

## 0. 要旨

本事業はモーリシャスにおいて気象レーダーシステムを整備することにより、サイクロン等気象現象の監視能力強化を図り、もって同国の自然災害による被害の軽減に寄与するものであった。本事業の妥当性は 1) 開発政策との整合性、2) 開発ニーズとの整合性及び 3) 事業計画やアプローチの適切性の 3つの視点で全て対応したものになっている。整合性は 1) 日本の開発協力方針との間で整合が認められ、2) 内的整合性として、JICA 技術協力「気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（2019年～2024年）」との間で連携が認められる。また 3) 外的整合性として、国連防災世界会議（WCDRR）の方針との間で整合が認められる。よって、妥当性・整合性は高い。効率性は、事業費が計画を少し上回っていると推測され、事業期間は計画を大幅に上回っていることから、やや低い。有効性は、全ての定量的指標で目標値を達成しており、いくつかは計画を上回る達成となっている。またソフトコンポーネントは定量的効果の発現を下支えしている。インパクトとしては、モーリシャス気象局（MMS）が本事業によりの確な気象情報を迅速に提供できるようになったことで、国家災害リスク削減管理センター（NDRRMC）及び各種メディアも国民に的確な気象情報を迅速に提供できるようになっている。またそうした情報の提供は、国民及び観光業従事者による災害被害の緊急対策にも繋がっている。更に同国における本事業及び複数の JICA 技術協力プロジェクトの実施が南西インド洋・南東部アフリカ地域を対象とした「防災プラットフォーム」立ち上げの機運を高め、設立に結び付けただけでなく、当初よりも規模を拡大して活動が行われている。こうした地域課題に取り組む地域的な展開は、当初計画を上回るものであることから、有効性・インパクトは非常に高い。本事業の運営・維持管理には組織・体制に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いと言えることから、事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

## 1. 事業の概要



事業位置図（出典：外部評価者）



気象レーダー塔（出典：外部評価者）

## 1.1 事業の背景

モーリシャスは、サイクロン（熱帯低気圧）の多発地域である南西インド洋に位置する島嶼国であり、サイクロンによる暴風雨や高潮、洪水、地滑り等、自然災害に脆弱な国である。本事業実施前、豊かな自然を活かした同国の観光業はGDPの約17%<sup>1</sup>を占め、全労働人口の約17%<sup>2</sup>を雇用していた。また自然の影響を強く受ける同国の農業はGDPの約3%<sup>3</sup>を占めるに過ぎなかったが、全労働人口の約7%<sup>4</sup>を雇用していたことから、サイクロンは同国の経済にも大きく影響を及ぼすものとなっていた。そのような中で、近年の地球温暖化はサイクロンの勢力を強め、自然災害による被害もこれまで以上に激甚化することが懸念されていたことから、同国では、サイクロン等に対する適切な災害対策の整備が喫緊の課題となっていた。

## 1.2 事業概要

本事業はモーリシャスにおいて気象レーダーシステムを整備することにより、サイクロン等気象現象の監視能力強化を図り、もって同国の自然災害による被害の軽減に寄与するものである。

供与限度額/ 実績額	(I) 1,079 百万円、1,150 百万円（変更） / 1,150 百万円 (II) 190 百万円 / 190 百万円	
交換公文締結/ 贈与契約締結	2013 年 6 月、2013 年 12 月（第 1 回変更）、 2015 年 11 月（第 2 回変更）、2018 年 3 月（第 3 回変更） / 2013 年 6 月、2013 年 12 月（第 1 回変更）、 2015 年 11 月（第 2 回変更）、2018 年 3 月（第 3 回変更）	
実施機関	モーリシャス気象局（MMS）	
事業完成	2019 年 3 月	
事業対象地域	バコアス（MMS 本局サイト） トゥル・オ・セルフ（気象レーダー塔サイト）	
案件	本体	丸紅(株)・清水建設(株)共同企業体
従事者	コンサルタント	(株)国際気象コンサルタント・(一財)日本気象協会共同企業体
協力準備調査		2011 年 10 月～2012 年 8 月
関連事業		JICA 技術協力「気象観測及び予警報能力向上プロジェクト」 (2019 年～2024 年)

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

石森 康一郎（Value Frontier(株)）

### 2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2021 年 10 月～2023 年 1 月

現地調査：2022 年 1 月 17 日～1 月 28 日、2022 年 4 月 9 日～4 月 14 日

<sup>1</sup> <https://www.statista.com/statistics/1262269/contribution-of-travel-and-tourism-to-gdp-in-mauritius/>

<sup>2</sup> <https://www.statista.com/statistics/1262276/share-of-employment-in-travel-and-tourism-in-mauritius/>

<sup>3</sup> <https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=MU>

<sup>4</sup> <https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS?locations=MU>

### 3. 評価結果（レーティング：A<sup>5</sup>）

#### 3.1 妥当性・整合性（レーティング：③<sup>6</sup>）

##### 3.1.1 妥当性（レーティング：③）

###### 3.1.1.1 開発政策との整合性

事前評価時における国家開発計画「Mauritius Strategy for the Further Implementation of the Programme of Action for the Sustainable Development of Small Island Developing Countries（2005年）」は、自然災害による被害を軽減するため、サイクロン等気象現象の早期警戒能力強化を掲げていた。また「Mauritius Strategy for Implementation - National Assessment Report 2010-（2010年）」も同様にサイクロン等の気象現象の早期警戒能力の強化を掲げていた。セクター計画「A Climate Change Action Plan（1998年）」は、気候変動に対応するためのデータ収集や、モニタリングのための基礎資料整備、脆弱性やリスクの評価、能力や技術の開発と共に、モーリシャス気象局（MMS）の役割の重要性について触れていた。

