

モーリシャス国
気候変動プログラム
準備調査
報告書

平成 22 年 10 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

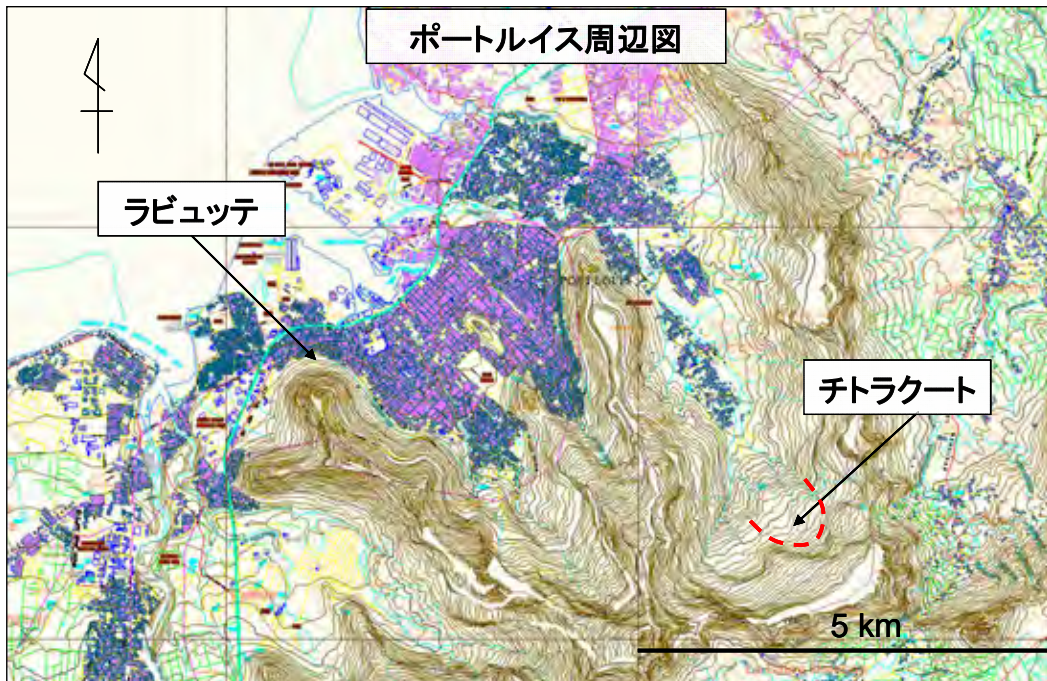
換算レート (OANDA による 5 月末時点売り買い中間レート)

	モーリシャスルピー (MUR)	円 (JPY)	米ドル (USD)	ユーロ (EUR)
1 モーリシャスルピー (MUR)	1.00000	2.73500	0.03004	0.02448
1 円 (JPY)	0.36574	1.00000	0.01099	0.00895
1 米ドル (USD)	33.30000	91.05000	1.00000	0.81491
1 ユーロ (EUR)	40.86400	111.74000	1.22714	1.00000

プロジェクト対象地域位置図



(<http://mappery.com/map-of/Mauritius-Island-Map-2> から引用)



(提供：モーリシャス共和国住宅・国土省)

現地写真（地すべり分野）



ポートルイス市中心街から西方を望む景色
平坦部の建物は既に密集して建っており、背後は急斜面なので、これ以上の開発はない。



ポートルイス市中心街から北方を望む景色
海岸部まで建物が密集して建っており、今後、宅地開発を進めるための土地はない。



Citrakoot 地区地すべり（遠景）
急峻な岩盤斜面の下方に、地すべり地域が広がっている。



Citrakoot 地区地すべり地から北方の海岸を望む景色
過去に宅地開発が行われたが、地すべりによる変位が見つかり、現在は開発が放棄されている。



Citrakoot 地区の地すべり地域下部
地表に水溜りができていることから、地下水位が高いとみられ、地すべり発生しやすい環境にあることが分かる。



Citrakoot 地区の地すべり末端部
末端部では、軟弱な土砂からの赤褐色湧水が認められ、地下水が十分にあると考えられる。



Citrakoot 地区の地すべりにより被害を受けた家屋①
この家屋の内壁には大きな亀裂が生じている。現在、この家屋に居住者はいない状況である。



Citrakoot 地区の地すべりにより被害を受けた家屋②
「Citrakoot 地区の地すべりにより被害を受けた家屋①（左写真）」の外観で、外壁にも大きな亀裂が生じている。



Citrakoot 地区にある小学校の校舎跡
地すべり被害により被災して校舎は撤去された。残された基礎部分に段差や傾きなど地すべりによる被害がある。



Citrakoot 地区にある小学校校舎
クラックが生じ、窓枠がゆがんでいる。現在は、入室禁止となっており、金網で周囲を囲っている。



ラ・ビュッテ地区の地すべり地にある集水井
ごく一般的な集水井で、外観も機能も問題はないと思われる。



ラ・ビュッテ地区にある小学校
地すべりの影響で、外壁に亀裂が生じている。被災後、学校は他の場所に移転し、使用されていない。

現地写真（気象分野）



観測露場 (Bacoas)

中央のポールに風速計、温湿度計がついている。ポールの左は雨量計、手前は蒸発量計。



高層観測施設 (Bacoas)

右手の小屋の中で風船に水素を入れ、ゾンデを付けて放球する。



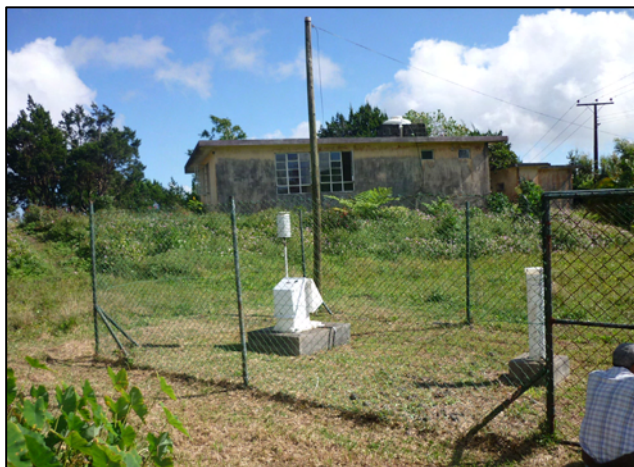
AWS 観測点 (Domaine Les Pailles)

ポールに風向風速計と温湿度計が取り付けられており、ポールの左側には、雨量計が設置されている。



AWS 観測点 (Grand Bassin)

風向風速計が取り付けられたポールと雨量計（右）が設置されている。ソーラーパネル（雨量計の下）もある。



AWS 観測点 (Mon Bois)

雨量計設置以前は、農水省の管理地であったが、現在は私有地になっており、フェンスで囲い施錠されている。



AWS 観測点 (Mon Bois)

