

フィリピン国
フィリピン気象天文庁 (PAGASA)

フィリピン国
洪水予警報の統合データ管理能力強化
プロジェクト
【有償勘定技術支援】

業務完了報告書

令和元年 7 月
(2019 年)

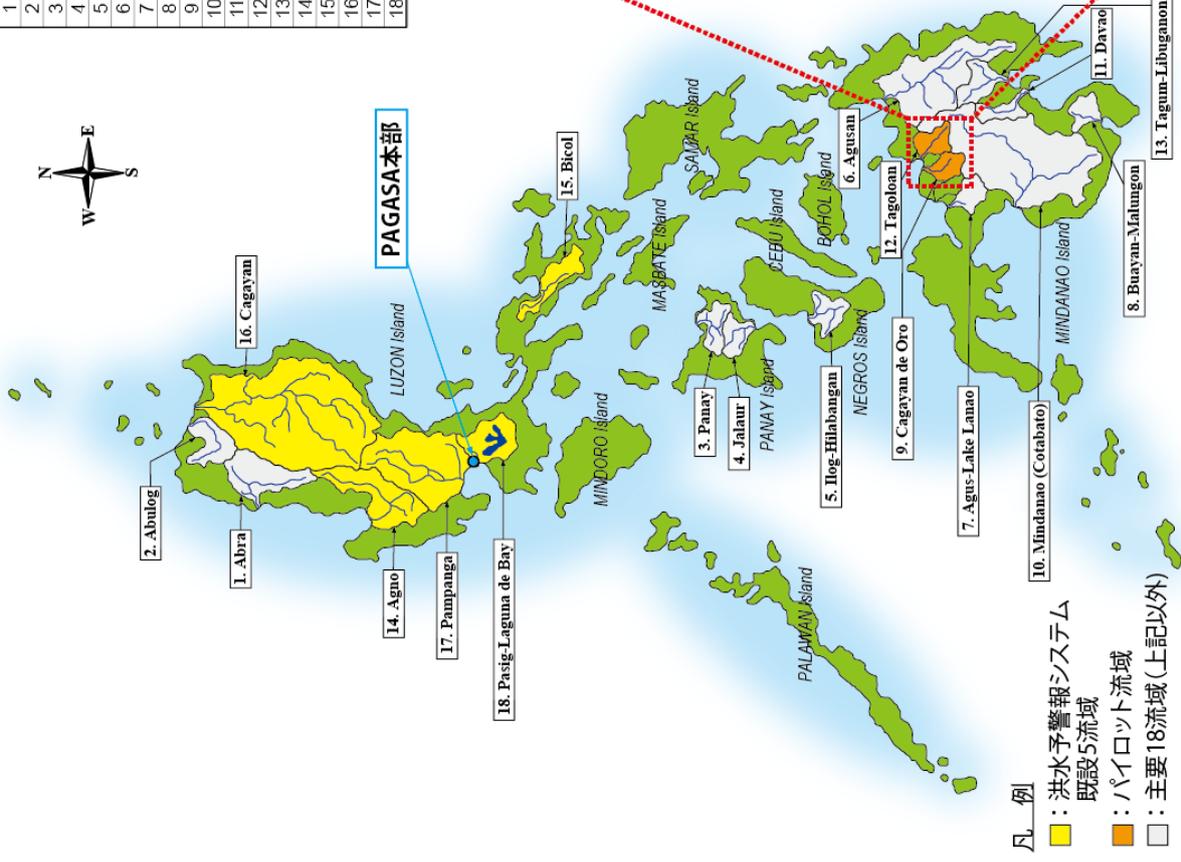
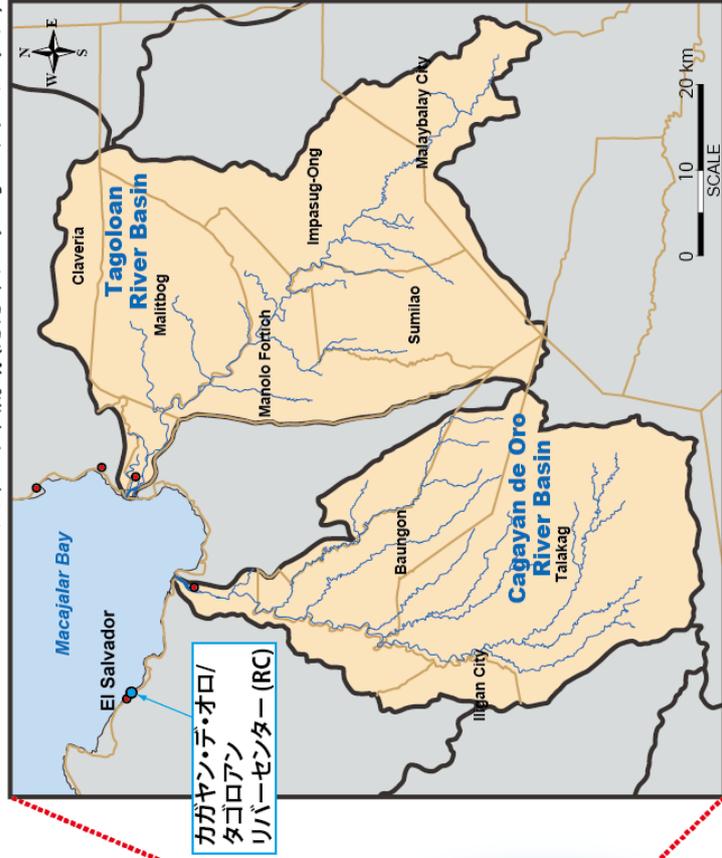
独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社
一般財団法人 河川情報センター

