

パキスタン・イスラム共和国  
気象予報能力強化プロジェクト  
詳細計画策定調査報告書

2023年7月

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部

環境
JR
23-071

## 目 次

目 次.....	i
調査対象位置図.....	i
現地調査写真.....	i
略語表.....	i
第1章 詳細計画策定調査の概要.....	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的.....	1
1-2 調査団の構成.....	1
1-3 調査日程.....	2
1-4 主要面談者.....	3
第2章 パキスタンにおける気象観測・予報・警報情報の概要.....	5
2-1 国家開発計画や上位政策における気象観測・予報・警報情報の位置づけ.....	5
2-2 パキスタン気象局（PMD）の組織概要.....	5
2-2-1 構成部門と役割.....	5
2-2-2 予算.....	10
2-3 気象予報・警報に関連するその他関係機関の概要.....	11
2-4 気象観測・予報・警報分野における日本や他機関の協力概要.....	15
2-4-1 日本のこれまでの協力概要.....	15
2-4-2 他機関による協力概要.....	16
第3章 パキスタンにおける気象観測・予報の現状と課題.....	21
3-1 地上気象観測.....	21
3-1-1 観測の種類と現状.....	21
3-1-2 観測のトレーサビリティとメンテナンス.....	22
3-1-3 地上気象観測データ QC（品質管理）の現状.....	23
3-1-4 有人地上気象観測、AWS/ARG 観測の運用上及び技術上の課題.....	23
3-1-5 PMD 側の要望.....	24
3-1-6 今次プロジェクトの向けての課題整理.....	24
3-2 レーダー観測.....	25
3-2-1 観測の現状.....	27
3-2-2 PMD 側の要望.....	28
3-2-3 今次プロジェクトに向けての課題整理.....	29
3-3 レーダー解析.....	29
3-3-1 QPE 等レーダーデータ処理の現状と課題.....	31
3-3-2 PMD 側の要望.....	32
3-3-3 今次プロジェクトに向けての課題整理.....	32
3-4 降水ガイダンス、WRF モデル.....	32
3-4-1 予報ガイダンス、WRF モデルの現状と課題.....	32

3-4-2	予報ガイダンスへの課題	33
3-4-3	PMD側の要望・期待	33
3-4-4	今次プロジェクトの課題整理	34
3-5	予警報伝達能力	35
3-5-1	予警報の現状と課題	35
3-5-2	PMD側の要望・期待	37
3-5-3	今次プロジェクトの課題整理	38
第4章	PMDにおける洪水予警報の現状と課題	39
4-1	PMDにおける洪水予報の概要	39
4-2	PMD洪水予報部（Flood Forecasting Division：FFD）	39
4-2-1	組織体制	41
4-2-2	FEWS-Pakistanモデル	42
4-2-3	Indus-IFASモデル	43
4-2-4	課題解決に向けた今次技術協力の方向性	44
4-3	PMDライヌラー流域洪水予警報センター	45
4-3-1	組織体制	45
4-3-2	ライヌラー流域洪水予警報システム	46
4-3-4	課題解決に向けた今次技術協力の方向性	48
4-4	PMDの水文気象情報提供	49
4-4-1	FFDダッシュボード	49
4-4-2	PMDが提供する雨量データ	50
4-4-3	Impact Based Forecasting（IBF）への取り組み	51
4-4-4	課題解決に向けた今次技術協力の方向性	51
4-5	JICA他案件との協調	52
4-5-1	無償資金協力「河川管理強化計画」との協調	52
第5章	プロジェクトの基本計画	53
5-1	案件概要	53
5-2	基本事項	53
5-3	協力の枠組み	55
第6章	評価6項目による評価結果	60
6-1	妥当性	60
6-2	整合性	65
6-3	効率性（予測）	66
6-4	有効性（予測）	69
6-5	インパクト（予測）	70
6-6	持続性	72
6-7	結論	73
付 属 資 料		74
付属資料1	：M/M（PDM（ver.0）、PO（ver.0）含む）	75

付属資料2：プロジェクト・デザイン・マトリクス（和訳） .....	93
付属資料3：議事録.....	97
付属資料4：収集資料リスト.....	138

## 表 目 次

表2-1 各部署の主な役割.....	7
表2-2 PMDの年間予算内訳 .....	10
表2-3 2022-23年のPMD拠点別年間予算（1,000ルピー） .....	11
表2-4 防災関連機関の主な役割.....	13
表2-5 日本の協力概要（気象観測・予報分野） .....	15
表2-6 日本の協力概要（水文気象・洪水対策分野） .....	16
表2-7 他開発機関による協力概要（気象観測・予報） .....	16
表2-8 世界銀行の事業.....	17
表2-9 アジア開発銀行の事業.....	18
表2-10 他開発機関による協力概要（水文気象・洪水対策） .....	19
表2-11 他開発機関による協力概要（その他災害対策・復興支援・防災等） .....	19
表3-1 商用電源安定度（電源品質アナライザーによる） .....	28
表3-2 PMDイスラマバード本局 国家気象予報センター（NWFC）が発表する予報 .....	36
表4-1 今次技術協力の方向性（FFD洪水予報能力の改善） .....	44
表4-2 今次技術協力の方向性（ライヌラー流域洪水予警報システムの改善） .....	48
表4-3 次技術協力の方向性（ニーズに沿った情報発信の改善） .....	52

## 図 目 次

図2-1 PMD組織図.....	7
図2-2 PMDとパキスタンの防災関連機関の関係図.....	12
図2-3 JICAが整備した気象レーダー.....	15
図3-1 SYNOP観測所の分布（PMD提供） .....	21
図3-2 SYNOP観測所の観測機器（カラチ空港） .....	22
図3-3 観測機器のTraceability.....	22
図3-4 web上での入力画面 .....	23
図3-5 PMDの現有レーダー（PMD提供） .....	25
図3-6 既存のパキスタンの気象レーダー観測網（3km等ビーム高度線） .....	26
図3-7 発火した電源ユニット(Karachi).....	27
図3-8 PMDレーダー公開サイト .....	30
図3-9 レーダー公開イメージ（左：Mardan、右：Karachi） .....	30
図3-10 2022年洪水の分析図（2023/3/9、PMD-DGプレゼン資料より） .....	31

図3-1-1	Rainfall ThresholdとImpacts	37
図4-1	FFDが発信する洪水予報情報例	40
図4-2	洪水関係情報 配信先一覧	40
図4-3	洪水予報対象区間・地点	41
図4-4	洪水到達時間 河川系統図	41
図4-5	FFD組織図・職員構成	41
図4-6	紙ベースでの情報提供例	42
図4-7	FEWS-Pakistanモデル	42
図4-8	Indus-IFASモデル	43
図4-9	ライヌラー流域洪水予警報センター	45
図4-10	ライヌラー流域 位置図	46
図4-11	リアルタイムWeb情報	47
図4-12	SNS情報発信	47
図4-13	センター発信情報	47
図4-14	FFD Dashboard	50
図4-15	WS観測データ提供	51
図4-16	IBFパイロット地区位置図	51
図6-1	パキスタン気象分野の課題	63
図6-2	本事業のアプローチ（課題解決に至るまでの想定される道筋	64
図6-3	成果2の活動	67
図6-4	成果3の活動	68
図6-5	成果4の活動	68

## 付 属 資 料

付属資料1：M/M（PDM（ver.0）、PO（ver.0）含む）

付属資料2：プロジェクト・デザイン・マトリクス（和訳）

付属資料3：議事録

付属資料4：収集資料リスト

調査対象位置図



○ プロジェクトサイト      ● JICA無償資金協力での気象レーダー設置サイト

(出典：JICA 調査団)

現地調査写真



パキスタン気象局（PMD）本部



3/7 ラホール FFD 事務所 外観



3/7 ラホール FFD 露場および FFD 事務所全景



3/10 ラホール FFD、洪水予報セクション



3/13 PMD 本部敷地内 JICA 供与の気象レーダー塔



3/14 PMD 露場



3/13 PMD 本部内、NWFC でのヒアリング



3/13 Lai Nullah Basin Flood Forecasting and Warning System に関する説明の様子  
(右 : Mr. Imran Aslam, Electronic Engineer)  
(左 : Mr, Farhan Khaliq, Sub Engineer)  
(2000 年代の無償・技プロ協力時から在籍)



3/13 PMD カラチ事務所



3/13 PMD カラチ測器センター視察



3/16 PMD 本部内 IT 部門へのヒアリング



3/16 Tehsil Municipal Administration (TMA) Rawalpindi Flood Warning Control Centre 視察

	
<p>3/16 Gawalmandi 水位観測所 (ライヌラー流域 Gawalmandi 橋上流)</p>	<p>3/16 Gawalmandi 水位観測所近くのサイレン 棟</p>
	
<p>3/17 PMD との協議 (右から、Planning Division Director: Dr. Tahir Khan, NWFC Director: Dr. Zaheer Ahmad Babar)</p>	<p>3/22 FFC でのヒアリング</p>
	
<p>3/20 PMD 長官 (左) との M/M 協議</p>	<p>3/21 PMD 本局内スタジオ</p>

## 略語表

略語	英文表記	日本語表記
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AQC	Analytical Quality Control	分析品質管理
ARG	Automatic Rain Gauge	自動雨量計
AWS	Automatic Weather Station	自動気象観測所
CICC	Climate change Impacts and Integrated Cell	気候変動影響・統合課
CDPC	Climate Data Processing Center	気候データ処理センター
CMA	China Meteorological Administration	中国気象局
CMIP	Coupled Model Intercomparison Project	結合モデル相互比較計画
CMW	Central Met. Workshop	中央気象測器センター
DDMA	District Disaster Management Authority	県災害管理庁
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts	ヨーロッパ中期予報センター
FFC	Federal Flood Commission	連邦洪水委員会
FFD	Flood Forecasting Division	洪水予報部
FEWS	Flood Early Warning System	洪水早期警報システム
GFS	Global Forecast System	全球大気循環（モデル）
GPV	Grid Point Value	格子点値
GSM	Global Spectral Model	全球数値予報モデル
GSMaP	Global Satellite Mapping of Precipitation	衛星全球降水マップ
GTS	Global Telecommunication System	国際通信回線
IBF	Impact based Forecasting	WMO がすすめる利用者ニーズに対応した予報発信の取り組み
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ICHARM	International Centre for Water Hazard and Risk Management	水災害・リスクマネジメント国際センター
ICMOD	International Centre for Integrated Mountain Development	国際総合山岳開発センター
ICON	ICOsahedral Nonhydrostatic	全球非静力学（モデル）
IFAS	Integrated Flood Analysis System	統合洪水解析システム
IMD	India Meteorological Department	インド気象局
JMA	Japan Meteorological Agency	気象庁
IMG	Institute of Meteorology & Graphics Center	気象地質研究所
IRSA	Indus River System Authority	インダス川水系公社
JICS	Japan International Cooperation System	日本国際協力システム
JMA	Japan Meteorological Agency	本邦気象庁
MAC	Main Analysis Center	メイン解析センター
NAMC	National Agromet Meteorological Center	国立農業気象センター
NCEP	National Centers for Environmental Prediction	国立環境予測センター
NDMA	National Disaster Management Authority	国家災害管理庁
NDMC	National Drought Monitoring Center	国立干ばつモニタリングセンター
NDMO	National Disaster Management Ordinance	国家災害管理令
NDMP	National Disaster Management Plan	国家災害管理計画
NMCC	National Meteorological Communication Center	情報通信センター
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	アメリカ海洋大気庁
NTWC	National Tsunami Warning Center	国立津波警報センター
NWFC	National Weather Forecasting Center	国家気象予報センター
OJT	On the Job Training	職場内訓練
PDMA	Provincial Disaster Management Authority	州災害管理庁

PID	Provincial Irrigation Department	州政府灌漑局
PMD	Pakistan Meteorological Department	パキスタン気象局
QPE	Quantitative Precipitation Estimate	定量的降水算出
QPF	Quantitative Precipitation Forecast	定量的降水予測
RIC	Regional Instrument Centre	地区測器センター
RMC	Regional Meteorological Centers	地方気象センター
RRI Model	Rainfall-Runoff-Inundation Model	降雨流出氾濫モデル
SMRFC	Specialized Medium Range Weather Forecasting Center)	中期予報センター
SOP	Standard Operating Procedures	標準操作手順
SYNOP	surface SYNOptic observations	地上気象観測
S2S	Sub-seasonal to Seasonal Prediction	季節内から季節予測
TCWC	Tropical Cyclone Warning center	熱帯低気圧警報センター
TMA	Tehsil Municipal Administration	市役所
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
WAPDA	Water and Power Development Authority	水利電力公社
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関
WRF	Weather Research and Forecasting model	米 NCAR が提供する気象数値モデル

## 第1章 詳細計画策定調査の概要

### 1-1 調査団派遣の経緯と目的

パキスタン・イスラム共和国（以下、「パキスタン」と言う。）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、1982年～2016年の災害数（132件）及び死者（16,229名）・被災者数（69,881,589名）において、洪水は、災害数の約6割、死者数は約7割、被災者数の9割以上を占めている（出典：Emergency Database (EM-DAT)）。2022年6～8月には、モンスーンによる広範囲の大雨と洪水が発生し甚大な被害が発生している。

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て国家防災令の公布、防災行政の中心となる国家防災庁（National Disaster Management Authority：NDMA）の設置、我が国の技術協力による「国家防災計画」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。2012年には、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」がJICAの協力の下、策定されている。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、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。他方、パキスタン気象局（Pakistan Meteorological Department）（以下、「PMD」と言う。）は、我が国が1990年代に整備した気象レーダーについて耐用年数を大幅に超えて運用、維持管理をしてきたものの、二重偏波レーダーを含め気象レーダーの運用や定量的降水量算出（Quantitative Precipitation Estimation: QPE）技術を含む最新の技術に関する経験・知見が不足しており、より高度かつ迅速な気象予報サービスの提供のためには、人材及び組織の能力強化を図ることが必要である。また、大雨警報等の気象情報の精度向上を図る同計画の推進のためには、気象予報に係るデータの質向上が必要不可欠である。

かかる状況を踏まえ、パキスタン政府は我が国に対し、PMDの観測能力及び予警報精度を向上させるとともに、自然災害の危険を事前に予測し適切な対策をとるため、これまで以上に予警報を迅速に、適時・適所へ配信する体制構築を実現することを目的に、技術協力プロジェクトを要請。協力の枠組みについてPMD及び関係機関と協議し、技術協力プロジェクト（以下、「本プロジェクト」と言う。）を計画するため、本詳細計画策定調査（以下、本調査）を実施した。

### 1-2 調査団の構成

	担当事項	氏名	所属・役職	現地調査期間
1	総括・団長	石原 正仁	JICA 国際協力専門員	2023年3月4日～15日
2	協力企画	大平 崇之	JICA 地球環境部防災グループ 防災第2チーム	2023年3月11日～25日

3	気象観測・気象情報	登内 道彦	一般財団法人気象業務支援センター	2023年3月8日～25日
4	水文	荒木 秀樹	株式会社地球システム科学	2023年3月4日～25日
5	評価分析	石本 樹里	株式会社メトリクスワーク ンサルタント	2023年3月4日～25日

### 1-3 調査日程

現地調査期間は、2023年3月4日（日）～25日（土）の22日間である。ただし総括団員、協力企画団員、気象観測・気象情報団員は、その一部のみ参団している。

月日	調査内容
3月4日（土）	イスラマバード到着
3月5日（日）	移動（イスラマバード → ラホール）
3月6日（月）	PMD 長官とのキックオフ会議（於ラホール）
3月7日（火）	FFD・PMD 企画部との面談（於ラホール） （総括、評価分析団員のみ）移動（ラホール → イスラマバード）
3月8日（水）	JICA パキスタン事務所・PMD 企画部との面談（於イスラマバード） FFD との面談（於ラホール） （水文団員のみ）イスラマバード到着
3月9日（木）	PMD（SMRFC）との面談（於イスラマバード） FFD・WAPDA との面談（於ラホール）
3月10日（金）	PMD（SMRFC、レーダー運用部門）・世界銀行との面談（於イスラマバード） FFD・WAPDA・Punjab ID との面談（於ラホール）
3月11日（土）	資料整理 （水文団員のみ）移動（ラホール → イスラマバード） （協力企画団員のみ）イスラマバード到着
3月12日（日）	資料整理、団内協議 （気象観測・気象情報団員のみ）移動（イスラマバード → カラチ）
3月13日（月）	PMD（企画部、NWFC）との面談（於イスラマバード） PMD カラチ・測器センターとの面談（於カラチ）
3月14日（火）	PMD（企画部、ITセクション、Lai Nullah 流域洪水警報コントロールセンター、NAMC）との面談（於イスラマバード） PMD（カラチ研修センター、レーダー・地上観測所）との面談（於カラチ） （気象観測・気象情報団員のみ）移動（カラチ → イスラマバード）
3月15日（水）	PMD（NWFC）との面談、資料整理（於イスラマバード） （総括のみ）イスラマバード発
3月16日（木）	PMD（NWFC、ITセクション）との面談、ライヌラー流域 Gawalmandi 水位観測

	所周辺視察（於イスラマバード）
3月17日（金）	PMD 企画部長との面談（於イスラマバード）
3月18日（土）	資料整理
3月19日（日）	資料整理
3月20日（月）	PMD（長官、企画部長）との面談、日本大使館表敬（於イスラマバード）
3月21日（火）	PMD 長官との M/M 署名、JICA 事務所との面談（於イスラマバード）
3月22日（水）	FFC、NDMA、アジア開発銀行との面談（於イスラマバード）
3月23日（木）	資料整理
3月24日（金）	PMD、IRSA との面談（於イスラマバード）
3月25日（土）	イスラマバード発

#### 1-4 主要面談者

1 パキスタン側		
(1) PMD		
1) Islamabad, HQ		
1	Dr. Mahr Sahibzad Khan	Director General
2	Dr. Tahir Khan	Director of Planning Section
2) FFD (Lahore)		
1	Dr. Khalid M. Malik	Chief Meteorologist
2	Mr. Saqib Hussain	Deputy Director (GIS, IT & Hyd-Models)
3	Mr. Akhtar Mahmood	Deputy Director (Technical)
3) Master Control Centre of Lai Nullah Basin Flood Forecasting and Warning System		
1	Mr. Major Mohammad Kaleem	Principal Engineer
2	Mr. Imran Aslam,	Electronic Engineer
3	Mr. Farhan Khaliq	Sub Engineer
4) NWFC		
1	Dr. Zaheer Ahmad Babar	Director
2	Mr. Muhammad Irfan Virk	Deputy Director
5) NAMC		
1	Ms. Asma Jawad Hashmi	Director
6) R&D		
1	Dr. Furrukh Bashir	Hydrometeorologist
2	Dr. Jehangir Ashraf Awan	HPC, NWP, IT, climate change
3	Mr. Syed Ahsan Ali	HPC, NWP
7) Karachi Office		
1	Dr. Sarfaraz	Chief meteorologist
2	Mr. Anjum Nazi	Meteorologist (TCWC: Tropical Cyclone Warning center)
3	Mr. Asif Hussain:	Programmer (CDPC: Climate Data Processing Center)
4	Mr. Zubair Ahmed Siddigui	Instrument Workshop
5	Mr. Wash Dev Khatri	deputy director of Institute of Met. Geophysics Krachi,
6	Ms. Humeira Hafeez	Chief engineer of Karachi radar
(2) WAPDA (Lahore)		
1) Hydrology and Water Management		
1	Mr. Muhammad Khalid Memon	Chief Engineer
(3) Punjab Irrigation Department (Lahore)		
1) Flood Risk Assessment Unit		
1	Mr. Akif Rahim	Deputy Director (Met)

(4) FFC		
1) Flood Risk Assessment Unit		
1	Mr. Athar Hussain	Member Flood
2	Mr. Ashok Kumar	Chief Engineer Flood
3	Mr. Zafar Iqbal	Senior Engineer Flood
(4) NDMA		
1	Mr. M Idrees Mahsud	Member
2	Mr. Abdul Latif	Deputy Director
(5) IRSA		
1	Mr. Asjad Imtiaz Ali	Chairman of the Authority / Member Federal
2	Mr. Abdul Hameed Mengal	Member Balochistan
3	Mr. Amjad Saeed,	Member Punjab
4	Mr. Zahid Abbas	Member Khyber Pakhtunkhwa
(6) World Bank		
1	Mr. Ahsan Tehsin Sahib	Project Coordinator
2	Dr. Hanif	Expert
(7) ADB		
1	Mr. Asad A. Zafar	Senior Project Officer (Water Resources)
2	Mr. Asif Turangzai	Project Officer (Focal Point, Climate Change and Disaster Risk Management)
2 日本側		
(1) JICA パキスタン事務所		
1	木下 康光	所長
2	原 毅	次長
3	鶴岡 紀之	次長
4	澤 光来	企画調査員
(2) 在パキスタン日本国大使館		
1	石井 賢輔	参事官
2	福田 萌人	二等書記官

## 第2章 パキスタンにおける気象観測・予報・警報情報の概要

### 2-1 国家開発計画や上位政策における気象観測・予報・警報情報の位置づけ

パキスタン国の長期開発政策は、2014年8月に計画開発省が発表した「ビジョン2025」である。同計画では、独立100周年となる2047年までに世界の10大経済大国に入ることを見据え、①「人的資本開発、社会資本開発」、②「持続的かつ包括的な成長」、③「民主的なガバナンス制度の構築、公的セクターの近代化」、④「エネルギー及び食料安全保障」、⑤「民間セクター主導の開発」、⑥「ナレッジエコノミーによる競争の活発化」、⑦「インフラの近代化及び地域連結性」の7つを目標としている。このうち、③ガバナンスと④エネルギーの分野で災害に関して取り組むべき課題が挙げられている。ガバナンスでは、「政府は行政の強化と社会的保護プログラムの監視能力の構築に取り組み、政府助成金の重点対象の一つを災害後の早期復旧支援メカニズムの改善に向ける」としている。また、エネルギーでは、「特に水に関して優先すべき取り組みの一つとして、水関連の持続可能な災害レジリエンスを達成する」としている。

### 2-2 パキスタン気象局（PMD）の組織概要

#### 2-2-1 構成部門と役割

パキスタンの気象業務を行う唯一の政府機関であるパキスタン気象局（Pakistan Meteorological Department: PMD。以下「PMD」という。）は、航空省（Ministry of Aviation）傘下であり、パキスタン全土に気象サービスを提供し、気象情報を必要とする様々な公共活動やプロジェクトを担当している。

PMDの主な目的は、空、陸、海の交通安全、災害の軽減、国の気候ポテンシャルに基づく農業開発、気候変動、影響評価、将来予測を目的として、気象、気候、地球物理現象に関する情報を提供することである。その目的と責任を追究するために、航空気象サービス、水文気象サービス及び洪水予報、農業気象サービス、地球物理学及び地震学サービス、海洋気象サービス、熱帯低気圧、大雨、熱波、洪水、地震等の自然災害の早期警告等に貢献している。

図2-1はPMDの組織図である。長官（Director General）の下に4名の気象統括官（Chief Meteorologist）（イスラマバード2名、ラホール1名、カラチ1名）がいる。長官は4名の気象統括官からの内部昇格で選任され、首相により任命される。各気象統括官は研究開発部（Research & Development Division: R&D）（イスラマバード）、国立干ばつモニタリングセンター（National Drought Monitoring Center: NDMC）（イスラマバード）、洪水予報部（Flood Forecasting Division: FFD）（ラホール）、国立津波警報センター（National Tsunami Warning Center: NTMC）（カラチ）の部署を統括している。さらに、各気象統括官の下に以下の5つの専門部署があり、特定の分野に特化したサービスを提供している。

- 国立農業気象センター（National Agromet Met. Center: NAMC）イスラマバード
- 気候データ処理センター（Climate Data Processing Center: CDPC）カラチ
- メイン解析センター（Main Analysis Center: MAC）カラチ
- 気象地質研究所（Institute of Meteorology & Geophysics: IMG）カラチ（研修業務も兼任）
- 整備部（Maintenance Division）カラチ

さらに、国内を5つの気象区（カラチ、ラホール、クエッタ、ペシャワール、ギルギット・バロチスタン）に分け、各区に地方気象センター（Regional Meteorological Center: RMC）が置かれている。各地方気象センターのトップは部長（Director）で、その管轄下の気象台の維持・運営に責任を持つ。地方気象センター技術部門は、いずれかの気象統括官の統括下にあるが、地方気象センターの管理部門は、PMD 本部の統括下にある。

また、以下の6つの専門技術部署がイスラマバード本部にある。職員数はPMD 全体で1977名（うち、女性99名）（2023年3月時点現在）。

- 企画班（Planning Section）
- 地震班（Seismic Section）
- 国家気象予報センター（National Weather Forecasting Center: NWFC）
- ライヌラー流域洪水予警報センター（Master Control Centre of Lai Nullah Basin Flood Forecasting and Warning System）  
（※現在、Director は空席。NWFC の Director が兼務）
- 整備部（Maintenance Division）
- 技術部（Engineering Division）

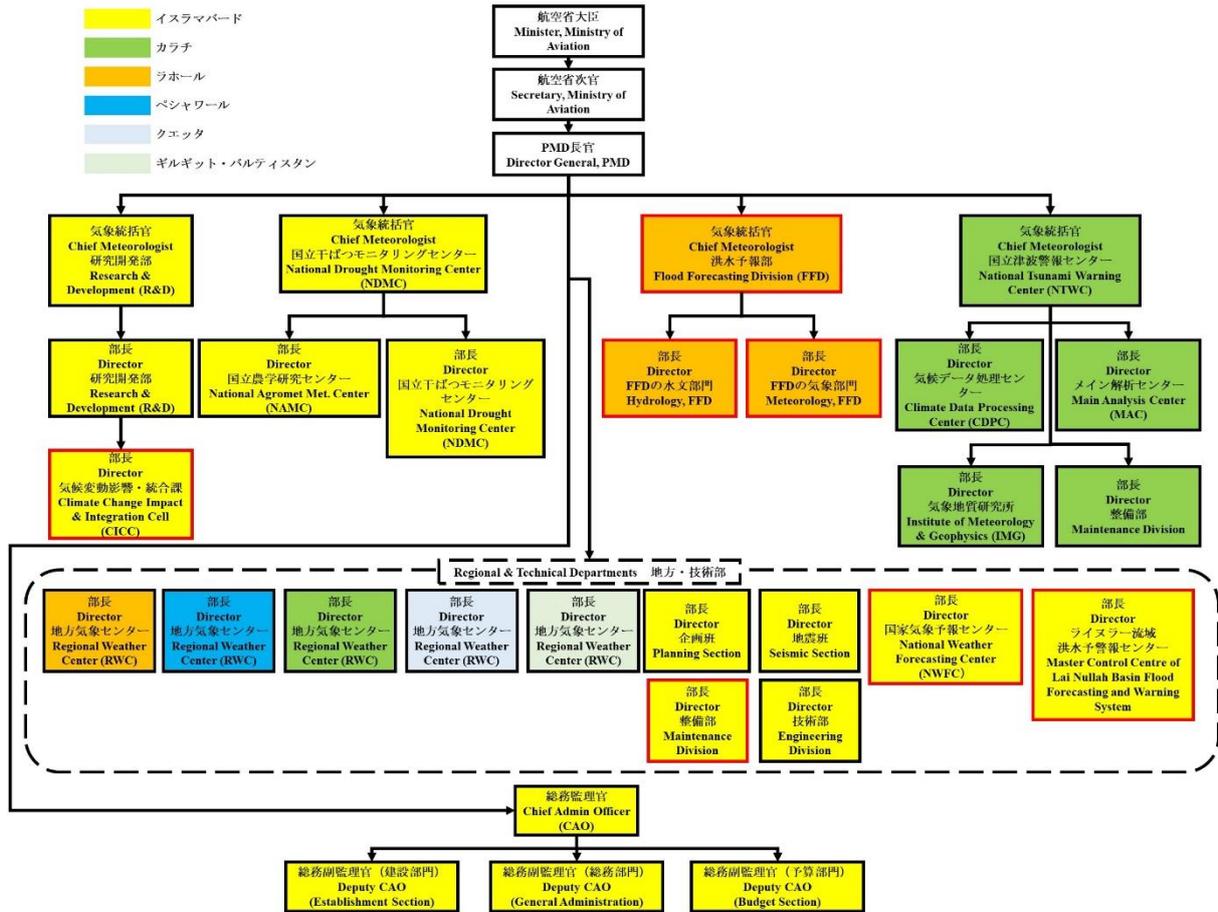


図 2-1 PMD 組織図

注：赤枠で示した部署は現時点での本事業の技術移転対象。事業開始後に PMD と確認して確定。

出所：PMD 提供資料、PMD への質問票回答・インタビュー

PMD の各部署（総務以外）の主な役割は表 2-1 の通り。

表 2-1 各部署の主な役割

部署名	主な役割
研究開発部 (R&D)	<ul style="list-style-type: none"> <li>次のユニットを有し、予報、モデリング等を実施している。                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 季節予報</li> <li>- 気候変動モデリング</li> <li>- 作物と花粉のモニタリング</li> <li>- 数値モデリング</li> <li>- 氷河のモニタリングと雪の研究</li> </ul> </li> </ul>
気候変動影響・統合課 (CICC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発部 (R&amp;D) に属し、気候変動に関する情報を収集し、分析し、その影響を評価している。</li> <li>気候変動のほかに、10 日先から季節予報までの予報、WRF モデルによる数値予報計算、予報官支援のための統合予報システムの運用などを行っている。</li> </ul>
国立干ばつモニタリングセ	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内の干ばつ状況を監視している。</li> </ul>

ンター (NDMC)	
国立農学研究 センター (NAMC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>農業気象観測所ネットワークの管理、データ処理とその公表、中央計画のための気象に基づく作物収量と生産量の推定、農業気象諮問、研究などのための食糧生産戦略などを行っている。</li> </ul>
洪水予報部 (FFD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水予報を担当している。具体的な業務は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 主要河川の洪水予報・警報。</li> <li>- 河川流量予測。</li> <li>- ダムにおける水管理への展望。</li> <li>- 雨季と乾季の水利用可能量の把握。</li> <li>- 定性・定量的な流量・洪水予測。</li> <li>- 洪水対策・洪水制御・防災機関への洪水警報・注意喚起。</li> <li>- 洪水到達時間情報の整理・更新。</li> </ul> </li> </ul>
国立津波警報 センター (NTWC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>パキスタンのマクラン沈み込み帯（アラビア海の底がインド亜大陸の下に沈み込む場所であり、この地形変動によって多くの地震が発生している）と沿岸部における地震と津波を監視している。</li> </ul>
気候データ処 理センター (CDPC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>PMD が収集する様々な種類の気象データを収集し、データの品質管理を行い、必要に応じて観測所に照会し、観測データのアーカイブを作成し、観測月報などを発行している。WMO などが定める平年値（30 年間の気温、降水量などの統計値）の作成も担当している。</li> <li>気象情報のアーカイブを作成しており、国家関連機関、研究機関などには無償で、民間機関には有償でデータの共有も行っている。</li> </ul>
メイン解析セ ンター (MAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>気象データの収集、国際交換を担当している。また、パキスタンに影響を与えるサイクロン監視・警報の発表を行っている。</li> <li>PMD の気象予報モデルの開発と運用を担当している。</li> </ul>
気象地質研究 所 (IMG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>PMD 職員に気象学と関連分野の研修を提供している。パキスタン海軍や空軍、近隣諸国等、他の組織からの研修生も受け入れている。</li> </ul>
整備部	<ul style="list-style-type: none"> <li>気象観測装置や通信システム等のメンテナンスを行う。具体的な業務は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 気象観測装置の点検・修理・校正等のメンテナンス。</li> <li>- 通信システムのメンテナンス。</li> <li>- 施設の保守・修繕。</li> </ul> </li> </ul>
地方気象セン ター (RMC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>担当地域の気象観測所を運用し、天気予報の作成・発信を行う。</li> <li>悪天候の場合は、気象情報及び警報を防災関連機関やメディアに発信する。水文気象災害の発生前と発生中は、防災関連機関、地方自治体、救援団体と緊密に連絡を取り合う。</li> <li>さらに、ペシャワール、ラホール、ギルギット・バロチスタンの地方気象センターでは、地震活動を監視し、リアルタイムでイスラマバードの PMD 本部（地震班）にデータを送信する。</li> </ul>
企画班	<ul style="list-style-type: none"> <li>気象サービス提供の改善、インフラ整備等に関連するプロジェクトの策定と、その後の実施のための様々な場での承認を担当している。</li> <li>海外のドナーとの調整も行い、様々なプロジェクトやイニシアティブを通じて PMD の活動を支援している。</li> </ul>
地震班	<ul style="list-style-type: none"> <li>パキスタン周辺の地震を監視し、防災関連機関、メディア、研究者、国民等に必要な地震情報を提供する。具体的な業務は以下の通り。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 地震分析の実施と地震データの提供。</li> <li>- 地震ハザードと地震リスク評価。</li> <li>- 観測された地震の発生時刻、位置、マグニチュード、その他の特性の決定。</li> </ul>
国家気象予報センター (NWFC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 24 時間先、48 時間先、3 日先、7 日先の天気予報を全国レベルで提供する。また、月別・季節別予報も発表している。影響が大きい気象に関する情報は、プレスリリース、気象警報、気象注意報の形で、印刷物や電子メディア、SMS、電話、Fax 等の通信手段を通じて発信される。</li> <li>・ PMD 本部イスラマバードのスタジオで、毎日の予報（一般予報、農業予報、旅行者向け予報）の動画を撮影し、ウェブサイト及び YouTube にアップロードしている。</li> </ul>
ラワルピンディ・イスラマバード 2 都市洪水予警報センター (NL Basin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ラワルピンディとイスラマバードの 2 都市を流れるライヌラー流域を対象とした洪水予警報システムの管理・運用。具体的な業務は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 洪水予測：ライヌラー流域の水位、流量、雨量、気象条件等をリアルタイムでモニタリングし、洪水の発生を予測する。</li> <li>- 洪水警告：洪水の発生を予測した場合、防災関連機関に対して、早期に洪水警告を発令する。</li> </ul> </li> </ul>
技術部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 気象情報の収集や処理に必要なシステムの開発・導入、保守、管理を行う。具体的な業務は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 気象観測装置の開発や改良。</li> <li>- 気象情報処理システムの開発や導入。</li> <li>- 通信システムの開発・導入。</li> </ul> </li> </ul>

出所：PMD への質問票回答、PMD ウェブサイト

気象観測に関しては、地方気象センターが担当する地域の地上気象観測所（手動観測及び自動観測（AWS））の運用・保守点検を担当している。なお、PMD イスラマバード本部の敷地内にある気象レーダーや地上観測測器は PMD 本部の整備部が運用・保守、修繕を担当している。

予報業務に関しては、研究開発部（気候変動影響・統合課）がパキスタン各地に配置されている地上気象観測や気象レーダー等のデータを用いて予報業務や気候変動に係る研究業務（季節予報、気候変動・モデリング、作物と花粉のモニタリング、数値モデリング、氷河のモニタリングと雪の研究等）を行っている。予報にはオーストラリアのコンサルタントが導入した気象ガイダンス（weather guidance）が使用されている。同システムは、複数のモデルによる出力結果を地点別に実況観測結果と比較し、精度に対応した重みをつけて平均化し予報を提供するものである。予報頻度は 1 日 2 回（朝は 9 時（現地時間）、午後は 17 時（現地時間））が基本である。夕方には 7 日間の天気予報も発表しており、3 日間の都市予報（天気、気温、降水量）も発表している。

警報情報の発信に関しては、地方気象センターが悪天候の場合に担当の州や地域に気象警報や注意報を発表している。また悪天候や水文災害の発生前及び発生中に、防災関連機関、地方自治体、レスキュー1122 等と緊密に連絡を取り合っている。

大雨情報に関しては、国家気象予報センターが 1 ページのサマリーの形で発表し、PMD のウェブサイトにもアップロードされる。干ばつについては、国立干ばつモニタリングセンターが渇水警報を発表する。洪水予報・警報はラホール市の洪水予報部が担当している。洪水予報部は、河川流量予測、定性・定量的な流量・降水予測等の情報を発表し、洪水発生時にはリードタイムを考慮した警報を発

表し、随時更新している（基本は毎日1回更新）。さらに、ラワルピンディとイスラマバードの2都市を流れるライヌラー流域を対象に JICA の支援で洪水予警報システムが設置されており、ライヌラー流域で洪水が発生する可能性がある場合に、地方自治体に注意報や警報を発出している。

### 2-2-2 予算

図 2-1 の通り、パキスタンにおける気象業務を行う PMD は、航空省の下に位置する政府機関であり、PMD は政府から年間予算を受け取っている。一般的に、政府予算は、政府が実施するプログラムやプロジェクトの資金調達に使われるため、PMD が行う各種活動に必要な資金も政府予算から賅われている。

表 2-2 は PMD の年間予算内訳である。近年、年間予算は増加傾向にあり、主な内訳は人件費、交通費、研修費、光熱費、通信費等である。

表 2-2 PMD の年間予算内訳

(1,000 ルピー)

予算項目	2020-2021	2021-2022	2022-2023
人件費	1,198,160	1,401,591	1,503,184
交通費、研修費、公共料金、通信費等	160,245	265,365	414,160
職員退職手当	25,455	49,356	34,187
政府補助金、助成金、貸付金	285	139,299	18,521
転勤費用	0	0	0
機材購入費等	15,795	15,880	37,422
工事関連費	2,047	0	0
機材・施設修理及び維持管理費	9,292	8,934	29,519
計	1,411,279	1,880,425	2,036,993

出所：PMD 提供資料

PMD では拠点別、部門別に予算管理を行っており、予算項目間の流用は各拠点長、部門長の判断に委ねられている。PMD（企画部長）との議論では、技術協力プロジェクトの研修に他拠点のスタッフを呼ぶ場合は、所属元の拠点の予算（交通費）を使用することを確認している。また、気象観測機器の修理が必要となる場合なども、該当地域の地方気象センターの予算（機材維持管理費）を使用することも確認している。プロジェクトの円滑な運営のため、これらの点については、開始時に各拠点と認識を一致させておく必要がある。ただし、予算項目間での融通は自由であるため、プロジェクトの運営のために予算要求時に詳細まで詰めておく必要はない。

表 2 - 3 2022 - 23 年の PMD 拠点別年間予算 (1,000 ルピー)

拠点名・部門名	予算配分額
イスラマバード本部	403,678
研究開発部	187,000
地方気象センター (ギルギット)	72,828
地方気象センター (ラホール)	334,615
洪水予報センター	152,257
地方気象センター (ペシャワール)	149,329
地方気象センター (カラチ)	221,256
気候データ処理センター	37,554
気象地質研究所	37,262
カラチ HQs Camp office	261,804
Geophysical Centre (クエッタ)	159,929
総務監理官	19,471
計	2,036,993

出所：PMD 提供資料

### 2 - 3 気象予報・警報に関連するその他関係機関の概要

図 2 - 2 は PMD と防災関連機関の関係図である。PMD は天気予報を関係機関・一般市民に提供すると共に、洪水予報のために河川の水位情報を関係機関から受け取っている。そのため、関係機関は①PMD への情報の出し手（であり受け手でもある）と、②PMD の情報の受け手、の二つに分けられる。

①に関しては、水利電力公社（Water and Power Development Authority: WAPDA。以下「WAPDA」という。）や州政府灌漑局（Provincial Irrigation Department: PID。以下「PID」という。）が挙げられる。同時に、WAPDA は河川・雨量計データ（河川の日平均流量、ダム水位と貯水量、1 時間ごとの流量データ（モンスーン期）を PMD の洪水予報部（Flood Forecasting Division: FFD）に提供しており、PID はモンスーン期の放流データを PMD の洪水予報部に提供している。

②に関しては、防災関係機関や連邦政府機関、メディア等が挙げられる。パキスタンでは、国家災害管理庁（National Disaster Management Authority: NDMA。以下「NDMA」という。）が内閣府の下に組織され、国の防災行政の総合調整機関としての役割を担っている。また州及び県レベルでの防災管理組織として、州災害管理庁（Provincial Disaster Management Authority: PDMA。以下「PDMA」という。）、県災害管理庁（District Disaster Management Authority: DDMA。以下「DDMA」という。）が組織されている。

PMD の洪水予報部は、洪水予測、早期警報システムの運用と管理、洪水予報・警報の発信を担当している。上述の WAPDA や PID から水文気象情報を受け取り、洪水予測を行い、防災関連機関（NDMA、PDMA 等）や連邦政府機関（水資源連邦洪水委員会（Federal Flood Commission: FFC）、Indus 川水系公社（Indus River System Authority: IRSA）等）、メディア等にウェブサイト、SMS、Fax、WhatsApp 等を通じて洪水予報・警告を発信し、PDMA から DDMA、DDMA から住民に避難勧告・警報等が発

信される。

また PMD の国家気象予報センター（National Weather Forecasting Center: NWFC）は全国レベルの天気予報（デイリー、ウィークリー、マンスリー等）を、ウェブサイトやソーシャルメディアを通じて国民に配信している。撮影は PMD が所有するスタジオで行われ、撮影とウェブサイトの更新は IT 部門（イスラマバード整備部のディレクターが統括）が担当している。また影響が大きい気象情報に関しては、印刷物や電子メディア、SMS、電話、Fax 等を通じて防災関連機関、連邦政府機関、メディアに発信している。

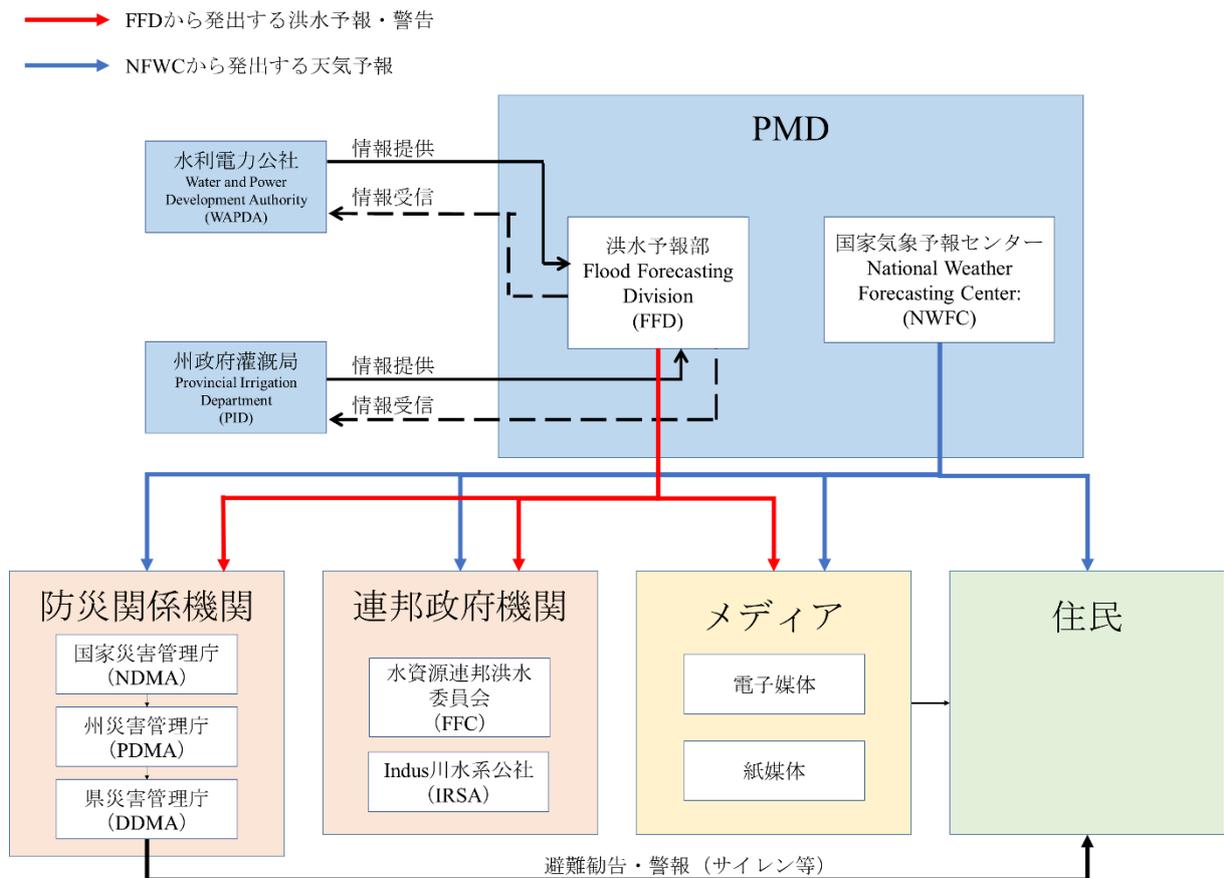


図 2-2 PMD とパキスタンの防災関連機関の関係図

各関係機関の主な役割は以下の通り。

表 2-4 防災関連機関の主な役割

機関名	主な役割
水利電力公社 (WAPDA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ WAPDA は、全国の主要な水力発電プロジェクトを実施・管理し、以下の活動を通じて洪水による災害の防止に貢献している。                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 全国の主要河川における水位観測標や水位観測テレメトリネットワークの整備・維持・管理・運用。</li> <li>- 水文観測データ（河川水位、河川流量）の提供。</li> <li>- 河川水位観測データのリアルタイム観測。</li> <li>- 送信システムによる洪水警報。</li> <li>- 主要な水力発電ダムの貯水池の運営・管理による河川洪水流出量の制御。</li> </ul> </li> <li>・ FFD が洪水予報に必要とする WAPDA 管理の水文情報を、FFD に提供している。</li> <li>・ FFD 内に併設された WAPDA 事務所に担当職員が常駐し、FFD との円滑な情報共有を図っている。</li> <li>・ 洪水期（6/15～10/15）には、常駐担当職員に加え 24 時間体制で複数名の WAPDA 職員が FFD に常駐し、洪水予報に必要な最新の水文情報の共有に対応している。</li> <li>・ FFD/PMD が提供する洪水予報・気象予報の重要なユーザーに位置づけられる。</li> </ul>
州政府灌漑局 (PID)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PID は、主に州内の灌漑施設の運営、維持、管理を担当している。</li> <li>・ 特に治水に関する PID の役割は以下の通り。                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 河川水位・流量の観測及び河川測量の実施。観測・測量結果は治水計画策定のための主要データとして、また洪水予警報に不可欠な情報として活用される。</li> <li>- 洪水時のダムや灌漑用堰の操作、河川や灌漑用水路の維持・管理。</li> <li>- 灌漑・排水計画の策定。</li> </ul> </li> <li>・ FFD が洪水予報に必要とする PID 管理の水文情報を、FFD に提供している。</li> <li>・ 洪水期（6/15～10/15）には、24 時間体制で複数名の PID 職員が FFD に常駐し、洪水予報に必要な最新の水文情報の共有に対応している。</li> <li>・ Punjab 州 ID の Flood Risk Assessment Unit (FRAU)では、AI を活用した独自の洪水予測（Punjab 州内に限定）を実施している。</li> <li>・ FFD/PMD が提供する洪水予報・気象予報の重要なユーザーに位置づけられる。</li> </ul>
(国家災害管理庁) NDMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2010 年国家災害管理法では、NDMA の役割を以下のように定義している。                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 災害管理の実施、調整、監視。</li> <li>- 国家災害管理計画の策定。</li> <li>- 連邦政府、州政府による防災計画のガイドラインの作成。</li> <li>- 州政府に対する災害管理計画策定に関する技術支援の提供。</li> <li>- 災害時の国家レベルでの災害対応の調整。</li> <li>- 防災に関する教育・啓発活動等。</li> </ul> </li> <li>・ FFD/PMD が提供する洪水予報の重要なユーザーに位置づけられる。</li> </ul>
州災害管理庁 (PDMA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PDMA は、州レベルでの災害管理を調整する組織として、2008 年に全国の各州政府の下に設立された。</li> <li>・ PDMA の具体的な役割は以下の通り。                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 州防災計画の策定と実施の調整・モニタリング。</li> <li>- 州内の様々な災害に対する緩和策の検討。</li> <li>- 州政府・非政府組織の災害への備えの確認。</li> <li>- 災害対応に関する州政府機関への指示。</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 災害管理に関する基礎教育、コミュニティへのトレーニングの実施。</li> <li>・ FFD/PMD が提供する洪水予報の重要なユーザーに位置づけられる。</li> </ul>
<p>県災害管理庁 (DDMA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DDMA は、県レベルの災害管理の調整の役割をもつ組織として、近年、全国県庁に整備されつつある。</li> <li>・ DDMA の具体的な役割は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 県防災計画の策定。</li> <li>- 国や州の政策、連邦や州の計画、県の計画の実施の調整・モニタリング。</li> <li>- 県内の災害脆弱地域の特定と対策。</li> <li>- 各種対策の実施と対策ガイドラインの策定。</li> <li>- 県各局への各種対策の指導、防災計画の実施のモニタリング。</li> <li>- 県各局のガイドラインの作成。</li> <li>- コミュニティへのトレーニングや啓発活動の実施。</li> <li>- 早期警報メカニズムのレビュー・更新、適切な情報の発信。</li> <li>- 県各局の開発計画のレビュー。</li> <li>- 構造物の建築基準の確認。</li> <li>- 通信手段の確認及び訓練実施の確認等。</li> </ul> </li> <li>・ FFD/PMD が提供する洪水予報の重要なユーザーに位置づけられる。</li> </ul>
<p>連邦洪水委員会 (FFC)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ FFC は国家レベルでの統合的な洪水管理のために 1977 年に設立された。</li> <li>・ 国家洪水防御計画の作成とその実施、洪水予報・警報システムの改善等を担当している。</li> <li>・ FFD/PMD が提供する洪水予報の重要なユーザーに位置づけられる。</li> </ul>
<p>インダス川水系公社 (IRSA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ IRSA はインダス川の灌漑用ダムや河道堰等の流況調整施設の管理・運用を通じて、インダス川の河川流量を調節し、各州への水配分を担当している。</li> <li>・ IRSA は治水に関連した以下の役割も担っている。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- インダス川の洪水レベルや流量のモニタリング。</li> <li>- モニタリング結果の記録、洪水警報の発令や洪水調節計画のための基礎データの提供。</li> </ul> </li> <li>・ FFD/PMD が提供する洪水予報の重要なユーザーに位置づけられる。</li> </ul>