事後評価時における国家開発計画「Mauritius Vision 2030 -Innovative and Globally Competitive-（2017年）」は、一次産業から三次産業（特に金融業や情報通信業、観光業）への産業構造の転換を図ろうとしている。同計画では気象現象の早期警戒能力強化について触れられてはいないものの、その強化はビーチリゾートの開発等豊かな自然を活かした観光業を促進する上で、必要不可欠なことである。セクター計画「Intended Nationally Determined Contribution for the Republic of Mauritius（2015年）」の更新版「Update of the Nationally Determined Contribution of the Republic of Mauritius（2021年）」は、引き続き気候変動に対応するためMMSが的確な気象情報を迅速に提供することの重要性について触れている。

上記より、本事業はMMSにおいてサイクロン等気象現象の監視能力強化を図ったものであったことから、事前評価時及び事後評価時におけるモーリシャスの開発政策と整合している。

###### 3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

モーリシャスでは国連開発計画（UNDP）の支援で据え付けられた気象レーダーシステムが1979年から観測を開始していたが、2002年のサイクロン・ディナによる被害及びメーカーからの部品供給の断絶により、以降運用が停止されていた。以来MMSは、サイクロン等気象現象の監視を欧州気象衛星開発機構（EUMETSAT）が運用する気象衛星（METEOSAT）による低解像度の衛星画像や隣国の仏領レユニオンが運用する気象レーダーによる観測範囲の限られたレーダー画像に依存せざるを得ず、全土において的確な気象情報を迅速に提供することができない状況にあった。

<sup>5</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>6</sup> ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

事後評価時における MMS の統計によると、1981 年～2000 年にモーリシャスの位置する南西インド洋で発生したサイクロンの数は 67 で、年平均 3.35 であったが、次の 20 年の 2001 年～2020 年の数は 102 で、年平均 5.1 と増加傾向にある。特に直近 3 カ年（2018 年～2020 年）の数は 24 で、年平均 8 と過去 40 年の年平均の 2 倍に近い。また地球温暖化は海水温の上昇をもたらしているが、海水温が高いほど上昇気流が強まり、サイクロンの勢力も増すため、今後サイクロンによる被害がこれまで以上に激甚化することも予想される。そのための確な気象情報の迅速な提供は、モーリシャス国民の安全のみならず、自然に依拠した観光業及び農業にとっても重要である。

本事業は MMS において高解像で観測範囲の広い気象レーダーシステムを整備することにより、気象現象の監視能力強化を図ったものであったことから、事前評価時及び事後評価時における開発ニーズと整合している。

### 3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

過去の類似案件の事後評価より、ソフトコンポーネントによる気象予報官のレーダー解析能力及び技士の電気施設整備能力強化の重要性が指摘されていたため、本事業でも同内容を含むソフトコンポーネントが実施され、効果の発現に繋がっていることから、適切な事業計画であったと判断される。

## 3.1.2 整合性（レーティング：③）

### 3.1.2.1 日本の開発協力方針との整合性

第 4 回アフリカ開発会議（TICAD IV）の「横浜行動計画（2008 年）」は、5 つの重点課題の一つである「環境・気候変動問題への対応」にて、「早期警戒体制の構築」を重視していた。また議長サマリーとして「島嶼国に対する特別な配慮の必要性」が指摘されていた。これを受けた「対モーリシャス国別援助方針」の「事業展開計画（2012 年）」は、「環境・気候変動・防災」に係る協力プログラムを重視していた。

本事業は、「横浜行動計画（2008 年）」の掲げる島嶼国における気候変動対策の一環として、サイクロン等の気象現象の早期警戒体制の構築を図ったものであったことから、事前評価時の日本の開発協力方針と整合していた。

### 3.1.2.2 内的整合性

事前評価時までには実施された JICA の関連事業はない。

事後評価時に実施されている JICA 技術協力「気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（2019 年～2024 年）」は、本事業で整備された高解像で観測範囲の広い気象レーダーシステムを活用して、MMS がエリア毎に異なる警報を発表できるように支援する等、MMS 職員の気象観測及び予警報能力向上を図っている。当該技プロは、新型コロナウイルス感染症（以下、「コロナ」）拡大の影響を受け進捗が遅れているため、本事業との連携による当初想定の結果（MMS がエリア毎に異なる警報を発表

できるようなる等) や相乗効果の発現には至っていない。しかしながら、本事業及び当該技プロは、ともに MMS における気象現象の監視能力強化を図り、もって自然災害による被害軽減に寄与することを目的に連携していることから、事後評価時における内的整合性が確認される。

### 3.1.2.3 外的整合性

事前評価時に規定されていた第2回国連防災世界会議(WCDRR II)の「兵庫行動枠組(2005年)」は、5つの重点課題の一つである「リスクの特定、評価、観測及び早期警戒」にて、「リスクにさらされている人々にも時宜を得てわかりやすい早期警戒システムを開発する」ことを掲げていた。

事後評価時に規定されている WCDRR III の「仙台防災枠組(2015年)」は、4つの重点課題の一つである「災害リスクの理解」にて、「信頼性のあるデータにリアルタイムでアクセスし、地理情報システム(GIS)等による空間情報を活用できるようにすると共に、データの収集、解析、提供を向上させる」ことを掲げていた。

