

## 事業事前評価表

### 国際協力機構地球環境部防災グループ防災第二チーム

#### 1. 案件名 (国名)

国名：パキスタン・イスラム共和国 (パキスタン)  
案件名：(和名) 気象予報能力強化プロジェクト  
(英名) Project for Improving of Meteorological Observation,  
Weather Forecasting and Dissemination

#### 2. 事業の背景と必要性

(1) 当該国における気象セクターの現状・課題及び本事業の位置付け

パキスタン国は、北部に 8,000 メートル級の高い山々がそびえ、インダス川が国土の中央を縦断していることから、季節風 (モンスーン) と熱帯低気圧 (サイクロン) による豪雨により、洪水や鉄砲水、地滑り等の災害が発生しやすい。特に、洪水の発生頻度が高く、その被害も大きい。1982 年～2016 年の間に発生した全災害数 (132 件) のうち、洪水によるものは約 6 割を占めている。また、全災害による死者数 (16,229 名)・被災者数 (69,881,589 名) のうち、洪水による死者数・被災者数はそれぞれ約 7 割・9 割以上となっている (出典：Emergency Database (EM-DAT))。2022 年 6～9 月のモンスーン期には広範囲の大雨と洪水が発生し、死者 1,739 名にのぼる甚大な被害が発生した (EM-DAT)。

このような状況に対し、パキスタン政府は、自然災害に対する防災体制強化に向けた国家防災法の公布、防災行政の中心となる国家防災庁 (National Disaster Management Authority：NDMA。以下「NDMA」という。) の設置、我が国の技術協力による「国家防災計画」(2012 年～2022 年) の策定等、国を挙げた取り組みを行ってきており、「国家防災計画」では、従来の事後対応中心の災害対策を見直した。また、この計画の中で、予防・被害軽減を実現するために、適正な予警報システムの構築・維持を目的とした「マルチハザード早期予警報計画」(2012 年～2022 年) が策定された。同計画では、気象・洪水に関しては、①気象予報、②早期警報システム、③早期警報の伝達能力強化、④早期警報・避難システムの能力強化が戦略として掲げられている。これら戦略に対し我が国は、2016 年以降、無償資金協力を通じ、パキスタンの南北方向に連なる形で、4 台の気象レーダー (S バンド固体化二重偏波) の更新・新設を実施しており、それにより国土の約 8 割を観測範囲とする基幹気象観測網が構築される予定である。洪水の早期警報に関しては、無償資金協力「ライヌラー洪水制御予警報システム緊急整備計画」(2005 年～2007 年) で洪水予警報システムを、無償資金協力「洪水警報及び管理能力強化計画」(2011 年～2012 年) 及び「第二次洪水警報及び管理能力強化計画」(2014 年～2015 年) で洪水解析モデルを整備しており、これらはパキスタン気象局 (Pakistan Meteorological Department: PMD。以下「PMD」という。) により現在も運用されている。

他方、PMD は、我が国を始め多くの援助機関のもとで気象レーダーの設置を計画しているが、二重偏波気象レーダーを含む高機能レーダーの運用や精度の高い降水量算出

<sup>1</sup> (Quantitative Precipitation Estimation: QPE。以下、「QPE」という。)等を含む最新の技術や、気象レーダーの観測情報の洪水予警報への活用に関する経験・知見が不足している。

また、我が国の支援により 45 箇所の自動気象観測所<sup>2</sup> (Automatic Weather Station: AWS。以下「AWS」という。)の設置・運用が開始されており、加えて他の援助機関により 550 箇所を超える AWS の設置計画がある。しかし、PMD は地上観測測器の校正・点検に関する経験が不足しているとともに、観測データの記録と管理が不十分など、観測業務における課題を抱えている。