出所：PMD への質問票回答・インタビュー、関係機関へのインタビュー、JICA（2022）全世界治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査ファイナルレポート

2-4 気象観測・予報・警報分野における日本や他機関の協力概要

2-4-1 日本のこれまでの協力概要

(1) 気象観測・予報分野

日本政府は1991年以降、PMDをカウンターパート機関として、気象レーダーの整備(6基)(イスラマバード(2基)、カラチ(2基)、ラヒム・ヤル・カーン、デラ・イスマイル・カーン)を支援してきた。現在はムルタン及びサッカールにおける気象レーダー整備を実施中である。

この他、外務省による無償資金協力「平成29年度パキスタン・イスラム共和国経済社会開発計画」(2018年~2020年)(JICSが実施、以下「JICS無償」という。)(5億円)により、パンジャブ州及びシンド州の45カ所のPMD既設気象観測所に自動気象観測装置(AWS)を導入した。



図2-3 JICAが整備した気象レーダー

出所：JICA調査団作成

※ラホール(1997年)、シアルコット(2005年)及びマンガラ(2004年)の気象レーダーはアジア開発銀行の出資により整備。

表2-5 日本の協力概要(気象観測・予報分野)

協力期間(年)	スキーム	案件名	概要
1990~1991	無償資金協力	気象レーダー網整備計画	イスラマバード及びカラチに気象レーダー塔施設の新設、気象レーダーの機材の調達。
1998~1999	無償資金協力	第2次気象観測網整備計画	デラ・イスマイル・カーン及びラヒム・ヤル・カーンに気象レーダー塔施設の新設、気象レーダーの機材の調達。
2016~2019	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	イスラマバード気象レーダーの更新、中期気象予報センターの設立。
2017~2021	無償資金協力	カラチ気象観測用レーダー設置計画	カラチ気象レーダーの更新。
2018~実施中	無償資金協力	ムルタン市気象レーダー整備計画	ムルタン市に気象レーダー(Sバンド固体化二重偏波気象ドップラーレーダーシステム)の新設、気象レーダー中央処理システム、気象レーダーデータ表示システム、気象レーダー通信システムの整備。
2021~実施中	無償資金協力	サッカール市における気象レーダー設置計画	サッカール市に気象レーダー(Sバンド固体化二重偏波気象ドップラーレーダーシステム)の新設、気象レーダー中央処理システム、気象レーダーデータ表示システムの整備。

出所： JICA（2020）パキスタン・イスラム共和国サッカル気象レーダー整備計画準備調査報告書

(2) 水文気象・洪水対策

また、日本政府はこれまで PMD の洪水予報・警報発出に係る能力強化等の支援も行ってきた。

表 2-6 日本の協力概要（水文気象・洪水対策分野）

協力期間（年）	スキーム	案件名	概要
2005～2007	無償資金協力	ライヌラー河洪水予警報システム整備計画	ライヌラー流域において、雨量観測局・水位観測局・洪水警報局の整備に必要な施設の建設、関連機材の調達。
2007～2009	技術協力	ライヌラー川洪水危機管理強化プロジェクト	PMD 及びレスキューの洪水警報発出にかかる能力強化、地方防災関連機関の啓発能力強化、防災関連機関の応急対応能力の強化。
2011～2014	無償資金協力	洪水警報及び管理能力強化計画（UNESCO 連携）	インダス川及びカブール川等の支川（東側支川を除く）において、気象衛星による降雨情報を活用した統合洪水解析システム（IFAS）の導入、関係機関・周辺国との洪水情報伝達・共有のためのネットワーク構築を支援。
2015～2019	無償資金協力	第二次洪水警報及び管理能力強化計画（UNESCO 連携）	前案件で整備した洪水予測システムの適応範囲をインダス川東部支線流域にまで拡大し、インダス川流域に水文観測施設を整備。洪水予警報にかかる情報伝達ネットワークの構築及び防災関係者への災害管理研修等を通じて、洪水被害の軽減に貢献。

出所： JICA（2020）パキスタン・イスラム共和国サッカル気象レーダー整備計画準備調査報告書

2-4-2 他機関による協力概要

(1) 気象観測・予報分野

気象観測・予報に関しては、これまで UNESCO、フィンランド、イタリア、中国、UNDP が PMD に対する支援（スタジオ機材供与、AWS 整備等）を行っている。

表 2-7 他開発機関による協力概要（気象観測・予報）

協力期間（年）	協力組織名	案件名	概要
2011	UNESCO	スタジオ設立計画	気象情報番組作成のためのスタジオ機材の供与。
2012	フィンランド	自動気象観測装置	10 台の AWS 供与。
2012	イタリア	シェア-03AWS	気候調査のための AWS（3 台）による高地観測データ収集。
2019	中国	プロジェクト名無し（援助の	予報解説等の映像の撮影及び記者

		み)	会見に使用する機材の供与 (PMD ラホール洪水予報部及びPMD カラチ)。
2019～2023	UNDP	氷河湖の決壊洪水からのリスク軽減のためのスケールアッププロジェクト (GLOF-II)	ギルギット・バロチスタン州における AWS (当初計画 50 台) の設置。

出所：PMD への質問票回答、JICA (2020) パキスタン・イスラム共和国サッカー気象レーダー整備計画準備調査報告書、UNDP (2020) Interim Evaluation Final Report for Scaling-up Glacial Lake Outburst Flood (GLOF) Risk Reduction in Northern Pakistan

また、実施中ではないが、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。

世界銀行に関しては、2018 年 5 月から 2024 年 2 月まで PMD の信頼性が高くタイムリーな気候・水文気象サービス提供の強化を目的とした Pakistan Hydromet and Climate Services Project が実施される予定であったが、2022 年の大洪水に対する緊急支援に事業予算を割り当てたため、同事業は中止となり、進展はない。現在、新規事業 (Modernization of Hydromet Services in Pakistan) が計画されており、世界銀行と PMD の間で事業内容に関する交渉が進んでおり、2023 年内の事業開始が見込まれている。

アジア開発銀行に関しては、第 3 次洪水防御セクタープロジェクトへの融資 (パキスタン政府は他ドナー含めた協調融資を模索中) を検討しているところである。そのプロジェクトの一部として、PMD から事業プロポーザルが FFC に提出され、協議が開始されている。アジア開発銀行関係者へのインタビューによると、今後、アジア開発銀行側で準備調査が行われ、2024 年に委員会での承認を経て、事業が開始される予定とのことだった。PMD が提出した事業プロポーザルには、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が含まれている。

世界銀行とアジア開発銀行で現在検討中の PMD に対する事業内容の詳細は下表のとおり。

表 2-8 世界銀行の事業

事業名	Modernization of Hydromet Services in Pakistan
予算・期間	60 million USD (約 81 億円) (2023 年 7 月～2026 年 12 月) (予定)
目標	信頼性が高くタイムリーな気候・水文気象サービスの提供を強化し、ショックに対するコミュニティのレジリエンスを高める。
対象	イスラマバード、パンジャブ州、シンド州、バロチスタン州、カイバル・パクトウンクワ州
活動 (暫定)	A) 技術の近代化 <洪水予報> > 気象レーダーの改修 (ラホール、デラ・イスマイル・カーン、シアルコット) > 気象レーダーの新規設置 (クエッタ、グワダル、チェラット) <気象予報> > ハイパフォーマンスコンピューターの設置 > システム統合 > AWS の設置 (パンジャブ州、シンド州、バロチスタン州、カイバル・パクトウンクワ州) <農業気象予報> > 気象観測の更新 > 機材の供与

	<ワークショップ（整備工場）の更新> ▶ 建設 ▶ 機材の供与 <サービスデリバリーの更新> ▶ サービスデリバリーの向上 B) キャパシティビルディングと体制強化 ▶ キャパシティビルディングと研修の実施 研修施設（IMG、カラチ）の更新
--	---

出所：PMD への質問票回答、世界銀行へのインタビュー

表 2-9 アジア開発銀行の事業

事業名	Establishment of Regional Flood Forecasting and Early Warning System of PMD Under FPSP-III
予算・期間	約 3000 million PKR（約 16 億円）（期間は未定）
目標	効果的なデータ・情報収集とその普及のために、地域洪水早期警報センターを設立し、PMD の早期警報能力を向上させること。
対象	パキスタン全土
活動	▶ クエッタ、カイバルロード、ペシャワール、ギルギット、ムザファラバード、ムルタン、PMD カラチ敷地内に地域洪水予報・早期警報センター（RFFWC）の設置 ▶ ラホール洪水予報部の更新。数値モデル計算施設の設置 ▶ PMD イスラマバード敷地内に国立洪水予報・早期警報センターの設置。数値モデル計算施設の設置 ▶ 上記施設に必要な IT 機器等の提供

事業名	Expansion of Meteorological Network by Installation of 252 Automatic Weather Stations in Pakistan
予算・期間	約 2100 million PKR（約 11 億円）（期間は未定）
目標	PMD のリアルタイム気象情報における早期警報技術を向上させ、より正確な定性的・定量的気象予報を提供すること。
対象	シンド州、バロチスタン州、カイバル・パクトウンクワ州、パンジャブ州、ギルギット・バロチスタン州、アザド・ジャンムー・カシミール州
活動	▶ パキスタン各地に 252 台の AWS の設置 ▶ 中央データ収集センターを本部（イスラマバード）、地方気象センター（ペシャワール、クエッタ、ラホール、ムザファラバード、ギルギット、カラチ）に配置 ▶ AWS から、イスラマバード本部、ラホール洪水予報部、バロチスタン地方気象センター、ペシャワール地方気象センターの中央観測所へのデータ伝送システムの導入

出所：PMD (2022) Summary of the Master Plan of Strengthening and Upgradation of PMD's Weather Early Warning System in Pakistan, PMD (2022) Establishment of Regional Flood Forecasting and Early Warning System of PMD under FPSP-III, PMD (2022) Expansion of Meteorological Network by Installation of Automatic Weather Stations in Pakistan, Under FPSP – III

(2) 水文気象・洪水対策

水文気象・洪水対策に関しては、アジア開発銀行、米国国際開発庁、UNESCO が PMD に対する支

援（洪水予報、洪水予警報システムの構築等）を行ってきた。

表 2-10 他開発機関による協力概要（水文気象・洪水対策）

協力期間（年）	協力組織名	案件名	概要
1989～1998	アジア開発銀行	第 1 次洪水防御セクタープロジェクト (Flood Protection Sector Project I (FPSP-I))	第 1 次及び第 2 次 10 ヶ年国家洪水防御計画の事業実施に対する借款。予定した 256 スキームを完了。
1997～2006	アジア開発銀行	第 2 次洪水防御セクタープロジェクト (Second Flood Protection Sector Project (FPSP-II))	第 3 次 10 ヶ年国家洪水防御計画の治水事業の実施に対する借款。予定した 391 スキームに対して、101 スキーム（26%）のみを完了して案件終了。
2012～2013	米国国際開発庁（WMO を通じて）	地域フラッシュフラッドガイダンスシステム	南アジア地域協力連合加盟国に対するフラッシュフラッド予報の配布。
2013	UNESCO	ギルギッド・バロチスタン州小地域洪水警報システムの構築	ギルギッド・バロチスタン州における洪水予警報システムの構築。

出所：PMD への質問票回答、アジア開発銀行へのインタビュー、JICA（2020）パキスタン・イスラム共和国サッカル気象レーダー整備計画準備調査報告書、JICA（2023）全世界治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査ファイナルレポート

(3) その他災害対策・復興支援・防災等

その他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 PMD に対する支援（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）を行ってきた。また、世界銀行やアジア開発銀行等が復興支援を行っている。

表 2-11 他開発機関による協力概要（その他災害対策・復興支援・防災等）

協力期間（年）	協力組織名	案件名	概要
2011～2013	中国	パキスタン－中国地震観測網整備計画	地震観測網整備のための地震観測機材供与。
2011～2013	ノルウェー	パキスタン地震危険調査	パキスタンの地震危険調査の実施。
2015～2021	世界銀行	災害・気候変動対応力強化プロジェクト	洪水防御インフラの修復・改善、政府の災害管理能力の強化。
2016～2018	イスラム開発銀行／トルコ政府	PMD とトルコのマルマラ研究センターとの間のリバーリンクエッジプロジェクト	地震に関する研修実施、地震関連機材の購入・設置、PMD の地震観測網の強化。
2019～2022	UNDP	パキスタン沿岸部における津波・地震対策強化	津波への備え、軽減、対応の強化。沿岸地域における国の地震モニタリング能力の強化、既存の津波早期警報システムの更新。
2022～2023	世界銀行	洪水レジリエンスと適応の統合プログラム	2022 年の洪水からの回復、パキスタンの特定の州における洪水リスクに対するレジリエンスの強化。
2022～2023	アジア開発	パキスタン 2022 年洪	洪水で荒廃したバロチスタン州、ハイバ

	銀行	水緊急対応	ル・パクトゥンクワ州、シンド州において、洪水によって被害を受けた優先度の高い輸送（道路と橋）、灌漑、排水、洪水リスク管理、及び農場の水管理インフラの修復と再建。洪水の影響を受けた農村コミュニティの経済的生産性と生計の回復支援。
2022～2026	アジア開発銀行	パキスタン緊急洪水支援プロジェクト	政府が特定した洪水の影響を受けた人々の主要なニーズを満たすために必要なもの（テントと寝具、蚊帳、緊急医療用品等）を提供。食糧供給、必要に応じて救援及び救助用具の提供。
2022～2027	世界銀行	シンド州洪水緊急復旧プロジェクト	2022年の洪水の影響を受けたシンド州における損傷したインフラの修復、生活の保護。シンド州政府の気候変動と自然災害の影響への対応能力の強化。

出所：PMD への質問票回答、JICA（2020）パキスタン・イスラム共和国サッカー気象レーダー整備計画準備調査報告書、JICA（2023）全世界治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査ファイナルレポート、UNDP（2021）Strengthening Tsunami and Earthquake Preparedness in Coastal Areas of Pakistan Quarterly Progress Report

## 第3章 パキスタンにおける気象観測・予報の現状と課題

### 3-1 地上気象観測

PMD の地上気象観測は、WMO 基準で SYNOP 観測所と呼ばれる有人地上気象観測所が公式観測で (114 か所)、3 時間おきに観測を行っている。観測結果は、SMS や web 上のソフト (PMD の自己開発) を通じて入力され、カラチのメイン解析センター (MAC) に集められる。カラチの MAC では、国際気象通報用の入力ソフト (COROBOL 社製、約 15 年前に導入、PC は数年前に更新) にコピー&ペーストして、簡単な品質チェック (異常値チェック、気温と露点温度と相対湿度の論理的比較など) を行い、疑

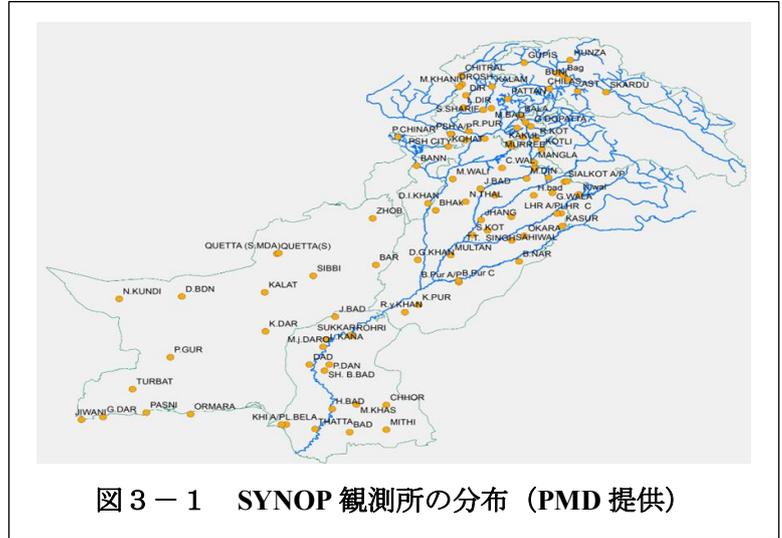


図 3-1 SYNOP 観測所の分布 (PMD 提供)

義がある場合は観測所に電話確認して最終化し、国際通信回線(Global Telecommunication System: GTS) で、デリー (インド) とテヘラン (イラン) に送信している。

AWS (自動気象計) は、日本政府の JICS 無償 (無償資金協力「平成 29 年度パキスタン・イスラム共和国経済社会開発計画」(2018 年~2020 年)) により導入された AWS が 48 か所<sup>1</sup> (イスラマバード、CICC で収集)、これとは別に、水文・気象の両観測をハイブリッドに行うハイブリッド AWS がパンジャブ州 28 か所、シンド州 17 か所、合計 45 か所 (ラホールで収集) があり、観測後 10 分以内に収集されているが、アーカイブの期間が短いことから公式データとしては活用されていない。なお今後、世界銀行の支援で 300 台前後、アジア開発銀行の支援で 250 台程度の AWS を導入する計画がある。

高層気象観測については、気温・湿度・風向風速を計測するラジオゾンデ観測 (1 ヶ所) と、風向風速のみを観測するパイロットバルーン観測 (28 か所) あるが、ゾンデ不足、パキスタン空軍からの許可が下りないなどの理由で、実際に観測されているのは数地点で、継続的な観測にはなっていない。イスラマバードおよびムルタンにはウンンドプロファイラーが設置され、上空の風観測を行っており、中期予報センター (SMRFC) でモニターできるが、予報などへの活用は行われていない。

#### 3-1-1 観測の種類と現状

地上気象観測は、SYNOP 通報で定められている、気温、湿度、風向・風速、日照時間 (一部では日射量も)、視程、雲形、降水量を観測している。観測に用いる観測機器は従来のアナログ式 (ガラス管温度計、自動巻きの温湿度計、水銀式気圧計) のものが多く用いられている。これらの地上気象観測機器は、5 つの regional-office (ギルギット、ペシャワール、ラホール、クエッタ、カラチ)

<sup>1</sup> AWS については、観測露場に設置されている観測機材と観測室の間の通信ケーブルの不具合により、データ収集が正常に行われていないため、データの収集ができていない観測所がある。

が、定期的に保守・点検<sup>2</sup>を実施しており、点検結果は、百葉箱内などに、「検査実施日」「有効期間」が記載されたシールが貼られている。AWSは電気式機器で、温度・湿度・日射量・風向風速・降水量などを計測し、データロガーまたは付属するパソコンにデータを一旦保存し、携帯電話網を用いて本部サーバーにデータを転送しているが、AWSについての保守点検は実施されていない。

WMOでは2020年をめぐりに、水銀式の気圧計、温度計などの使用停止を勧告しているが、気圧計はまだ水銀の所が多く、25か所程度ある空港気象観測所のうち、電気式気圧計に替わったのは6～8か所で、水銀式気圧計（フォルタン型）を、引き続き使っている（WMO勧告では、代替機材が用意できない場合などは、水銀を用いた観測機器の継続使用を認めている）。



図3-2 SYNOP観測所の観測機器（カラチ空港）

### 3-1-2 観測のトレーサビリティとメンテナンス

気象観測に用いる観測機器は、WMOが定める基準によって、国際的な基準器と定期的に比較検証を行うことで、国際基準器から観測所で用いる観測機器までの、トレーサビリティをとり、観測機器の精度を担保している。

PMDのトレーサビリティについては、国際民間航空機関（ICAO）による調査での指摘を受け、2012年に国家標準器などが導入され、その後、中国気象局（China Meteorological Administration: CMA）の北京・地区測器センター（RIC-Beijing）で2年毎に検査を行ってきた。一方、2020年に日本政府によるJICS無償で、国家標準器（Level-I）とWorking-standard（Level-2）が導入され、こちらに切り替えたが、JICS無償で導入された機器はメーカー検定<sup>3</sup>（検定者は、温度計：Netsushin co. ltd.、気圧計：Delairco Japan、風速計：フィールドプロ社）のみで、RICつくばのRegional-standardとの値付け（RICつくばとPMD国家標準器の誤差の確認[値付け]）ができておらず、早急に、RICつくばでの校正<sup>4</sup>を行い、トレーサビリティを確保する必要がある。

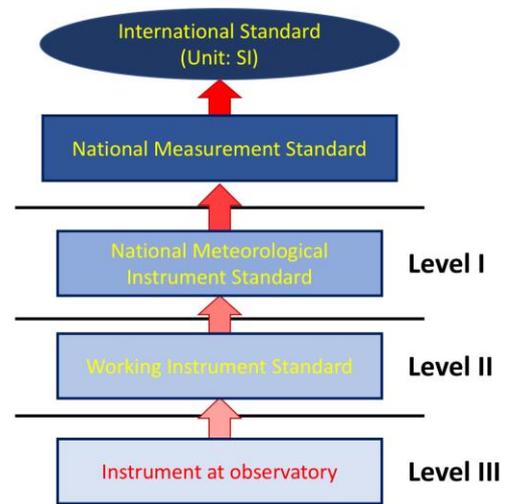


図3-3 観測機器のTraceability

<sup>2</sup> 点検：基準器と被検査器の器差を通常は1点で求める。基準値以下であれば被検査器は合格とする作業。

<sup>3</sup> 検定：基準器と被検査器の器差をもとめ、器差が基準値以下であれば合格とする作業。

<sup>4</sup> 校正：観測範囲（例えば気温0℃から40℃まで）における複数点において基準器と被検査器の器差を求める作業。観測時にはこれによって求めた器差を補正する。

現在の国家標準器は、気圧（Vaisala - PTB）と高精度温度計（NETSUSIN）はメーカー検定のみ、風速計はフィールドプロ社製で、納入業者による検査は行っているが、やはり RIC つくばでの検定検査は実施されていない。

PMD には校正を行うための施設として、開放型の風洞（東芝製）が導入されており、メーカー検定付きの風速計と相互比較して、校正している。雨量計キャリブレーターはアメリカ製のもので、精度に難がある。また、そのほか、温度（液槽）、湿度（鏡面式）、気圧（ジグ）の風速（開放型の風洞）の校正を行うための機材が導入されており、値付けができれば、PMD の各観測所までのトレーサビリティは確保できる。

PMD 内では、測器工場（Instrument Workshop）があり、前述の校正機器を用いて、国家標準器 1 台から Working-standard（移動基準器または副基準器）5 台への校正を実施し、Working standard は、5 つの地方気象センター（RMC）に送り、各センターが管轄下の観測所での保守・点検・精度検査に使用している。各観測所の点検は、1 年に 1 回が原則だが、3 か月に 1 度行っているところ、数年間期間が空いているところなど、検査間隔は不規則で、観測所点検後には、比較を行ったシールを観測所の百葉箱のセンサーに貼っているが、点検記録報告（紙ベースまたはファイルベース）は確認できておらず、点検・保守の記録に課題がある。また、AWS などの導入に際しては、カラチの測器工場で、機器を開梱、校正を実施し観測所へ発送する。雨量計・三杯型風速計・百葉箱などについては、測器工場で製作を行っている。ただ、発送された AWS は設置後の点検が行われておらず、AWS データを利用する上で問題がある。

### 3-1-3 地上気象観測データ QC（品質管理）の現状

地上気象観測のデータは、各観測所で web ベースのソフトなどで入力される。

<https://rmcpunjab.pmd.gov.pk/rmclhr/asppages/synopupload.asp>

入力されたデータは、カラチのメイン解析センター（MAC）にて、国際通信回線（GTS）につながった端末で再度手入力され、データベースに蓄積される（3 時間毎）。その後、このデータはカラチにある気候データ処理センター（Climate Data Processing Center: CDPC）に送られ、CDPC で QC を行い、疑いのあるデータは再確認した後、Climate データとして確定する。CDPC では SYNOP で送られたデータをもとに、翌月の初旬に Monthly Meteo. Report として PDF 化し、出版している。

また、各観測所の観測データ記録（手で記入された記録紙）は、各観測所から月報として送られ（一般には 2~3 か月遅れ、遅いところは数年後というところもある）、CDPC で再度入力・QC を行い（CDPC でのデータ蓄積は、WMO の climate ソフトなどではなく、独自ソフト、簡易 QC 付き）、確定値としてデジタル化される（CSV および Excel ファイル）。

### 3-1-4 有人地上気象観測、AWS/ARG 観測の運用上及び技術上の課題

PMD の有人地上気象観測は着実に実施されている。3 時間おきの観測通報も自作ソフトなどを用いて QC も実施しており、D/B への登録、品質チェックも、CDPC により確実に実施され、有人観測

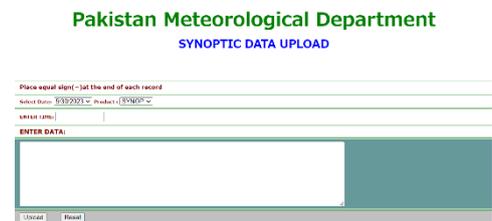


図 3-4 web 上での入力画面

についての問題はない。

一方、ユーザーニーズにあった定量的な予報を提供していくためには、少なくとも1時間単位の観測値が必要であり、また、観測地点数についても、中期予報センター（SMRFC）の Furrukh 氏の試算では、WMO の推奨基準を満たすには、平地では 30km、山岳部では 8km の観測密度が必要で、AWS の増強を計画している。このような空間的密度が高く、観測頻度が高い観測を行うには AWS/ARG による観測が不可欠であり、有人観測を減らし、質の高い AWS/ARG 観測を増やしていく必要がある。

現時点では、PMD の観測は有人観測が主であり、品質管理、保守点検も有人観測に対してのみ実施されており、AWS/ARG に対する保守点検、QC は実施されていない。

PMD では、現在、数多くの AWS/ARG の導入を計画しており、観測データの数、観測頻度が飛躍的に向上することで、大雨などの災害を早期に検知でき、また、定量的データに基づき災害を分析することにより対策を講じることなどにより PMD の災害対応能力につながる。一方で、AWS/ARG については精度確認が導入時しか行われず、時間の経過とともに観測精度が担保されなくなることから、後述の定量的な雨量分析において必要な精度確保が保証されなくなる。また、有人観測点の数倍の AWS/ARG が導入されることにより、機器・通信障害などに対応できなくなる可能性が高い。

これらの課題について、AWS/ARG も含めたメンテナンス・品質管理の手法の導入のための技術移転を行うとともに、AWS/ARG の導入・展開・設置についての計画についても技術協力の中で検討することも重要な視点と思われる。

### 3-1-5 PMD 側の要望

今回の調査中に受けた、PMD からの技術協力に関する要望は、以下のとおり。

- 観測値の QC に関するトレーニングを実施して欲しい。保守点検にかかる研修は、5つの regional-office のうち、カラチ、ラホール、イスラマバードの3拠点での実施を希望。JICS 無償で導入された AWS は SYNOP 観測所に有人観測測器と共に設置しているので、比較検証が可能。
- カラチの Chief Meteorologist である Sarfaraz 氏によると、飛行場における気圧観測は 80~90%が水銀型の気圧計を使用しており（25~26 の飛行場のうち電気式気圧計も含む AWS がついているのは 5~6 か所）、電気式への移行への支援の要望があった。

### 3-1-6 今次プロジェクトの向けての課題整理

詳細設計調査において明らかになった課題と対処方針は、以下のとおり。

	課題	対処方針
1	ユーザーニーズにあった定量的な予報を行っていくためには、AWS/ARG による観測が不可欠	技術プロジェクトの中で AWS/ARG 保守・QC の技術支援を実施
2	AWS/ARG に対する保守・点検・精度維持がなされておらず、これらを実施するためのマニュアル・ガイドライン・技術移転が必要	AWS/ARG 点検マニュアル・ガイドラインの作成と技術移転・OJT の実施
3	AWS/ARG について、本邦気象庁などの例を参考にした、通報されたデータを用いて QC を自動的に行う AQC（分	AQC 手法に関する技術移転（講義、演習）とプログラムの開発・

	析品質管理) の導入が必要	運用
4	国家標準器に対するトレーサビリティの確保	プロジェクトの早い段階で、RIC つくばでの値付けを実施
5	空港などで使用されている水銀を用いた観測機器について、非水銀化の取り組みが必要	電気式気圧計の導入と展開

### 3-2 レーダー観測

PMD が運用するレーダーは、現在 8 ヶ所で、連続運用を行っているのは、JICA が無償資金協力で建設支援したイスラマバード、カラチ (S バンド、単偏波レーダー) の 2 箇所。そのほかの運用状況等は、以下のとおり。

マルダン：X バンド、KPK70km、solid-state、中国製 (2023/2/28,8:44)

マンガラ：S バンド、マグネトロン、EEC、2007 (2022/9/29,7:36)

ラホール：マグネトロン、停止中 (シグナルプロセスの問題か) (2021/10/23,21:33)

デラ・イスマイル・カーン：停止中(2015/10/25,9:55)

ラヒム・ヤル・カーン：C バンド、停止中 (2023/3/3,5:06)

シアルコット:C、停止中(2022/12/29,9:51)

( )は、PMD-web サイトでの最終画像日時、2023/3/10 閲覧。

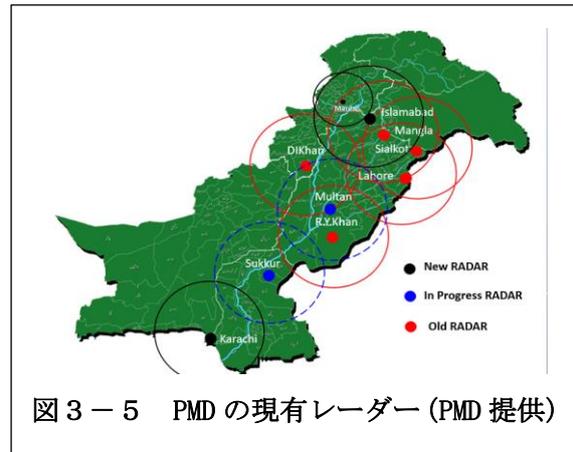
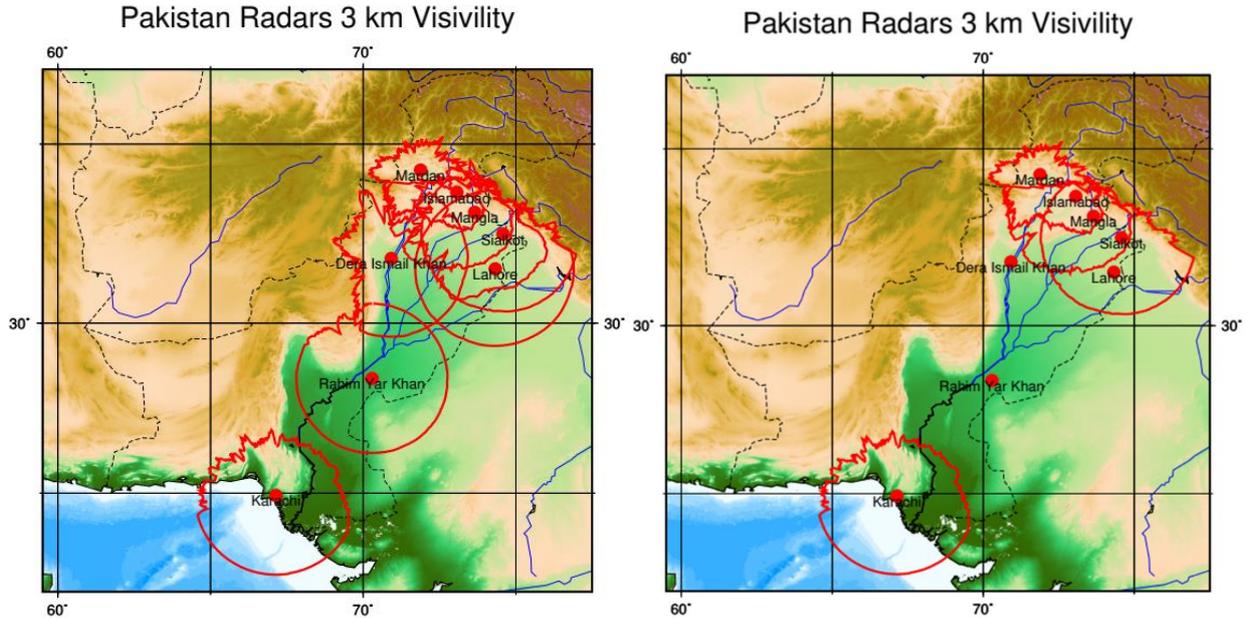


図 3-5 PMD の現有レーダー (PMD 提供)

今後、JICA 無償資金協力により、ムルタン、サッカに、S バンド二重偏波レーダーの導入が検討されているほか、世界銀行の事業で、S バンドレーダー3 基 (ラホール (更新)、シアルコット (更新)、グワダル (新規)、C バンドレーダー2 基 (ダル・イスマイル・カーン (更新)、チェラット (新規))、X バンドレーダー1 基 (クエッタ (新規)) の設置が検討されている。



Existing Radars								
Radar sites	Islamabad	Karachi	Rahim Yar Khan	Dera Ismail Khan	Lahore	Sialkot	Mangla	Mardan
Start of operation	2019	2020	1999	1999	1997	2005	2004	2018
Manufacturer/Fund	JRC/JICA	JRC/JICA	JRC/JICA	JRC/JICA	EEC/ADB	EEC/ADB	EEC/ADB	China-made
Location (N, E)	33.682671, 73.064140	24.928233, 67.143320	28.393242, 70.287744	31.836162, 70.917102	31.54251, 74.32478	32.52514, 74.57683	33.127597, 73.651571	34.291340, 71.877810
level (m)	525	32	80	176	230	273	419	357
tower (m): antenna center	68	68	80	176	230	273	419	357
Current status	Operated	Operated	Stopped March 2023	Stopped 2019	Stopped Dec. 2021	Temporarily operated	stopped Jul-Aug 2022	Operated
Frequency band	S	S	C	C	S	C	S	X
Transmitter	Solid-state	Solid-state	Magnetron	Magnetron	Magnetron	Magnetron	Magnetron	Solid-state
polarization	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Dual
Antenna (m)	5	5	4	4	9	4	9	1.2
Data link to PMD Head Office	IP-VPN	IP-VPN	Web	Web	Web	Web	Web-site	
Observation time	Full Time	Full Time						Full Time
Observation interval	10 minutes	10 minutes						
Number of operation staff in sites								
Regular maintenance	Daily, Weekly, Monthly, Semi-annual, Annual	Daily, Weekly, Monthly, Semi-annual, Annual		Bannu Adda				
								

図 3-6 既存のパキスタンの気象レーダー観測網 (3km 等ビーム高度線)

(出所: PMD Tahir 企画局長からの聞き取りにより JICA 石原専門員が作成。2023 年 3 月現在)

※上図左は設置状況、右図は運用中の気象レーダー。

※下表の青色は稼働中、赤色は運用停止を示す。

※イスラマバード (2019 年)、カラチ (2020 年)、ラヒム・ヤル・カーン (1999 年)、デラ・イスマイル・ハーン (1999 年) の気象レーダーは JICA 無償資金協力により整備。ラホール (1997 年)、シアルコット (2005 年) 及びマンガラ (2004 年) の気象レーダーはアジア開発銀行の出資により整備。マルダン (2018 年) の小型気象レーダーは中国製。

### 3-2-1 観測の現状

現在、連続運転を行っている、イスラマバードおよびカラチのレーダーについては、両レーダーサイトとも、日、週、月、半年、年点検は確実に実施されており（点検簿確認済）、また、レーダー施設の維持・管理・清掃、スペア機材などの保存状況も良好で、職員のレベル・モチベーションは高く、良好な運用状況にある。

2018年に運用開始されたイスラマバードのレーダーでは、大きな問題は起きておらず、スタッフは陸軍出身 Kaleem 氏含め 11 名、evening(2pm~8pm)、night(8pm~8am)、general(8am~4pm)の 3 シフト、各シフト 2 名で構成され、24 時間運用を行っている。レーダー塔内部は清掃が行き届いており、保守・運用が高いレベルで実施されていることが確認できた。レーダーの運用時間数は 30,000 時間を超えており、保守点検などの時間以外は、連続運転できている。点検用の機材（オシロスコープ、スペクトルアナライザーなど）も良好な状態で格納・保存されており、グリス・ヘルメットなども整理され格納されていた。ただし、商用電源には電圧の変動があり、これにより Supply-power-device のひとつである避雷器（Alester）が損傷し交換を実施した。なお、イスラマバードのレーダーの director の Kaleem 氏は陸軍でのレーダー運用経験もあり、故障原因の特定、ハード保守についても、メーカーと連携しながら十分に対応できている。

カラチのレーダーは 2022 年 3 月に導入され、基本的には良好に動いているが、やはり、商用電源の変動が大きく、電源部を中心に故障が生じている。2022 年 6 月に信号データ処理装置（SDP）電源ユニットが発火し、ユニットを交換した（無償資金協力で供与されていたスペアユニットに交換したため、スペアがなくなった）。また、Power Unit（Tobishima）がやはり発火し交換している（こちらは市中で調達した模様）。故障などが発生した場合は無償資金協力を受注したコンサルタントに連絡し対応している。

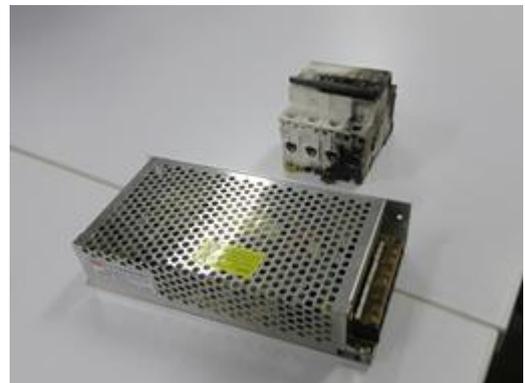


図 3-7 発火した電源ユニット

「パキスタン・イスラム共和国・カラチ気象レーダー整備計画準備調査報告書」（2015 年 2 月）によると、カラチの商用電源では夏季には日に 7 回の停電（1 回の停電時間約 1~2 時間）、電圧変動幅 254.0~185.1V とあり、イスラマバードにおいてもほぼ同様の状況にあるとされている。停電の多さに加え、大きな電圧変動は、たとえば安定化電源を破損させることもある。こうした状況下で安定したレーダー観測を実施するには、レーダーの厳格な維持管理と必要な保守部品のストック、レーダーメーカーからの技術協力（メーカー保守契約を含め）が必須であり、技プロの活動において留意が必要である。

表 3-1 商用電源安定度（電源品質アナライザーによる）

サイト名		PMD イスラマバード本局	PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター
商用電源（電圧：定格）		400V、50Hz、3相4線	400V、50Hz、3相4線
電圧 （定格 230V）*	最大値	250.4	254.0
	最小値	215.0	185.1
周波数（Hz）	最大値	50.43	51.34
	最小値	48.60	48.60
停電頻度	冬季	3回/日（1回の停電時間約1時間）	3回/日（1回の停電時間約2時間）
	夏季	7回/日（1回の停電時間約1時間）	7回/日（1回の停電時間約1～2時間）

\*3相電源を単相 220V x 3 系統に分割して計測

出所：パキスタン・イスラム共和国カラチ気象レーダー整備計画準備調査報告書（2015年2月）

また、レーダーの Transmitter Unit に問題があり（TR-limiter の障害<sup>5</sup>）、無償コンサル経由でレーダーメーカーに照会し、保証期間中であったため、交換機材が送付され交換を行った。故障に気づいたのは、2022年8月の大雨時にエコーが弱かったことからメーカーに連絡し、調査の結果、同ユニットの故障とわかった模様。このため、2022年10月（ユニット交換）までのカラチレーダーのデータは過少になっている。

イスラマバード、カラチのレーダーともに、観測データはレーダーサイトで外部 HD に保存しているが、イスラマバードのレーダーについては、データの保存に欠落期間があるなど、レーダーサイトでのデータ保存精度には課題がある。データが転送されているイスラマバードの NWFC でも、raw データについては保存を行う必要があると考えられることから、イスラマバードの NWFC において、観測 raw データを別途保存するように提案を行った。

### 3-2-2 PMD 側の要望

電源が不安定であるという問題を除けば、無償資金協力で供与されたイスラマバードとカラチに両レーダーは安定して運用されており、レーダー運用スタッフも、トラブルに対する原因の切り分け、レーダーメーカーとのコミュニケーションをとおした修理など、的確に対応できている。ただ、現在は運用開始後5年以内の安定した時期にある。不安定な電源事情から考えると、電源部などを中心に、今後、障害初期対応、障害原因の切り分け・特定、レーダーメーカーと連携した障害原因の確定と復旧などの必要性が増えてくると考えられる。

一方で、カラチのレーダーで TR-limiter の障害に対する対応に時間がかかり、2022年8月大雨時の観測データが得られていないなど、レーダーを運用するだけでなく、レーダーデータをモニターしながら、機器の不具合を早期に検知し、それらに対応していくことが必要である。このため、引き渡し時に実施された、レーダーの原理やレーダーデータの見方などを、現地にて、再度研修を行い復習するとともに、レーダー観測値の不具合などについても検知できるよう、実データに基づいた技術移転が必要と考えられる。

観測データ保存については、サイトでの対応が十分とは言えず、NWFC などでもデータ保存を行うことで、観測データの消失を防ぐ必要がある。

<sup>5</sup> 供与された無償レーダー（JRC 製）は TR-limiter が二重化されており、片系が故障しても予備系に切り替えることができる。TR-limiter の耐用年数を鑑みると、故障の原因が他にある可能性があるため、本プロジェクト内で確認する必要がある。

### 3-2-3 今プロジェクトに向けての課題整理

詳細設計調査において明らかになった課題と対処方針は、以下のとおり。

	課題	対処方針
1	気象レーダー観測に関する規則体系（SOP や規則、ガイドライン、マニュアル）が未整備なため、職員の技量によって実施する業務の質に差異が生じている可能性がある。	レーダー気象観測に関する規則体系（規則・SOP ガイドライン、マニュアル）整備し、すべてのレーダー観測担当職員が体系的な観測・維持管理・データ品質管理・データ保存を実施できるようにする。
2	今後、増加が予想される機器障害に対応するため、保守・点検項目の意味（なぜ点検するのか）、異常検知、原因特定、トラブルシューティングと記録のための技術移転、レビューが必要	引き渡し時のソフトコンポーネント資料に基づく復習、他国レーダーでの障害事例共有による障害対応の研修の実施
3	レーダーデータの品質向上のため、レーダーサイトにおいても、レーダー画像を監視し、異常データなどを検知できるようにする必要がある	レーダーデータの見方に関する研修をレーダーサイトで実施、レーダー画像監視報告の作成をルーティン化する
4	レーダーサイトでのデータ保存に欠落がみられる	NWFC など複数の場所でデータを保存 (raw データのみで可) する

### 3-3 レーダー解析

PMD が現在運用しているレーダーは、図-4 に示すとおりで、連続運転を行っているのは、イスラマバードとカラチの2つのレーダーである。この2レーダーの観測データは、端末上でおよそ7日間保存されるが、HD の容量確保のため、古いデータから順次消去される。両レーダーサイトでは、外部 HD へのデータバックアップを行っているが、イスラマバードでは一部欠落が見られた。また、バックアップとして、レーダーデータビューワー'J-Bird'のための処理済みデータもすべて保存しているため、大きなディスク容量が必要となっており、最小限必要な観測 raw データを保存するように、両レーダーサイト担当者に提言するとともに、イスラマバードの NWFC および FFC でも、その旨を説明した。