上記より、本事業は WCDRR の「兵庫行動枠組(2005年)」及び「仙台防災枠組(2015年)」の掲げる重点課題に沿ったものであることから、事前評価時及び事後評価時における外的整合性が確認される。

上記をまとめると、本事業の妥当性に関しては、1) 開発政策との整合性、2) 開発ニーズとの整合性及び3) 事業計画やアプローチの適切性の3つの視点で全て対応したものになっている。整合性に関しては、1) 日本の開発協力方針との整合性として、TICAD 及び国別援助方針等との関係で整合性が認められる。また2) 内的整合性として、JICA 技術協力「気象観測及び予警報能力向上プロジェクト(2019年~2024年)」は、まだ本事業との具体的な連携による成果や相乗効果を及ぼすには至っていないものの、本事業との連携自体は認められる。更に3) 外的整合性として、本事業との具体的な連携や連携による成果や相乗効果を及ぼしてはいないものの、WCDRR の方針との整合性は認められる。以上より、妥当性・整合性は高いと判断される。

## 3.2 効率性(レーティング:②)

### 3.2.1 アウトプット

本事業におけるハード面のアウトプットは、計画どおりであった。

表 1：ハード面のアウトプットの計画と実績

	計画		実績	
	MMS 本局	観測所	MMS 本局	観測所
施設建設				
気象レーダー塔	—	一棟	—	計画どおり
機材調達				
気象レーダーシステム	—	一基	—	計画どおり
気象レーダーデータ表示システム	一式	一式	計画どおり	計画どおり
気象データ通信システム	一式	一式	計画どおり	計画どおり

出所：JICA、MMS 提供資料

ソフト面のアウトプットは、当初計画は以下の①～③のみであったが、MMS から④～⑨に係る技術指導も希望され、その必要性が認められたことから④～⑨が追加された。

表 2：ソフト面のアウトプットの計画と実績

	計画	実績
①気象レーダー点検、故障探求、処置・復旧	1.3MM	計画どおり
②気象レーダー運用・維持管理	1.3MM	計画どおり
③気象レーダー観測	1.0MM	計画どおり
④気象レーダーの基礎知識	—	0.2MM
⑤気象レーダープロダクトの気象予報業務への反映	—	0.5MM
⑥気象データ通信システム運用、点検、故障探求、処置・復旧	—	0.1MM
⑦パワーバックアップシステム運用、点検、故障探求、処置・復旧	—	0.1MM
⑧測定器を使用した気象レーダー管理技術	—	0.3MM
⑨Web サーバー故障探求及び Web サイトによる気象レーダープロダクトの公開	—	0.1MM
合計	3.6MM	4.9MM

出所：JICA、MMS 提供資料

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

計画での日本側事業費は 1,079 百万円で、モーリシャス側事業費は 191 百万円であった。よって、総事業費は 1,270 百万円であった。

実績での日本側事業費は急激な円安の影響を受け供与限度額 (1,079 百万円) を上回る見込みとなったため、本事業は第 I 期と第 II 期に分けられて実施されることとなった。それでも第 I 期が 1,150 百万円、第 II 期が 190 百万円となり、合計の 1,340 百万円は当初供与限度額より 261 百万円増加した<sup>7</sup>。しかしながら本事業で計画された施設建設及び機材調達は、何れも事業効果の発現に欠かせないものであったことから、適切な対応であったと判断される。他方で、モーリシャス側事業費の詳細については不明が多く、正確な数字はわからないものの、最大の支出費目であった付加価値税が

<sup>7</sup> 急激な円安 (2013 年 3 月閣議時：1 ドル 79.89 円→同年 10 月閣議時：1 ドル 99.43 円) により、施設建設費が増大する見込みとなったため、2013 年 12 月に第 1 回修正 E/N・G/A で 1,150 百万円 (施設：451 百万円、機材：583 百万円、設計監理：115 百万円) に増額された (なお合計は 1,149 百万円であったが修正 E/N・G/A 限度額は 1,150 百万円とされた)。また急激な円安の継続 (2013 年 10 月閣議時：1 ドル 99.43 円→2015 年 7 月：1 ドル 119.08 円) により、施設建設・機材調達が入札不調となり、一部機材のスコープカットを行い再入札することとなった。しかしスコープカットされた機材 (気象レーダーデータ表示システム、気象データ通信システム等) は気象レーダーシステムの根幹をなすものであったため、第 II 期として 190 百万円 (機材：162 百万円、設計監理：28 百万円) が追加された。

計画比で約 19 百万モーリシャスルピーの減少となっていることから、他の不明となっている費目の実績がある程度計画以上になっていたとしても、合計としては計画の 191 百万円を下回っていたと推測される。

上記より、日本側事業費が計画を上回っているものの、モーリシャス側事業費は計画内に収まっていると推測される。そのため総事業費は 1,531 百万円 (=1,340 百万円+191 百万円) を下回っていると推測され、計画比で 100%以上 125%以下となることから、計画を少し上回っていると推測される。よって、事業費の効率性は高いと評価する。

