危機管理委員会(State Crisis Management Committee, SCMC)を災害管理法に盛り込み、緊急対応及び調整に関する特別な役割を担う。
- 州政府が大都市で災害管理委員会を設置できるよう、災害管理法第6条を改定する。
- 国家災害対応基金(National Disaster Response Fund, NDRF)と国家災害軽減基金(National Disaster Mitigation Fund, NDMF)の国家レベルでの設置を義務付ける。一方、州政府については、州災害対応基金(State Disaster Response Fund, SDRF)と州災害軽減基金(State Disaster Mitigation Fund, SDMF)を設置することが望ましい。

3.5 防災への他ドナーの支援

インドの防災分野への他ドナーによる支援として、世界銀行やアジア開発銀行、国連開発計画、米国国際開発庁が以下のプロジェクトを実施している。

- 世界銀行：
 - ビハール州コシ川洪水復旧事業(Bihar Kosi Flood Recovery Project)(2010年～2016年、借款、220百万ドル)
 - ウッタラカンド州災害復旧事業(Uttarakhand Disaster Recovery Project)(2013年～2017年、借款、250百万ドル)
 - 国家サイクロンリスク低減事業(第2期)(National Cyclone Risk Mitigation Project Phase II)(2014年～2017年、借款、360百万ドル)
- アジア開発銀行：
 - ウッタラカンド州緊急支援プロジェクト(Uttarakhand Emergency Assistance Project)(2013年～2016年、借款、200百万ドル)
- 国連開発計画：
 - 災害及び気候変動に対する組織的・コミュニティ強靱性強化プロジェクト(Enhancing Institutional and Community Resilience to Disasters and Climate Change)(2013年～2017年、無償、6百万ドル)
- 米国国際開発庁：
 - 地方都市における洪水対策プロジェクト(Project for Mitigation of Urban Flood Damages)(2012年～2015年(2016年まで延長予定)、無償、1.7百万ドル)

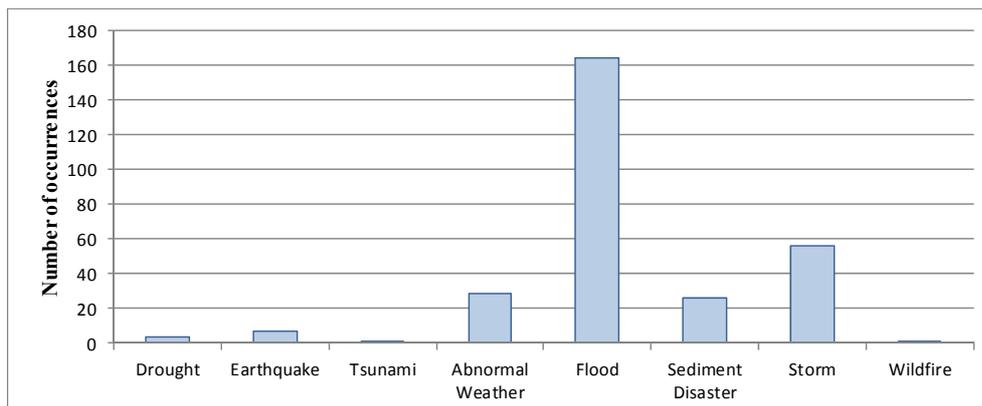
第 4 章 自然災害対策の現状と課題

4.1 概要

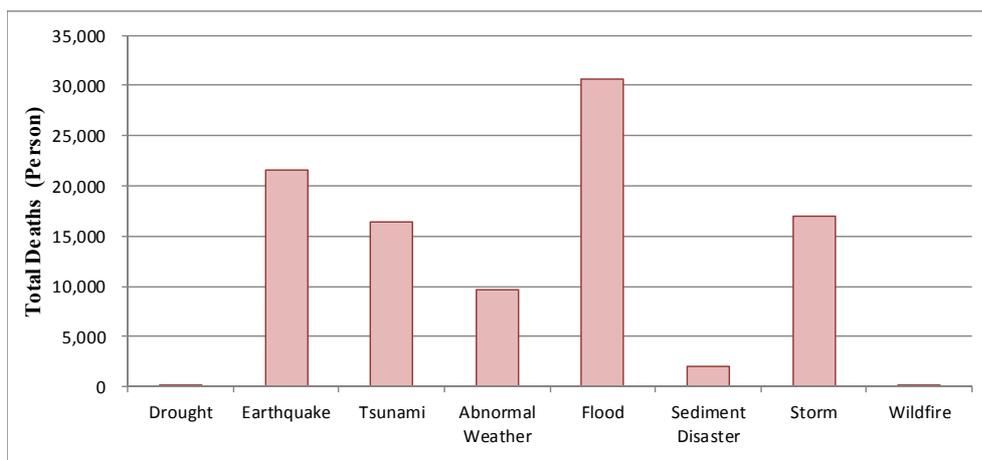
インドにおける近年の主要な災害と被害の状況は、「Disaster Management in India」にまとめられている。過去 30 年間、インドは 400 の主要な災害にみまわれてきており、人的および経済的に多大な被害を受けている。インドでの過去 20 年間（1995 年～2014 年）の自然災害種別の発生数および死者数、被害額を図 4.1 に示す。災害種ごとの被害状況は、「洪水」の発生頻度が非常に高く、それに伴い被害（死者数および被害額）も大きい。「異常気象」、「土砂災害」、「サイクロン」の発生頻度についても年に 1 回以上の頻度で生起しており、被害も大きくなっている。また「地震」については、発生頻度こそ高くないが発生時のインパクトが大きく死者数では他の災害を上回っている。以上より、インドでの主な自然災害は「洪水」、「サイクロン」、「土砂災害」、「地震」、「異常気象」と言える。

図 4.2 は各州の主な災害種別の発生回数を示したものである。本業務対象災害種の被害としては、洪水ではガンジス川中流域に位置するビハールおよび上流域に位置するヒマチャル・プラデシュ、ウッタラカンドで被害が大きい。サイクロンでは、ベンガル湾沿いに位置するオリッサ、アンドラ・プラデシュ、アラビア海沿いに位置するグジャラートで被害が大きい。土砂災害については、ヒマラヤ山脈沿いに位置するウッタラカンド、ジャンム・カシミール、ヒマチャル・プラデシュでの被害が大きい。

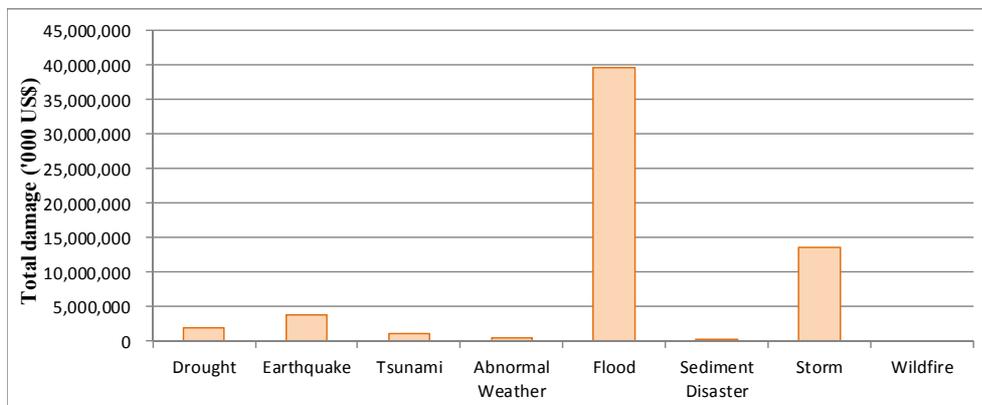
a. 発生数



b. 死者数



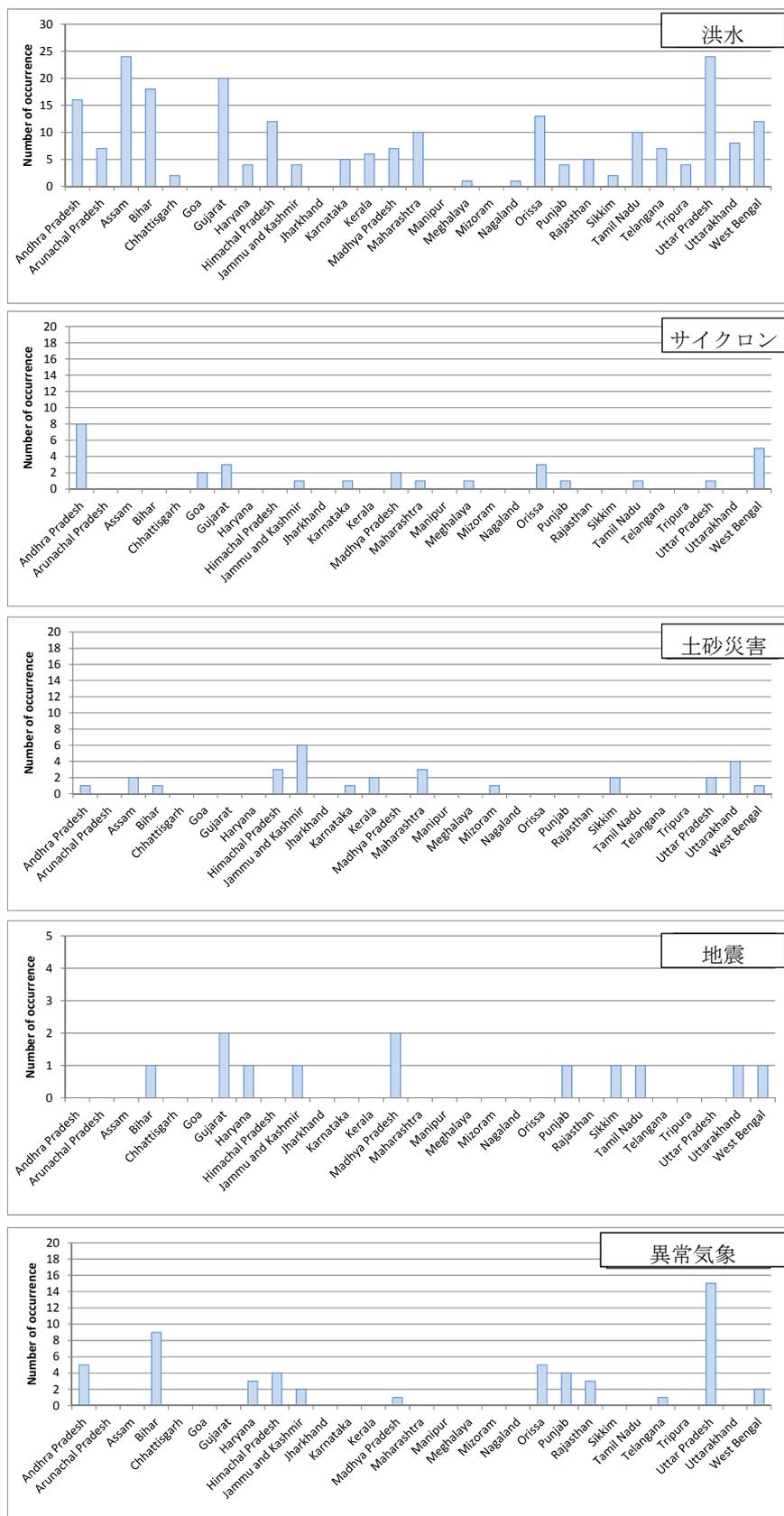
c. 被害額



Type of Disaster	Frequency (times/year)	Average Number of Deaths (Persons/year)	Average Economic Damage (Thousand US\$/year)
Drought	0.2	1	102,056
Earthquake	0.4	1,079	189,100
Tsunami	0.1	819	51,140
Abnormal Weather	1.5	484	20,000
Flood	8.2	1,532	1,979,169
Sediment Disaster	1.3	101	2,725
Storm	2.8	852	681,656
Wildfire	0.1	0	0

出所：EM-DAT より調査団作成

図 4.1 インドにおける近年（1995年～2014年）の災害発生状況



出所：EM-DAT より調査団作成

図 4.2 各州の主な自然災害発生回数（1995年～2014年）

表 4.1 は過去 15 年間の災害種別の被害者数および被害額の傾向を示したものである。河川洪水による 2011 年から 2015 年の総被害額は、2001 年から 2005 年の被害額の 2 倍に増加しているが、被害者数は減少している。サイクロンについては、過去 5 年間で被害者数、被害額ともに大幅に増加している。

