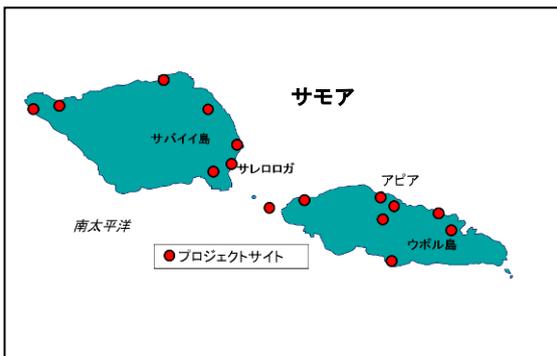


## 0. 要旨

本事業は、サモアの気象観測能力の向上や災害への脆弱性の改善を図ることを目的とし、気象観測システム、早期警報通信システム等の機材の整備及び機材の運用・維持管理に必要な技術支援を行った。その目的は、気候変動や災害対策への強靱性の向上を目指してきた同国の開発戦略や環境セクター計画に加え、自然災害の被害を頻繁に受けてきた同国の開発ニーズ、さらに我が国の援助政策と高い整合性を有している。本事業の実施により、高層・連続での気象観測や航空局に必要な気象観測を可能にするという目標が達成された。また、気象予報の分析に必要な情報を世界各国から送受信する体制が整備され、正確な情報を用いた気象予報が行われるようになり、サイクロンの進路方向や暴風域・雨量等事業実施前には得ることのできなかった気象情報の提供や災害発生前の警報の発信は、国民の農業活動や観光産業にも貢献している。したがって、本事業の有効性・インパクトは高い。事業費は計画内に収まったが、技術支援の期間の変更、新たなスキームを活用した技術支援の提供やサイクロンの影響等により事業期間は計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度と判断される。また、本事業で整備された機材の維持管理状況は良好であるが、運営・維持管理における実施機関の体制、技術、財務状況に軽度の問題が確認されたため、持続性は中程度と認められる。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

## 1. 事業の概要



事業位置図



データ処理収集装置、気圧計及び温度計・湿度計  
(レピウタイ：サバイイ島)

### 1.1 事業の背景

サモアは、主要なサバイイ島とウポル島に加え小島 7 つで構成されている。サバイイ島とウポル島は火山島で急峻な山岳地帯を有し、人口の大部分が社会インフラの整備された

沿岸部に居住している。そのため、サイクロンによる暴風雨、高潮、洪水、津波等の自然災害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る。実際に 1950 年からの 60 年間には 12 の大規模なサイクロンが襲来し、ほぼ全島民が被災した<sup>1</sup>。さらに、数年毎のサイクロンとは別に洪水被害が恒常的に発生しており、インフラや農作物への被害は絶えない。こうした環境が、同国の基幹産業の一つである農業を支える貧困層の生活をより苦しいものとしており、貧困削減の観点からも効果的な災害対策が求められていた。

同国ではサモア気象局 (Samoa Meteorology Division、以下、「SMD」という。) が発信する気象情報や早期警報が、国内の防災関連機関に対する初動のトリガーとなっており、気象情報や早期警報の迅速性・正確性の向上が重要なことから、SMD の気象災害監視能力の向上が強求められていた。しかしながら、計画時の SMD では限られた機材による手動観測が中心の気象観測体制がとられていたため、必要な気象情報をタイムリーに得ることができずにいた。かかる状況を受け、自動気象観測、気象予報及び災害警報早期発令のための機材を整備することで、同国の気象観測体制を拡充し、災害対策体制の強化を図ることを目的に本事業が実施されることとなった。

## 1.2 事業概要

サモア国全土において、気象観測及び災害警報体制を整備することにより、気象観測能力の向上、災害への脆弱性の改善を図り、もって国民の災害時における迅速な退避、航空の安全性向上による観光業や気象データに基づく農水産業の安定した活動に寄与する。

供与限度額/実績額	745 百万円 / 745 百万円	
交換公文締結/贈与契約締結	2010 年 3 月 / 2010 年 3 月	
実施機関	天然資源環境省 (MNRE) / サモア独立国気象局 (SMD)	
事業完成	2015 年 9 月	
案件従事者	本体	(建設) 株式会社ジェイピーテック (機材) 日本無線株式会社、Environmental System & Services Pty Ltd.、株式会社ジェイピーテック
	コンサルタント	株式会社国際気象コンサルタント/一般財団法人日本気象協会 (JV)
	調達代理機関	一般財団法人 日本国際協力システム
準備調査	2009 年 7 月~ 2010 年 2 月	
関連事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フォローアップ事業 (アピア近郊 3 カ所の自動観測設備設置) (2008 年)</li> <li>・無償資金協力「西サモア国港湾・護岸災害復旧整備計画 (1992 年)」「西サモア国港湾災害復旧計画 (1997 年)」</li> <li>・豪国際開発庁「South Pacific Sea Level and Climate Monitoring Project」(南太平洋 12 カ所 (サモアはアピア港 1 カ所) に潮位観測装置を設置) (1991 年~2010 年)」</li> <li>・中国「Samoa Integrated Geo-hazard Array」(地震観測装置と観測データ処理装置の設置) (2009 年~2011 年)」</li> </ul>	