表 3：事業費の計画と実績

	計画	実績	
総事業費	1,270 百万円	1,478 百万円	
日本側事業費	1,079 百万円 <sup>8</sup>	1,340 百万円	
	施設建設：385 百万円	(I) 678 百万円	(II) 0 百万円
	機材調達：578 百万円	(I) 380 百万円	(II) 162 百万円
	設計監理：115 百万円	(I) 92 百万円	(II) 28 百万円
モーリシャス側事業費	191 百万円 (≒MUR 67,729,538 <sup>9</sup> )	138 百万円 (≒MUR 42,836,453 <sup>10</sup> )	
	新設気象レーダー塔電気敷設：MUR 583,338	MUR 1,372,975	
	新設気象レーダー塔水道敷設：MUR 102,000	MUR 58,072	
	新設気象レーダー塔電話敷設：MUR 30,000	不明	
	新設気象レーダー塔ネット敷設：MUR 48,000	不明	
	付加価値税：MUR 60,000,000	MUR 40,990,548	
	既設気象レーダー塔解体：MUR 252,000	MUR 212,458	
	既設気象観測システム撤去：MUR 840,000	MUR 202,400	
	既設通信回線移設：MUR 754,200	不明	
	既設警備室の改修：MUR 800,000	不明	
	既設事務所のエアコン設置：MUR 200,000	不明	
	既設門、敷地境界壁、敷地内外照明の改修：MUR 4,000,000	不明	
	ガーデニング：MUR 120,000	不明	

出所：JICA、MMS 提供資料

### 3.2.2.2 事業期間

計画では 2013 年 6 月 (G/A 締結)～2015 年 4 月 (23 カ月)であったが、実績は 2013 年 6 月 (G/A 締結)～2019 年 3 月 (70 カ月)で、計画比 304%となった。よって、事業期間は計画を大幅に上回っており、事業期間の効率性は低いと評価する。

表 4：遅延理由

期間	遅延理由
G/A 締結～詳細設計 (D/D)	急激な円安に伴い事業費の再積算が行われ、その後 E/N・G/A 限度額が修正されるに至ったことで 6 カ月延長
D/D (入札期間含む)	第 1 回公示の審査合格者が別事業で入札参加資格の停止措置を受け、本事業の入札参加資格を失ったこと、第 2 回公示の審査合格者が急激な円安を理由に、入札を辞退したこと等により、D/D (入札期間含む) が 22 カ月延長
本体工事	工事準備及び地盤に空洞が見つかったことによる杭工事設計変更等の理由で 19.5 カ月延長

出所：JICA、MMS 提供資料

<sup>8</sup> 合計は 1,078 百万円であったが E/N・G/A 限度額は 1,079 百万円とされた。

<sup>9</sup> 準備調査時 (2012 年 2 月) の MUR 1=JPY 2.825 で換算。

<sup>10</sup> 2013 年～2019 年の IFS レート (平均) で再計算。

上記より、事業費の効率性は高く、事業期間の効率性は低いとなることから、効率性はやや低いと判断される。

### 3.3 有効性・インパクト<sup>11</sup>（レーティング：④）

#### 3.3.1 有効性

本事業はサイクロン等気象現象の監視能力強化を図っていたことから、以下定量的効果及び定性的効果にて、何がどのように強化されたのか確認を行った。

##### 3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

表 5：定量的効果（運用・効果指標）

指標	基準値 (2012年)	目標値 事業 完成3年後 (2022年)	実績値 事業 完成年 (2019年)	実績値 事業 完成1年後 (2020年)	実績値 事業 完成2年後 (2021年)	実績値 事業 完成3年後 (2022年)
1) 風向・風速及び 雨量強度	なし	半径 200km (最大 75m/秒までの 風速観測)	半径 200km (最大 233m/秒までの風速観測)			
		半径 450km (雨量強度 1mm/時間 以上の降雨探知反応)	半径 450km (雨量強度 1mm/時間以上の降雨探知反応)			
2) 降雨データの空間 分解能及び観測間隔	島内のみ 9.85km メッシュ 30 分間隔観測	半径 450km 2.5km メッシュ 10 分間隔観測	半径 450km 2.5km メッシュ 10 分間隔観測			
3) サイクロンの位置 及び経路が把握でき る画像の観測間隔	15～30 分間隔 (METEOSAT)	1 分間隔 (PPI モード) 10 分間隔 (CAPPI モード)	30 秒間隔 (PPI モード) 10 分間隔 (CAPPI モード)			
4) 擾乱及びウインド シアの気象レーダー システムによる観測	なし (目視観測のみ)	半径 200km	半径 200km			
5) 国際空港へのイン ターネットを通じた 擾乱及びウインドシ ア情報の提供	なし	あり	あり			
6) 雨雲の動向に関す る短時間予測	なし	1～2 時間	1～2 時間			
7) 12 時間以内に 100mm 以上の降雨が あった地域の特 定	なし	可能 (指定時間積算雨量 データに基づく)	可能 (指定時間積算雨量データに基づく)			

※上記実績値は、本事業完了後から事後評価時点に至るまで継続して達成している実績値

出所：JICA、MMS 提供資料

#### 1) 風向・風速及び雨量強度

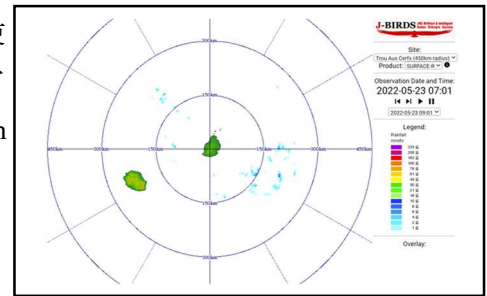
本事業実施前は、風向・風速及び雨量強度を測る術はなかったが、本事業実施後は、目標値の最大 75m/秒を上回る 233m/秒までの風速であれば半径 200km を観測できるようになった。また雨量強度 1mm/時間以上の降雨であれば目標値どおり半径 450km を観測できるようになった。