環境
JR
19-032

No.	Name of River Basin	Regions	Area (km ²)	Remarks
1	Abra	Region 1 & CAR	5,125	
2	Abulog	Region 2	3,372	
3	Panay	Region 6	1,843	
4	Jalaur	Region 6	1,503	
5	Ilog-Hilabangan	Region 6 & Region 7	1,945	
6	Agusan	Region 11 & Region 13	10,621	
7	Agus-Lake Lanao	ARMM & Region 10	1,645	
8	Buayan-Malungon	Region 11 & Region 12	1,434	
9	Cagayan de Oro	Region 10	1,521	
10	Mindanao	ARMM & Region 12	23,169	
11	Davao	Region 10 & Region 11	1,623	
12	Tagoloan	Region 10	1,704	
13	Tagum-Libuganon	Region 11 & Region 13	3,064	
14	Agno	Region 1, Region 2, Region 3 & CAR	5,952	
15	Bicol	Region 5	3,771	
16	Cagayan	CAR & Region 2	27,280	
17	Pampanga	Region 3	10,540	
18	Pasig-Laguna de Bay	NCR & Region 4A	5,125	Incl. Marikina river basin

パイロット流域(カガヤン・デ・オロ / タゴロアン)



調査位置図

フィリピン国
洪水予警報の統合データ管理能力強化プロジェクト
業務完了報告書

目次

調査位置図

略語集

頁

第1章	プロジェクト概要	1-1
1.1	対象国	1-1
1.2	プロジェクト名	1-1
1.3	プロジェクト期間	1-1
1.4	背景	1-1
1.5	上位目標ならびにプロジェクト目標	1-2
1.6	実施機関	1-2
1.7	PAGASA 近代化計画	1-3
第2章	プロジェクトの結果	2-1
2.1	プロジェクトの結果	2-1
2.1.1	日本側のインプット	2-1
2.1.2	フィリピン側のインプット	2-2
2.1.3	活動	2-3
2.1.3.1	成果1に係る活動	2-6
2.1.3.2	成果2に係る活動	2-13
2.1.3.3	成果3に係る活動	2-26
2.1.3.4	成果4に係る活動	2-36
2.1.3.5	成果5に係る活動	2-48
2.1.3.6	全成果共通の活動	2-50
2.1.3.7	各成果横断の調査および成果品	2-57
2.2	プロジェクトの達成度	2-65
2.2.1	プロジェクト成果および指標	2-65
2.2.2	プロジェクト目標および指標	2-70
2.3	PDM 修正の変遷	2-75
第3章	合同レビューの結果	3-1
3.1	DAC 評価基準に基づいたレビューの結果	3-1
3.2	プロジェクトの実施と成果に影響を及ぼした主要因	3-3
3.3	プロジェクトリスク管理の結果に関する評価	3-4
3.4	教訓	3-5
3.4.1	全活動共通の課題・工夫・教訓	3-5

