

国名	気象観測・予測・伝達能力向上プロジェクト
スリランカ民主社会主義共和国	

I 案件概要

事業の背景	スリランカでは毎年のように、洪水、サイクロン、土砂災害、強風、落雷などの自然災害が発生し、社会・経済インフラの損壊や経済的損失をもたらしている。政府は国家防災体制を強化し、防災のための包括的な法的枠組みを定めた災害管理法（Disaster Management Act）（2005年）を制定した。同法は、災害後の対応に焦点を当てたこれまでの災害管理政策とは異なり、被害抑止と軽減を含む災害への事前の予防に焦点を当てている。政府は、国家防災委員会（National Council for Disaster Management）と災害管理省（Ministry of Disaster Management。事後評価時点では国家安全保障・内務・防災省（State Ministry of National Security, Home Affairs and Disaster Management）の防災部（Disaster Management Division）を設置した。防災部の下に気象局（Department of Meteorology: DOM）があり、気象現象を正確に把握し、関係機関に予報や警報を提供する役割を担っている。従来の予報は主観的な分析によるものであり、客観的な資料に基づいた予測の改善が課題となっていた。										
事業の目的	本事業は、気象観測機器の保守点検・校正、気象データの送受信、収集した気象データを用いた気象予報、警報、気象情報の伝達の改善を通じて、より正確でタイムリーな気象情報の国民や防災関連機関への提供を図り、もって、気象情報が国民や防災関係機関に適切に利用されることを目指す。										
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上位目標:気象災害による被害の軽減への寄与を念頭に、DOMの提供する気象情報が、国民や防災関係機関に適切に利用される。 2. プロジェクト目標:より正確でタイムリーな気象情報が、国民や防災関係機関に提供される。 										
実施内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 事業サイト: スリランカ全国 2. 主な活動: 現状の確認、必要な機器の調達、気象観測装置の維持管理及び校正、気象データの送受信、収集したデータに基づいた気象予報、警報と気象情報の提供を改善するためのマニュアル作成と研修の実施 3. 投入実績 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">日本側</td> <td style="width: 50%;">相手国側</td> </tr> <tr> <td>1) 専門家派遣: 19人</td> <td>1) カウンターパート配置: 27人</td> </tr> <tr> <td>2) 研修員受け入れ: 8人</td> <td>2) プロジェクト事務所、光熱費等</td> </tr> <tr> <td>3) 機材供与: 気象観測・気象予報機器</td> <td>3) 事業運営費</td> </tr> </table>			日本側	相手国側	1) 専門家派遣: 19人	1) カウンターパート配置: 27人	2) 研修員受け入れ: 8人	2) プロジェクト事務所、光熱費等	3) 機材供与: 気象観測・気象予報機器	3) 事業運営費
日本側	相手国側										
1) 専門家派遣: 19人	1) カウンターパート配置: 27人										
2) 研修員受け入れ: 8人	2) プロジェクト事務所、光熱費等										
3) 機材供与: 気象観測・気象予報機器	3) 事業運営費										
事業期間	（事前評価時）2014年7月～2017年6月 （実績）2014年9月～2017年8月	事業費	（事前評価時）324百万円、（実績）302百万円								
相手国実施機関	スリランカ気象局（Department of Meteorology: DOM）										
日本側協力機関	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										

II 評価結果

1	妥当性	<p>【事前評価時のスリランカ政府の開発政策との整合性】 本事業は、災害防止のための包括的な法的枠組みを確立したスリランカの災害管理法（2005年）に合致していた。この法律は、災害後の対応に重点を置いていた従来の災害管理政策を改め、災害への備えに重点を置いている。その他の関連政策として、災害リスク管理ロードマップ（The Roadmap for Disaster Risk Management）（2006年～2016年）、国家災害管理政策（National Policy on Disaster Management）（2010年）、スリランカ国家災害管理計画（Sri Lanka National Disaster Management Plan）（2013年～2017年）、国家緊急オペレーション計画（National Emergency Operations Plan: NEOP）（2013年）、包括的災害監視プログラム（Comprehensive Disaster Management Programme）（2014年～2018年）があった。</p> <p>【事前評価時のスリランカにおける開発ニーズとの整合性】 本事業は、上述の「事業の背景」に記載されている、正確かつタイムリーな気象情報の提供にかかる能力の強化にかかるニーズに対応するものであった。</p> <p>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】 脆弱性の軽減のための社会サービス基盤整備は、「対スリランカ民主社会主義共和国 国別援助方針」（2012年）の重点分野（中目標）の一つであった。</p> <p>【事業計画やアプローチの適切性】 本事業はVSAT（Very Small Aperture Terminal: 気象データ衛星通信システム）の利用を前提に設計されていたが、予算の問題でVSATの利用は中止となった。代わりにIP-VPN（Internet Protocol Virtual Private Network: 通信事業者が提供する専用のネットワーク上で構成する仮想的な専用回線）を利用することにしたが、サービスエリアが狭く、期待していたような結果が得られなかった。これらの問題は、本事業でこれら技術を利用して初めて判明したもので、予見することは困難であったと思われる。よって、事業の設計やアプローチに特に問題があったとまでは言えない。</p> <p>【評価判断】 以上より、本事業の妥当性は高い。</p>
2	有効性・インパクト	