<sup>11</sup> 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。



## 2) 降雨データの空間分解能及び観測間隔

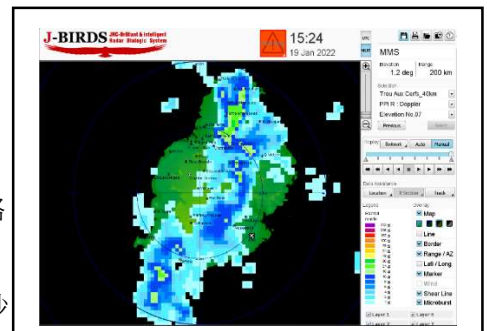
本事業実施前は、島内に設置された雨量計を使って降雨データを観測していたため、観測エリアは島内の雨量計が設置された地域のみで、9.85kmメッシュで30分間隔の観測となっていたが、本事業実施後は、目標値どおり観測エリアはモーリシャスを中心とする半径450kmに及び、2.5kmメッシュで10分間隔の観測ができるようになった。



レーダー画像

## 3) サイクロンの位置及び経路が把握できる画像の観測間隔

本事業実施前は、EUMETSATが運用するMETEOSATによる低解像度かつ15~30分間隔の衛星画像等を使ってサイクロンの位置及び経路を観測していたが、本事業実施後は右画像のようにPPIモード<sup>12</sup>は目標値の1分間隔を上回る30秒間隔で、CAPPIモード<sup>13</sup>は目標値どおり10分間隔で観測できるようになった。



PPIモード画像

## 4) 擾乱<sup>14</sup>及びウインドシア<sup>15</sup>の気象レーダーシステムによる観測

本事業実施前は、擾乱及びウインドシアの気象レーダーシステムによる観測はできなかったが、本事業実施後は、目標値どおり半径200kmで観測できるようになった。

## 5) 国際空港へのインターネットを通じた擾乱及びウインドシア情報の提供

本事業実施前は、国際空港へ擾乱及びウインドシア情報を提供することができなかったが、本事業実施後は、目標値どおり同情報を提供できるようになった。現在MMSは全ての離発着便の離発着4時間前に同情報を提供している。

## 6) 雨雲の動向に関する短時間予測

本事業実施前は、雨雲の動向に関する短時間予測を行うことができなかったが、本事業実施後は、目標値どおり1~2時間先を予測できるようになった。

<sup>12</sup> PPIはPlan Position Indicatorの略で、一定の仰角で360度回転させ、高高度のデータを収集するモード。

<sup>13</sup> CAPPIはConstant Altitude Plan Position Indicatorの略で、複数の仰角で360度回転させ、一定高度のデータを得るモード。

<sup>14</sup> 時間と共に刻々と変化する比較的小さな大気の乱れのこと。

<sup>15</sup> 大気中の垂直方向または水平方向の異なる2点間で、風向や風速が劇的に異なる風の状態のこと。

#### 7) 12 時間以内に 100mm 以上の降雨があった地域の特定

本事業実施前は、12 時間以内に 100mm 以上の降雨があった地域を特定することができなかったが、本事業実施後は、目標値どおり特定できるようになった。

上記のように本事業が完了した 2019 年から事後評価時の 2022 年に至るまで、運用・効果指標 1)~7)の全てにおいて目標値を達成している。とりわけ 1)及び 3)については計画を上回るものになっていることから、気象現象の監視能力が当初計画以上に強化されていると言える。

#### 3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

ソフトコンポーネント①~⑨のうち、①~④及び⑥~⑧は気象レーダーシステムの運営・維持管理に係る技術指導で、定量的効果 1)~4)及び 6)~7)の達成を下支えしている。またソフトコンポーネント⑤及び⑨は気象レーダー情報の処理及び公開に係る技術指導であり、定量的効果 5)の達成を下支えしている。

なお事前評価表には、定性的効果として、防災意識の向上や早期避難行動の実施、人的・経済的被害の軽減等が記されているが、それらを達成するためには防災に係る啓蒙活動や、学校、職場等での避難訓練の実施等が欠かせない。しかしながら本事業にはそうした活動は含まれていないため、本事後評価では事前評価表に記載の定性的効果は分析しなかった<sup>16</sup>。

#### 3.3.2 インパクト

本事業は自然災害による被害の軽減に寄与することを図っていたことから、以下定性的効果にて、何がどのように寄与しているのか確認を行った。

##### 3.3.2.1 インパクトの発現状況

###### 1) 的確な気象情報の迅速な提供で、的確かつ迅速な警報発令が可能となる

本事業実施前の警報は、島内 21 箇所に設置された雨量計が 30 分間隔で記録する雨量データに基づいて出されていた。そのため、雨量計のない地域において的確な気象情報を把握することはできず、迅速な警報を出すこともできなかった。しかし本事業によって気象レーダーシステムが導入され、的確な気象情報を迅速に把握できるようになったことで、MMS は国家災害リスク削減管理センター（NDRRMC）に的確な気象情報を迅速に伝達できるようになり、NDRRMC も的確かつ迅速な警報発令を行えるようになっている。

なお、JICA 技術協力「気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（2019 年～2024 年）」はモーリシャスを 4 地域に分け、地域毎に異なる警報基準を設定し、よりの