<sup>1</sup> 出所：JICA 提供資料

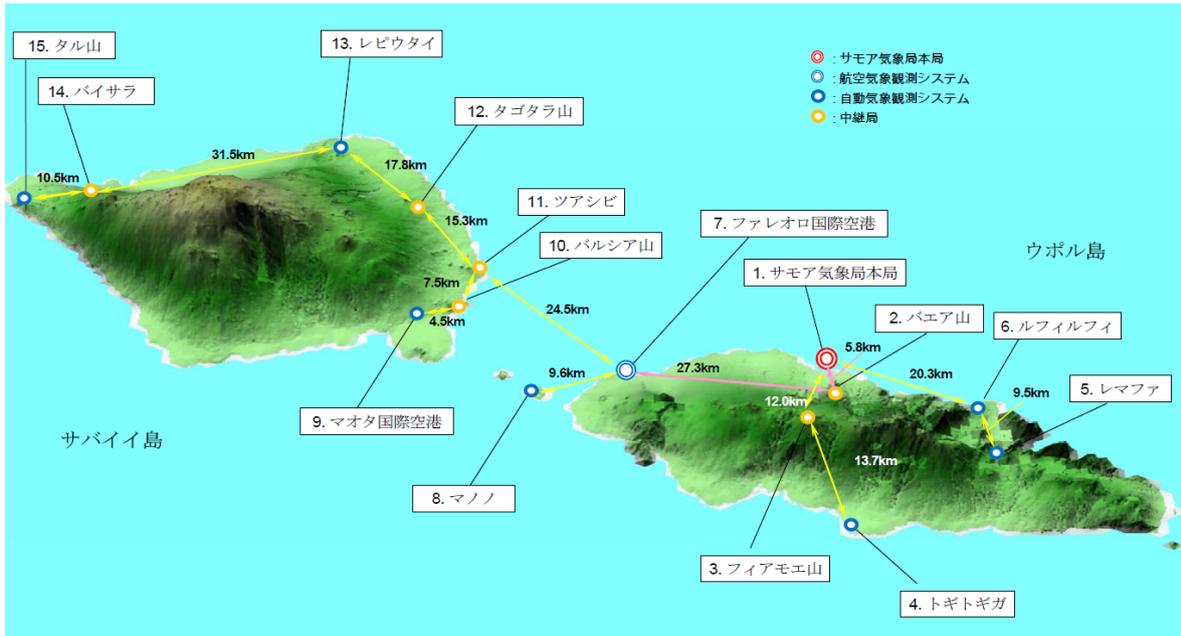


図1 気象観測・災害対策向上計画事業のサイト図

出所：JICA 提供資料

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

高橋 久恵 (株式会社 日本経済研究所)<sup>2</sup>

### 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：2016年8月～2017年10月

現地調査：2016年10月17日～10月29日、2017年2月19日～2月26日

## 3. 評価結果 (レーティング：B<sup>3</sup>)

### 3.1 妥当性 (レーティング：③<sup>4</sup>)

#### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業の計画時、同国の開発政策「サモア開発戦略 (Strategy for the Development of Samoa、以下、「SDS」という。)(2008年～2012年)」は国際基準に準じた航空気象サービス実施の必要性を強調しており、SMDの機能強化を図ることを示した。また、同戦略は社会・経済の継続的発展のため「気候変動への適応行動計画」(National Adaptation Programmes of Action、以下、「NAPA」という。)の実施の重要性を強調し、気候変動の影響による災害への強靭性が注視されていた。当時の天然資源・環境省 (Ministry of

<sup>2</sup> 新日本有限責任監査法人より補強として同社調査に参加。

<sup>3</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>4</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

Natural Resource and Environment、以下、「MNRE」という。)の業務計画(2006年～2008年)でも、気象分野の機能強化が重要視されており、「災害及び危機管理法(2006)」「気候変動法2006」といった法令においても自然災害の軽減、環境維持及び気候変動によりリスク軽減に注力する点が明記されていた<sup>5</sup>。

事後評価時の「SDS(2012年～2016年)」は、経済、社会政策、インフラ、環境セクターの4セクターで計14の主要重要項目を示している。環境セクターに関しては、環境の持続性、気候変動及び災害に対する強靱性が重要項目に指定されている<sup>6</sup>。また、「国家環境セクター計画(2013年～2016年)」では、SDSの環境セクターで指定された重要項目を念頭に置き、サモアの自然・環境が守られ、自然・人的な被害に対しても強靱性を有し、持続可能で健全な人々を支援することをビジョンとして掲げた。さらに、NAPAに沿い、9分野<sup>7</sup>の優先プロジェクトが実施されているが、本案件は同計画の優先プロジェクトとして実施された農業、保健プロジェクトの実施に必要な正確な気象情報を提供する体制構築に資する事業として、NAPAの上位プロジェクトに位置づけられる。

上記のとおり、サモアの開発戦略は、計画時以降事後評価時まで、気候変動を注視するとともに災害への強靱性を重要視している。MNREの業務計画、災害・気候変動に関する法令、国家環境セクター計画も気象分野の機能強化、災害時の被害軽減、強靱性のニーズを掲げており、気象観測能力の向上や災害への脆弱性の改善を図ることを目的として実施された本事業の目的との整合性が確認できる。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時点のサモアでは、気候変動による災害の拡大が懸念されるなか、サイクロンによる暴風雨、高潮、洪水や津波等の自然災害に対する適切な災害対策の整備が喫緊の課題であった。故に気象情報や早期警報の迅速性・正確性の向上、気象災害監視能力の向上が強く求められていたが、当時のSMDは限られた機材を用いた手動観測が中心の気象観測体制がとられていた。そのため、SMDでは高層での気象観測データの提供、世界気象通信網(以下、「GTS」という。)への自国観測データの配信、気象データのリアルタイムの受信、海面上昇や地震に伴う津波の観測、迅速な予報・警報等の発令、サイクロンの監視・予警報業務、等の実施に対応できずにいた。

本事業実施以降も同国は洪水や森林火災、津波、干ばつ、活発なサイクロン等の自然災害の被害を受けてきた(表1参照)。気候変動の影響は「気候変動に関する政府間パネル」の評価報告書にも記載され、サモアで過去に例のない雹嵐が2011年、2016年に発生する等、気候変動に伴う現象が確認されている<sup>8</sup>。したがって、災害情報を正確に把握し、警報発令等の的確な対応に向けて、気象情報の把握、早期警報システム整備に対す

<sup>5</sup> 出所：JICA提供資料

<sup>6</sup> 出所：サモア財務省ウェブサイト

(<http://www.mof.gov.ws/Services/Economy/EconomicPlanning/tabid/5618/language/en-US/Default.aspx>)

<sup>7</sup> 水、農業、保健、林業、観光、計画、教育、漁業、工業セクターが含まれる。

<sup>8</sup> 出所：実施機関の質問票回答及びインタビュー調査

るニーズは事後評価時においても高いといえる。

表1 サモアで観測された自然災害

発生年	災害（発生日）
2008年	干ばつ（5月）、森林火災（9月）、津波（11、12月）
2009年	津波（11月）
2010年	森林火災（7月、8月）
2011年	洪水（12月）
2012年	サイクロン EVAN（12月）、洪水（12月）
2014年	サイクロン AMOSA（12月）、洪水（12月）
2016年	森林火災（9月）

出所：質問票回答及び Fire Emergency Service Authority 提供資料

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

2006年5月の第4回太平洋・島サミットにおいて発表された我が国支援策の重点課題を踏まえ、対サモア国の協力分野には「教育」「環境保全」「保健医療」「所得向上」「社会基盤整備」が指定された。うち、本事業は「環境保全」に合致する。また、第3回国連防災世界会議で採択された「仙台防災協力イニシアティブ」でも、小島嶼国等気候変動の影響に脆弱な国々に対する災害の観測、予測のため技術支援やインフラ整備の措置を目指すことが同意された。本事業は、気象観測及び災害警報体制を整備し、防災のみならず気候変動適応の基礎ともなる取り組みを支援するものであり、我が国の対サモア支援の重点項目に合致している。