表 4.1 過去 15 年間の災害種別被害者数および被害額の傾向

	被害者数(人)			被害額('000 US\$)		
	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2001-2005	2006-2010	2011-2015
地震	6,478,634	-	634,550	3,623,000	-	120,000
津波	654,512	-	-	1,022,800	-	-
河川洪水	120,970,121	53,505,869	21,862,429	9,392,696	8,094,151	18,524,000
鉄砲水	3,700,045	8,931,465	-	26,000	123,000	-
沿岸洪水	-	7,200,000	-	-	275,000	-
土砂災害	5,020	-	513,673	50,000	-	1,100,000
サイクロン	77,250	5,750,300	14,470,004	28,416	300,000	8,271,096

出所：EM-DAT より調査団作成

4.2 洪水対策に関する現況と課題

インドにおける洪水対策の現況は以下のとおりである。

- CWC による気象観測データおよび水文データは、インド国内でそれぞれ 852 カ所、878 カ所の観測所で記録されている（2012 年時点）。
- 洪水被害の規模や水資源管理など、ガンジス川の重要性を鑑みて、観測所の多くは同河川流域に設置されている。
- リモートセンシングセンター（NRSC）は衛星データを利用して洪水ハザードマップを作成している。
- NDMA により洪水管理ガイドラインがまとめられている。
- NDMA の洪水管理ガイドラインによると、中央および州の関係機関がそれぞれの洪水管理計画を策定することになっている。
- 水資源省および CWC は、氾濫原ゾーニングに関する法令案を作成しており、州政府に回覧しているものの、ほとんど法制化されていない。
- 洪水対策に関しては、第 11 次 5 年計画に比べて、第 12 次 5 年計画では予算が増加している。
- 避難システムについては、SOP の中で関係機関がそれぞれの役割を明確化することになっている。
- NDMA の洪水管理ガイドラインによると、緊急対応についても、危機対応システムに沿って各レベルで活動が実施されることになっている。

インドにおける洪水対策の現況から、インド側が認識している課題および調査団が抽出した対応すべき課題を整理した。特定された課題とその対策を短期（1～2 年）、中期（3～5 年）、長期（5～10 年）で検討した結果を表 4.2 にとりまとめた。

インド側が認識している課題は以下のとおりである。

<災害への備え>

洪水に対する備えに関しては、氾濫原ゾーニング（Flood Plain Zoning：河川区域内の構造物の設置行為の制限、堤防の機能維持のための規制区域の設定等）が必要であり、州政府がその導入および実施の責任を有している。しかし、現在氾濫原に居住している人々を移転させることは困難であることなどの理由から、多くの州でまだ実施には至っていない。氾濫原ゾーニングの導入・実施には中央政府および州政府の協働による新たな戦略の策定が必要であると考えられる。

災害への備えに関する課題： ● 氾濫原ゾーニングの導入のための戦略の再構築

上記のインド側が認識している課題に加え、インドにおける洪水対策の現状から、以下の事項も課題として抽出することができる。

<組織・制度>

従来、河川管理および洪水管理は州政府が主体となり実施されているが、河川が州をまたいでいる場合、州ごとの河川管理が効果的・効率的な洪水管理を阻害している原因として考えられる。また、第12次5カ年計画では、流域規模での統合洪水管理のアプローチの適用を推奨しており、効果的・効率的な洪水管理のためには、現在実施されていない州をまたぐ河川流域単位での総合的な洪水管理の実施による効果的・効率的な洪水管理の実施が課題であるが、洪水が発生しやすい原因としては、山間部からの土砂流出による河床上昇の影響が大きいと考えられることから、洪水管理のためには流域単位での総合的な土砂管理が必要である。

組織・制度に関する課題： ● 河川流域管理（RBM）の概念を導入した流域単位の土砂管理

<対策工>

ビハール州における主な洪水対策工は堤防工および護岸工であったが、これはインド全国に共通であると考えられる。一方で、堤防工は河床上昇の原因にもなる。また、将来的には土砂堆積による流下能力（流下できる河川水量）低下に伴う水路・流路の閉塞により、内水氾濫が生じることも考えられる。したがって、流域全体の土砂低減管理（水衝部への護岸の設置による河岸侵食対策など）のための堤防工・護岸工の実施、および土砂堆積に伴う内水氾濫への対策を計画することが必要である。

対策工に関する課題： ● 流域全体の土砂低減管理を含めた堤防工、護岸工の実施
● 土砂堆積による流下能力低下に伴う水路、流路の閉塞対策の低下への対策

表 4.2 洪水対策に関する課題と対策

S/N	課題	対策: 洪水		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
インド側が認識している課題				
[災害への備え]				
DT-FL-1	氾濫原ゾーニングの導入のための戦略の再構築	活動 - 氾濫原ゾーニングの導入のための過去の戦略見直し - 州内の氾濫原ゾーニングの現況調査 - 氾濫原ゾーニングの進展のための戦略、概念書の策定	活動 - 氾濫原ゾーニングの概念の導入によるリスク低減のための州政府機関の強化	-
		実施機関 - MHA - NDMA	実施機関 - MHA - NDMA	-
調査団が抽出した課題				
[組織・制度]				
DT-FL-2	河川流域管理(RBM)の概念を導入した流域単位の土砂管理	活動 - 河川流域における土砂管理の実態調査 - 河床上昇に関する原因分析 - 流域単位の土砂管理方法、対策に関する概念の策定 - 流域単位の土砂管理に関するガイドライン作成	活動 - 土砂管理概念の導入によるリスク低減のための州政府機関の強化	-
		実施機関 - MOWR - CWC	実施機関 - MOWR - CWC	-
[対策工]				
DT-FL-3	流域全体の土砂低減管理を含めた堤防工、護岸工の実施	活動 - 既設の構造物対策の効果に関する検討 - 洪水、土砂対策に関する計画、設計、建設に関するガイドラインの作成	活動 - ガイドラインを基本とした最適な構造物対策の導入によるリスク低減のための州政府機関の強化	-
		実施機関 - MOWR - CWC	実施機関 - MOWR - CWC	-
DT-FL-4	土砂堆積による流下能力低下に伴う水路、流路の閉塞対策への低下対策	活動 - 水路閉塞対策検討のための実態調査 - 水路閉塞対策のための計画、設計、建設方法に関するガイドラインの作成	活動 - 水路閉塞対策によるリスク低減のための州政府機関の強化	-
		実施機関 - MOWR - CWC	実施機関 - MOWR - CWC	-

出典：調査団作成

4.3 土砂災害対策に関する現況と課題

インドにおける土砂災害対策の現況は以下のとおりである。

- 早期警報システムについては、研究がなされてはいるものの、システム整備に向けてその成果が活用されていない。
- 地質関係の調査については、GSI およびインド標準化機関（BIS）によって基準と標準手順書が整備されている。
- NDMA により土砂災害管理ガイドラインがまとめられている。
- NDMA の土砂災害管理ガイドラインにおいて、土砂災害調査やハザードゾーネーションなどの概要が述べられている。
- 土砂災害のハザードマップ作成に関する既存の基準は、BIS によって整備されている。
- 土砂災害のリスク評価とリスクゾーネーションの手法は、NDMA の土砂災害管理ガイドラインに示されているが、研究機関によって行われたリスク評価結果は研究段階でとどまっており、個別の土砂災害地域での防災には活用されていない。
- 土砂災害に関する住民の意識向上については、州、県、NGO などによる活動が実施されている。
- 土砂災害の対策工については、NDMA や BIS によってガイドラインが整備されており、推奨される対策工が示されている。

インドにおける土砂災害管理の現況から、インド側が認識している課題および調査団が抽出した対応すべき課題を整理した。特定された課題とその対策を短期（1～2年）、中期（3～5年）、長期（5～10年）で検討した結果を表 4.3 にとりまとめた。

インド側が認識している課題は以下のとおりである。

<リスク評価>

インド国内では、土砂災害についてのハザードマップおよびリスクマップの作成が GSI およびその他中央の研究機関にて実施されている。しかし、これらの機関により作成されたハザードマップやリスクマップは、広域の粗い精度で土砂災害ハザード・リスクエリアについて抽出したものであり、個々の土砂災害箇所（地すべり）についてのリスク評価が実施されていない。

地域防災計画を策定し、効果的に土砂災害の防災・減災対策を実施するためには、個々の土砂災害箇所（地すべり）についてのリスク評価とその結果に基づいた対策の必要性・優先度の検討が必要である。しかし、インドでは、このようなリスク評価に基づいた検討が実施されていない。このような背景から、GSI ウッタラカンド州ユニットはリスク評価およびリスクマップ作成の点で能力向上が必要であることを指摘している。

リスク評価に関する課題：

- 土砂災害対策工実施の優先順位の設定のためのリスク評価の実施

<災害予警報システム>

地すべり災害の予警報システムは、インド国内ではシステム開発のための研究目的として設置された例があるものの、それらの研究成果は実務的な地すべり災害の防災・減災のために活用されておらず、地すべりについての予警報システムはインド国内ではまだ設置されていない。このような背景から、GSI ウッタラカンド州ユニットは地すべりの予警報システム構築が必要であることを指摘している。

災害予警報システムに関する課題： ● 土砂災害モニタリングと早期警報システムの構築

<緊急対応>

緊急対応のための標準手順書（SOP）は、州および県で整備されているものの、ウッタラカンド州危機管理センター（SEOC）、ウッタラカシ県およびルドラプラヤグ県の長官（District Magistrate）および県危機管理センター（DEOC）から「末端の住民との緊急時の情報伝達（“ラストマイル”接続）に問題がある」との見解が多く示されている。

緊急対応に関する課題： ● ローカルレベルの迅速かつ確実な緊急対応のための情報伝達(通信) システムの改善

上記のインド側が認識している課題に加え、インドにおける土砂災害対策の現状から、以下の事項も課題として抽出することができる。

<組織・制度>

GSI やその他の調査・研究機関は、地すべりのリスク評価などを実施しており、国レベルおよび州レベルの防災関連組織に提供されている。しかし、そのリスク評価などの結果が災害対策に十分に活用されているというわけではない。これは、GSI やその他の調査・研究機関と防災関連組織との間で、土砂災害リスク低減を目的とした調整や連携が行われていないことによるものと考えられる。したがって、土砂災害リスク低減を効果的・効率的に実施するためには、具体的に土砂災害の防災・減災を実施する機関と GSI などの調査・研究機関が連携を深め、関連組織がそのための調整能力を付ける必要がある。

組織・制度に関する課題： ● 土砂災害リスク低減に関わる組織および研究機関連携・調整の強化

<災害への備え>

州レベルでは、防災管理センターや州災害対応部隊などにより、住民の意識向上などの活動が行われているが、このような活動は定期的かつ継続的に行う必要がある。居住している地域に土砂災害のリスクがあることを認識していない住民もいることから、土砂災害に特定した住民に対する啓発や能力強化を実施する必要がある。

- 災害への備えに関する課題： ● 土砂災害危険地域に居住する住民に対する啓発と土砂災害の減災についての能力強化

<対策工>

山岳地域で適用されている土砂災害の対策工は非常に限られている。具体的な対策として実施されているのは、土砂災害（地すべり）の種類に関わらず蛇かごおよび練石積み擁壁であった。しかし、土砂災害（地すべり）の効果的な防災・減災のためには土砂災害（地すべり）の種類に適応した対策工法の検討が必要である。

一方、ウッタラカンド州ではアジア開発銀行のファンドや道路交通省（MORTH）が独自に既存道路の土砂災害の被害低減のための対策工（道路ルートの変更を含む）のためのプロジェクトを実施する予定である。これらのプロジェクトでの具体的な土砂災害（地すべり）対策工の検討（調査・設計・施工）の手順や検討結果は、インドでの今後の土砂災害（地すべり）対策のために活用することが期待できることから、この対策工の検討の手順等をガイドラインやマニュアルとして取りまとめることが必要である。