加えて、PMD は世界気象機関 (World Meteorological Organization: WMO) が進める、影響に基づく予警報<sup>3</sup> (Impact-based forecasting and warning) の実現を志向している。その実現のためには、気象予報に係るデータの質向上、精度の高い洪水情報の発信など、定量的な気象情報発信に向けた人材及び組織の能力強化を図ることが必要である。

以上のとおり、パキスタン気象分野における課題は大きく分けて以下の 3 つがある：  
①高機能気象レーダーの運用や QPE 等を含む最新の技術に関する経験・知見の不足、  
②AWS 及び地上観測測器の校正・点検に関する技術の不足、③定量的な気象情報等の発信および洪水予警報への活用に係る経験の不足。これらの課題に対して、本事業は① PMD の高機能気象レーダーの運用・維持管理能力の強化、QPE の実施を支援し、②地上観測測器の校正・点検の能力強化を行うことで、気象情報の精度向上を図り、③ QPE の実施による雨量マップの作成を通じて PMD の定量的な気象情報の提供ならびに洪水予警報への活用に係る能力の向上を支援するものである。したがって、本事業は当国の気象セクターにおける重要事業と位置付けられる。

## (2) 気象セクターに対する我が国及び JICA の協力量針等と本事業の位置付け、課題別事業戦略における本事業の位置づけ

「対パキスタン・イスラム共和国国別開発協力量針」(2018 年 2 月)において、重点分野として、災害に負けない強靱な社会の構築を含む「人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」が定められている。

「対パキスタン・イスラム共和国 JICA 国別分析ペーパー」(2022 年 10 月)においても、構造物対策による根本的な災害リスク削減を推し進めつつ、当面の現実的な対応として非構造物対策による残余リスク対応が必要とし、より正確な気象情報の提供、警報の発令のための能力強化が必要であると分析しており、本事業はこれら方針に合致する。また本事業は JICA グローバル・アジェンダ「防災・復興を通じた災害リスク削減」内のクラスター②「災害リスクの理解及びリスク管理のための防災推進体の体制確立」に合致するものである。

<sup>1</sup> ある特定の地域において、ある特定の期間に降った降水量を推定するための手法。レーダー、雨量計、衛星のデータを用いて、データを収集し分析することによって行われる。

<sup>2</sup> 広範囲の気象や水文ネットワークの構築を可能にする装置。無人観測所であっても、気象データを自動的に収集し、そのデータを気象局や観測所へ送信する。

<sup>3</sup> 気象の予測精度のみに焦点を当てるのではなく、予測にもとづき発生する可能性のある災害を説明すること。例えば、「明日の天気はどうなるか」から「明日の天気が何を引き起こすか」に焦点を当てる。(出所：WMO (2015) WMO Guidelines on Multi-hazard Impact-based Forecast and Warning services)

また、本事業は持続可能な開発目標（SDGs）（ゴール 11「包摂的、安全、強靱で、持続可能な都市と人間住居の構築」、ゴール 13「気候変動とその影響への緊急の対処」）や「仙台防災枠組 2015-2030」の実現（優先行動 1：災害リスクの理解、優先行動 4：効果的な応急対応のための災害への備えの強化と、復旧・再建・復興過程におけるより良い復興）に沿った内容である。さらに、「仙台防災枠組 2015-2030」で合意された 7 つのグローバルターゲットのうち（g）早期警戒システムへのアクセス向上に貢献し、また（a）死亡者数の削減、（b）被災者数の低減への寄与が期待される。

### （3） 他の援助機関の対応

PMD に対しては、気象観測・予報に関して、これまで国際連合教育科学文化機関（以下「UNESCO」という。）、フィンランド、イタリア、中国、国連開発計画（以下「UNDP」という。）等が支援（気象広報番組撮影用スタジオ機材供与、AWS 整備等）を行ってきた。水文気象・洪水対策に関しては、米国国際開発庁（USAID）、UNESCO 等が支援（洪水予報、洪水予警報システムの構築等）を行ってきた。その他の災害対策に関しては、中国、ノルウェー、イスラム開発銀行／トルコ政府、UNDP 等が地震観測機材の供与、地震危険調査、津波早期警報システムの導入等の支援を行ってきた。