【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】

事業完了時点で、プロジェクト目標「より正確でタイムリーな気象情報が、国民や防災関連機関に提供される」は一部達成された。事業実施中、準器と校正器具の調達と研修が行われ、気圧と温度にかかる気象測器についてトレーサビリティが確立した（指標1）。コロンボ及びラトゥナプラで、試行ベースの週間予報を2017年に実施した（指標4）。コロンボとラトゥナプラの12、24、36時間先の降雨のガイダンス予報と、コロンボの降雨に関する短期（12時間および24時間毎）の気象予報ガイダンスが稼働し、短期予測の精度が向上した（指標3）。2016年1月にDOMが利用していたVSAT（Very Small Aperture Terminal：気象データ衛星通信システム）通信衛星のサービスが予算の問題で停止されたため、気象観測所のリアルタイム観測データの欠測率は100%であった（指標2）。

【プロジェクト目標の事後評価時における継続状況】

本事業の効果は事後評価時点で継続していない。気象測器のトレーサビリティは全国で確立している（指標1）が、VSATに代わるIP-VPN（Internet Protocol Virtual Private Network：通信事業者が提供する専用のネットワーク上で構成する仮想的な専用回線）の機能が想定以下だったため、各観測所の自動気象観測装置（Automatic Weather System：AWS）からのリアルタイムの観測データはコロンボに転送されていない（指標2）。DOMは2017年以降、ヨーロッパ中期予報センター（European Centre for Medium-Range Weather Forecasts：ECMWF）のデータを使用しているが信頼性が高くないため、降雨予測の正確性も高くない（指標3）。DOMのウェブサイトでは、ECMWFのデータを使用したスリランカ全土の週間予報が掲載されている（指標4）。本事業ではDOM独自のデータを用いた数値気象予測の能力強化を支援したものの、それは実施されていない。

【上位目標の事後評価時における達成状況】

上位目標「気象災害による被害の軽減への寄与を念頭に、DOMの提供する気象情報が、国民や防災関係機関に適切に利用される」は検証不能であった。DOMは定期的に他の機関に情報を提供しており、それらは利用されていると推測されるが、どのように利用されているかを確認する仕組みやシステムはない（指標1）。コミュニティはDOMからの情報を利用してハザードマップや避難計画を作成しているが、DOMには、コミュニティの数やコミュニティが開発したツールの例などの情報を有していない（指標2）。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