- 対策工に関する課題： ● 土砂災害の種類に適した対策工の検討

表 4.3 土砂対策に関する課題と対策

S/N	課題	対策: 土砂災害		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
インド側が認識している課題				
[リスク評価]				
DT-LS-1	土砂災害対策工実施の優先順位の設定のためのリスク評価の実施	活動 - 土砂災害リスク評価のための統一された台帳の書式・様式の策定 - 土砂災害が発生している州での既存のハザードゾーン（LHZ）マップの収集 - 上記の各州で実施されている既存の土砂災害リスク評価に関する手順および方法に関する情報収集 - 地震地帯ゾーンIII、IVおよびV地域のマイクロゾーンマップの作成	活動 - サンプル州において、個々の地すべりのゾーニング・マッピングおよびリスク分析の実施しリスク・ランクの基準を設定 - リスク評価結果に基づいた土砂災害対策実施の優先順位づけ - 上記の土砂災害ゾーニング・マッピングおよびリスク評価の手順・方法についてのガイドラインおよびマニュアルの作成	活動 - 作成されたガイドラインおよびマニュアルの他の土砂災害発生州への展開と適用 - 作成したガイドラインおよびマニュアルの適切な見直し
		実施機関 - GSI - Central Technical Institutions	実施機関 - GSI - Central Technical Institutions - State Department of Disaster Management	実施機関 - GSI

S/N	課題	対策: 土砂災害		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
[災害予警報システム]				
DT-LS-2	土砂災害モニタリングと早期警報システムの構築	活動 - 過去および現在実施されている土砂災害観測および早期警報についてのアウトプット(研究成果、既存資料)の見直し - 上記の見直し結果に基づいた土砂災害観測および早期警報についての検討 - 適切な土砂災害予測および早期警報の発信・伝達システムについての検討	活動 - パイロット州において土砂災害観測・早期警報機器の設置計画の策定 - 設置計画に基づいた観測・早期警報機器の設置	活動 - 他の地域および州への土砂災害観測・早期警報機器の適用拡大
		実施機関 - GSI - Central Technical Institutions	実施機関 - GSI - Central Technical Institutions - State Department of Disaster Management (Pilot State)	実施機関 - GSI
[緊急対応]				
DT-LS-3	ローカルレベルの迅速かつ確実な緊急対応のための情報伝達(通信)システムの改善	活動 - サンプル州についてSEOC、SDRF、DEOC、関係機関およびコミュニティ間での既存情報伝達(通信)システムの信頼性についての評価の実施。特に"ラストマイル"接続における伝達(通信)システムの評価の実施 - 情報伝達(通信)ツールとそのシステムの冗長性を配慮した"ラストマイル"接続の改善を目的とした実施計画の策定	活動 - 実施計画に基づいた計画の実施 - 実施結果に基づいた信頼性、教訓の評価と効果のとりまとめ - 他州への情報伝達システム改善の展開	-
		実施機関 - SDMA - SEOC - DDMA - DEOC	実施機関 - SDMA - SEOC - DDMA - DEOC	-
調査団が抽出した課題				
[組織・制度]				
DT-LS-4	土砂災害リスク低減に関わる組織および研究機関連携・調整の強化	(他の課題についての実施計画策定後)	活動 - 計画・分析・評価および災害予防の計画立案における関係機関および研究機関による協働した活動の実施	-
		-	実施機関 - GSI - Central Technical Institutions - SDMA - Related State Departments	-

S/N	課題	対策: 土砂災害		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
[災害への備え]				
DT-LS-5	土砂災害危険地域に居住する住民に対する啓発と土砂災害の減災についての能力強化	活動 - 既往土砂災害危険地帯周辺の土地利用に関する情報・データの収集 - 土砂災害ハザードマップと既存の土地利用情報に基づいた土地利用計画の策定 - コミュニティ住民に対する土砂災害防災・減災を目的とした教材の作成	活動 - コミュニティ住民の土砂災害リスクおよび土砂災害発生時に初期対応と避難についての理解を促進するためのワークショップの開催	-
		実施機関 - State Department of Disaster Management - SDMA	実施機関 - State Department of Disaster Management - SDMA	-
[対策工]				
DT-LS-6	土砂災害の種類に適した対策工の検討	活動 - 土砂災害の種類に適した既存対策工についての情報収集 - 土砂災害の種類に適した対策工についての評価 - 技術的な適応性をショーケースとして示すためのサンプル州において、土砂災害の種類に適した対策工の提案 - 土砂災害対策工実施計画の策定	活動 - ショーケースとしての対策工実施計画に基づいた計画の実施 - 土砂災害の種類に適した対策工の効果についての評価 - 土砂災害対策工実施計画および対策工の設計についてのガイドラインおよびマニュアルの策定 - 土砂災害リスク低減のために土砂災害の種類ごとに多様な対策工種を用いる必要性についての国および州レベル実施機関の意識強化	活動 - 他の地域および州への土砂災害対策工の適用拡大
		実施機関 - GSI - PWD (Pilot State) - BRO	実施機関 - GSI - PWD (Pilot State) - BRO	実施機関 - GSI

出典：調査団作成

4.4 サイクロン対策に関する現況と課題

インドにおけるサイクロン対策の現況は以下のとおりである。

- サイクロンに関する観測は IMD が行っており、速報や予報、早期警報などを発している。
- IMD は気象観測所、船舶からの報告、洋上ブイ、沿岸部のレーダー、衛星情報を活用したサイクロン警報システムを整備しており、進路予測などを行っている。
- サイクロンによるリスク評価とマップ作成は建設資材技術推進委員会（BMTPC）によって実施されている。
- NDMA によりサイクロン対策ガイドラインがまとめられている。
- NDMA は世界銀行の協力により、サイクロンの影響を受けやすい沿岸地域を対象に、「サイクロンリスク削減プロジェクト」を実施しており、多目的サイクロンシェルターの建設などを行っている。
- NDMA のサイクロン対策ガイドラインにおいて、早期警報、避難活動、緊急対応に関するタイムラインが示されている。

インドにおけるサイクロン対策の現況から、インド側が認識している課題および調査団が抽出した対応すべき課題を整理した。特定された課題とその対策を短期（1～2年）、中期（3～5年）、長期（5～10年）で検討した結果を表 4.4 にとりまとめた。

インド側が認識している課題は以下のとおりである。

<リスク評価>

首相府の指示によって組織されたサイクロン Hudhud の教訓を整理する委員会において、緊急輸送ルート確保の確保、災害時の野生生物保護地域や動物公園の管理のためのガイドラインの策定の必要性が提言されている。特に、避難や物資集配においては目的が特化した地図の作成は効率的な災害対応において有益であり、全てのデータは GIS ベースのシステムで閲覧できる事が望ましい。

- リスク評価に関する課題：
- 特定セクターのためのリスク分析（交通・物流分野）
 - 野生生物保護地域、動物公園におけるリスク分析

<災害への備え>

首相府の指示によって組織されたサイクロン Hudhud の教訓を整理する委員会において、緊急の建設工事、避難所に配給する食糧・水、エネルギー等の災害時に必要となる資機材について、十分な数量の資機材の事前準備の必要性が提言されている。また、州間の協力の仕組みである India Disaster Resource Network（IDRN）における備蓄資機材に関するデータベースのアップデート、災害後の事後検証（After Action Reviews）の実施・作成、学校やコミュニティにおける防災教育、総合的な避難訓練の重要性に関する意識向上なども必要である。

災害への備えに関する課題： ● 適切な災害対応用資機材の配分計画

<対策工>

首相府の指示によって組織されたサイクロン Hudhud の教訓を整理する委員会において、サイクロンシェルター及びアクセス道路の維持管理の必要性が提言されている。

対策工に関する課題： ● サイクロンシェルターの維持管理適正化

<緊急対応>

災害対応において最初に必要となるリソースは道路啓開・物資輸送、情報収集等に必要となる車両及び運転手・オペレーターであるが、サイクロンによる被害で通信網が寸断された場合、運転手・オペレーターとの連絡が滞る場合があり、その解決が求められている。緊急対応に必要な資源（人的資源、復旧のための資材、物資など）を供給するための調達手法については、事前に交渉しておく必要がある。

緊急対応に関する課題： ● 緊急対応中の迅速な必要物資供給に関する調整

上記のインド側が認識している課題に加え、インドにおけるサイクロン対策の現状から、以下の事項も課題として抽出することができる。

<組織・制度>

県レベルの災害管理計画は復旧・復興に焦点が当てられており、サイクロンリスク・被害の軽減への対応が十分とは言えない。また、調査を通じて、マンダラ（郡）・村レベルにおいては担当職員の災害被害の軽減等の事前対策に対する必要性の認識が低い状況も確認できたことから、州政府は県の災害管理計画の策定を主導していく必要がある。

組織・制度に関する課題： ● 県レベルの効果的な災害管理計画の策定

<対策工>

サイクロン災害時、ほぼ全ての公共情報通信システム（携帯電話、固定電話）がダウンしてしまい、情報伝達は無線や口頭に限られてしまう。そのため、サイクロン災害に対して強靱な携帯電話や地上電話網、光ファイバーネットワーク等を含む通信網の強化が必要である

対策工に関する課題： ● 公共通信施設のサイクロン中の安全性確保

<災害予警報システム>

サイクロンの予警報に関しては、国際レベルで IMD が行っている。これに加え、地域レベルで適切な精度による警報発出能力の開発が必要である。また、サイクロンに対する適切な対応のた

め、行政の意思決定者に向けた想定される被害を示した警報の発出が必要である。

- 災害予警報システムに関する課題： ● 地域に適合した適切なシステムによる正確な警報の発出

<避難体制>

インドにおいては、サイクロン時、ほとんどの住民はサイクロンシェルターをはじめとする安全な場所に避難する事が可能である。しかしながら、調査で把握されたサイクロンシェルターは狭い空間に多くの住民が避難するものであり、決して良い環境とは言えない、特に、女性、子ども、高齢者、障がい者等に対する適切な対応が必要である。

- 避難体制に関する課題： ● シェルターにおける女性、子ども、高齢者、障がい者等に対する適切な対応

表 4.4 サイクロン対策に関する課題と対策

S/N	課題	対策:サイクロン		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
インド側が認識している課題				
[リスク評価]				
DT-CC-1	特定セクターのためのリスク分析(交通・物流分野)	活動 - リスク分析のための基礎情報の収集(道路網、家屋等) - 災害中、災害後のリスク分析の実施	活動 - サイクロンによるリスクマッピング(交通分野) - GISベースのシェルター位置図及び物資の配給用マップの作成	活動 - 緊急物資、救援物資及び避難のための災害中の良好な交通網の維持
		実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management - State Public Works Department
DT-CC-2	野生生物保護地域、動物公園におけるリスク分析	活動 - 保護地域や動物公園におけるサイクロンリスクマッピング	活動 - 野生生物保護地域や動物公園におけるリスクマップの作成、管理ガイドラインの策定	活動 - 生態系を活用した防災施設(環境保全型消波施設等)の整備
		実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management - State Public Works Department

S/N	課題	対策:サイクロン		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
[災害への備え]				
DT-CC-3	適切な災害対応用資機材の配分計画	活動 - 災害対応のための軽装備（道路啓開用資機材、ディーゼル発電機、ボート等）の配備 - 準備段階における活動項目を示したチェックリストの整備 - IDRNの掲載情報の更新 - 災害対応の経験を蓄積するための「After Action Review」の作成 実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	-	-
[対策工]				
DT-CC-4	サイクロンシェルターの維持管理適正化	活動 - サイクロンシェルターの現状調査 - 緊急性が高い補修の実施 実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	活動 - サイクロンシェルター及びアクセス道路の日常点検にかかる制度の確立 実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	-
[緊急対応]				
DT-CC-5	緊急対応中の迅速な必要物資供給に関する調整	活動 - 災害時の必要物資に関する供給事業者・政府間の災害事前契約の締結 実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	活動 - 災害時事前協定等の事前の契約締結に関する制度の確立 実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	-
調査団が抽出した課題				
[組織・制度]				
DT-CC-6	県レベルの効果的な災害管理計画の策定	活動 - 既存の県災害管理計画のレビュー 実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management - DDMA - Municipal Corporations	活動 - 地域の実情を踏まえた県災害管理計画の策定（災害に脆弱な地域、避難経路、避難所への代替経路、避難所の分布図等を含む） - 県防災計画と整合した市の防災計画の策定 実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management - DDMA - Municipal Corporations	-