上記事業と本事業との内容的な重複はない。本事業と今後連携の可能性がある機関と活動内容は後述「3.（8）他事業、他援助機関等との連携・役割分担」に記載の通り。

## 3. 事業概要

### （1） 事業目的

本事業は、PMD 及び気象レーダーサイトにおいて、①防災関連機関のニーズを把握する能力の向上、②地上観測測器の校正及び維持管理体制並びに地上観測能力の強化、③気象レーダーを利用した観測データの品質向上、④気象予報の精度の向上、を行うことにより、PMD の気象観測・予報・気象情報の発信に係る能力向上を図り、もって PMD による防災関連機関のニーズに沿った定量的な情報提供に寄与するもの。

### （2） プロジェクトサイト／対象地域

PMD（イスラマバード本部、カラチ、ラホール）、気象レーダーサイト（イスラマバード、カラチ、ムルタン）

### （3） 本事業の受益者（ターゲットグループ）

直接受益者：PMD 職員

最終受益者：パキスタン防災関連機関（NDMA、連邦洪水委員会（Federal Flood Commission: FFC）、インダス川水系公社（Indus River System Authority: IRSA））、パキスタン国民（人口約 2.4 億人（2023 年））

### （4） 総事業費（日本側）：約 4.0 億円

### （5） 事業実施期間：2024 年 1 月～2027 年 12 月を予定（計 48 カ月）

### （6） 事業実施体制

実施機関：PMD

関係機関：航空省（Ministry of Aviation）、NDMA、FFC、IRSA

(7) 投入（インプット）

1) 日本側

① 専門家派遣（合計約 53.5M/M）

長期専門家（気象レーダー）

短期専門家：業務主任／QPE、数値気象予報、レーダー観測、地上観測・測器校正、予報ガイダンス、洪水予測、防災関連機関調査、測器校正・トレーサビリティ、WRF（Weather Research and Forecasting<sup>4</sup>）モデル、洪水モデル

② 研修員受け入れ：

本邦研修 3 回（2 週間/回）（①観測・測器、②降水監視・予報、③降雨監視・洪水警報）

③ 機材供与：

雨量計チェッカー（5 台）、デジタル気圧計（25 台）、風速計（25 台）、PC（8 台）、サーバー（4 台：QPE、気象ガイダンス、品質管理／観測、洪水予測）

2) パキスタン国側

① カウンターパートの配置

PMD の以下部門から必要なスタッフを配置し、成果毎にワーキンググループを設置する。

- ・ 気候変動影響・統合課（Climate Change Impact & Integration Cell: CICC）
- ・ 国家気象予報センター（National Weather Forecasting Center: NWFC）
- ・ 整備部（Maintenance Division）
- ・ 技術部（Engineering Division）
- ・ 地方気象センター（Regional Metrological Centers: RMC）
- ・ 洪水予報部（Flood Forecasting Division: FFD）
- ・ ラワルピンディー・イスラマバード 2 都市洪水予警報システム（ライヌラ一流域）（Flood Forecasting and Warning System for the twin cities of Rawalpindi and Islamabad (Lai Nullah Basin)）
- ・ 気候データ処理センター（Climate Data Processing Center: CDPC）

② 事業実施のためのサービスや施設、現地経費の提供

執務室及び家具等の提供（PMD 本部、カラチ、ラホール）、プロジェクト実施に必要な経費

(8) 他事業、他開発協力等との連携・役割分担

1) 我が国の援助活動

パキスタン向け無償資金協力「第 2 次気象観測網整備計画」（1998 年～1999 年）においてパキスタン中部のラヒム・ヤル・カーン及びデラ・イスマイル・カーンに C バンド気象レーダーを、無償資金協力「中期気象予報センター設立及び気象予報システム強化計画」（2016 年～2019 年）において数値予報用の高速計算機と局地数値モデル WRF、S バンド固体化気象ドップラーレーダー、ウィンドプロファイラをイ