負のインパクトは確認されなかった。

【評価判断】

よって、本事業の有効性・インパクトは低い。

プロジェクト目標及び上位目標の達成度

目標	指標	実績	出所
プロジェクト目標 より正確でタイムリーな気象情報が、国民や防災関連機関に提供される。	(指標1) 観測器のトレーサビリティ (準器の有無、点検・校正頻度)	達成状況 (継続状況) : 達成 (継続) (事業完了時) 本事業において、準器と校正器具の調達と校正技術に関する研修の実施によって、気圧と温度にかかる気象測器についてトレーサビリティが確立した。「気象測器校正ガイドライン」と「気象測器校正マニュアル」を整備して、気圧・温度にかかる校正の手法を規格化した。DOMは新しい校正作業を通常業務として開始した。 (事後評価時) スリランカ政府が購入した機材と日本が供与した機材によって、気象測器のトレーサビリティは全国で確立している。校正手法は事業で整備されたガイドライン類に従ったものであるが、校正マニュアルの完全版はまだ作成されていない。測器は通常年に2回から3回点検されているが、2020年以降は新型コロナウイルス感染症の影響で点検できていない。	出所：JICA 資料、DOMの質問票・インタビュー
	(指標2) 観測の欠測値の割合	達成状況 (継続状況) : 未達成 (継続していない) (事業完了時) 2016年1月にDOMが利用していたVSAT通信衛星のサービスが予算の問題で停止されたため、36か所の気象観測所のリアルタイム観測データの欠測率は100%であった。VSATからIP-VPNシステムへの移行により、リアルタイムの観測データ欠測率は10%程度に改善される予定であった。 (事後評価時) IP-VPNが期待通りに機能しなかったのは、モバイルネットワークのサービスエリアが限られていたことと、プロバイダーがそれを拡大するための技術力を有していなかったことが理由であった。プロジェクトチームは、サービスエリア拡大のために最大限技術的支援を行ったが、プロバイダーは契約期間中に全国展開を達成できなかった。本事業の計画時には、36の観測局すべてからリアルタイムの観測データが転送されることを想定していたが、それは実現できなかった。IP-VPNでは国内の遠隔地との通信が困難であることをDOMは認識し、今般、GPRS (General packet radio service : 汎用パケット無線サービス) に変更することを決定した。	
	(指標3) 選定された地上気象観測所における降雨予報の精度	達成状況 (継続状況) : 一部達成 (継続していない) (事業完了時) 降雨予報の精度を向上させるため、DOMの地域数値モデル (Weather Research and Forecasting: WRF) の数値予報値 (Grid Point Value) を用いて2地点 (コロンボ、ラトゥナプラ) の12、24、36時間先の降雨の予報ガイダンスが完成した。また、WRF数値予報値を用いた、降雨に関する短期 (12時間および24時間毎) の気象予報ガイダンスのための半自動	

		Linux プログラムがコロボで稼働していた。DOM は、季節ごとの降雨量の短期予報の回帰式を作ることができるようになった。季節分けをしない方法に比べて、短期予報の精度が向上し、さらなる精度向上が期待されていた。 (事後評価時) 自動気象観測装置 (AWS) のデータは、IP-VPN システムの機能が想定以下だったため完全にはコロボに転送されていない。DOM は 2017 年以降、ヨーロッパ中期予報センター (ECMWF) の高解像度データを降雨予測に使用しているが、モンスーンの時期は局所的な影響が大きく、信頼性が下がる。本事業では DOM 独自のデータを用いた数値気象予報の能力強化を支援したものの、それは十分活用されていない。	
	(指標 4) 選定された地上気象観測所における試行ベースの週間予報の実施数 ¹	達成状況 (継続状況): 達成 (継続していない) (事業完了時) 2 か所 (コロボ及びラトゥナプラ) で、試行ベースの週間予報を 2017 年 1 月～7 月の期間実施した。 (事後評価時) 本事業で使用した手法 (試行ではモデル出力統計 (Model Output Statistics: MOS) を使用) は現在使用されていない。2017 年 7 月以降 DOM のウェブサイトでは、ECMWF のデータを使用したスリランカ全土の週間予報が掲載されているが、DOM 独自の情報を使用したものではない。コロボ、マッタラ国際空港、カトゥナヤケ国際空港の観測所が週間予報を実施している。	出所: JICA 資料、DOM の質問票・インタビュー
上位目標 気象災害による被害の軽減への寄与を念頭に、DOM の提供する気象情報が、国民や防災関係機関に適切に利用される。	(指標 1) DOM の改善された気象情報の一部または全部を活用して実施された防災のための土木工事の実施件数	(事後評価時) 検証不能 DOM は定期的に他の機関 (灌漑局 (Irrigation Department)、農業局、漁業局、災害管理センター (Disaster Management Centre: DMC)、水道庁 (Water Board)、セイロン電力公社 (Ceylon Electricity Board)、道路開発庁 (Road Development Authority)、国立建築研究所 (National Building Research Organization) など) に情報を提供しているが、その情報がどのように利用されているかを確認する仕組みやシステムはない。しかし、国立気象センター (National Meteorological Centre: NMC) への問い合わせや他の機関の意見によれば、DOM の予報が改善され、DOM の気象情報は災害軽減のために十分活用されている。しかし、これらの情報がどのように利用されているかを示す例はない。土木工事の件数は把握できていない。	出所: JICA 資料、DOM の質問票・インタビュー
	(指標 2) DOM の改善された気象情報の一部または全部を活用して作成された地域社会レベルの早期警報システム、ハザードマップ又は避難計画の策定件数	(事後評価時) 検証不能 コミュニティは DOM からの情報を利用して、ハザードマップや避難計画を作成している。DOM が発信する天気予報や早期警報に対する地域社会の反応は徐々に高まっている。また、天気予報に対する人々の態度も変わってきている (信頼するようになってきている)。 DOM には、コミュニティの数やコミュニティが開発したツールの例などの情報がない (災害管理センター (DMC) が持っている可能性はある)。	出所: JICA 資料、DOM の質問票・インタビュー