観測されたデータは、イスラマバードの NWFC および FFC に転送されており、'J-bird'を使って、これらのデータを見ることが出来る。また、CICC では'weather viewer'でレーダーデータを表示することが出来る。いずれの場合も、データの利用方法は、レーダーの PPI 画像や降水量変換データ画像を添付して解説を行うなどの定性的な利用で、定量的なデータとしての利用、ネットワークを介したデータ共有などは部分的である。



図 3-8 PMD レーダー公開サイト

PMD のウェブサイト(<https://radar.pmd.gov.pk/jbirds/?site=karachi>)では、無償プロジェクトで供与されたふたつのレーダーの情報は、スキャンデータのイメージ (PPI)、レーダー方程式を用いて変換した降水量などの形で画像化もされているが、本邦気象庁が提供しているレーダーアメダス合成図のような地上雨量計を用いて校正を行った雨量プロダクトは作成されていない。

PMD のウェブサイトでは、レーダーで観測した最新のスキャン画像を公開しており (図-7) 閲覧できる。これらの画像は、イスラマバード、カラチのレーダーは、システムでの作画・画

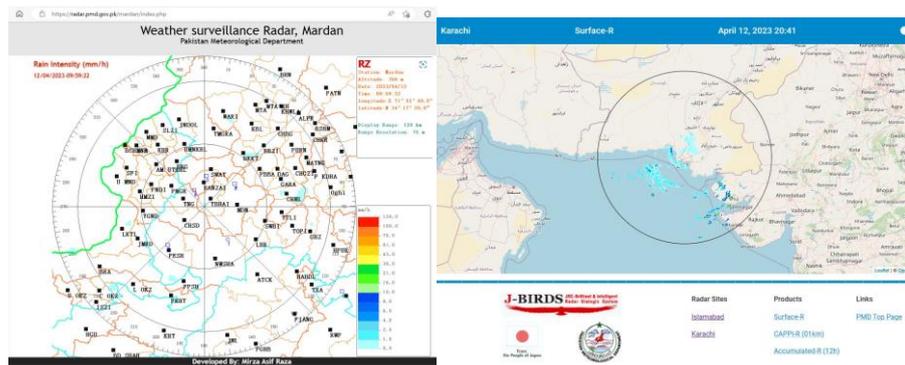


図 3-9 レーダー公開イメージ (左 : Mardan、右 : Karachi)

像自動転送、その他のレーダーは、スキャン画像を自動または手動で、ウェブサイトにアップロードしている。NWFC の予報官等はこの画像で大雨を監視している (一般的な利用は定性的な利用が主体)。 <http://www.pmd.gov.pk/Electronic-Met/Radar-images.html>

調査期間中に PMD 長官が行ったプレゼンテーションでは、2022 年の大雨監視に関する分析は、GSMaP および CDPC の雨量マップが使われており、レーダーを用いた雨量監視、雨量分布などは、あまり実施されていないと思われる。

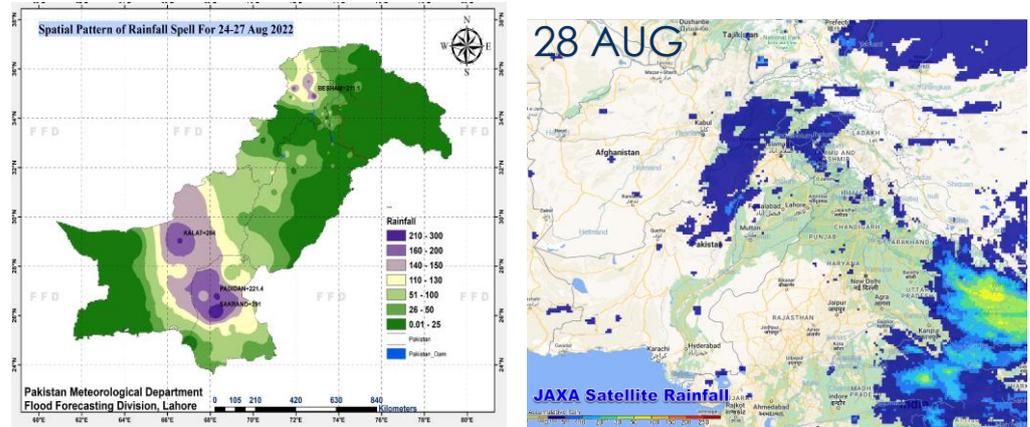


図 3-10 2022 年洪水の分析図 (2023/3/9、PMD-DG プレゼン資料より)

### 3-3-1 QPE 等レーダーデータ処理の現状と課題

イスラマバードのレーダーは 2020 年から、カラチのレーダーは 2022 年から、生データ（極座標上の反射強度、ドップラー速度、速度幅）を保存しているが、本調査の結果、イスラマバードは抜けがあること、カラチは 2021 年のモンスーン期のデータが Tx-limiter の障害でエコーが過少などの問題があることが判明した。その他のレーダーは反射強度の画像 (jpg) を、インターネットを通じて、レーダーから直接 PMD-HP に送り上げており、生データは保存されていない。

無償レーダーについては、レーダー方程式を用いて雨量変換も行われているが、得られる雨量データは予報業務に使用できる精度にはなく、本邦気象庁が行っている Quantitative Precipitation Estimate (QPE) などによる定量化、それらをベースにした降水ナウキャスト、土壌雨量指数や洪水モデルへの利用などの取り組みは、PMD ではなされていない。

PMD の SYNOP 観測（有人地上観測）は 114 か所で、パキスタン国面積（796,100km<sup>2</sup>）で単純に平均化すると約 90km の解像度になる。一方、レーダーの観測解像度は、およそ 1km 程度であり、観測間隔は 10 分間隔であることから、レーダーデータを用いた雨量監視、他システムへの利用、加えて、イスラマバードとカラチのレーダーでは AWS の雨量計を使用した QPE を、さらに二重偏波気象レーダーの整備が予定されているムルタンとサッカルのレーダーでは偏波情報を利用した QPE を導入し、それをもとにした Quantitative Precipitation Forecast (QPF)、レーダーデータの WRF モデルへの同化による降水量予報の改善などは、レーダーデータの有効利用のために不可欠である。本邦気象庁では、非定期であるが、アジア各国気象局を招聘してレーダーデータの利用に関するワークショップを開催しているが<sup>6</sup>、PMD もこれらに参加し、日本でのレーダーデータ高度利用については把握しており、これらの技術に対する移転の要望が強い。

<sup>6</sup> 参考：2023 年に開催されたワークショップ <https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rwc/event/radarws202301/>

### 3-3-2 PMD側の要望

PMDにおける大雨監視は、前述のようにウェブページの画像モニターを主体とした定性的なもので、本邦気象庁が行っている、QPE、QPFへの期待は大きい。また、FFC、FFDなどの水文分野でも、定量的な降水量情報が入手できれば、降水予測モデルへの活用などを行うことができ、同分野からも定量的な雨量情報の要望は大きい。

### 3-3-3 今次プロジェクトに向けての課題整理

詳細設計調査において明らかになった課題と対処方針は、以下のとおり。

	課題	対処方針
1	定量的な降水量把握(QPE)の導入に対して、強い要望があり、水文分野でも導入による入力データの精度向上を期待されている	本邦気象庁のQPEパッケージを導入し、イスラマバード、カラチのレーダーについてQPEを実施する
2	イスラマバードとカラチのレーダーとAWSは別のネットワークを構成しており、両ネットワークはルーターおよびネットワークケーブルを介して接続されているが、データを相互利用できるよう、ネットワークの設定が必要	PMDのIT部門と調整し、ネットワークの相互接続、AWSデータの切り出し、共有(転送)を行う
3	QPEを実施する際に必要となる、レーダー・AWSデータの精度が確認されていない	地上気象、レーダー運用の技術移転として品質管理、精度評価を行う
4	将来導入される予定のムルタン、サッカルのSバンド二重偏波レーダーについては偏波情報を利用したQPEを、(世界銀行が整備予定のCバンド二重偏波レーダーについても要検討)1のQPEに取り込む必要がある	偏波情報を利用したQPEパッケージを整備し、ムルタンのレーダーの整備後にQPEを実施する
5	レーダーがカバーできないエリアにおける降水量の定量的な把握が必要	SYNOP/AWS/ARGによりGSMaPの精度を評価し、GSMaPの予報現業での利用に関するマニュアルを整備する。

## 3-4 降水ガイダンス、WRFモデル

### 3-4-1 予報ガイダンス、WRFモデルの現状と課題

#### (1) WRFモデル

WRFモデルはPMDの研究開発部(R&D)/CICCが運用している。高性能計算機(HPC)はJICA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」で導入され、インストールは、豪コンサル会社(EES-weather)が行い、元豪気象局(BOM)技術者がサポートを実施した。雲物理や境界条件などは、同社が導入前に複数の組み合わせを試し、パキスタンにあった設定で入れている。計算は1日4回、72時間先(3日間)までで、解像度は5km。

同じく JICA 無償プロジェクトで整備されたウインドプロファイラは、PC 上での風向風速と反射強度の描画・モニターのみで、予報現業で利用されている形跡はなかった<sup>7</sup>。また、同データの WRF におけるデータ同化 (Data assimilation) は、実施されていない。過去の事例解析は、一部実施されているが継続的な取り組みになっていない。

予報ガイダンスは、複数の数値モデル (米・独・本邦気象庁 (JMA) など) のデータを取り込んで、予報官が主観的に各モデルの精度を判断して利用するシステムであり、本プロジェクトで実施予定の統計的 GPV 補正とは異なる。

## (2) データのモニター

WRF などのデータは、スロバキアの IBL 社 (国際通信回線 GTS や関連するソフトウェアを作っている会社、以前はジュネーブに本社があった) の 'visual weather' でモニターできる。2023 年 3 月時点でモニターできるのは、ウインドプロファイラ、AWS、WRF、レーダーで、NetCDF でデータを用意すれば、他のデータも、この端末でモニター可能である。

予報支援システムは、WRF、ICON (独)、GFS (米)、US-air-force、JMA の GPV を入力にして、予報者向けの情報を作成するもので、地点別に、地上の気温、降水量、湿度、風を 3 時間間隔で出力しており、サーバー内には、各モデルの地上値の出力結果も残っている。

SMRFC は、WRF の運用、S2S (10~3 か月予報)、Seasonal 予報、気候モデル全般を担当しており、メンバーは 10 名だが、必要に応じて、NWFC やカラチオフィスから人を集めて開発する体制を有している。

### 3-4-2 予報ガイダンスへの課題

今次プロジェクトで技術移転対象となっている気象ガイダンスでは長期間の過去データは不要であるが、降水ガイダンスでは、過去 2~3 年の実況観測値と数値予報の出力結果が必要になる。観測データは CDPC で保存されており問題ないが、数値予報データは、WRF など地表面データしか保存されておらず、気象ガイダンスの開発・技術移転を行うには、数値予報結果の蓄積が今後必要になってくる。

今次プロジェクトにおいては、過去の数値予報モデル結果を公開している、米国の国立環境予測センター (NCEP) のデータベースから過去数値予報を入手する、あるいは、JMA の協力を得て GSM (Global Spectral Model) モデルデータを入手することが必要になる。また、世界の数値予報モデルの中で最も精度が高いと言われている ECMWF データについて、PMD では中国の MICAP (Meteorological Information Comprehensive Analysis and Process System) などで地表データは一部入手出来ているようだが、高層データは入手出来ておらず、精度の高い気象ガイダンス開発のために検討すべき課題になっている。

### 3-4-3 PMD 側の要望・期待

R&D 部門では、上述の WRF、予報ガイダンスの他、予報関係についての以下のとおり多くの要望

<sup>7</sup> 日本の気象庁においても、Wind-profiler (WINDAS) ではその観測データは主に数値モデルに同化するために使用されており、予報現業において単独使用されることは少ない。

がある。

気候モデルの力学的ダウンスケーリングは、2009年に地域気候モデル PRECIS と Reg-CM で行った（元モデル ECM4-CMIP3）。CMIP5<sup>8</sup>は統計的ダウンスケーリングを 25km 解像度で行い、将来の温度上昇、流域でのメソスケールでの大雨の増加（extreme-weather）を確認している。なお、CMIP6についても、NASA のサイトから日別値のダウンロードを試みたものの、データが大きすぎて、ダウンロードが出来ていない模様。

S2S-forecast（Sub-seasonal to Seasonal Prediction）についてもモンスーンの大雨予報のために力を入れたい、また、農業関係からは週間予報の精度向上を求められており、こちらについても能力強化を図りたいとの要望がある。

WMO が推奨する Impact based forecasting（IBF）については、イギリス気象庁（UK-Met-Office）と協力して、パイロット地区での農業向け情報として取り組み、一定の成果を上げることができ、ほかのエリアにも展開していくことを予定している。IBF については、PMD としても力を入れていきたいので、JICA 技術プロジェクトでも技術援助項目に入れてほしい（利用者ニーズ調査などの必要があり、PMD との業務分担も含め検討が必要）との要望があった。ただし、IBF の考え方は先進国気象局間でも幅があり、日本のように災害につながる現象に対して IBF を実施するためには、観測からデータ処理、数値予報、予報解析と情報作成、情報伝達までの機能の強化が必要である。本技プロにおいて IBF の考えかたを導入するには PMD 側と意見交換や本邦研修を通じた日本の方式の理解が必要である。

PMD 側からは、上述のように様々な能力強化の要望があるが、同地域での予報精度を考えると、セミナーの実施や、JMA 専門家を招聘しての i-Tacs（長期予報のための実況解析システム）利用などで、情報を広く共有することが、現実的な選択に思われる。

また、数値予報の能力向上について強い希望があるが、現在はモデルを運用しているのみであり、大学との連携によるリモート講義などで全体の底上げを図り、専門家がその活動をサポートすることで、数値予報技術の底上げをしていくのが、効率的な技術移転になると考えられる。

#### 3-4-4 今次プロジェクトの課題整理

詳細設計調査において明らかになった課題と対処方針は、下表のとおり。

	課題	対処方針
1	予報・警報が定性的な情報にとどまっている。	気象ガイダンスを気温、降水量に導入することで、定量的な都市予報を導入する。同時に、予報精度の評価、精度向上の取り組みに係る、技術移転を行う
2	WRF は運用されているが、精度評価、パラメタリゼーションの検討、データ同化などの取り組みにより、WRF の精度向上を行う取り組みはなされていない。	WRF の能力強化について、大学と連携した基礎的な学習で底上げを図るとともに、WRF モデルの検証をシステム化し、課題と精度を把握する

<sup>8</sup> 1995 年から世界気候研究計画（WCRP）が開始した「第 5 期結合モデル相互比較計画」（CMIP: Coupled Model Intercomparison Project 5）

		ための技術援助を行う
3	WRF の改善を担う人材育成が十分でない	例えば、ウインドプロファイラー、ドップラーレーダーの同化などをテーマに、大学院の修士コース、あるいは、数か月の技術研修をおとしてコアになる人材を育成する。

なお、PMD のすべての要望に対応することは不可能であり、大雨・洪水・サイクロンなどパキスタンに影響を与える自然災害の監視・予測のために、効果的に技術移転を行う観点から、技術移転の主たる対象を、(i)レーダーを用いた QPE（可能であれば QPF）、(ii)気象ガイダンス（ECMWF または GMS を用いた気温・降水量ガイダンス）、(iii)数値予報の改善の 3 つを集中的に行うことを提案し、PMD 側も同意を得た。

### 3-5 予警報伝達能力

#### 3-5-1 予警報の現状と課題

##### (1) 警報

PMD の warning-center は以下の 6 つがある。

イスラマバード:

国家気象予報センター (National Weather Forecasting Center : NWFC)

国立干ばつモニタリングセンター (National Drought Monitoring & Early Warning Center : NDMC)

ライヌラー流域洪水予警報センター (Master Control Centre of Lai Nullah Basin Flood Forecasting and Warning System)

カラチ:

海洋気象・熱帯低気圧警報センター (Marine Meteorology & Tropical Cyclone early Warning Center : TCWC)

国立津波警報センター (National Seismic Monitoring & Tsunami early Warning Center : NTWC)

ラホール:

洪水予報部 (Flood Forecasting Division : FFD)

イスラマバードの NWFC では、大雨は 35mm/day を目安にして、「大雨情報」(1 ページのサマリー) を発表し、PMD のウェブページにもアップロードしている。干ばつについては、NDMC が干ばつ警報 (drought warning) を発表する。強風については、WMO 基準に準拠し 35KT $\leq$ のときに Dust-storm 情報を出している。洪水は FFD。警報は 3~4 日のリードタイムを持って発表し、随時更新する (基本は毎日 1 回更新)。

ラホールの洪水予報は、Bulletin-A (定性的な予報)、Bulletin-B (定量的な予報)、River Outlook (週間予報)、Warning/Advisory による情報提供を行っている。

サイクロンに関する警報は、カラチのメイン解析センター (MAC) が熱帯低気圧警報センター (TCWC) として担当している。サイクロンシーズンは 24 時間体制で対応しているが、サイクロン

は年平均1個程度で、頻度はそれほど高くない。被害の大きかったサイクロンは、1999年、2007年、2010年に襲来したものであり、2007年のサイクロンはベンガル湾で発生し、インドを超えて弱まったが、アラビア海に入り再発達した。

サイクロン情報はインド気象局 (India Meteorological Department : IMD) の発表情報 (位置、経路、強さ、最大風速、高潮など) をパキスタンに合わせた情報にして発表しており、独自の解析などは行っていない。また、気象衛星は、FY2G を使っており、中国気象局 (CMA) が供与した MICAP でモニターしている。

MICAP では、衛星画像 (IR、VIS、WV、IR2) のほか、ICON (独)、ECMWF、GRIB (CMA モデルと思われる) が、中央アジアまでの領域だけモニターできる (解像度は 1.25 度程度)。RGB 画像のような合成画像の表示機能はないが、IR などの色調を変えて強雨域などを監視する機能は揃っている。また、海上の観測 (潮位、潮流など) は行っておらず、また、高潮モデルもない。

(2) 予報

イスラマバードにある国家気象予報センター (NWFC) による予報は1日2回が基本で、朝は 05UTC (現地 9 時)、午後には 12UTC (現地 17 時) に発表し、夕方には 7 日予報、3 日間の City-forecast (天気、気温、降水量) も発表している。地上天気図解析は1日1回行っているが、これは概況を把握する目的で、Web ページのための作画は CMA の MICAP で作画したものをアップロードしている。

表 3-2 PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター (NWFC) が発表する予報

予報の種類	予報対象期間	内容	予報対象地域	発表時間 (現地時間)	発表言語
一般予報					
一般天気予報	24 時間 48 時間	24 時間及び 48 時間先までの全国天気予報、24 時間先までの都市別天気予報・警報 (発表時)	全国及び 60 都市	10:00 19:00	ウルドゥー語 (現地言語)
天気概況	24 時間	現在天気概況、天気予報	6 州	13:00	英語
3 日間予報	3 日間	天気、日最高気温	50 都市	19:00	気温と天気の 図解
週間天気予報	7 日間	気圧配置及び週間天気予報	6 州	月曜日 (午前)	英語
季節予報					
夏期のモンス ーン予報	3 ヶ月間 (7 月～9 月)	モンスーン活動、予想総降水量 (平年値差: % で表示)	全国	モンスーン 期前 (6 月末)	英語
冬期予報	3 ヶ月間 (12 月～2 月)	予想総降水量 (平年値差: % で表示)	全国	12 月初旬	英語

全ての予報は PMD ウェブサイトを通してテレビ、ファックス、ラジオ及び新聞で発表  
出典: PMD

現地時間 (PST) = UTC + 5

予報支援システムとしては、JICS 無償で豪コンサル会社 ESS が導入した 'weather guidance' を使っている。同システムは、ICON、WRF、GFS、JMA-GSM、US-Navy のモデル出力を地点別に実況と比較し、各予報の精度に対応した重みをつけて平均化し予報を提供するシステム (精度の評価期間は直近 30 日間) で、この出力を参考に予報を出している。

(3) 研修

カラチにある気象地質研究所 (IMG) は研修業務も担っており、WMO ガイドライン「WMO1083」に沿ったカリキュラムで、予報官、エンジニア向けの研修を実施している。

基本コースとしては、1. 観測 (BIPM)、2. 気象 1 (BIP-MT)、3. 気象 2 (BIP-M) がある。BIPM は観測者 (Observer) を対象とした 14 週間の研修で、4 週間の OJT がある。BIP-MT は Meteorologist を対象とした予報研修で 18 週間、8 週間の OJT がある。BIP-M は予報官になる予定の Meteorologist の研修で 32 週間、20 週の OJT がある。

技術プロジェクトで行われる講義については、「リモートでカラチにも共有してほしい、また、OJT の研修についても案内を共有してほしい。必要に応じて、イスラマバードに職員を派遣したい、WRF についての install、実行の研修をイスラマバードでも実施してほしい」との要望があった。

3-5-2 PMD 側の要望・期待

PMD が発表している予報・警報は、本邦気象庁の例では、「情報」にあたる A4 数ページ程度の大雨警報や一般情報によるものが多く、定量的な予報・警報の要素は少ない、また、情報は PDF などの形式であり、直接、水文モデルに投入したり、TV などでの放送に利用することは出来ない。

PMD では、FY2018-19 から FY2021-22 の 4 年間、イギリス気象庁 (UK-Met-Office) との共同プロジェクト (国際総合山岳開発センター (ICIMOD) も資金協力) として、農業機関向けの Impact Based Forecasting (IBF) の取り組みを行っている (PMD の NAMC (National Agro-Met center)、media-cell、IT-unit、および、Agricultural department、agricultural institute が参加し、各機関の SOP を定めて実施した)。

パイロットエリアは、パンジャブ州の Pothohar Plateau (Attock, Chakwal district) で、降水と気温によるメイズと落花生の減収を対応すべき Impact とし、情報利用者 (Recipients) は、農業関係者、extension workers、progressive farmers、気象がもたらす Impact を、seeding、maturing、cropping の時期ごとに、workshop を開催して、extension-worker や農家からの情報を収集・分析した。また、農業省の Agricultural research Institute と研究機関に協力を得て、農家からのニーズ、情報に対する対応などを携帯電話と分析ソフト Kobo Todbox を用いて、位置情報付きで収集・分析した。これらのアプローチは試験的であるが、PMD 内部でも評価が高く、JICA が予定している技術プロジェクトでも IBF のアプローチによる取り組みが期待されている。

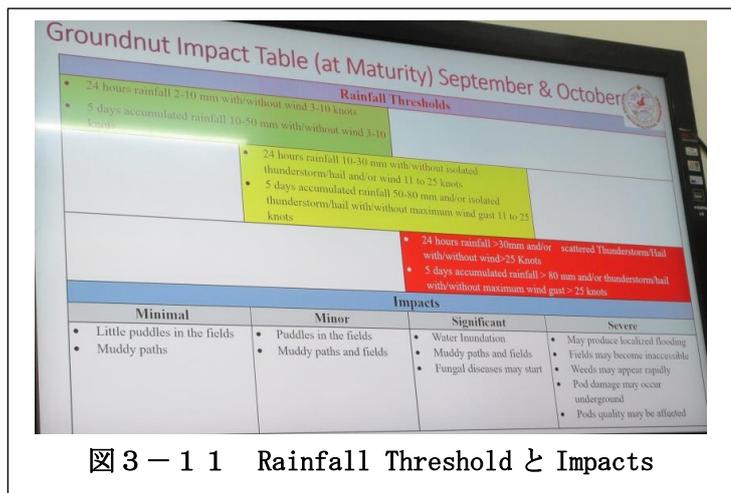


図 3-11 Rainfall Threshold と Impacts

IBF は図-10 に示されるように、気象要素の定量的な情報 (この例では降水量) と、ユーザーへの影響、ユーザーが取る対策を分析し、定量的な予報・警報により、利用者が具体的な対策をとることを目標としており、IBF のためには、定量的な予報・警報の作成と、それらの情報がデジタルで利用

者に提供されることが必要になる。

なお、PMD は IT 部門で、web ページおよびアンドロイド用アプリケーションの開発、運用を独自に行っており、外部委託はしておらず (Server は COMSAT のデータセンターに設置、Web ページの作成言語は、PHP、ASP (Java) を使用)、プログラマーは 15 名、うち 2 名がラホール、3 名がカラチにいる。このことから、情報提供の自動化やデジタル化は、PMD の IT 部門と共同で実施することで、ソフトウェアハウスへの再委託などを行わずに実施することが出来る。

PMD では、情報共有・広報を目的に、イスラマバード、カラチ、ラホールにスタジオを有しており、イスラマバードのシステムは、UNESCO 予算で中国により供与されている (2011 年と 2019 年)。

同スタジオでは、午前 10 時と午後 4 時の予報発表時間の間に、約 2 分間の動画を撮影し、PMD のウェブサイトと YouTube に、「一般予報」「農業予報」「旅行者向け予報」の 3 本の動画をアップロードしている (2018 年から)。画像は、衛星モニターシステム MICAP からの画像コピー、地域別の天気予報 (Power point に天気マークを貼り付ける) を作成しており、クロマキーシステムを用いたキャスターのコメントと合成している。キャスターは、PMD の予報官が担当しており、プレゼン技術の向上は自己研鑽によっており、衣装についても自前なので、女性は負担が大きく、対応しきれていない。毎日の動画のほかに、週間予報 (5~6 分)、1 か月予報 (10 分)、季節予報 (20 分) があり、これらは、クロマキーの前で座談会形式で行った対談を録画することで作成している。なお、天気予報の地図ベースや天気マークなどが 2019 年導入時のままで新鮮味がないことから、技術プロジェクトでの支援を要望された。

### 3-5-3 今次プロジェクトの課題整理

詳細設計調査において明らかになった課題と対処方針は、以下のとおり。

	課題	対処方針
1	予報・警報が定性的な情報にとどまっており、利用者への提供も PDF や fax など、利用者が直接利用するのが難しい。	降水予測、気象ガイダンスなど情報を定量化するとともに、デジタルデータとして提供する、また、情報の更新頻度を高くするための技術支援・技術移転を行う
2	情報提供は、PMD から一方的に情報提供を行っている側面が強く、利用者ニーズの把握が十分でない。	活動 1 として利用者ニーズの把握を行い、IBF のアプローチで、利用者が使いやすい情報提供を行う

## 第4章 PMD における洪水予警報の現状と課題

### 4-1 PMD における洪水予報の概要

PMD における洪水予報システムとして、ラホール市の洪水予報部 (Flood Forecasting Division : FFD) で 2 つのシステムが、イスラマバードの PMD 本部で 1 つのシステムが稼働中である。FFD のシステムは、ADB 支援「第2次洪水防御セクタープロジェクト」(Flood Protection Sector Project II : FPSP-II) (1998~2007年) および JICA 無償資金協力「第一次・第二次洪水警報及び管理能力強化計画 (UNESCO 連携)」(2011~2014年、2015~2019年) により開発されたもので、両システムの長所短所を補完しながら平行運用している。しかしながら入力条件として利用する水文データや流域状況の変化に応じたモデルの更新が課題となっている。イスラマバード PMD 本部のシステムは、JICA 無償資金協力「ライスラー河洪水予警報システム整備計画」(2005~2007年) で整備されたもので、現在も継続して活用されているが都市化の拡大に伴う流域状況の変化に応じた警報基準の見直しが課題とされている。これらのシステムに対して、本技プロで作成される雨量マップ情報をシステムへの入力条件として利活用することで、洪水予報の精度向上が可能であると見込まれる。

### 4-2 PMD 洪水予報部 (Flood Forecasting Division : FFD)

FFD は、毎年 6 月 15 日から 10 月 15 日を洪水期と定め、この期間中は、①「Flood Bulletin A (Qualitative Flood Forecast)」、②「Flood Bulletin B (Quantitative Flood Forecast)」、③「Flood Warning / Advisories」および④「Weekly Outlook」の洪水予報 (エラー! 参照元が見つかりません。) を毎日 (状況に応じ数時間毎に) 発行し、FFD ホームページ、FAX、Email、SNS、Electronic & print media 等を通じ 200 以上の関係機関に情報を発信している。

GOVERNMENT OF PAKISTAN  
PAKISTAN METEOROLOGICAL DEPARTMENT  
FLOOD FORECASTING DIVISION  
46-JAIL ROAD LAHORE-54000

BULLETIN No. A-07322  
Date: 28<sup>th</sup> August, 2022  
Time: 11:00 hours (PST)

1. President Secretariat, Islamabad. 14. Chairman, Federal Flood Commission, Islamabad. 15. Chairman, India River System Authority, Islamabad. 16. Chairman, FICRR, Islamabad. 17. The Secretary General, Flood Commission, Islamabad. 18. Secretary, Irrigation Department, (All Provinces) S.O. Engineer, Civil Directorate (All Provinces) Pakistan. 19. Chief Engineer, Mangla/Tarbella/Chandma. 20. Chief Engineer, (All Barrages). 21. Chief Engineer, (S.D. Bhambhadas). 22. Commissioner for India Water, Lahore. 23. All other concerned.

**SUBJECT: RIVERS SITUATION AND QUALITATIVE FLOOD-WEATHER FORECAST**  
**I: HYDROLOGICAL SITUATION (AT 0600 PST):**  
River Indus at Guddu & Sukkur and River Kabul at Nowshera are in High Flood Level. River Indus at Tanasa & Kotri is in Medium Flood Level and at Tarbela, Kalabagh & Chaudhry is in Low Flood Level.  
**(WARNING) VERY HIGH and Above level flooding is expected in River Kabul at Nowshera (up to 300,000 cuccs) and Tributaries of River Kabul & Indus during next 48-hours. Severe Flash Flooding is likely to continue in River-Nalaha of Balochistan during next 24 hours.**  
**(ALERT) Low to Medium Level Flooding is expected in the Hill Torrents of DG Khan Division during next 24-hours.**  
**II: METEOROLOGICAL FEATURES:**  
a) Yesterday's Well marked Low pressure area over Central South, today lies over South of Jacobabad as "Low".  
b) Yesterday's trough of westerly wave over Northeast Afghanistan and adjoining areas today lies over Northern parts of the country.  
c) Seasonal low lies over Western Balochistan.  
d) Moderate West currents from Arabian Sea and Bay of Bengal are penetrating over most parts of the country up to 10000 feet.  
**III: WEATHER FORECAST FOR NEXT 24 HOURS:**  
**(WARNING) Scattered to Widespread thunderstorm/rain of HEAVY intensity with isolated very heavy falls is expected over the Upper catchments of River Kabul and Indus.**  
Scattered thunderstorm/rain of moderate intensity with isolated heavy falls is expected over the upper catchments of Rivers Jhelum, Chenab, Ravi & Sulej along with Eastern Balochistan, Islamabad and DG Khan, DI Khan, Kohat, Bannu, Peshawar, Rawalpindi, Gujranwala, Sargodha, Bahawalpur & Larkana Divisions. Isolated thunderstorm/rain of light to moderate intensity is expected over rest of the country except Western Balochistan.  
**IV: WEATHER OUTLOOK FOR FURTHER 24 HOURS:**  
Monsoon activity is likely to decrease further over most parts of the country.  
**V: RIVERS CATCHMENTS RAINFALL RECORDED (MM) DURING LAST 24 HRS (UP TO 0600 PST):**  
Indus: Behaun-104, Dew-90, Lower Dew-80, Khatun-71, Bhakkar-71, Mithankot-55, DG Khan (Fert) Mian-54, Airport-10, Vihav-40, Zain Sanghar-Trace, Mian Bahau-54, Ogla-52, DI Khan-51, Duggar-43, Mota-Je-Daro, DI Khan Airport & Lyrab-38(each), Charal-31, Saidu Sharif-27, Pishin, Timb-Khyber & Parnas-25(each), Peshawar-24, Sukkur-20, Panchsara & Bahau-18(each), Muzar, Chhor & Khatu-18(each), Bagote & Goppo-17(each), Dada & Buser-16(each), Ghallana & Khar-Bajaur-15(each), Islamabad (Chakdla) (Arbuz)-14, Shamsabad-12, Zargodha & Sulej-10(each), Bokar-10, Gola-10 & New Airport-10, Larkana, Jinnar & Pindus-Bajaur-10(each), Takti Baw-11, Rasulpur & Gajip-12(each), Manat Gura-11, Sukkur & Hunza-10(each), Peshawar (Airport)-8, Bacha Khan A-P-07 & C-05, Tarbela & Chera-08(each), Jacobabad-07, Tando Jam, Landi Kotal, Dook Pathan, Kohat Airport-08(each), Bannu-05, Kohat & Chahar-04(each), Khazipur & Mianwali, (Arbuz)-03(each), Sakrand, Barikhan, Skardu & Buz-02(each), Khazipur, Bhambh Wala, Rahim Yar Khan, Kamra (Arbuz), Mirpur Khan, Kurram Gorta, Sudin & Kohal-01(each), Attock & Tando Dawa-Trace(each), Islahabad-48, Balokot-38, Dand-32, Chattr Kalia-30, Goshi Dupara-19, Haranara-18, Muzaffarabad (City)-16 & Airport-12, Sargodha (Arbuz)-09 & C-08, Pailani & Chakdla-08(each), Rawatkot-06, Dumb-05, Mianwali-03, Rottapur-02, Hara, Dandi, Abotnagar, Bala Shab, Sial, Chakral & Pato-01(each).  
Chenab: Ker Ahar-47, Mahan (Airport)-32, C-26, Sheja Ahar-22, Changa No. 0-19, Hafizabad-29, Jhang-21, Shokor (Arbuz)-07, Noorpur, Dhar-06, Gujranwala-05, Sukkur (C-01) & P-Trace, Dandianagar & Mianwali-01(each).  
Ravi: Khaseela-25, Okara-04, Kotmura, Shangpur & Sahawal-Trace(each).  
Sutlej: Bahawalpur (City & Airport)-Trace(each).  
Others: Quetta (Samungli)-86 & Sheekh Manda-82, SBH-69, Kalat-60, Ziarat-59, Khuzdar-24, Muslim Bagh-21, Zhoib & Chaman-01(each).

(ISRAM ETD DIV)  
DIRECTOR  
For Chief Meteorologist

www.fsd.pmd.gov.pk | Email: ffd@pmd.gov.pk  
Chief Meteorologist: 04299200208 & Duty Officer: 24-7 hrs: 04299200139, 04299203367-70 and Fax: 042-99200209 & 5367

Flood Bulletin A (Qualitative Flood Forecast)

GOVERNMENT OF PAKISTAN  
PAKISTAN METEOROLOGICAL DEPARTMENT  
FLOOD FORECASTING DIVISION  
46-JAIL ROAD LAHORE-54000

BULLETIN No. B-47322  
Date: 28<sup>th</sup> August, 2022  
Time: 11:00 hours (PST)

**I: RAINFALL FORECAST FOR NEXT 24 HRS:**

RIVERS	Upper Catchments (Above Rim Stations)	Lower Catchments (Below Rim Stations)	RESERVOIRS LEVEL (FEET) at 0600 PST
INDUS	Scattered to widespread thunderstorm/rain	Scattered thunderstorm/rain (Rawalpindi Division)	<b>TARBELA</b> Current: 1550.00 Max. Conservation: 1550.00
JHELUM	Scattered thunderstorm/rain	-do- (Sargodha Division)	Current: 1550.00 Max. Conservation: 1550.00
CHENAB	-do-	-do- (Gujranwala Division)	Current: 1180.30 Max. Conservation: 1242.00
RAVI	-do-	Isolated thunderstorm/rain (Lahore Division)	Current: 1180.30 Max. Conservation: 1242.00
SUTLEJ	-do-	Scattered thunderstorm/rain (Bahawalpur Division)	Current: 1180.30 Max. Conservation: 1242.00

**II: QUANTITATIVE FLOOD FORECAST OF GAUGING STATIONS (IN THOUSANDS OF CUCCS)**

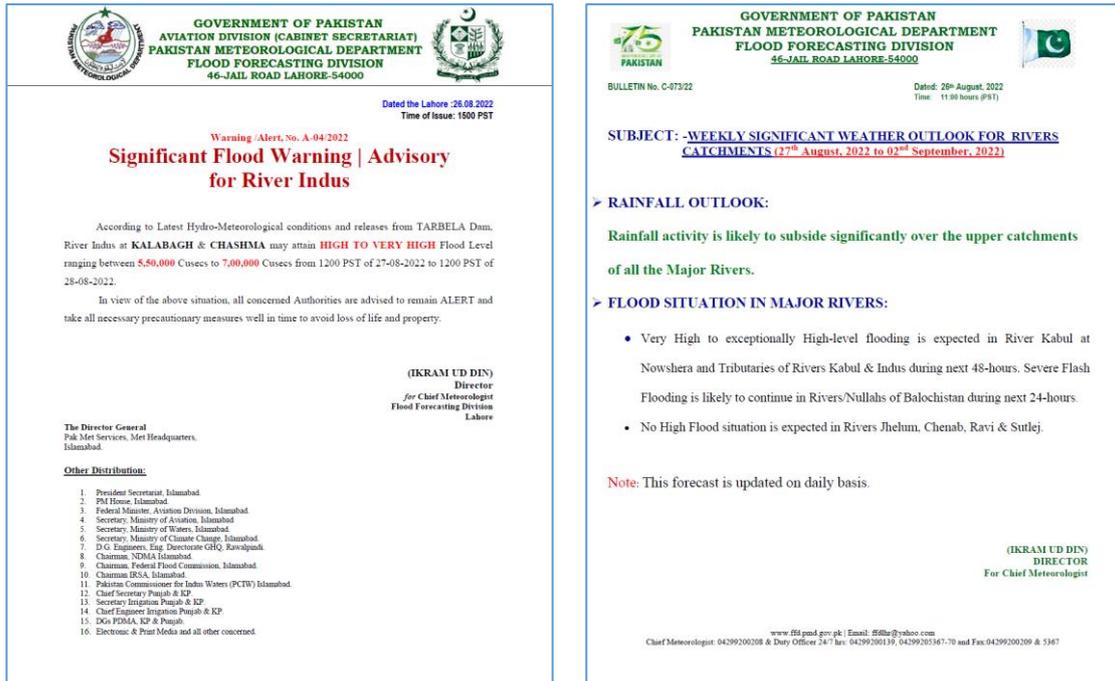
RIVERS	Stations	Actual Observations at 0600 PST	Quantitative Forecast for Next 24-hrs (Inflow)	Qualitative Forecasted Flood Level (Inflow)
INDUS	Tarbela	307.0	310 R 450	Low to Medium
	Kalabagh	274.2	280 R 460	-do-
	Chandma	333.1	350-520	Medium to High
	Lahra	482.9	470-510	-do-
	Quddiy	505.0	510-550	High
	Sukkur	576.4	530-570	-do-
KABUL	Nowshera	116.4	150 R 300	Very High and above
	Mangla	58.0	40-80	Below Low
JHELUM	Faisal	8.3	0.0	-do-
	Mirani	71.0	55-65	-do-
CHENAB	Khanaki	53.8	46.6	No significant change
	Qadirabad	68.0	48.0	-do-
	Trimmu	66.0	46.1	-do-
	Punjab	57.8	51.7	-do-
	Jinnar	21.6	21.6	-do-
	Shahdara	24.8	24.8	-do-
RAVI	Baloki	42.2	14.6	-do-
	Sidhna	22.4	10.4	-do-
	G.S. Wala	1.2	1.2	-do-
SUTLEJ	Sulaimani	18.3	6.5	-do-
	Islam	3.8	2.8	-do-

R= Raising & F= Falling

(ISRAM ETD DIV)  
DIRECTOR  
For Chief Meteorologist

www.fsd.pmd.gov.pk | Email: ffd@pmd.gov.pk  
Chief Meteorologist: 04299200208 & Duty Officer: 24-7 hrs: 04299200139, 04299203367-70 and Fax: 042-99200209 & 5367

Flood Bulletin B (Quantitative Flood Forecast)



Flood Warning / Advisories

Weekly Outlook

図 4 - 1 FFD が発信する洪水予報情報例

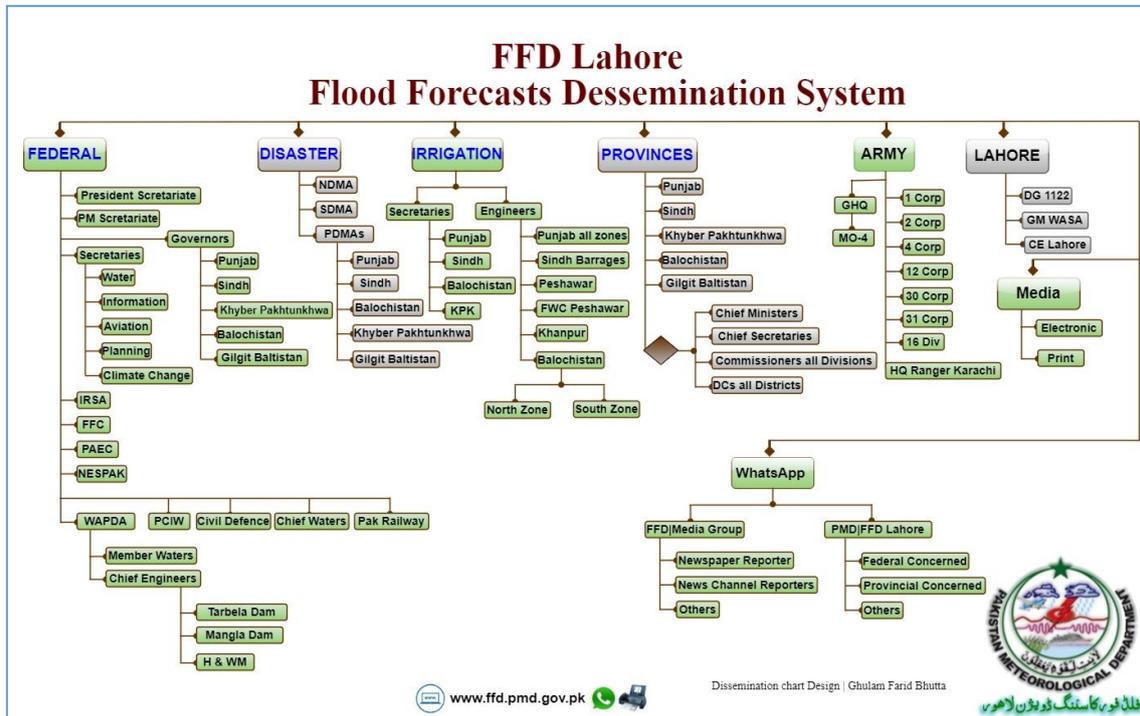


図 4 - 2 洪水関係情報 配信先一覧

出典 : FFD

主要 5 河川 (Indus、Jhelum、Chenab、Ravi、Sutlej) および一部小流域を対象に、35 地点における 6 段階 (Normal Flow、Low Flood、Medium Flood、High Flood、Very High Flood、Exceptionally High Flood) の洪水予報を行っており、それら情報を FFD のホームページ

(<https://ffd.pmd.gov.pk/home>) 等で発信している。

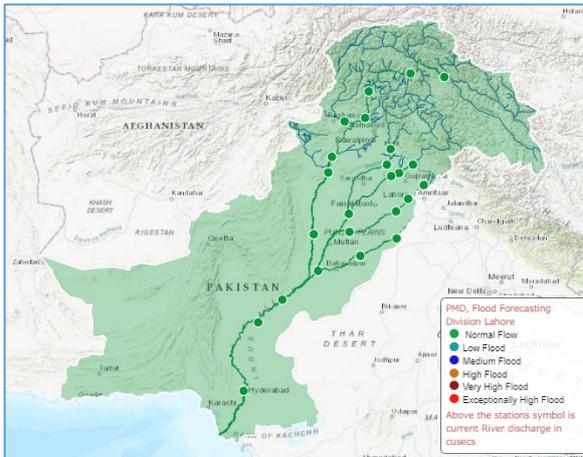


図 4-3 洪水予報対象区間・地点

出典：FFD

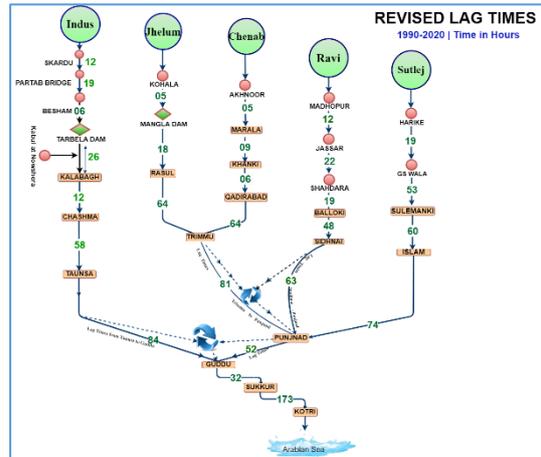


図 4-4 洪水到達時間 河川系統図

出典：FFD

#### 4-2-1 組織体制

FFD はラホールに事務所を構え、Chief Meteorologist を組織長とする、Hydrology (8)、Meteorology (9)、Rader Network (7)、Eng. Section (3)、Climate Research (3)、Admin (5) の 6 部署、総勢 36 名の組織体制となっている。

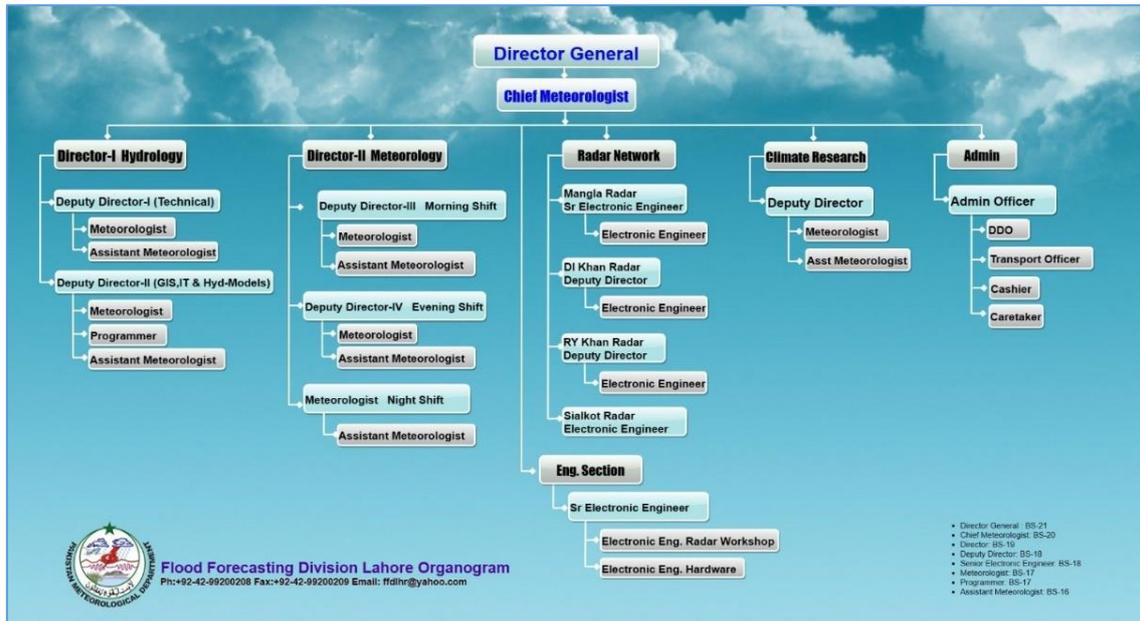


図 4-5 FFD 組織図・職員構成

出典：FFD

FFD 事務所 2 階の「Flood Forecasting and Warning Centre」で、Hydrology 部門と Meteorology 部門が予報業務を行っている。FFD では、「FEWS-Pakistan」と「Indus-IFAS」の 2 つの洪水予報システムを利用し、それぞれの長所短所を補完しながら両システムを平行運用しており、Hydrology 部門の「GIS, IT & Hyd-Models」担当が同システムの運用と管理を担っている。