S/N	課題	対策:サイクロン		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
[対策工]				
DT-CC-7	公共通信施設のサイクロン中の安全性確保	活動 - 通信施設の災害に対する現況調査(バックアップシステム等の提案)	活動 - 強靱な通信施設の整備	活動 - 災害発生中の代替通信施設の整備
		実施機関 - Ministry of Communications and Information Technology - State department(s) related to planning and telecommunication	実施機関 - Ministry of Communications and Information Technology - State department(s) related to planning and telecommunication	実施機関 - Ministry of Communications and Information Technology - State department(s) related to planning and telecommunication
[災害予警報システム]				
DT-CC-8	地域に適合した適切なシステムによる正確な警報の発出	活動 - 地域レベルのサイクロン警報及びその受け手の現状調査・把握	活動 - 州政府レベルの正確な警報発令に関する能力強化(例えば、可搬式のXバンドレーダーの導入等)	活動 - 地域レベルの意思決定者及び一般住民に対する災害による被害の程度に関する情報を含めた適切な警報の発令
		実施機関 - IMD - SDMA - State Department of Disaster Management - DDMA - Municipal Corporations	実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management	実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management - DDMA - Municipal Corporations
[避難体制]				
DT-CC-9	シェルターにおける女性、子ども、高齢者、障がい者等に対する適切な対応	活動 - 避難中のサイクロンシェルターの生活環境に関する調査	活動 - ジェンダー、社会的弱者のケアに関するガイドラインの制定	-
		実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management - DDMA - Municipal Corporations	実施機関 - SDMA - State Department of Disaster Management - DDMA - Municipal Corporations	-

出典：調査団作成

抽出された課題は、「対策の実施による効果」、「インド側関係機関の能力」、「インド側の政策・計画とその実施状況」の3点から評価し、最終的に総合評価を行った。その結果、以下の課題が優先順位の高いものとなった。

洪水：

- 流域全体の土砂低減管理を含めた堤防工、護岸工の実施（対策工）

土砂災害：

- 土砂災害対策工実施の優先順位の設定のためのリスク評価の実施（リスク評価）
- 土砂災害の種類に適した対策工の検討（対策工）

サイクロン：

- 公共通信施設のサイクロン中の安全性確保（対策工）
- 地域に適合した適切なシステムによる正確な警報の発出（災害予警報システム）
- シェルターにおける女性、子ども、高齢者、障がい者等に対する適切な対応（避難体制）

第 5 章 災害予警報システムの現状と課題

5.1 実施体制と現況

災害の予警報を担当している機関は以下のとおりである。

Indian Meteorological Department (IMD):	サイクロン
Central Water Commission (CWC):	洪水
Geological Survey of India (GSI):	土砂災害
Indian National Centre for Oceanic Information Services (INCOIS):	津波

災害予警報システムは上記機関により整備されており、通信システムも構築されている。各機関は観測データおよび予警報情報の精度向上に努めており、国、州、県レベルの危機管理センターや司令室間の情報交換も確実になされている。また、緊急時に対する備えとして、定期的な通信テストも実施されている。

インド側によって認識されている災害予警報システムに関する課題として、「“ラストマイル” 接続（災害リスクのある住民への予警報情報の提供）の改善」、および「通信システムの多重性の確保」が挙げられる。

5.2 アンダマン・ニコバル諸島の事例

2004 年のスマトラ沖地震の際に多大な被害を受け、津波警報システムの整備が災害軽減策として重要であるアンダマン・ニコバル諸島を津波に対する警報システムの現況分析のサンプル地域とした。アンダマン・ニコバル諸島には、既存の手動式サイレンに加え、INCOIS による自動サイレンの設置が予定されているが、これらは津波に対して脆弱性のある主要地域をカバーしている。しかし、それ以外の地域にも津波に対して脆弱性のある村や島などがあることから、災害リスクのある住民への予警報情報の提供が課題として挙げられる。表 5.1 に災害予警報システムに関する課題と対策を短期（1～2 年）、中期（3～5 年）、長期（5～10 年）で検討した結果を示した。

表 5.1 災害予警報システムに関する課題と対策

S/N	課題	対策:災害予警報システム		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
インド側が認識している課題				
[共通課題]				
EW-CI-1	"ラストマイル"接続の改善	活動 - いくつかの州における"ラストマイル"接続の現況分析、および緊急時における通信障害のある地域、村、箇所の確認 - 障害改善のための様々な対策の計画	活動 - 計画した対策の実施 - 通信試験や訓練などを通じた"ラストマイル"接続の改善状況の評価	活動 - 評価の過程で発見された問題点に対する是正措置の実施
		実施機関 - MHA - NDMA - Ministry of Communications and Information Technology - SDMA - DDMA - Mucipal Corporations	実施機関 - MHA - NDMA - Ministry of Communications and Information Technology - SDMA - DDMA - Mucipal Corporations	実施機関 - MHA - NDMA - Ministry of Communications and Information Technology - SDMA - DDMA - Mucipal Corporations
EW-CI-2	通信システムの多重性の確保	活動 - 通信システムの不具合状況の確認 - 不具合の原因の分析、およびモバイル通信企業などとの協力による対策の計画	活動 - 既存システムの不具合時に機能する多重性の整備	-
		実施機関 - MHA - NDMA - Ministry of Communications and Information Technology - SDMA - DDMA - Mucipal Corporations - Mobile and communication	実施機関 - MHA - NDMA - Ministry of Communications and Information Technology - SDMA - DDMA - Mucipal Corporations - Mobile and communication	-
調査団が抽出した課題				
[アンダマン・ニコバル諸島]				
EW-AN-1	津波サイレン及び必要な付属施設の設置計画	活動 - 津波に対して脆弱性のある地域の調査、およびさらにサイレンを設置する必要がある箇所の確認 - それら地域に必要なサイレンシステムの計画(無線通信、関連施設などを含む)	活動 - 必要な地域へのサイレンシステムおよび関連施設の設置 - 試験通信、訓練などを通じた津波警報システムの"ラストマイル"接続の改善の評価	活動 - 評価の過程で発見された"ラストマイル"接続の問題点に対する是正措置の実施
		実施機関 - DDM - SDMA - PWD - DDMA - Mucipal Corporations	実施機関 - DDM - SDMA - PWD - DDMA - Mucipal Corporations - Villages - Communities	実施機関 - DDM - SDMA - PWD - DDMA - Mucipal Corporations

出典：調査団作成

第 6 章 災害リスクファイナンス

インドにおける災害リスクファイナンス・スキームとして、災害対応基金 (Disaster Response Fund) と農業保険の仕組みがある。

災害対応基金は、2005 年の災害管理法に基づき、州レベルと国家レベルでそれぞれ州災害対応基金 (SDRF) と国家災害対応基金 (NDRF) として設置・運用されている。SDRF のうち一般区分州は 25%、特別区分州は 10%を拠出し、残りを中央政府が負担している。各州に設置している州実行委員会 (SEC) が災害発生時の SDRF の活用決定の権限を有し、内務省 (Ministry of Home Affairs, MHA) が支出費目や妥当性についてモニタリングしている。災害規模が大きい場合や SDRF では緊急対応予算が不足する場合は、州政府からの要請に基づき中央政府が要請内容を審査した上で、NDRF が活用される。

一方、自然災害を含む農民が被るリスクを保障するため、国家作物保険プログラム (National Crop Insurance Programme, NCIP) において、修正国家農業保険 (Modified National Agricultural Insurance Scheme, MNAIS)、農業天候保険 (Weather Based Crop Insurance Scheme, WBCIS)、ココナッツ保険 (Coconut Palm Insurance Scheme, CPIS) の 3 つのスキームが運用されている。

大規模災害発生時に生じる一時的な資金ニーズに対して、世界銀行と JICA は「災害リスク繰延引出オプション (Development Policy Loan with a Catastrophe Deferred Drawdown Option, CAT-DDO)」と「災害復旧スタンバイ借款 (Stand-by Emergency Credit for Urgent Recovery, SECURE)」という資金スキームをそれぞれ持っている。しかし、本業務による調査結果からは、緊急対応のための資金配分は、今回調査対象とした州政府では課題とはなっていないことから、これらの資金スキームへのニーズも現時点では確認できなかった。今後の自然災害による被災状況次第では、インド政府がこうした資金の活用を検討する可能性もある。

第 7 章 重点調査地域

7.1 重点調査地域の選定

表 7.1 はインドでの主要な自然災害による死者数上位 5 位の州をまとめたものである。洪水については、ガンジス川の上・中流域に位置するビハール、ヒマチャル・プラデシュ、ウッタラカンドで被害が大きい。サイクロンでは、オリッサ、アンドラ・プラデシュ、グジャラートで被害が大きい。土砂災害については、ヒマラヤ山脈沿いに位置するウッタラカンド、ジャンム・カシミール、ヒマチャル・プラデシュでの被害が大きい。これらの状況から、州レベルでの防災の現況を把握・分析するため、洪水についてはビハール州、土砂災害についてはウッタラカンド州、サイクロンについてはアンドラ・プラデシュ州を重点調査地域として選定した。

表 7.1 主要な災害種での死者数上位 5 位の州（1995 年～2014 年）

Rank	Name of State: Higher Rank of the Number of Deaths caused by Disaster				
	Flood	Cyclone	Sediment Disaster	Earthquake	Abnormal Weather
1	Himachal Pradesh	Odisha	Uttarakhand	Gujarat	Andhra Pradesh
2	Bihar	Gujarat	Jammu & Kashmir	TamilNadu	Odisha
3	Uttarakhand	Andhra Pradesh	Himachal Pradesh	Madhya Pradesh	Uttar Pradesh
4	West Berngal	Karnataka	Bihar	Punjab	Bihar
5	Gujarat	West Bengal	Maharashtra	Uttarakhand	Himachal Pradesh

出典：EM-DAT より調査団作成

7.2 ウッタラカンド州

ウッタラカンド州における災害対策の現況は以下のとおりである。

- ウッタラカンド州での主要な災害は土砂災害および洪水である。
- 州防災管理計画がまとめられている。
- 災害管理センター（DMMC）が災害に関する調査を行っている。
- 研究機関によって土砂災害の観測システムが設置されている地域もあるが、研究が主目的であり、実用的には利用されていない。
- 州レベルでのリスク評価は、GSI の協力を得て、DMMC が行っている。
- 既存の土砂災害ゾーンネーションマップはマクロレベルのものしか作成されていない。
- 県レベルでのリスク評価は行われていない。
- 州および県で危機管理センターが設置されており、標準手順書に基づいて運用されている。
- 州災害対応部隊が設置されており、災害時の緊急対応や救助活動を行っている。
- 現状では、県やコミュニティレベルでの土砂災害に特化した避難システムは整備されていないが、ルドラプラヤグ県では過去の被害の経験から特別な避難計画を策定している地域がある。
- モンスーンの時期には、セブンデスクシステム（緊急時の対応を 7 つの項目に分けて実施する体制）を州および県で運用している。

ウッタラカンド州における災害対策の現況から、同州関係機関が認識している課題および調査団が抽出した対応すべき課題を整理した。特定された課題とその対策を短期（1～2 年）、中期（3～5 年）、長期（5～10 年）で検討した結果を表 7.2 にとりまとめた。

ウッタラカンド州関係機関が認識している課題は以下のとおりである。

<災害予警報システム>

土砂災害に関する課題と同様に、地すべりについての予警報システムはインド国内ではまだ設置されていない。地すべり災害の予警報システムは、インド国内ではシステム開発のための研究目的として設置された例があるものの、それらの研究成果は実務的な地すべり災害防災・減災の

ために活用されていない。このような背景から、NDMA や GSI ウッタラカンド州ユニットは地すべりの予警報システム構築が必要であることを指摘している。

災害予警報システムに関する課題： ● 土砂災害の予報/早期警報システムの構築

<緊急対応>

「土砂災害に関する課題」と同様に、ウッタラカンド州危機管理センター（SEOC）、ウッタラカシ県およびルドプラヤグ県の長官（District Magistrate）および県危機管理センター（DEOC）から「末端の住民との緊急時の情報伝達（“ラストマイル” 接続）に問題がある」との見解が多く示されている。

緊急対応に関する課題： ● 土砂災害発生時の情報伝達（通信）システムの強化

上記のウッタラカンド州関係機関が認識している課題に加え、同州における土砂災害対策の現状から、以下の事項も課題として抽出することができる。

<組織・制度>

土砂災害に関する課題で取り上げたのと同様に、GSI やその他の調査・研究機関は、地すべりのリスク評価などを実施しており、国レベルおよび州レベルの防災関連組織に提供されている。しかし、そのリスク評価などの結果が災害対策に十分に活用されているというわけではない。したがって、土砂災害リスク低減を効果的・効率的に実施するためには、具体的に土砂災害の防災・減災を実施する機関と GSI などの調査・研究機関が連携を深め、関連組織がそのための調整能力を付ける必要がある。