3.4.2	個別活動における課題・工夫・教訓	3-7
第4章	プロジェクト終了後の上位目標達成に向けて	4-1
4.1	上位目標の達成見込み	4-1
4.2	上位目標達成のためのフィリピン側の運用実施体制の計画	4-3
4.3	フィリピン側に対する提言	4-4
4.4	プロジェクト終了時から事後評価までのモニタリング計画	4-5
第5章	有償勘定技術支援としての効果	5-1
5.1	有償案件実施の概要	5-1
5.2	本プロジェクトの貢献の結果	5-2
5.2.1	FFWS の整備	5-2
5.2.2	FFWS の能力強化	5-4

表 目 次

	頁	
表 2.1.1	日本人専門家派遣実績	2-1
表 2.1.2	プロジェクトで調達した資機材一覧	2-1
表 2.1.3	PWG メンバー	2-2
表 2.1.4	第1回本邦研修の参加者	2-3
表 2.1.5	第2回本邦研修の参加者	2-3
表 2.1.6	整備状況に基づく18主要流域の優先グループ分け	2-8
表 2.1.7	NAFRA 調査により優先順位付けされた主要18流域	2-8
表 2.1.8	中期計画（構成要素：観測ネットワークの整備の一例）	2-13
表 2.1.9	気象水文データの品質管理基準の構成	2-20
表 2.1.10	プロジェクトの河川流域における AQUARIUS へのデータ収集方法	2-22
表 2.1.11	整備レベルに応じた洪水予警報システム	2-32
表 2.1.12	RC 運営ガイドラインの構成	2-34
表 2.1.13	洪水注意報発表 FA の記載内容	2-35
表 2.1.14	洪水警報発表 FB の記載内容	2-35
表 2.1.15	通信方法の比較	2-36
表 2.1.16	通信手段の比較	2-36
表 2.1.17	計画立案における開発レベル（要員配置・人材育成、観測ネットワーク、 データ転送システム）	2-37
表 2.1.18	RC の段階別要員配置計画（カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC）	2-38
表 2.1.19	Twin Phoenix テレメータシステム概要	2-39
表 2.1.20	JICA の無償資金協力で供与されるシステムの概要	2-39
表 2.1.21	タゴロアンテレメータシステム概要	2-40
表 2.1.22	カガヤン・デ・オロ川流域の既設水位観測所における警戒水位	2-41
表 2.1.23	警戒水位設定対象観測所の一覧	2-42

表 2.1.24	H-Q カーブの設定結果.....	2-44
表 2.1.25	警戒水位の設定結果.....	2-44
表 2.1.26	訓練実施の概要.....	2-46
表 2.1.27	第1回訓練における参加者からのフィードバック.....	2-46
表 2.1.28	モニタリングシート作成状況.....	2-50
表 2.1.29	JCC の開催時期および主な議題.....	2-51
表 2.1.30	セミナーの開催時期および主な内容.....	2-51
表 2.1.31	第1回本邦研修の内容およびスケジュール.....	2-52
表 2.1.32	第2回本邦研修の内容およびスケジュール.....	2-53
表 2.1.33	第1回本邦研修の参加者と職務内容.....	2-54
表 2.1.34	第2回本邦研修の参加者と職務内容.....	2-54
表 2.1.35	プロジェクトブリーフノートの項目立て.....	2-55
表 2.1.36	メディア・ブリーフィングの開催概要.....	2-56
表 2.1.37	ベースライン調査概要.....	2-57
表 2.1.38	キャパシティ・アセスメントに関わる調査概要.....	2-59
表 2.1.39	調査票の配布と回収数.....	2-60
表 2.1.40	河川横断測量の作業項目.....	2-63
表 2.1.41	流量観測の作業項目.....	2-64
表 2.1.42	技術協力成果品の構成.....	2-64
表 2.2.1	プロジェクト成果の達成状況.....	2-65
表 2.2.2	章ごとのモニタリング項目数.....	2-67
表 2.2.3	プロジェクト目標の達成状況.....	2-70
表 2.2.4	前2期間と比較した2019年1~3月期の評価.....	2-70
表 2.2.5	プロジェクト期間の評価指標1.....	2-71
表 2.2.6	個別河川流域の故障回復平均日数.....	2-72
表 2.2.7	個別流域の平均故障修理日数の増減傾向.....	2-72
表 2.2.8	指標2評価の対象観測所.....	2-73
表 2.2.9	統合データベースにおけるデータ保存.....	2-74
表 2.2.10	カガヤン・デ・オロ川流域における洪水予警報の状況.....	2-74
表 2.3.1	プロジェクト目標指標の変更経緯(第3回JCC時).....	2-76
表 2.3.2	プロジェクト目標指標の変更結果(第4回JCC時).....	2-76
表 2.3.3	プロジェクト目標指標の変更結果(第6回JCC時).....	2-77
表 4.1.1	上位目標の達成見込み.....	4-2