PMD が管理する水位観測所は、確認できたものとして、イスラマバードのライヌラー流域の 2 水位観測所のみと限定的で、FFD が洪水予報に必要とする水位・流量情報は、流域上流部のダム管理を目的として WAPDA が管理する水文観測所、および取水堰や灌漑用水の管理を目的として各州の州灌漑局 (PID) が管理する水文観測所からの情報提供を受けている。特に洪水期には WAPDA および各 PID のスタッフが 24 時間体制で FFD に常駐し、洪水時の円滑な情報共有を図っている。しかしながら、現状では WAPDA および PID からは紙ベースで、ダムの貯水位・貯水量・流入量・放流量、堰上下流の水位・流量、地上観測雨量等の詳細情報が提供される状況で、洪水予測を更新する毎にモデルへの手入力が必要となる。これらのモデル入力データ準備に約 1.5 時間を要し、短時間での洪水予測の更新が求められる豪雨発生時の対応等のネックともなっていることから、洪水予測モデルへの入力データとして必要な情報の電子化が望まれている。

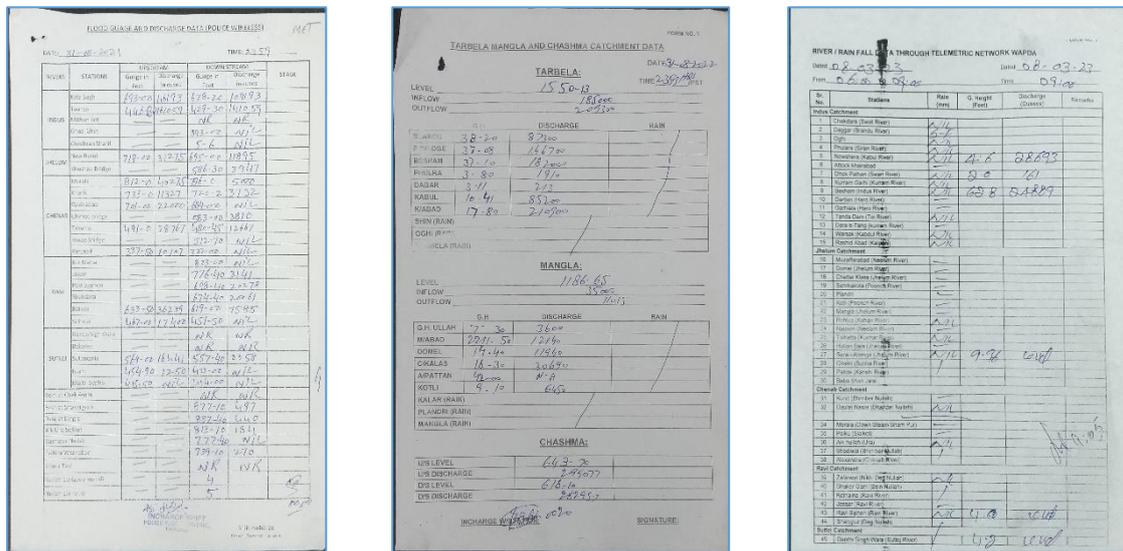


図 4-6 紙ベースでの情報提供例

4-2-2 FEWS-Pakistan モデル

「FEWS-Pakistan モデル」は、ADB 支援「第 2 次洪水防御セクタープロジェクト」(Flood Protection Sector Project II (FPSP-II) (1998~2007 年) を通じて、NESPAC (National Engineering Services Pakistan) と Delft Hydraulics (現 Deltares、オランダ) の共同企業体が開発した洪水解析モデル (SACRAMENTO 流出モデル + SOBEK 河道モデル) である。

流出モデル対象流域は、Indus : 8 支川流域、Jhelum : 本川上流域および 4 支川流域、Chenab : 本川上流域

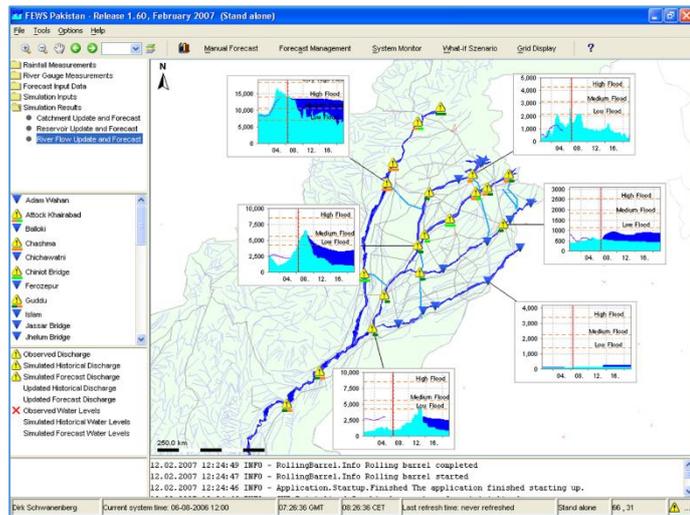


図 4-7 FEWS-Pakistan モデル

および6支川流域、Ravi：本川上流域および4支川流域、Sutlej：本川上流域で構成されている。また、河道モデル区間は、Indus 上流：Tarbela～Guddu、Indus 下流：Guddu～Thatta Sajawal 橋、Jhelum：Mangla～Trimmu、Chenab：Marala～Mithankot、Ravi：Jassar～Chenab 合流点、Sutlej：Ferozepur～Chenab 合流点で構成されている。なお、後述の「Indus-IFAS モデル」と合わせて入力データ準備に約1.5時間、15日間（実測8日＋予測7日<sup>9</sup>）の洪水予測計算に対して、約1時間の計算時間が必要とのことである。

FFDによると、河道モデルの解析結果の精度は良いが、流出モデル対象流域が限定され、また、その変更方法が不明であるとのことであった。一方、後述する「Indus-IFAS モデル」では、中上流域の流出計算精度が比較的によいと評価していることから、中下流域の水位流量解析結果は「FEWS-Pakistan モデル」を参照し、中上流域の流出計算精度が重要となる洪水予測は「Indus-IFAS モデル」の解析結果を参照する、両モデルの同時運用で洪水予報を検討・発出している。

また予測雨量入力として利用しているGFS（Global Forecast System）データファイルの提供元であるアメリカ海洋大気庁（NOAA）でのセキュリティー仕様の変更に伴い、現在、手作業でモデル入力ファイルを準備する必要が生じている。

#### 4-2-3 Indus-IFAS モデル

「Indus-IFAS モデル」は、JICA 無償資金協力「第一次・第二次洪水警報及び管理能力強化計画（UNESCO 連携）」（2011～2014年、2015～2019年）を通じて ICHARM（水災害・リスクマネジメント国際センター）が開発した洪水解析モデル（IFAS 流出モデル＋RRI 流出・河道モデル）である。

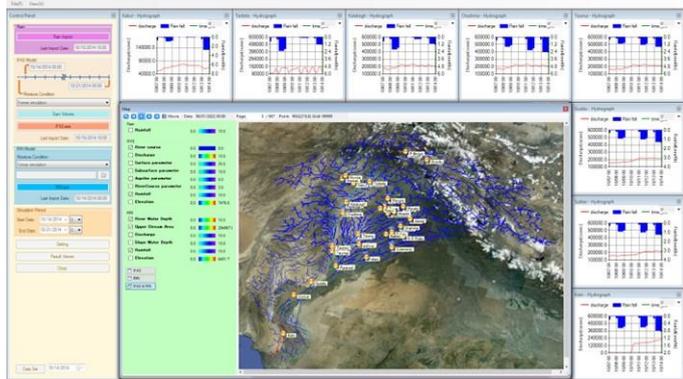


図4-8 Indus-IFAS モデル

IFAS の流出モデルは、モデルメッシュサイズ：5km、標高データ：GlobalMap (v2)、土地利用データ：GlobalMap (v2)、土質データ：FAO で構成され、RRI の流出および河道モデルは、モデルメッシュサイズ：2km 標高データ：HydroSHEDS 30s、土地利用データ：GLC30 (ISCGM)、土質データ：FAO、河道関係情報：Google Earth で構成されている。なお、前述の「FEWS-Pakistan モデル」と合わせて入力データ準備に約1.5時間、15日間（実測8日＋予測7日）の洪水予測計算に対して、2～3時間の計算時間が必要とのことである。

FFD は、中下流域の RRI 河道モデルの洪水予測精度は「FEWS-Pakistan モデル」に比べて劣るものの、中上流域の IFAS 流出モデルの解析結果の精度が良いと評価している。このため、前述の通り、中下流域の水位流量解析結果は「FEWS-Pakistan モデル」を参照し、中上流域の流出

<sup>9</sup> 過去8日間の雨量時系列を入力とし、現時点までの河道の水位流量を推定し、今後7日間の予測雨量時系列を入力とし、7日後までの水位流量の予測計算を行っている。

計算精度が重要となる洪水予測は「Indus-IFAS モデル」の解析結果を参照する、両モデルの同時運用で洪水予報を検討・発出している。

なお、IFAS 流域モデルは、インド領内を含む Indus 川流域を対象としている。インド領内の地上観測が利用できないことから、実測雨量として衛星観測雨量（GSMaP）を利用し、予測雨量としてインド領内の流域もカバーする GFS(必要に応じて ICON:ICOsahedral Nonhydrostatic) を利用した洪水解析を実施している。

一方、マンガラ、ラホール、シアルコットのレーダー観測雨量がインド領内の Indus 川流域の降雨量情報の把握する上で重要であるが、いずれも施設が古く更新が必要となっていることから、FFD としては水文の視点からは現状の気象レーダー整備状況は不十分であると認識している。

また、衛星観測雨量とレーダー観測雨量の同時入力に対応していない等の理由から、モデル入力データ仕様の改良を望んでいる。

#### 4-2-4 課題解決に向けた今次技術協力の方向性

FFD 洪水予報能力の強化・改善に向けた今次技術協力の方向性を下表に示す。

表 4-1 今次技術協力の方向性（FFD 洪水予報能力の改善）

課題	#	対応案	今次技術協力の方向性
FEWS-Pakistan : ・ 組込みの流出モデルの対象流域が限定されている	①	・ FEWS-Pakistan モデルの改良	・ モデルの大幅な改良が見込まれ、必要な投入量が大きくなることから今次技術協力では、支援しない。
FEWS-Pakistan : ・ モデル入力用外部データの仕様変更により、従来方法でのモデルへのデータ入力ができない	②	・ FEWS-Pakistan モデル入力用データ仕様変換プログラムの整備	・ モデル入力の補助機能としての追加ソフト開発の技術支援が可能
Indus-IFAS : ・ 河道 (RRI) モデルの精度向上	③	・ Indus-IFAS モデルの部分改良	・ 部分的なモデル改良の可能性を見極めた上でモデル改良の技術支援が可能。 ・ ただし、モデルの大幅な改良は、必要な投入量が大きくなるため考慮しない。
Indus-IFAS : ・ 衛星観測雨量とレーダー観測雨量の同時入力ができない	④	・ Indus-IFAS モデル入力データ仕様に係るモデルの部分改良	・ 部分的なモデル改良の可能性を見極めた上でモデル改良の技術支援が可能。 ・ ただし、モデルの大幅な改良は、必要な投入量が大きくなるため考慮しない。

課題	#	対応案	今次技術協力の方向性
	⑤	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indus-IFAS モデル入力用データ仕様変換プログラムの整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モデル入力の補助機能としての追加ソフト開発の技術支援が可能</li> </ul>

今次技術協力として、上記の「②」、「③」および「④または⑤」を想定する。以下にその概要を示す。

②：FEWS-Pakistan モデルで利用可能な入力データ仕様を確認した上で、現在、手作業で実施している GFS データの変換作業の自動化を実現する、FEWS-Pakistan モデル本体の変更を伴わない、追加のデータ自動変換補助プログラム作成の技術支援を行う。

③：Indus-IFAS の RRI（流出・河道）モデルに適用している標高データ等の各種データ、特に河道関係情報の最新情報への更新とモデル再同定を実施する、RRI（流出・河道）モデルの解析精度向上のための技術支援を行う。ただし、必要な投入量が大きくなるためモデルの大幅な改良は考慮しない。

④または⑤：衛星観測雨量に加え、本技プロで開発予定の雨量マップのモデルへの入力を確実にするために、④：衛星観測雨量とレーダー観測雨量（雨量マップ）の同時入力を可能とする Indus-IFAS モデル本体の部分改良（大幅なモデルの改良は想定しない）の技術支援を行う。または⑤：衛星観測雨量と雨量マップの重ね合わせ合成データを作成する、Indus-IFAS モデル本体の変更を伴わない、追加のデータ自動変換補助プログラム作成の技術支援を行う。

#### 4-3 PMD ライヌラー流域洪水予警報センター

##### 4-3-1 組織体制

ライヌラー流域洪水予警報センター（Master Control Centre of Lai Nullah Basin Flood Forecasting and Warning System）は、イスラマバード PMD 本部の国家気象予報センター（National Weather Forecasting Centre：NWFC）内に位置し、パキスタンの最重要都市である首都イスラマバードおよびイスラマバード南部のラウルピンディを含む、ライヌラー流域（234.8 km<sup>2</sup>）を対象とした、洪水予警報システムを管理・運用している組織である。なお、将来的には洪水予報関係組織は FFD に統合される予定である。



図 4-9 ライヌラー流域洪水予警報センター

ライヌラー流域洪水予警報センターは、NWFC Director 管轄の下、Director を部門長とし（調査時は Director が空席のため Principal Engineer が代行）、Electronic Engineer、Sub Engineer、アシスタント 2 名の計 5 名体制で、リアルタイムでの水位・雨量観測データの管理、洪水警報情報発信、および観測所システムの維持管理を担当している。

#### 4-3-2 ライヌラー流域洪水予警報システム

ライヌラー流域洪水予警報システム（Lai Nullah Basin Flood Forecasting and Warning System）は、重要都市であるイスラマバードおよびラワルピンディを含むライヌラー流域を対象に、流域に大きな被害をもたらした 2001 年 7 月洪水を契機とした以下の JICA 支援を経て、サイレンタワーを備えた洪水予警報システムとして現在も継続的に管理・運用されている。

- ・ 開発調査「ライヌラー流域総合治水計画調査」（2002~2003 年、主 C/P : FFC）
- ・ 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」（2005~2007 年、主 C/P:FFC、PMD、TMA（Tehsil Municipal Administration））
- ・ 技術協力プロジェクト「ライヌラー川洪水危機管理強化プロジェクト」（2007~2009 年、主 C/P: FFC、PMD、TMA）

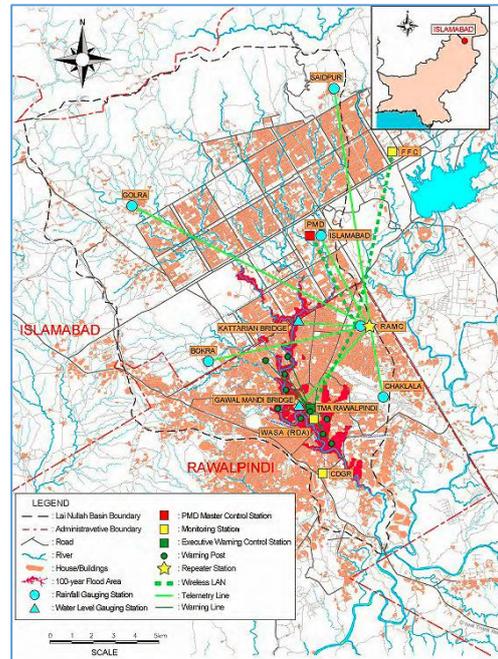


図 4-10 ライヌラー流域 位置図

出典：2009 プロジェクト報告書

ライヌラー流域洪水予警報システムは、2つの自動水位観測所、6つの自動雨量観測所、10カ所の Warning Post（サイレンタワー）で構成され（エラー! 参照元が見つかりません。）、PMD内の同予警報センターにおいて、観測水位・雨量に基づく、観測所地点での3段階（Pre-Alert、Alert、Evacuation）の洪水警報を PMD のホームページ（<https://ffws.pmd.gov.pk/rtr.html>）に掲載するとともに、Fax、SNS

(WhatsApp) で関係機関に情報を発信している。SNS (WhatsApp) を利用したプッシュ通知の洪水警報として 200 人以上の登録者(エラー! 参照元が見つかりません。参照:NDMA、FFC、CDG (City District Government)、DCO (District Coordination Officer)、TMA (Thesil Municipal Administration)、CDA (Capital Development Authority)、RCB (Rawalpindi Cantonment Board)、WASA (Water and Sanitation Agency)、Army、Rescue 1122 (Provincial Emergency Service Department)、学校、NGO 他) に情報を発信している。

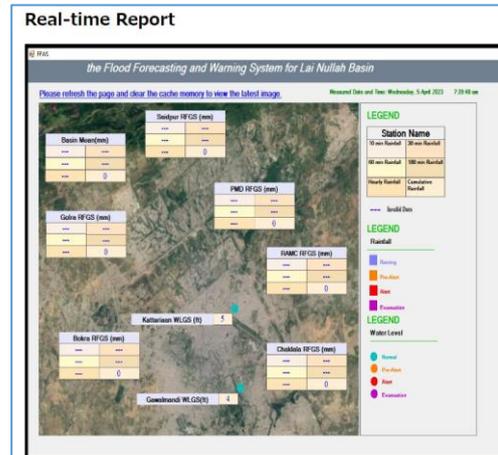


図 4-1-1 リアルタイム Web 情報

出典：PMD

SNS 発信情報の一例として、洪水予警報センターからの WhatsApp 登録者へ提供される情報例をエラー! 参照元が見つかりません。に示す。



図 4-1-2 SNS 情報発信

出典：Master Control Centre of Lai Nullah Basin

Date 16-03-2023  
 Time 10:30 A.M  
 Rainfall Gauging Stations (mm)  
 a. Saidpur Village- 12  
 b. Golra - 21  
 c. Bokra(CTTI i-12)-06  
 d. PMD(H-8/2)-15  
 e. Shamsabad- 14  
 f. Chaklala - 05  
 Basin Mean:- 14.24  
 Water Level Sensor Data  
 a. Kattarian- 5 ft  
 b. Gawalmandi- 4 ft  
 Current Status- All clear  
 Pre Alert at Kattarian will be @ 11. 4ft  
 Pre Alert at Gawalmandi will be @ 8.3 ft  
 Daily Weather Forecast Link <http://nwfc.pmd.gov.pk/new/daily-forecast.php>  
 FFWS Real time Report Link <http://ffws.pmd.gov.pk/rtr.html>

図 4-1-3 センター発信情報

なお、Warning Post での、Alert、Evacuation のサイレン・パターンの吹鳴は、標準作業手順 (SOP) に規定され、サイレンの発令は地方政府が決定し、Rescue 1122 (州 Emergency Service Department) がサイレン吹鳴の操作を行う。

ライヌラー流域洪水予警報システムは、リアルタイムでの洪水解析を実施しているわけではなく、事前に解析モデル (MIKE 11 利用：DHI 社の流出・河道解析ソフト) を用いた洪水シミュレーションのケーススタディを経て設定された警報基準 (水位、雨量) に基づき、各水位・雨量観測所における水位と雨量の洪水警報レベルを設定するシステムとなっている。

ライヌラー流域での都市化の拡大等の流域状況の変化に伴う洪水特性の変化に応じた警報基準の見直しの必要性が懸念されているが、2009 年に JICA プロジェクトを通じての警報基準の改訂以降は、警報基準の見直しは行われていない。PMD は、警報基準見直しのための洪水解析

モデルの更新と警報基準の改定を望んでいるが、当初モデルの所在や、解析ソフト（MIKE 11）のライセンスの管理が不明確で、高価な解析ソフトを組織で継続的に利用し続けることに課題が残る。

4-3-4 課題解決に向けた今次技術協力の方向性

ライヌラー流域洪水予警報システムの強化・改善に向けた今次技術協力の方向性を下表に示す。

表4-2 今次技術協力の方向性（ライヌラー流域洪水予警報システムの改善）

課題	#	対応案	今次技術協力の方向性
<ul style="list-style-type: none"> <li>当初モデルから流域状況が変化しており、最新の流域状況を反映したモデルおよび解析結果の更新が必要</li> </ul>	①	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存モデルの更新（ライセンスの更新を含む）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高価なライセンス（MIKE 11）の再購入が必要で、システムの持続性確保に課題が残り、支援の可能性は低い</li> </ul>
	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>同等モデルの開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>US Army Corps of Engineers が開発し無償で提供されている HEC シリーズ等の無償ソフトを利用したモデル開発の技術支援が可能。ただし、一定量の投入を考慮する必要がある</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>本技プロで開発されるレーダー観測に基づく雨量マップの利活用により、洪水予警報精度の向上が期待できるが、現システムのままでは雨量マップが利用できない。</li> </ul>	③	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨量マップからモデル小流域の流域平均雨量を算定し、モデル入力雨量とする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨量マップから算定したモデル小流域の流域平均雨量をモデル入力雨量とする既存モデルと同様の集中型流出モデルを利用したモデル開発の技術支援が可能</li> </ul>
	④	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨量マップの利用を考慮した分散型流出モデルの導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨量マップをモデル入力雨量とする分散型流出モデルを利用したモデル開発の技術支援が可能</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>都市化の拡大等の流域状況の変化に伴う、洪水流出特性の変化の把握が必要</li> </ul>	⑤	<ul style="list-style-type: none"> <li>近年の洪水イベントに対する雨量マップと地点雨量を利用したモデル結果の比較検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良モデルを用いた、雨量マップと地点雨量を利用したモデル結果の比較検討、既往検討との流出特性の比較検討からモデル精度の検証に係る能力強化支援が可能</li> <li>避難リードタイムを確保するための既往検討と改良モデル洪水ハイドログラフの比較検討に係る技術支援が可能</li> </ul>

課題	#	対応案	今次技術協力の方向性
<ul style="list-style-type: none"> <li>流域状況の変化による警報発令の水位・流量閾値(警報基準)の見直しが必要</li> </ul>	⑥	<ul style="list-style-type: none"> <li>近年の洪水イベントに対する雨量マップと地点雨量を利用したモデル結果の比較検討に基づく警報基準の改訂</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>目的に応じて、多くのケーススタディが必要となり投入量が大きくなる可能性があり、支援の可能性は低い</li> </ul>

今次技術協力として、上記の「②」、「③または④」および「⑤」を想定する。  
以下にその概要を示す。

②：当初モデルからの流域状況の変化を考慮し、最新の流域状況を反映した同等モデル開発の技術支援を行う。モデル開発用の解析ソフトは、HEC シリーズ等の無償ソフトを想定するが、利用ソフトの選定にあたっては、PMD と十分に協議の上決定する。

③または④：レーダー観測に基づく雨量マップの利活用を前提とし、②のモデル開発に合わせて、雨量マップの利用形態に応じ、③集中型流出モデル、または④分散型流出モデルのいずれかを採用したモデル開発の技術支援を行う。なお、流出解析手法の選定にあたっては PMD と十分に協議の上採用する。また、②での解析ソフト選定においても適用可能な流出解析手法の確認を十分に行う。

⑤：上記で開発したモデルを用いて、Evacuation レベルの洪水予報を発信した近年の洪水事象（2007～2021年間で8事象）について、雨量マップと地点雨量を利用したモデル結果の評価と既往検討の警報基準の妥当性確認に係る能力強化支援、および避難リードタイムに係る既往検討と改良モデル洪水ハイドログラフとの比較検討に係る技術支援、ならびに警報基準改定の必要性についての助言を行う。

#### 4-4 PMD の水文気象情報提供

##### 4-4-1 FFD ダッシュボード

FFD が発信する洪水関係情報の新たな取り組みとして、FFD ホームページでの FFD Dashboard の提供を 2023 年 3 月に開始した。

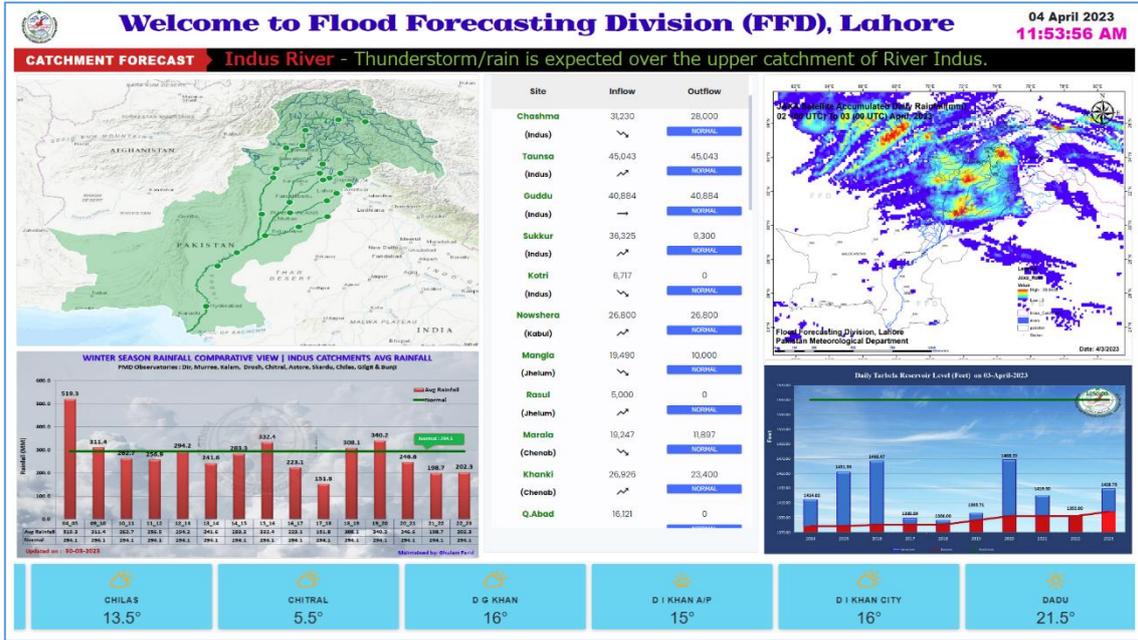


図 4-14 FFD Dashboard

出典：<https://www.ffd.pmd.gov.pk/dashboard> (PC 環境によりセキュリティー警告表示あり)

FFD ホームページ内で提供している各種の洪水関係情報が視覚的に順次 Dashboard 画面に表示され、画面をクリックすることで必要に応じ詳細を確認できるユーザーフレンドリーな情報提供を実現している。現 FFD ホームページでは、利用できる情報や必要な情報の所在が不明確であったが、各種情報を順次表示する Dashboard の採用により、それらの不明確さの解消が図られている。

#### 4-4-2 PMD が提供する雨量データ

PMD が気象データを提供する場合は、異常値やエラー補正等の品質管理を行った Process Data に限定し、Raw Data は基本的に提供しない。また、PMD が提供する気象データは基本的に有償 (<https://namc.pmd.gov.pk/data-cost.php#>) であるが、PMD のホームページから一部データの入手が可能である。

洪水予報においては雨量情報が重要な水文情報となる。PMD のホームページで提供される入手可能なデータの一例を以下に示す。

- 雨量データを含む過去 30 日間の 50 AWS 観測所の観測データ (10 分間隔、Rain, Temperature, DewPoint, Humidity, Wind Speed, Wind Direction, Air Pressure) が参照可能

**Flood Automatic Weather Stations**  
Pakistan Meteorological Department

Home Product Reports **FAWS** Archive Data Gallery

Station: Islamabad Z.P. Start Date: 23/03/2023 End Date: 23/03/2023 Parameter: Rain Time: Select Time: Data Format: Data View

**Islamabad Z.P** | Total Rain Fall : 5.6 mm | **PMD Rainfall** | 23-03-2023 (0800 PST) TO 23-03-2023 (0800 PST) : 5.6 mm | 144 Values

Date	Time	Rain(mm)
2023-03-23	07:10:00	N/A
2023-03-23	07:00:00	0.2 mm
2023-03-23	06:50:00	0.2 mm
2023-03-23	06:40:00	0.6 mm
2023-03-23	06:30:00	0.6 mm
2023-03-23	06:20:00	0.6 mm
2023-03-23	06:10:00	0.6 mm
2023-03-23	06:00:00	0.4 mm
2023-03-23	05:50:00	0.6 mm

図 4-15 WS 観測データ提供

出典: <http://202.83.174.35/faws/archive/stations.php>

- 3 時間雨量 (2015 年以降) <http://202.83.174.35/faws/reports/3hourlyRainfall.php>
- 日雨量月表 (2015 年以降) <http://202.83.174.35/faws/reports/monthlyRainfall.php>
- 最新 24 時間雨量 (08:00~08:00、207 地点) <https://ffd.pmd.gov.pk/rainfall-data>

#### 4-4-3 Impact Based Forecasting (IBF) への取り組み

PMD は、パイロットプロジェクトとして、農業分野での Impact Based Forecasting (IBF) の導入をパンジャブ州の Attock と Chakwal 地区を対象に 2022 年に開始し、現在もプロジェクトベース予算で継続中であり、PMD のホームページ (<https://namc.pmd.gov.pk/new/ibf/>) に関係情報を提供している。

対象とする Impact の調査にあたっては、パイロット地区の 500 ユーザーを対象に聞き取り調査を実施し、Web アンケートツール (KoBo Toolbox) を活用して調査結果のとりまとめを実施した。



図 4-16 IBF パイロット地区位置図

<https://namc.pmd.gov.pk/new/ibf/introduction.php>

#### 4-4-4 課題解決に向けた今次技術協力の方向性

洪水予報利用者のニーズに沿った PMD 情報発信の改善に向けた技術協力の方向性を下表に示す。

表 4-3 次技術協力の方向性（ニーズに沿った情報発信の改善）

課題	#	対応案	今次技術協力の方向性
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PMD 情報利用者ニーズの把握が不十分</li> </ul>	①	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PMD 情報ユーザーニーズの調査・検討</li> <li>・ ユーザーのニーズを満足させるコンテンツの開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関係組織・対象地域を限定したニーズ調査支援が可能</li> <li>・ ユーザーニーズを満足させるコンテンツ案の作成支援が可能</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ IBF に未対応</li> </ul>	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 洪水インパクトとその頻度の調査（Risk Matrix 作成）</li> <li>・ IBF を考慮した洪水予報の発信</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 必要な投入量が大きくなることから今次技術協力では支援しない</li> </ul>

今次技術協力として、上記の①を想定する、以下にその概要を示す。

①：今次技術協力では、洪水予報に特化したユーザーニーズ調査、整理、ニーズに合致した情報コンテンツ案の作成支援を行う。ニーズ調査は現地再委託を予定する。

ニーズ調査の対象は、洪水災害管理に係るステークホルダーを優先として、**エラー！参照元が見つかりません。** および**エラー！参照元が見つかりません。** に含まれる 200 程度の洪水予報利用ユーザーを対象とし、PMD と協議の上で予算に応じて調整する。また、調査地域は、イスラマバード、ラホール、カラチ、および気象レーダーがカバーする範囲（雨量マップ整備が期待される地域）を想定し、PMD と協議の上で予算に応じて調整する。なお、ニーズ調査時の調査項目として、今後の IBF の展開に向けたインパクト情報調査についても可能であれば考慮する。

#### 4-5 JICA 他案件との協調

##### 4-5-1 無償資金協力「河川管理強化計画」との協調

WAPDA を実施機関とした、45 箇所の水文観測所（水位・流量・雨量）（水文・水理観測機器（水位計、雨量計等）等一式）およびデータモニタリングシステムの整備が JICA 無償資金協力「河川管理強化計画」としての実施が予定されている。一方、FFD は WAPDA からの水文情報の提供を受け、それらを洪水解析モデルの入力条件として洪水予測を実施しているが、現状では紙ベースでのデータ共有であることから、電子データでの情報共有の実現が望まれている。

「河川管理強化計画」における、データモニタリングシステムの整備にあたっては、災害管理の観点から、洪水予測に必要な水文情報が可能な限り効率的に FFD に共有されることを考慮したシステムの整備が望まれる。

## 第5章 プロジェクトの基本計画

### 5-1 案件概要

本プロジェクトでは「パキスタン気象局の気象観測・予報・気象情報の発信に係る能力が向上する。」というプロジェクト目標を達成するために、成果1においてパキスタン気象局が情報を発信する相手のうち、防災関連機関、地方自治体、メディア等のニーズを把握した上で、成果2、3、4において観測および予警報の能力向上・品質向上を図るもの。成果2では、地上気象観測に係る機器の維持管理体制の整備を図ると共に、手順の整理を行う。成果3では、無償資金協力で整備された気象レーダーを活用し、機器の維持管理手法の見直しと共に、定量的降水算出手法の開発および雨量マップの作成を行う。成果4では、降水監視による定量的な天気予警報を目指し、既存の洪水予報モデルへの適用も行い、これらを通じて成果1で確認した受け手のニーズに即した情報の提供を目指すものである。

### 5-2 基本事項

#### (1) 案件名称

和文	パキスタン国気象予報能力強化プロジェクト
英文	The Project for Improving of Meteorological Observation, Weather Forecasting and Dissemination

案件名は要請書通りでPMDと合意した。

#### (2) プロジェクトサイト／対象地域名

プロジェクト期間	4年間
----------	-----

プロジェクト期間は、無償資金協力「ムルタン市気象レーダー整備計画」(E/N 締結日：2018年8月31日)において、ムルタンに設置される予定の同国初のSバンド二重偏波気象レーダー(完工予定時期：2026年上半期)を活用した活動期間を十分に確保するため、4年とすることでPMDと合意した(要請書は3年間)。

プロジェクト開始時期は、ラマダン(2月～3月頃)および雨季(7月～9月)を考慮し、暫定的に2024年1月を目指すことで合意した。同月に、業務実施コンサルタントの初回渡航を目指す。

#### (3) 対象地域

対象地域	イスラマバード、カラチ、ラホール、ムルタン
------	-----------------------

PMDは要請書で、パキスタン全土を対象地域にするよう提案していたが、研修の拠点は、イスラマバード、カラチ、ラホールに加え、無償資金協力で気象レーダーが整備されるムルタンとすることでPMDと合意した。

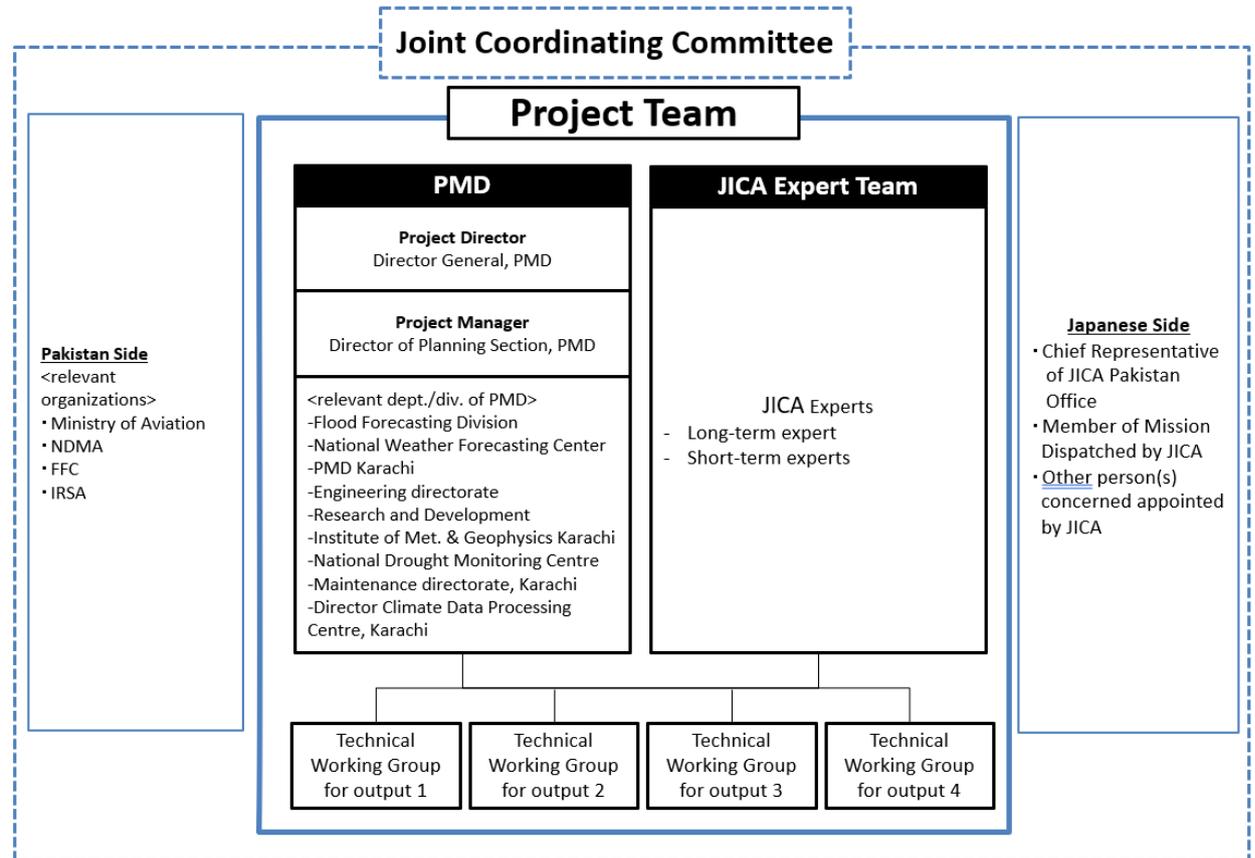
(4) 実施機関、協力機関、対象グループと受益者

実施機関	パキスタン気象局 (PMD)
協力機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 航空省 (Ministry of Aviation)</li> <li>・ 国家災害管理庁 (NDMA)</li> <li>・ 連邦洪水委員会 (FFC)</li> <li>・ インダス川水系公社 (IRSA)</li> </ul>
対象グループ／ 直接受益者	PMD 職員
最終受益者	パキスタン防災関連機関、パキスタン国民

実施機関は PMD となり、協力機関として、PMD からの気象情報を受け取っている省庁のうち、洪水予警報に関連が強い国家災害管理庁、連邦洪水委員会、インダス川水系公社と共に、所管官庁である航空省を加えることで合意した。協力機関には調査期間中に訪問し、案件の主旨を説明の後、案件への協力に合意を得た。

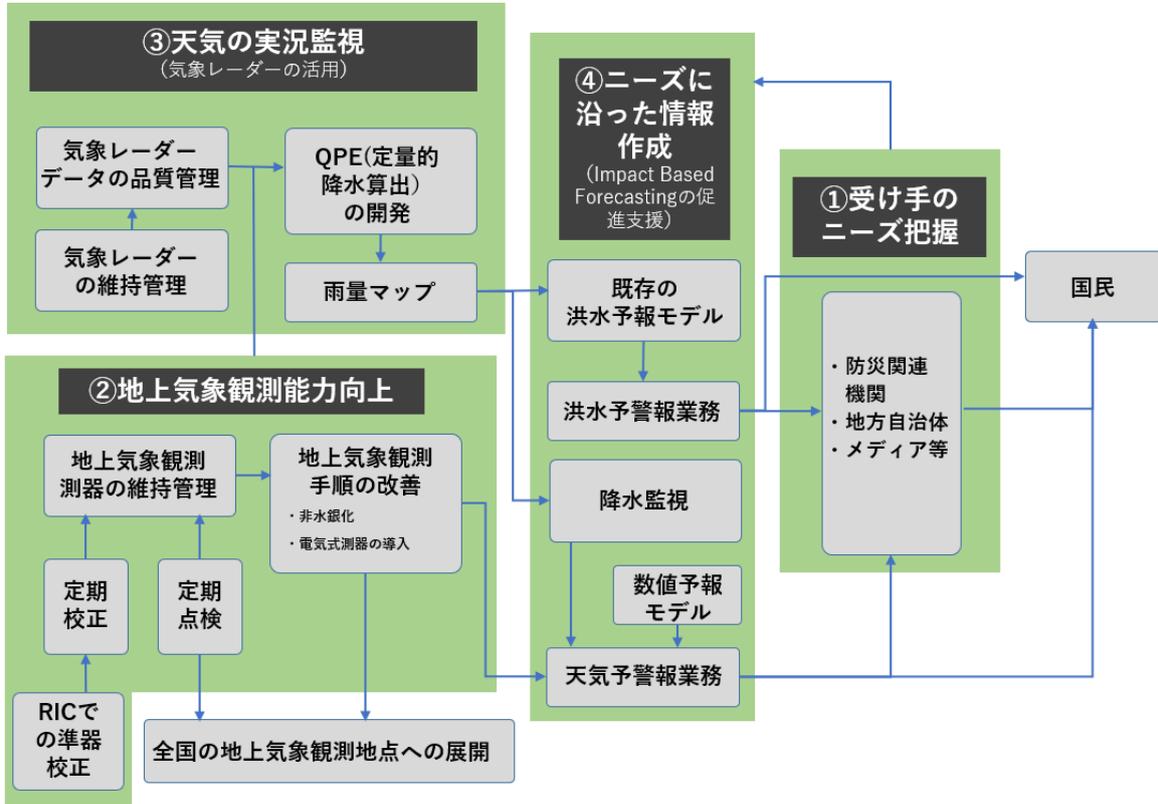
(5) 実施体制

本プロジェクトの実施体制として、2023 年 3 月の詳細計画策定調査時に確認した実施体制を以下図に示す。JCC は日本側と PMD によるプロジェクトチームに加え、協力機関の参加を呼び掛ける。また、成果毎に Technical Working Group を作ることで PMD と合意している。



### 5-3 協力の枠組み

実施機関であるパキスタン気象局と協議して、本プロジェクトのプロジェクト・デザイン・マトリックス (Project Design Matrix, PDM) 案のバージョン 0 を作成した (付属資料 1 を参照)。各成果と活動の関係性は以下のとおり。



以下、PDM に基づきプロジェクトの協力の枠組みを記載する。

#### (1) 上位目標

上位目標と指標は以下の通り PMD と合意した。

上位目標	パキスタン気象局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 1	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) 【確認手段】PMD への質問票回答
指標 2	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。 【確認手段】CICC が作成した雨量マップ
指標 3	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。 【確認手段】PMD への質問票回答

#### (2) プロジェクト目標

プロジェクト目標と指標は以下の通り PMD と合意した。

プロジェクト目標	パキスタン気象局の気象観測・予報・気象情報の発信に係る能力が向上する。
指標 1	CICC がレーダーを活用した雨量マップを 8 回/日以上 の頻度で作成する。 【確認手段】 CICC が作成した雨量マップ
指標 2	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。 【確認手段】 NWFC が発信した量的予報
指標 3	パキスタン気象局が防災関連機関の必要とする情報を作成する。 【確認手段】 PMD への質問票回答

(3) 成果

各成果とその指標は以下の通り PMD と合意した。

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。
指標 1-1	パキスタン気象局が防災関連機関の必要とする情報を把握している。 【確認手段】 PMD への質問票回答

将来的な Impact Based Forecasting (IBF) の実現に向け、まずは PMD が発信する情報が利用者ニーズに沿った情報となるために、洪水予報に特化したユーザーニーズ調査、整理、ニーズに合致した情報コンテンツ案の作成を支援する。対象エリアは、PMD と相談の上、決定するが、現時点ではイスラマバード、ラホール、カラチおよび気象レーダーがカバーする範囲（成果 3 で雨量マップの整備が基地アされる地域）を想定する。

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。
指標 2-1	カラチの中央気象測器センター（Central Met. Workshop）が地上観測機器の校正を実施し、記録を残す。
指標 2-2	地方気象センター（※）が地上観測機器の点検と維持管理を実施し、記録を残す。（※具体的な場所はプロジェクト開始後に決定する）
指標 2-3	定量的予報のための地上観測の手順が定められる。

今後、ユーザーニーズに沿った定量的な予報を行うためには、AWS/ARG による観測が不可欠であることから、適切に保守・点検・精度維持がなされるようカラチの中央気象測器センター（Central Met. Workshop : CMW）を中心とした体制・手順の整備を行う。プロジェクト内で対象とする地上観測所は PMD と協議の上、限定し、全国への展開はプロジェクト枠外（プロジェクト完了後含む）に PMD が対応することを想定している。

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。
指標 3-1	JICA の無償資金協力事業で整備し稼働しているレーダーが、プロジェクトで作成されたガイドラインとマニュアルに従って運用される。 【確認手段】 気象レーダーの運用状況
指標 3-2	CICC がイスラマバードとカラチ地域において、QPE 手法を用いた雨量マップを作成する。 【確認手段】 CICC が作成した雨量マップ

JICA の無償資金協力で整備した気象レーダーを対象に、PMD のレーダー観測担当職員が体系的な観測・維持管理・データ品質管理・データ保存を実施できるよう必要なガイドライン、マニュアルを整備すると共に、研修を実施する。加えて、カラチ、イスラマバード、ムルタンの気象レーダーに対し、定量的な降水量把握（QPE）を導入し、観測エリアの雨量マップを作成する。

成果 4	気象予報の精度が向上する。
指標 4-1	NWFC が雨量マップを用いて大雨監視を行う。 【確認手段】 PMD への質問票回答
指標 4-2	CICC が数値気象予報データを用いた予報ガイダンスを作成する。 【確認手段】 PMD への質問票回答
指標 4-3	FFD とラワルピンディ・イスラマバード 2 都市洪水予警報システム（ライヌラー流域）が雨量マップを利用した洪水予報を发出する。 【確認手段】 PMD への質問票回答