組織・制度に関する課題： ● 土砂災害リスクの軽減に関連する組織/研究機関の間での調整メカニズムの強化

<リスク評価>

州レベルでの地すべり台帳の見直しの記録は確認できなかったが、州レベルでの地すべり台帳の見直しおよび改訂は土砂災害のリスクレベルの評価に重要である。また、土砂災害のリスク評価を担当している中央の調査・研究機関が評価を行う際にこれらの情報が必要となることから、地すべり台帳の定期的な見直しと改訂を行う必要がある。

リスク評価に関する課題： ● 土砂災害台帳の見直しと改訂

<災害への備え>

避難場所および避難経路を示す避難地図は、近隣住民の土砂災害に対する備えとして不可欠であるが、調査時点においてはそのような地図は確認できなかった。住民の意識向上、土砂災害への備えを行うためにも、土砂災害危険地帯およびその周辺に居住するコミュニティー住民のための避難地図を作成する必要がある。

- 災害への備えに関する課題：
- 土砂災害危険地帯およびその周辺に居住するコミュニティ住民のための避難地図（避難場所および避難経路）の作成

<対策工>

土砂災害に関する課題でも記述したとおり、山間部での土砂災害の対策工は非常に限られていることから、土砂災害の種類に合わせた対策工の検討および実施が必要である。

- 対策工に関する課題：
- 土砂災害対策の計画・設計および建設のための適切なシステムの構築

<避難体制>

州および県の政府機関からは、この点については特に課題としては挙げられていない。しかし、ルドラプラヤグ県では、既往土砂災害による被災の経験から、被害の大きかった特定の土砂災害危険地域について避難計画および避難システムの強化が図られている。ウッタラカンド州での他の土砂災害の多発する危険地域（県）でも同様の避難計画および避難システムの強化が、土砂災害の防災・減災に役立つと期待できる

- 避難体制に関する課題：
- 土砂災害発生時の避難システムの強化

表 7.2 ウッタラカンド州における課題と対策

S/N	課題	対策:ウッタラカンド州		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
インド側が認識している課題				
[災害予警報システム]				
PA-UK-1	土砂災害の予報/早期警報システムの構築	活動 - 土砂災害観測に関する既存の研究または実験的に実施されたシステムの見直し	活動 - 土砂災害減災のための予測/早期警報システムの計画策定 - 土砂災害予測/早期警戒システムの開発についての国家レベルのガイドラインの作成	活動 - 中央機関が作成したガイドラインに基づいた信頼性のある土砂災害減災のための予測/早期警戒システムの構築
		実施機関 - GSI - SDMA - DMD	実施機関 - GSI - SDMA - SEOC - DEOC	実施機関 - GSI - SDMA - SEOC - DEOC

S/N	課題	対策：ウッタラカンド州		
		短期(1～2年)	中期(3～5年)	長期(5～10年)
[緊急対応]				
PA-UK-2	土砂災害発生時の情報伝達(通信)システムの強化	活動 - 緊急対応に関する既存の 手順およびそのための機材 の見直し - 適切な情報伝達(通信)シ ステムの計画	活動 - 災害発生時のSDRF、SE OC、DEOC、関係機関およ びコミュニティ間の情報伝達 (通信)システムの構築（機 材・機器の設置）	-
		実施機関 - SDMA - SEOC - DEOC	実施機関 - SDMA - SEOC - DEOC - Communities	-
調査団が抽出した課題				
[組織・制度]				
PA-UK-3	土砂災害リスクの軽減に関 連する組織/研究機関の間 での調整メカニズムの強 化	活動 - 調整メカニズムの現状把握 とギャップの把握 - 調整メカニズム改善のため のアクションプランの策定	活動 - 土砂災害リスク低減の計画 策定に関わる州および県レ ベル機関の調整メカニズムの 構築	-
		実施機関 - GSI - Government of India's Institution - BRO - PWD	実施機関 - GSI - Government of India's Institution - BRO - PWD	-
[リスク評価]				
PA-UK-4	土砂災害台帳の見直しと 改訂	活動 - リスク分析のための土砂災 害台帳(事例ごと)の見直しと 改訂	活動 - リスク分析のための土砂災 害台帳(事例ごと)の見直しと 改訂	活動 - リスク分析のための土砂災 害台帳(事例ごと)の見直しと 改訂
		実施機関 - GSI - DMD - SDMA	実施機関 - GSI - DMD - SDMA	実施機関 - GSI - DMD - SDMA
[災害への備え]				
PA-UK-5	土砂災害危険地帯および その周辺に居住するコミュ ニティー住民のための避難 地図(避難場所および避難 経路)の作成	活動 - インフラストラクチャーとコ ミュニティーの脆弱性アセスメン トの実施 - 国家レベルの土地利用ガイ ドラインに沿った土地利用計 画の策定	活動 - リスクの高い土砂災害地域 内およびその周辺に居住す るコミュニティー住民と協働し た避難地図(避難場所および 避難ルート)の作成 - コミュニティーベース防災計 画についてのコミュニティーへ の訓練の実施	-
		実施機関 - SDMA - DMD	実施機関 - SDMA - DMD - DDMA - Communities	-

S/N	課題	対策: ウッタラカンド州		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
[対策工]				
PA-UK-6	土砂災害対策の計画・設計および建設のための適切なシステムの構築	(関係機関の調整メカニズムの構築により効果的な対策についての活動の実施が期待される)	(関係機関の調整メカニズムの構築により効果的な対策についての活動の実施が期待される)	活動 - 中央機関により設定されたリスクのランク付けに基づく対策工の実施 - 土砂災害対策工に関する詳細事業計画(DPR)の作成・実施
		-	-	実施機関 - PWD - BRO
[避難体制]				
PA-UK-7	土砂災害発生時の避難システムの強化	活動 - 避難に関する既存の手順および機材の見直し - SDRF、SEOC、DEOC、関連機関およびコミュニティ間の避難システムに関する計画の策定	活動 - 災害発生時のコミュニティの避難システムの構築(必要に応じた手順の作成、機材・機器の設置)	-
		実施機関 - SDMA - DMD - SEOC - State Disaster Response Force - DDMA - DEOC	実施機関 - SDMA - DMD - SEOC - State Disaster Response Force - DDMA - DEOC - Communities	-

出典：調査団作成

7.3 ビハール州

ビハール州における災害対策の現況は以下のとおりである。

- ビハール州での主要な災害は洪水、地震、干ばつである。
- 州防災管理計画がまとめられている。
- リモートセンシングセンターによって、県別の洪水ハザードマップが作成されている。
- ビハール州では、防災局は主に緊急時の対応を担当しており、州災害管理委員会がその他の事項（政策等の策定、能力開発など）を担当している。
- ビハール州の防災管理計画には、災害のレベルに応じた緊急対応のフロー、関係者の役割などが示されている。
- 毎年、モンスーンが始まる前に、各県災害管理委員会は標準手順書に沿って災害管理計画を策定している。
- ビハール州内の各河川において、過去の洪水履歴をもとに、洪水管理計画の中で危険水位が設定されている。
- ビハール州では、モンスーンの時期に、ガンジス川沿いの危険個所で水位観測および堤防の状況の監視を行っている。

ビハール州における災害対策の現況から、同州関係機関が認識している課題および調査団が抽出した対応すべき課題を整理した。特定された課題とその対策を短期（1～2年）、中期（3～5年）、長期（5～10年）で検討した結果を表 7.3 にとりまとめた。

ビハール州関係機関が認識している課題は以下のとおりである。

<災害への備え>

洪水対策の課題と同様に、洪水災害への備えとして、氾濫原ゾーニング（Flood Plain Zoning）を導入・実施する必要がある。特にビハール州では州域の73%が洪水の影響を受けている地域であり、このような技術的な法制度の導入は緊急性の高い事項である。ビハール州政府は、Bagmati川およびKosi川について、異なる確率年についての洪水解析を実施しており、氾濫原ゾーニングの設定に当たってはその結果を活用することが必要である。

災害への備えに関する課題： ● 氾濫原ゾーニングの導入のための戦略の再構築

上記のビハール州関係機関が認識している課題に加え、同州における洪水対策の現状から、以下の事項も課題として抽出することができる。

<組織・制度>

上流からの土砂流入による河床の上昇が著しいが、調査を通じて確認できた対策は堤防工および護岸工のみであった。したがって、州政府として、河川流域管理の概念の導入による流域全体の土砂管理が必要である。

組織・制度に関する課題： ● 河川流域管理（RBM）の概念を導入した流域単位の土砂管理

<リスク評価>

州レベルにおける政策、計画、防災活動に関する顕著な課題は生じていない。しかしながら、以下の「対策工」の項目で記載しているように、河床が上昇している事象や都市部での内水排水ができない事象に関するリスク分析が必要である。

リスク評価に関する課題： ● 河床上昇と内水排除不良に関するリスク解析

<対策工>

ビハール州の河川では、上流からの土砂流入により河床が上昇して、堤内地の地盤高が河川の高水位（HFL）よりも低くなっている箇所がある。このような箇所に関しては、経済的な堤防強化策が必要である。河川の河床上昇は、一方では堤内地の内水排除が困難となる事象を伴う。対策としては、地盤のかさ上げやポンプによる強制排水がある。これらの対策と並行して、非構造物対策としての氾濫原ゾーニング（FPZ）、洪水リスク低減のための土地利用管理における遊水機能の確保が必要となる。

- 対策工に関する課題：
- 防強化に関する計画、設計、建設の一貫システムの確立
 - 内水排除対策工の計画、設計、建設までの一貫システムの確立

<災害予警報システム>

ビハール州では、同州水資源局（WRD）によるガンジス川洪水観測早期計画予測システムが機能している。一方で、ガンジス川の支川（Burhi Gandak 川、Bagmati 川、Kamal 川、Kosi 川）流域が洪水被害に対する脆弱性が高いにも関わらず、これら支川には観測、予測システムが設置されていない。したがって、洪水リスク低減のためには、これらの支川に関してもシステムを拡大していく必要がある。

- 災害予警報システムに関する課題：
- ガンジス川支川における洪水早期計画予測システムの導入

表 7.3 ビハール州における課題と対策

S/N	課題	対策:ビハール州		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
インド側が認識している課題				
[災害への備え]				
PA-BH-1	氾濫原ゾーニングの導入のための戦略の再構築	活動 - 氾濫原ゾーニングに関する過去の調査成果のレビュー - 州政府レベルの土地利用規制に関するレビュー - 河川流域における土地利用規制の実態調査	活動 - 遊水機能、土地補償等の戦略的な土地利用の試験的な実施を含むゾーニングプラン案の構築 - モデル流域におけるゾーニングの実施 - 図面作成と計画案の見直し	活動 - 州の土地利用規制としての氾濫原ゾーニングの法制化 - 他の地域への展開
		実施機関 - SDMA - WRD - Planning Department	実施機関 - SDMA - WRD - Planning Department	実施機関 - SDMA - WRD - Planning Department
調査団が抽出した課題				
[組織・制度]				
PA-BH-2	河川流域管理(RBM)の概念を導入した流域単位の土砂管理	活動 - 河川流域における土砂管理実態調査 - 河床上昇に関する水理解析 - パイロット流域における実施計画の策定	活動 - 河川流域全体を対象とした土砂管理の実施計画の策定	-
		実施機関 - WRD	実施機関 - WRD	-