大半の観測点には、ソーラーパネルとバッテリーを併用した省電力装置が設置されている。



AWS 雨量計 (Mon Bois)
同雨量計の計測精度は、0.2mm 単位 (日本は、0.5mm 単位)。
雨量計感部はプラスチック。



風速計 (Bacoas)
風速は三杯式であり、風向は分離型 (日本はプロペラ型)。



温度湿度計シェルター (Bacos)
自然通風式のシェルターに温湿度センサーが取り付けられている (日本は強制通風式)。



ロガーボックス (Bacos)
風速計のポール下部にロガーボックスが取り付けられている。



雨量計 (Bacos)
他の AWS 観測所より大型である。さらに、プラスチック製である。



波高計 (Blue Bay)
ブロック左側に海中センサーが付けられており、ポールにはデータロガーが付けられている。アンテナは衛星通信用。



ロガー (Bacos)
データ処理ユニット及びデータロガー。太陽電池を併用したバッテリーで電力を供給している。



地震計 (Bacos)
自国予算で整備された MMS の裏手に設置され、24 時間の監視体制を有している。



地域トレーニングセンター (Bacos)
IOC の予算で、本部の別棟に整備された。右奥の建物は、MMS の管理棟。



地域トレーニングセンターの内部 (Bacos)
研修用のパソコン、プロジェクター及びプリンターなどの電子機器が整備されている。定員約 15 人規模。



旧気象ドップラーレーダー全景 (Trou aux Cerf)
MMS から約 3km 離れたクレーターの外輪部に位置する。
建屋自体は堅固に作られており、現状でも利用可能である。



旧気象ドップラーレーダー処理部 (Trou aux Cerf)
現在は停止しているが、セキュリティが十分にされており、
機材はそのまま残っている状況である。



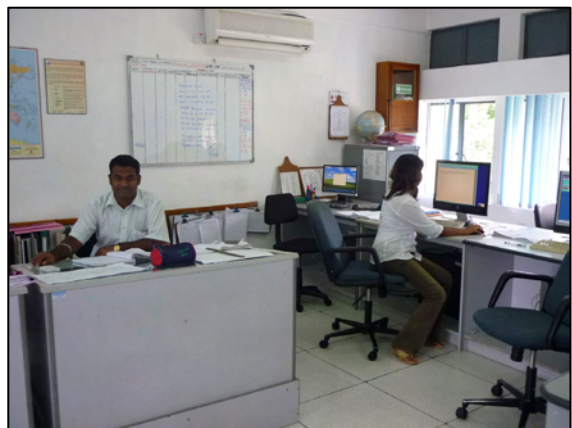
旧気象ドップラーレーダー・レドーム内部 (Trou aux Cerf)
レドームは、強化プラスチックで作られており、老朽化し
ているもののヒビや穴などの破損はない。



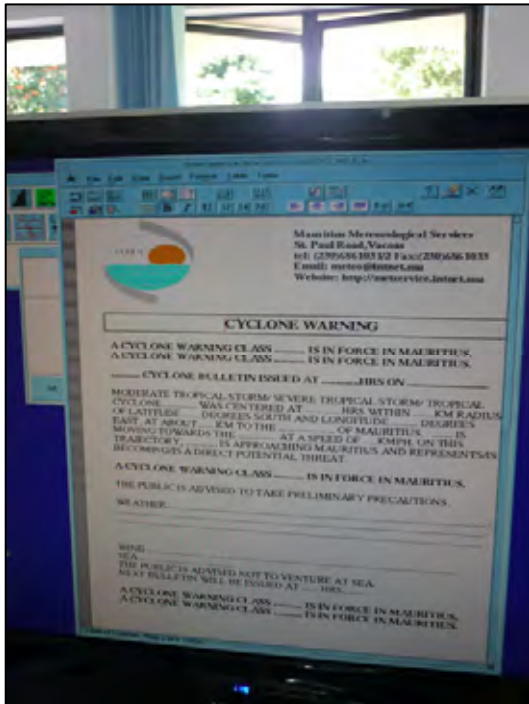
海岸浸食防止のための蛇かご (Souillac)
さんご礁のない海岸線では、海岸浸食が顕著に進んでおり、
蛇かご対策を講じている地域もある。



ブリーフィング風景 (Bacoas)
毎朝 15 分程度のブリーフィング (天気予報の検討会) が行
われている。予報官の引継ぎ作業も兼ねている。



予報部現業 (Bacoas)
予報端末には、数値予報データ・気象データが提供されて
おり、様々な解析を行うことができる。



サイクロン警報作成画面 (Bacoas)
 雛形があり、必要な情報を記入することで、迅速な情報の発表ができる。情報は、FAXやEメールで通報される。



GTS (Bacoas)
 国際回線でサイクロン・観測情報を送信する装置。気象衛星データ・数値予報データ受信装置も一緒に格納している。



MBC 作画システム
 気象情報用のスライドが準備されており、MMSからの情報を基に作画し、放送に使用する。



MMSから送信されたbulletin (MBCラジオセンター)
 MMSからは専用回線でbulletinが送信されており、すぐに情報を放送できる。

目 次

プロジェクト対象地域位置図

現地写真

目 次

表目次

図目次

略語表

第1章	準備調査の概要.....	1-1
1-1	調査の背景・経緯及び目的.....	1-1
1-2	調査団の構成.....	1-2
1-3	調査日程.....	1-2
1-4	調査・協議結果の概要.....	1-3
1-4-1	地すべり対策能力向上プロジェクト.....	1-3
1-4-2	気象サービス強化プロジェクト.....	1-4
第2章	気候変動に関する取組みと防災関連セクターの概要.....	2-1
2-1	気候変動に関する現状.....	2-1
2-1-1	気候変動に関する政策・計画・取組み.....	2-2
2-1-2	気候変動に関わるプロジェクト.....	2-4
2-2	防災セクター.....	2-7
2-2-1	防災分野に関する政策・計画.....	2-7
2-2-2	防災分野に係わる組織体制.....	2-8
第3章	地すべり分野の現状.....	3-1
3-1	地すべり分野全体の現状.....	3-1
3-2	地すべり災害管理体制.....	3-3
3-2-1	中央災害委員会.....	3-3
3-2-2	調整委員会.....	3-3
3-2-3	危機委員会.....	3-4
3-2-4	公共インフラ・国土開発ユニット・陸上交通・海運省（インフラ省）.....	3-4
3-2-5	その他の関係機関.....	3-7
3-3	地すべり対策ユニット（LMU）.....	3-9
3-3-1	設立の背景.....	3-9
3-3-2	現 状.....	3-9
3-3-3	課題と対応.....	3-10
3-3-4	地すべり対策ユニット（LMU）の役割.....	3-10
3-4	地すべり危険地域の概況.....	3-12