成果 3 で作成した雨量マップを基に、大雨監視を行うと共に、予報・警報を定量的な情報で提供すべく、気温、降水量を対象に気象ガイダンスの導入を支援する。また PMD が運用する既存の洪水解析モデル（FEWS-Pakistan モデル、Indus-IFAS モデル）および洪水予警報システム（ライヌラー流域洪水予警報システム）の入力値に、成果 3 で作成した雨量マップを用い、精度の向上を図ることを想定する。ただし、各モデル、システムへの利用可否については、活動 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。」を通じて確定する。

#### (4) 活動

各成果の活動は以下の通り PMD と合意した。

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。
活動 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。
活動 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、データ品質管理の現状及び AWS の整備計画をレビューし、分析する。
活動 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。
活動 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。
活動 2-4	活動 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。
活動 2-5	活動 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）が地上観測機器の校正を行う。
活動 2-6	活動 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。
活動 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。
活動 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。
活動 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。
活動 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。

活動 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。
活動 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。
活動 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、活動 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。ムルタンでは完成後に実施する。
活動 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。
活動 3-5	活動 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。
活動 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。
活動 3-7	活動 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。
活動 3-8	活動 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。
活動 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。

活動 4-1	気象予報の現状を確認し、課題を特定する。
活動 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。
活動 4-3	活動 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。
活動 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。
活動 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。
活動 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。
活動 4-7	洪水予報モデルの現状を確認し、課題を特定する。
活動 4-8	洪水予報業務における雨量マップの利用の可能性を検討する。
活動 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) 投入（インプット）

1) 日本側

1. 専門家派遣：

①長期専門家

②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、測器校正とトレーサビリティ、WRF モデル、洪水モデル）

2. 本邦研修：3 回（観測・測器、降水監視・予報、降雨監視・洪水予報）

3. 資機材供与：（雨量計チェッカー、デジタル気圧計、風速計、PC・サーバー等）

2) パキスタン国側

1. カウンターパートの配置：プロジェクト・ディレクター、プロジェクト・マネージャー

2. プロジェクト用オフィススペース・設備

3. プロジェクト活動費

## 第6章 評価6項目による評価結果

### 6-1 妥当性

妥当性とは、プロジェクト目標及び上位目標について、パキスタンの開発政策との整合性、ターゲットグループのニーズとの整合性等、事業の正当性をみる評価項目である。以下の理由により、本事業（PMDの気象予報能力の強化）の妥当性は高いといえる。

#### (1) 開発政策及びセクター計画との整合性

パキスタン国の長期開発政策は、2014年8月に計画開発省が発表した「ビジョン2025」である。同計画では、独立100周年となる2047年までに世界の10大経済大国に入ることを視野に、①「人的資本開発、社会資本開発」、②「持続的かつ包括的な成長」、③「民主的なガバナンス制度の構築、公的セクターの近代化」、④「エネルギー及び食料安全保障」、⑤「民間セクター主導の開発」、⑥「ナレッジエコノミーによる競争の活発化」、⑦「インフラの近代化及び地域連結性」の7つを目標としている。このうち、③ガバナンスと④エネルギーの分野で災害に関して取り組む課題が挙げられている。ガバナンスでは、「政府は、行政の強化と社会的保護プログラムの監視能力の構築に取り組み、政府助成金の重点対象の一つを災害後の早期復旧支援メカニズムの改善に向ける」としている。また、エネルギーでは、「特に水に関して優先すべき取り組みの一つとして、水関連の持続可能な災害レジリエンスを達成する」としている。

防災に関しては、パキスタン政府は、自然災害に対する防災体制を強化するために国家防災令（NDMO）を公布し、防災行政の中心である国家災害管理庁（National Disaster Management Authority：NDMA）を設置し、日本の支援を受けて「国家災害管理計画（National Disaster Management Plan：NDMP）」（2012年～2022年）を策定している。NDMPでは、「早期警報能力を強化し災害に対する脆弱性を軽減するためのマルチハザード早期警報システムの開発（気象レーダーシステムの構築、リアルタイム雨量・水位観測網の拡充、PMDスタッフに対する高度な気象学・水文学の教育プログラム等）」を災害介入策の一つとして挙げている。また、NDMPの附属計画の一つとして位置づけられる「国家マルチハザード早期予報システム計画」は、適正な予警報システムの構築・維持を目的として策定されている。

さらに、「ビジョン2025」やNDMPで述べられている政府目標の達成に貢献するため、2016年にPMDが「10年開発計画」を策定した。同計画第1章では、最優先実施項目の一つとして気象レーダーによる観測網整備の実施が挙げられている。

加えて、洪水関連法に関しては、2017年5月に国家洪水防御の10年投資計画である「第4次国家洪水防御計画」（2017年～2026年）が承認された。その中で、最初の5年間にPMDの既存の気象レーダー観測網の拡充や洪水予警報の拡充を行うことが挙げられている。

このように、自然災害に関わる予報能力の向上はパキスタンの防災関係計画において明確に位置付けられており、PMDの気象予報能力の強化を目的とした本事業は国家開発政策及びセクター計画との整合性を確保している。

#### (2) ターゲットグループのニーズとの整合性

本事業の直接裨益者はPMDである。PMDの主要任務の一つは、信頼性の高い気象観測・予報・警報発信を行い、パキスタンの社会経済の発展に貢献することである。しかし、PMDによる気象観測及び予報・警報は、必ずしも効果的な災害被害の緩和に結び付いているわけではな

い。例えば、2010年のモンスーン期の大雨は、インダス川流域を中心に洪水を引き起こし、2000万人が被災し、190万棟の建物が倒壊、道路や灌漑施設等のインフラが破壊された。洪水発生前にPMDから警報が発表されたにもかかわらず、甚大な被害が発生している。さらに2022年6～8月にも、モンスーンによる広範囲の大雨と洪水が発生し甚大な被害が発生している。パキスタン災害当局によると、1700人以上が死亡し、被災者は3300万人以上に達した。防災関係機関へのインタビューによると、PMDの気象情報以上の豪雨が短時間の間に発生し、大規模な洪水につながったとのことであり、PMDにはより正確な気象情報の提供を求めたとのことだった。他方で、PMDは基本的に晴れ、雨等の定性的天気予報のみを発信しており、雨の場合にはどれくらいの量の雨が降るか等の定量的天気予報は発信していない。したがって、PMDが量的予報に係る能力を向上し、防災関連機関が必要とする情報を提供することが極めて重要な課題となっている。本事業は上記に係る支援を活動に含んでおり、本事業によってPMDの気象観測・予報・情報発信の能力が向上し、ひいてはPMDから防災関連機関のニーズに沿った定量的な情報が提供されることを目標としている。よって、本事業はターゲットグループのニーズとの整合性が極めて高いといえる。

### (3) アプローチの適切性

図6-1では本調査で把握しているパキスタン気象分野の課題をまとめている。関係機関<sup>10</sup>へのインタビューによると、①気象予報の精度の更なる向上が可能、②定量的な情報が提供できていない、③防災関係機関とのコミュニケーションに課題があるといった声が聞かれた。このため、PMDが防災関係機関のニーズを把握し、気象予報の精度を向上し、ニーズに沿った定量的な情報提供を行えるようになるのが重要と考えられる。他方で、PMDは数値予報を行っているものの、観測データを活用した同化（数値予報モデルに実際の観測値を入力してより現実に近い結果が出るようにする）は行っておらず、予報結果の更新も行っていない。また、PMDは日々天気予報や洪水予報等を発信しているが、質的なものに留まり、定量的なアウトプット（例えば、明日は雨、というだけでなく、どれくらいの雨が降るのかといった定量的な情報の提供等）ができていない。これらにはPMD職員の経験や、観測データの量・質等に不足があると思われる。データの量に関しては、老朽化等により十分に稼働していない気象レーダーがある、AWSの観測密度が低い、観測値をマニュアルで入力しているといった課題がある。また質に関しては、AWSの標準機が国際的に認められた場所での検定を経ていない、地上観測測器の校正と点検の記録が保管されていないといった課題がある。また、国際的に使用が禁止されている水銀式の測器が使用されており更新が必要である。

こうした背景を踏まえ、本事業では図6-2のアプローチ（課題解決に至るまでの想定される道筋）をとることを計画している。本事業の活動は緑色で、成果は黄色で示している。点線のボックスは、ボックスが成立し、次のボックスが成立する（もしくはそのボックスが成立する）ために必要な条件だが、本事業では支援しないものを示している。そのうち、点線・灰色は、自然に成り立つもの（もしくは自然には成り立たないが他の機関が支援を行うもの）を示している。点線・橙色は自然には成り立たず、他の機関も支援を行わないもの（PMDが独自に実施

<sup>10</sup> 調査期間が限られていたことから、PMD及び限られた防災関係機関のみへのインタビューにより課題を想定している。そのため、すべての現状を把握できていないことに留意されたい。

する必要があるもの)を示している。

①気象予報の精度の更なる向上が可能といった課題に対しては、本事業では観測データの同化を行い、数値予報モデルの精度を評価・改善し、気象予報ガイダンス（カルマンフィルタ式の気温・降水ガイダンス）を導入することで、PMDの気象予報の精度向上を支援する。この際、気象レーダーのガイドラインとマニュアルの整備及び研修の実施により、PMD職員の気象レーダーの維持管理能力を強化し、同化や定量的予報に活用する観測データが入手できるように支援する。

②定量的な情報が提供できていないといった課題に対しては、上記で適切な維持管理をサポートしつつ、その観測データの量と質が担保された気象観測機器（気象レーダー、雨量計等）を用いた定量的降水量算出（Quantitative Precipitation Estimation: QPE。以下「QPE」という。）を行い、雨量マップを作成することで、PMDが定量的な情報を提供できるように支援する。

③防災関係機関とのコミュニケーションに課題あるといった点に対しては、本事業でニーズ調査を行い、PMDが防災機関の必要とする情報を把握できるような支援を計画している。

前提条件（点線・灰色のボックス）に関しては、いずれも満たされる可能性が高いと思われる。まず左下の「気象レーダーが更新される」に関して、老朽化等により十分に稼働していない気象レーダーがあるが、世界銀行が既存レーダーの新設・更新に係る支援を計画している。次に「AWSが供与される」に関しても、世界銀行及びアジア開発銀行等が設置の計画を検討している。他方で、点線・橙色のボックスに関しては、実行に移すのはPMDに依るため、実際に達成されるかには留意が必要である。まず左下の「既存の気象レーダーが安定して稼働する、障害への対応能力の向上、レーダーデータの品質向上」に関しては、本事業では維持管理に係るガイドラインとマニュアルの作成及び研修の実施を予定しているが、PMDが既存の気象レーダーを安定して稼働させ、データの品質を向上させられるように十分な研修期間を設けることが望ましいと思われる。次に、「自動観測データが高頻度で収集される」に関しては、本事業ではAWSの利活用も含めた全国展開へのロードマップの作成を支援する計画だが、それを実行するのはPMDに依る。ただし、今後他の機関の支援を通じて気象レーダーやAWS等の気象観測機器が急増することを鑑みると、PMDにとってデータの効率的な収集・処理の優先度は高くなると思われる。したがって、PMDが実施する可能性は高いと考えられる。「AWSの校正、維持管理、品質管理の手順が確認される、AWSの精度が確保される、自動観測データの精度が担保される」に関しても、本事業で現状のレビューを行い、分析する予定だが、その後の改善を行うのはPMDに依るため、本事業の活動実施時に今後の改善の方針についてPMDと確認しておくことが望ましいと思われる。同様に、右下の「観測機器の非水銀化が進む」についても、本事業で作成する地上観測手順案を実行するのはPMDに依るため、事業実施中に非水銀化の重要性についてPMDに十分に理解してもらおうのが望ましいと思われる。

以上の通り、一部留意が必要な点もあるものの、課題解決のために必要なアプローチがとられており、活動から課題解決までのロジックも論理的で飛躍もないと思われることから、本事業のアプローチは適切だと考える。

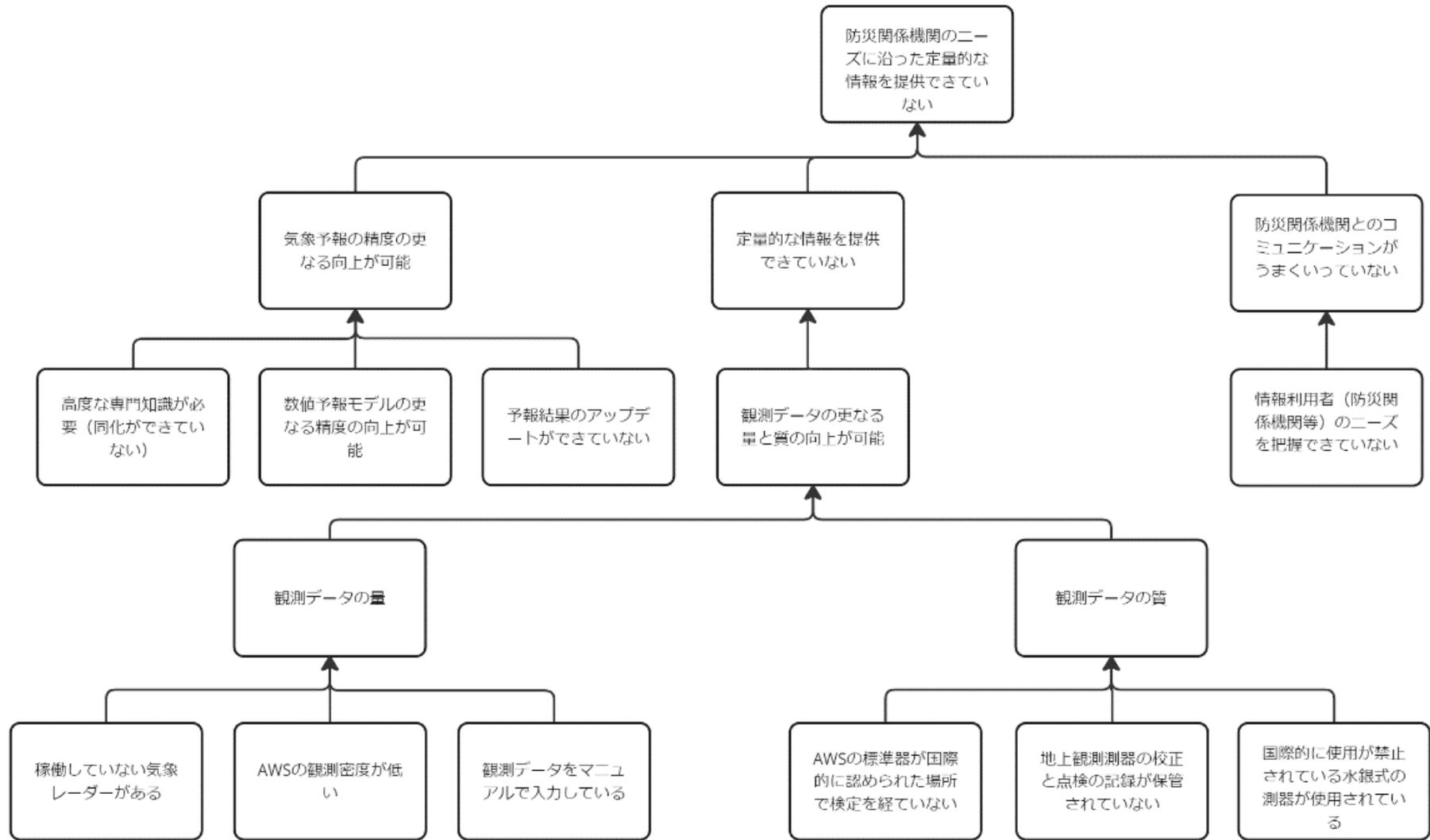


図6-1 パキスタン気象分野の課題

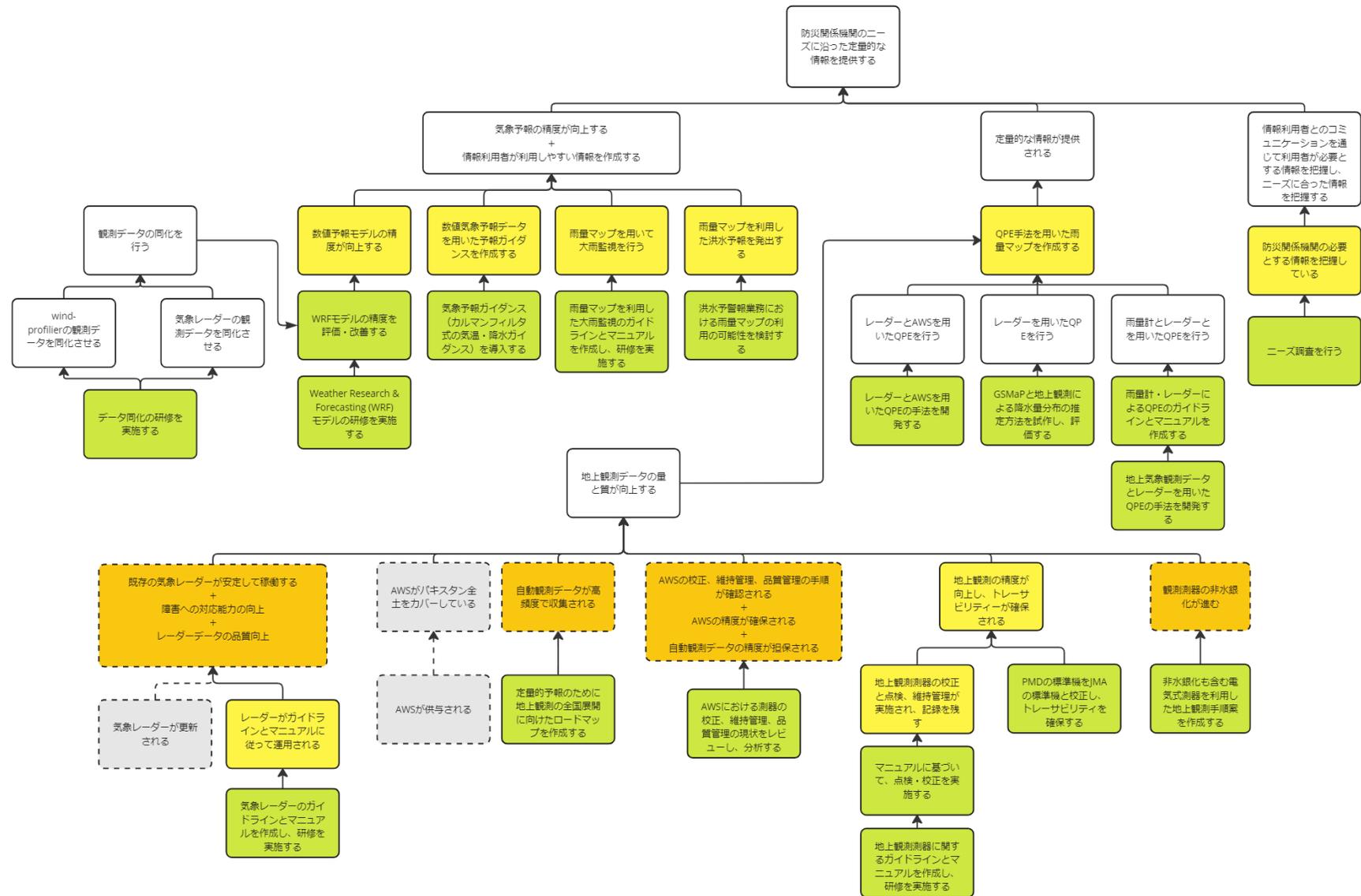


図6-2 本事業のアプローチ（課題解決に至るまでの想定される道筋

## 6-2 整合性

整合性とは、プロジェクト目標及び上位目標について、日本政府及び JICA の協力方針との整合性、JICA の他のプロジェクトとの相乗効果・相互関係の有無、他の開発機関等との補完性・調和・調整の有無、国際的な枠組み（国際目標、イニシアティブ、基準等）との整合性等をみる評価項目である。以下の理由により、本事業の整合性は高いといえる。

### (1) 日本政府及び JICA の協力方針との整合性

日本政府は、「対パキスタン・イスラム共和国国別開発協力方針」（2018年2月）において「中間層の拡大を通じた安定的かつ持続的な社会の構築」を大目標に支援を行っている。重点分野の一つには「人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」が位置づけられており、第三回国連防災世界会議において採択された「仙台防災枠組み 2015-2030」に基づき、「日本の知見と技術を活用した災害予防、減災を中心とした防災体制の強化を支援し、災害に負けない強靱な社会の構築」に向けた支援を行っていくとしている。同グローバルターゲット (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。したがって、PMD の気象観測・予報・情報発信能力の強化を通じて気象災害による被害の緩和を目指す本事業は日本政府の開発協力方針と整合しているといえる。

また、「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）では「防災」を重点プログラムの一つとしている。特に洪水は発生頻度が高く、洪水災害リスクへの脆弱性が高まっていると指摘している。これを受けて、非構造物対策では気象レーダーの整備が進んでいるが、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している。また、グローバル・アジェンダ事業戦略「防災・復興を通じた災害リスク削減」では、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」を掲げており、本事業における PMD の気象観測能力及び防災関係機関のニーズに沿った情報提供の能力向上は、その実現に寄与する。したがって、PMD の気象予報の精度向上を支援する本事業は JICA の協力方針と整合しているといえる。

### (2) JICA の他のプロジェクトとの相乗効果・相互関係の有無

日本政府は 1998 年以降、PMD をカウンターパート機関として、気象レーダーの整備を支援してきた。パキスタン向け無償資金協力「第二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、「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）、「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イスラマバード及びカラチに設置した。また現在は、無償資金協力「ムルタン気象レーダー整備計画」（2018年～2026年）及び「サッカール気象レーダー整備計画」（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ール市に S バンド二重偏波気象レーダーの設置を予定しており、本体事業を実施中であり、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。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・組織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（二重偏波気象レーダーを含む気象観測・測器の維持管理

及び安定運用、二重偏波気象レーダーのデータに基づく降水プロダクトの作成とその利用による予報・気象情報の精度向上、及び気象情報の発信能力向上)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。

(3) 他の開発機関等との補完性・調和・調整の有無

既述「2-4-2 他機関による協力概要」に記した通り、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。

世界銀行に関しては、新規事業が計画されている。本事業と関係する活動は、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(数値気象予報システム導入、コンピューティング能力強化)、情報伝達方法の改善等が挙げられる。これらの活動内容はJICA本事業とも関係するため重複を避ける必要がある。他方で、同事業で設置される資機材等を活用できる可能性も見込まれるため、十分な情報共有が望ましいと思われる。

アジア開発銀行に関しては、現在「第3次洪水防御セクタープロジェクト」(Flood Protection Sector Project-III: FPSP-III)(193 million USD(約263億円))を実施している。その一部として、PMDから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を含む事業プロポーザルがFFCに提出されている。JICA本事業にはAWSの校正、維持管理、品質管理、整備計画の策定等が含まれる予定であることから、本事業が上記アジア開発銀行の事業で設置されるAWSの持続的な運用に貢献できる可能性があると思われる。

(4) 国際的な枠組み(国際目標、イニシアティブ、基準等)との整合性

本事業は、パキスタン国における気象災害による被害の緩和に貢献することから、持続可能な開発目標(SDGs)のゴール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」の達成に資するものである。

「仙台防災枠組2015-2030」において、①「災害リスクの理解」(関連データの収集・分析・管理・活用、災害リスク評価、地理空間情報の活用、防災教育、普及啓発、サプライチェーン)、②「災害リスクガバナンスの強化」(すべてのセクターにわたる防災の主流化、防災戦略計画の採択、関係ステークホルダーとの政府の調整の場、ステークホルダーへの責任と権限の付与)、③「レジリエンスのための事前の防災投資」(ハード・ソフト対策を通じた防災への官民投資、土地利用、建築基準)、④「効果的な災害への備えと復旧・復興過程における「よりよい復興」」(災害予警報、事業継続、避難場所・食料・資機材の確保、避難訓練、復旧・復興段階における基準類、土地利用計画の改善を含めた災害予防策、国際復興プラットフォーム等の国際メカニズム強化)、という4つの優先分野が特定されている。本事業はこのうち、特に優先分野①と④に貢献するものである。また、同グローバルターゲット(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。

6-3 効率性(予測)

効率性とは、投入と成果の関係に着目し、資源の有効活用ができているかをみる評価項目である。事業は開始されていないため、計画の論理性(成果を産出するために必要な活動が計画

されているか、活動を行うために過不足ない量・質の投入が計画されているか等)、期間とタイミングの適切性（事業期間は事業計画に見合った設定となっているか、投入のタイミングは適切に計画されているか）等を確認し、現時点の効率性を判断する。以下の理由により、本事業の効率性は高いといえる。

(1) 計画の論理性

【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」に関しては、「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」及び「1-2. 防災関連機関との議論を通じて提供すべき必要な情報を特定する」の活動が計画されており、成果を産出するために必要な活動内容だと思われる。投入に関しては、防災関連機関調査の短期専門家 1 名の配置が予定されており、活動には約 10 カ月の十分と思われる期間も設けられている。

【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」に関しては、図 6-3 に示す活動等（成果は黄色、活動は緑色）が計画されており、成果を産出するために必要な活動内容だと思われる。投入に関しては、地上観測・測器校正の短期専門家 1 名の配置が予定されており、活動には約 4 年間にわたり十分と思われる期間も設けられている。

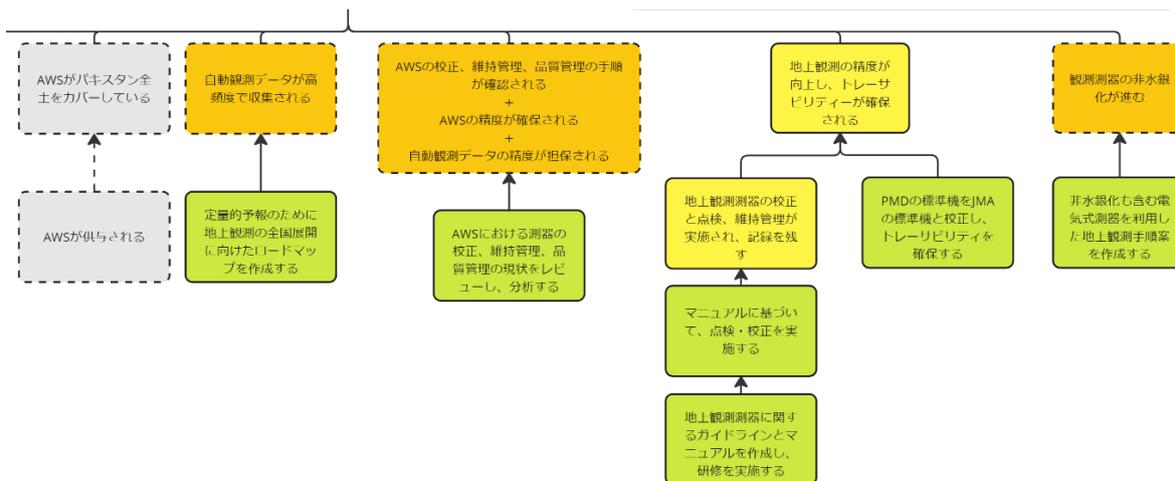


図 6-3 成果 2 の活動

【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」に関しては、図 6-4 に示す活動が計画されている。成果 3 では、気象レーダーの観測データの品質が向上するという点に関して、定量的な雨量マップの作成を目指しており、活動にこの雨量マップの作成のために必要な支援が含まれている。これらの活動は成果を産出するために必要なものと思われる。投入に関しては、業務主任/QPE の短期専門家 1 名、レーダー観測の短期専門家 1 名の配置が予定されており、また雨量マップの作成のために約 3 年以上の期間が設けられていることから、活動実施に必要な実施体制が整備される予定である。

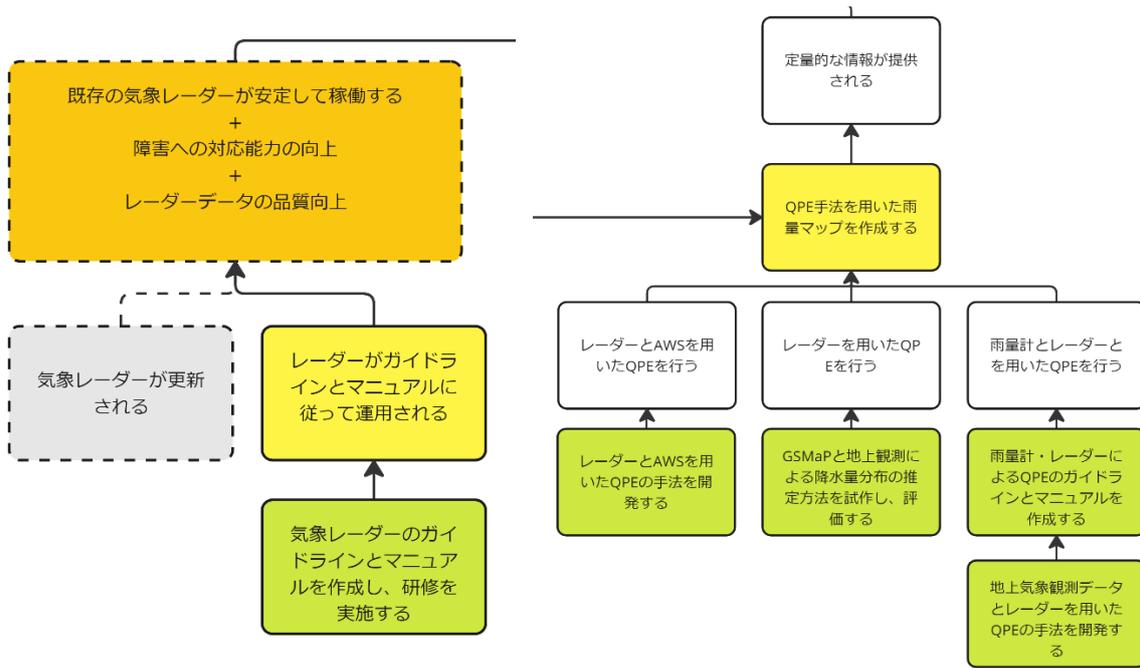


図6-4 成果3の活動

【成果】「4. 気象予報の精度が向上する」に関しては、図6-5に示す活動等が計画されている。成果4では、観測データを活用して数値予報モデルの精度を評価・改善し、予報ガイダンスを行うことで、数値予報の結果から天気予報・防災情報に必要な情報を抽出し、予測精度の向上、予報業務の高度化に寄与することを目指している。PMDはすでに数値予報を行っているが、データ同化や予報結果の評価を行っていないという課題があることから、こうした課題を踏まえ必要な活動が計画されていると思われる。さらに、本事業では災害の中でもパキスタンにおいて特に被害の大きい洪水に焦点を当て、洪水予報の精度向上を目指している。特に雨量マップは洪水情報の精度向上に寄与する可能性が高いことから、雨量マップの利用可能性を検討する活動が予定されている。投入に関しては、予報ガイダンスの短期専門家1名、WRFモデルの短期専門家1名、洪水モデルの短期専門家1名、洪水モデルの短期専門家1名の配置が予定されている。活動には約4年間にわたり十分と思われる期間も設けられている。

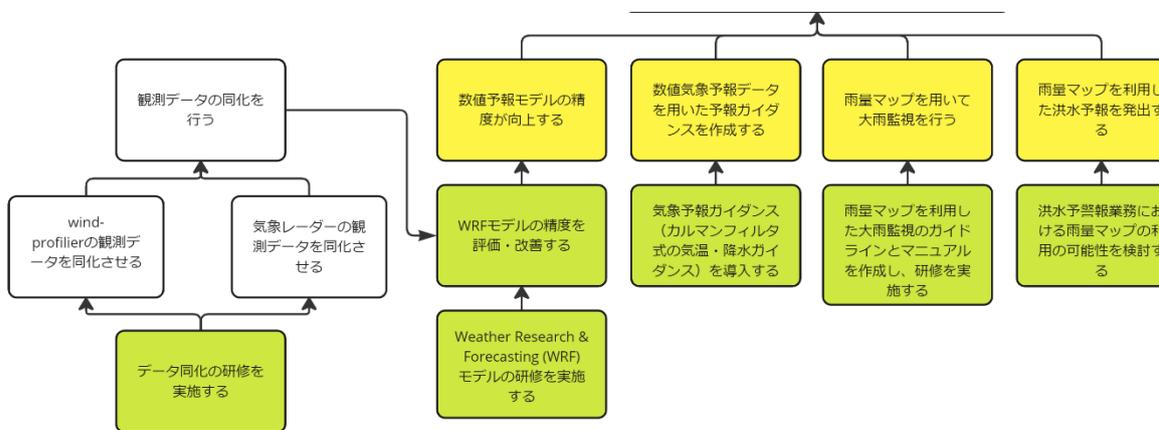


図6-5 成果4の活動

## (2) 事業期間・タイミングの適切性

本事業は2024年1月～2027年12月（4年間）での実施を予定している。本事業は無償資金協力による施設・機材を活用しながらPMDの能力強化を図るものであり、スキーム間で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。特に「ムルタン気象レーダー整備計画」（2018年～2026年）において、パキスタンの中部ムルタン市にSバンド二重偏波気象レーダーの設置を予定しているが、この機能が備わったレーダーはパキスタンで初めての導入であるため、その運用と利用には人材の育成及び組織体制の強化が必要である。したがって、ムルタン気象レーダーの完工予定時期（2026年2月）後に実施する研修に必要な期間（約1年間）を確保するため、本事業は2027年12月までの実施を計画している。同気象レーダーを対象に入れることで、連携による効果が見込まれるほか、同気象レーダーを活用することで精度の高い予報が可能となることから、適切な事業期間の設定と思われる。

各投入のタイミングも適切であると思われる。各投入時期及び活動期間は各年のラマダン、イード（犠牲祭）、雨季の通常業務が集中する時期を極力避けるように設定されており、適切と思われる。各活動に関して、レビューを行い、方針を固めてから、ガイドライン・マニュアルを作成し、実地研修を行う等、全体のプロセスも適切であり、各活動に必要な期間が設けられている。

さらに、事業期間中は長期専門家がイスラマバード拠点に滞在し、事業全体の運営を監督し、各活動の進捗に応じて短期専門家が派遣され、指導を行う等、万全な事業の実施・モニタリング体制が計画されている。

## 6-4 有効性（予測）

有効性は、事業の目的が成果によってどの程度達成されたかをみる評価項目である。現時点で事業は開始されていないため、計画の論理性（プロジェクト目標及び成果の内容が明確に記載されているか、成果からプロジェクト目標の達成に至るまでのロジックが適切か等）及び外部条件の有無等を確認し、目標達成の蓋然性を確認することで、現時点の有効性を判断する。以下の理由により、本事業の有効性は高いといえる。

### (1) 計画の論理性

既述「6-1 妥当性(3)アプローチの適切性」で記した通り、PMDが予報の精度を向上し、定量的な情報提供を行えるようになるのが重要と考えられる。これには、PMDの予報・気象情報の発信に係る能力の向上が必要である。また精度の高い予報のためには気象観測データの量と質も重要であることから、PMDの気象観測の能力向上も重要であると思われる。したがって、本事業で想定しているプロジェクト終了時まで達成されるべき【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」は、パキスタン気象分野における課題解決のために必要な条件を的確に捉えた、適切な表現であると考えられる。

この【プロジェクト目標】に対し、【成果】には「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」、「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」、「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」、「4. 気象予報の精度が向上する」の4つが想定されて

いる。各成果いずれも課題に対して PMD が向上すべき具体的な能力を明確に示していると思われる。

PMD が気象予報の精度を向上し、定量的な情報を災害関係機関等に提供することが重要だが、既述「6-1 妥当性(3)アプローチの適切性」で記した通り、防災関連機関が必要とする情報が提供されていない（ニーズを把握しきれていない）、気象観測データの量及び質に不安があるといった課題がある。したがって、まず上記の 1～3 とともに 4 を支援することで、「PMD の気象観測・予報・気象情報の発信に係る能力向上」【プロジェクト目標】を図り、PMD の気象予報の精度向上及び定量的な情報提供を支援するといったロジックは明確で、適切であると考えられる。

## (2) 外部条件及び主なリスク

プロジェクト目標に至るまでの外部条件のうち、無償資金協力「ムルタン気象レーダー整備計画」による気象レーダーの設置・運用開始時期に注視する必要がある。

本事業では、同ムルタン気象レーダーの維持管理の支援も含まれており、同レーダーの設置が完了してから、本事業で作成したガイドラインとマニュアルに従って、研修を実施する予定である。現時点では、本事業の協力期間を 2027 年 12 月までとしており、同レーダーの設置完了（2026 年 2 月を予定）から約 1 年の余裕をもった設定としているが、同レーダーの設置完了・運用開始が大幅に遅れると計画を変更せざるを得ないことになる。万が一、同レーダーの設置完了・運用開始が大幅に遅れることになれば、本事業でどの程度まで支援するのか（ガイドライン及びマニュアルは準備しておき、運用開始を待たずに座学で研修を行うのか等）を事前に協議・検討し、適切に対応する必要がある。

## 6-5 インパクト（予測）

インパクトとは、プロジェクトの上位目標がどの程度達成されたか、プロジェクトの実施によってもたらされる長期的・間接的効果や波及効果をみる評価項目である。事業は開始されていないため、計画の論理性（上位目標の内容が明確に記述されているか、上位目標はプロジェクト目標が達成されて、外部条件が満たされれば達成されるか）、波及効果の有無（上位目標以外の正負の効果・影響の有無）等を確認することで、現時点のインパクトを判断する。以下の理由により、本事業のインパクトは高いといえる。

### (1) 計画の論理性

既述「6-1 妥当性(3)アプローチの適切性」で記した通り、PMD が予報の精度を向上し、防災関連機関が必要とする定量的な情報を提供できるようになるのが重要と考えられる。したがって、本事業の【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」は、パキスタン気象分野における最終目標に沿った適切な表現であると考えられる。

この【上位目標】に対し、【プロジェクト目標】は「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」である。既述「6-4 有効性(1)計画の論理性」で記した通り、【上位目標】の達成には、PMD の気象観測・予報・気象情報の発信に係る能力の向上が必要である。数値予報モデルの評価・改善及び予報ガイダンスの作成によって、PMD の気象観測データの品質向上、予報の精度の向上とともに、定量的なアウトプットの作成を支援することで、PMD の気象観測・

予報・気象情報の発信に係る能力が向上し【プロジェクト目標】、PMD が本事業で移転した技術に基づいて継続的に活動を実施することで、プロジェクト終了3年後までに、防災関連機関のニーズに沿った定量的な情報を継続的に提供できるようになる【上位目標】と思われる。この【プロジェクト目標】から【上位目標】に至るまでのロジックは明確で、適切であると考えられる。

## (2) 外部条件及び主なリスク

上位目標に至るまでの外部条件には、以下の2つが挙げられる。

① PMD が改善した地上観測の全国展開に向けたロードマップを実施する。

② 二重偏波気象レーダーが運用されている。

①に関しては、本プロジェクトでは、活動に「定量的予報のために地上観測の全国展開に向けたロードマップを作成する」を含んでいるが、作成したロードマップを実際に実施するかはPMDに依る。特に上位目標では、PMD が本プロジェクトで移転した技術を用いてAWSを活用した雨量マップを作成することを想定しているが、これには上記のロードマップを実施し、PMD が独自にAWSの品質管理を行い、AWSを活用した雨量マップを作成することが前提になっている。

②に関しては、二重偏波気象レーダーは今後パキスタンで初めて導入されることもあり、PMD ではその運用・維持管理に関する経験が不足している。本プロジェクトで同レーダーの運用・維持管理に関するガイドラインとマニュアルを作成し、研修を行う予定だが、既述「6-4 有効性(2) 外部条件及び主なリスク」に記した通り、同レーダーの設置完了・運用開始が大幅に遅れると活動内容を変更せざるを得ないことになるとと思われる。加えて、JICA 以外に世界銀行でも二重偏波気象レーダーの設置を計画しており、こうした今後増加する二重偏波気象レーダーの運用・維持管理を適切に行えるかはPMDにかかっている。

## (3) ジェンダーへのインパクト

PMD 内でのジェンダー配慮に関して、PMD 職員の男女比率は約20対1（2023年3月時点で男性の職員は1878名に対し、女性は99名）と男性に比べて女性の職員数は少ないが、パキスタン政府の政策に従い、女性専用のポジションを設けることで、女性の雇用を保障している。また現在PMDにはディレクターレベルの職位に2名の女性が就いており、平等な昇格機会も設けている。加えて、平等な研修機会を設けており、女性が公的な海外研修に行くこともあるとのことだった。このようにPMDでは男女平等な執務環境が整備されている。本事業においては、事業開始後に研修を計画・実施する際に女性も対象者に含めることで、PMDの女性職員の能力向上にも貢献できると思われる。

## (4) 気候変動へのインパクト

本事業は、気象観測の質の向上、気象予報の精度の向上、それらに基づく防災関係機関のニーズに沿った適切な情報提供により気候変動による影響で増加している洪水災害等の被害の緩和に貢献することができるため、気候変動対策（適応）に資する案件である。

## 6-6 持続性

持続性とは、本事業が終了した後も事業実施による便益が持続されるかどうかをみる評価項目である。本事業の実施による便益の持続とは、PMDの気象観測・予報・情報発信の能力が向上し、防災関連期間のニーズに沿った情報が提供され続けることである。以下の理由により、本事業の持続性は高いといえる。

### (1) 政策・制度面

本事業は気象レーダーシステムを含む気象観測機器の効果的な運用、それら機器のデータを用いた定量的な予測、雨量マップの作成等を行う計画である。こうした気象レーダーシステムの構築や水位観測網の拡充は「国家防災管理計画」(NDMP)(2012年～2022年)にも記されているとおり、パキスタン政府が重視する災害介入策の一つである。現在、技術協力「国家防災計画更新に向けた技術支援プロジェクト」(2022年～2025年)によりJICAはNDMPⅡの更新を支援しており、こうした政策環境は今後も継続することが見込まれる。

### (2) 組織・体制面

PMDの観測及び予報、情報発信に関して、それぞれ担当の部署が存在しており、各部署には一定程度の人員がいる。またPMDへの質問票回答によると、現時点で人員不足により業務に支障が生じていないとのことであった。PMDは、航空省傘下の恒常的な行政機関として、長官や気象統括官等の幹部等のポストは定められた任期で所定の手続き(理事会で3名推薦、最終的には首相が任命)に従い交代する。その他のポストについても空席があり次第公募し、人員を補充しているとのことだった。以上より、本事業終了後も便益の持続に必要な体制は維持されることが想定され、現時点において組織・体制面で大きな問題はないと思われる。

### (3) 財政面

PMDは、航空省傘下の恒常的な行政機関として予算措置を受け、通常業務を行っている。PMDへの質問票回答によると、近年パキスタン経済が抱える財政問題により政府による予算削減や制約があり、PMDの予算に影響を及ぼしているとのことだったが、2009年から今日に至るまで、PMDの予算は増加傾向にある。現時点において予算不足により業務に支障が出ているとの声は聞かれなかったことから、現時点において財政面で大きな問題はないと思われる。

### (4) 技術面

JICA無償資金協力で提供された気象レーダーや関連設備はこれまで問題なく運用されており、現地視察でも室内が清潔な状態に保たれていることが確認された。さらに、PMDでは職員が学んだスキルを保持するために社内研修やフォローアップ等の仕組みが整備されている。具体的には、カラチにあるPMDの気象地質研究所(IMG)において、1年に1回、気象予報士、プログラマー、エンジニア等の現役職員向けに研修が実施されている。基本コースとしては、1)観測(BIPM)、2)気象1(BIP-MT)、3)気象2(BIP-M)がある。BIPMは観測者(Observer)を対象とした14週間の研修で、4週間のOJTがある。BIP-MTは気象学者(Meteorologist)を対象とした18週間の予報研修で、8週間のOJTがある。BIP-Mは予報官になる予定の気象学者のための32週間の研修で、20週間のOJTがある。PMDでは気象学者になるには、大学で、物理、地球物理、数学、宇宙科学、地質学、物理化学を学んでいる必要がある。また、ガイドラ

インやマニュアルで定められた手順で日常業務、修理・メンテナンスを行っている。

以上より、PMDには専門知識を有した職員が多く在籍しており、日常業務を遂行するために必要な基本技術が備わっている。研修機会も整備されている。また、ガイドライン及びマニュアルを通じて日常業務を行う習慣もあることから、本事業で移転した技術は終了後も継続的に日常業務で適用されるものと考えられる。

## 6-7 結論

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、防災関連機関のニ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。

以上

## 付 属 資 料

1. 付属資料1：M/M（PDM（ver.0）、PO（ver.0）含む）
2. 付属資料2：プロジェクト・デザイン・マトリクス（和訳）
3. 付属資料3：議事録
4. 付属資料4：収集資料リスト

**MINUTES OF MEETING  
BETWEEN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
PAKISTAN METEOROLOGICAL DEPARTMENT  
OF THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN  
FOR  
THE PROJECT FOR IMPROVING OF METEOROLOGICAL  
OBSERVATION, WEATHER FORECASTING AND  
DISSEMINATION**

In response to the request of the Government of Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as "GOP"), the Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") of the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), headed by Dr. ISHIHARA Masahito, visited Pakistan from 6<sup>th</sup> to 24<sup>th</sup> March 2023, for the purpose of formulating "The Project for Improving of Meteorological Observation, Weather Forecasting and Dissemination" (hereinafter referred to as "the Project").

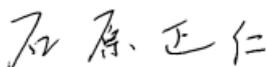
During its stay, the Teams exchanged its views and had a series of discussions for the purpose of working out the framework and details of the Project with the officials of the Pakistan Meteorological Department (hereinafter referred to as "PMD").

As a result of the discussions, the Team and PMD agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

The parties acknowledge and agree that this Minutes of Meetings may be executed by electronic signature, which is considered as an original signature for all purposes and has the same force and effect as an original signature. "Electronic signature" includes faxed versions of an original signature or electronically scanned and transmitted versions (e.g., via pdf) of an original signature.