以上より、本事業の実施はサモアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

## 3.2 効率性（レーティング：②）

### 3.2.1 アウトプット

#### 【日本側負担事項】

本事業の主なアウトプットは、気象観測・早期警報システム、航空気象観測システム等の機材調達・設置、機材附帯施設建設、コンサルティング・サービスと機材の運用・維持管理や天気予報の制度・サービスの向上等に係る技術支援からなる。計画と実績は表2と表3に示す通り。

機材の調達・設置は、自動気象観測システムの設置サイト（1カ所）の変更、気象観測データ通信システムのアンテナの仕様（2カ所）の変更を除き、計画どおりであった。変更の理由と対応策は以下に示すとおりである。いずれも計画時に見込んでいた成果、機材の機能との差異はなく、同変更の問題はないといえる。

表2 アウトプットの計画と実績（機材調達・設置、機材付帯施設建設）

	内容	設置場所	計画	実績
機材調達・設置				
1	航空気象観測システム	ファレオロ国際空港	2	計画 どおり
	航空気象観測データ表示システム		3	
2	自動気象観測システム	レマファ	1	
		サルアフアタ/ルフィルフィ <sup>注1</sup>	1	
		トギトギガ	1	
		マノノ	1	
		レピウタイ	1	
		マオタ国際空港	1	
		タル山	1	
	校正用機器	サモア気象局本局	1	
3	気象観測データ通信システム (データ中継システムを含む)	各サイト <sup>注2</sup>	15	
4	気象データ管理システム	サモア気象局本局	1	
5	GTS メッセージスイッチシステム		2	
6	MTSAT データ受信システム		1	
7	予報業務支援システム		2	
8	早期警報通信システム		1	
9	電源バックアップシステム		2	
10	ウインドプロファイラシステム		1	
機材付帯施設建設				
11	パワーバックアップ棟	サモア気象局本局	1	計画 どおり
12	機器棟	サモア気象局本局	1	
13	コンクリートシェルター	各サイト <sup>注3</sup>	17	
14	ウインドプロファイラシステム基礎	サモア気象局本局	1	

出所：JICA 提供資料、SMD 及びコンサルタントへのインタビュー

注1：設置サイトはサルアフアタからルフィルフィへと変更された。

注2：気象観測データ通信システムのアンテナの仕様（2カ所）が変更された。

注3：各サイト1つ、ファレオロ国際空港のみ3つのコンクリートシェルターが設置された。

### 【アウトプットの変更点】

#### ①サイト位置の変更：

サルアフアタ自動気象観測サイトを約 800～900m離れたルフィルフィへ変更。

（理由）サルアフアタの自動気象観測機は地元教会の敷地内に設置予定であった。

しかし、設置の段階で地主が機材の大きさを理由に設置場所の移動を希望してきたため設置場所が変更された。結果、計画地近隣でかつデータの送信に支障の生じない通信状況を踏まえ、ルフィルフィを設置場所とすることが決定した。

#### ②アンテナ仕様の変更：

ルフィルフィの SMD 本局向けアンテナ

（理由）サイトの変更により通信距離が 20 km を超え、アンテナのサイズを変更する必要が生じたため。

ファレオロ空港のマノノ向けアンテナ

（理由）同空港とマノノ海上通信区間の潮位の変動によりわずかなパケットエラーが

発生したため、エラーを回避し良好な回線を構築することを目的に、アンテナのサイズを変更した。

表3 コンサルティング・サービス・技術支援のアウトプット

	計画	実績
コンサルティング・サービス	基本設計、詳細設計、入札補助、システム設置施工監理、機材・システムオペレーション指導	計画どおり
技術支援	1) 機材の運用・維持管理の研修・マニュアル作成 2) 観測データの品質管理に関する研修 3) 気象に関する啓発、気象情報の普及 4) 天気予報の制度・サービスの向上 5) 災害警報の迅速化、正確性の向上 6) ユーザーのニーズにあう利便性の高い情報提供	(1)～(6) おおむね計画どおり 【追加項目】 通信・気象観測機材の修理・復旧作業

出所：JICA 提供資料、SMD 及びコンサルタントへのインタビューより。

コンサルティング・サービス、技術支援についてもおおむね計画どおり実施された。本事業では供与された資機材の効果をより効率的・効果的に発現させるため、技術支援協力が必要であるとの準備調査の結果を受け、技術支援コンポーネントが実施された。具体的には、本事業で供与した機材、附属施設の運用・維持管理方法が指導され、SMD の職員 2 名が必要な知識を得た。また、観測データの確認、管理、解析方法が指導され、観測データの質の向上にも貢献している。結果、同国が中長期的に傾向を把握し、今後の気象予報に役立てるための気象データペーパーや報告書も定期的に変成されている。これらの結果をより解りやすく国民に伝えるための手段（SMD のウェブサイト、テレビの天気予報プログラム、天気アイコンの作成等）も改善された。また、サモア全国でのオープンクラスが開催され、気象情報や災害時の対応についての啓発活動も、主に小学校の生徒を対象として計 20,364 名に対して展開された。なお、技術支援開始にあたり、2012 年 12 月に上陸したサイクロン「エヴァン」の被害を受けた通信・気象観測機材の修理及び復旧活動が本事業に追加された。

#### 【サモア側負担事項】

以下 7 項目がサモア側負担事項として計画通り実施された。

- 1) アクセス道路の轍の整地と草刈り
- 2) 各サイトの整地と草刈り
- 3) 気象観測データ通信システムの通信障害となる高木の枝払い
- 4) 各機材・システム破損・紛失防止フェンス設置
- 5) 建設工事敷地確保
- 6) 建設工事の障害となる既設施設の撤去・移設
- 7) 建設される施設での安定商用電源供給



気象観測データ通信システム  
(バイサラ)



航空管制塔内部：航空気象データ装置システム  
(ファレオロ国際空港)

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

本事業の日本側負担分は交換公文（E/N）限度額 745 百万円に対して実績も同額となり、計画どおり（計画比 100%）であった。また、サモア側の負担分約 67 百万円を含めた計画事業費は 812 百万円であったが、サモア側の支出額の記録が把握できなかったため、総事業費を比較することは困難であった。ただし、サモア側の負担事項は全て計画どおりかつ問題なく実施された。（3.2.1「アウトプット」参照）

#### 3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間<sup>9</sup>は 37 カ月と計画されていたが、実際には 2010 年 6 月～2015 年 9 月までの 64 カ月を要し、計画を大幅に上回った（計画比 173%）。主な理由には、計画時から事業開始までの間に「技術支援の期間」が変更されたこと、さらに 2014 年 3 月の合同調整委員会で、「新たなスキーム「環境プログラム無償資金協力」<sup>10</sup>での技術支援の実施に伴う活動準備や事務手続き遅延」、「カウンターパート側の都合による技術支援の開始の延期」「サイクロン発生に伴う機材への破損に対するメンテナンス、修理に係る研修開始の遅延」により、進捗状況を鑑み、活動の成果をより確実・効果的なものとするため期間の延長が必要と判断されたことによる。各要因の詳細は以下のとおり。