図目次

		頁
図 1.6.1	PAGASA 組織図.....	1-2
図 1.6.2	PAGASA 水文気象部の組織図.....	1-3
図 2.1.1	業務実施のフローチャート.....	2-4
図 2.1.2	計画および実績の作業工程.....	2-5

図 2.1.3	FFWS の構成要素の設定と段階的開発のための目標設定.....	2-7
図 2.1.4	ロードマップ策定手順.....	2-9
図 2.1.5	優先流域の評価基準とその検討結果.....	2-9
図 2.1.6	ロードマップ（例：ハラウル川流域）.....	2-11
図 2.1.7	ロードマップと中期計画の実施工程計画.....	2-11
図 2.1.8	構成要素ごとの投資費用の内訳.....	2-12
図 2.1.9	Location 識別子の命名法.....	2-19
図 2.1.10	品質管理基準の関係.....	2-20
図 2.1.11	データ保存実施管理のエクセルファイル.....	2-23
図 2.1.12	OM-12 に規定されたデータ管理の流れ.....	2-30
図 2.1.13	リバーセンターにおける水文データ管理（将来）.....	2-31
図 2.1.14	洪水予警報伝達フロー参考図.....	2-35
図 2.1.15	警戒水位設定対象観測所の位置図.....	2-43
図 2.1.16	送信されたカガヤン・デ・オロ川の観測データのサンプルファイル.....	2-48
図 2.1.17	カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC の洪水予警報伝達フロー図.....	2-49
図 2.1.18	プロジェクトブリーフノート表紙のイメージ.....	2-55
図 2.1.19	ポスターおよびブローシャのイメージ.....	2-56
図 2.2.1	ガイドライン遵守に係るチェックリスト結果.....	2-68
図 2.2.2	台風 Vinta における河川水位上昇に伴う洪水警報発表の状況.....	2-69
図 2.3.1	指標 1 において減少傾向を示すケースのイメージ.....	2-77

添付資料

添付資料-1	実施協議議事録（R/D）
添付資料-2	モニタリングシート（PDM および PO を含む）
添付資料-3	合同調整委員会（JCC）議事録
添付資料-4	プロジェクトブリーフノート
添付資料-5	技術協力成果品リスト
添付資料-6	業務フローチャート
添付資料-7	専門家派遣実績
添付資料-8	供与機材・携行機材実績
添付資料-9	写真集