Islamabad, 21st March 2023

For  
JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY



Dr. ISHIHARA Masahito  
Team Leader  
Detailed Planning Survey Team

For  
PAKISTAN METEOROLOGICAL  
DEPARTMENT



Mr. SAHIBZAD KHAN  
Director General,  
Pakistan Meteorological Department,  
Islamabad Pakistan

## ATTACHED DOCUMENT

1. **Record of Discussions**  
The draft R/D, shown in Attachment 1 which stipulates the framework of the Project, shall be finalized and signed by the representative of JICA Pakistan office and PMD after notification of approval for implementation of the Project by JICA Headquarters.
2. **Format of Monitoring Sheet**  
Both sides agreed that regular monitoring of the Project will be conducted by using the Format as shown in Attachment 2 in order to confirm the progress and recognize the issues to be resolved during the implementation of the Project.
3. **Implementation Structure**  
PMD and the Team agreed that the Director General of PMD will oversee the implementation and management of the Project as the Project Director and the Director of Planning Section of PMD will act as the Project Manager to coordinate daily operation of the Project. The both parties confirmed that the Project Director host the Joint Coordinating Committee (JCC) meetings of the Project, together with the Project Manager.  
JICA proposed to set up a Technical Working Group for each output for smooth implementation. The PMD agreed to the proposal and both sides confirmed that the details will be discussed when JICA Experts are dispatched.
4. **Office Space for JICA Experts**  
PMD agreed to prepare the office space with necessary furniture such as desks, chairs, cabinets, and internet connection for JICA long-term expert and short-term experts in the PMD headquarters Islamabad (for up to 10 people) by the time JICA expert arrives and provide the space for during the project period. Both sides confirmed that the office space with necessary furniture in the PMD Karachi (for up to 3 people) and FFD Lahore (for up to 3 people) for JICA experts should be prepared when JICA Experts visit.
5. **Trainings in Japan**  
To maximize the effectiveness of the trainings, both parties confirmed that the TOR of the trainees would be defined before the selection of trainees and JICA Experts provide an orientation before the training is conducted.
6. **Target sector in output 1**  
Both parties agreed to focus on one sector, especially flood, for analysis in output 1 and the target area will be determined through discussions between PMD and JICA Experts after the commencement of the project.

(End of document)

Attachment 1 Draft Record of Discussions (R/D)  
Attachment 2 Format of Monitoring Sheet

72

2

**RECORD OF DISCUSSIONS**

**FOR**

**THE PROJECT FOR IMPROVING OF METEOROLOGICAL OBSERVATION,  
WEATHER FORECASTING AND DISSEMINATION**

**AGREED UPON BETWEEN**

**PAKISTAN METEOROLOGICAL DEPARTMENT**

**OF**

**THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN**

**AND**

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

**Dated MONTH DAY 2023**

*72*

*72*

Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey for the Project for Improving of Meteorological Observation, Weather Forecasting and Dissemination (hereinafter referred to as "the Project") signed on March 21, 2023 between the Pakistan Meteorological Department of the Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as "the Counterpart") and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA held a series of discussions with the Counterpart and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

The purpose of this record of discussions (hereinafter referred to as "the R/D") is to establish a mutual agreement for its implementation by both parties and to agree on the detailed plan of the Project as described in the followings and the Annex1, 2, which will be implemented within the framework of the Agreement on Technical Cooperation signed on April 30, 2005 (hereinafter referred to as "the Agreement") and the Note Verbale exchanged on May 10, 2022 between the Government of Japan and the Government of the Islamic Republic of Pakistan.

The Counterpart will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of the Islamic Republic of Pakistan.

Both parties also agreed that the Project will be implemented in accordance with the "Basic Principles for Technical Cooperation" published in December, 2016 (hereinafter referred to as "the BP"), unless other arrangements are agreed in the R/D.

The R/D is delivered at Islamabad as of the day and year first above written. The R/D, except Annex 3 to 7 may be amended by a minutes of meeting between both parties. The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the R/D.

72

7

For

JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY

---

Mr. KINOSHITA Yasumitsu  
Chief Representative  
JICA Pakistan Office

For

PAKISTAN METEOROLOGICAL  
DEPARTMENT

---

Mr. SAHIBZAD KHAN  
Director General

Witness by

MINISTRY OF AVIATION, THE ISLAMIC  
REPUBLIC OF PAKISTAN

---

TBC  
TBC

- Annex 1 Project Description
- Annex 2 Main Points Discussed
- Annex 3 Project Design Matrix (PDM)
- Annex 4 Plan of Operation (PO)
- Annex 5 Implementation Structure
- Annex 6 List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee
- Annex 7 Monitoring Sheet

72

72

## PROJECT DESCRIPTION

(1) Title of the Project

The Project for Improving of Meteorological Observation, Weather Forecasting and Dissemination

(2) Overall Goal

PMD provides quantitative information in line with the needs of disaster management organizations.

(3) Project Purpose

The capacity of PMD for meteorological observation, forecasting, and dissemination of meteorological information is improved.

(4) Period of the Project

Four years (January 2024 – December 2027)

(5) Implementing Agency

Pakistan Meteorological Department (PMD)

(6) Project Inputs (Japanese Side, any important inputs)

- Experts (a long-term expert and short-term experts)
- Training in Pakistan and Japan
- Equipment

(7) Environmental and Social Considerations (A / B / C)

(under the 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)')

Category C

72

2

## MAIN POINTS DISCUSSED

### 1. Annex 3 to 7

Both parties agreed on the contents of Annex 3 to 7, which is categorized as references of the R/D. Both parties further agreed that the contents of Annex 3 to 7 may be modified by mutual confirmation such as determination of monitoring sheets or minutes of meetings usually after Joint Coordinating Committee.

### 2. Environmental and Social Considerations

With regard to the Section 10.1 of the BP, the Project is likely to have minimal adverse impact on the environment and society under the 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)'.

### 3. Gender Equality and Women's Empowerment

Both parties confirmed that activities to promote gender equality and women's empowerment should be duly practiced for the Project implementation.

In particular, both parties agreed on the following points to be integrated into the project design and implementation.

- Promote capacity building of women officers

### 4. Implementation structure

Both parties confirmed that the Director General of PMD will oversee the implementation and management of the Project as the Project Director and the Director of Planning Section of PMD will act as the Project Manager to coordinate daily operation of the Project.

In addition, both parties confirmed that the Project Director hosts the Joint Coordinating Committee (JCC) meetings of the Project, together with the Project Manager.

JICA proposed to set up a Technical Working Group for each output for smooth implementation. The PMD agreed to the proposal and both sides confirmed that the details will be discussed when JICA Experts are dispatched.

### 5. Office Space for JICA Experts

PMD agreed to prepare the office space with necessary furniture such as desks, chairs, cabinets, and internet connection for JICA long-term expert and short-term experts in the PMD headquarters Islamabad (for up to 10 people) by the time JICA expert arrives and provide the space for during the project period. Both sides confirmed that the office space

72



with necessary furniture in the PMD Karachi (for up to 3 people) and FFD Lahore (for up to 3 people) for JICA experts should be prepared when JICA Experts visit.

#### 6. Trainings in Japan

To maximize the effectiveness of the trainings, both parties confirmed that the TOR of the trainees would be defined before the selection of trainees and JICA Experts provide an orientation before the training is conducted.

#### 7. Target sector in output 1

Both parties agreed to focus on one sector, especially flood, for analysis in output 1 and the target area will be determined through discussions between PMD and JICA Experts after the commencement of the project.

72



## Project Design Matrix (PDM)

Project title: The Project for Improving of Meteorological Observation, Weather Forecasting and Dissemination

Implementing Agency: PMD (Pakistan Meteorological Department)

Project period: Four years (January 2024 – December 2027)

Target group: PMD HQs (Islamabad), PMD Karachi, PMD Lahore, Radars (Islamabad / Karachi / Multan)

Target area: Islamabad, Karachi, Lahore, Multan

Version.0

Dated March 21, 2023

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators <sup>3</sup>	Means of Verification	Important Assumptions
<p><b>[Overall Goal]</b> PMD provides quantitative information in line with the needs of disaster management organizations.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●% of the installed AWSs are quality-controlled and used for rainfall maps. (*Percentage will be determined after the project starts)</li> <li>CICC produces rainfall maps utilizing dual polarization radars more than 8 times/day.</li> <li>NWFC provides the information in line with the needs of disaster management organizations.</li> </ul>	<p>Questionnaire response from PMD</p> <p>Rainfall maps developed by CICC</p> <p>Questionnaire response from PMD</p>	<p>PMD implements a roadmap for the nationwide deployment of improved surface observations.</p> <p>Dual polarization radars are in operation.</p>
<p><b>[Project Purpose]</b> The capacity of PMD for meteorological observation, forecasting, and dissemination of meteorological information is improved.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CICC produces rainfall maps utilizing radars more than 8 times/day.</li> <li>NWFC issues quantitative forecasts using forecast guidance at a frequency of 1 to 2 times/day.</li> <li>PMD produces the information required by disaster management organizations.</li> </ul>	<p>Rainfall maps developed by CICC</p> <p>Quantitative forecast issued by NWFC</p> <p>Questionnaire response from PMD</p>	
<p><b>[Outputs]</b></p>			
<p>1. The capacity to identify the needs of disaster management organizations on weather and warning information is enhanced.</p>	<p>1-1. PMD understands the information needed by disaster management organizations.</p>	<p>Questionnaire response from PMD</p>	
<p>2. A calibration and maintenance structure for surface observation instruments is strengthened, and a procedure for surface observations for quantitative forecast is established.</p>	<p>2-1. Central Met. Workshop in Karachi implements calibration of surface observation instruments and keep records.</p> <p>2-2. Regional Metrological Centers (*) implement inspection/maintenance of surface observation instruments and keep records. (*Specific places will be determined after the project starts)</p> <p>2-3. Procedures of surface observations for quantitative</p>	<p>Calibration records of Central Met. Workshop</p> <p>Inspection records of Regional Metrological Centers</p> <p>Procedures of surface observations</p>	

	forecasting are established.	for quantitative forecasting developed by the project			
3. Capacities on maintenance and quality control of radar is enhanced, and the quality of observation data is improved.	2-1. The running radars installed by JICA's Grant Aid are operated according to the guidelines and manuals developed by the project. 2-2. CICC develops rainfall maps using Quantitative Precipitation Estimate (QPE) methods for Islamabad and Karachi areas.	Operation status of weather radars  Rainfall maps developed by CICC			
4. The accuracy of weather forecasts is improved.	3-1. NWFC monitors heavy rainfall using rainfall maps. 3-2. CICC develops forecast guidance using numerical weather prediction data. 3-3. FFD and NL Basin issue flood forecasts using rainfall maps.	Questionnaire response from PMD			
Activities		Inputs		Important Assumptions	
<p>1-1. Analyze the use of weather information by disaster management organizations.</p> <p>1-2. Identify information needed through discussions with disaster management organizations.</p> <p>2-1. Review and analyze the current status of calibration, maintenance, and quality check of instruments at manual stations and automatic weather stations (AWSs) including AWS installation plans.</p> <p>2-2. Identify issues on calibration, inspection and data quality control of surface observation.</p> <p>2-3. Develop guidelines (including calibration and inspection schedules) and manuals for calibration, maintenance and data quality control of surface observation instruments.</p> <p>2-4. Conduct training on calibration, maintenance, and data quality control according to the guidelines and manuals developed in 2-3.</p> <p>2-5. Central Met. Workshop implements calibration on surface observation instruments according to the guidelines and manuals developed in 2-3.</p> <p>2-6. Regional Metrological Centers inspect and maintain surface observation instruments according to the guidelines and manuals developed in 2-3.</p> <p>2-7. Develop a plan of surface observation, using electric instruments, including the use of non-mercury instruments (pressure and temperature).</p> <p>2-8. Set up pilot station(s), compare manual/electric observation instruments data and develop the plan of surface observation for quantitative forecast.</p> <p>2-9. Develop guidelines and manuals for surface observations using electric observation instruments based on the results of 2-8.</p> <p>2-10. Develop a roadmap for the nationwide deployment of the surface observation for quantitative forecast.</p>		<p>[Japanese side]</p> <p>1. Experts</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Long term expert</li> <li>• Short term expert <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Chief of Operations/QPE</li> <li>➢ Numerical Weather Prediction</li> <li>➢ Radar Observation</li> <li>➢ Surface Observation and Instrument Calibration</li> <li>➢ Forecast Guidance</li> <li>➢ Flood Forecasting</li> <li>➢ Survey of Disaster Management Organizations</li> <li>➢ Calibration and Traceability</li> <li>➢ WRF model</li> <li>➢ Flood model</li> </ul> </li> <li>• Other Experts, if necessity arises, upon mutual consultation.</li> </ul> <p>2. Training in Pakistan</p> <p>3. Training in Japan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observation and measurement instruments</li> <li>• Precipitation monitoring and forecasting</li> <li>• Rainfall monitoring and flood early warning</li> </ul>		<p>[Pakistan side]</p> <p>1. Counterpart personnel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Project Director</li> <li>• Project Manager</li> <li>• Staff from CICC</li> <li>• Staff from NWFC</li> <li>• Staff from Maintenance directorate, Karachi</li> <li>• Staff from Engineering directorate</li> <li>• Staff from Regional Metrological Centers</li> <li>• Staff from FFD</li> <li>• Staff from NL Basin</li> <li>• Staff from CDPC</li> </ul> <p>2. Project office with necessary furniture</p> <p>3. Expenses Running expenses necessary for the implementation of the Project</p>	<p>The installation and start of operation of the radar in Multan is not delayed.</p> 

<p>3-1. Review the current status of operation, maintenance, data quality, and data usage of existing radars, and identify issues.</p> <p>3-2. Develop guidelines and manuals for the operation and maintenance of radars (including S-band dual polarization radars) installed through the JICA's Grant Aid.</p> <p>3-3. Conduct training for the staff of Karachi, Islamabad, and Multan radars according to the guidelines and manuals developed in 3-2 (Conduct the training in Multan after its completion).</p> <p>3-4. Develop QPE methods for the Karachi and Islamabad radars with rain-gauges data including data quality check and evaluations.</p> <p>3-5. Develop guidelines and manuals for QPE based on 3-4.</p> <p>3-6. Improve QPE methods using the Multan dual-polarization radar including data quality check and evaluations.</p> <p>3-7. Develop guidelines and manuals for QPE with dual-polarization radar data based on 3-6.</p> <p>3-8. Conduct training on QPE according to the guidelines and manuals developed in 3-5 and 3-7.</p> <p>3-9. Implement QPE and develop rainfall maps.</p> <p>4-1. Review the current status of weather forecasting and identify issues.</p> <p>4-2. Develop guidelines and manuals for monitoring heavy rain events using rainfall maps.</p> <p>4-3. Conduct training according to the guidelines and manual developed in 4-2.</p> <p>4-4. Conduct trainings on the numerical weather prediction model (Weather Research and Forecasting (WRF) Model) and evaluate its accuracy. Develop improvement plans of the WRF model including a trial of assimilation for the wind profiler data.</p> <p>4-5. Introduce Kalman-filter temperature guidance and precipitation guidance using numerical weather prediction data.</p> <p>4-6. Review the current status of the flood forecast models and identify issues.</p> <p>4-7. Consider the feasibility of using rainfall maps in flood early warning services.</p> <p>4-8. Use rainfall map to improve the accuracy of flood information.</p>	<p>4. Equipment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rain gauge checker</li> <li>• Digital barometer</li> <li>• Anemometer</li> <li>• Servers and PCs incl. UPS for QPE, Weather guidance, QC &amp; Observation and Flood forecasting</li> </ul>		
---	--	--	---

72

Tentative Plan of Operation

Version 0  
Dated 21, March, 2023

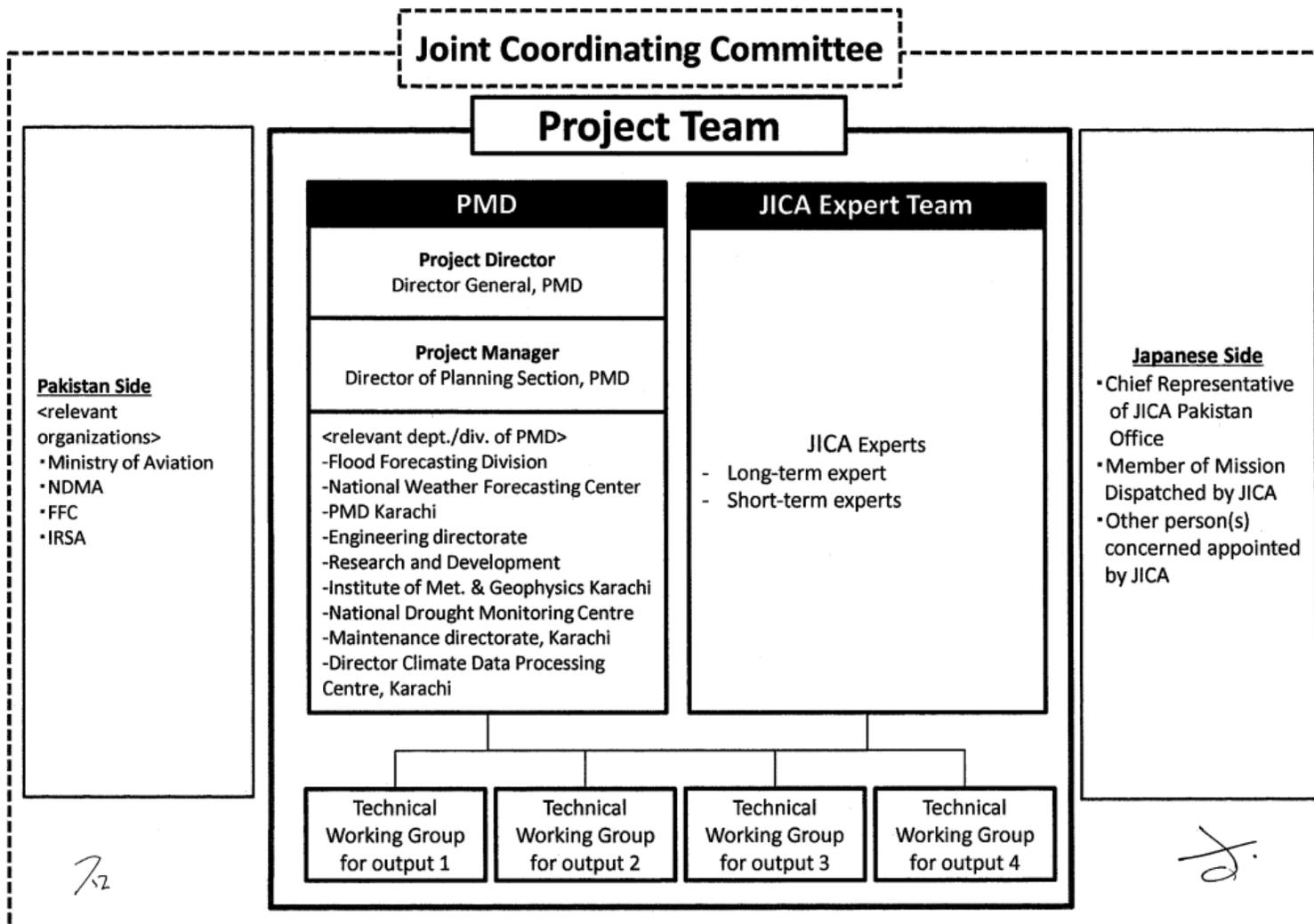
Project Title: The Project for Improving of Meteorological Observation, Weather Forecasting and Dissemination

Inputs	Year	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				Remarks	Monitoring	
		I	II	III	IV		Issue	Solution												
<b>Expert</b>																				
Long term expert	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (Chief of Operations / QPE)	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (Numerical forecasting)	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (Radar observation)	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (Surface observation and instrument calibration)	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (Forecasting guidance)	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (Flood forecasting)	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (Survey of disaster management organizations)	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (Calibration and Traceability)	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (WRF model)	Plan																			
	Actual																			
Short-term expert (Flood model)	Plan																			
	Actual																			
<b>Equipment</b>																				
Raingauge checker	Plan																			
	Actual																			
Digital barometer	Plan																			
	Actual																			
Anemometer	Plan																			
	Actual																			
Servers and PCs incl. UPS for QPE, Weather guidance, QC&Observation and Flood forecasting	Plan																			
	Actual																			
<b>Training in Japan</b>																				
Observation and measurement instrument	Plan																			
	Actual																			
Precipitation monitoring and forecasting	Plan																			
	Actual																			
Rainfall monitoring and flood early warning	Plan																			
	Actual																			
<b>In-country/Third country Training</b>																				
	Plan																			
	Actual																			

Activities	Year	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				Responsible Organization		Achievements	Issue & Countermeasures		
		I	II	III	IV	Japan	PMD																
<b>Output 1:</b>																							
1-1 Analyze the use of weather information by disaster management organizations.	Plan																			Disaster management organizations analysis	NWFC FFD (LN Basin)		
	Actual																						
1-2 Identify information needed through discussions with disaster management organizations.	Plan																						
	Actual																						
<b>Output 2:</b>																							
2-1 Review and analyze the current status of calibration, maintenance, and quality check of instruments at manual stations and automatic weather stations (AWSs) including AWS installation plans.	Plan																			Surface Observation and Instrument Calibration	Maintenance Dep. Karachi		
	Actual																						
2-2 Identify issues on calibration, inspection and data quality control of surface observation.	Plan																						
	Actual																						
2-3 Develop guidelines (including calibration and inspection schedules) and manuals for calibration, maintenance and data quality control of surface observation instruments.	Plan																						
	Actual																						
2-4 Conduct training on calibration, maintenance, and data quality control according to the guidelines and manuals developed in 2-3.	Plan																						
	Actual																						
2-5 Central Met. Workshop implements calibration on surface observation instruments according to the guidelines and manuals developed in 2-3.	Plan																						
	Actual																						
2-6 Regional Metrological Centers inspect and maintain surface observation instruments according to the guidelines and manuals developed in 2-3.	Plan																						
	Actual																						
2-7 Develop a plan of surface observation, using electric instruments, including the use of non-mercury instruments (pressure and temperature).	Plan																						
	Actual																						
2-8 Set up pilot station(s), compare manual/electric observation instruments data and develop the plan of surface observation for quantitative forecast.	Plan																						
	Actual																						
2-9 Develop guidelines and manuals for surface observations using electric observation instruments based on the results of 2-8.	Plan																						
	Actual																						
2-10 Develop a roadmap for the nationwide deployment of the surface observation for quantitative forecast.	Plan																						
	Actual																						
<b>Output 3:</b>																							
3-1 Review the current status of operation, maintenance, data quality, and data usage of existing radars, and identify issues.	Plan																			Radar observation, QPE	Maint. Dep. Islamabad/ Karachi radar		
	Actual																						
3-2 Develop guidelines and manuals for the operation and maintenance of radars (including S-band dual polarization radars) installed through the JICA's Grant Aid.	Plan																						
	Actual																						
3-3 Conduct training for the staff of Karachi, Islamabad, and Multan radars according to the guidelines and manuals developed in 3-2 (Conduct the training in Multan after its completion).	Plan																						
	Actual																						
3-4 Develop QPE methods for the Karachi and Islamabad radars with rain-gauges data including data quality check and evaluations.	Plan																						
	Actual																						
3-5 Develop guidelines and manuals for QPE based on 3-4.	Plan																						
	Actual																						
3-6 Improve QPE methods using the Multan dual-polarization radar including data quality check and evaluations.	Plan																						
	Actual																						
3-7 Develop guidelines and manuals for QPE with dual-polarization radar data based on 3-6.	Plan																						
	Actual																						
3-8 Conduct training on QPE according to the guidelines and manuals developed in 3-5 and 3-7.	Plan																						
	Actual																						
3-9 Implement QPE and develop rainfall maps.	Plan																						
	Actual																						



# Implementation Structure



**List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee**

**1. Function**

**Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be held twice a year and whenever deems in necessary.**

**The functions of JCC are as follows:**

- To approve an annual work plan;
- To review the progress of the Project;
- To conduct evaluation of the Project;
- To exchange views and ideas on major challenges which will arise during the implementation period of the Project;
- To assess the appropriateness of the PDM in the course of the Project and suggest revision, if necessary; and
- Any other related issues.

Proposed composition of JCC is as follows:

**(1) Chairperson**

Director General, PMD

**(2) Members on the Pakistan side**

- 1) Director of Planning Section, PMD
- 2) Chief Meteorologist of Flood Forecasting Division, PMD
- 3) Director of National Weather Forecasting Center, PMD
- 4) Chief Meteorologist of PMD Karachi
- 5) Director of Engineering, PMD
- 6) Chief Meteorologist of Research and Development, PMD
- 7) Director of Institute of Met. & Geophysics Karachi, PMD
- 8) Chief Meteorologist of National Drought Monitoring Centre, PMD
- 9) Director of Maintenance, Karachi, PMD
- 10) Director of Climate Data Processing Centre, Karachi, PMD
- 11) Others whom are to be agreed by the Counterpart and JICA

**Observers**

- Ministry of Aviation
- National Disaster Management Authority (NDMA)
- Federal Flood Commission (FFC)
- Indus River System Authority (IRSA)

**(3) Members on Japanese side:**

- 1) Chief Representative, representative and staff of JICA Pakistan Office
- 2) JICA Experts (Long-term and Short-term)
- 3) Member of Mission Dispatched by JICA
- 4) Other persons that Japanese side might consider necessary

7.2



**TO CR of JICA PAKISTAN OFFICE**

**Project Monitoring Sheet**

**Project Title : The project for improving of meteorological observation, weather forecasting and dissemination**

**Version of the Sheet: Ver.●● (Term: Month, Year - Month, Year) \_\_\_\_\_**

**Name: \_\_\_\_\_**

**Title: Project Director \_\_\_\_\_**

**Name: \_\_\_\_\_**

**Title: Chief Advisor \_\_\_\_\_**

**Submission Date: \_\_\_\_\_**

**I. Summary**

**1 Progress**

**1-1 Progress of Inputs**

**1-2 Progress of Activities**

**1-3 Achievement of Output**

**1-4 Achievement of the Project Purpose**

**1-5 Changes of Risks and Actions for Mitigation**

**1-6 Progress of Actions undertaken by JICA**

**1-7 Progress of Actions undertaken by Gov. of Pakistan**

**1-8 Progress of Environmental and Social Considerations (if applicable)**

**1-9 Progress of Considerations on Gender/Peace Building/Poverty Reduction, disability, disease infection, social system, human wellbeing, human right, and gender equality (if applicable)**

**1-10 Other remarkable/considerable issues related/affect to the project (such as other JICA's projects, activities of counterparts, other donors, private sectors, NGOs etc.)**

**2 Delay of Work Schedule and/or Problems (if any)**

**2-1 Detail**

**2-2 Cause**

**2-3 Action to be taken**

**2-4 Roles of Responsible Persons/Organization (JICA, Gov. of●●,etc.)**

**3 Modification of the Project Implementation Plan**

**3-1 PO**

**3-2 Other modifications on detailed implementation plan**

72



**(Remarks: The amendment of R/D, Project Description, and PDM (title of the project, duration, project site(s), target group(s), implementation structure, overall goal, project purpose, outputs, activities, input , and change of Environmental category) should be authorized by JICA HDQs. If the project team deems it necessary to modify any part of R/D,Project Description, and PDM, the team may propose the draft.)**

**4 Current Activities of Gov. of xx to Secure Project Sustainability after its Completion**

**II. Project Monitoring Sheet I & II as Attached**



付属資料2：プロジェクト・デザイン・マトリクス（和訳）

プロジェクト・デザイン・マトリクス

**Project title: The Project for Improving of Meteorological Observation, Weather Forecasting and Dissemination**

**Implementing Agency: PMD (Pakistan Meteorological Department)**

**Project period: Four years (January 2024 – December 2027)**

**Target group: PMD HQs (Islamabad), PMD Karachi, PMD Lahore, Radars (Islamabad / Karachi / Multan)**

**Target area: Islamabad, Karachi, Lahore, Multan**

**Version.0**

**Dated March 21, 2023**

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators <sup>3</sup>	Means of Verification	Important Assumptions
<p><b>[Overall Goal]</b> パキスタン気象局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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> <li>CICCが二重偏波レーダーを活用した雨量マップを8回/日以上以上の頻度で作成している。</li> <li>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。</li> </ul>	<p>PMDへの質問票回答</p> <p>CICCが作成した雨量マップ</p> <p>PMDへの質問票回答</p>	<p>PMDが改善した地上観測の全国展開に向けたロードマップを実施する。</p> <p>二重偏波レーダーが運用されている。</p>
<p><b>[Project Purpose]</b> パキスタン気象局の気象観測・予報・気象情報の発信に係る能力が向上する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CICCがレーダーを活用した雨量マップを8回/日以上以上の頻度で作成する。</li> <li>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。</li> <li>パキスタン気象局が防災関連機関の必要とする情報を作成する。</li> </ul>	<p>CICCが作成した雨量マップ</p> <p>NWFCが発信した量的予報</p> <p>PMDへの質問票回答</p>	
<p><b>[Outputs]</b></p> <p>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。</p>	<p>1-1. パキスタン気象局が防災関連機関の必要とする情報を把握している。</p>	<p>PMDへの質問票回答</p>	
<p>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</p>	<p>2-1. カラチの中央気象測器センター（Central Met. Workshop）が地上観測機器の校正を実施し、記録を残す。</p>	<p>中央気象測器センターの校正記録</p> <p>地方気象センターの点検記録</p>	

<p>が定められる。</p>	<p>2-2. 地方気象センター（※）が地上観測機器の点検と維持管理を実施し、記録を残す。（※具体的な場所はプロジェクト開始後に決定する） 2-3. 定量的予報のための地上観測の手順が定められる。</p>	<p>プロジェクトで作成した、定量的予報のための地上気象観測の手順書 気象レーダーの運用状況</p>		
<p>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。</p>	<p>2-1. JICAの無償資金協力事業で整備し稼働しているレーダーが、プロジェクトで作成されたガイドラインとマニュアルに従って運用される。 2-2. CICCがイスラマバードとカラチ地域において、QPE手法を用いた雨量マップを作成する。</p>	<p>CICCが作成した雨量マップ</p>		
<p>4. 気象予報の精度が向上する。</p>	<p>3-1. NWFCが雨量マップを用いて大雨監視を行う。 3-2. CICCが数値気象予報データを用いた予報ガイドランスを作成する。 3-3. FFDとラワルピンディ・イスラマバード2都市洪水予警報システム（ライ・スラー流域）が雨量マップを利用した洪水予報を発出する。</p>	<p>PMDへの質問票回答 PMDへの質問票回答 PMDへの質問票回答</p>		
Activities		Inputs		Important Assumptions
<p>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必要な情報を特定する。 2-1. マニュアル観測所と自動気象観測（AWS）における測器の校正・点検、維持管理、データ品質管理の現状及び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が地上観測機器の校正を行う。 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。</p>		<p>[Japanese side] 1. Experts ・ Long term expert ・ Short term expert ➢ 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 ➢ 予報ガイドランス ➢ 洪水予測 ➢ 防災関連機関調査 ➢ 測器校正とトレーサビリティ ➢ WRF モデル ➢ 洪水モデル ・ Other Experts, if necessity arises, upon mutual</p>	<p>[Pakistan side] 1. Counterpart personnel ・ Project Director ・ Project Manager ・ Staff from CICC ・ Staff from NWFC ・ Staff from Maintenance directorate, Karachi ・ Staff from Engineering directorate ・ Staff from Regional Metrological Centers ・ Staff from FFD</p>	<p>ムルタンのレーダーの設置・運用開始が遅れない。</p>

<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>3-2. JICA無償資金協力事業で整備したレーダー（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。</p> <p>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。ムルタンでは完成後に実施する。</p> <p>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定量的降水量算出（QPE）の手法を開発する。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>3-7. 3-8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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>4-1. 気象予報の現状を確認し、課題を特定する。</p> <p>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</p>	<p>consultation.</p> <p>2. Training in Pakistan</p> <p>3. Training in Japan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 観測・測器</li> <li>・ 降水監視・予報</li> <li>・ 降雨監視・洪水予報</li> </ul> <p>4. Equipment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 雨量計チェッカー</li> <li>・ デジタル気圧計</li> <li>・ 風速計</li> <li>・ サーバー・PCServers and PCs incl. UPS for QPE, Weather guidance, QC &amp; Observation and Flood forecasting</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Staff from NL Basin</li> <li>・ Staff from CDPC</li> </ul> <p>2. Project office with necessary furniture</p> <p>3. Expenses Running expenses necessary for the implementation of the Project</p>	
---	--	--	--

<p>る。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>4-7. 洪水予報モデルの現状を確認し、課題を特定する。</p> <p>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。</p> <p>4-9. 洪水情報の精度向上のため、雨量マップを利用する。</p>			
--	--	--	--

付属資料3：議事録

<面談一覧>

日付	時間	面談相手	協議概要
2023/3/6 (月)	8:45-9:20	PMD	キックオフ会議
2023/3/6 (月)	15:00-15:15	PMD	今後の日程調整について
2023/3/7 (火)	9:30-12:00	PMD	スケジュール、JCC、PDM、PMD負担事項について
2023/3/7 (火)	15:00-16:00	FFD	FFD、WAPDA、IDとの協議について
2023/3/8 (水)	9:00-12:00	FFD	FFDの組織・所掌および洪水予報発信について
2023/3/8 (水)	9:30-10:30	JICA 事務所	調査概要、スケジュール、PDM案、パキスタンの治安について
2023/3/8 (水)	14:00-16:00	FFD	FFDが運用する洪水予報モデルについて
2023/3/8 (水)	15:00-16:30	PMD	M/M案、今後のスケジュール
2023/3/9 (木)	9:00-12:30	FFD	FFDが運用する洪水予報モデルについて
2023/3/9 (木)	9:30-11:00	PMD	PMD 長官プレゼンテーション
2023/3/9 (木)	12:30-13:00	FFD	FFDダッシュボードの公開について
2023/3/9 (木)	14:00-16:00	WAPDA 本部	FFDが発信する情報について
2023/3/9 (木)	14:00-17:00	PMD	SMRFC 予備調査
2023/3/10 (金)	9:00-12:00	PMD	SMRFC について
2023/3/10 (金)	9:30-11:30	FFD	FFDが運用する洪水予報モデルについて
2023/3/10 (金)	11:30-12:00	WAPDA	FFD内WAPDA事務所の業務内容について
2023/3/10 (金)	14:00-16:00	PMD	Islamabad レーダー
2023/3/10 (金)	15:00-16:00	世界銀行	世界銀行の支援について
2023/3/10 (金)	15:30-16:30	PID	PIDとFFDの水文気象情報の共有について
2023/3/13 (月)	9:30-13:00	PMD Karachi	PMD カラチでの面談
2023/3/13 (月)	11:30-12:30	FFWS	Lai Nullah Basinの洪水予報システムについて
2023/3/13 (月)	14:00-16:30	PMD Karachi	測器センターについて
2023/3/14 (火)	9:30-10:30	IMG	研修センターについて
2023/3/14 (火)	11:00-12:00	Karachi レーダー	Karachi レーダーについて
2023/3/14 (火)	9:30-12:00	NWFC	Indus-IFASモデルの改良について

2023/3/14 (火)	14:00-14:30	PMD Karachi	Karachi 空港隣接の観測所について
2023/3/15 (水)	9:30-12:00	PMD	NWFC との面談、Islamabad-AWS の視察
2023/3/16 (木)	9:30-12:00	PMD	FFD, IT-section
2023/3/16 (木)	9:30-12:00	FFWS	Lai Nullah Basin の洪水予報システムについて
2023/3/16 (木)	9:30-12:00	IT (PMD)	PMDのWeb情報発信について
2023/3/16 (木)	14:30-16:00	(現地視察)	Lai Nullah Basin洪水予報システム視察
2023/3/17 (金)	9:30-16:00	PMD	PDM 協議
2023/3/22 (水)	10:00-11:30	PMD	TV-studio 見学
2023/3/22 (水)	11:30-13:00	PMD	IBF-FS について
2023/3/23 (木)	11:00-12:30	FFC	FFC との面談
2023/3/22 (木)	14:00-15:00	NDMA	NDMA との面談
2023/3/24 (金)	10:30-11:30	IRSA	IRSA との面談

<個別面談記録>

協議概要：キックオフ会議	
2023/3/6 (月) 8:45-9:20 PMD FFD (ラホール)	<p>先方：</p> <p>1) Dr. Mahr Sahibfad Khan, Director General, PMD 2) Dr. Tahir Khan, Director of Planning Section, PMD</p> <p>当方：石原、荒木、石本（記録）</p> <p>1. PPT 説明資料に基づき、以下について説明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● JICA の技術協力プロジェクトの特徴（資機材供与ではなく能力強化である点、プロジェクト開始には R/D の署名が必要）</li> <li>● 今回調査の目的とスケジュール（イスラマバード滞在中に協議を行うこと合意）</li> <li>● 想定しているプロジェクトの概要（暫定版の内容、Overall Goal, Project Purpose, Output の達成を目的としていることについて共有）</li> <li>● ムルタン、サッカルに無償資金協力で整備予定の S バンド二重偏波気象レーダーの機能、及び既存のイスラマバード、カラチの S バンド単偏波気象レーダーによる QPE（定量的降水量算出）</li> </ul> <p>2. 確認事項について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● M/M と R/D の署名者は Khan 長官（Director General）。</li> <li>● Khan 長官のスケジュールについて確認。3/13（月）～3/16（木）はアブダビで WMO の Region II の会議に出席のため不在。また 3/20（月）夜</li> </ul>

	<p>～3/27（月）は中国での地震関連の会議に出席のため不在（※後に日程変更となり、中国へは3/21（火）夜便で出発）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tahir 局長も Khan 長官の中国出張に同行予定。それまで M/M の内容について同局長と議論し、内容を詰めた後に Director General が署名するという事合意。</li> <li>● M/M は PMD の内部承認だけでよい。上位官庁への確認は不要。内部プロセスはすぐに終わるとのこと。</li> <li>● プロジェクトに関係のある PMD 部署は Planning Section（企画部、JICA 等援助機関との調整等を担当）及び FFD（洪水関係の対応）。その他、各技術部局が担当分野での対応を行っている。JCC に参加すべき部署や省庁について、PMD から JICA に共有する。</li> </ul> <p>3. 依頼事項について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PMD から調査団への情報提供、関連部局や他機関の連絡先提供、PMD 本部と FFD での作業スペースの提供、午後 2 時からの FFD との面談について合意。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

協議概要：今後の日程調整について	
<p>2023/3/6（月） 15:00-15:15 PMD FFD （ラホール）</p>	<p>先方： 1) Dr. Mahr Sahibfad Khan, Director General, PMD 2) Dr. Tahir Khan, Director of Planning Section, PMD 当方：石原、荒木、石本（記録）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● （JICA）今後、評価、気象、水文の調査を早め、その結果をもとに 3/17（金）までに PDM 修正案を PMD 側と協議し、3/20（月）午前中に同修正案について長官と基本合意したい。3/20（月）までには JCC メンバー決定、R/D 案作成、M/M 署名までは困難と推測されるので、これらは後日リモートで実施を想定中。</li> <li>● これらについて長官、Tahir 局長が了解。</li> <li>● 長官、Tahir 局長は明日 3/7（火）に PMD 本局に戻り、3/8（水）から執務を行う。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>

協議概要：JCC、PDM、PMD側の負担事項について	
<p>2023/3/7（火） 9:30-12:00 PMD FFD</p>	<p>（先方） Dr. Tahir Khan, Director of Planning Section, PMD （当方）石原、荒木、石本（記録）</p>

<p>(ラホール)</p>	<p>1. JCC メンバーについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 以下を Tahir 局長と確認。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Project Director : DG of PMD, Project Manager: Director of Planning Section.</li> <li>➤ Relevant department/division of PMD (Project Team): FFD (hydrology), NWFC (気象予報・早期警報担当), PMD Karachi (Marine and Weather), Director engineering, Research and Development (NWP 担当), Institute of Met. Geophysics (IMG) Karachi (PMD の研修担当), Flood Forecasting and Warning System (FFWS)(PMD の全リーダー担当)</li> <li>➤ Relevant organization: NDMA, PDMA, FFC, Irrigation Dep., Agriculture Dep., WAPDA Hydrology, Army, Local Governments, IRSA, Ministry of Water</li> </ul> </li> <li>● 関係機関との協議については、必要に応じて Tahir 局長が会議をアレンジ。</li> </ul> <p>2. PDM について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 石本から PDM の目的 (関係者間でのプロジェクトに関する共通理解の醸成、プロジェクトの進捗モニタリング、目標の達成度評価等) について説明し、Tahir 局長から長官に説明いただいた。現時点で質問なし。</li> <li>● 詳細は 3/13 以降に確認することを説明。Tahir 局長がそれまでに内容を確認するために石本から原案をメールにて共有する。</li> </ul> <p>3. 先方負担事項について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術協力プロジェクトでは、予算が少ないこと、研修時の PDM 職員の旅費等は PMD 側で捻出する必要があることを説明。</li> <li>● パキスタン政府の会計年度は 7 月～6 月。前年 12 月に来年度の予算作成、1 月に申請を行うが、本プロジェクトの経費は PMD の一般予算で賄うことが可能とのこと。</li> <li>● JICA プロジェクトチームの作業場所を提供することも可能とのこと。</li> </ul> <p>4. その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PMD の上位官庁は Ministry of Aviation。以前は内閣府→航空部→PMD だったが、数カ月前に組織改編された。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
---------------	---

協議概要 : FFD、WAPDA、ID との協議について

<p>2023/3/7 (火) 15:00-16:00 FFD (ラホール)</p>	<p>(先方)</p> <p>1) Mr. Saqib Hussain, Deputy Director (Hydrological Forecasting &amp; Modeling), FFD</p> <p>2) Mr. Akhtar Mahmood, Deputy Director (Meteorological Forecasting), FFD (当方) 荒木 (記録)</p> <p>1. FFDとの継続協議について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Mr. Saqib Hussain、Mr. Akhtar Mahmood は、基本的に 3/8、09、10 のいずれも対応可であるが、Chief Meteorologist の許可が必要。</li> <li>● FFDの通常勤務時間は08:00～16:00、昼休みは13:00～14:00、予報室 (Flood Forecasting and Weather Centre) は3シフト24時間体制。</li> </ul> <p>2. WAPDAとの協議アレンジについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● WAPDA (Water and Power Development Authority) 本部は、FFD から 10 分程度の場所にある。WAPDA のコンタクトパーソン情報を提供できるが、明日 (3/8) 以降に Chief Meteorologist の許可を得て、協議日時をアレンジする。</li> </ul> <p>3. IDとの協議アレンジについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PID (Provincial Irrigation Department) のコンタクトパーソン情報を提供できるが、明日 (3/8) 以降に Chief Meteorologist の許可を得て、協議日時をアレンジする。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

協議概要：FFDの組織・所掌および洪水予報発信について	
<p>2023/3/8 (水) 9:00-12:00 FFD (ラホール)</p>	<p>(先方)</p> <p>1) Dr. Khalid M. Malik, Chief Meteorologist, FFD</p> <p>2) Mr. Saqib Hussain, Deputy Director (Hydrological Forecasting &amp; Modeling), FFD</p> <p>3) Mr. Akhtar Mahmood, Deputy Director (Meteorological Forecasting), FFD</p> <p>【備考】</p> <p>FDD トップのDr. Khalid M. Malikの役職はChief Meteorologist Chief Meteorologistの下にDirector：2名、Deputy Director：5名が在籍 当方：荒木 (記録)</p> <p>1. DG 説明時の PPT を用いて、詳細計画策定調査の目的および想定する技プロの成果と FFD の関与を説明</p> <p>2. FFD の組織・所掌について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● FDD トップの Dr. Khalid M. Malik の役職は Chief Meteorologist</li> <li>● Chief Meteorologist の下に Director：2 名、Deputy Director：5 名が在籍</li> </ul>

- FFD の所掌を規程した法令はない。古いものが存在するがその当時から組織等が大きく変わっている。
  - FFD の部署（Section）構成、各 Section の所掌概要、職員数等の詳細情報を提供する。
  - FFD では、毎年カラチのトレーニングセンターでの研修に加え、FFD 内での技術研修を実施している。トレーニングの概要を提供する（依頼中）。（3/6-7 の PMD 局長会議で PMD 研修カリキュラムの更新予定が議論された。）
  - FFD は、毎年 Flood Report を発行している。2022 年洪水については最新の Flood Report に取りまとめられている。（Flood Report の PDF を入手）
3. FFD の洪水予報発信について
- FFD が発信する洪水予報の内容を規程した法令はない。
  - FFD は、WAPDA と ID から水文気象情報の提供を受け、FFD の洪水予測に利用している。
  - 6 月 15 日から 10 月 15 日の間を洪水期と規定し、この期間は毎日、状況に応じ、毎 12・6・3・1 時間で Flood Bulletins（Qualitative Flood Forecast、Quantitative Flood Forecast、Weekly Outlook、Warning / Advisories）を発出している。
  - 洪水期の間は、WAPDA 職員、ID 職員が FFD 内に 24 時間体制で常駐し、両機関から FFD に提供される水文気象情報の更新に対応している。
  - FFD は、主要な情報提供先を設定し情報を配信（Fax、メール、WhatsApp、Web 等）している。その他を含めると 200 以上の関係機関を対象としている。PMD の Web サイトからシステムに登録すれば誰でもメールで情報を受け取ることもできる。
  - 水文気象データを提供する場合は、異常値やエラー補正等の品質管理を行った Process Data に限定している。Raw Data は、基本的に提供しない。
  - 2022 年洪水に係る関係水文気象情報は、「Flood Report 2022」に整理され、公開されている。
  - イスラマバードの「Lai Nullah Basin Master Control Centre」は、FDD に統合される計画となっている。（3/07-08 の局長会議で確認された。）
4. その他
- プロジェクトに係る調達資機材について：
  - FFD としては、AWS の拡充、IT 機器の更新、Central Database の整備を希望する。

以上

協議概要：調査概要、スケジュール、PDM 案、パキスタンの治安について	
2023/3/8 (水) 9:30-10:30 JICA パキスタン事務所 (イスラマバード)	<p>(先方) JICA パキスタン事務所木下所長、原次長、鶴岡次長、澤企画調査員</p> <p>(当方) 石原、石本 (記録)</p> <p>1. 調査概要について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PMD は技プロが初めて。プロセスを十分に理解してもらう必要がある。</li> <li>● JICA の気象レーダーでパキスタン全土を凡そ網羅できる。ただし、ラホールレーダーが故障中。カシミールの雨の情報が取れていない。またインド側の雨の情報も入手できていない。イスラマバードのレーダーでどの範囲までの情報が取れるか要確認。</li> <li>● (木下所長) 国境にレーダーを設置すると問題が発生するか? → (石原専門員) 両国間で争いが発生したという事例は聞いたことがない。</li> <li>● 今回の技プロでは日本の無償で設置されたレーダーを利用する。ただしサッカルは対象外。現在実施中のムルタンのレーダーをどのように活用するのか要確認。</li> <li>● 世界銀行が自動気象観測装置 (AWS) を 300 台整備。JICS も AWS を約 40 台整備。技プロで活用するのも良いかもしれない。</li> <li>● 今回の技プロで量的な分布がわかる。ムルタンまでを対象とし、雨量マップを作成。サッカルが整備された後は PMD 側で全国雨量マップを作成。</li> </ul> <p>2. スケジュールについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 3/13~3/16 まで Tahir 局長と協議を行い、M/M 案等の内容を詰める。</li> <li>● 3/18~19 に DG と協議を行い、内容を確定することを予定。</li> </ul> <p>3. PDM について (石本から概要、特に確認すべき点を説明)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● (木下所長) JICA プロジェクトの情報伝達により一般市民がどのくらい助かったのかを数値で示せると良いと大使から発言があった。→ (石原専門員) 今回の技プロでは洪水予報ではなく雨の情報の取得に関する支援であるため、被災の軽減には間接的な影響であると思われる。</li> <li>● 洪水リスクが発生した際、PMD は国家防災庁 (NDMA) 等の関係機関に情報を伝達し、NDMA 等から一般市民に情報が伝達される。そのため、現在実施中の「国家防災計画更新に向けた技術支援プロジェクト」(実施機関: NDMA) との連携が重要になる。例えば、国家防災計画に PMD の情報が組み込まれる等の連携が考えられる。</li> <li>● (原次長) 今回の技プロの対象にはサッカルの気象レーダーは含めないとのことだが、サッカルの維持管理を担当する職員も PMD の活動 1-</li> </ul>