S/N	課題	対策:ビハール州		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
[リスク評価]				
PA-BH-3	河床上昇と内水排除不良に関するリスク解析	活動 - 河川上流域からの土砂流入に関する実態調査 - 都市部の水路閉塞に関する実態調査 - 河床上昇と内水排除に関する被災区域の分析 - 解析に基づくリスクマップの作成	活動 - 河床上昇と内水排除に関するリスク分析結果の基づくリスク低減に関する州政府機関の強化	-
		実施機関 - WRD - Urban Development Department	実施機関 - WRD - Urban Development Department	-
[対策工]				
PA-BH-4	堤防強化に関する計画、設計、建設の一貫システムの確立	活動 - 堤防強化のための現況対策のレビュー - インドへ導入されていない堤防強化のための工法、材料の調査 - 対策工の導入に関する実施計画の策定	活動 - 洪水リスク低減のための効果的な工法公開のためのショーケースとしての実施計画の策定 - 対策工の計画、設計、建設方法の概要を示したガイドブックの作成	活動 - 堤防強化対策の導入によるリスク低減に関する州政府機関の強化
		実施機関 - MOWR - CWC - WRD	実施機関 - MOWR - CWC - WRD	実施機関 - MOWR - CWC
PA-BH-5	内水排除対策工の計画、設計、建設までの一貫システムの確立	活動 - 内水排除に関する現況対策のレビュー - 内水排除の解決、工法に関する調査 - ポンプによる強制排水に関する実施計画調査	活動 - 内水排除のための効果的な工法公開のためのショーケースとしての実施計画の策定 - 内水排除計画、設計、建設方法の概要を示したガイドブックの作成	活動 - 内水排除によるリスク低減に関する州政府機関の強化
		実施機関 - Ministry of Urban Development - Urban Development Department	実施機関 - Ministry of Urban Development - Urban Development Department	実施機関 - Ministry of Urban Development
[災害予警報システム]				
PA-BH-6	ガンジス川支川における洪水早期計画予測システムの導入	活動 - テレメータ局の位置の調査 - 解析モデルの選定 - 実施計画の策定	活動 - 早期警戒システム拡大のための規範となる実施計画の策定 - モデル流域から州レベルへの解析のための統合システムの検討 - 支川単位の解析システムのガイドラインの作成 - 他の支川流域への展開	-
		実施機関 - WRD	実施機関 - WRD	-

出典：調査団作成

7.4 アンドラ・プラデシュ州

アンドラ・プラデシュ州における災害対策の現況は以下のとおりである。

- アンドラ・プラデシュ州での主要な災害はサイクロン、洪水、干ばつである。
- 州の分割に伴い、新たな州防災管理計画を取りまとめているところである。
- 国連開発計画の支援により、都市部での災害リスク評価を行っている地域がある。
- 郡防災計画の中でサイクロンシェルターのリスト示されているが、シェルターは十分な維持管理がなされていない。
- 災害リスク緩和の戦略として、リスク評価、技術移転、住民の意識向上、土地利用計画などが挙げられている。
- リスク評価はアンドラ・プラデシュ州開発計画局（APSDPS）により行われている。

アンドラ・プラデシュ州における災害対策の現況から、同州関係機関が認識している課題および調査団が抽出した対応すべき課題を整理した。特定された課題とその対策を短期（1～2年）、中期（3～5年）、長期（5～10年）で検討した結果を表 7.4 にとりまとめた。

アンドラ・プラデシュ州関係機関が認識している課題は以下のとおりである。

<組織・制度>

新アンドラ・プラデシュ州の災害管理計画は、旧アンドラ・プラデシュ州の計画を基に現在改定作業中である。県によっては、災害管理セクションにおける人員不足により、災害管理計画及び標準手順書が策定できていない。したがって、県、マンダル（郡）、村レベルにおける災害管理枠組の確立（関係機関の役割分担を示す災害管理計画の策定含む）が必要である。

- 組織・制度に関する課題：
- 県、マンダル、村レベルにおける災害管理枠組の確立

<リスク評価>

州レベルでは強風や浸水等のリスク分析に関する観測・解析技術を有しているが、これらの情報の精度を向上していくには、リアルタイム分析や詳細の地形データ（LiDAR データ）の取得および管理が必要である。しかし、現状では詳細の地形データは活用されていない。

- リスク評価に関する課題：
- サイクロン及び洪水リスク分析に関する技術・機器の導入

上記のアンドラ・プラデシュ州関係機関が認識している課題に加え、同州におけるサイクロン対策の現状から、以下の事項も課題として抽出することができる。

<組織・制度>

マンダルおよび村レベルの防災活動は主に災害対応及び復旧に限定されている。県、マンダル、

村レベルにおいて、災害への備え・被害軽減に向けた活動を担当する行政職員が不在であり、また、マンダル、村レベルにおいては現状の災害対応における課題に関する認識が低い。したがって、マンダル及び村レベルにおける災害被害軽減、事前の備えに関する能力強化が必要である。

- 組織・制度に関する課題：
- マンダル及び村レベルにおける災害被害軽減、事前の備えに関する能力強化

<災害への備え>

サイクロン襲来時、多くのモバイル通信網、固定電話網が不通となってしまうため、住民間の情報通信の手段が途絶えてしまう。そのため、避難や物資輸送用の車両の運転手・オペレーター等との連絡が困難となり、災害対応に支障をきたす場合がある。

また、県、マンダル、村レベルにおける災害被害の軽減、災害への備えを具体化するためのアクションプランや、災害への備えを促すための補助金の制度（例えば、屋根や窓の強化等）が整備されていない。さらに、「Build Back Better」の考え方も現状では浸透していない。

したがって、災害への備えとして、サイクロン中の河川のモニタリング及び管理のための信頼性の高い通信環境の整備、および災害に強い個々の住宅や構造物の構築に向けたインセンティブの提供が必要である。

- 災害への備えに関する課題：
- サイクロン襲来時の河川のモニタリングおよび管理のための信頼性の高い通信環境の整備
 - 災害に強い個々の住宅や構造物の構築に向けたインセンティブの提供

<対策工>

都市域の海岸は、波浪・高波・高潮からの防御が必要であるが、海岸は殆ど保全対策が実施されていない。サイクロン被害の軽減においては、住宅の補修や電柱の補強等、個々の対策が重要となる。サイクロンや洪水に強い構造物に関する建築基準や設計ガイドラインは存在しない。クリシュナ川沿いの都市部（新首都の建設予定地でもある）では内水氾濫、鉄砲水からの防御を検討する必要がある。

- 対策工に関する課題：
- 都市域における海岸防御対策
 - 建物の洪水・サイクロンに対する強靱性向上

<災害予警報システム>

アンドラ・プラデシュ州水資源局（WRD）は、携帯電話網（GSM 回線）を通じて全ての水文・気象観測局からのデータを収集しているが、サイクロン襲来時にはネットワークが不通となり、データを入手できない状況となる。サイクロン襲来時のデータ通信の多重性の確保と、ゲート等の操作の自動化に向けた取り組みはサイクロン襲来時の河川管理において大きな課題である。また、都市における局所的豪雨観測による内水氾濫に対する警報や、小河川流域における鉄砲水の警報の発出は十分ではない。したがって、サイクロンを想定した情報通信ネットワークの強化、

および都市域における局所的集中豪雨の警報発出能力の強化が必要である。

- 災害予警報システムに関する課題：
- サイクロンを想定した情報通信ネットワークの強化
 - 都市域における局所的集中豪雨の警報発出能力の強化

<避難体制>

州、県、マンダル、村の行政職員間の通信を含む避難に関する枠組は概ね機能しており、サイクロン時、ほとんどの住民は安全な場所に避難する事が可能である。一方で、サイクロンシェルターの環境は必ずしも十分ではなく、多くのシェルターにおいて補修が必要である。避難場所としていつでも使用できる状態にしておく必要がある。

- 避難体制に関する課題：
- サイクロンシェルターの建設及び補修

表 7.4 アンドラ・プラデシュ州における課題と対策

S/N	課題	対策：アンドラ・プラデシュ州		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
インド側が認識している課題				
[組織・制度]				
PA-AP-1	県、マンダル、村レベルにおける災害管理枠組の確立	活動 - 全ての県における災害管理局の設立	活動 - マンダルおよび村レベルにおける具体的なサイクロン被害軽減、事前の備えに関するアクションプランの作成	-
		実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Magistrates - District Department of Disaster Management	実施機関 - SDMA - DDMA - Mandals - Villages	-
[リスク評価]				
PA-AP-2	サイクロン及び洪水リスク分析に関する技術・機器の導入	活動 - 都市域および重要地域における詳細地形把握(LiDARデータの取得) - 既存の浸水、サイクロン予測モデルの改善	活動 - LiDARデータの管理・活用に関する能力強化 - AP州全体における詳細な地形データの取得	活動 - 詳細な地形データ等を活用した災害による被害予測システムの整備
		実施機関 - APSDPS	実施機関 - APSDPS	実施機関 - APSDPS

S/N	課題	対策：アンドラ・プラデシュ州		
		短期(1～2年)	中期(3～5年)	長期(5～10年)
調査団が抽出した課題				
[組織・制度]				
PA-AP-3	マンダラ及び村レベルにおける災害被害軽減、事前の備えに関する能力強化	活動 - マンダラおよび村レベルにおける災害被害軽減、事前の備えに関する研修の実施	活動 - マンダラおよび村レベルの組織体制の更新(災害管理を専門とする職員の派遣)	-
		実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management - DDMA - Mandals - Villages	実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management - DDMA - Mandals - Villages	-
[災害への備え]				
PA-AP-4	サイクロン中の河川のモニタリング及び管理のための信頼性の高い通信環境の整備	活動 - 光ファイバーケーブルの敷設を含む河川情報システムの導入に関する必要性調査	活動 - 河川観測機器における光ファイバーネットワーク、アドホック型通信機器の整備及び、維持管理のためのクラウドデータベースの整備 - 河川管理施設の自動ゲート操作システムの導入	活動 - 自動化された河川管理及びモニタリングネットワーク、統合管理センターの整備
		実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - WRD	実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - WRD	実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - WRD
PA-AP-5	災害に強い個々の住宅や構造物の構築に向けたインセンティブの提供	活動 - 防災意識向上のためのアクションプラン策定 - 防災意識向上ワークショップのファシリテーター育成のための研修の実施 - マンダラ、村レベルでの活動の実施	活動 - 学校における防災教育カリキュラムの策定 - サイクロンや洪水に強い家づくりに関する補助金の導入	活動 - 災害保険や住宅ローンへの優遇措置に関する制度の整備
		実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management	実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management	実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management
[対策工]				
PA-AP-6	都市域における海岸防御対策	活動 - 都市域の影響を受けると考えられる海岸における対策の必要性調査の実施 - 調査結果に基づくアクションプランの策定	活動 - 海岸防御対策工の実施	活動 - 州内の全公共施設の洪水・サイクロン対応のための施設改善
		実施機関 - State Department of Revenue - Planning Department - SDMA	実施機関 - State Department of Revenue - Transport, Roads and Buildings Department	実施機関 - State Department of Revenue - Transport, Roads and Buildings Department

S/N	課題	対策：アンドラ・プラデシュ州		
		短期(1~2年)	中期(3~5年)	長期(5~10年)
PA-AP-7	建物の洪水・サイクロンに対する強靱性向上	活動 - 重要施設や重要インフラにおける強靱性の調査 - 既存の建築基準と実際の構造物におけるギャップ分析	活動 - 洪水及びサイクロンに対する災害管理の観点からの強靱性向上のための重要建設物の改良	活動 - 州内の全公共施設の洪水・サイクロン対応のための施設改善
		実施機関 - State Department of Revenue - Planning Department - SDMA	実施機関 - State Department of Revenue - Transport, Roads and Buildings Department	実施機関 - State Department of Revenue - Transport, Roads and Buildings Department
[災害予警報システム]				
PA-AP-8	サイクロンを想定した情報通信ネットワークの強化	活動 - モバイル通信網を含む通信ネットワークの強化に関する必要性調査 - 強化方策の計画	活動 - 民間携帯電話事業者との協働によるモバイル通信ネットワークの強化	活動 - 災害時の迅速なモバイルネットワーク復旧のための移動基地局の整備
		実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management - DDMA - Municipal Corporations	実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management - DDMA - Municipal Corporations - Private mobile carriers	実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management - DDMA - Municipal Corporations - Private mobile carriers
PA-AP-9	都市域における局所的集中豪雨の警報発出能力の強化	活動 - 都市域における局所的集中豪雨の発生とリスクに関する調査の実施 - アクションプランの策定	活動 - 局所的集中豪雨感知のためのレーダー施設(Xバンドレーダー)の設置 - レーダー施設を前提とした局所的集中豪雨に関する警報発令に関する標準手順書の策定	-
		実施機関 - APSDPS - SDMA - WRD - Municipal Corporations	実施機関 - APSDPS - SDMA - WRD - Municipal Corporations	-
[避難体制]				
PA-AP-10	サイクロンシェルターの建設及び補修	活動 - 補修が必要なシェルターの補修 - 村レベルにおけるシェルターの維持管理グループの形成	活動 - サイクロン中の避難者数を減少させるためのアクションプランの策定 - サイクロンシェルターにおける生活環境の改善(収容人数の改善、給電等)	-
		実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management - DDMA - Mandals - Villages	実施機関 - State Department of Revenue - SDMA - District Department of Disaster Management - DDMA - Mandals - Villages	-