<sup>9</sup> 事業期間はコンサルタント契約から技術支援完了月までと定義する。

<sup>10</sup> 気候変動の悪影響に脆弱な国々に対する支援を行うために 2008 年度に創設された無償資金協力のスキームの一つ。2010 年に「環境・気候変動対策無償」と改称されたが、2015 年には「環境・気候変動対策無償」等のサブスキームは廃止となった。

#### 【気象観測分野の性質を踏まえた技術支援の期間の変更】

本事業の準備調査では、技術支援の事業期間を 19 カ月としていた。しかし、調達代理機関、コンサルタントによれば、契約時には事業期間は 24 カ月と設定されていた。経緯や理由を公式文書で確認できなかったものの、調達代理機関によれば、気象観測に係る技術支援のため、事業期間中に季節が 2 順するよう 2 年間へと変更したものと考えられる。

#### 【新スキーム実施に伴う遅延】

本事業では、新たな機材の設置に当たり、機材の運用・維持管理に関する技術支援が提供された。当初、「環境プログラム無償」スキームによる技術支援は機材据付と併せて開始される予定であったが、同スキームは導入後間もなく、進め方を模索しつつの計画・実施となった。その過程で機材据付の終了後に技術支援のプロジェクト・デザイン・マトリックスの見直し調査ミッションが派遣されることとなり、機材据付完了後技術支援の開始までに 4.5 カ月を要した。

#### 【カウンターパート側都合による技術支援開始の延期】

技術支援を開始する時期に SMD の主要カウンターパートが海外に留学し不在であったため、技術支援を予定通り開始することができなかった。また、当時本事業のキーパーソンであった MNRE の CEO が突然逝去し、一定期間活動を休止せざるを得ない状況となった<sup>11</sup>。

#### 【サイクロン・エヴァンの被害による遅延】

2012 年 12 月にサイクロン・エヴァンが発生し、本事業で支援した機材も被害を受けた。技術支援（研修）の実施前に被害が生じたため、機材の修復が必要となり、研修の開始に 4~5 カ月の遅延が生じた。

なお、遅延の要因の一部は新しい支援スキームの活用の際し、実施機関・プロジェクト専門家が試行錯誤をしつつ事業を進めた過程で生じたものであるが、これにより、本事業で計画された効果を十分に発現させたと考える。また、専門家は機材の修理やメンテナンス作業の期間をオン・ザ・ジョブ・トレーニングの一環として活用し、カウンターパートにとっても、メンテナンス・修繕の経験を得る機会となったといえる。

以上より、本事業は事業費については計画どおりであったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

---

<sup>11</sup> 関係者に確認したものの、これらの理由に伴う具体的な遅延期間は把握することができなかった。

### 3.3 有効性<sup>12</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

##### (1) 運用指標： 気象の観測能力の向上

本事業実施以前、SMD には高層での気象観測を行う機材がなく、世界気象機関<sup>13</sup>（World Meteorological Organization、以下、「WMO」という。）により定められた高層気象の観測ができず、サイクロンの進路方向についての情報等を国民に提供することができなかった。本事業でウインドプロファイラシステム<sup>14</sup>を設置したことで、高層12kmでの風向、風速、気温の観測が可能となった（表4参照）。その結果、サモア近辺のサイクロンの進行方向やサイクロンの発生に影響しているエルニーニョ現象の情報が提供できるようになった。さらに、気象予報の精度の向上に不可欠である高層気象観測データを世界各国の気象組織へ提供することも可能となった。

また、計画時には同国の5カ所の気象業務管区<sup>15</sup>のうち4カ所の管区に観測所がなかったため、各地域の気象情報をSMD本局でリアルタイムに把握することができず、各地の気象現象が気象予報に反映されていなかった。本事業で設置された機材により、事後評価時には計画どおり全管区において気象情報がリアルタイムで観測されている。さらに、指標には設定されていないが、WMOに登録されている観測点数も本事業実施前の9点から17点となり、おおむね2倍の情報がWMOに報告されるようになったことで同国の気象観測能力の改善が確認されている<sup>16</sup>。

表4 高層気象観測能力及び自動連続気象観測能力

	基準値	目標値	実績値	
	2009年	2016年	2012年	2015年
	計画年	事業完成3年後	事業完成年	事業完成3年後
高層気象観測能力				
・高層の風向 ・風速	観測実施不可能	降水のない時：上空約3-6km 降水時：上空約7-9kmまで	上空12km	上空12km
・気温		上空約1.4kmまで	上空12km	上空12km
自動連続気象観測管区	気象業務管区1カ所	気象業務管区全5カ所	気象業務管区全5カ所	気象業務管区全5カ所

出所：JICA提供資料、実施機関提供等

<sup>12</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。

<sup>13</sup> 気象事業の国際的な標準化と改善および調整、ならびに各加盟国・地域間における気象情報・資料の効率的な交換の奨励を主な業務とする国際連合の専門機関の一つ。

<sup>14</sup> 地上から上空の風を測る装置。観測地点直上の風向及び風速の垂直分布を、瞬時に観測する。

<sup>15</sup> ウボル島2カ所、サバイイ島3カ所

<sup>16</sup> 気象予報は自国の観測データをWMOや各国の気象局に配信し、同時に各国から受信する気象観測データを予報に反映することで精度が高まる。

(2) 効果指標: 気象予測提供能力の向上

自動気象観測が可能となり、同国内の各気象業務管区の気象現象をタイムリーに把握できるようになったことから、SMD では気象現象を適切に気象予報に反映することが可能となった。一方で、事後評価時に SMD が提供している予報回数は気象及び沿岸予報回数ともに2回/日と事業実施前から増加していない(表5参照)。これは、日常的に天候が安定している際には、実施機関や関係機関では必要とされる回数が朝夕2回/日で十分と考えられているためである。計画時の目標値の設定は現状に即しておらず、適切でなかったといえる。より頻繁に気象予測が提供されるべき災害の発生時には、災害の規模や発生状況に基づき、必要に応じて予報回数を増やしており、現状に即した形で予報を提供できる環境は整ったといえる。

また、飛行場予報に必要な情報は得られているものの、SMD の人材不足により飛行場予報回数は定期的に行われていない(詳細は持続性(2)に記載)。事後評価時には、実施回数は必要に応じたタイミングで実施することとされている<sup>17</sup>。なお、SMD より空港の管制局に向けて報告という形はとられていないものの、管制局では SMD の観測データは、空港に設置されているモニターで関係者が確認できる体制が整備されているため、気象予測提供能力は向上したといえる。