3 効率性

事業費・事業期間ともに計画内に収まった (それぞれ計画比 93%、100%)。アウトプットは計画通り産出された。よって、効率性は高い。

4 持続性

【政策面】

スリランカの災害管理政策は災害への備えを重視しており、大幅な変更はない。災害への備えに関する DOM の役割は明確である。

【制度・体制面】

現在に至るまで DOM の組織体制に大きな変更はない。DOM は、世界銀行の「Climate Resilience Multiphase Programmatic Approach Project」(2019 年～2024 年、3.1 億米ドル)²の支援を受けて、サービス向上のための再編 (近代化) を進めている。世界銀行プロジェクトの目的の一つは、天候・気象予報と早期警報の提供にかかる政府の能力を向上させることであり、DOM は、災害管理センター (DMC)、灌漑局、国家建築研究所とともに対象組織の一つとなっている。

DOM の気象予報の 12 のポストのうち 8 しか充足されておらず、職員の増員が必要である。新たに設立された海洋・数値気象予報ユニット (Marine and Numerical Weather Prediction unit) にはスタッフが配置されていない。

【技術面】

JICA 事業で作成された標準作業手順書 (Standard Operating Procedures: SOP) やマニュアル、特に機器関連のマニュアルや日報が活用されている。DOM は、JICA 専門家の助言に基づいて機器を整備している。事業期間中に開始された悪天候警報のグラフィックフォーマットは DOM により改良された。

¹ PDM 日本語版のプロジェクト目標指標 4「選定された地上気象観測所における試行ベースの週間予報の実施数」は英語版の「観測所数 (number of stations)」と齟齬がある。

² <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P160005>

事業終了後、気象学関連分野の修士号を持つ職員 8 名が新たに採用された。彼らは知識があるが、強化の必要がある。

【財務面】

DOM の運営予算は政府から得ているが、VSAT 通信やバッテリーパックなどのスペアパーツなど、事業のコンポーネントの一部について継続するための追加予算を得られていない。

【評価判断】

以上より、実施機関の制度・体制面、技術面、財務面に若干の問題がある。よって、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

5 総合評価

本事業のプロジェクト目標「より正確でタイムリーな気象情報が、国民や防災関連機関に提供される。」は事業完了時点で一部達成されたが、事後評価時点では、データ送信に関する技術的な問題を主な理由としてその効果の継続状況は想定以下であった。上位目標「気象災害による被害の軽減への寄与を念頭に、DOM の提供する気象情報が、国民や防災関係機関に適切に利用される」は、情報が提供され利用されているものの、利用状況を把握するメカニズムがないことから、検証不能である。持続性に関し、制度・体制面、技術面、財務面に若干の問題がある。効率性に関しては、事業費・事業期間ともに計画内に収まった。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は低い。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

1. VSAT と IP-VPN 通信が機能していないため、全ての観測所からのコロボ事務所へのデータ転送処理が不能となっており、観測所の運用に支障をきたしている。DOM は、AWS に代わる選択肢の検討を続け、全国的なデータ転送が早急に可能になるよう努めることが望ましい。

JICA への教訓：

1. DOM は衛星サービスの高額な運用費を拠出できず、2016 年に VSAT の利用を中止した。IP-VPN への変更は、当時技術的に最も現実的な選択肢であり、DOM がそれを決断しプロジェクトチームが支持したことは妥当であったといえる。しかしスリランカでは、衛星サービスと異なり、モバイル通信網のサービスエリアに限界があり、事業計画時に VSAT を前提に想定していたような、36 の観測局すべてからの全国規模のデータ転送を IP-VPN で実現することは困難であった。IP-VPN の特性を踏まえ、プロジェクトチームは、より現実的で達成可能な数値を検討して事業の指標や目標を適宜調整することが望ましかった。



アララガンウィラ気象観測所の V-SAT



マンナール気象観測所の AWS



ポロンナルワ気象観測所のアンテナ



ポロンナルワ気象観測所の雨量計



ラトゥナプラ気象観測所のアンテナ