3-4-1	概 要	3-12
3-4-2	既往調査結果の概要と調査結果の評価.....	3-13
3-4-3	地すべりメカニズムに関する概略検討結果.....	3-14
3-5	地すべり対策	3-19
3-5-1	Chitrakoot 地区において想定される対策.....	3-19
3-5-2	地すべりの実態把握.....	3-19
3-5-3	地すべりの安定性・危険度の評価.....	3-20
3-5-4	ソフト対策	3-20
3-5-5	ハード対策	3-21
3-6	ラ・ビュッテ地すべりにおいて実施された対策.....	3-25
3-7	ポートルイス市周辺の斜面状況と都市の拡大.....	3-25
3-8	地すべり分野のニーズ	3-27
第 4 章	気象観測分野の現状	4-1
4-1	気象局と防災スキーム	4-1
4-1-1	気象局の組織体制	4-1
4-1-2	「モ」国の防災スキーム.....	4-4
4-2	気象観測の実施状況	4-4
4-2-1	現有する気象観測機器.....	4-4
4-2-2	ドップラーレーダー.....	4-8
4-2-3	予報に関する機材	4-8
4-2-4	送信された気象情報の利用.....	4-12
4-3	気象分野のニーズ	4-12
4-4	南西インド洋地域におけるモーリシャスの位置づけ（気象観測分野）	4-16
第 5 章	プロジェクト実施に向けての留意点.....	5-1
5-1	プロジェクト（案）の概要.....	5-1
5-1-1	地すべり対策能力向上プロジェクト.....	5-1
5-1-2	気象サービス強化プロジェクト.....	5-5
5-2	実施に関わる留意点	5-12
5-2-1	地すべり対策能力向上プロジェクト.....	5-12
5-2-2	気象サービス強化プロジェクト.....	5-13

附属資料

1. 主要面談者リスト
2. 資料収集リスト
3. 調査団プロジェクト提案書（英文）

表 目 次

表 1-2-1	調査団員構成	1-2
表 1-3-1	調査日程	1-2
表 2-1-1	気候変動と海面上昇に関するとりまとめ	2-4
表 2-1-2	自然・環境災害に関するとりまとめ	2-4
表 2-1-3	AAP 概要 (JICA マダガスカル事務所の資料による)	2-4
表 2-2-1	自然・環境災害に関するとりまとめ	2-7
表 2-2-2	災害スキームの構成	2-7
表 2-2-3	中央災害委員会の役割	2-8
表 3-2-1	地すべりに関する警報の発令基準	3-3
表 3-2-2	調整委員会と危機委員会 (太字) のメンバー	3-3
表 3-2-3	インフラ省のプログラム構成	3-6
表 3-2-4	NDU のプログラム構成	3-6
表 3-2-5	インフラ省の予算 (単位: ルピー)	3-6
表 3-2-6	NDU の予算 (単位: ルピー)	3-7
表 3-2-7	インフラ省の 2010 年度予算内訳 (単位: ルピー)	3-7
表 3-2-8	NDU の 2010 年度予算内訳 (単位: ルピー)	3-7
表 3-2-9	インフラ省公共インフラ局の職員数	3-7
表 3-2-10	関係する省の名称変更	3-8
表 3-2-11	地すべり災害対応における関連省庁の役割	3-8
表 3-3-1	地すべり対策ユニットの役割	3-10
表 3-4-1	Chitrakoot 地区の地すべり被害概要	3-12
表 3-4-2	Chitrakoot 地区の地すべり調査一覧表	3-13
表 3-5-1	地すべり実態把握調査の概要	3-20
表 4-1-1	首相府を構成する部局 (首相府ホームページより)	4-1
表 4-1-2	MMS の人員構成	4-2
表 4-1-3	MMS の予算	4-3
表 4-1-4	ドナー期間により導入された主な機材	4-3
表 4-2-1	AWS 観測点の位置	4-5
表 4-2-2	WMO 気象観測点の位置	4-6
表 4-3-1	「モ」国における気象災害 (OFDA/CRED による)	4-13
表 4-3-2	「モ」国に接近したサイクロン	4-14
表 4-3-3	サイクロンのカテゴリー	4-15
表 5-1-1	当初要請内容	5-1
表 5-1-2	プロジェクト成果と活動 (案)	5-3
表 5-1-3	プロジェクトスケジュール (案)	5-4
表 5-1-4	専門家派遣スケジュール (案)	5-5
表 5-1-5	支援内容 (案)	5-6
表 5-1-6	支援スケジュール (案)	5-8
表 5-1-7	プロジェクト費用 (概算)	5-8
表 5-1-8	レーダーの周波数帯とその特徴	5-11
表 5-1-9	南アフリカ地域のレーダー	5-12

目 次

図 3-1-1	地すべり被害を受ける可能性のある人口比率 (UN/ISDR のデータによる)	3-1
図 3-1-2	全国地すべり地分布図	3-2
図 3-2-1	インフラ省の組織図	3-4
図 3-2-2	公共インフラ局の組織図	3-5
図 3-2-3	公共インフラ局土木部の組織図 []内は人数	3-5
図 3-3-1	地すべり対策ユニットの組織図 []内は人数	3-9
図 3-4-1	Chitrakoot 地区位置図	3-12
図 3-4-2	Chitrakoot 地区の既往地すべり調査位置図 (緑線は地すべり範囲を示す)	3-13
図 3-4-3	地形図による地すべり様地形の判読結果	3-14
図 3-4-4	航空写真の立体視による地すべり様地形の判読結果	3-15
図 3-4-5	Chitrakoot 地区地すべりの遠景	3-15
図 3-4-6	Chitrakoot 地区の地すべり地に見られる湧水	3-16
図 3-4-7	被災家屋の傾斜方向 (黄矢印は斜面の傾斜方向、赤矢印は家屋の傾斜方向)	3-16
図 3-4-8	Chitrakoot 地区地すべり地の地質断面図	3-17
図 3-4-9	Chitrakoot 地区地すべりのメカニズムの想定図	3-17
図 3-4-10	Chitrakoot 地区の地すべり想定ブロック 1 と 2 の滑動の危険性	3-19
図 3-5-1	地すべり対策工概略図 (岡山県ホームページより引用)	3-21
図 3-6-1	ラ・ビュッテ地すべり対策工位置図	3-25
図 3-7-1	ポートルイス市周辺の地形図	3-26
図 3-7-2	ポートルイスの都市計画図	3-26
図 3-7-3	災害スキームに示された地すべり危険地の分布図 (ポートルイス市周辺)	3-27
図 4-1-1	気象局の組織体 (気象局 Annual Report による)	4-1
図 4-2-1	AWS 観測点 (モーリシャス本島)	4-5
図 4-2-2	観測機材	4-7
図 4-2-3	気象予報システム	4-9
図 4-2-4	気象予報作業	4-9
図 4-2-5	GTS 回線 (WMO-RA-I)	4-11
図 4-2-6	モーリシャス放送 (左) 気象局からの情報受信、(右) TV 画面作画システム	4-12
図 4-3-1	サイクロン被害 (地元紙より) (左) Hollanda (1994) による被害、 (右) 2008 年 3 月の短時間強雨被害	4-15
図 4-4-1	TCP の各地区と予報センター (WMO ホームページより)	4-17
図 4-4-2	海上予報の領域	4-17
図 4-4-3	南西インド洋におけるサイクロン経路図	4-18