<sup>16</sup> 指標設定に問題はあるものの、本事業自体への影響はないため、事後評価上マイナス評価はしない。

確な警報を発令できるようにする計画であるが、既述のようにコロナの影響を受けて進捗が遅れているため事後評価時点においては本項目での相乗効果は見られない。

- 2) メディアを通じたサイクロン勢力や通過予想経路情報の提供で、不要な外出の回避や家屋等施設の予めの補強が可能となる

本事業実施前、サイクロンの勢力や経路に係る情報は METEOSAT による低解像度の衛星画像や隣国の仏領レユニオンが運用する気象レーダーによる観測範囲の限られたレーダー画像に依存せざるを得なかったが、本事業により気象レーダーシステムが導入され、半径 450km にあるサイクロンの情報を正確に把握できるようになったことで、MMS は自身のホームページのみならず、連携協力している各種メディア（国営テレビ・ラジオ放送局の放送や新聞等）を通じて、サイクロン情報を関係者や国民に提供できるようになっている。また MMS が発令するサイクロン警報は 4 段階に分かれているが、NDRRMC は学校や政府機関の閉鎖等、段階に応じた強制力を持って指示を出す機関と連携していることから、国民による災害被害の緊急対策にも繋がっている<sup>17</sup>。

- 3) 的確で迅速な気象情報の提供で、観光業や農業従事者が早急な災害対策を行うことが可能となる

本事業によって気象レーダーシステムが導入され、的確な気象情報を迅速に把握できるようになったことで、MMS は連携協力している観光局を通じて観光業従事者に的確な気象情報を迅速に提供できるようになっている。またそうした情報の提供は、以下の囲み記事にあるように、観光業従事者による緊急災害対策にも繋がっている。他方で農業従事者については、サイクロン等に対して採れる緊急災害対策は殆どないとのことから、緊急災害対策は採っていないと思われる。

なお、NDRRMC は MMS の発令するサイクロン警報に基づいて、緊急事態警報を全ての国民に確実に届けるためのプロジェクトを実施している。2022 年現在、モリシャスで登録されている携帯電話番号は 190 万件と人口の 126 万人を上回っており、一人が一つ以上の携帯電話番号を持っている。そのため NDRRMC は、2025 年中には携帯電話やスマートフォンを持つ国民に、サイクロン警報に基づく緊急事態警報をショートメールで通知する仕組みを構築する予定である。

---

<sup>17</sup> 但し、本事業実施前から国民はサイクロン情報に接すると可能な範囲で緊急災害対策を講じてきていることから、本事業の実施により緊急災害対策を講じることができるようになったわけではないことに留意。



### 3.3.2.2 その他、正負のインパクト

本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月策定）に掲げる影響を及ぼしやすいセクターに該当しないことから、カテゴリCに該当するとされた。

#### 1) 自然環境へのインパクト

環境・持続可能な開発省からは、環境保護法（2002）に基づき環境影響評価（EIA）は不要とされた。保健・生活の質省からは、以下を条件に保健許可が与えられ、MMSは全ての条件を満たした。

- ① 気象レーダー塔の建物と上水道を接続させること
- ② 気象レーダー塔の建物に適切な排水溝を整備すること
- ③ 気象レーダー塔の建物で発生する汚水の収集・処理に係る許可を下水管理局から得ること
- ④ 気象レーダー塔の建物で発生する廃棄物を適切に収集・処理すること
- ⑤ 気象レーダー塔の建物内の機器が出す騒音を環境保護法（2002）が規定するレベルに抑えること
- ⑥ 気象レーダー塔の建物内では適切な照度と換気を担保すること

#### 2) 住民移転・用地取得

気象レーダー塔は既存敷地内での建て替えであり、住民移転・用地取得は発生しなかった。

#### 3) ジェンダー

本事業実施前の2012年、モーリシャスにおける一世帯当たりテレビ所有率は97.4%で、2020年は98.4%となっている<sup>18</sup>。つまり、本事業実施前からほぼ一家に一台はテレビがある状況である。また2022年現在、一人が一台以上の携帯電話な

<sup>18</sup> モーリシャス統計局「Availability of ICT to households, 2006 – 2020」

いしスマートフォンを持っている状況でもある。モーリシャスでは女性も自由にテレビを観たり、スマートフォン等の通信機器を持っているため、女性も問題なく気象情報へアクセスでき、本事業がもたらした女性への正負のインパクトはない。

#### 4) 社会的弱者

上記と同様に、モーリシャスでは誰もが問題なく気象情報へアクセスできる状況にあることから、本事業がもたらした社会的弱者への正負のインパクトはない。

#### 5) 公平な社会参加を阻害されている人々

特になし。

#### 6) 社会的システムや規範、人々の幸福、人権

特になし。

#### 7) その他正負のインパクト

2019年3月、サイクロン・イダイが南東部アフリカを襲い、300万人以上が被災する大災害が発生した。当時モーリシャスでは本事業及びJICA技術協力「地すべり対策能力向上プロジェクト」が完了しており、JICA技術協力「気象観測及び予警報能力向上プロジェクト」が始まろうとしていたことから、モーリシャスにおいて災害対策に係る知見を近隣国にも広める機運が高まっていた。そのため2019年7月、JICAとモーリシャス政府のイニシアチブの下、南西インド洋の4カ国（モーリシャス、マダガスカル、コモロ、セーシェル）と南東部アフリカの3カ国（モザンビーク、マラウイ、ジンバブエ）が参加する「防災プラットフォーム」が設立された。その後、コロナの感染拡大の影響により同プラットフォームの活動は停滞したが、2022年1月、南アフリカも加わったオンラインワークショップが開催され、参加国間でMMSによる災害リスク軽減への貢献、災害リスク軽減の重要性、サイクロン・イダイの経験、防災教育の重要性を共有した後、南部アフリカ・インド洋地域における災害リスク軽減のための議論を行った。こうした地域課題に取り組む地域的な展開は、当初計画にはない、計画を上回るものである。