略語集

略語	英語	日本語
API	Application Programming Interface	アプリケーションプログラミングインタフェース
AQTSD	AQUARIUS Time Series Data Set	AQUARIUS 時系列データセット
ARG	Automatic Rain Gauge	自動雨量観測所
AWS	Automatic Weather Station	自動測候所
CA	Capacity Assessment	キャパシティ・アセスメント
CAD	Climatology and Agro-meteorology Division	気候・農業気象部
CCTV	Closed-circuit Television	閉回路テレビ
CDO	Cagayan de Oro	カガヤン・デ・オロ
CDRRMC	City Disaster Risk Reduction & Management Council	市災害リスク軽減管理委員会
CP	Counterpart Personnel	カウンターパート
CSV	Comma-Separated Values	カンマ区切り
CTRFFWC	Cagayan de Oro/ Tagoloan River Flood Forecasting and Warning Center	カガヤン・デ・オロ/タゴロアン リバーセンター
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
DBM	Department of Budget and Management	予算行政管理省
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
DEWS	Deployment of Early Warning Systems in Disaster-prone Areas	早期警報システム展開
DIC	Data Information Center	HMD データセンター
DICT	Department of Information and Communications Technology	情報通信技術省
DOST	Department of Science and Technology	科学技術省
DPWH	Department of Public Works and Highways	公共事業道路省
DRRMC	Disaster Risk Reduction and Management Council	災害リスク軽減管理委員会
DRRM	Disaster Risk Reduction and Management	災害リスク軽減管理
EFCOS	Effective Flood Control Operation System	洪水制御システム
ETS	Engineering and Technical Services	エンジニアリング及び技術サービス
ETSD	Engineering and Technical Services Division	エンジニアリング及び技術サービス部
EWBS	Emergency Warning Broadcast System	地上デジタル放送を利用した避難警報
FA	Flood Advisory	洪水注意報発表
FB	Flood Bulletin	洪水警報発表
FCSEC	Flood Control and Sabo Engineering Center	治水砂防技術センター
FFAS	Flash Flood Alert System	フラッシュフラッド早期警戒システム
FFW	Flood Forecasting and Warning	洪水予警報
FFWS	Flood Forecasting and Warning Section	洪水予警報システム課
FFWS(Section)	Flood Forecasting and Warning Section	洪水予警報システム課
FFWSDO	Flood Forecasting and Warning System for Dam Operation	ダム運用のための洪水予警報システム
FR	Flow Rate (Discharge)	流量
FTP	File Transfer Protocol	ファイル転送プロトコル
FWWL	Flood Warning Water Level	洪水警報水位
FY	Fiscal Year	会計年度
G/S	Gauging Station	観測所
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GUI	Graphical User Interface	グラフィカルユーザインタフェース

略語	英語	日本語
HDD	Hard Disk Drive	ハードディスクドライブ
HDSS	Hydrologic Decision Support System	水文意思決定支援システム
HGOS	Hydrological and Geophysical Operations Services	水文・地球物理サービス
HIS	Hydrological Information System	水文情報システム
HMD	Hydrometeorology Division	水文気象部
HMDAS	Hydrometeorological Data Applicatin System	水文データ管理課
HMTS	Hydrological Telemetry System	機材維持管理課
HQ	Headquarters	本部
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ICHARM	International Centre for Water Hazard and Risk Management, Japan	水災害・リスクマネジメント国際センター
ICT	Information and Communications Technology	情報通信技術
ID	Identification	個体識別
IEC	Information, Education and Communication	情報・教育・コミュニケーション
IFAS	Integrated Flood Analysis System	総合洪水解析システム
IoT	Internet of Things	モノのインターネット
IP	Internet Protocol	インターネットプロトコル
IP-VCN	Internet Protocol Virtual Cloud Network	インターネットプロトコル仮想クラウドネットワーク
IP-VPN	Internet Protocol Virtual Private Network	インターネットプロトコル仮想専用ネットワーク
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独) 国際協力機構
JICS	Japan International Cooperation System	日本国際協力システム
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
LDRRMC	Local Disaster Risk Reduction and Management Council	地方災害リスク軽減管理委員会
LGU	Local Government Unit	地方自治体
M/M	Minutes of Meeting	議事録
M2M	Machine to Machine	マシンツーマシン
MDRRMC	Municipal Disaster Risk Reduction & Management Council	市災害リスク軽減管理委員会
MEAS	Mobile Emergency Alert System	携帯網を利用した緊急避難メール
MMDA	Metropolitan Manila Development Authority	マニラ首都圏開発庁
MPRSD	Mindanao PAGASA Regional Services Division	ミンダナオ PAGASA 地方気象台
MSL	Mean Sea Level	平均海水面
MTTR	Mean Time to Recover	故障回復に要する平均時間
NAFRA	Study on the Nationwide Flood Risk Assessment and the Flood Mitigation Plan for the Selected Areas	全国洪水リスク評価及び特定地域洪水被害軽減計画調査
NAMRIA	National Mapping and Resources Information Authority	国土地理・資源情報庁
NDMI	National Disaster Management Institute, Korea	韓国国家災害管理研究所
NDRRMC	National Disaster Risk Reduction & Management Council	国家災害リスク軽減管理委員会
NEDA	National Economic and Development Authority	国家経済開発庁
NGCP	National Grid Corporation of the Philippines	フィリピン送電局
NIA	National Irrigation Administration	国家灌漑公社
NOAH	Nationwide Operational Assessment of Hazards	NOAH プロジェクト