<sup>4</sup> アメリカ大気研究センター（NCAR：National Center for Atmospheric Research）が提供する気象数値モデル。

スラムバードに、無償資金協力「カラチ気象観測用レーダー設置計画」（2017年～2021年）においてSバンド固体化気象ドップラーレーダーをカラチに設置。また現在は、無償資金協力「ムルタン市気象レーダー整備計画」（2018年～2026年）及び「サッカル市における気象レーダー設置計画」（2021年～2027年）において、パキスタンの中部ムルタン市及びサッカル市にSバンド二重偏波気象レーダーの設置を予定している。両レーダーは偏波データを利用することにより降水の観測精度を飛躍的に向上させる最新の機能を有しており、その運用と利用には高度な技術を持った人材の育成及び組織体制の強化が必要である。当該無償資金協力による施設・機材の整備と本事業によるPMDの能力強化は、互いに補完し合いながらパキスタンの気象分野の発展に寄与するものである。

また、本事業で作成する雨量マップを、無償資金協力「ライヌラー洪水制御予警報システム緊急整備計画」（2005年～2007年）で整備した洪水予警報システムや、無償資金協力「洪水警報及び管理能力強化計画」（2011年～2012年）及び「第二次洪水警報及び管理能力強化計画」（2014年～2015年）で整備した洪水解析モデルの入力データとして活用することで、洪水予警報の精度向上に貢献できる可能性がある。

## 2) 他の開発協力機関等の援助活動

PMDに対して世界銀行が気象観測・予報、情報発信に関する支援を、アジア開発銀行が気象観測・早期警報に関する支援を検討している。

世界銀行は、気象レーダーの新設と更新（6基）、パキスタン西部地域へのAWSの設置（300台）、気象予報の改善（数値気象予報<sup>5</sup>システム導入、コンピューティング能力強化）等を行う予定である。また、アジア開発銀行は、252台のAWSの設置や6地域での洪水予測・早期警報システムの整備等の支援を検討している。

本事業では、AWSの校正・維持管理・品質管理、整備計画の策定等を予定しており、上記事業で設置されるAWSの活用や、同機材の持続的な運用に貢献できる可能性がある。

## (9) 環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

### 1) 環境社会配慮

① カテゴリ分類：C（環境・社会への望ましくない影響は殆ど予見されない）

② カテゴリ分類の根拠

本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため。

### 2) 横断的事項

本事業による気象観測データ解析や適切な警報発令に係る能力強化は、気象災害リスクの軽減に貢献し、もって、気候変動の負の影響へ対処能力の強化にもつながるため、本事業は気候変動適応策に資する。

3) ジェンダー分類：【対象外】(GI) ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件

<sup>5</sup> 数値的シミュレーションを通じた温度、風、湿度及び気圧により決定される大気状態の進化を定量的に予測すること。

#### <活動内容／分類理由>

調査にてニーズが確認されたものの、女性のエンパワメントに資する具体的な取組について指標等を設定するに至らなかったため。なお、女性職員の能力向上の促進に貢献するべく、本事業での研修の企画・実施時には女性職員も対象とする予定。

#### (10) その他特記事項

特になし。

### 4. 事業の枠組み

(1) 上位目標：PMD が防災関連機関のニーズに沿った定量的な情報を提供する。

指標及び目標値：

- ・ 設置されている AWS の●割が品質管理され、雨量マップに利用されている。(※数字はプロジェクト開始後に決定する)
- ・ CICC が二重偏波レーダーを活用した雨量マップを 8 回/日以上 の頻度で作成している。
- ・ NWFC が防災関連機関のニーズに沿った情報を提供している<sup>6</sup>。