略 語 表

略語	英語名称	和 訳
インフラ省	Ministry of Public Infrastructure, National Development Unit Land Transportation and Shipping	インフラ・国家開発ユニット・陸上交通・海運省
環境省	Ministry of Environment and Sustainable Development	環境・持続開発省
自治省	Ministry of Local Government and Outer Islands	地方行政・島嶼省
国土省	Ministry of Housing and Lands	住宅・国土省
保健省	Ministry of Health and Quality of Life	保健・ライフクオリティー省
社会保障省	Ministry of Social Security, National Solidarity and Reform Institutions	社会保障・国家連帯・制度改革省
教育省	Ministry of Education and Human Resource	教育・人材省
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
IOC	Indian Ocean Commission	インド洋委員会
AFD	French Development Agency (Agence Française de Développement)	フランス開発庁
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約
SIDS	Small Island Developing States	小島嶼開発途上国
km	kilometer	キロメートル
MUR	Mauritian rupee	モーリシャスルピー
USD	US Dollars	アメリカドル

第1章 準備調査の概要

1-1 調査の背景・経緯及び目的

モーリシャス共和国（以下、「モ」国という。）は、面積 2,045m²、人口 130 万人（2008 年、UNFPA）を有する島嶼国である。「モ」国の周辺海域で、サイクロンが多く発生する地域であり、その経路が「モ」国付近を通ることから、それに起因する降雨、高潮及び洪水が発生している。また、斜面の多い「モ」国では、その降雨に起因する地すべりなどの自然災害も発生している。

気象分野については、2007 年度に発表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第四次評価報告書によれば、将来の温暖化シナリオの元で「モ」国を含むインド洋西部では、全域的な気温上昇と、年間降雨量の変化が予測されており、年間降雨量や降雨パターンが気候変動により変化する可能性が予測されている。また、年々降雨の変化が拡大する可能性も予想されており、近い将来、「モ」国において、干ばつや洪水が多発する可能性があると考えられている。1999 年の干ばつは、「モ」国の農業セクターにも大きな影響を与えており、防災セクター以外にも影響を及ぼしていることがわかる。また、「モ」国を含む東部アフリカ・インド洋西部地域の気象・気候はエル・ニーニョやインド洋ダイポールモード現象の影響が指摘されており、これらの現象が長雨、干ばつ、熱帯低気圧など異常気象発生に強い影響をもたらすと考えられている。

また、地すべり対策分野においては、我が国は、「モ」国に対し、短期専門家派遣を通じて「ラ・ビュット地区地すべり対策調査（1988 年）」を行っており、引続き、開発調査「ポートルイス市地滑り対策計画調査（1989 年～1990 年）」、有償資金協力「ポートルイス市防災対策事業（1994 年～1999 年）」を実施しており協力実績がある。「モ」国は、狭い国土の上、斜面部が比較的多いことから地すべりによる災害も発生している。また、経済発展に伴う国土開発や気候変動による降雨パターンの変化によって、さらに斜面活動が活発になることも予想される。将来に向けて、地すべり対策を含む都市計画を実施することが、さらなる経済発展につながると考えられる。

このように、「モ」国は、気候変動や自然環境の変化に対して非常に脆弱であり、「モ」国政府も気候変動対策を含む戦略や体制作りを進めているところである。また、緩和策分野では、すでに再生可能エネルギーの利用促進を目的とした基金“*Ile Durable Fund*”の設立等、気候変動対策に取り組んでいる。また、「モ」国のような島嶼国は大陸でのサイクロン被害などを軽減するためにも非常に重要な役割を担い、大陸よりも早い時間にサイクロン監視を行えることから、「モ」国だけではなく、大陸部を含む域内への貢献も期待できるところである。

我が国政府は、排出削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献しようとする開発途上国を支援する方針である。2009 年 9 月に「モ」国はクールアースパートナー国となったことから、気候変動分野における支援を推進していくこととしている。

以上のような背景から、平成 21 年度要望調査において、「モ」国は我が国に対して、「地すべり対策能力向上プロジェクト」と「気象サービス強化プロジェクト」の 2 分野での要請を行い、これら要請の実施妥当性・必要性及び協力内容の検討を行うために、本調査を実施した。

1-2 調査団の構成

調査団員の構成は、表 1-2-1のとおりとする。

表 1-2-1 調査団員構成

No	氏名	担当	所属先	期間(到着-出発)
1	永田 謙二	総括／団長	独立行政法人国際協力機構 国際協力専門員	5月15日 ～5月23日
2	川瀬 淳一	協力企画	独立行政法人国際協力機構 マダガスカル事務所	5月13日 ～5月21日
3	矢野 賢治	防災計画／ 土砂災害対策	日本工営株式会社	4月28日 ～5月27日
4	登内 道彦	気象観測	財団法人気象業務支援センター	4月28日 ～5月27日

1-3 調査日程

本調査の日程については、表 1-3-1のとおりとする。

表 1-3-1 調査日程

			総括	協力企画	防災計画/土砂災害対策	気象観測
1	4月28日	水			日本-南アフリカ(移動)	
2	4月29日	木			南アフリカ-マダガスカル(移動)	
3	4月30日	金			AM JICA事務所打ち合わせ PM マダガスカル-モーリシャス(移動)	
4	5月1日	土			AM レーダーサイト調査(MMS) PM 資料整理	
5	5月2日	日			資料整理	調査取纏め(WMO-TCPレポート)
6	5月3日	月			AM 質問票に対する開取り(MMS) PM World Bank, 財務省, UNDP	
7	5月4日	火			情報収集	AM 質問票開取りつき(MMS) PM EU, ADF
8	5月5日	水			情報収集	資料収集(MMS公開データ)
9	5月6日	木			情報収集	資料収集(MMS出版物, IPCC)
10	5月7日	金			情報収集	AM 観測所調査(Mon-Bois, Blue-Bay) PM 観測部開取り
11	5月8日	土			資料整理	資料収集(MMS年報分析)
12	5月9日	日			資料整理	資料収集(サイクロンレポート)
13	5月10日	月			情報収集	AM 予報会報見学 PM 予報部開取り
14	5月11日	火			情報収集	AM 情報分析(Disaster Comity) PM 情報分析(Climate Change)
15	5月12日	水			情報収集	情報収集(災害データ) (MMS・中央図書館)
16	5月13日	木			マダガスカル- モーリシャス(移動)	情報収集
17	5月14日	金	日本-南アフリカ(移動) PM 団内協議	団内協議 マダガスカル- モーリシャス(移動) インフラ・陸上交通・ 海運省	AM Team Meeting PM 防災データ分析	
18	5月15日	土	AM 南アフリカ-モーリシャス(移動) PM 団内協議	団内協議	AM 調査結果取纏め PM Team Meeting	
19	5月16日	日	団内協議、現地視察		AM チェラクト調査 PM 調査結果取纏め	
20	5月17日	月	<地滑り>インフラ・陸上交通・海運省		AM 環境省 PM MBC開取り	
21	5月18日	火	<地滑り>現地視察		AM MPI-meeting PM 気象局開取り(要請)	
22	5月19日	水	<気象>気象局	情報収集	AM 気象局meeting PM 土砂崩れ地区調査	
23	5月20日	木	<地滑り><気象> (UNDP, GEF, EU: セーシェル支援に係る情報収集)	インフラ・陸上交通・海運省	AM AAP-WG-meeting PM 調査取纏め	
24	5月21日	金	AM モーリシャス-マダガスカル(移動) PM マダガスカル大使館報告・事務所報告			
25	5月22日	土	マダガスカル-ドバイ首長国(移動)		マダガスカル-モーリシャス(移動)	
26	5月23日	日	ドバイ首長国-サウジアラビア(移動)		資料整理	資料収集・分析(AAP)
27	5月24日	月			情報収集	AM 気象局打合せ PM 災害事例調査
28	5月25日	火			情報収集	AM 海岸浸食調査(Souillac) PM 災害・雨量データ収集(MMS)
29	5月26日	水				モーリシャス-南アフリカ(移動)
30	5月27日	木				南アフリカ-日本(移動)