略語	英語	日本語
NPC	National Power Corporation	国家電力公社
NTC	National Telecommunications Commission	電気通信委員会
O&M	Operation and Maintenance	運営維持管理
OCD	Office of Civil Defence	市民防衛局
OGC	Open Geospatial Consortium	地理情報システム標準化団体
OM	Operation Manual	運用マニュアル
OS	Operating System	オペレーティングシステム
OVI	Objectively Verifiable Indicator	客観的に検証可能な指標
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical, and Astronomical Services Administration	フィリピン天文気象庁
PC	Personal Computer	パーソナルコンピュータ
PDM	Project Design Matrix	プロジェクトデザインマトリックス
PFO	PAGASA Field Office	PAGASA フィールドオフィス
PLDT	Philippine Long Distance Telephone	フィリピン長距離電話（電気通信企業）
PMP	PAGASA Modernization Program	PAGASA 近代化計画
PO	Plan of Operation	詳細活動計画
PRFFWC	Pampanga River Flood Forecasting and Waning Center	パンパンガ川洪水予警報センター
PRSD	PAGASA Regional Services Division	PAGASA 地方気象台
PUMIS	PAGASA Unified Meteorological Information System	PAGASA 統合気象水文情報システム
PWG	Project Working Group	プロジェクト・ワーキンググループ
QMS	Quality Management Standard	品質管理基準
R/D	Record of Discussion	実施協議議事録
RB	River Basin	河川流域
RC	River Center	リバーセンター
RDTD	Research and Development and Training Division	研究開発・研修部
RFFWC	River Flood Forecasting and Waning Center	河川洪水予警報センター（リバーセンター）
RR	Rainfall	雨量
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	リモート監視・制御システム（スキヤダ）
SMS	Short Message Service	ショートメッセージサービス
SNS	Social Network Service	ソーシャル・ネットワーキング・サービス
TELCO	Telephone Company	通信事業者
TOR	Terms of Reference	仕様書
UHF	Ultra High Frequency	極超短波
UTF8	Unicode Transformation Format-8	ユーティーンエフエイト（文字符号化形式）
VFD	Vacuum Fluorescent Display	蛍光表示管
VHF	Very High Frequency	超短波
VoIP	Voice over Internet Protocol	ボイスオーバーインターネットプロトコル
WD	Weather Division	気象部
WISEF	Water Information Standard Exchange Format	水情報標準交換フォーマット
WL	Water Level	水位
WLMS	Water Level Monitoring Station	水位観測所
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機構
XML	eXtensible Markup Language	拡張可能なマーク付け言語

注：カッコ内は別名または簡易補足説明

単 位

Length

mm	=	millimeter
mm/hr	=	milometer per hour
cm	=	centimeter
m	=	meter
km	=	kilometer

Area

ha	=	hectare
m ²	=	square meter
km ²	=	square kilometer

Volume

L, l, lit	=	liter
m ³	=	cubic meter
m ³ /s, cms	=	cubic meter per second
m ³ /d, cmd	=	cubic meter per day
MCM	=	million cubic meter

Weight

mg	=	milligram
g	=	gram
kg	=	kilogram
t	=	ton
MT	=	metric ton

Time

sec	=	second
min	=	minute
hr	=	hour
d	=	day
yr	=	year

Energy

kcal	=	kilocalorie
kW	=	kilowatt
MW	=	megawatt
kWh	=	kilowatt-hour
GWh	=	gigawatt-hour

Money

PHP	=	Philippine Peso
JPY	=	Japanese Yen
USD	=	U.S. Dollar

Direction

N	=	North
E	=	East
S	=	South
W	=	West
NE	=	North-East
NW	=	North-West
SE	=	South-East
SW	=	South-West