表5 気象予報・沿岸予報・飛行場予報回数

	基準値		目標値		実績値	
	2009年	2016年	2012年	2015年		
	計画年	事業完成3年後	事業完成年	事業完成3年後		
気象予報回数	2回/日	4回/日	2回/日	2回/日		
沿岸予報回数	2回/日	4回/日	2回/日	2回/日		
飛行場予報回数	0回/日	4回/日	不定期	不定期		

出所: JICA 提供資料、実施機関提供等

3.3.2 定性的効果

(1) 気象予報・災害警報能力の向上

気象観測システムの設置により、自動で連続的に気象データを観測し、通信システムやデータ管理システムを活用することで同国の気象情報を GTS に配信、かつ各国の情報や予報を受信することで、それらの情報をもとにより正確に予報を行うことが可能になった。例えば、サイクロン発生時には事前に風向、雨量、進路を予測し、災害の発生の予測に関する警報を携帯電話を用いたテキストメッセージを通じて発信する環境が整備された。

本事後評価で実施した関係機関へのアンケートや住民への受益者調査<sup>18</sup>でも、表6

<sup>17</sup> SMD 職員へのインタビュー調査より。

<sup>18</sup> 定量的情報を補完することを目的とし、アンケート調査・受益者調査を実施した。アンケート調査は気象予報を利用する関係機関の職員13名を対象に実施(内訳: 関連省3名、ホテル業3名、消防防災サービ

の通り、関係機関はおおむね 7 割以上の回答機関が気象予報の内容の正確性・頻度・信頼性に関して改善した、住民も回答者の 8 割以上は気象予報能力が改善したと回答している。また、災害警報能力についても、関係機関の 7~8 割が正確性・頻度・信頼性が改善したと回答、住民の 9 割以上の回答者が災害警報が国民に伝わるシステムが改善したとしており、気象予報・災害警報能力の向上が確認されたといえる。

表 6 気象予報能力の改善

		大幅に改善	改善	変化なし	悪化	大幅に悪化	回答なし
関係機関	正確性	30%	40%	10%	0%	0%	20%
	頻度	22%	55%	11%	0%	0%	11%
	信頼性	50%	20%	20%	0%	0%	10%
住民	正確性	49%	42%	1%	0%	0%	1%
	頻度	52%	37%	2%	0%	0%	1%
	信頼性	50%	38%	2%	0%	0%	1%

出所：アンケート調査、受益者調査結果

表 7 災害警報能力の改善

		大幅に改善	改善	変化なし	悪化	大幅に悪化	回答なし
関係機関	正確性	36%	45%	18%	0%	0%	0%
	頻度	36%	45%	18%	0%	0%	0%
	信頼性	27%	45%	27%	0%	0%	0%
住民	全般	26%	71%	2%	0%	0%	0%

出所：アンケート調査、受益者調査結果

注：住民に関しては警報能力という表現が理解されにくかったため、「災害警報が国民に伝わるシステム」について改善状況を確認した。

## (2) サモア航空局に提供する気象情報の向上

事業実施前には気圧以外の SMD の気象観測は手動であったこと、また SMD が空港から離れた場所にあり即応性が求められなかったことから、非効率ではあるものの SMD とサモア航空局の両者が並行して気象観測を行っていた。また、当時 SMD は航空機の安全な離発着に最も重要とされる視程、雲高観測を目視で行っており、夜間に関しては同項目を観測することさえ困難な状況にあった。

本事業では、滑走路の 2 カ所に連続観測が可能な自動気象観測システム、SMD と同様の情報が表示される気象観測データ表示システムをファレオロ国際空港に設置した。その結果、以前は手動で観測され、電話等を通じて SMD からサモア航空局に提供され

ス局 2 名、航空会社 2 名、港湾庁 1 名、民間（石油運送）会社 1 名）。受益者調査はウポル、サバイイ、マノノ島の住民合計 127 名（有効回答数 127）に実施。内訳は次の通り。性別：男性 65 名、女性 62 名、年齢：16-25 歳(24 名),26-35 歳(27 名),36-45 歳 (31 名),46-55 歳(27 名),55 歳以上(18 名)。なお、回答者の選定に際して、住民リストの入手を試みたが、利用可能なリストが入手できなかったため、青果市場、魚市場、バス停、波止場等で有為抽出により選定した。

ていた風向、風速、気温、雨量、雲高、視程のデータがサモア航空局でも確認できる体制が整った。現在は各種データを滑走路の両サイドで 5 分毎に観測、表示システムに結果が表示されており、タイムリーかつ正確な気象傾向予報を SMD の観測システムから得られることができるようになった。サモア航空局で気象を観測する必要もなくなり、同局の作業の軽減にも貢献したといえる。

### (3) データ通信・情報提供能力の向上

同国の各地に設置された自動気象観測システムで得られる気象データは、気象観測データ通信システムを通じて SMD に送信され、さらに GTS スイッチシステムによる WMO の GTS システムへ配信されている。同時に、他の国の気象観測データも受信が可能となっていることから、同国の気象観測データの送受信に係るデータ通信能力が向上したといえることができる。これは同時により多くの気象データ・傾向をもとに気象を予測すること指しており、同国の予報の精度の向上に繋がっている。

観測できるデータ・予測情報が改善したことに加えて、本事業では技術支援を通じて天気アイコンや予報図の作成、気象情報の表示や説明等天気予報サービスを放送するための指導も行われたため、テレビでの天気予報番組の提供も可能となった。

また、早期警報通信システムを活用し、携帯電話のテキストメッセージを通じて、サイクロン、暴風、高波等の情報が発信されている。警報は SMD から DMO に共有され、DMO から主要関係機関担当者、メディア、各地域の代表者各関係機関に送信されているが、その内容・頻度も改善しており、情報提供能力の向上が確認できる。



(写真) 天気アイコンを用いた天気予報のテレビ画面

### (4) 気候変動への対応能力の向上

本事業で提供した機材（観測機材、通信システム、データ管理システム）の導入により、気候変動に関する情報（気候変動情報解析、サモアの気候システムの傾向等）を把握・管理し、月次（雨量や気温）、四半期（エルニーニョ・南方振動<sup>19</sup>、南方振動指数<sup>20</sup>等の気象情報やサモア周辺気象情報）にレポートを発行している。事業

<sup>19</sup> 熱帯の西部太平洋と東部太平洋の間の地上気圧が、数年ごとにシーソーのように変動する現象。南方振動は、エルニーニョとラニーニャの交代と一致しており、エルニーニョと合わせてエンソ（ENSO: El Niño/Southern Oscillation）とも呼ばれる。