1-4 調査・協議結果の概要

本調査結果に基づき、要請のあった2案件については、両者とも、協力の実施妥当性及び必要性は高いと判断される。

「地すべり対策能力向上プロジェクト」については、Chitrakoot 地区の地すべりが現在も活動しており、同地区の予警報システムや避難体制の構築が急務であることは当然であり、その他にも都市開発に伴い、将来的に活動が活発化するであろう地すべり危険地区が多く存在していることが想定されることから、新しく設置された地すべり対策ユニット (Landslide Management Unit; LMU) の能力向上を通じて、地すべり対策にかかる一連の業務が行えるような体制を強化する必要性は非常に高いと考えられる。

「気象サービス強化プロジェクト」は、「モ」国だけでなく、「モ」国を含む域内への影響・波及の観点からも、実施する意義の大きい案件であると考えられる。また、カウンターパートであるモーリシャス気象局についても、気象レーダーの運用・維持については、能力が十分にあり、基本的には、機材を導入することで、業務が遂行されると考えられ、資金協力としての実施妥当性も高いと思われる。

両案件のカウンターパート (C/P) についても、これら課題に取り組むことに積極的であり、自立発展性も期待される。本調査の詳細については、以下に示すこととする。

1-4-1 地すべり対策能力向上プロジェクト

(1) 想定される援助スキーム

地すべり対策に早急に取り組むべき地域は、現在、地すべり活動が最も活発な Chitrakoot 地区である。インフラ省事務次官の NOWBUTH 氏によると、「地域住民の生活に対する安心を得るためにも地すべりの危険を軽減することが大切であり、構造物 (ハード) 対策による斜面の安定化を最優先事項に考えており、日本を含む各国のドナー機関等の資金協力による大規模な対策工を想定していた。」との由であった。しかし、最も活動が活発といわれる Chitrakoot 地区の地すべりでは、斜面の顕著な変位が確認されるものの、すぐに崩壊につながることは、現段階では検討できず、同地区の地すべりに対する抑止工等のハード対策を講じるべきかどうかは、現段階では判断し兼ねる。斜面の多い「モ」国では、将来、都市開発が進むことで、現在安定している地すべりが活動を始めることも想定され、LMU の組織強化を通じて、地すべり対策にかかる一連の業務を「モ」国で対応できるようにする事の方が重要であるので、技術協力プロジェクトが望ましいと考えられる。

(2) 本案件の実施妥当性及び必要性

地震が少ない「モ」国において、地すべりの誘引要因は降雨である。地球温暖化の影響もあり、降雨パターンが少雨多雨の極端気象に変化している。例えば、地球温暖化による海水温の上昇がよりサイクロン強度を増大させ、それに伴う降雨強度が強くなることが予想される。山間部を含む陸上では、ゲリラ豪雨のような集中豪雨の発生頻度も高まっていくことが考えられる。

また、「モ」国には、地すべり危険地区が 28 箇所あり、地すべりによる経済損失額は 70 百万 USD (約 63.7 億円)、想定被害人口は 2,380 人 (「モ」国人口の 0.19%に相当) と見積もら

れている。また、それら地すべり危険地区 28 箇所のうち 10 箇所は、首都ポートルイス市周辺にある。その中でも最も活動が活発な Chitrakoot 地区もその一つである。

2005 年以降、Chitrakoot 地区の地すべりは、54 世帯の家屋に亀裂等の被害を与えており、14 世帯は移転が必要であるにもかかわらず居住を続けている（19 世帯は新たな場所へ引越し済み。）また、緩斜面の多いポートルイス市を中心に土地開発が進められており、現在は安定している斜面も、計画的な開発をしなければ、新たに地すべり被害を引き起こす可能性は大いにある。

以上の観点から、現在活動中の Chitrakoot 地区の地すべりに対する抑止工ではなく、今後中長期的に、「モ」国が地すべり対策を講じられるように、LMU の人材育成・組織強化を行うことは必要であると考えられる。

1-4-2 気象サービス強化プロジェクト

(1) 想定される援助スキーム

気象サービス強化プロジェクトは、当初の要請内容から変更があり、「ドップラーレーダーの導入」と「地震学及び気象学にかかる研修の実施」の 2 つに整理され、資金協力としての実施が妥当であると思われる。また、無償資金協力の場合、「モ」国は一般プロジェクト無償の対象国ではないので、環境・気候変動対策無償又は防災・災害復興無償などサブスキームの活用が想定される。

(2) プロジェクトの必要性及び妥当性

ドップラーレーダー運用・維持管理の持続可能性

国連開発計画（United Nations Development Programme; UNDP）の支援により 1979 年に設置された気象ドップラーレーダーによって、2005 年までの 26 年間稼働し、サイクロンの通過位置や強雨の場所の予測を行ってきた。ドップラーレーダーが利用できなくなってから、衛星写真によるサイクロン予報を行ってきたが、衛星写真だけでは強い雨雲の位置の特定や降雨予測ができないため、十分な気象・防災情報がない状況である。以前は、ドップラーレーダーを有しているレ・ユニオンからインターネット経由でドップラーレーダー画像を受信していたが、現在は受信していない。レ・ユニオンは、「モ」国から約 200km 西方に位置しているため、東方から来るサイクロンをレーダーで捕らえることができず、「モ」国にとって有益な情報を入手することはできていない。

MMS は、気象観測機器の保守・点検等のための人材や予算を安定して確保しており、新しくドップラーレーダーが導入されれば、インストール作業や保守点検のための数名の MMS 予報部の気象技師に技術移転を行うだけで、中長期的な運用が期待できる。また、MMS の技術士は、気象観測や電気などの基礎知識は有しており、短期間の研修で技術移転は可能になると想定される。また、「モ」国には、年平均 1 回の大規模サイクロンが襲来するが、そのような気象災害が予測された場合、防災関係機関（例：警察、軍、沿岸警備隊など）への連絡体制も整備されており、ドップラーレーダーの導入によってサイクロン予測や降雨予測が可能になるため、関係機関や住民への警報発令のための時間や災害発生に備えるための時間が確保できる