Telecommunications

mA	=	milliampere
V	=	volt
Ghz	=	gigahertz
Hz	=	hertz
kHz	=	kilohertz
MHz	=	megahertz
bps	=	bits per second
kbps	=	kilobits per second
fps	=	frames per second
dBi	=	decibel isotropic
dB	=	decibel
TB	=	terabyte
dBm	=	decibel-milliwatts
dBZ	=	decibel relative to Z

Others

%	=	percent
°	=	degree
'	=	minute
"	=	second
°C	=	degree Celsius
mil.	=	million
no.	=	number
pers.	=	person

第1章 プロジェクト概要

1.1 対象国

(1) 国名

フィリピン国

(2) 対象地域

PAGASA 本部およびカガヤン・デ・オロ／タゴロアンリバーセンター（River Center：以下 RC¹）

1.2 プロジェクト名

洪水予警報の統合データ管理能力強化プロジェクト

1.3 プロジェクト期間

計画： 平成 28 年（2016 年）6 月から令和元年（2019 年）7 月までの 38 ヶ月間

実績： 平成 28 年（2016 年）6 月から令和元年（2019 年）7 月までの 38 ヶ月間

1.4 背景

フィリピン国（以下「フィ」国）ではフィリピン気象天文庁（Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration：以下 PAGASA）が、災害を引き起こす気象・水文現象を観測し、国の防災管理体制の中で気象・水文に関する情報を提供する役割を担っている。PAGASA は、洪水予警報システム（Flood Forecasting and Warning System：以下 FFWS）を 18 の主要河川流域²のうち観測網整備優先度の高いパンパンガ川流域、アグノ川、ビコール川、カガヤン川、パッシング-マリキナ川各流域で導入している。

現在、PAGASA は 2013 年から 5 流域以外の主要河川において洪水予警報を行うリバーセンターの設置を進めており、RC において一定の品質の気象水文観測を行うことができる体制を構築する必要が生じている。新規に設置する RC の中では、洪水被害の大きさ等からミンダナオ島に位置するカガヤン・デ・オロ川、タゴロアン川の 2 流域の優先順位が高く、優先して 2 流域を管理する RC の建物建設や気象水文観測機器の設置が進められている。また、今後、観測所の数と気象水文データの量が飛躍的に増加していくため、増大する気象水文データを適切に管理・活用するため、気象水文データの品質管理と蓄積の効率性を改善することが必要となっている。

こうした状況の下、「フィ」政府は日本政府に対して洪水予警報に係る統合データ管理能力向上について、技術協力による支援を要請し、2016 年 1 月にプロジェクトの枠組みにつ

¹ 「リバーセンター (RC)」は、正式には、「河川洪水予警報センター」：River Flood Forecasting and Warning Center、略して「RFFWC」と称する。ただし、PAGASA 内ではどちらの表現も日常的に使用されているため、本稿では両方を使用している。

² フィリピンでは流域面積が 1,400 km²以上の河川を主要河川流域と定めている。18 の主要河川流域は、次のとおり。1. カガヤン川、2. アグノ川、3. パンパンガ川、4. パッシング川-ラグナ湖、5. ビコール川、6. アブラグ川、7. アブラ川（以上、ルソン島）、8. パナイ川、9. ハラウール川（以上、パナイ島）、10. イログ-ヒラパンガン川（ネグロス島）、11. アグサン川、12. タゴロアン川、13. カガヤン・デ・オロ川、14. アグス川-ラナオ湖、15. タグム-リブガノン川、16. ダバオ川、17. ミンダナオ川、18. ブアヤン-マルンゴン川（以上、ミンダナオ島）

いて双方合意し、本プロジェクトが実施されることとなった。なお、2016年1月に署名された実施協議議事録（R/D）を添付資料-1に示す。

1.5 上位目標ならびにプロジェクト目標

(1) 上位目標

PAGASA 全体の洪水予警報に係る統合データ管理・活用能力が向上する。

(2) プロジェクト目標

PAGASA 水文気象部（Hydrometeorology Division：以下 HMD）および対象 RC における洪水予警報に係る統合データ管理・活用能力が強化される。