有効性の定量的効果1)~7)に関しては、全て目標値を達成しており、いくつかは計画を上回る達成となっている。またソフトコンポーネント①~⑨が定量的効果1)~7)の発現を下支えしており、定性的効果も発現している。インパクトとしては、MMSが本事業により的確な気象情報を迅速に提供できるようになったことで、NDRRMC及び各種メディアも国民に的確な気象情報を迅速に提供できるようになっている。またそうした情報の提供は、国民及び観光業従事者による緊急災害対策にも繋がっている。JICA技術協力「気象観測及び予警報能力向上プロジェクト」との連携による効果はまだ発現していないものの、本事業及び複

数の技プロの実施は南西インド洋・南東部アフリカ地域を対象とした「防災プラットフォーム」立ち上げの機運を高め、設立に結び付けただけでなく、現在は当初よりも規模を拡大して活動を行っている。こうした地域課題に取り組む地域的な展開は、当初計画にはない、計画を上回るものである。

以上より、本事業の実施により計画以上の効果の発現がみられ、有効性・インパクトは非常に高い。

### 3.4 持続性（レーティング：③）

#### 3.4.1 政策・制度

事後評価時における「National Disaster Risk Reduction and Management Policy 2020-2030（2020年）」は、モーリシャスの開発プロセスにおいて災害耐性を継続的に改善していくことが重要であるとし、災害の影響を回避ないし軽減するためには災害への準備及び様々な形での早期警報が欠かせないとしている。同政策を作成した NDRRMC によると1960年～2018年の間に災害の影響を受けた人の98%はサイクロンに関連するものであるとしており、本事業により発現した効果（サイクロン等の気象現象の監視能力強化）に関する妥当性の継続が認められる。

#### 3.4.2 組織・体制

事前評価時において MMS は、国防内務省の傘下であった。その後2014年12月に環境・廃棄物管理・気候変動省の傘下となり、2020年2月には現在の地方政府・災害リスク管理省の傘下となっているが、MMS の組織・体制に変更はない。事後評価時における MMS の正職員は事前評価時の115名から140名に増員されている。本事業により整備された気象レーダーシステムの運用・維持管理に当たっては、2名の通信技術者と運用気象部の7名の運用気象部電子技術補佐官が当たっているが、計画されていた1名のシステム技術者と3名の電子技術補佐官が欠員した状態となっている。しかしながら新年度予算（2022年7月～2023年6月）にて欠員補充を行うための予算が認められる方向であることから、組織・体制に問題はない。

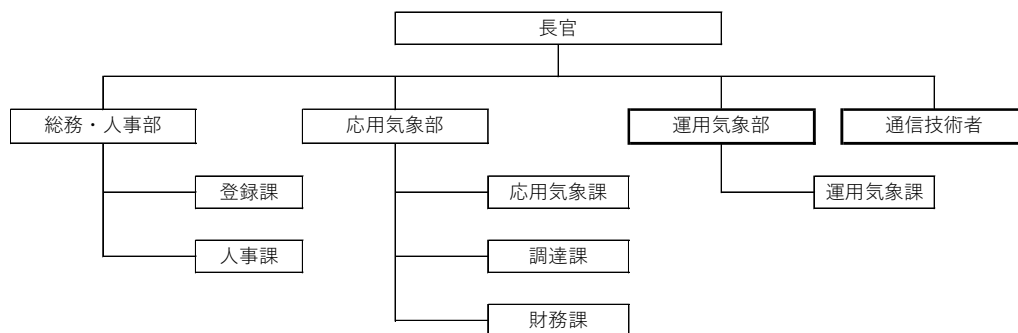


図1：MMS の組織図

出所：MMS 提供資料

### 3.4.3 技術

ソフトコンポーネントにて、定期点検マニュアル（測定器類を用いた定期保守点検実施手順書、気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要、レーダーシステム保守管理台帳）、スペアパーツ交換マニュアル（予備品の交換及び動作確認手順書）及び故障対応マニュアル（故障探求・処置・復旧確認手順書、重大な故障発生時の対応手順書）が整備されている。また MMS は上記マニュアルに基づいて、機材毎に定期的な維持管理を行っており、必要に応じてマニュアルを用いて職員に対して研修も行っている。

また JICA 技術協力「気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（2019 年～2024 年）」は、引き続き MMS 職員の気象観測能力強化を図っており、更なる技術力の向上を期待できることから、技術に問題はない。

### 3.4.4 財務

MMS の年間予算はコロナの影響を受け、145 百万モリシャスルピー（2019 年）から 116 百万モリシャスルピー（2021 年）へと減少している。そのような中で MMS 本局及びトゥル・オ・セルフ観測所の年間の運用・維持管理費は、計画時とほぼ同様である。しかしながら MMS によると、現在の年間運用・維持管理費は本事業により整備された気象レーダーシステムの運用・維持管理に十分としており、後述するように本事業で建設・調達された施設・機材は非常に良く運用・維持管理されていることから、財務に問題はない。

表 6：MMS の予算

（単位：1,000 MUR）

	事業完成 1 年目 (2019 年 7 月 ～2020 年 6 月)	事業完成 2 年目 (2020 年 7 月 ～2021 年 6 月)	事業完成 3 年目 (2021 年 7 月 ～2022 年 6 月)
総予算	145,500	109,000	116,000
運用・維持管理費 (計画)	694	730	1,495
運用・維持管理費 (実績)	646	772	—