<sup>20</sup> タヒチとダーウィンの地上気圧の差を指数化したもの。貿易風の強さの目安の一つであり、正の値は貿易風が強いことを表わす。

実施前は、気候変動に対する情報の解析、気候変動に対応するための資料の作成ができない状況であったが、技術支援では得られたデータの解析用プログラムへの入力、管理、値の精度の確認といったプロダクト作成までの指導が実施され、気候変動に対応するための資料作成能力が備わり、気候変動に対する情報をまとめ、発行する能力の向上に貢献した。

### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

##### (1) 気象情報、災害対策の理解改善、迅速な退避に備えた情報伝達体制の整備

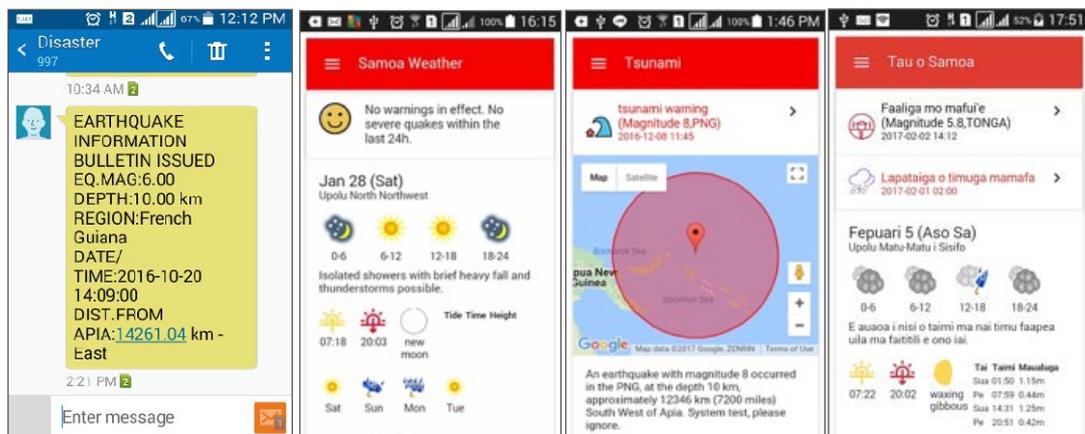
受益者調査の結果によれば、住民はテレビ・ラジオを通じたより解りやすい天気予報の説明・災害情報により、その理解度が大幅に向上したと回答している。それまでテレビによる天気予報がなかったサモアでは、国民の大半が気象情報を経験に基づく空模様をもとに把握、またはラジオ等を通じて気象・災害情報を確認していた。前述の通り、本事業実施後にテレビの天気予報が開始され、天気アイコンやアニメーションを用いた情報は、気象情報や災害対策への理解を深めることに貢献している。受益者調査でも 90%の住民がテレビ及びラジオでの気象情報の説明が分かりやすくなったと回答している。ただし、一部の回答者からは現状においても気象情報の説明に専門的な表現が使われることがあり、改善が必要との意見が挙げられた。また、本事業では災害発生時の対応について、小学生を対象とした啓発活動も展開された。学校で啓発活動（オープンクラス）に参加した児童たちが家庭で両親や家族にもその情報を共有したとの意見が市場等のインタビューで度々確認された。その後も NGO 等による啓発活動は実施されており、本事業の技術支援が地元住民を対象としたオープンクラスの実施等を通じ気象情報や災害対策や発生時の対応の理解の改善に寄与したといえる。

また、災害発生時には災害発生時の意思決定に係る機関、住民の代表者にはテキストメッセージが配信されており、その情報をもとに村に設置された非常サイレンを発報するなど退避に備えるための情報伝達体制が整った。このシステムは迅速性を有する同国の重要な災害対策として認識されているが、本事業完了後には国民にとってさらに活用度を高めるべく SMD では本事業完了後スマートフォンを用いた災害情報配信アプリの開発に取り組むなど、災害対策に向けたさらなる改善も確認された（以下、コラム参照）

コラム：気象・災害情報伝達手段改善に向けた事業完了後のインパクト  
～気象・災害情報配信アプリの開発～

本事業では2012年にSMDに対し自動気象観測システム及び早期警戒情報配信システムが設置された。これらの機材を通じ、より分かりやすい気象情報が国民に届けられ、災害発生時には災害情報を活用する主要な機関や各地域のリーダーに向けSMSを通じた迅速な情報の伝達が可能となった。一方で、SMSを通じた情報伝達手段にはサモア内での通信容量の制限があり国民に送信ができないこと、また送信できる文字量に160字の制限があるという課題も抱えていた。この手段を改善するため、本事業完了後にJICAボランティアの技術支援のもと、SMDはスマートフォン向けアプリケーションの開発に取り組んでおり、2017年2月にサービスが開始された。同アプリケーションでは、これまで活用されてきたSMSによる情報発信システムを補完し、広くサモア国民に早期警戒情報を送信すること、さらに日常生活に役立つ追加情報（6時間ごとの天気予報、日の出、日の入り時刻、潮汐表等）を英語・サモア語（選択可能）で記載した。

事後評価時においては、サモアの携帯通信網は大幅に広がっており、スマートフォン利用者数も拡大し続けている。また、全員がスマートフォンを有していない地域でも、家族やコミュニティでの繋がりを重要視するサモアでは、周囲の親戚・友人・知人の数名がスマートフォンを通じて早期に情報を入手することで、情報は容易に共有されることが期待できるため、今後サモアにおける地域防災の重要な手段となることが期待されている。



SMSで発信される  
早期警戒情報

アプリ画面①  
4時間、4日間の天気

アプリ画面②  
津波警報の受信警報  
音が鳴る

アプリ画面③  
トンガの地震情報及  
びサモアの大雨警報

出所：SMD及びJICAボランティアインタビュー、JICAボランティア作成資料より。

## (2) 農業への貢献

市場で農産物を販売する農家へのインタビュー調査では、農業従事者や住民が気象情報を農業や栽培活動に役立てていることが説明された。例えば、多くの回答者が天気予報を確認し、農業活動（水撒きの量、種まきのタイミング）等の参考にしていることが確認された。農業はサモアの基幹産業の一つであり、農業活動への貢献は間接的に同国の所得の安定にも裨益しているといえる。実施された受益者調査では、回答者の約13%が農業従事者であったが、回答者全体の33%が気象情報を農業や栽培活動に役立てていると回答しており、農業従事者に加え、家庭で作物を栽培する住民も気象情報を活用していることが確認された。

## (3) 航空機の運航の安全・観光業への貢献

サーフィン等のアウトドア活動が中心の同国の観光業にとって、気象予報は不可欠な情報である。サモア観光協会は気象傾向・自然災害発生に関する情報を SMD 及び DMO より提供されている。同協会によれば、本事業実施後の2013年以降、提供される気象情報の内容・タイミングは大幅に改善し、災害の発生前に時間の余裕をもって情報を得られるようになったという。サモアの観光業界では、十分な天候傾向・事前の災害情報を得ることで、観光客に安全な観光プランやスケジュールを提案することが可能となり、観光客が安全な滞在を過ごすことに貢献しているといえる。

