

国名 バングラデシュ	気象観測・予測能力向上プロジェクト
---------------	-------------------

**I 案件概要**

事業の背景	バングラデシュは、特に沿岸部を中心として、洪水や熱帯サイクロン、高潮などの自然災害に脆弱な国である。また、山岳地帯に囲まれている北東地域は、鉄砲水による被害が頻繁に起きている。そのため、日本政府は、無償資金協力により、バングラデシュ全土をカバーする、気象レーダー観測所の設置（ラングプール（2000年）、ダッカ（2000年）、コックスバザール（2007年）、ケプバラ（2008年）、モウルビザバール（2009年））を支援した。バングラデシュ気象局（BMD）は、地表観測やバルーン観測、ラジオゾンデ観測所での観測に加えて、気象レーダー観測所からのデータに基づく気象観測を行っていた。しかしながら、気象レーダーによって得られたデータは、適切に補正されていなかったため、十分に活用されていなかった。さらに、気象予報は、気象予報官によってばらつきが生じていた。そのような状況下、バングラデシュ政府は、日本政府に対し、気象レーダーを活用した雨量分析を行える人材の育成とともに、災害情報として有用な気象予報の伝達に係る能力強化を目的とした技術協力プロジェクトを要請した。												
事業の目的	本事業は、気象観測・分析・予測に係るバングラデシュ気象局の能力向上を通じて、自然災害管理に関与する関係者に対する正確な気象情報の適時発信を図り、もって、バングラデシュの自然災害による損害の低減に寄与する。 1. 上位目標：高い精度の気象情報が活用されることにより、自然災害による損害が軽減される。 2. プロジェクト目標：自然災害管理に関する関係者*に対し、より正確な気象情報が適時発信される。 *自然災害管理に関する関係者には、防災管理局、洪水予警報センター（FFWC）、地方行政技術局、ダッカ・メディカル大学、マスメディアが含まれる。												
実施内容	1. 事業サイト：バングラデシュ気象局の活動地域（ダッカ、チッタゴン、クルナ、ラングプール、モウルビザバールを含む39カ所） 2. 主な活動：1) 観測員向け気象観測に係る研修及び検定員向け観測機器の検定に関する研修、2) 実雨量及び解析雨量を用いたキャリブレーション解析の実施、3) データ品質管理手法の開発及び改良、4) バングラデシュ気象局職員向け数値予報に関する研修の実施、5) 防災に関するセミナー・ワークショップの開催及び小冊子の作成、6) バングラデシュ気象局の維持管理職員向け気象レーダー施設の運営・維持管理に関する研修の実施 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 16人</td> <td>(1) カウンターパート配置 30人</td> </tr> <tr> <td>(2) 研修員受入 6人</td> <td>(2) 用地・施設 バングラデシュ気象局内の執務スペース</td> </tr> <tr> <td>(3) 機材供与 PCs、書画カメラ、雨量計及びデータロガー、自動気象観測システム等</td> <td>(3) ローカルコスト ロジ支援、セミナー・公開授業の補助</td> </tr> <tr> <td>(4) 現地業務費 専門家の旅費等</td> <td></td> </tr> </table>			日本側	相手国側	(1) 専門家派遣 16人	(1) カウンターパート配置 30人	(2) 研修員受入 6人	(2) 用地・施設 バングラデシュ気象局内の執務スペース	(3) 機材供与 PCs、書画カメラ、雨量計及びデータロガー、自動気象観測システム等	(3) ローカルコスト ロジ支援、セミナー・公開授業の補助	(4) 現地業務費 専門家の旅費等	
日本側	相手国側												
(1) 専門家派遣 16人	(1) カウンターパート配置 30人												
(2) 研修員受入 6人	(2) 用地・施設 バングラデシュ気象局内の執務スペース												
(3) 機材供与 PCs、書画カメラ、雨量計及びデータロガー、自動気象観測システム等	(3) ローカルコスト ロジ支援、セミナー・公開授業の補助												
(4) 現地業務費 専門家の旅費等													
協力期間	2009年9月～2013年12月	協力金額	（事前評価時）260百万円、（実績）454百万円										
相手国実施機関	バングラデシュ気象局（BMD）												
日本側協力機関	国土交通省 気象庁												