ことで避難も可能になり、減災効果が高まることも期待できる。

以上の理由から、資金協力を通じて MMS に対してドップラーレーダーを導入することの妥当性は高いと考えられる。

ドップラーレーダー導入による広域レベルでの裨益効果

世界におけるサイクロン対策は、世界気象機関（World Meteorological Organization;WMO）の熱帯サイクロンプログラム（Tropical Cyclone Programme;TCP）が国際的な連携をとりながら進めている。南西インド洋を主な対象地域としているアフリカ地区（RA-1）は、レ・ユニオン・「モ」国・マダガスカルが主なメンバーで、MMS 局長がその議長を務めている（熱帯サイクロンセンター（Tropical Cyclone Center）は、レ・ユニオンにある。）。マダガスカル（東経 55 度以西）と「モ」国（東経 55 度以东）には、サブ地域熱帯サイクロンアドバイザリーセンター（Sub-regional Tropical Cyclone Advisory Center）があり、同地域のサイクロンの監視に重要な役割を果たしている。また、「モ」国は、ロドリゲス島などに遠隔観測所を有しているため、赤道～南緯 30 度、東経 55 度～95 度の範囲の船舶に対し、通常時の情報提供を行っている。よって、「モ」国にドップラーレーダーを設置するということは、降雨・風向・風速を含むサイクロン予報精度の向上に貢献するということであり、「モ」国だけではなく域内に及ぼす役割・効果が高く、本プロジェクトを実施する必要性も高いと考えられる。

第2章 気候変動に関する取組みと防災関連セクターの概要

2-1 気候変動に関する現状

「モ」国は、南西インド洋に位置する島嶼国で、暖かく湿度の高い夏（11月～4月）と涼しく乾燥した冬（6月～9月）の2季に分類され、夏季の平均気温は24.7℃、冬季の平均気温は20.7℃と、1年を通して温暖な気候に恵まれている。年間降水量は2,010mm（1971～2000年平年値）で、夏季に67%、冬季に33%の降雨がある。「モ」国のサイクロンシーズンは、11月から翌年の5月中旬である。

「モ」国における気候変動の影響は、すでに現われており、全観測地点の平均気温が、1961-1990年平年値に比べ0.74～1.2℃上昇しており、都市部ではその傾向がさらに強いが、ロドリゲス島、セント・ブランドン島及びアガレガ島においても同様の傾向が見られる。

「モ」国における海面水位は1950～2000年の期間で、ポートルイス市で1.5mm/年、ロドリゲス島で1.3mm/年の水位上昇が観測されている（Church, et al., 2006）。また、1987～2007年の観測データからは、後半10年間（1997～2007年）で2.1mm/年の上昇が観測されており、上昇速度が加速している状況にあり、IPCC第四次報告書（WGII AR4）の結論と合致する。

1905～2007年の「モ」国における年降水量は減少傾向にある。特に、最後10年間（1997～2007年）の平均降水量は、1950年代に比べて8%減少しており、乾季が次第に長期化しており、夏の雨季の開始が遅れる傾向が顕著になりつつある。それにより、水不足が発生し、農業・観光・工業等にも影響を及ぼしつつある。

その一方で、2～3月においては、強い降雨に伴って洪水回数が増加しており、この20年間で、極端な気象現象の増加（強雨や大規模サイクロンの増加）が目立ってきている。サイクロンの発生回数に変化はないが、中心付近の最大瞬間風速が時速165km（秒速約45.8m/s）を越すサイクロンが増加している。

また、「モ」国で発生する地すべりの誘引要因は降雨だが、気候変動による降雨パターンの変化に伴い、地すべりの発生が増加することも想定される。

「モ」国を含むインド洋の島嶼国は、人間活動が環境に与える影響を最小限にとどめるよう、海岸・農業・水・健康・観光・海洋を中心とするステークホルダー・地域コミュニティ・NGOなどと高リスク地域の特定などの取組みを行っている。

1998年に国家気候委員会（National Climate Committee）が「Climate Change Action Plan」を出版した。それによると、海面上昇による土地の損失は、国土の0.5%にあたる1,300haに及び（2m標高データによる）、特に危険な地域は、島の南西部・北部・Terre Rougeの河口であるとまとめられている。Llot及びMorneでは、海面が2m上昇した場合、その地域の84%にあたる0.371km²が影響を受け、Flic-en-Flacでは1mの海面上昇で約26,000m²の海岸が失われ、洪水により海岸の主要道路の12,725m、第二主要道路の24,475mが影響を受けると予想されている。また、Flic-en-Flac (West)、Le Morne (SW)、Riambel (South)、Pointe d'Esny (SE)、Cap-Malheureux、Grand Bay (North)では海岸浸食による被害が予想され、サンゴ礁のないBaie du Tamarinでは被害が深刻で、海岸線が10m以上後退している箇所が存在している。

2-1-1 気候変動に関する政策・計画・取組み

「モ」国は、1990年に国家気候委員会を設立して、1992年に作成された国連気候変動枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change;UNFCCC）に沿って、1998年には、気候変動行動計画（A Climate Change Action Plan）を作成し、積極的に気候変動対策に取り組んでいる。このように、他国に先駆けて気候変動に関する検討が行われており UNFCCC の枠組みに沿った以下の報告をとりまとめている。

また、1994年から実施されている小島嶼開発途上国行動プログラム（バルバドスプログラム）は小島嶼国の国家開発計画の枠組みを示したものといえる。同プログラムにも、UNFCCC に示された気候変動対策や自然・環境災害に関する方向性が示されており、このプログラムに沿って計画や施策が実施されている。ただし、環境省でのヒアリングにおいて、セクター毎の政策や計画などは策定されているものの、それらを国家として包括した政策は策定されていないとの説明を受けた。

(1) 国家気候委員会（1990年設立）

「モ」国は、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の最初の批准国として気候変動対策に取り組んでいる。「モ」国は、非付属書I国（小島嶼国）であり、同条約による温室効果ガスの削減義務を負っていないものの、首相府を長として関係省庁や研究機関から構成される国家気候委員会によって気候変動に関わる対応が進められている。1991年の国家気候委員会の第2回会議において、気候変動の緩和・適応のための政策と対策の策定のために、4つのワーキンググループ（農業、沿岸部、エネルギー・水資源、及び、健康・大気に関する気候変動の影響の評価）が設置され、1995年に5つ目のワーキンググループ（温室効果ガスに関わる情報収集）が設置された。

(2) 気候変動行動計画（1998年）

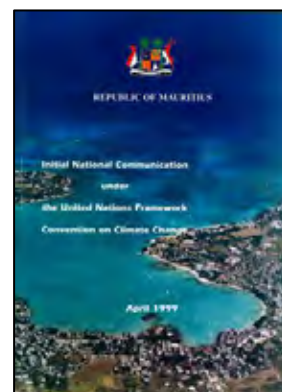
1998年、国家気候委員会によって、米国カントリースタディプログラムの支援の下、気候変動行動計画が作成された。同行動計画には、現状のとりまとめ・評価とセクター別の対策が示されている。さらに、農業、沿岸、エネルギー、運輸、漁業、林業、廃棄物処理、水資源の8セクター（46項目）の行動計画が作成されている。同行動計画は、データ収集やモニタリングの基礎資料整備、脆弱性やリスクの評価、能力や技術の開発、啓発などとともに、具体的な対策を含んでいる。