飛行場予報の提供は定期的ではないものの、必要に応じて必要な情報を提供できる体制は整っている。パイロットが情報を照会した際、SMD は常にリアルタイムで求められた情報（風向、風量、雨量、視程等）を提供できており、「3.3 有効性 定性的効果」に上述の通り、民間航空機の安全な運航の改善に本事業も寄与しているといえる。

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 自然環境へのインパクト

本事業の実施に際しては、同国の「計画都市管理法」に従い環境影響評価が実施され、その結果に基づいたモニタリングの実施とその報告書も作成済みである<sup>21</sup>。実施機関への聞き取り、サイト視察時のインタビュー、モニタリング報告書を通じては、実施中に騒音等の苦情等が発生していないこと、自然環境へのインパクトは発生していないことが確認されている。

#### (2) 住民移転・用地取得

本事業の実施に伴う住民移転・用地取得は発生していない。気象観測機材が設置された土地の利用（リース）も土地所有者の同意を得たうえで施設・機材が設置されており、特段問題となる事項は生じなかったことが実施機関へのインタビューで確認された。

<sup>21</sup> 出所：実施機関へのインタビュー、サイト視察時の現況確認より。

### (3) その他のインパクト：SMD 職員の作業の効率性の改善

大部分のデータ観測が手動観測から自動観測へ変更したことにより、SMD 職員の日々の作業の効率性が向上した。特に、マオタ国際空港では SMD の職員が手動観測されたデータを電話で本局に報告していたため、平日は職員がサバイイ島に出張し作業にあたっていた。事後評価時においては、遠隔で観測データが収集されるようになったことで、SMD の職員を派遣する必要がなくなり、コスト削減にも貢献している。

気象観測機材の整備により、高層気象の観測や連続自動観測、航空局に必要な気象情報の観測が可能となり、通信データの整備により気象予報の分析に必要な情報を世界各国から受信する体制が整った。これらの予報・情報をもとに早期警報通信システムを活用し、災害発生時の迅速な退避に向けた災害情報の伝達体制も整備された。さらに、技術支援を通じ SMD 職員により提供される気象傾向情報の質や気象情報を伝える際のプレゼン能力も改善している。その結果、サイクロンの進路方向情報、暴風域・雨量等の事前の把握や災害発生前の警報の発信が可能になり、民間航空機の安全な運行に必要な情報や国民へのより解りやすい気象情報といった気象観測・情報の提供能力が改善した。これらの情報は同国の基幹産業である農業活動、観光産業に貢献している。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

## 3.5 持続性（レーティング：②）

### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業で供与された気象観測、データ通信、警報通信システム等の機材は、MNRE の SMD 気象予報部門が運用・維持管理（Operation and Maintenance、以下、「O&M」という。）を担当している（図 2 参照）。SMD の事後評価時の職員数は 40 名であり、うち、気象予報部門の職員数は 16 名である。気象観測の施設・機材の O&M（地方設置分含む）に関与している職員数は 4 名で、ほか 2 名の職員が清掃や草刈り等を担当している。実施機関によれば、十分な O&M を行うためには 6 名の職員が必要であり、供与された気象観測及び通信機材の O&M に十分な知識・経験を有する技術者の人数が不足している。

また、機材の故障時には迅速な対応が可能となるよう SMD には職員 3 名からなるクイックレスポンスチームが配置されている。計画時にはサモア航空局にも同様のチームの配置が必要とされていたが、人員の制限から同局にはその体制が整っていない。ただし、ファレオロ空港には SMD の機材が設置されているため SMD の職員が 24 時間体制で配置されており、迅速な対応が求められる場合には、SMD の職員が対応する。

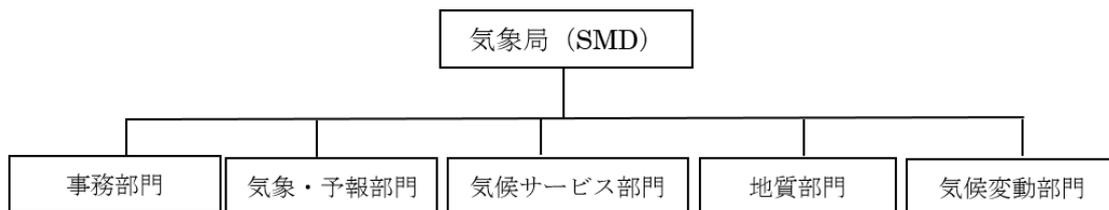


図2 SMD 組織図

出所：SMD ウェブサイト <http://www.samet.gov.ws/index.php/staff/service1> （参照 2017 年 5 月 10 日）

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業では「環境プログラム無償」を通じて、運用・維持管理に対する研修が実施された。そのため、SMD の職員は新たに設置された気象観測システムや通信システムの基本的な操作・維持管理方法を習得しており、基本的な技術面でのキャパシティは有しているといえる。その際に提供された操作・維持管理マニュアルも日常的に活用されていることがサイト視察時に確認された。加えて、JICA による大洋州地域での気象観測・予報能力強化に向けた継続的な支援<sup>22</sup>、オーストラリア、中国等の支援により機材の校正や検査方法に関する研修、WMO による気象観測の技術支援が実施され、技術面での強化が図られてきた。

一方、サモア国内では気象データのシミュレーションに求められる知識や通信技術・IT 分野の知識を十分に有する技術者が不足している。SMD で現状十分な技術を有する職員は 2 名と限られているため、同分野の正規職員を募集中であるが適正な人材が国内に限られていることが技術面での課題といえる。現状では本事業に関与していた日本人専門家とメール等でコミュニケーションをとり、アドバイスを得ていること、また IT 分野については JICA ボランティアが派遣され、不足部分が補われている。

設置された機材に必要なスペアパーツは事業完了時に調達された備品を用いてきたため、事後評価時までにはスペアパーツの不足による影響は生じていない。ただし、バッテリー以外のスペアパーツはサモアで入手できないため、今後備品として提供されたスペアパーツを使い終わった場合、海外から購入する必要がある。実施機関は調達ルートについては把握しているが、高額な部品も多く、継続的な運用に向けてあらかじめ必要となる予算も視野に入れた購入計画の検討が必要といえる。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

機材の O&M を担当する SMD の収入は、政府から配賦される予算である。本事業計画時の SMD の年間予算は約 2% の伸びを示しており<sup>23</sup>、新たに必要となる O&M 費を確保

<sup>22</sup> JICA は 2014 年からフィジーに対し「大洋州気象人材育成プロジェクト」を通じて、気象観測や予報能力の強化を支援している。フィジー気象局が C/P であるが、サモアは第三国研修の対象に含まれており間接的な裨益が得られている。