出典：調査団作成

抽出された課題は、「対策の実施による効果」、「インド側関係機関の能力」、「インド側の政策・計画とその実施状況」の3つの側面から評価し、最終的に総合評価を行った。その結果、以下の課題が優先順位の高いものとなった。

ウッタラカンド州：

- 土砂災害台帳の見直しと改訂（リスク評価）
- 土砂災害対策の計画・設計および建設のための適切なシステムの構築（対策工）

ビハール州：

- 河床上昇と内水排除不良に関するリスク解析（リスク評価）
- 堤防強化に関する計画、設計、建設の一貫システムの確立（対策工）

アンドラ・プラデシュ州：

- マンダル及び村レベルにおける災害被害軽減、事前の備えに関する能力強化（組織・制度）
- 都市域における海岸防御対策（対策工）
- サイクロンを想定した情報通信ネットワークの強化（災害予警報システム）

既存の国家および州防災計画の内容、および調査結果から、災害対策の各側面（組織・制度、リスク評価、災害への備え、対策工、災害予警報システム、緊急対応、避難体制）について、特に優先順位は設けられておらず、各対策は同時に実施されていくと考えられる。しかし、上記の評価結果から、リスク評価や対策工が優先順位の高い課題であることが分かる。防災の主流化を進めていくためには、これらの優先順位の高い課題を特に推し進めていく必要があると考えられる。

第 8 章 抽出された課題に対する日本の技術の適用可能性

8.1 防災に関する日本の経験と技術

日本は、洪水や土砂災害、台風、地震、津波などの自然災害が発生しやすい国である。これらの災害によるリスク軽減のため、事前防災への投資（災害予防の実施）がなされてきている。災害対策の実施による災害予防・事前対策は、日本の防災計画の中の主要な柱の1つであり、自治体レベルでの防災計画では各主体の明確な責任分担とともに、具体的な対策が示されている。本調査において確認された課題への対策として、活用の可能性がある日本の経験・技術は以下のとおりである。

<洪水対策>

- 堤防強化（鎧堤）
- 遊水池
- 統合的洪水管理

- 洪水リスク分析

- <土砂災害対策>

- 抑止工
 - 抑制工
 - 落石対策
 - 土砂災害地域のリスク分析

- <災害予警報システム>

- 新型高性能レーダー（X帯を使用したフェーズドアレー気象レーダーなど）

- <通信システム>

- 光ファイバー通信

- <津波>

- 居住地域別の津波ハザードマップ
 - 津波リスク評価に基づく地域計画
 - 津波タワー・サイレン

8.2 抽出された課題に対する日本の技術の適用可能性

抽出された課題に対して、「効果（対策の実施による）」、「インド側関係機関の能力」、「インド側の政策・計画とその実施状況」の3点から評価し、総合評価を付けた。さらに、「日本の技術の適用可能性」の観点からも評価を行った。以下に各評価項目の基準を示した。結果を各表にとりまとめた。

効果（対策の実施による）

評価A：現状と望ましい状況とのギャップが大きく、対策を行うことでそのギャップの解消に大きく貢献することが期待される。

評価B：現状と望ましい状況とのギャップが比較的大きく、対策を行うことでそのギャップの解消に貢献することが期待される。

評価C：現状と望ましい状況とのギャップが小さいが、対策を行うことでそのギャップの解消に貢献することが期待される。

インド側関係機関の能力

評価A：現在のキャパシティをベースに対処できるが、特定の分野の活動には能力向上が必要である。

評価B：現在のキャパシティをベースに対処できるが、ある程度の分野の活動には能力向上が必要である。

評価C：多くの分野で能力向上が必要である。

インド側の政策・計画とその実施状況

評価 A：対処されてきていない。

評価 B：対処されてきているが、かなりの部分で改善の余地がある。

評価 C：対処されてきているが、まだ改善できる部分がある。

総合評価

評価 A：早期の段階で実施すべきである。

評価 B：緊急性の高いものの次に実施できる。

評価 C：実施した方がよい。

日本の技術の適用可能性

評価 A：日本の技術の適用性が高く、効果的である。

評価 B：日本の技術の適用性があり、効果的である。

評価 C：現地の技術・経験での対応が可能である。

以下に評価結果をまとめた。

<災害種>

洪水

S/N	課題	評価項目(洪水)			総合評価	日本の技術の適用可能性	備考
		効果	インド側関係機関の能力	インド側の政策・計画とその実施状況			
インド側が認識している課題							
[災害への備え]							
DT-FL-1	氾濫原ゾーニングの導入のための戦略の再構築	B	C	B	C	C	比較的成本の規模は大きい
調査団が抽出した課題							
[組織・制度]							
DT-FL-2	河川流域管理(RBM)の概念を導入した流域単位の土砂管理	A	C	A	B	A	比較的成本の規模は大きい
[対策工]							
DT-FL-3	流域全体の土砂低減管理を含めた堤防工、護岸工の実施	A	B	A	A	B	比較的成本の規模は大きい
DT-FL-4	土砂堆積による流下能力低下に伴う水路、流路の閉塞対策の低下対策	A	C	A	B	A	比較的成本の規模は大きい

土砂災害

S/N	課題	評価項目（土砂災害）			総合評価	日本の技術の適用可能性	備考
		効果	インド側関係機関の能力	インド側の政策・計画とその実施状況			
インド側が認識している課題							
[リスク評価]							
DT-LS-1	土砂災害対策工実施の優先順位の設定のためのリスク評価の実施	A	A	A	A	A	コストの規模は大きくない
[災害予警報システム]							
DT-LS-2	土砂災害モニタリングと早期警報システムの構築	A	C	A	B	A	コストの規模は大きい
[緊急対応]							
DT-LS-3	ローカルレベルの迅速かつ確実な緊急対応のための情報伝達(通信)システムの改善	A	B	B	B	B	比較的成本の規模は大きい
調査団が抽出した課題							
[組織・制度]							
DT-LS-4	土砂災害リスク低減に関わる組織および研究機関連携・調整の強化	B	B	B	B	B	コストの規模は大きくない
[災害への備え]							
DT-LS-5	土砂災害危険地域に居住する住民に対する啓発と土砂災害の減災についての能力強化	B	B	B	B	A	比較的成本の規模は大きい
[対策工]							
DT-LS-6	土砂災害の種類に適した対策工の検討	A	B	A	A	A	比較的成本の規模は大きい

サイクロン

S/N	課題	評価項目（サイクロン）			総合評価	日本の技術の適用可能性	備考
		効果	インド側関係機関の能力	インド側の政策・計画とその実施状況			
インド側が認識している課題							
[リスク評価]							
DT-CC-1	特定セクターのためのリスク分析(交通・物流分野)	A	B	B	B	B	比較的成本の規模は大きい
DT-CC-2	野生生物保護地域、動物公園におけるリスク分析	B	C	A	B	A	比較的成本の規模は大きい
[災害への備え]							
DT-CC-3	適切な災害対応資機材の配分計画	A	A	C	B	C	比較的成本の規模は大きい
[対策工]							
DT-CC-4	サイクロンシェルターの維持管理適正化	B	A	B	B	C	比較的成本の規模は大きい
[緊急対応]							
DT-CC-5	緊急対応中の迅速な必要物資供給に関する調整	A	B	C	B	B	コストの規模は大きくない
調査団が抽出した課題							
[組織・制度]							
DT-CC-6	県レベルの効果的な災害管理計画の策定	A	B	C	B	C	コストの規模は大きくない
[対策工]							
DT-CC-7	公共通信施設のサイクロン中の安全性確保	B	A	A	A	A	比較的成本の規模は大きい
[災害予警報システム]							
DT-CC-8	地域に適合した適切なシステムによる正確な警報の発出	A	B	A	A	A	比較的成本の規模は大きい
[避難体制]							
DT-CC-9	シェルターにおける女性、子ども、高齢者、障がい者等に対する適切な対応	A	B	A	A	B	コストの規模は大きくない

< 予報・警報・通信システム >

S/N	課題	評価項目（災害予警報システム）			総合評価	日本の技術の適用可能性	備考
		効果	インド側関係機関の能力	インド側の政策・計画とその実施状況			
インド側が認識している課題							
[共通課題]							
EW-CI-1	"ラストマイル"接続の改善	A	B	B	B	B	比較的成本の規模は大きい
EW-CI-2	通信システムの多重性の確保	A	B	A	A	B	比較的成本の規模は大きい
調査団が抽出した課題							
[アンダマン・ニコバル諸島]							
EW-AN-1	津波サイレン及び必要な付属施設の設置計画	A	B	B	B	A	比較的成本の規模は大きい

<優先調査地域>

ウッタラカンド州

S/N	課題	評価項目(ウッタラカンド州)			総合評価	日本の技術の適用可能性	備考
		効果	インド側関係機関の能力	インド側の政策・計画とその実施状況			
インド側が認識している課題							
[災害予警報システム]							
PA-UK-1	土砂災害の予報/早期警報システムの構築	A	C	A	B	A	コストの規模は大きい
[緊急対応]							
PA-UK-2	土砂災害発生時の情報伝達(通信)システムの強化	A	B	B	B	B	比較的成本の規模は大きい
調査団が抽出した課題							
[組織・制度]							
PA-UK-3	土砂災害リスクの軽減に関連する組織/研究機関の間での調整メカニズムの強化	B	B	B	B	B	コストの規模は大きくない
[リスク評価]							
PA-UK-4	土砂災害台帳の見直しと改訂	A	A	B	A	A	コストの規模は大きくない
[災害への備え]							
PA-UK-5	土砂災害危険地帯およびその周辺に居住するコミュニティ住民のための避難地帯(避難場所および避難経路)の作成	B	B	A	B	A	比較的成本の規模は大きい
[対策工]							
PA-UK-6	土砂災害対策の計画・設計および建設のための適切なシステムの構築	A	B	A	A	A	比較的成本の規模は大きい
[避難体制]							
PA-UK-7	土砂災害発生時の避難システムの強化	A	B	B	B	B	コストの規模は大きくない

ビハール州

S/N	課題	評価項目(ビハール州)			総合評価	日本の技術の適用可能性	備考
		効果	インド側関係機関の能力	インド側の政策・計画とその実施状況			
インド側が認識している課題							
[災害への備え]							
PA-BH-1	氾濫原ゾーニングの導入のための戦略の再構築	B	C	B	C	B	比較的成本の規模は大きい
調査団が抽出した課題							
[組織・制度]							
PA-BH-2	河川流域管理(RBM)の概念を導入した流域単位の土砂管理	A	C	A	B	C	比較的成本の規模は大きい
[リスク評価]							
PA-BH-3	河床上昇と内水排除不良に関するリスク解析	A	B	A	A	B	比較的成本の規模は大きい
[対策工]							
PA-BH-4	堤防強化に関する計画、設計、建設の一貫システムの確立	A	B	A	A	B	比較的成本の規模は大きい
PA-BH-5	内水排除対策工の計画、設計、建設までの一貫システムの確立	A	C	A	B	A	コストの規模は大きい
[災害予警報システム]							
PA-BH-6	ガンジス川支川における洪水早期計画予測システムの導入	B	B	A	B	B	比較的成本の規模は大きい

アンドラ・プラデシュ州

S/N	課題	評価項目（アンドラ・プラデシュ州）			総合評価	日本の技術の適用可能性	備考
		効果	インド側関係機関の能力	インド側の政策・計画とその実施状況			
インド側が認識している課題							
[組織・制度]							
PA-AP-1	県、マンダル、村レベルにおける災害管理枠組の確立	A	B	B	B	C	コストの規模は大きくない
[リスク評価]							
PA-AP-2	サイクロン及び洪水リスク分析に関する技術・機器の導入	A	B	B	B	A	比較的成本の規模は大きい
調査団が抽出した課題							
[組織・制度]							
PA-AP-3	マンダル及び村レベルにおける災害被害軽減、事前の備えに関する能力強化	A	B	A	A	B	コストの規模は大きくない
[災害への備え]							
PA-AP-4	サイクロン中の河川のモニタリング及び管理のための信頼性の高い通信環境の整備	A	C	A	B	A	比較的成本の規模は大きい
PA-AP-5	災害に強い個々の住宅や構造物の構築に向けたインセンティブの提供	A	C	A	B	C	比較的成本の規模は大きい
[対策工]							
PA-AP-6	都市域における海岸防御対策	A	B	A	A	B	コストの規模は大きい
PA-AP-7	建物の洪水・サイクロンに対する強靱性向上	B	B	A	B	B	コストの規模は大きい
[災害予警報システム]							
PA-AP-8	サイクロンを想定した情報通信ネットワークの強化	B	A	A	A	A	比較的成本の規模は大きい
PA-AP-9	都市域における局所的集中豪雨の警報発出能力の強化	A	C	A	B	A	比較的成本の規模は大きい
[避難体制]							
PA-AP-10	サイクロンシェルターの建設及び補修	B	A	B	B	C	比較的成本の規模は大きい