	<p>6「ムルタンの気象レーダー設置完了後に、トレーニングを実施する」に参加できないか。→（石本）PDM 案に含め、検討する。</p> <p>4. パキスタンの治安について（澤企画調査員）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● カラチの治安は不安定だが、イスラマバードでの治安はそれほど悪いということはない。ただし、交通渋滞やイスラマバードでもたまに停電が起きるので要注意。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要：FFD が運用する洪水予報モデルについて	
<p>2023/3/8（水） 14:00-16:00 FFD （ラホール）</p>	<p>（先方）</p> <p>1) Mr. Saqib Hussain, Deputy Director (Hydrological Forecasting &amp; Modeling), FFD</p> <p>2) Mr. Akhtar Mahmood, Deputy Director (Meteorological Forecasting), FFD （当方）荒木（記録）</p> <p>1. FFD が運用する洪水予報モデルについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● FFD の Flood Forecasting and Weather Centre：洪水・気象予報室（2 階突当りの広い部屋）に Meteorology Section、Hydrology Section、IT and Modeling Section があり、Modeling Section が洪水予報モデルを管理・運用している。</li> <li>● 水文予報モデルは、主要 5 河川（Indus、Jhelum、Chenab、Ravi、Sutlej）を対象に、2 モデル（FEWS モデルと Indus-IFAS）を、それぞれのモデルの特性を考慮し、平行運用している。それぞれのモデルに課題があり、補完しながらの運用としている。（入力降雨量データの精度や仕様に係る課題であり、技プロ活動で改良できる可能性がある。課題について整理中。）</li> <li>● モデル入力となる実績降雨は地上観測雨量と衛星観測降雨、予測降雨は GFS（Global Forecast System）と ICON（ICOsahedral Nonhydrostatic）モデル結果を利用している。インド領内に位置する流域上流部の降雨量の入手・推定手法が重要課題となっている。</li> <li>● インド領内の流域の降雨量情報を把握するためは、マンガラ、ラホール、シアルコットのレーダー観測雨量が重要であるが、いずれも古く更新が必要となっている。このため、FFD としては水文の視点からは現状の気象レーダー整備状況は不十分であると認識している。</li> <li>● 現時点で、レーダー観測雨量は利用していないが、モデル入力のデータ Format への自動変換可能であれば、活用の可能性がある。</li> <li>● PMD 内で、FFD が主要 5 河川を、Flood Forecasting and Warning System</li> </ul>

	<p>for the twin cities of Rawalpindi and Islamabad が重要中小河川流域の洪水予測を担当しているが、今後は FFD がすべての洪水予測を担当することが 3/7-8 局長会議で合意された。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● FFD は水位・流量観測所を管理・運用していない。モデル入力やモデル同定に必要な水位・流量データは WAPDA および PIDs から入手している。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要：M/M案、今後のスケジュールについて	
<p>2023/3/8 (水) 15:00-16:30 PMD 本部 (イスラマバード)</p>	<p>(先方)</p> <p>1) Dr. Tahir Khan, Director of Planning Section, PMD 2) Mr. Zahid Abbas, Planning Section, PMD 3) Mr. Emran Arsrarn, Planning Section, PMD</p> <p>(当方) 石原、石本 (記録)</p> <p>1. 技プロの作業場所について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● どこでも希望の場所に設置可能。イスラマバードの PMD 本部とラホールの FFD 内に作業場所を設けるよう依頼し、Tahir 局長の了承を得た (※後にカラチにも作業場所の設置を依頼)。</li> </ul> <p>2. 航空省 (Ministry of Aviation) との関係について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● R/D 署名者に証人 (Witness) として記載の必要あり。</li> <li>● PMD からの本邦研修 (海外出張) 時に同省から承認を得る必要あり。</li> <li>● PMD の予算や人員の決定に関して同省からの承認を得る必要あり。</li> </ul> <p>3. 今後のスケジュール</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 3/9 (木) 午前は別 JICA チーム (技術協力プロジェクト「2022 年洪水を踏まえた効果的な堤防管理のための能力向上プロジェクト」) の PMD との面談、気象レーダーの見学に同行。午後は本技プロと関連のある部署 (研究開発部、国家気象予報センター、ラワルピンディ・イスラマバード 2 都市洪水予警報システム) との面談を行いたい旨伝え、Tahir 局長の了承を得た。</li> <li>● 3/13 (月) ~3/14 (火) 登内専門家のカラチ訪問 (CDPC : データ処理センター、Instrument Workshop : 測器工場、CMS : 気象測器保管、IMG : 研修所、Tropical Warning Center : 熱帯気象センター) のアレンジを Tahir 局長に依頼し、了承を得た。コンタクトパーソンは Dr. Sarfaraz (Chief Meteorologist)。石本から Tahir 局長に登内専門家の調査目的、スケジュール、訪問希望場所等を再度メールする。</li> </ul>

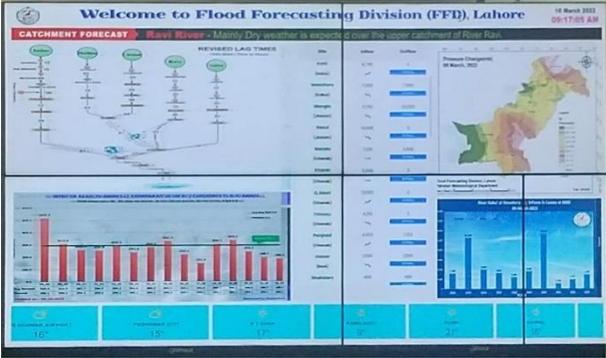
	以上
--	----

協議概要：FFDが運用する洪水予報モデルについて	
2023/3/9（木） 9:00-12:30 FFD (ラホール)	<p>(先方)</p> <p>1) Mr. Saqib Hussain, Deputy Director (Hydrological Forecasting &amp; Modeling), FFD</p> <p>2) Mr. Akhtar Mahmood, Deputy Director (Meteorological Forecasting), FFD            (当方) 荒木 (記録)</p> <p>1. FFD が運用する洪水予報モデルについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● FEWS モデルは、2007 年にオランダのコンサルタントが流出モデル＋河道モデルの合成モデルとして開発した。操作マニュアルのみが提供され、モデルの変更のマニュアルがないため FFD でのモデルの変更はできない。</li> <li>● FEWS モデルは、中下流部の河道モデルの同定精度がよいと判断している。</li> <li>● Indus-IFAS モデルは、Phase-1 では Indus 流域のみを対象に、Phase-2 で Jhelum、Chenab、Ravi、Sutlej の各河川流域がモデルに追加された。</li> <li>● 上流域での IFAS モデルの同定精度、下流域での RRI モデルの同定精度がよいと判断しているが、RRI モデルの同定精度は FEWS モデルには及ばないと評価している。</li> <li>● 両モデルともに、予測雨量として GFS (7 日予測) と ICON (3 日予測) の利用が可能で、GFS を利用していたが、2022 年 8 月 24 日以降、GFS の仕様変更により自動読込ができず、ICON の利用または GFS データのダウンロードをマニュアルで実施している。</li> <li>● WAPDA 提供水情報は、Telemetric Station の最新データが提供されるが、紙ベースの手書きデータの提供に限定されている。</li> <li>● ID 提供水文情報は、ID 水文観測所で地元警察に情報が伝えられ、警察無線を通じて警察官経由で FFD に常駐する ID 職員に情報が届き、手書き紙ベースの情報として、あるいは Fax 情報として提供される。</li> <li>● FEWS モデルと Indus-IFAS モデルの両方の入力データ準備に計 1.5 時間が必要で、その後 15 日間の洪水予測に、FEWS モデルでは約 1 時間、Indus-IFAS モデルでは 2～3 時間の計算時間が必要とされている。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>

協議概要：PMD 長官プレゼンテーション
----------------------

<p>2023/3/9 (木) 10:00-11:00 PMD 本部</p>	<p>(先方) Mr. Mahr Sahibzad Khan, Deputy General of NWFC, ほか (当方) 森田 JICA 地球環境部長、山田教授ほか防災 G からの調査団、石原、石本、登内 (記録)</p> <p>1. PMD 長官による PMD 業務概要説明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PMD の warning-center は 6。Islamabad (3): National Weather Forecasting Center (NWFC), National Drought Monitoring &amp; Early Warning Center (NDMC), Flood Forecasting &amp; Warning Center for Lai Nullah Basin, Karachi (2): Marine Meteorology &amp; Tropical Cyclone early Warning Center (TCWC), National Seismic Monitoring &amp; Tsunami early Warning Center (NTWC), Lahore (1): Flood Forecasting Division (FFD)</li> <li>● Lahore の洪水予報は、Bulletin-A(定性的な予報), Bulletin-B(定量的な予報), River Outlook(週間予報), Warning/Advisory で構成される。</li> <li>● 地上気象観測所は 114、JICS 無償で導入された AWS が 48(SMRFC)、Hybrid-AWS が Punjab29 + Sindh17 = 45(Lahore)、WB-phaseII の資金で 300 の AWS を導入予定。計画レベルだが FFC で 250 の AWS を予定しており、合計すると 635 になり、WMO の推奨する 50km に 1か所の AWS を達成できる。</li> <li>● 水文モデルは、FEWS-model(Delft hydraulic(Netherland))と IFAS-Model (Integrated Flood Analysis System &lt;ICHARM&gt;) (前者は流出、後者は実況モデルか)</li> <li>● 情報提供は、web、SMS、Fax、e-mail、What's up など様々な media を利用。</li> <li>● 2022/8 の洪水は、この季節に形成される Balchistan 低気圧に向かって、モンスーンライン上の低圧部から継続して水蒸気が共有され、また北のトラフが南下し、この地域および中部の山岳部に継続的に雨が降ったことによる。パキスタンの平均雨量が平年値は 140.9mm だが、2022 年は 389.2mm、2021 年は 125.0mm だった。</li> <li>● 2022/7 の大雨は 7/21~25。2022/8 は 8/12~22 で、8/16~20 が南東部、8/24~27 が南東部から西部の斜面。2022 年は 4 月が平年より 4~5℃高く、この heat-spell がその後の大雨に関係した可能性がある。ただ、2010 年も同様に 4 月が高温でこの時は heat spell が 40 日続いたが、今回のような大雨はなかった。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要：FFDダッシュボードの公開について	
<p>2023/3/9 (木) 12:30-13:00 FFD</p>	<p>(先方) Dr. Khalid M. Malik, Chief Meteorologist, FFD (当方) 荒木 (記録)</p>

<p>(ラホール)</p>	<p>1. FFDダッシュボードの公開について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 予報室の大型画面に示されているFFDダッシュボードはWeb公開の予定で、防災機関を含め誰でも情報にアクセスできる。</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>● 3/07-08の局長会議で内容が紹介され、公開準備は整っている。</li> <li>● 近々（3/13以降）にFFDのWebサイトにリンクが示される。</li> <li>● FFDのWebサイトにリンクが公開されたのち、情報を提供する。 （追記：<a href="https://www.ffd.pmd.gov.pk/dashboard">https://www.ffd.pmd.gov.pk/dashboard</a>で公開済み。 PC環境によりセキュリティー警告表示あり）</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
---------------	--

協議概要：FFDが発信する情報について	
<p>2023/3/9（木） 14:00-16:00 WAPDA本部 (ラホール)</p>	<p>（先方） Mr. Muhammad Khalid Memon, Chief Engineer (H&amp;WM: Hydrology and Water Management), WAPDA （当方） 荒木（記録）</p> <p>1. JICA詳細計画策定調査の概要を説明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 「昨日（3/08）、イスラマバードで別のJICAチームとの会議に参加したが、本案件との関係は？」⇒ PMDを主C/Pとする別案件である旨を説明。</li> </ul> <p>2. FFDが発信する情報について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● WAPDAは、FDDに対してWAPDAが管理する水文気象情報を提供しているが、FFDからWAPDAに提供される情報の詳細については理解していない。 FFD内にWAPDA事務所があり職員が常駐しているので、詳細はそこで確認してくださいとのこと。</li> </ul> <p>3. 入手資料</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 「Hydrology &amp; Research Directorate 概要」（PPT）</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「WAPDA Annual Report 2020-2021」 (PDF)</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

協議概要：SMRFC 予備調査	
2023/3/9 (木) 14:00-17:00 PMD	<p>(先方)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 氏名不明, Deputy Director, SMRFC</li> <li>2) Dr. Tahir, Director of Plaining div.</li> <li>3) Dr. Jehangir Ashraf Awan (HPC, NWP, IT, climate change, 韓国 Sejung 大で PhD), SMRFC</li> <li>4) Mr. Syed Ahsan Ali (HPC, NWP), SMRFC: &lt;- WRF の実担当者 ほか (当方) 石本、登内 (記録)</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>● WRF は R&amp;D/CICC が運用している。HPC は JICA 無償プロジェクトで導入された。インストールは、豪コンサル会社 EES-weather が行い、engineer の 1 人は元 BOM(豪気象局)。雲物理や境界条件などは、同社が導入前に複数の組み合わせを試して、パキスタンにあった設定で入れている。Run は 1 日 4 回、72 時間先(3 日間)までで、解像度は 5km。検証については、自動検証(後日ヒヤリングしたところ、複数モデルを用いた予報支援システムの中で、対象都市毎に各モデルの地上予測値を CSV で出力し、これを SYNOP 観測と比較している模様)。</li> <li>● WRF の過去データは、7 日間、全層データを保存している(72Tb)。地上観測データは 30 日分、web-D/B に蓄積されており、これを利用する。</li> <li>● Data assimilation(データ同化)は、地上観測値、レーダー雨量などが出来ることは知っているようだが、実際の経験がない模様。過去事例の解析も、モデルを動かしたことはあるが、レポートとして作成しているものはなさそう。</li> <li>● SMRFC の人員は 13~14 人だが、若手の補充を考えている。PMD では 70 名の職員を海外で勉強させて master/doctor を取得する計画がある。</li> <li>● レーダーデータは、Islamabad は 2020~、Karachi は 2022~、データを保存している(後日の調査で Islamabad は抜けがあること、Karachi は 2021 年モンスーン期のデータが Tx-limiter の障害でエコーがとれていないなど問題がある)。ほかのレーダーは画像(jpg)を、ネットを通じて、レーダーから直接 PMD-HP に送り上げ、これを予報官が見ている。</li> <li>● WB の phase-II は申請書類の最終段階で、2 か月後にはスタートし AWS の調達が始まる(4 年プロジェクト)。SYNOP(3 時間毎),METAR については、30 年間のデータ蓄積がある。  <a href="https://rmcpunjab.pmd.gov.pk/rmclhr/asppages/selectsynop.asp">https://rmcpunjab.pmd.gov.pk/rmclhr/asppages/selectsynop.asp</a></li> <li>● Wind-profiler は PC での描画・モニターのみ、WRF への利用などは行って</li> </ul>

	<p>いない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ‘Weather-guidance’は、JICA 無償で 2017 年に導入された、複数のモデル米・独・JMA などの GPV を取り込んで、予報官を支援するシステムを指している。日本で言う[weather guidance](統計的 GPV 補正)ではない。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要：SMRFC について	
<p>2023/3/10 (金) 9:00-11:00 SMRFC (Specialized Medium Range Weather Forecasting Center) CICC(Climat e change Impacts and Integrated Cell) (Islamabad)</p>	<p>(先方)</p> <p>1) Dr. Furrukh Bashir (hydrometeorologist), SMRFC 2) Dr. Jehangir Ashraf Awan (HPC, NWP, IT, climate change), SMRFC 3) Mr. Syed Ahsan Ali (HPC, NWP), SMRFC: &lt;- WRF の実担当者 (当方) 登内 (記録)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● SMRFC は、WRF 運用などの数値モデル、S2S(10~3 か月予報), Seasonal 予報、気候モデル全般を扱っている。メンバーは 10 名だが、必要に応じて、予報部や Karachi から人を集める。</li> <li>● 最初の WRF は、Furrukh さんが 2006 年に自力で install し、独の NRF を境界条件にして 30km 解像度で始めた。</li> <li>● 気候モデルの力学的ダウンスケーリング(DS)は、2009 年に PRECIS と Reg-CM で行った(元モデル ECM4-CMIP3)。CMIP5 は統計的 DS を 25km 解像度で行い、将来の温度上昇、extreme-weather (流域でのメソスケールでの大雨の増加)を確認している。CMIP6 についても、NASA のサイトから日別値のダウンロードを試したが、データが大きすぎて、DL できていない。</li> <li>● S2S-forecast についてもモンスーンの大雨予報のために力を入れたい。また、農業関係からは週間予報も含め要望が強い。</li> <li>● Impact based forecasting(IBF)については、UK-Met-Office と協力して、パイロット地区での農業向け情報として取り組み、一定の成果を上げることができ、ほかのエリアにも展開していく予定。IBF については、PMD としても力を入れていきたいので、JICA 技プロでも技術援助項目に入れてほしい(利用者ニーズ調査などの必要があり、PMD との業務分担も含め要検討、成果 3 に関連)。</li> <li>● 予報支援システムは、WRF、ICON(独)、GFS(USA)、US-air-force、JMA の GPV を入力にして、予報者向けの情報を作成する(PMD では guidance-system と呼んでいた)。地点別に、地上の気温、降水量、湿度、風を 3 時間間隔で出力しており、各モデルの output も残っている。また、このシステムで検証も実施している(IBL 社製)。</li> <li>● 地上気象観測のデータは、web ベースのソフトで入力される、 <a href="https://rmcpunjab.pmd.gov.pk/rmclhr/asppages/synopupload.asp">https://rmcpunjab.pmd.gov.pk/rmclhr/asppages/synopupload.asp</a> 入力されたデータは、Islamabad で再度手入力され、このデータが D/B に蓄</li> </ul>

	<p>積される(3 時間毎)。D/B からは前述の guidance-system や GTS(国際情報交換システム)に送られる。その後、このデータが Karachi にある CDPC(Climate Data Processing Center)に送られ、CDPC で QC を行い、疑いのあるデータは再確認し、Climate データとして確定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● WRF の計算中は、35Kw の消費電力がある(結構負担になっている模様)。PMD のセンター間は光回線の VPN で結ばれており、Lahore や Karachi でも WRF の計算結果を取得することが出来る。Islamabad-JICS-AWS、レーダー、WRF、Lahore の 47AWS はそれぞれ別のネットワーク構成になっているが、Islamabad の各ネットは相互接続されており、相互利用可能(JICS-AWS についてはネットワーク的にはつながっているが D/B になっており、即時利用可能か確認が必要)。</li> <li>● AWS は観測密度がかなり粗い。Furrukh さんの試算では平地では 30km、山岳部では 8km の観測密度が必要で、AWS の増強を計画している。GCF(Green Climate Fund)の氷河湖 project で 50 か所の AWS を設置しているが、将来は 400 に増やしたい(rain-gauge, water-level-meter)。</li> <li>● 気象衛星は、中国の FY2-E を使っており、'MICAP'という viewer で見ている。利用しているのは VIS,IR,WV など traditional なもの。他のシステムへの接続、利用はない模様。</li> <li>● WRF などのデータは、スロバキアの IBL 社(国際通信回線 GTS や関連するソフトウェアを作っている会社、以前はジュネーブに本社があった)の'visual weather'で、モニターできる。今見れるのは、profiler, AWS, WRF, radar。NetCDF でデータを用意すれば、この端末で monitor 可能。</li> <li>● JICS-AWS のデータベースは、Maria-D/B。定期的にデータを切り出す機能があり、203.124.42.75 にデータを転送している(203.124.32.0 - 203.124.63.255 は COMSATS/Pakistan となっているので、PMD のアドレスの可能性が高い)</li> <li>● 本邦研修などは、monsoon 期は外してほしい。9~5,6 月が希望。</li> </ul> <p>&lt;入手データ&gt;</p> <p>WRF の計算例 (GRIB2,2023/3/6,00UTC)、Namelist,[input,wps]ファイル</p> <p style="text-align: right;">(以上)</p>
--	--

協議概要：FFDが運用する洪水予報モデルについて	
<p>2023/3/10 (金) 9:30-11:30 FFD (ラホール)</p>	<p>(先方) Mr. Saqib Hussain, Deputy Director (Hydrological Forecasting &amp; Modeling), FFD (当方) 荒木 (記録)</p> <p>1. データ提供依頼</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 以下のデータに関して、Chief</li> </ul>

	<p>Meteorologistの承認を得た後にメールベースで提供できる旨を確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FFD予算概要 <ul style="list-style-type: none"> <li>【追記】「PMD本部への照会をお願いします」との回答。</li> </ul> </li> <li>➤ FFDにおける技術トレーニングの概要 <ul style="list-style-type: none"> <li>【追記】 Technical Training Center Institute of Meteorology and Geophysics in Karachiで、毎年技術トレーニングを実施している。 (FFD内での技術トレーニングについては回答なし。)</li> </ul> </li> <li>➤ FFDダッシュボードのリンク情報 <ul style="list-style-type: none"> <li>【追記】 リンク情報を入手 <a href="https://www.ffd.pmd.gov.pk/dashboard">https://www.ffd.pmd.gov.pk/dashboard</a> (PC環境によりセキュリティー警告表示あり)</li> </ul> </li> <li>➤ GISデータ (流域界、観測所位置 : PMD、WAPDA、PIDs) <ul style="list-style-type: none"> <li>【追記】 関係資料を入手 (流域界SHP.zip、Station List.xlsx)</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

協議概要 : FFD内WAPDA事務所の業務内容について	
<p>2023/3/10 (金) 11:30-12:00 FFD内 WAPDA出張所 (ラホール)</p>	<p>(先方) WAPDAアシスタント (WAPDA担当職員不在) (当方) 荒木 (水文) (記録)</p> <p>1. FFD内WAPDA事務所の業務内容について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● FFDの一階に、WAPDA用に2部屋が用意されている。 洪水期(6/15~10/15)以外もWAPDAの職員が常駐している。 現在、FFDビル1階を改築中で、入り口は別(正面入り口左側のビル側面)。</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>● WAPDA担当職員(1名が常駐)が不在のため、担当職員から直接話を聞くことはできなかったが、アシスタントを通じて以下を確認した。</li> <li>➤ WAPDAの情報データベースを参照できるPCを確認。(アシスタントが操作できる。)</li> </ul>

	<p>➤ WAPDA が利用している無線機（Wireless と称している）を確認。</p>  <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

協議概要：Islamabad レーダーについて	
<p>2023/3/10 (金) 14:00-16:00 Islamabad レーダー</p>	<p>(先方) 1) Mr. Majar Kaleem, Director 2) 氏名不明(Islamabad radar engineer) (当方) 石原、登内 (記録)</p> <p>Islamabad レーダーにて、Kaleem 氏に同レーダーほかの運用状況をインタビュー。同氏は Army で 20 年間 detecting-radar(Geraf?-radar)に関わっており、PMD に来て 10 年になる。ハードにはかなり強い印象。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Islamabad レーダーは、2018 年の運用開始から、大きな問題は起きていない。スタッフは同氏も含め 11 名 (senior-engineer, engineer, sub-engineer, technician) で、evening(2pm~8pm),night(8pm~8am),general(8am~4pm)の 3 シフトで各シフト 2 名で構成される。レーダーで障害などが生じた場合は、無償資金協力のコンサルタント(IMC(国際気象コンサル))にコンタクトし対応に当たっている(良く対応してくれるとのこと)。</li> <li>● Islamabad と Karachi のほかのレーダーは、Mardan:X バンド、KPK70km、solid-state、中国製(2023/2/28,8:44)、Mangla:S バンド、マグネトロン、EEC、2007(2022・9・29,7:36)、??(地名不明):EEC、1987~マグネトロン、Monsoon 期のみ運用、Lahore:マグネトロン、停止中(シグナルプロセスの問題?) (2021/10/23,21:33)、Dera Ismail Khan:停止中(2015/10/25,9:55)、Rahim Yar Khan:C バンド、停止中(2023/3/3,5:06)、Sialko:C、停止中(2022/12/29,9:51)。( )は、最終画像の日時:2023/3/10 閲覧。</li> <li>● 商用電源の fluctuation があり、これにより Supply-power-device (Alester) が損傷し交換した。</li> <li>● 日、週、月、半年、年点検はきちんと実施されており、記録もされている。半年点検ではグリス・オイルのチェックと補充、年点検ではグリス・オイルの交換を実施している。半年点検は、before-monsoon(Apr. to May)、after-monsoon(Nov. top Dec.)に実施。月点検では、出力電力、周波数などを計測(記録で確認)。</li> <li>● レーダー塔を見学したが、清掃が行き届いており、保守・運用が高いレベルで実施されていることを確認した。レーダーでの運用時間数は 30,000 時間を</li> </ul>

	<p>超えており、保守点検などの時間以外は、連続運転できているとのこと。点検用の機材(スペクトルアナライザーなど)もキレイに保たれ、ちゃんと格納され、グリスやヘルメットなども整理され格納されていた。</p> <p>&lt;入手データ&gt;</p> <p>レーダーraw データ(Z:2022/9~10、約 10 日分)、設定ファイル(config の下)</p> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要：世界銀行の支援について	
<p>2023/3/10 (金) 15:00-16:00 世界銀行パキスタンオフィス (イスラマバード)</p>	<p>(先方)</p> <p>1) Mr. Ahsan Tehsin Sahib, Project Coordinator, World Bank 2) Dr. Hanif, Hydromet Expert, World Bank</p> <p>※Dr. Hanif は PMD に約 30 年務め、PMD から WB に移ったとのこと。</p> <p>(当方) 石本 (記録)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Pakistan Hydromet and Climate Services Project (PHCSP) (実施機関：NDMA、PMD) が 2018 年から 2024 年 12 月まで実施される予定だったが、2022 年の大洪水に対する緊急支援にプロジェクト予算を割り当てたため、同プロジェクトは中止になり、進展はない。</li> <li>● 現在、新たな Hydromet プロジェクトを企画し、PMD と交渉中 (実施機関は PMD のみ)。Hydromet に関しては、50 million USD (約 50 億円) が割り当てられる予定。JICA 技プロと関連のあるコンポーネントはパキスタン西部への AWS 設置 (300 台)、気象予報の改善 (NWP システム導入、コンピューティング能力強化)、情報伝達の改善など。</li> <li>● AWS については、PMD への供与後の維持管理が課題。PMD では運営・維持管理 (O&amp;M) のための予算が不足している。世界銀行では、AWS 設置後、製造会社との契約を支援し (約数年ほど)、PMD の維持管理を支援する予定。また後述の情報伝達の改善を通じて、PMD が収益を得るための支援を行う予定。</li> <li>● AWS の設置数については、300 (新規・世界銀行)、45 (既存・JICS)、30 (既存・PMD)、具体的な台数は不明 (新規・UNDP)、合計約 400 となる予定。これらのデータをすべてモデルに統合する (サーバーを提供か)。ただし、データ同化は支援しないため、JICA が支援してくれると良い。</li> <li>● 気象予報の支援に関しては、PMD イスラマバード本局に新しいビルを建設し、HPC (ハイパフォーマンスコンピューター) (200 テラバイト) を設置予定。設置後は 220 テラバイトのデータ処理が可能 (現在 JICA が整備した HPC2 台 (20 テラバイト) が本局にある)。また高解像度・高頻度の気象予報モデルを支援 (25km から 5 km、1 回更新/日から 4</li> </ul>

	<p>回更新／日)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 情報伝達の改善に関しては、1.5 million USD (約 1 億 5000 万円) が割り当てられる予定。PMD の情報を受け取る各関係機関がどのような情報を欲しいのかといった需要を調査・分析し、カスタマイズドかつエビデンスベースドの情報提供を支援する予定。ただし、情報伝達ツールに関しての支援は行わない。ツールには SMS、携帯アプリ、IBR (interactive voice record)、cell broad forecast などが考えられるが、日本の技術的優位であるプッシュ通知に関して JICA が支援してくれると良い。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

協議概要：PIDとFFDの水文気象情報の共有について	
<p>2023/3/10 (金) 15:30- 16:30 Punjab ID (ラホール)</p>	<p>(先方) Mr. Akif Rahim, Deputy Director (Met), Flood Risk Assessment Unit (FRAU), Punjab Irrigation Department</p> <p>(当方) 荒木 (記録)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. JICA 詳細計画策定調査の概要を説明</li> <li>2. PID と FFD の水文気象情報の共有について</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PID が管理する水文情報を FFD に提供している。現状は、手書き紙ベースでの情報提供であるが、今後は PDF で提供できる可能性があり、モデルへのデータ入力の省力化が期待できる。</li> <li>● Punjab ID の Flood Risk Assessment Unit (FRAU)が、AI を活用した Punjab ID 独自の洪水予測 (Punjab 州内に限定) を実施しており、その際 PMD 情報 (FFD が発信する洪水予報) とインド気象局 (IMD) Web 情報を参考としている。</li> <li>● また、Punjab ID からも、IRSA、WAPDA、FFC、他州 ID に洪水予測の情報提供を実施している。</li> <li>● 48時間のLead Timeが確保できる精度の高い洪水予報の提供を希望する。</li> <li>● 洪水モデル開発においては、関係他機関との協力体制の確立を希望する。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>

協議概要：PMD カラチでの面談
------------------

<p>2023/3/13 (月) 9:30-13:00 Karachi Dr. Sarfaraz TCWC CDPC</p>	<p>(先方) Dr. Sarfaraz, Chief meteorologist (当方) 登内 (記録)</p> <p>PMD Karachi 事務所を訪問し、Chief Meteorologist の Dr. Sarfaraz にプロジェクトの概要・調査希望事項を説明し、観測・検定等について協議を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 地上気象観測は、5 つの regional-office(Gilgit, Peshawar, Lahore, Quetta, Karachi)と、それらを構成する観測所で実施している。地上観測のデータは、SMS や web を通じて入力し、2 つの National Meteorological Communication Center (NMCC) に集められる。観測データは、Karachi の NMCC で、入力ソフトに COPY and Paste し、簡単な QC(異常値チェック、T-Td と RH の論理的比較など)を行い、疑義がある場合は観測所に電話確認して最終化、GTS で Deli と Teheran に送信する(TCP/IP)。これらのデータは web-server のデータベースに格納されており、web サイトで照会可能。SYNOG は 3 時間毎の観測。AWS データは観測後 10 分以内に送られる。</li> <li>● 各観測所の観測データは月ごとに、別途、CDPC に送られ、ここで再度入力・QC を行い、確定値としてデジタル化される(CSV および Excel ファイル)。観測月報の送信は地点によってばらつきがあり、数か月かかっている地点もある。</li> <li>● CDPC では SYNOG で送られたデータをもとに、翌月の初旬に monthly-report を作成している。</li> <li>● 観測データは Manual を正としており、AWS はあくまでも参考資料(観測期間が短い)。</li> <li>● 気圧計はまだ水銀の所が多く、電気式に替わったのは 6~8 か所で、他はフォルトンを使っている。</li> <li>● 検定の国家標準機は Beijing で 3~4 年毎に検定を行っていたが、JICS プロジェクトで新しい標準機が入ったので、その後は比較検定を行っていない(後ほどの確認で、RIC つくばでの確認ではなく、メーカー検定であったことが判明)。国家標準機は気圧、気温、湿度があるとのこと(湿度は鏡面式の湿度検定槽が導入されており、これを意味していた模様)。検定槽は気温、湿度、気圧を入れた(JICS プロジェクト)。Traveling-standard は 5 式で、Karachi で国家標準機と値付けをし、5 つの regional-center に送り、各センターが観測所での比較に使用している。</li> <li>● 各観測所の点検は、1年に1回が原則だが、3 か月に 1 度行っているところもあるし、期間が空いているところもある。各観測所の点検では、比較を行ったシールを観測所の百葉箱のセンサーに貼っているが、点検記録報告(紙ベース or ファイルベース)は確認できなかった。</li> </ul> <p>(以下、CDPC: Ashif Hussain 同席)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● SYNOG メッセージは日ごとに CDPC に送られる、一方、各観測所からは、2~3 か月遅れで月報が送られてきて(遅いところは数年後というところもある)、データは QC を経て入力し、Monthly Meteo. Report として PDF 化し出</li> </ul>
--	--

	<p>版される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 観測値のQCに関するトレーニング、保守点検にかかる training は、Karachi, Lahore, Islamabad の3つの regional-office で実施するのが良い。JICS 供与の AWS は SYNOP-station に置いているので、比較検証も可能。</li> </ul>
	<p>(先方)</p> <p>1) Mr. Anjum Nazir: Meteorologist (TCWC: Tropical Cyclone Warning center),</p> <p>2) Dr. Sarfaraz, Chief meteorologist</p> <p>(当方) 登内 (記録)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● サイクロンは年平均1個なので、頻度はそれほど高くない。被害の大きかったサイクロンは、1999,2007,2010 年、2007 年のサイクロンはベンガル湾で発生し、インドを超えて弱まったが、アラビア海に入り再発達した。</li> <li>● サイクロン情報は IMD の発表情報(位置、経路、強さ、最大風速、高潮など)をパキスタンに合わせた情報にして発表する。独自の解析などは行わない。</li> <li>● 気象衛星は、FY2G を使っており、CMA が供与した'MICAP'でモニターしている。Karachi には 15 日前に設置された、詳しくは、Islamabad の Mr. Rizwan: IT-engineer に聞いてほしい。MICAP では、衛星画像(IR,VIS,WV,IR2)のほか、ICON(独)、ECMWF、GRIB(どこか未確認)が、中央アジアまでの領域だけ見れる(解像度は 1.25 度程度)。RGB 画像の表示機能はない。</li> <li>● 海上の観測(潮位、潮流など)は行っていない、また、高潮モデルもない。JMA の高潮モデルの利用を打診したが、海底地形データがないので、storm-surge モデルは動かないのでは?とのコメント。</li> <li>● パキスタンの大学は、NUST(National University of Science and Technology, Islamabad)が最もレベルが高く、次いで、LAMS(Lahore)、Karachi 大など。</li> <li>● 研修は WMO のガイドライン WMO1083 に沿ったカリキュラムを実施しており、observer コースと Meteorologist コースがある。カリキュラムの中にはプログラム言語(C,C++)もある。また、リフレッシュコースとして、Quality management, Aviation, Administrative works などもある。</li> </ul>

	<p>(先方)</p> <p>1) Mr. Asif Hussain: Programmer (CDPC: Climate Data Processing Center)</p> <p>2) Dr. Sarfaraz, Chief meteorologist</p> <p>(当方) 登内 (気象) (記録)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 観測データは CDPC で蓄積しており、一般には有料で提供している。研究目的や公共サービスには無償で提供している。</li> <li>● CDPC でのデータ蓄積は、WMO の climate ソフトなどではなく、独自ソフト (簡易 QC つき) で入力し、保存データは CSV および excel。QC は論理チェック (Ta, Td と RH が矛盾しないなど)、リミットによる異常値チェック。SYNOG は原則 3 時間おきで、few-airports では 1 時間おきの観測。GBON への 1 時間通報は行っていない (メリットがないから)。Monthly bulletin を翌月第 1 週に出している。平年値は 1961~1990 から計算しており、1991~2020 平年値の計算も終了しており、間もなく出版される予定 (PDF で一部を供与頂いた)。</li> <li>● GTS は COROBOL 製で 15 年前に導入された、ソフトは当時のものを使っているが、PC は数年前に更新した。SYNOG は観測 (00 分) から 15 分以内に Karachi に送られることになっており、(携帯電話による SMS、あるいは、web ページからの入力)、それらを COPY+Paste で MSS で入力し、QC を行い、BUFR への変換を行い、GTS に送信 (QC や入力関係ソフトは、PMD で開発している模様)。</li> <li>● Cyclone-center は 24 時間体制。Cyclone 監視は、SMRFC-project で供与された 'Visual Weather' でやっているとのことだったが、当日は、回線不良で見ることが出来なかった。Cyclone は主に pre-monsoon の May-June で、最近では 2021 年 5/12-19 の TOUKTAKA。</li> <li>● Karachi レーダーのモニター端末があり、1 週間分データが保存されている。画像 (降水量変換画像) は、jpg 保存、ftp により PMD-HP への自動転送が行われている。</li> </ul> <p>(入手資料)</p> <p>CDPC で所有するデータ、1991~2020 年平年値 (抜粋)</p> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要 : Lai Nullah Basinの洪水予報システムについて	
<p>2023/3/13 (月)</p> <p>11:30-12:30</p> <p>PMD 本部</p> <p>(Isrb.)</p>	<p>(先方)</p> <p>Master Control Centre of Lai Nullah Basin Flood Forecasting and Warning System</p> <p>(Flood Forecasting and Warning System for Lai Nullah Basin Master Control</p>

Centre)

Mr. Major Mohammad Kaleem, Principal Engineer

Mr. Imran Aslam, Electronic Engineer (2007 技プロ時の C/P)

Mr, Farhan Khaliq, Sub Engineer (2007 技プロ時の C/P、モデル構築担当)

(当方) 石原、大平、石本、荒木 (記録)

1. Imran Aslam, Electronic Engineer (FFWS Master Control Centre) から Flood Forecasting and Warning System for Lai Nullah Basin の概要説明

(説明 PPT の提供を依頼 : 要 Follow-up ⇒ 3/14 入手)

- 2001 年 7 月洪水、Twin Cities (Rawa) は、10 時間雨量 610mm の豪雨に見舞われ、都市部の標高の低い地区では浸水深 2m 以上を記録する甚大な被害を受けた。
- 2007 年 JICA 技術協力プロジェクトで、Flood Forecasting and Warning System for Lai Nullah Basin : 6 雨量観測所、2 水位観測所、10 Warning Post (サイレン警報) を構築し、運用を継続している。
- モデルを利用した警報発出システムではない。
- 実測の水位・雨量をベースとし、は、Pre Alert、Alert、Evacuation の 3 段階の警報レベルを設定し、リアルタイムで Web に公開している。  
<https://ffws.pmd.gov.pk/rtr.html>
- 関係機関に対しては、主に WhatsApp を利用したプッシュ通知を行っている。(かつては予算を確保し有料 SMS 発信を利用していたが、現在はほとんど WhatsApp に移行している。)
- 2007 年技プロの中で、MIKE11 を用いた流出・河道モデルを構築し、モデル解析結果に基づいて、警報レベルの閾値を設定した。MIKE11 のライセンス契約が終了しているため現在は利用していない (利用できない)。流域・河道状況の変化によるモデルおよび警報レベル閾値の更新が必要であると理解しているが、現在 MIKE11 を利用できない。
- システム稼働以降 8 回の Evacuation アラートを記録しているが。人的被害は発生していない。

(要 Follow-up : 8 回の Evacuation アラート時の雨量、水位データの保管状況を確認)

- 河道の維持管理として、地方自治体が河道浚渫を行っている。河道改修も地方自治体の担当事項であるが、河道改修の計画があるかどうかは把握していなし。
- 現在は、地上観測の地点降雨量を小流域の流域平均雨量の代表値として警報を発出している。レーダー観測面雨量を用いた流域平均雨量を

	<p>小流域の警報発出の基準とすることで予報精度の向上が期待できる。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要：測器センターについて	
<p>2023/3/13 (月) 14:00-16:00 CMS, Instrument Workshop</p>	<p>(先方) Mr. Zubair Ahmed Siddigui: <a href="mailto:siddigui@pmd.gov.pk">siddigui@pmd.gov.pk</a>, Dr. Sarfaraz (当方) 登内 (記録)</p> <p>Karachi の中央気象測器センター (Central Met. Workshop) と、Instrument-center を見学。PMD では、三杯型の風速計、雨量計、蒸発計、バルブ (パイバルの水素用)、百様箱を同 Work-shop で自作しており、それらを地方官署で使うとともに、外部にも一部提供しているとのこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● CNCC(National Calibration Center?)には、2020 年に標準器が導入された。国家標準機とトラベルスタンダード(5 か所の regional-office に配備)の比較検証は行っているということだが、比較検証結果のレポートは確認できなかった。また、観測所の点検は年1回程度実施しているとのことだが、こちらの点検結果のレポートも確認できなかった。検証・点検はやっているようだが、記録が残っておらず確認できない。</li> <li>● 国家標準器は、気圧 (Vaisaka—PTB)と高精度温度計 (NETSUSIN)が入っているが、メーカー検定のみで、RIC つくばによる certification は行っていない。風速計については、納入業者による検査 (フィールドプロ)はあるが、やはり RIC つくばでの検定結果はない。風洞は開放式の東芝製で、メーカー検定付きの風速計と相互比較して、検定しているとのこと。雨量計キャリブレーターは USA 製のもので、精度に難がある。国家標準器とするには、RIC つくばでの値付け (比較・検査)が必要で、技プロの最初で実施する必要がある。</li> <li>● 気圧検定のためのジグ (パイピング)、恒温槽 (液槽)、鏡面式恒温槽は確認できており、また、電源供給ユニット (やや過剰設備)、氷点 (0℃) 検査のための氷を保存する冷蔵庫もあるので、検査を行うための機器はひとつお揃い揃っている。USA 製の雨量計チェッカーは安定しないので、豪製のチェッカーを導入した方がよい。</li> <li>● 品質管理は、ICAO の調査での指摘を受け、2012 年に導入し、CMA-RIC-Beijing で 2 年毎検査を行ってきた。2020 年の日本製導入以降は実施していないとのことだが、regional-standard とトレーサビリティがとれていない現状は問題で、早急に改善する必要がある。</li> <li>● 飛行場における気圧観測は 80~90%が水銀型の気圧計を使用している (25~26 の飛行場のうち電気式気圧計も含む AWS がついているのは 5~6 か所、Sarfaraz 氏)。</li> <li>● 高層観測は、Pilot (風のみ)が 28、ゾンデは 1 (モンスーン期のみ)だが、水素ガスの不足、PAF (空軍)からの許可が下りないなどの理由で、実際に観</li> </ul>

	<p>測されているのは数地点。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 施設の中には、warehouse もあり、UNDP プロジェクトで山岳地帯に設置する AWS (イタリアメーカー) が展開され、梱包作業を行っていた。導入時に比較検討を行い発送・設置するが、設置後のフォローは行われていない。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要：研修センターについて	
<p>2023/3/14 (火) 9:30-10:30 IMG</p>	<p>面談相手： 1) Mr. Wash Dev Khatri, deputy director of Institute of Met. Geophysics Krachi, technician, Dr. Sarfaraz 調査団：登内（気象）（記録）</p> <p>Karachi の IMG (研修施設) において、実施している研修等につき調査した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 基本コースとしては、1. 観測(BIPM)、2. 気象 1(BIP-MT)、3.気象 2(BIP-M) がある。BIPM は観測者(Observer)を対象とした 14 週間の研修で、4 週間の OJT がある。BIP-MT は Meteorologist を対象とした予報研修で 18 週間行い、8 週間の OJT がある。BIP-M は予報官になる予定の Meteorologist の研修で 32 週間、20 週の OJT がある。同日は、BIP-M が実施されており、各地方 (Peshawar, Islamabad, Lahore など) の予報官および Navy からの研修生が、地上天気図の解析を行っていた。また、別のクラスでは、Navy の職員を対象に「基礎気象学」の研修を実施していた。</li> <li>● Meteorologist になるには、大学で、物理、地球物理、数学、宇宙科学、地質学、物理化学を学んでいる必要がある。また、外部向けには、Navy, Airforce に対して講座を持っている。</li> <li>● PC(10 台)が Core-i-5,windows-7 で、研修に用いるには能力が低く更新を希望している。また、講義用の大型 display も要望している。</li> <li>● 本技プロで行われる講義については、リモートで Karachi にも共有してほしい、また、OJT の研修についても案内を共有してほしい。必要に応じて、Islamabad に職員を派遣したい。WRF についての install、実行の研修を Islamabad でも実施してほしい。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>

協議概要：Karachi レーダーについて	
<p>2023/3/14 (火) 11:00-12:00 Karachi radar</p>	<p>(先方) Ms. Humeira Hafeez: chief engineer of Karachi radar (当方) 登内（気象）（記録）</p>

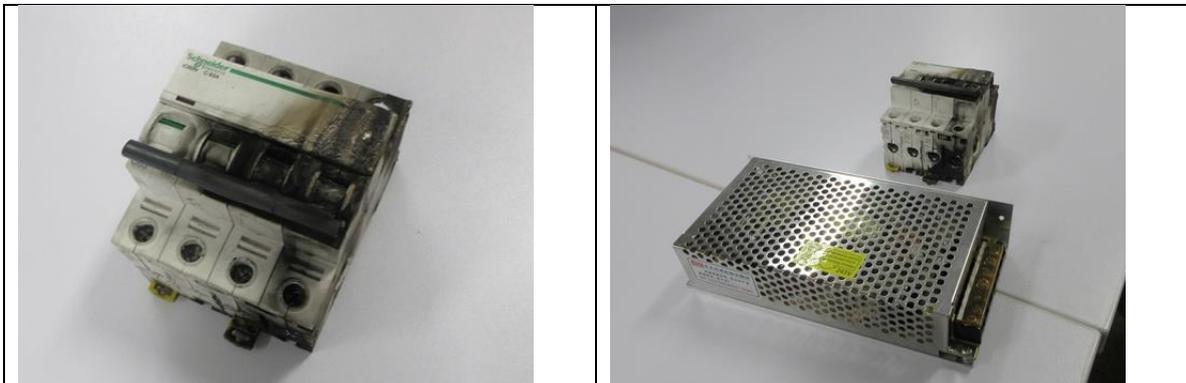
- Karachi レーダーは 2022 年 3 月に導入され、基本的には良好に動いているが、商用電源の fluctuation が大きく、電源部を中心に故障が起きる。6 月に SDP の電源ユニットが発火し、ユニットを交換した（スペアユニットに交換、スペアがなくなった）。また、Power Unit (Tobishima) がやはり発火し交換した（こちらは市中で調達できた模様）。故障などが発生した場合は IMC に連絡し対応してもらっている。今の所、ちゃんと対応できている。
- レーダーの Transmitter Unit に問題があり（TR-limiter の障害）、IMC 経由で JRC に照会し、保証期間中であつたので、交換機材が送られ、交換した。故障に気づいたのは、2022/8 の大雨時にエコーが弱く調査の結果、同ユニットの故障とわかった。このため、2022/10（ユニット交換）までのデータは過少になっている。
- 現地では、データを外部 HD に保存しており、観測開始からのデータを確認できた。2021/8 と 2022/8 の raw データを COPY し、後日検証することとした。Python で可視化が可能と思われるので、可視化試験を行い、うまくいったら、Karachi、Islamabad レーダーに共有する予定（サンプルソースを作成し共有済み）。
- レーダー塔にも入り、発信機・グリスなどの保管庫・レドーム内部・アンテナを確認したが、いずれも、良い環境に保たれ、機材も整然と整理されており、保守・点検・運用はしっかりできている。