<sup>23</sup> 出所：JICA 提供資料

するためには SMD 全体予算の 6%の増額が必要であると試算されていた。SMD の年間予算は年率 5%程度の伸びを示しており（表 8 参照）、若干不足の傾向にある。SMD 職員によれば、例年 O&Mに必要な予算を MNRE に申請し、承認される金額は申請した金額の半額程度にとどまっているという。維持管理に必要な金額が得られない場合には、他の活動費の一部を流用し賄っているが、今後消耗品や部品の交換が必要になった場合には、流用した金額ではカバーできなくなる懸念がある。消耗品・交換部品はこれまで本事業で備品として調達したスペアパーツを使用してきたが、事後評価時には残りの備品がわずかとなっている。したがって、機材の運用に支障が生じることのないように、他の活動費からの流用ではなく、維持管理のための予算を確保する必要がある。

表 8 SMD の予算

(単位：千タラ)

	2009/10 年	2013/14 年	2014/15 年	2015/16 年
予算	1,151	1,437	1,529	1,618
支出 (内訳)	1,151	1,437	1,529	1,618
人件費	896	980	1,034	1,086
運転費	133	297	320	356
一般費	122	160	175	176

出所：サモア財務省，“Approved estimate of receipts and payments of the government of Samoa for the financial year”

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

SMD へのインタビュー及びサイト視察を通じて、本事業対象の機材、機材附属施設は十分に活用・稼働している点が確認された。清掃、施設周辺の草刈り等も行われていることから施設の状況は良好である。技術支援で提示された日常の定期点検は、義務付けられた頻度で実施されていない点が確認された。その要因は職員数の不足によるものである。ただし、毎日義務付けられているチェック項目が隔日または 3 日に一度で行われるという状況で、事後評価時までには大きな問題や故障を招く要因とはなっていない。コンクリートシェルターの塗装補修や機材故障時の対応も SMD により適宜行われていた。消耗品・交換品はバッテリーを除き、サモア国内で調達できないが、これまでは本事業で供与したスペアパーツを使用することで問題なく稼働されている。記述の通り、備品が終了した後は海外から消耗品・交換品を調達する必要があるため、その計画・予算を SMD が策定・確保することができれば持続面での問題はないといえる。



(写真左)コンクリートシェルター:SMDにより壁面の再塗装済み(トギトギガ観測地点)

(写真中央)コンクリートシェルター内:バッテリー(左)、屋内ユニット(中央)、IP電話(タル山観測地点)(右)

(写真右)データ収集処理装置のメンテナンス作業を行うSMD職員(レピウタイ観測地点)

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務面に軽度な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は、サモアの気象観測能力の向上や災害への脆弱性の改善を図ることを目的とし、気象観測システム、早期警報通信システム等の機材の整備及び機材の運用・維持管理に必要な技術支援を行った。その目的は、気候変動や災害対策への強靱性の向上を目指してきた同国の開発戦略や環境セクター計画に加え、自然災害の被害を頻繁に受けてきた同国の開発ニーズ、さらに我が国の援助政策と高い整合性を有している。本事業の実施により、高層・連続での気象観測や航空局に必要な気象観測を可能にするという目標が達成された。また、気象予報の分析に必要な情報を世界各国から送受信する体制が整備され、正確な情報を用いた気象予報が行われるようになり、サイクロンの進路方向や暴風域・雨量等事業実施前には得ることのできなかつた気象情報の提供や災害発生前の警報の発信は、国民の農業活動や観光産業にも貢献している。したがって、本事業の有効性・インパクトは高い。事業費は計画内に収まったが、技術支援の期間の変更、新たなスキームを活用した技術支援の提供やサイクロンの影響等により事業期間は計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度と判断される。また、本事業で整備された機材の維持管理状況は良好であるが、運営・維持管理における実施機関の体制、技術、財務状況に軽度の問題が確認されたため、持続性は中程度と認められる。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

## 4.2 提言

### 4.2.1 実施機関への提言

- ・ 気象情報のより容易な用語を用いた説明

技術支援で支援をした「天気アイコンやアニメーション画像を用いたテレビでの天気予報」の開始は国民の気象情報の理解度を改善した。しかし、関係機関及び住民双方から、一部の気象情報には依然として専門用語を用いた説明が行われており、より容易な用語を用いた情報の提供を求める声が上がっている。SMD は気象情報の説明にあたり、今後さらに一般的な情報としてわかりやすい用語を用いた説明を行う心がける必要がある。

- ・ 消耗品・交換部品購入予算の確保

事後評価時点まで機材の消耗品・交換部品は事業完了時に備品として調達されたスペアパーツが用いられてきた。しかし、事業完了後4年が経過しスペアパーツのストックもほぼ終了しているため、SMD は今後消耗品・交換部品を購入する必要がある。バッテリーを除く部品は全て海外から輸入する必要があること、維持管理費用が限られていること、交換部品の欠如は機材の運用の停止を招くことから、SMD は早急に次年度以降の備品の購入計画を立て、その重要性を MNRE 及び財務省に伝えたいので、予算申請を行う必要がある。

- ・ 人材の確保

SMD では気象データの解析・分析能力を有する職員が2名と限られており、空港でのブリーフィング回数やクイックレスポンスチームの設置などの障害となっている。SMD では一日3シフトでの勤務体系をとっており、知識・経験を有する職員の増員は必須といえることから、SMD は早期に増員の計画を立て、採用活動に取り組む必要がある。

### 4.2.2 JICA への提言

事後評価時点において SMD には IT 技術の知識・経験を有する JOCV 隊員が SMD に派遣され、通常業務に不足している人材・キャパシティ不足を補うべき活動を行っている。SMD 職員の IT や通信技術は質・量ともに不足しており、今後も継続的な技術の指導の実施が望まれている。JICA は SMD のニーズを適宜共有し、要すれば継続的な隊員の派遣を通じて、SMD 職員の能力の維持・拡充に貢献することが望ましい。

## 4.3 教訓

- ・ 外部要因を有効に活用した柔軟な事業活動

本事業の実施中にサモアに大規模なサイクロンが発生し、事業で供与した機材もその被害を受けた。設置された機材を用いた技術支援の開始も、被害を受けた機材の修復を待つ必要があり、その間事業の活動は一時的に休止せざるを得ない状況となった。一方、その間、必要な機材の修理は専門家が実施機関の職員に指導

しつと進められたことから、結果的にこの間の作業はオン・ザ・ジョブ・トレーニングとして実施機関の職員の能力の向上につながった。予期せぬ事態が生じた場合でも、効果や持続性を意識した柔軟な対応・活動が行われ、実際に職員の能力の向上につながったグッドプラクティスといえる。

以上