(3) UNFCCC 第1次国別報告書（Initial National Communication under UNFCCC, 1999年）

「モ」国は、UNFCCCの第4条と第12条に従って、第1次国別報告書を提出した。同報告書は、一般情報と温室効果ガスに関わる情報、脆弱性、観測・調査、教育・訓練・啓発についての記述に続き、2020年までの予測と重要政策についてセクターごと（エネルギー、運輸、農業、土地利用・林業、廃棄物処理）にまとめられている。

さらに、エネルギー・工業、運輸、沿岸部、農業、漁業、林業、廃棄物処理、水資源の8つのセクターについて、上記（3）の行動計画



と同様な計画が“Mitigation and Adaptation Options”として示されている。

(4) モーリシャス戦略 (Mauritius Strategy for the Further Implementation of the Programme of Action for the Sustainable Development of Small Island Developing States) (2005 年)

1994 年のバルバドスプログラムの開始から 10 年を経た 2005 年 1 月にポートルイス市において、第 2 回国際会議が開催され、プログラムのさらなる推進のためのモーリシャス戦略について合意された。この戦略は 20 項目から構成され、その第 1 項目に気候変動と海面上昇、第 2 項目に自然及び環境災害について述べられている。

(5) 棚卸し・関係者協議報告書 (Stocktaking and Stakeholder Consultation, 2006 年)

同報告書は、UNFCCC 第 2 次国別報告書 (UNFCCC Second National Communication) のとりまとめの前に、行動計画 (上記 (2)) や UNFCCC 第 1 次国別報告書 (上記 (3)) で示された計画に基づいた活動やその結果をまとめ、整合性を確認した上、今後の計画や活動の方向性を定めることを目的として作成された。同報告書の構成は、国別報告書と類似しており、一般情報と温室効果ガスに関わる情報のとりまとめに続き、緩和策に関わるエネルギー・運輸・廃棄物の 3 つのセクターについてのとりまとめ、適応策に関わる農業・土地利用と林業・沿岸資源・水資源・健康・海洋資源の 6 つのセクターに関するとりまとめを行っている。



(6) Mauritius Ile Durable (MID, 2008 年)

「モ」国首相によって発表された持続可能な開発を促進する長期ビジョンである。2028 年までに化石燃料への依存を 65%にするために再生可能エネルギーの利用とエネルギー利用の効率化を謳っている。このビジョンを実現するために、MID 基金が創設され、2008 年度は 13 億 MUR (約 4,000 万 USD) の資金が提供された。また、UNDP は、MID のための国家政策策定、MID 基金の増強、技術支援のために 25 万 USD の資金を投入して、2009 年 1 月から 2 年間のプロジェクトを開始した。

(7) モーリシャス戦略国別評価報告書 (Mauritius Strategy for Implementation National Assessment Report 2010, 2010 年)

モーリシャス戦略 (上記 (4)) で示された 18 項目について、現状のとりまとめに続き、懸念される点、進捗、今後の方向が示されている。気候変動と海面上昇及び自然・環境災害については、それぞれ表 2-1-1 と表 2-1-2 に示すとりまとめがなされている。

表 2-1-1 気候変動と海面上昇に関するとりまとめ

懸念	気温の上昇
	降雨の減少
	極端な気象現象
	海面上昇
進捗	Mauritius Ile Durable (MID) Fund
	分野別政策とアクションプラン
	Sensitization、意識向上
今後	MID Fund からの財政支援
	環境・国家開発ユニット省の気候変動ユニット
	モーリシャス気候変動緩和・適応計画

表 2-1-2 自然・環境災害に関するとりまとめ

懸念	自然・環境災害に対する脆弱性の大きさ
	無視できない化学物質流出
進捗	自然災害事前準備計画
	流出偶発事故対応計画
	定期的なモニタリングと演習
今後	技術能力、事前準備、早期警戒、情報伝達手段の強化

2-1-2 気候変動に関わるプロジェクト

「モ」国において、気候変動に関して実施されている主な支援は、「日本政府・UNDP 共同枠組みによるアフリカ気候変動適応策支援プログラム (Africa Adaptation Program;AAP)」、「インド洋委員会 (Indian Ocean Commission;IOC) による ACCLIMATE (気候変動適応) プロジェクト」及び「IOC による自然災害リスク管理フィージビリティ調査 (F/S) (フランス開発庁 (AFD))」である。

(1) アフリカ気候変動適応策支援プログラム (AAP)

AAP はアフリカ 21 カ国を対象にした事業として 1.2 億 USD の予算が確保されて、2009 年 12 月から 2 年間の予定で実施されている。対象国の 1 つである「モ」国には、約 3 億円の予算が割り当てられ、表 2-1-3 に示す事業が行われている。

表 2-1-3 AAP 概要 (JICA マダガスカル事務所の資料による)

事業名	モーリシャス気候変動適応策への包括的支援 (技術協力)
期間	2009 年 12 月～2011 年 12 月 (2 年間)
金額	2,987,004 USD (約 3 億円)
実施機関	環境・国家開発ユニット省 (2010 年 5 月以前)
目的	気候変動適応策を国家開発計画/政策および制度枠組みに統合させ、主流化する
成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内在する不確実性に対処する力強い長期的な計画策定の仕組みが導入される ・ 気候変動のリスクと状況に対処する統率能力と制度的な枠組みが地方と国家レベルの統合する中で強化される ・ 優先セクターにおいて気候に対応する政策と対策が実施される ・ 国家が適応にかかる資金の調達を選択肢が地方、国家、地域、広域へと広がる ・ 国家開発プロセスを気候変動のリスクと状況に完全に組み込むように調整する知識が創生され、全てのレベルで共有される

インセプションワークショップ（2010年4月21日、22日）

JICA マダガスカル事務所提供の資料によると、「モ」国政府と UNDP 主催で、2010年4月21日と22日に AAP のインセプションワークショップが開催された。同ワークショップでは、防災、環境政策、水資源、農業、観光、教育の6つの委員会に分かれて、2010年末までに取組むべき事業にかかる議論が行われた。防災の委員会では、将来、「モ」国が、温暖化による海面上昇と極端気象の危険にされされることを想定して議論が行われ、以下の5つの課題が取り上げられた。

- a) 海面上昇によるリスクマネジメント
- b) 海岸浸食保護（護岸・珊瑚礁保護）
- c) 地すべり対策
- d) サイクロン対策
- e) 被害評価

また、今後必要な活動として、以下が挙げられた。

- a) 地球規模の気候変動モデルのダウンスケーリング（空間の細分化）
- b) 気候変動モデルに関する研修実施
- c) 気候変動に関する既存の調査研究結果やデータの一覧表（インベントリー）作成
- d) 現地追加調査をするための人材の追加確保
- e) 危険度マップの作成