出所：JICA、MMS 提供資料

### 3.4.5 環境社会配慮

本事業実施時から事後評価時に至るまで環境社会配慮に係る問題は生じていない。

### 3.4.6 リスクへの対応

本事業実施時から事後評価時に至るまで本事業効果の達成に悪影響を及ぼすようなリスク（大型サイクロンの襲来等）は発生していない。

### 3.4.7 運営・維持管理の状況

MMS は気象レーダー塔の日常の清掃や警備をはじめ、本局及び観測所の気象レーダーシステムの定期点検（摩耗・破損・老朽化に対する修繕）を行っており、施設・機材の運用・維持管理に関して問題はない。また、MMS は 2019 年 3 月 6 日付で気象レーダ

ーシステムのメーカーと「スペアパーツ及び消耗品供給に関する契約」を締結している。モータリシャスでも容易に調達できる PC 周辺機器等の供給については 2022 年 3 月 5 日付で終了しているものの、基幹システムのスペアパーツ及び消耗品の供給については 2034 年 3 月 5 日まで有効であることから、スペアパーツの調達に関しても問題はない。

以上より、本事業の運営・維持管理には組織・体制に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いと言える。よって、事業によって発現した効果の持続性は高い。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業はモータリシャスにおいて気象レーダーシステムを整備することにより、サイクロン等気象現象の監視能力強化を図り、もって同国の自然災害による被害の軽減に寄与するものであった。本事業の妥当性は 1) 開発政策との整合性、2) 開発ニーズとの整合性及び 3) 事業計画やアプローチの適切性の 3 つの視点で全て対応したものになっている。整合性は 1) 日本の開発協力方針との間で整合が認められ、2) 内的整合性として、JICA 技術協力「気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（2019 年～2024 年）」との間で連携が認められる。また 3) 外的整合性として、WCDRR の方針との間で整合が認められる。よって、妥当性・整合性は高い。効率性は、事業費が計画を少し上回っていると推測され、事業期間は計画を大幅に上回っていることから、やや低い。有効性は、全ての定量的指標で目標値を達成しており、いくつかは計画を上回る達成となっている。またソフトコンポーネントは定量的効果の発現を下支えしている。インパクトとしては、MMS が本事業によりの確な気象情報を迅速に提供できるようになったことで、NDRRMC 及び各種メディアも国民に的確な気象情報を迅速に提供できるようになっている。またそうした情報の提供は、国民及び観光業従事者による災害被害の緊急対策にも繋がっている。更に同国における本事業及び複数の JICA 技術協力プロジェクトの実施が南西インド洋・南東部アフリカ地域を対象とした「防災プラットフォーム」立ち上げの機運を高め、設立に結び付けただけでなく、当初よりも規模を拡大して活動が行われている。こうした地域課題に取り組む地域的な展開は、当初計画にはない、計画を上回るものであることから、有効性・インパクトは非常に高い。本事業の運営・維持管理には組織・体制に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いと言えることから、事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関への提言

MMS は 2019 年 4 月以降、本事業により整備された気象レーダーシステムを通じて、これまで収集することのできなかつた詳細な気象データを収集・蓄積できるようになっている。そうした気象データは、サイクロン等気象現象の理解促進に役立ち、ひいてはサイクロン等による災害被害の軽減に繋がるものである。よって、MMS は国内外の研究



機関と連携し、蓄積してきている気象データを活用した研究を進めることで、サイクロン等気象現象の理解促進を図ることが望まれる。

#### 4.2.2 JICA への提言

南西インド洋の4カ国と南東部アフリカの4カ国が参加する「防災プラットフォーム」は、同地域におけるサイクロン等気象現象の理解促進、ひいてはサイクロン等による災害被害の軽減に役立つ。同プラットフォームの活動を支援する JICA マダガスカル事務所は、MMS による国内外の研究機関との連携や研究チームの創設等を支援することが望まれる。

### 4.3 教訓

#### 適切な指標の設定

事前評価表に記載の定性的効果として、防災意識の向上や早期避難行動の実施、人的・経済的被害の軽減等が記されているが、それらを達成するためには、防災に係る啓蒙活動や、学校、職場等での避難訓練の実施等が欠かせない。しかしながら本事業にはそうした活動は含まれていない。計画時に指標を設定する際は、当該事業の活動内容を踏まえ、適切な指標を設定することが重要である。

## 5. ノンスコア項目

### 5.1 適応・貢献

#### 5.1.1 客観的な観点による評価

JICA は本事業計画時から実施中にかけて MMS と良好な意思疎通を図り、協力関係を構築できていた。

### 5.2 付加価値・創造価値

「防災プラットフォーム」の当初参加国は南西インド洋の4カ国（モーリシャス、マダガスカル、コモロ、セーシェル）と南東部アフリカの3カ国（モザンビーク、マラウイ、ジンバブエ）であったが、JICA はモーリシャス、コモロ、セーシェルを除く4カ国に事務所ないし支所を有し、災害関連省庁とのネットワークを有していたこと、またモーリシャス、セーシェル、モザンビークにて災害関連事業も実施済ないし実施中であったことから<sup>19</sup>、「防災プラットフォーム」立ち上げの機運を設立という形にまで高めることができた。モーリシャス政府によるイニシアチブの功績は論を待たないが、地域的な広がりを持たせる取り組みに繋げた JICA による功績も大きい。

以上

<sup>19</sup> モーリシャス JICA 技術協力「地すべり対策能力向上プロジェクト」及び本事業、セーシェル JICA 技術協力「海岸浸食・洪水管理プロジェクト」、モザンビーク JICA 技術協力「サイクロン・イダイ被災地域強靱化プロジェクト」