**II 評価結果**

1	<b>妥当性</b> <b>【事前評価時・事業完了時のバングラデシュ政府の開発政策との整合性】</b> 本事業は、早期警報・予測システムを含む、防災体制の構築及び改善に重点を置く「貧困削減戦略文書」（2005年～2008年）、バングラデシュ気象局の技術的能力構築を重点課題とする「国家災害管理計画」（2010年～2015年）という、バングラデシュの開発政策に合致していた。 <b>【事前評価時・事業完了時のバングラデシュにおける開発ニーズとの整合性】</b> 本事業は、気象レーダーシステムのデータを活用した気象サービス（気象観測・予測）を提供するバングラデシュ気象局職員の能力向上という、バングラデシュにおける開発ニーズに合致していた。こうした開発ニーズは、事前評価時及び事業完了時で確認された。 <b>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】</b> 本事業は、「対バングラデシュ国別援助計画」（2006年）において、4つの重点分野のうち、防災を含む、社会開発と人間の安全保障への支援という、日本の対バングラデシュ援助方針に合致していた。 <b>【評価判断】</b> 以上より、本事業の妥当性は高い。
2	<b>有効性・インパクト</b> <b>【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】</b> 事業完了時まで、プロジェクト目標は達成された。最適化された気象レーダーによる雨量データは、バングラデシュ気象局から洪水予警報センターへ提供された（指標1）。本事業により、サイクロンの追跡、高潮及び強風警報のための「可視化さ

れた気象速報」作成プログラムが開発され、2013年5月にサイクロン「マハセン」がバングラデシュを直撃した際、テレビやバングラデシュ気象局のウェブサイトを通じて、「可視化された気象速報」が適時発信された（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】

事業完了以降、事業効果は継続している。最適化された気象レーダーによる雨量データは、メールやウェブサイトを活用した自動データ共有リンクを通じて、バングラデシュ気象局から洪水予警報センターへ継続的に提供されている。

本事業により、観測所に整備された雨量計及び自動気象観測システムは、現在でも機能しており、雨量を含むリアルタイム気象データを継続的に収集している。これにより、バングラデシュ気象局は、既存の気象レーダーシステムから収集した雨量データなどを補正し、即時の気象情報を高解像度で生成することが可能となっている。気象データに基づいた気候変動の傾向分析の概要は、一般利用者には有料で、政府機関には無料で、バングラデシュ気象局のウェブサイトに公開されており、30年間の平均気候データは一般にも無料で公開されている。

【上位目標の事後評価時における達成状況】

事後評価時点において、上位目標は達成されている。事後評価調査でインタビューを行った、バングラデシュ気象局職員によると、自然災害管理に関する関係者は、緊急災害対策のため、バングラデシュ気象局が発信する気象情報を信頼し、活用している。自然災害による損害の軽減については、国際環境開発研究所が掲載した記事<sup>1</sup>によると、2007年のサイクロン「シドル」による死者は3400人以上、2009年の「アイラ」による死者は200人以上であったが、2016年のサイクロン「ロアナ」による死亡者数は、スリランカでは200人以上であったが、バングラデシュでは30人とどまった。サイクロンの危険度を勘案すると、サイクロン「シドル」（最大風速（1分間継続）時速260km（160mph）、中心気圧944hPa）は、建物が倒壊するレベル（非常に強い）であり、サイクロン「アイラ」及びサイクロン「ロアナ」は家屋の屋根が吹き飛ばすレベル（強い）であった。従って、本事業は、強い勢力のサイクロンによる想定される死者数より、低減することができたものと考えられる。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

事後評価時において、いくつかの正のインパクトが確認された。バングラデシュ気象局は、ウェブサイトやモバイルアプリケーションを通じて、気象情報を一般公開しており、政府及び民間機関のみならず、一般市民も同情報にアクセスできるようになっている。国連開発計画（UNDP）の「総合的な防災プログラム終了時評価報告書」によると、バングラデシュ気象局の気象予報は、脆弱なグループ（特に、女性や子ども）の自然災害に対する備えに役立っている。ある調査研究によると<sup>2</sup>、推定死者数68,000人から138,000人というバングラデシュでは最悪の犠牲者を出した1991年のサイクロンでは、女性、高齢者及び子供など、脆弱者層の死亡率が他のグループに比して高かったとされている。しかしながら、近年では、こうした脆弱者層の志望者数は著しく減少している。加えて、バングラデシュ気象局の気象予報及び気候情報は、農業普及局、市民社会組織及び非政府組織（NGO）といった、公的サービス機関により利用されている。オランダを拠点とする、水・地下水に関する応用研究を行う独立研究機関である、「Deltares」の調査<sup>3</sup>によると、早期警報を受信後に対策を講じることで、地元住民はかなりの金銭的損害を回避しており、世帯当たりの推定平均損害回避額は、漁業768ドル、農業640ドル及び家畜678ドルである。英国を拠点とする国際NGOである「The Practical Action Bangladesh」は、農業、漁業及び畜産に関連する活動に活用するため、気象予報を地元住民が理解可能な形に加工している。