特に、優先度・緊急度が高い活動として「e) 危険度マップの作成」が取り上げられ、さらに深く掘り下げて取組むべき活動が以下のとおり取りまとめられた。

- a) 海面上昇に備えた沿岸部の浸水危険度マップ
- b) 大雨に備えた内陸部の浸水危険度マップ
- c) 地すべり危険度マップ

上記 c) のとおり、地すべり危険度マップの更新が最重要課題として整理されたが、その他にも、以下の活動が必要であるとされた。

- a) 地質調査（表流水や地下水調査も含む）
- b) 地すべり計測機器の更新・導入
- c) 地すべり対策ユニット（LMU）の強化
- d) 地すべり警報システムの強化
- e) 地すべり予報システムの構築

また、気象サービス強化については、将来、サイクロンの強度が増し、発生頻度が増えることで被害が大きくなる可能性に備え、より精度の高い気象観測能力をつけることが肝要であるとされた。現在のように、15分ごとに送信される衛星画像を使った予報を続けることやドップラーレーダーの更新ができていないことが問題として整理された。

防災に関する第1回委員会（2010年5月20日）

MMS において、今後の具体的な活動内容を確認・設定するための同委員会が開催された。出席者は、MMS、国家開発ユニット、国土省、環境省、警察局、中央統計局などの代表であり、本調査団員もオブザーバーとして参加した。

同会議では、以下の項目について活動内容やスケジュールについて議論がなされた。

- a) モデリングとダウンスケーリング
- b) 洪水発生地域の現地踏査
- c) 災害リスク管理のためのデータベースの構築
- d) 災害リスク・脆弱性マッピング
- e) Climate Change Marine Indicators
- f) 機材
- g) 啓発活動

上記 d) のうち、地すべりのリスクマップの作成については、日本の協力を期待する部分であるとの由であり、f) 機材についても、ドナーからの支援に期待している部分とのものである。特に、ドップラーレーダーについては日本へ支援を要請していることが会議議長である Beebejaun 氏（MMS 副長官）から述べられた。

(2) インド洋委員会（Indian Ocean Commission;IOC）による ACCLIMATE プロジェクト

IOC では、加盟 5 カ国を対象とした気候変動適応プロジェクトを 2008 年末より 3 年間の予定で開始した。予算は 370 万 EURO である。本プロジェクトの目的は、気候変動適応策に関して IOC 加盟国間の協力枠組みを設立することであり、以下の 3 事項が戦略として挙げられている。

- a) 気象観測能力の強化
- b) 気候変動の影響調査の実施
- c) 地域戦略の構築

(3) IOC による自然災害リスク管理フィージビリティ調査（F/S）

同 F/S は約 1 年間で実施される予定で、その目的は以下のとおりであり、IOC 加盟 5 カ国の各々の地域における自然災害リスクを明確にした上で、今後実施すべき事業の内容、タイムフレーム、資金が検討される。

- a) 自然災害からの加盟国の住民を守る。
- b) 地域間のつながりを強化し、自然災害リスクを軽減する。
- c) 自然災害への対応能力を強化するために、適応メカニズムと適応策を促進する。

AFD は、この F/S に無償資金協力を実施しており、F/S 終了後は必要な事業に他のドナーと協調融資を行う計画である。2010 年 6 月に発表された当 F/S 調査の中間報告によると、

Chitrakoot 地区の地すべり対策について具体的な言及があることから、当該案件にて課題となっている Chitrakoot 地区の地すべり対策の緊急性・必要性を IOC も認識していることが分かる。また、それ以外にも、若年層の自然災害リスクに関する意識化・啓蒙、自然災害リスク軽減に関する省庁横断的なプラットフォームの設立等も実施される見込みである。

2-2 防災セクター

2-2-1 防災分野に関する政策・計画

政策

防災分野に限った政策はまとめられていないものの、2-1-1項で述べた気候変動に関する政策の中には、以下にまとめるとおり、防災に関する項目が含まれている。

(1) 気候変動行動計画 (1998 年)

同アクションプランの第 11 章に示されている適応策の第 1 項目に、Disaster Preparedness (災害への準備) が挙げられている。ここでは、サイクロンや洪水の発生予測があった場合に、適切な対応 (避難活動など) を行うための防災教育や啓発活動の必要性が述べられている。

(2) モーリシャス戦略国別評価報告書 (2010 年)

本報告書の第 2 項において、自然・環境災害についてまとめられている。ここで対象としている自然災害は、サイクロン、豪雨、地すべり、高潮、津波である。懸念される点、進捗、今後の取組みについて、表 2-2-1 に示すとおりまとめがなされている。

表 2-2-1 自然・環境災害に関するとりまとめ

懸念	自然・環境災害に対する脆弱性の大きさ
	無視できない化学物質流出
進捗	自然災害事前準備計画
	流出偶発事故対応計画
	定期的なモニタリングと演習
今後	技術能力、事前準備、早期警戒、情報伝達手段の強化

計画

国家レベルの防災計画として、「モ」国首相府によって、Cyclone and Other Natural Disaster Scheme (以下、災害スキームという。) と称する災害緊急対応計画が制定されている。災害スキームは、中央災害委員会 (Central Cyclone and Other Natural Disaster Committee) によって、毎年 10 月に改訂・修正されている。災害スキーム 2009-2010 版では、表 2-2-2 に示すように 4 種類の災害に関する対応計画から構成されている。

表 2-2-2 災害スキームの構成

A	Cyclone Emergency Scheme (サイクロン緊急計画)
B	Torrential Rain Emergency Scheme (集中豪雨緊急計画)
C	Landslide Emergency Scheme (地すべり緊急計画)
D	Tsunami Emergency Scheme (津波緊急計画)

各々の災害に対する緊急計画の中で、警報の発令基準や情報伝達などについて具体的に規定されている他、次項で述べるように関係機関の役割や連携についても明記されている。

2-2-2 防災分野に係わる組織体制

「モ」国首相府が、自然災害管理に関する責任を有する国家最高機関である。災害スキームの中で国家レベルの災害対応組織である中央災害委員会についての規定が示されている。

中央災害委員会は、閣僚会議議長兼民間サービス長官（Secretary of Cabinet & Head of Civil Service）が委員長であり、首相府内務長官（The Secretary for Home Affairs, Prime Minister's Office）をはじめとする 57 の関係省庁や公共機関の代表者が委員を務める。同委員会の役割を表 2-2-3に示す。

表 2-2-3 中央災害委員会の役割

(a) 「スキーム」のレビュー
(b) Cyclone refugee Centres（サイクロン避難所）のリストの最終化
(c) 準備、救助、復旧、復興作業に関わる命令の発令

中央災害委員会は、災害が発生することが予想されたり、災害が発生したりした時に招集され、事前の緊急対応準備に関わる管理を行う。ただし、平時に行う減災などに関する役割については明記されていない。