8.3 結論

本調査では、2つのアプローチでインドにおける災害リスク軽減に関する現況を評価した。1つは災害種別の評価、もう1つは優先調査地域別の評価である。また、本調査では情報収集・分析および現地踏査を通じて確認された課題およびその改善に向けた対策をとりまとめた。これらの課題の改善には段階的な対策の実施が必要であり、短期（1～2年）、中期（3～5年）、長期（5～10年）の3段階に分けて検討した。抽出された課題は、「対策の実施による効果」、「インド側関係機関の能力」、「インド側の政策・計画とその実施状況」の3つの側面から評価し、最終的に総合評価を行った。評価の結果、優先度の高い課題は以下のとおりである。

<災害種>

洪水：

- 流域全体の土砂低減管理を含めた堤防工、護岸工の実施（対策工）

土砂災害：

- 土砂災害対策工実施の優先順位の設定のためのリスク評価の実施（リスク評価）
- 土砂災害の種類に適した対策工の検討（対策工）

サイクロン：

- 公共通信施設のサイクロン中の安全性確保（対策工）
- 地域に適合した適切なシステムによる正確な警報の発出（災害予警報システム）
- シェルターにおける女性、子ども、高齢者、障がい者等に対する適切な対応（避難体制）

<災害予警報システム>

- 通信システムの多重性の確保

<優先調査地域>

ウッタラカンド州：

- 土砂災害台帳の見直しと改訂（リスク評価）
- 土砂災害対策の計画・設計および建設のための適切なシステムの構築（対策工）

ビハール州：

- 河床上昇と内水排除不良に関するリスク解析（リスク評価）
- 堤防強化に関する計画、設計、建設の一貫システムの確立（対策工）

アンドラ・プラデシュ州：

- マンダル及び村レベルにおける災害被害軽減、事前の備えに関する能力強化（組織・制度）
- 都市域における海岸防御対策（対策工）
- サイクロンを想定した情報通信ネットワークの強化（災害予警報システム）

上記の評価結果から、特にリスク評価および対策工に関する課題の優先順位が高いことが分かった。防災の主流化および災害リスクの軽減には、これらの側面へ対応していくことが重要である。リスク評価については、これまでも関係機関により実施されてきている部分もあるが、地域レベルでの活用についてはまだ十分ではない。また、対策工についても、適用されている工種が非常に限定的であるなど、改善の余地は大きい。上記に示した日本が有する技術や経験はこれらの課題への対処に非常に有効であると考えられる。これらの評価結果をもとに、インドの各レベルでの防災に関係する機関が他国の経験などを活用しつつ、本調査で抽出した課題に対処し、自然災害に対して強い社会を形成していくためのイニシアティブを取っていくことを期待する。

8.4 協力の方向性

日本の技術および経験の適用可能性の点からの評価結果によると、いくつかの課題についてはその適用についての可能性が見られた。それらの課題はその対応に関して、より優先度の高いものでもある。この評価に加え、抽出された各課題に対して、JICAの協力スキームが適用可能かどうかを検討し、その結果として以下のような協力プログラム案を作成した。

<洪水>

抽出された課題：	河川流域管理（RBM）の概念を導入した流域単位の土砂管理
防災の分野：	組織・制度
JICAによる協力案：	
事業名	河川流域管理（RBM）の概念に基づく流域単位の土砂管理プロジェクト
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 河川流域における土砂管理の実態調査の実施 - 河床上昇に関する原因分析の実施 - 流域単位の土砂管理方法、対策に関するコンセプトペーパーの策定 - 流域単位の土砂管理に関するガイドライン作成
スキーム	技術協力プロジェクト
実施地域	ビハール州（ウッタル・プラデシュ州との協働）

抽出された課題：	土砂堆積による流下能力低下に伴う水路、流路の閉塞対策の低下への対策
防災の分野：	対策工
JICAによる協力案 (1)：	
事業名	水路・流路での土砂堆積による内水氾濫対策計画プロジェクト
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 既存の内水排除対策の見直し - 内水排除に関する問題解決のための想定される手法の検討 - ポンプシステムを使った手法の導入のための実施計画の策定
スキーム	技術協力プロジェクト
実施地域	ビハール州
JICAによる協力案 (2)：	
事業名	水路・流路での土砂堆積による内水氾濫対策事業
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 前のフェーズ（ここでは上記の技術協力プロジェクトを想定）において策定された実施計画の内容の見直し - 内水氾濫対策工の設計のための現地調査の実施 - 概略設計および詳細設計の実施 - 建設工事の実施 - ポンプシステムの運用・維持管理に関するソフトコンポーネントの実施
スキーム	無償資金協力
実施地域	ビハール州

<土砂災害>

抽出された課題：	土砂災害モニタリングと早期警報システムの構築
防災の分野：	予報・警報・通信システム
JICAによる協力案 (1)：	
事業名	土砂災害モニタリングおよび早期警報システム構築プロジェクト
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 過去および現在実施されている土砂災害観測および早期警報についてのアウトプット（研究成果、既存資料）の見直し - 見直し結果に基づいた土砂災害観測および早期警報についての検討 - 適切な土砂災害予測および早期警報の発信・伝達システムについての検討 - 土砂災害モニタリングおよび早期警報システム導入のための実施計画の策定
スキーム	技術協力プロジェクト
実施地域	ウッタラカンド州、もしくは西ベンガル州（ダージリンなどの北部地域）
JICAによる協力案 (2)：	
事業名	土砂災害モニタリング・早期警報システム構築事業
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 前のフェーズ（ここでは上記の技術協力プロジェクトを想定）において策定された実施計画の内容の見直し - 土砂災害モニタリングおよび早期警報システム設計のための現地調査の実施 - 概略設計および詳細設計の実施 - 建設工事の実施 - 土砂災害モニタリングおよび早期警報システムの運用・維持管理に関するソフトコンポーネントの実施
スキーム	無償資金協力
実施地域	ウッタラカンド州、もしくは西ベンガル州（ダージリンなどの北部地域）

抽出された課題：	土砂災害対策工実施の優先順位の設定のためのリスク評価の実施
防災の分野：	リスク評価
JICAによる協力案 (1)：	
事業名	リスク評価および優先順位づけに基づく土砂災害対策計画プロジェクト
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 土砂災害リスク評価のための統一された台帳の書式・様式の策定 - 土砂災害が発生している地域での既存のハザードゾーンネーション (LHZ) マップに関する情報の収集 - パイロット地域における個々の地すべりのゾーニング・マッピングおよびリスク分析の実施、リスク評価の基準設定 - リスク評価結果に基づいた土砂災害対策実施の優先順位づけ - 実施計画の策定
スキーム	技術協力プロジェクト
実施地域	ウッタラカンド州、もしくは西ベンガル州（ダージリンなどの北部地域）
JICAによる協力案 (2)：	
事業名	リスク評価および優先順位づけに基づく土砂災害対策事業
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 前のフェーズ（ここでは上記の技術協力プロジェクトを想定）において策定された実施計画の内容の見直し - 対策工設計のための現地調査の実施 - 概略設計および詳細設計の実施 - 建設工事の実施 - リスク評価および優先順位づけに基づく土砂災害対策工の計画および設計のプロセスに関する技術移転の実施
スキーム	有償資金協力
実施地域	ウッタラカンド州、もしくは西ベンガル州（ダージリンなどの北部地域）
備考	<p>世界銀行はウッタラカンド州災害復旧事業（Uttarakhand Disaster Recovery Project）を支援しており、この事業は地方道路接続や災害リスク管理のための能力向上などのコンポーネントを含んでいる（2013年10月に開始、2017年12月まで継続予定で、事業費は250百万USD）。</p> <p>アジア開発銀行は、給水、道路・橋梁、観光、民間航空などを対象とするウッタラカンド州緊急支援プロジェクト（Uttarakhand Emergency Assistance Project）を実施している。資金協力の内容は、200百万USDの借款および2百万USDの技術協力である。</p>

<サイクロン>

抽出された課題：	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域に適合した適切なシステムによる正確な警報の発出 ● 都市域における局所的集中豪雨の警報発出能力の強化
防災の分野：	予報・警報・通信システム
JICA による協力案 (1)：	
事業名	洪水リスク削減に向けた河川管理向上プロジェクト
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 地域レベルの局所的集中豪雨に関する警報及びその受け手の現状調査・把握 - X 帯フェーズドアレー気象レーダーなどの適切なシステム導入および関連するその他の観測機材等の強化による正確な警報システムの計画策定 - 河川管理施設の自動化に向けたデータネットワークの整備 - 気象レーダーおよびデータネットワークシステムに基づく都市域における局所的集中豪雨の警報発出に関する手順書の作成 - X 帯フェーズドアレー気象レーダーなどの適切なシステム導入および関連するその他の観測機材等の強化のための実施計画の策定
スキーム	技術協力プロジェクト
実施地域	アンドラ・プラデシュ州
JICA による協力案 (2)：	
事業名	都市域における局所的集中豪雨の警報システム構築事業
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 前のフェーズ（ここでは上記の技術協力プロジェクトを想定）において策定された実施計画の内容の見直し - X 帯フェーズドアレー気象レーダー、データネットワーク、それらシステムが設置されている司令室を使った、都市域における局所的集中豪雨の警報システム設計に必要な現地調査の実施 - 概略設計・詳細設計の実施 - 建設・設置工事の実施 - 設置されたシステムの運用・維持管理に関するソフトコンポーネントの実施
スキーム	無償資金協力
実施地域	アンドラ・プラデシュ州
備考	米国国際開発庁が、アンドラ・プラデシュ州の Visakhapatnam および Vijayawada を含む 8 都市において、地方都市における洪水対策プロジェクトを 2012 年～2015 年（2016 年まで延長予定）、1.7 百万ドル（無償）で実施している。

抽出された課題：	サイクロン及び洪水リスク分析に関する技術・機器の導入
防災の分野：	リスク評価
JICAによる協力案：	
事業名	サイクロンおよび洪水リスク分析改善プロジェクト
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 都市域および重要地域における詳細地形把握（LiDARデータの取得）調査の実施 - 既存の浸水およびサイクロン予測のための数値モデルの改善 - 浸水およびサイクロン予測への改善された数値モデル適用のガイドラインおよびマニュアルの作成 - 改善された浸水およびサイクロン予測手法の展開のための行動計画作成 - 州全体での詳細地形把握調査の実施
スキーム	技術協力プロジェクト
実施地域	アンドラ・プラデシュ州

< 津波（予警報システム） >

抽出された課題：	津波サイレン及び必要な付属施設の設置計画
防災の分野：	予報・警報・通信システム
JICAによる協力案 (1)：	
事業名	津波リスク削減能力向上プロジェクト
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 津波リスクに対して脆弱性のある地域の調査 - 確認された脆弱性のある地域に関する津波リスクマップの作成 - 追加で津波サイレンを設置する必要のある箇所の抽出 - 抽出された箇所への津波サイレンシステム設置計画の作成（無線通信、設置のために必要な施設などを含む） - 既存の津波サイレンおよび関連施設の運用手順の見直し - 津波サイレンおよび関連施設設置の計画・設計プロセスに関する技術移転の実施
スキーム	技術協力プロジェクト
実施地域	アンダマン・ニコバル諸島
JICAによる協力案 (2)：	
事業名	津波リスク削減能力向上事業
活動	<ul style="list-style-type: none"> - 前のフェーズ（ここでは上記の技術協力プロジェクトを想定）において策定された実施計画の内容の見直し - 津波サイレンおよび関連施設（津波タワーなど）の設計に必要な調査の実施 - 概略設計・詳細設計の実施 - 建設・設置工事の実施 - 建設・設置したシステムおよび施設の運用・維持管理に関するソフトコンポーネントの実施
スキーム	無償資金協力
実施地域	アンダマン・ニコバル諸島