【評価判断】

以上より、本事業の実施により、事後完了時点までに、プロジェクト目標は達成され、また、プロジェクト効果は継続され、かつ上位目標が達成された。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。

プロジェクト目標及び上位目標の達成度

目標	指標	実績
プロジェクト目標 自然災害管理に関する関係者*に対し、より正確な気象情報が適時発信される。	(指標 1) 雨量算出パラメーター（Z-R relation）により最適化された気象レーダーによる雨量データが洪水警報センターに提供される。	達成状況：達成（継続） (事業完了時) • 雨量値算出パラメーターにより最適化された気象レーダーによる雨量データが、バングラデシュ気象局から洪水警報センターへ提供された。 (事後評価時) • 雨量データは、メールやウェブサイトを活用した自動データ共有リンクを通じて、バングラデシュ気象局から洪水警報センターへ継続的に提供されている。
	(指標 2) サイクロンを含む、正確かつわかりやすい予警報が、自然災害管理関連機関及びマスメディアに適宜発信される。	達成状況：達成（継続） (事業完了時) • 2013年5月にサイクロン「マハセン」がバングラデシュを直撃した際、テレビやバングラデシュ気象局のウェブサイトを通じて、「可視化された気象速報」が適宜発信された。 (事後評価時) • 事後評価時で調査を行った自然災害管理関連機関によると、バングラデシュ気象局は、近年、気象情報を1日6回更新しており、彼らは、テレビやラジオ、バングラデシュ気象局のウェブサイトを通じて、正確かつ即時性の高い気象情報を定期的に受取っている。
上位目標 高い精度の気象情報が	(指標 1) 自然災害管理関連機関による、バングラ	(事後評価時) 達成 • 自然災害管理に係る関係者は、緊急災害対策のため、バングラ

<sup>1</sup>International Institute for Environment and Development, "Cyclone Roanu hits Bangladesh: a story of loss and damage avoided" (2016年) (<https://www.iied.org/cyclone-roanu-hits-bangladesh-story-loss-damage-avoided>, 2018年4月現在)

<sup>2</sup> Keiko IKEDA, "Gender Differences in Human Loss and Vulnerability in Natural Disaster: A Case Study from Bangladesh" (Indian Journal of Gender Studies, 1995)

<sup>3</sup> Deltares, "Mobile Services for Early Warning in Bangladesh: Final Report", (2015), [https://www.deltares.nl/app/uploads/2015/11/Deltares-Mobile-Services-for-Early-Warning-in-Bangladesh-Final-Report\\_web.pdf](https://www.deltares.nl/app/uploads/2015/11/Deltares-Mobile-Services-for-Early-Warning-in-Bangladesh-Final-Report_web.pdf), p36

活用されることにより、自然災害による損害が軽減される。	デシユ気象局の気象情報の活用が、自然災害による損害の軽減に貢献した事例	シユ気象局が発信する気象情報を信頼し、活用している。 ・ 国際環境開発研究所によると、2007年のサイクロン「シドル」及び2009年の「アイラ」による死者数に比して、2016年のサイクロン「ノアヌ」による死亡者数は30人とどまった。
-----------------------------	-------------------------------------	---

出所： Bangladesh 気象局及び自然災害管理に係る関係者へのインタビュー及び質問票、事業完了報告書（2014年）

### 3 効率性

本事業のアウトプットに変更はなかったものの、雨量計及び自動気象観測システムの調達が1年遅れ、事業活動も遅れたため、プロジェクト目標が当初事業期間内に達成できず本事業の活動の一部が遅延したため、事業費及び事業期間は計画を超過した（計画比：それぞれ175%、144%）。こうした遅延は、機材の調達価格の上昇や研修費の増額を招くとともに、延長期間における日本人専門家の追加派遣により、事業費の増加につながった。したがって、本事業の効率性は低い。