(2) プロジェクト目標：PMD の気象観測・予報・気象情報の発信に係る能力が向上する。

指標及び目標値：

- ・ CICC がレーダー<sup>7</sup>を活用した雨量マップを 8 回/日以上 の頻度で作成する。
- ・ NWFC が予報ガイダンスを用いた量的予報を 1 回から 2 回/日の頻度で発信する。
- ・ PMD が防災関連機関の必要とする情報を作成する<sup>8</sup>。

#### (3) 成果

成果 1：防災関連機関の気象・警報情報に関するニーズを把握する能力が向上する。

成果 2：地上観測測器の校正及び維持管理体制が強化され、定量的予報のための地上観測の手順が定められる。

成果 3：レーダーの維持管理及び品質管理能力が向上し、観測データの品質が向上する。

成果 4：気象予報の精度が向上する。

#### (4) 主な活動：

1-1. 防災関連機関の気象情報利用状況について分析する。

1-2. 防災関連機関との議論を通じて提供すべき情報を特定する。

2-1. マニュアル観測所と AWS における測器の校正・点検、維持管理、データ品質管

<sup>6</sup> 防災関連機関へのインタビュー回答により指標の達成度を判断することを想定している。インタビュー対象者、インタビュー内容、達成度の判断基準等は事業開始後に決める。

<sup>7</sup> 上位目標の指標は「二重偏波レーダー（実施中のサッカ、ムルタン等）」を対象とする予定であるのに対し、プロジェクト目標の指標は「二重偏波レーダーを除くレーダー（イスラマバード、カラチ等）」を対象とする予定。

<sup>8</sup> PMD の関連部署へのインタビューにより、事業開始後に行う防災関連機関へのニーズ調査で明らかになった情報を作成できているかを確認し、その結果に基づき指標の達成度を判断することを想定している。インタビュー対象者、インタビュー内容、達成度の判断基準等は事業開始後に決める。

- 理の現状及び AWS の整備計画をレビューし、分析する。
- 2-2. 地上観測測器の校正・点検、維持管理、データ品質管理に関する課題を特定する。
  - 2-3. 地上観測測器の校正・点検、維持管理、データ品質管理に関するガイドライン（校正・点検のスケジュールを含む）とマニュアルを作成する。
  - 2-4. 2-3 で作成したガイドラインとマニュアルに従い、校正・点検、維持管理、データ品質管理に関する研修を実施する。
  - 2-5. 2-3 で作成したガイドラインとマニュアルに従い、中央気象測器センター（Central Met. Workshop）が地上観測測器の校正を行う。
  - 2-6. 2-3 で作成したガイドラインとマニュアルに従い、地方気象センターが地上観測測器の点検と維持管理を行う。
  - 2-7. 地上観測測器の非水銀化（気圧、気温）を含め、電気式測器を利用した地上観測手順案を作成する。
  - 2-8. パイロット観測所を設定し、マニュアル測器と電気式測器のデータを比較し、量的予報のために改善した地上観測手順を試験する。
  - 2-9. 2-8 の結果を踏まえ、電気式測器を用いた地上観測のガイドラインとマニュアルを作成する。
  - 2-10. 電気式測器を用いた地上観測の全国展開に向けたロードマップを作成する。
- 
- 3-1. 既存のレーダーの運用、維持管理状況、データ品質、データ利用の現状を確認し、課題を特定する。
  - 3-2. JICA 無償資金協力事業で整備した気象レーダー（Sバンド二重偏波レーダーを含む）に関する運用と維持管理のためのガイドラインとマニュアルを作成する。
  - 3-3. イスラマバード、カラチ、ムルタンのレーダーの担当者を対象に、3-2 で作成したガイドライン及びマニュアルに従い、研修を実施する。ムルタンでは気象レーダーの整備完了後に実施する。
  - 3-4. イスラマバード、カラチのレーダーにおいて、データの品質管理と評価も含めた、雨量計データを用いた QPE の手法を開発する。
  - 3-5. 3-4 にもとづき雨量計による QPE のガイドラインとマニュアルを作成する。
  - 3-6. データの品質管理と評価も含めた、ムルタンの二重偏波データを用いた QPE の手法を開発する。
  - 3-7. 3-6 にもとづき二重偏波データによる QPE のガイドラインとマニュアルを作成する。
  - 3-8. 3-5、3-7 で作成したガイドラインとマニュアルに従い、QPE に関する研修を実施する。
  - 3-9. イスラマバード、カラチ、ムルタンのレーダーにおいて QPE を実施し、雨量マップを作成する。
- 
- 4-1. 気象予報の現状を確認し、課題を特定する。
  - 4-2. 雨量マップを利用した大雨監視のガイドラインとマニュアルを作成する。
  - 4-3. 4-2 で作成したガイドラインとマニュアルに従い、研修を実施する。