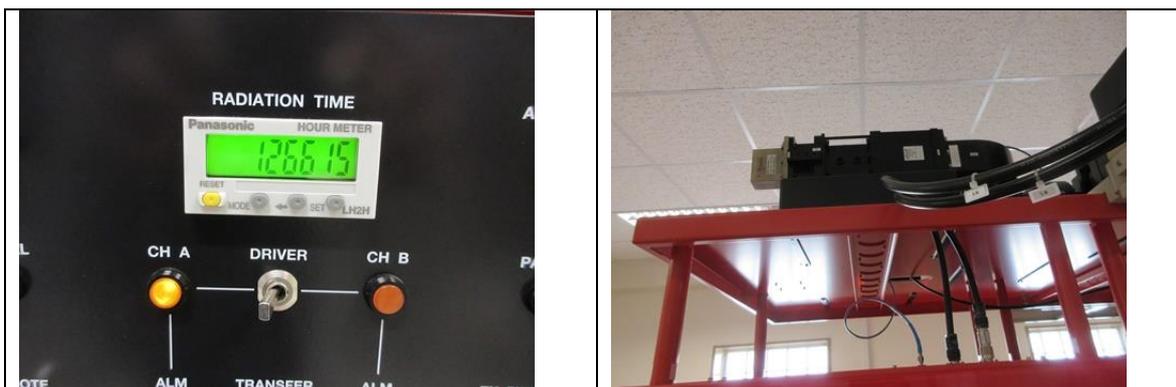
(入手資料)

IMG 研修シラバス、Karachi レーダー Raw データ(z,v)、2021/8,2022/8。

以上

<Karachi radar>





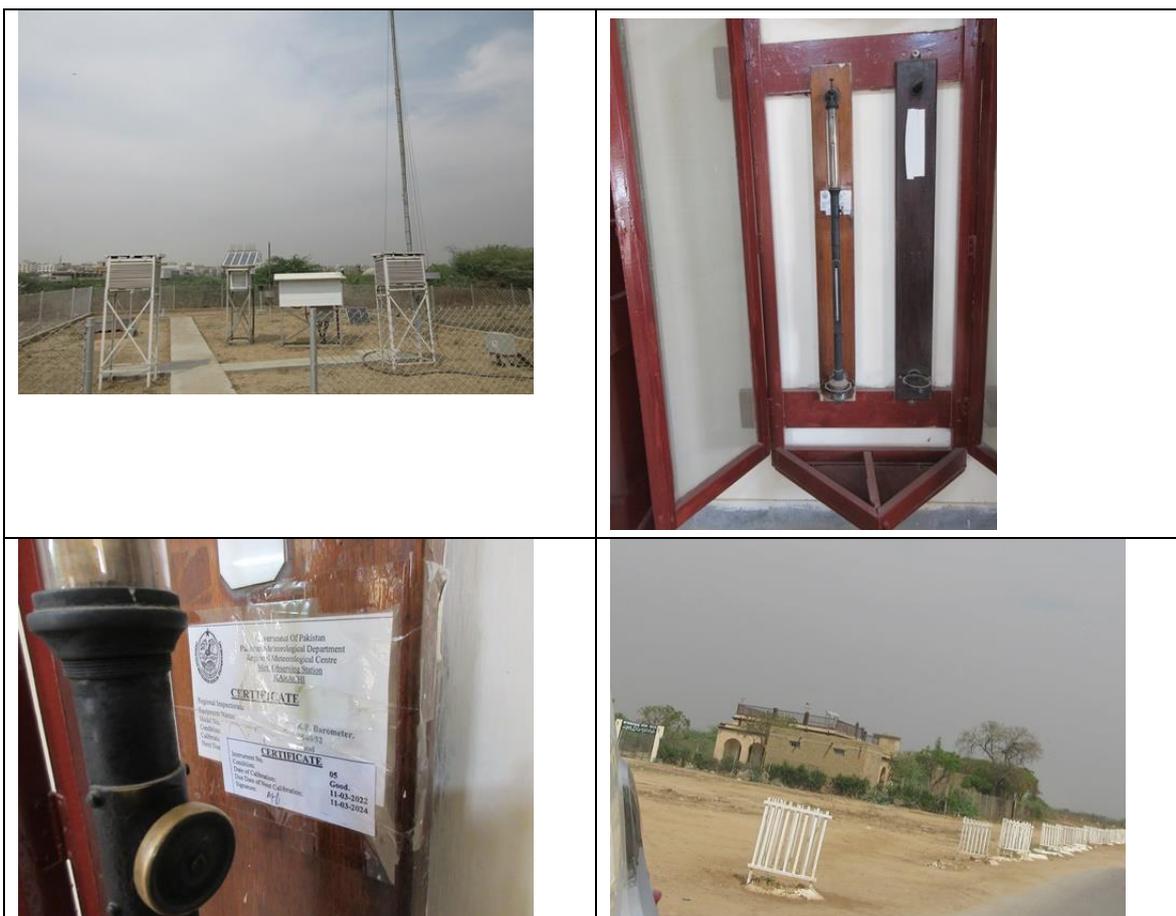
協議概要：Indus-IFASモデルの改良について	
2023/3/14（火） 9:30-12:00 PMD 本部 (Isrb.)	<p>(先方) Mr. Muhammad Irfan Virk, Deputy Director, NWFC, PMD            (当方) 荒木 (水文) (記録)</p> <p>1. Indus-IFASモデルの改良について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Mr. Muhammad Irfan Virk (IFAS経験者)               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2014-2015、ICHARM修士コース、IFASとGSMaPが研究テーマ</li> <li>➢ 2008-20016の間、FFDに所属、当時はFEWSモデルが主流、Indus-IFASについては、よく知らないが、ICHARMでの経験からコメントできる。</li> </ul> </li> <li>● FFDでIndus-IFASモデルを担当している、Mr. Saqib Hussain (Modelling) から               <p>「Indus-IFASモデルは、衛星降雨とレーダー降雨を同時に入力値とできない（どちら一方のみ）、FFDは、衛星降雨とレーダー降雨同時利用の可能性を模索している。」</p>               とのコメントを得ている。また、FFDは、Indus-IFASモデルの精度向上を望んでいる。                ICHARMでの経験からコメントをいただきたい。 </li> <li>● IFASへのレーダー雨量の適用の可能性について：               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ レーダー雨量の利用は、Indus-IFASモデルの解析精度の向上につながる可能性が高い。</li> <li>➢ モデル組込み機能で、レーダー観測降雨をGSMaP衛星降雨のキャリブレーション情報としての利用できる可能性もある。（今後要確認、現在は地上観測雨量でGSMaPをキャリブレーションしている。）</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>

協議概要：Karachi 空港隣接の観測所について	
2023/3/14（火）	(先方) 氏名不明 (Karachi airport observatory)

<p>13:30-14:00 Karachi 空港観測所</p>	<p>(当方) 登内 (記録)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Karachi 空港に隣接する、観測所を訪問・調査した。</li> <li>● JICS 供与の AWS が設置されており、PC でデータをモニターできる (DB 化されている)。Box はロガー部、ケーブル部、バッテリー・チャージコントローラー部から出来ているが、ロガー部にデータを蓄積しておらず、データは PC の DB に入っていると思われる。RS482 (4 芯) でロガーと通信を行っているが、ホコリなど環境が良くない場所で、PC によるデータ蓄積や、机の上に置いた通信ユニットでの通信は、故障の可能性が高く疑問。ロガーボックス内に通信機能やデータ保存部を入れて、直接携帯電話経由でデータを送った方が安全と思われる。</li> <li>● 同観測所は 1 時間毎の観測で、毎時 METAR を、3 時間おきに SYNOP を通報している。気圧は水銀式気圧計を用いている。JICS-AWS のほかにマニュアル観測機材があり、また、PMD 予算で整備したという Vaisala 製の温湿度計 (モニター付き) も設置されていた。並行観測によると、JICS-AWS は夏の日中に 2~3°C、マニュアル観測よりも気温が高くなる。原因としては、百葉箱が小さいこと、センサーが箱内の金属板に設置されていること、底面に隙間が多く、地表面反射や輻射を拾っている可能性が考えられる。2020 年から定期的に比較が行われており、点検が実施されたときは、センサーの横に、実施日・有効期間を記したシールを貼っている。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--------------------------------------	---

<Karachi Airport Observatory>





協議概要：NWFC との面談、Islamabad-AWS の視察	
2023/3/15 (水) 9:30-12:00 NWFC, Islamabad Islamabad-AWS	<p>(先方) Mr. Muhammad Irfan Virk, deputy director of National Weather Forecasting Center (NWFC), mirfanmet@gmail.com            (当方) 石原、登内 (記録)</p> <p>NWFC において、PMD の発表する予報、警報、利用している情報端末について調査した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 大雨は 35mm/day を目安にしている。大雨情報のような形の 1 ページのサマリーで発表され、web ページにも upload される。干ばつについては、National Drought Monitoring Center (NDMC) が drought warning を発表する。強風については、WMO 基準に準拠し 35KT<math>\leq</math>のときに Dust-storm 情報を出している。洪水は FFD。警報は 3~4 日のリードタイムを持って発表し、随時更新する(基本は毎日1回更新)。</li> <li>● 予報は 1 日 2 回が基本で、朝は 05UTC(現地 9 時)、午後は 12UTC(現地 17 時)。夕方には 7 日予報、3 日間の City-forecast(天気、気温、降水量)を発表している。地上天気図解析は1日1回行っているが、これは概況を把握する目的で、Web ページのための作画は CMA の MICAP で作画したものを upload している。</li> </ul>

- 予報は、豪コンサルの ESS が導入した'weather guidance'を使っている。同システムは、ICON,WRF,GFS,JMA-GSM,US-Navy のモデル出力を地点別に実況と比較し、各予報の精度に対応した重みをつけて平均化し予報を提供するシステム。精度の評価期間は直近 30 日間。説明資料などの作画は、Arc-GIS を使っている。

[Islamabad 本局 AWS]

Islamabad 本局の構内に設置されている AWS を調査した。

- AWS は、JICS 無償で導入された Delarco 社製の AWS で、風速計・日射計・日照計・気温・湿度・降水量・蒸発量を観測している。露場には、ロガー・バッテリー・ケーブルの Box があり、温度計・湿度計は、小型の百葉箱内に設置されている。Karachi と同様に、夏の日中に manual 観測よりも 1~2℃高温になるとのこと。風速計はステイがなく、直立の維持が将来保てなくなる可能性がある。データは RS-485(4 芯ケーブル)で建屋内の地上気象観測室に送られているが、コネクタ部が不良でデータが転送できていない(配線図などは公開されているので、engineer であれば修理可能)。露場には韓国の援助と思われる、Jingyan の AWS も設置されていた。
- Islamabad 空港の職員数は 30、Observer が 7~8、forecaster が 6 とのこと、METAR、SYNOP は Islamabad の観測室で出しているが、TAF、SPECI は空港に居る予報官が出しているとのこと。(構成などは不明確なところがあり、あくまでも参考情報)。

雨の強さの区分

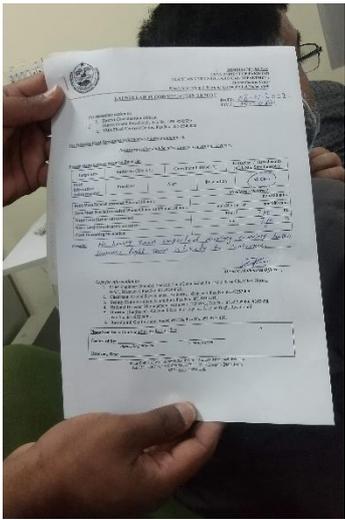
Classification	Amount (mm/24 hours)
Trace Rain	<0.1
Light Rain	0.1~7.5
Moderate Rain	7.6~35.5
Heavy Rain	35.6~124.5
Very Heavy Rain	124.5~244.5
Exceptional Heavy Rain	>244.6

以上

<p>2023/3/16 (木) 9:30-12:00 FFD IT-section</p>	<p>(先方)</p> <p>1) 氏名不明 (FFD)</p> <p>2) IT-section: Deshang: Mr. Syed Zeephan (当方) 荒木、大平、登内 (記録)</p> <p>FFD において、洪水情報発表について調査し、あわせて、PMD の web ページを作成・運用している IT 部門の engineer に software の開発 などについてヒヤリングした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Water-level と降水量は、10 分おきに SMS で自動送信され、これらの情報 (レーダーなどを含む) を web ページへ upload するとともに、What's Up のグループに 10 分単位で upload している (降水があったとき)。Water-level と降水量は、FFD から照会をかけてデータを取得することもできる。同システムは 2007 年に導入され、現在でも稼働している。ただ、通信系は当初の無線などから 2018 年に GSM (携帯電話のデータ通信) に切り替えた。</li> <li>● 警報基準を超えた場合は、サイレンを鳴らすが、サイレンの発報は、地方組織の deputy の許可に基づく (実際には、FFD から基準を超えた旨が、現地防災組織 (resucue1122) に送信され、Deputy に確認したあと、発報している模様。警報発表のための SOP は、2007 年に策定され、FFD だけでなく、地方組織の活動まで規定されている。同システムの導入後、同地区での人的被害は出ていない (Islamabad が大きくなり、以前は居住者がいなかった Islamabad 北西部で大雨による Casualties が出ているとのこと、3/17 Tahir 氏)。</li> <li>● What's up のグループは、以下の3つ。 135: Rwp Adm. &amp; Media 34: Rawalpmd Flood Management 58: Monsoon 2022 – LA/NULLPH 先頭の数字は user 数</li> </ul> <p>(IT-section Deshang 氏へのヒヤリング)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Mr. Syed Zeephan: <a href="mailto:syedzhlu@hotmail.com">syedzhlu@hotmail.com</a>、広島大で JDS で master を取得、AI を用いた流出予測をテーマとしてたとのこと。</li> <li>● PMD は web ページの開発、運用を独自に行っており、外部委託はしていない。Server は COMSAT のデータセンターに設置している模様。Web ページの作成言語は、PHP、ASP (Java) を使用しており、ソフトは Apache ではない (名称聞き取れず)。IT-section の programmer は 15 名、うち 2 名が Lahore、3 名が Karachi にいる。</li> <li>● Web はフレームが作成されており、指定されたフォルダーに指定名称でファイルを送れば表示される (送信は ftp、sftp で、IT セクションに依頼すれば発</li> </ul>
--	--

	<p>行してくれる)。JICS-AWS について照会したところ、ID を何回か発行したが、upload されたのを確認していないとのこと(システムで確認すると、203.124.42,75:21@/home/ftppmd/ftp/takeshi/に向けて export している可能性あり)。PMD の衛星(FT2)、JICS-AWS、WRF、プロファイラは物理的にはネットワークがつながっており、適切に設定すれば、相互データ交換ができるはず。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● CMA の衛星データ受信機のデータを確認。Gpf という拡張子、format は SVISSR ということだが(Babar 氏,3/17)要確認。MICAP に NC への変換オプションがある可能性があり調査するとのこと。また、document は提供させているとのこと。</li> </ul> <p>(入手データ)</p> <p>CMA-FY2 受信データ 3 時間分、4 チャンネル(VIS, IR1, IR2, WV)</p> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

協議概要 : Lai Nullah Basinの洪水予報システムについて	
<p>2023/3/16(木) 9:30-12:00 PMD 本部 (Isrb.)</p>	<p>(先方)</p> <p>Master Control Centre of Lai Nullah Basin Flood Forecasting and Warning System</p> <p>Mr. Imran Aslam, Electronic Engineer (2007 技プロ時の C/P)</p> <p>Mr, Farhan Khaliq, Sub Engineer (2007 技プロ時の C/P、モデル構築担当)</p> <p>(当方) 大平、登内、荒木 (記録)</p> <p>1. 洪水情報発信について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 通信関係にトラブルが生じ、2018 年に通信関係システムを GSM に変更 (自国製に置き替え)</li> <li>● 雨量計 (転倒マス式)、水位計 (フロート式) は、問題なく稼働している</li> <li>● 情報発信に係る SOP は、JICA プロジェクト時に策定、Warning Post (サイレンタワー) による警報発令は地方政府が決定し、Rescue 1122 (州 Emergency Service Department) がサイレン発信を操作する</li> <li>● WhatsApp グループへの情報発信に加え、重要な情報は Fax でも発信する。</li> </ul>

	 <p>紙ベースの発信情報</p>	<p>Date 16-03-2023 Time 10:30 A.M Rainfall Gauging Stations (mm) a. Saidpur Village- 12 b. Golra - 21 c. Bokra(CTTI i-12)-06 d. PMD(H-8/2)-15 e. Shamsabad- 14 f. Chaklala - 05 Basin Mean:- 14.24 Water Level Sensor Data a. Kattarian- 5 ft b. Gawalmandi- 4 ft Current Status- All clear Pre Alert at Kattarian will be @ 11. 4ft Pre Alert at Gawalmandi will be @ 8.3 ft Daily Weather Forecast Link <a href="http://nwfc.pmd.gov.pk/new/daily-forecast.php">http://nwfc.pmd.gov.pk/new/daily-forecast.php</a> FFWS Real time Report Link <a href="http://ffws.pmd.gov.pk/rtr.html">http://ffws.pmd.gov.pk/rtr.html</a></p> <p>14:35</p> <p>SNS発信情報</p>	以上
--	--	--	----

協議概要：PMD の Web 情報発信について	
<p>2023/3/16 (木) 9:30-12:00 IT Section (Isrb.)</p>	<p>(先方) IT-section: Deshang: Mr. Syed Zeephan: syedzhlu@hotmail.com (当方) 大平、荒木、登内 (気象) (記録)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Mr. Syed Zeephan:広島大で JDS で master を取得、AI を用いた流出予測をテーマとしてたとのこと。</li> <li>● PMD は web ページの開発、運用を独自に行っており、外部委託はしていない。Server は COMSAT のデータセンターに設置している模様。Web ページの作成言語は、PHP、ASP (Java) を使用しており、ソフトでは Apache ではない (名称聞き取れず)。IT-section の programmer は 15 名、うち 2 名が Lahore、3 名が Karachi にいる。</li> <li>● Web はフレームが作成されており、指定されたフォルダーに指定名称でファイルを送れば表示される (送信は ftp、sftp で、IT セクションに依頼すれば発行してくれる)。JICS-AWS について照会したところ、ID を何回か発行したが、upload されたのを確認していないとのこと (システムで確認すると、203.124.42,75:21@/home/ftppmd/ftp/takeshi/に向けて export している可能性あり)。PMD の衛星 (FT2)、JICS-AWS、WRF、プロファイラは物理的にはネットワークがつながっており、適切に設定すれば、相互データ交換ができるはず。</li> <li>● CMA の衛星データ受信機のデータを確認。Gpf という拡張子、format は SVISSR ということだが (Babar 氏,3/17) 要確認。MICAP に NC への変換オプションがある可能性があり調査するとのこと。また、document は提供さえているとのこと。</li> </ul> <p>(入手データ)</p>

	CMA-FY2 受信データ 3 時間分、4 チャンネル (VIS, IR1, IR2, WV)
	以上

協議概要：Lai Nullah Basin洪水予報システム視察	
2023/3/16 (木) 14:30-16:00	<p>(現地視察) 大平、荒木 (記録)、登内、石本</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Tehsil Municipal Administration (TMA) Rawalpindi Flood Warning Control Centre <ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab州管轄のPunjab Emergency Service Department、Rescue 1122がFlood Warning Control Centreを管理している。</li> <li>無償資金協力 (2005.08~2007.03) および技術協力プロジェクト (2007.12~2009.12) で調達・整備された機器が現在も整然と適切に管理・運用されている。</li> </ul> </li> <li>Gawalmandi水位観測所 (Gawalmandi橋上流) <ul style="list-style-type: none"> <li>フロート式水位観測所。外観はきれいでよく整備されている模様。</li> <li>避難水位 (20ft) は、堤内地盤高程度。 (Evacuation: 20ft, Alert: 14.1ft, Pre Alert: 8.3ft)</li> </ul> </li> <li>Warning Post (サイレンタワー、Gawalmandi 水位観測所近傍) <ul style="list-style-type: none"> <li>機器は良く管理され、支障なく作動している模様。</li> </ul> </li> </ol> <p>観測所データ転送システム不具合が発生し、2018年にGSM利用の自国製品に置き替えられた。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

協議概要：PDM 協議	
2023/3/17 (金) 9:30-16:00	<p>(先方)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Dr. Tahir (planning div. director)</li> <li>Dr. Zaheer Ahmad Babar (NWFC director)</li> </ol> <p>(当方) 荒木、大平、石本、登内 (記録)</p> <p>PDMに係る、Dr. Tahirとの協議・コメントについて、プロジェクト実施に関係する内容を以下にメモした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>WBプロジェクトには、AWS300、Lightning センサー・ネットワーク、few radars (C-Band)、Ceilometer (飛行場の雲底観測機材)、Wind Profiler, Tide Gaugeを要望する予定。</li> <li>技プロのキーは以下の2点。1) 予報の改善(2021年の洪水では予報雨量</li> </ul>

	<p>は平年の 40%~100%増の降水量だったが、実況は大きく&lt;数倍&gt;食い違った)、数値モデルに wind-profiler や radar を同化して改善できないか？</p> <p>2)Capacity development (HPC や radar, weather guidance(豪 ESS 作成の予報支援端末)が導入されたが、定性的な予報から脱皮出来ていない、これらを使えこなせる Capacity development が必要。⇒wind-profiler, radar を同化しても、簡単には精度向上しない。導入するのはドップラー風の同化ができれば、効果大で、まず、これに取り組む、降水量を用いた水蒸気量の同化ができると、予報精度の向上につながるが、取り組むのは先の課題。技プロでは定量的な予報に取り組む 2)の capacity-development も計るが、息の長い取り組みが必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● NFFP4 で telemeter-network (Indus?)の改善を予定している(4 つのコンポーネントがある、Federal Flood Commission)。</li> <li>● データ伝達、web ページの改善については、現在は Android だけで i-OS にも広げたい。個別利用者向け web ページの充実を図りたい。1) agriculture, 2) tourists, 3) heat wave: energy sector demand estimation, 4) aviation。IBF については、農業で FS を実施しており、NWFC に来てもらえばいつでも概要説明する(Babar 氏と別途日時調整)、NDMA との協議も Babar 氏経由で次週水曜日に設定。IBF のメインターゲットは、1) flood, 2) agriculture が、技プロ的には良いのではないか？</li> <li>● 本邦研修については 3 回 (2024:observation, 2025:forecast, 2026:radar,flood)、合計 15 名、各 2 週間で了解だが、TOR を明確にし、派遣される研修員に求められる要件を明示してほしい。⇒2024/1 にプロジェクトが開始した場合、baseline 調査を 2024/1 に実施し、Work-plan を確定させ、第1回 JCC で協議・確定するので、そこに明記することを提案。また、派遣前に orientation を行い、研修内容を事前共有するとともに準備事項を提示し、研修員は準備する。派遣後は、現地研修成果を PMD 内で共有するためのセミナーを研修員が実施することとする。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

協議概要：TV-studio 見学	
<p>2023/3/22 (火) 10:00-11:30</p>	<p>(先方) Mr. Rashid Bilal: meteorologist, NWFC, ?? (当方) 大平、荒木、石本、登内 (記録)</p> <p>NWFC のクロマキースタジオの見学。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● AM10 時 PM4 時に予報を出す、それに基づいて約 2min の動画を撮影し、PMD の web サイトと U-tube(2018 年から)に upload している。空き時間に作業(衛星は CMA 供与の MICAP から画像を COPY、地域別の天気予報は、Power point に天気マークを貼り付け、スライドインなどの effect を使っている。キャスターは、PMD の予報官がやっており、プレゼン技術の向上も自己研鑽による。衣装についても自前なので、女性は負担が大きく、対応しきれない。毎日の予報は、「一般予報」「農業予報」「旅行者向け予報」の 3</li> </ul>

	<p>本。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● TV システムは UNESCO の予算で中国が供与したもので、2011 年と 2019 年の供与、シングル構成なので故障した際は、前の機械で対応し、新しい機器を購入して再インストールして使う。</li> <li>● 毎日あるいは一日おきの 2min の動画のほかに、週間予報(5~6min)、1か月予報(10min)、季節予報(20min)があり、クロマキーの前で座談会形式で行い、背景を重ねている。</li> <li>● 天気予報の地図ベースや天気マークなどが 2019 年導入時のままで新鮮味がない。JICA で支援してくれるとありがたい。</li> <li>● スタジオは、Islamabad (一番大きい) のほか、Karachi、Lahore にもある。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要 : IBF-FS について	
<p>2023/3/22 (火) 11:30-13:00</p>	<p>(先方) Dr. Zaheer Ahmad Babar (NWFC director) (当方) 大平、荒木、石本、登内 (気象) (メモ)</p> <p>PMD が UK-Met-office と実施した、「農業向け IBF 予報」の FS についての情報を、Babar 氏から説明頂いた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2018-19~2021-22 の 4 年間。PMD と UK-Met-Office が実施、ICIMOD も協力(資金面?)。2019/7,11,2020/3 に Workshop で基礎情報の共有、2020-21 で Baseline 調査、2021-22 で stakeholders ワークショップを行い、2022/4 から pilot 事業がスタート。</li> <li>● パイロットエリアは、パンジャブ州の Pothohar Plateau(Attock, Chakwal district) で、降水と気温による maize と groundnut の減収を Impact とした。Recipients は、農業関係者、extension workers, progressive farmers、実施時期は 2022/4~8。各機関(NWFC、NAMC: National Agro-Met center、media-cell、IT-unit&lt;以上 PMD&gt;、Agricultural department, agricultural institute) の SOP を定めて実施。</li> <li>● Rainfall threshold は、雨が降って被害が出たらすぐに現地に行って、PMD の観測データと被害の状況を付け合わせながら、extension-worker と主たる農家にインタビューし、定量化を行った。</li> </ul> <p>[Rainfall threshold]</p> <p>green:2-10mm/day rain with 3-10knots wind yellow: 10-30mm/day rain without thunderstorm and/or 11-25knots wind 50-80mm/5days and/or thunderstorm with 11-25knots gust Red: &gt;30mm/day rain without thunderstorm and/or &gt;25knots wind &gt;80mm/5days and/or thunderstorm with &gt;25knots gust</p> <p>[Impact]</p>

Minimal: =green: Little puddles in the fields, muddy paths  
 Minor: =green or yellow: Puddles in the fields, muddy paths and fields  
 Significant: =yellow or red: Water inundation, muddy paths and fields, fungal diseases may start  
 Severe: =red: May produce localized flooding, fields may become inaccessible, weeds may appear rapidly, pod damage may occur underground, pods quality may be affected.

[Response matrix]

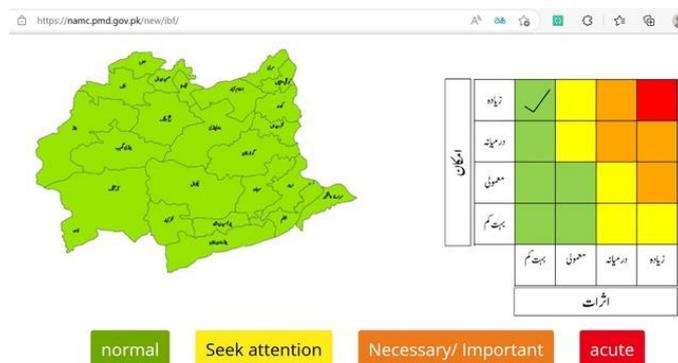
Very low: no action required, remain updated with the weather forecast  
 Low: Be vigilant, monitoring of crops  
 Medium: Be cautious, be prepared for water drainage, spraying of suitable fungicide or removal of plats  
 High: Immediate drainage, spray on weeds, spraying of suitable fungicide or remove of damaged plants

[Likelihood]

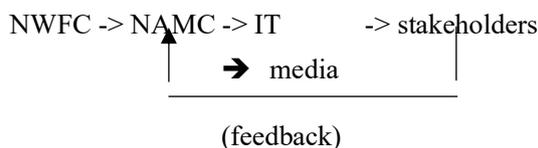
ECMWF-ensemble モデルから、可能性を評価

[impact]と[likelihood]の Matrix から、Risk を評価し Map で表示。

<https://namc.pmd.gov.pk/new/ibf/>



- 下図のようなフローで、データ利用者からの feedback を NAMC に入れ、気象要素と impact の関係、影響の内容などをデジタル化・文章化していった。



- Impact については、seeding、maturing、cropping の時期ごとに、workshop を開催して、extension-worker や農家からの情報を収集・分析した。農業省に、Agricultural research Institute ともう1つ研究機関があり、そこにも協力してもらった。農家からの feedback は、携帯電話と分析ソフト Kobo Todbox を用いて、位置情報付きで収集・分析した(情報収集、入力には PMD 職員が出向いて実施?)
- IBF のメッセージについては、What's Up で送るとともに、「音声」でコメントし、

	<p>WAV ファイルで投稿し、利用者が聞けるようにした(動画よりも簡単にスグできる)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● National Agro-Met Center の director の Ms.??は、現在 RIMES の会議で出張中。NWFCとNAMC がメインとなってこれらを実施しており、このあとエリアを広げ、wheat も対象に加えていきたい。計測については資金が問題。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

協議概要：FFC との面談	
<p>2023/3/23 (水) 11:00-12:30 FFC(Federal Flood Commission) Ministry of Water Resources</p>	<p>(先方)</p> <p>1) Ather Hameed Awan (Engineer Adviser &lt;civil&gt; )、Dr. Shorman?ほか 2) PMD: Babar, Muhammad (planning div.) (当方) 大平、荒木、石本、登内 (メモ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● FFC は 1973,1976 年の大規模な洪水を受けて、1977 年に Integrated Flood Monitoring for national level として設立された。(International Commission On Large Dams にも参加している)。1987 年からは Dam security も DSO,WAPDA とともに実施している。部門は、Civil, Hydro-power, Flood, Dam security, S&amp;FM, admin.がある。Civil engineering は water resource, irrigation, drain gauge, flood がある。</li> <li>● Monsoon 期間(6/15~10/15)は、24 時間対応、Flood Communication Cell (FCC)。Dam は WAPDA、Barrage は PID、Canal は IRSA、??は Flood &amp; Army。</li> <li>● Planning は、ADP による I 期 (1978~1988)、同 II 期 (1988~1998)、ADP,JICA ほかによる III 期 (1998~2008) があり、III 期の中で、Lai Nullah のシステムが 2005~2007 に導入された。2008~2009 で rescue1122 とのリンク導入。Effective River Dikes Management Project で 45 か所の Flood telemeter が導入される (tender process, 5M-USD)。ADB による National Master Plan for Flood(managing Indus river)が計画されている (Rs18.532billion、707telemeter、Phase-I で 457)。後日、annual flood report 2022 の電子版を共有する。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>

協議概要：NDMA との面談	
<p>2023/3/23 (水) 14:00-15:00 NDMA</p>	<p>(先方) M. Idress Mahsud (member), Adbul Latif (deputy director)、 NDMA(National Disaster Management Authority) (当方) 大平、荒木、石本、登内 (メモ)</p>

	<p>NDMA において、防災機関が必要とする情報についてのインタビュー、プロジェクトで実施予定のニーズ調査についてのアドバイスを伺った。</p> <p>Mahsud さんは、Chair に呼ばれて途中退席、主に、Latif さんに話しを伺った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● パキスタンでも日本と同様に、防災関係者の会議を実施し、相互の情報交換を行っている。National Disaster Preparedness Committee で、PMD の予報を地方自治体の長にも伝えている。要望としては、正確な情報を早く伝えてほしいということに尽きる。2022/8 の大雨時の予報は、平年よりも 30~50% 多い雨が予想されるというものだったが、実際には 200~500% に達した。</li> <li>● JICA 技プロでは、定量的な予報提供を目的にしており、短いところはレーダーを用いた 1km メッシュ実況、長いところはガイダンスによる、都市別あるいはエリア別の最大雨量、平均雨量予測の提供を目標としている旨を説明。ただ、5 日前では、大雨のポテンシャル予想であり、直前まで定量的な雨量予測は困難で、常に情報を update する必要がある。レーダーによるモニターで、随時、大雨のエリアを監視できることを説明した。技プロの初期で、ニーズ調査を考えており、IBF の取り組みでは、利用者との定期的なカンファレンスによるニーズ調査を行っており、ローカルコンサルと協力してこのような調査を実施したい旨を説明。PMD-&gt;NDMA の情報は、現在は、What's UP, Fax によるとのこと。</li> <li>● NDMA では、NDOC(National Disaster Operation Center)で防災関連情報を integrate する計画を進めており(どこかの Loan で実施する模様)、2023 年 monsoon から動かしたいと考えている(Phase-I は hardware、実現性は?? だが、2024 年には出来ているとのこと)。メッシュデータで提供されれば、この仕組みの中で他の情報と組み合わせることは可能。</li> <li>● NDMA から PDMA(Province レベル)、DDMA(District レベル)に情報が流れ、DDMA で避難指示などを行っている。これらの手順は、SOP で規定されており、それらに従って情報伝達、対応が行われる。情報伝達は、What's Up がもっとも良く使われている。携帯が通じない場合もあるので、net 上での情報共有も並行して実施されている。</li> <li>● 現地調査に強いコンサルと尋ねたところ、NESPAC が良いのではとのこと。National Engineering Services Pakistan (Pvt) Limited</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

協議概要：IRSA との協議	
2023/3/24 (金)	(先方)
10:30-11:30	IRSA, Ministry of Water Resources
IRSA	Mr. Asjad Imtiaz Ali, Chairman of the Authority / Member Federal
(Isrb.)	Mr. Abdul Hameed Mengal, Member Balochistan
	Mr. Amjad Saeed, Member Punjab

	<p>Engr. Zahid Abbas, Member Khyber Pakhtunkhwa</p> <p><b>【参考】</b></p> <p>もう一人の Member である Mr. Zahid Hussain Junejo, Member Sindh は不参加</p> <p>(当方) 大平、登内、石本、荒木 (メモ)</p> <p><b>【参考】 PID 情報</b></p> <p>1)Irrigation Department, Government of Punjab</p> <p>2)Irrigation Department, Government of Sindh</p> <p>3)Irrigation Department, Government of Khyber Pakhtunkhwa</p> <p>4)Irrigation Department, Government of Baluchistan (ここまでの各州の担当 Member がいる)</p> <p>5)Irrigation and Hydel Power Directorate, FATA Secretariat</p> <p>6)Irrigation Department Government of AJ&amp;K</p> <p>7)Irrigation Sector of Works Department of Gilgit-Baltistan</p> <p>8)Sindh Irrigation and Drainage Authority</p> <p>確認事項 :</p> <p>① IRSA plays the following roles related to flood control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulating flood flows in the Indus River by operating flow-regulating facilities such as irrigation dams and weirs in the Indus River during floods.</li> <li>- Monitoring flood levels and flows in the Indus River, recording monitoring results for issuing flood warnings and providing basic data for flood control planning.</li> </ul> <p>② 1992 年に水利電力省 (現水資源省) の下に設立された Indus 川水系公社 (IRSA) は、Indus 川の灌漑用ダムや河道堰等の流況調整施設の管理・運用を通じて Indus 川の河川流量を調節し、Indus 川水系が縦貫する 4 州の水配分協定 (Provincial Accord 1991) で合意された 4 州への水配分を実現する役割を持つ。この役割に関連して、IRSA は、治水に関連した以下の役割も果たすこととなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 洪水時の Indus 川の灌漑用ダムや河道堰等の流況調整施設の操作による Indus 川の洪水流量の調節</li> <li>- 洪水警報発令や治水計画策定の基礎資料整備に向けた、Indus 川の洪水水位・流量のモニタリング及びモニタリング結果の記録</li> </ul> <p>③ PMD からの情報提供 (IRSA は PMD 情報の重要なユーザー、JCC メンバー候補)</p> <p>④ IRSA は観測所を管理し、PDM へ水文情報提供しているか?</p> <p>⑤ 洪水管理の取り組み?</p>
--	--

	<p><b>【協議内容】</b></p> <p>1. PMD との情報共有について</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● PMD からの情報は不十分である。IRSA としては、特に乾期の情報の充実を希望する。</li><li>● 洪水予報とともに、干ばつ予報も重要な情報である。</li><li>● PMD からの情報は重要であり、特に量的情報の提供を必要としている。IRSA から PMD に情報提供のリクエストを出している。情報ユーザーの立場に立った重要な情報の提供を希望する。</li><li>● (利水の視点から、洪水対策よりも渇水対策に関心が高いように感じられた。)</li></ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

付属資料4：収集資料リスト

分野	資料名	入手元	備考
1. 開発計画、法律、政策	国家災害管理計画	ウェブサイト	<a href="https://cms.ndma.gov.pk/storage/app/public/plans/October2020/eUvDKZR0Qa0f2eA966um.pdf">https://cms.ndma.gov.pk/storage/app/public/plans/October2020/eUvDKZR0Qa0f2eA966um.pdf</a>
	ビジョン 2025	ウェブサイト	<a href="https://www.pc.gov.pk/uploads/vision2025/Pakistan-Vision-2025.pdf">https://www.pc.gov.pk/uploads/vision2025/Pakistan-Vision-2025.pdf</a>
	第4次国家洪水防御計画	ウェブサイト	<a href="https://www.ndrmf.pk/wp-content/uploads/2018/07/National-Flood-Protection-Plan-IV-NFPP-IV-1.pdf">https://www.ndrmf.pk/wp-content/uploads/2018/07/National-Flood-Protection-Plan-IV-NFPP-IV-1.pdf</a>
2. PMD 組織概要、近代化法の執行状況	2-1 FFD 組織図	FFD	<a href="https://ffd.pmd.gov.pk/homepage/images/ffdorganogram.jpg">https://ffd.pmd.gov.pk/homepage/images/ffdorganogram.jpg</a>
	2-2 PMD 概要	ウェブサイト	<a href="https://www.pmd.gov.pk/en/about.php">https://www.pmd.gov.pk/en/about.php</a> PMD outline.pdf
	2-3 PMD 組織図	Planning Section	PMD organization chart (Feb2023).pptx
	2-4 PMD 女性職員数	Planning Section	Female Employees of PMD.pdf
	2-5 PMD 部署概要	ウェブサイト	<a href="https://www.pmd.gov.pk/en/">https://www.pmd.gov.pk/en/</a>
	2-6 PMD 予算内訳	Planning Section	Budget allocation FY2022-2023.pdf
	2-7 PMD 質問票回答	Planning Section	[Final]Questionnaire(PMD)_Answer.docx
	2-8 UNDP プロジェクト (GLOF-II) 概要	ウェブサイト	<a href="https://www.undp.org/pakistan/projects/scaling-glacial-lake-outburst-flood-glof-risk-reduction-northern-pakistan">https://www.undp.org/pakistan/projects/scaling-glacial-lake-outburst-flood-glof-risk-reduction-northern-pakistan</a>
	2-9 UNDP プロジェクト (パキスタン沿岸部における津波・地震対策強化) 概要	ウェブサイト	<a href="https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/PAK/QPR%20(Jan-March%202021)-Tsunami%20Project_.pdf">https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/PAK/QPR%20(Jan-March%202021)-Tsunami%20Project_.pdf</a>
	2-10 ADB プロジェクト概要	Planning Section	ADB_2_PC-1_FEWC_Oct_2022.docx ADB_PC-I_AWS_FFC_Oct_202.pdf
	2-11 世界銀行プロジェクト (Modernization of Hydromet Services)	Planning Section	WB_Modernization of Hydromet Services.pdf
3. 予報警報	3-1 パキスタン気候変動予測レポート	R&D	Extrme Events Scenario Under 2C Pakistan-1.pdf
	3-2 IBF 概要説明資料	WMO	IBF_ARRCC_PMD.pdf
	3-3 IBF プロジェクト 2022 概要	NWFC	IBF_Summary_Nov2019.pdf
	3-4 熱帯低気圧情報 SOP	Karachi TCWC	SOP_marine weather service tropical Cyclone.docx
	3-5 熱帯低気圧情報	Karachi TCWC	TC Alert-[1,5,8,9].pdf
	3-6 FFD_Flood Bulletin A (Qualitative Flood Forecast)例	FFD	FFD_26082022-Flood Bulletin A (Qualitative Flood Forecast).pdf
	3-7 FFD_Flood Bulletin B (Quantitative Flood Forecast)例	FFD	FFD_26082022-Flood Bulletin B (Quantitative Flood Forecast).pdf
	3-8 FFD_Flood Warning / Advisories 例	FFD	FFD_26082022-Flood Warning Advisories.pdf

分野	資料名	入手元	備考
	3-9 FFD Weekly Outlook 例	FFD	FFD_26082022-Weekly Outlook.pdf
4. レーダー機器・解析	4-1 PMD 観測システム概要	R&D	PMD-Presentation for ICFM9 plenary session (Japan).pptx
	4-2 R&D 解析システム概要	R&D	R&D SMRFC Presentation 06-01-2023.pptx
5. 地上気象観測装置	5-1 AWS の将来計画	Planning div.	17_PMD Master Plan to Strengthen EWS.docx
	5-2 PMD 観測ネットワーク概要	Planning div.	PMD Observational Network.pptx
	5-3 SYNOP 観測地点コード表	R&D	Station-coordinates.xlsx
6. 洪水警報について	6-1 FFD モデル概要 PPT	FFD	FFD モデル概要.pptx
	6-2 FFD 観測所リスト	FFD	FFD Station List.xlsx
	6-3 FFD 流域界 GIS データ	FFD	FFD 流域界 SHP.zip
	6-4 Lai Nullah FFWS_予警報システム概要 PPT	Lai Nullah FFWS	Lai Nullah FFWS_Brief_Flood Forecasting for Lai Nullah Basin.pptx
	6-5 Lai Nullah FFWS サンプル観測データ	Lai Nullah FFWS	Lai Nullah FFWS_Data.zip
7. その他調査報告書、 情報	7-1 パキスタン・イスラム共和国 ライヌラー洪水制御予警報システム緊急整備計画、基本設計調査報告書 (2005.03)	ウェブサイト	<a href="https://libopac.jica.go.jp/images/report/P0000166073.html">https://libopac.jica.go.jp/images/report/P0000166073.html</a>
	7-2 パキスタン共和国 ライヌラー川洪水危機管理強化プロジェクト、ファイナルレポート (2009.12)	ウェブサイト	<a href="https://libopac.jica.go.jp/images/report/P0000250041.html">https://libopac.jica.go.jp/images/report/P0000250041.html</a>
	7-3 全世界 治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査ファイナルレポート (2022.03)	ウェブサイト	<a href="https://libopac.jica.go.jp/images/report/P1000047517.html">https://libopac.jica.go.jp/images/report/P1000047517.html</a>
	7-4 FFD Flood Report 2022	FFD	FFD Flood Report 2022.pdf
	7-5 PMD State of Pakistan Climate in 2022	ウェブサイト	<a href="https://www.pmd.gov.pk/cdpc/Pakistan_Climate_2022.pdf">https://www.pmd.gov.pk/cdpc/Pakistan_Climate_2022.pdf</a>
	7-6 FFC Annual Flood Report 2010	FFC	FFC Annual Flood Report 2010.pdf
	7-7 FFC National Flood Protection Plan-IV (NFPP-IV, 2015-2025)	ウェブサイト	FFC National Flood Protection Plan IV.pdf <a href="https://www.ndrmf.pk/wp-content/uploads/2018/07/National-Flood-Protection-Plan-IV-NFPP-IV-1.pdf">https://www.ndrmf.pk/wp-content/uploads/2018/07/National-Flood-Protection-Plan-IV-NFPP-IV-1.pdf</a>
	7-8 NDMA National Multi-Hazard Early Warning System Plan (2012.08)	ウェブサイト	NDMA National Multi-Hazard Early Warning System Plan.pdf <a href="https://cms.ndma.gov.pk/storage/app/public/plans/October_2020/aNoTlyPE68AK2daXxPAB.pdf">https://cms.ndma.gov.pk/storage/app/public/plans/October_2020/aNoTlyPE68AK2daXxPAB.pdf</a>
	7-9 IRSA IRSA 概要	IRSA	IRSA IRSA 概要冊子.pdf
	7-10 MoA Year Book 2020-2021 (Ministry of Aviation)	ウェブサイト	MoA Year Book 2020-2021.pdf
	7-11 MoA Year Book 2021-2022 (Ministry of Aviation)	ウェブサイト	MoA Year Book 2021-2022.pdf
	7-12 MoWR Annual Report 2021 (Ministry of Water Resources)	ウェブサイト	MoWR Annual Report 2021.pdf
	7-13 JICA (2020) パキスタン・イスラム共和国サッカール気象レーダー整備計画準備調査報告書	ウェブサイト	<a href="https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12359360_01.pdf">https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12359360_01.pdf</a>

分野	資料名	入手元	備考
	7-14 JICA (2014) パキスタン・イスラム共和国中期 気象予報センター設立及び気象予報システム強 化計画準備調査報告書	ウェブサイト	<a href="https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000018240_01.pdf">https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000018240_01.pdf</a>
8. 国別援助方針	8-1 対パキスタン・イスラム共和国国別開発協力方針	ウェブサイト	<a href="https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072269.pdf">https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072269.pdf</a>
	8-2 JICA 国別分析ペーパー	ウェブサイト	<a href="https://www.jica.go.jp/pakistan/ku57pq00000468g1-att/jcap.pdf">https://www.jica.go.jp/pakistan/ku57pq00000468g1-att/jcap.pdf</a>