### 4 持続性

#### 【政策制度面】

「国家災害管理計画」（2016年～2021年）は未だ承認されていないものの、災害リスク管理のための災害リスクガバナンスの強化や強靱化（レジリエンス）に向けた災害リスク軽減への投資を含む、災害に対する強靱性に係る課題に取り組むため、強靱性に関連する目標に向けた、災害軽減に関する「仙台フレームワーク」及び持続可能な開発目標（SDG）に沿って、草案が策定荒れた。また、「2012年災害管理法」に続く「災害管理政策」（2015年）は、国家レベルでの災害管理の強化を図るものとなっている。

#### 【体制面】

Bangladesh 気象局は、気象レーダーの運営・維持管理、気象情報の収集・分析、気象情報の発信といった、自然災害に関する気象予警報に係る活動を所管している。管理職を含む、 Bangladesh 気象局の人員は、事業開始前（2008年）767名から事後評価時（2016年）942名と増加した。特に、気象分析・予報を行う技術職員の人数は、同期間において、630名から706名に増加し、これは気象分析・予報に関わる活動を行うのに十分であるといえる。

前述のとおり、事業完了以降も、 Bangladesh 気象局及びその他の関係機関間の情報及び気象予報共有プロトコールは、維持されている。

#### 【技術面】

本事業で養成された Bangladesh 気象局の職員6名は、各部門にとどまり、サービスの提供を継続している。彼らは、自然災害に関する気象予警報に係る活動を行うために必要な技能及び知識を維持している。本事業で開発された気象分析・予報に関する技術及びマニュアル（レーダー・キャリブレーション取扱説明書、PCクラスター運用マニュアルなど）は、 Bangladesh 気象局で活用されている。また、本事業で作成された、気象観測ガイドライン及びソフトウェアを含むデータ入力マニュアルのそれぞれの最終版が、事業完了時までに Bangladesh 気象局に引き渡された。

Bangladesh 気象局の研修部門は、本事業で作成したすべてのモジュールを継続して提供している。気象予報コース、技術職員コース、エンジニアコース、測定機器公式検証コース、気象観測コース、バルーン運転者コースといった研修内容が、2016年に更新された。

#### 【財務面】

Bangladesh 気象局の予算は、2013/14年303百万タカから2016/17年747百万タカに継続的に増加している。2017/18年から2019/20年までの今後3年間に、予算の更なる増加が見込まれている。その理由として、JICAの支援による「ダッカ及びラングプール気象レーダー整備計画」及び Bangladesh 政府予算による「 Bangladesh 河港13地域気象観測所強化」という2つの開発事業により、2017/18年度に予算配分があったことが挙げられる。他方、気象観測システムの運営・維持管理のための予算配分については、改善の余地がある。例えば、電力供給の質がこれら機材を機能させるのに適しておらず、気象観測所6カ所におけるデータ収集に、石油火力発電機を1日6回稼働させることが必要となっている。運営維持管理予算の配分が不十分なため、データ収集を行う頻度は、計画通りには維持されていない。

#### 【評価判断】

以上より、技術面及び財務面に一部課題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

### 5 総合評価

本事業は、プロジェクト目標を達成し、自然災害管理に関連する関係者へのより高い性格な気象情報の即時発信を通じて、上位目標を達成した。持続性については、運営予算の不足により、データ収集を行う頻度は、計画通りには維持されていない。効率性については、雨量計及び自動気象観測システムの調達が1年遅れたため、事業費及び事業期間が計画を超過した。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は一部課題があるといえる。

## III 提言・教訓

実施機関への提言：

#### 【 Bangladesh 気象局】

・ 観測、モニタリング、通信及びデータ収集の自動化は、 Bangladesh 気象局による気象予報の精度を大きく高めることが見込まれる。国レベルでの予報に加えて、気象観測施設（地表観測所42カ所、パイロットバルーン観測所10カ所、ラジオゾンデ観測所3カ所、農業気象観測所12カ所、雨量測定局49カ所、気象レーダー観測所5カ所）が利用可能であることから、地域気象ごとの予報が、特定の職業グループ（農家、漁師、中小事業主）に有益であると考えられる。



バングラデシュ気象局による予報作成のための分析



モウルビザバルレーダー局