- 4-4. 数値予報モデル（WRF モデル）に関する研修を実施し、その精度を評価する
- 4-5. ウィンドプロファイラのデータ同化の検討を含む数値予報モデルの改良計画を作る。
- 4-6. 数値予報データを用いたカルマンフィルタ方式気温ガイダンスと降水ガイダンスを導入する。
- 4-7. 洪水予報モデルの現状を確認し、課題を特定する。
- 4-8. 洪水予警報業務における雨量マップの利用の可能性を検討する。
- 4-9. 洪水情報の精度向上のため、雨量マップを利用する。

## 5. 前提条件・外部条件

- (1) 前提条件：特になし。
- (2) 外部条件：
  - ・ PMD が地上観測の全国展開に向けたロードマップを実施する。
  - ・ 二重偏波気象レーダーが運用されている。
  - ・ 無償資金協力「ムルタン市気象レーダー整備計画」による気象レーダーの設置・運用開始が大幅に遅れない。

## 6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

本事業では、無償資金協力にて導入される気象レーダーを用いて技術協力を行うことから、ナレッジ教訓シート<sup>9</sup>「防災9」、「防災行政」、「予警報システムの運営維持管理」と関係がある。

同シートでは、【担当職員の運営維持管理能力不足】をリスク要因とし、対応策として、『円借、無償等により予警報システムの構築について支援が行われたときに作成されているはずの運用マニュアルの有無を確認し、同運用マニュアルに基づく、職員への教育研修の実態を把握する。同マニュアルに更新が必要か、職員の教育研修について支援が必要かを把握してプロジェクトを設計する』とある。これに関しては、無償資金協力事業で作成されるマニュアルについて、本事業においてレビューを行い改訂するよう対応する。

## 7. 評価結果

本事業は、パキスタン国の開発政策、ターゲットグループのニーズ、日本政府及び JICA の方針に合致しており、JICA の他スキーム及び他ドナーとの連携の可能性も見込まれる。さらに、SDGs ゴール 11「包摂的、安全、強靱で、持続可能な都市と人間住居の構築」、及びゴール 13「気候変動とその影響への緊急の対処」に貢献すると考えられることから、事業の実施を支援する必要性は高いといえる。

投入から上位目標の達成に至るまでのロジックも担保されており、事業期間及び投入のタイミングも適切であると考えられる。現時点で持続性に大きな問題は見受けられず、本事業を通じて PMD の気象観測・予報・情報発信の能力が向上し、防災関連期間の二

<sup>9</sup> [評価結果から得られた教訓 | 事業について - JICA](#)

ーズに沿った情報が提供され続けること可能性は高い。加えて、本事業は気象災害リスクの低減、女性職員の能力向上に資するものである。

以上より、本事業実施の意義は高いといえる。

## **8. 今後の評価計画**

(1) 今後の評価に用いる主な指標

4. のとおり。

(2) 今後の評価スケジュール

事業開始 6 カ月以内    ベースライン調査

事業完了 3 年後        事後評価

以 上