(3) 期待される成果

成果 1：PAGASA HMD の洪水予警報体制の整備計画作成能力が強化される。

成果 2：PAGASA HMD 及び RC における気象水文データの品質管理・保管能力が強化される。

成果 3：洪水予警報体制のレベルに応じた RC の組織体制及び運営ガイドライン、機材・施設の整備基準（案）が標準化される。

成果 4：PAGASA HMD のカガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域に対する洪水予警報能力が強化される。

成果 5：カガヤン・デ・オロ／タゴロアン RC の洪水予警報に必要なデータ管理能力が育成される。

1.6 実施機関

PAGASA を実施機関とし、プロジェクト管理に携わる、ディレクター（PAGASA 長官）、マネージャー（PAGASA 水文気象部長）、コーディネーター（PAGASA 水文気象部職員）がそれぞれ任命された。

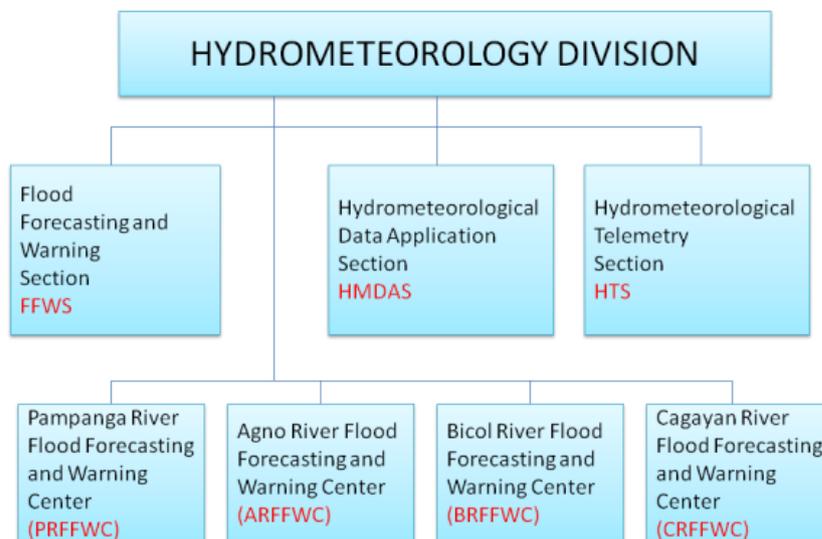
PAGASA 全体は図 1.6.1 に示すとおり現在 12 部局から構成され、総職員数は約 1,000 名である。



出典：PAGASA ウェブサイト

図 1.6.1 PAGASA 組織図

また、HMD の現行組織体制は、図 1.6.2 に示すとおり 3 つのセクションで約 50 名体制であり、既存 4 ヶ所の RC 職員数を含めると、約 70 名強の陣容となる。一方 RC は、組織上は各 PAGASA 地方気象台（PAGASA Regional Services Division：以下 PRSD）に属するが、実務上、HMD と各 RC は密接に連携し業務に当たっている。



出典：PAGASA ウェブサイト

図 1.6.2 PAGASA 水文気象部の組織図

なお、上記の組織体制は 2019 年 5 月時点の情報である。後述する PAGASA Modernization Program（PAGASA 近代化計画、2017-2019）には組織改編が含まれているが、2019 年 5 月時点で同計画は最終承認待ちである。

1.7 PAGASA 近代化計画

PAGASA は、政府や住民が台風、洪水、地すべり、高潮、異常気象現象、気候変動による災害に備えるために、先進的な科学技術を用いて気象予兆に関するタイムリーな情報や十分に更新されたデータを提供しなければならない。国家の極めて重要な要求事項に応えるために、「PAGASA 近代化法 2015」が、ベニグノ・アキノ前大統領政権下の 2015 年 11 月、共和国法 No.10692 として制定された。この法律に従い、PAGASA の手により DOST、DBM、NEDA の協力のもと、2017 年から 2019 年までの 3 ヶ年を実施期間として PAGASA 近代化計画（PMP）が策定された。

この PMP は、2016 年 11 月、その第 1 次草案が起稿された後、現在に至るまで責任機関間の一連の議論を通じて、数回に渡り更新され、改善が加えられた。本プロジェクトの実施過程で、JICA 専門家チームは、関連情報をプロジェクト成果に反映するために、最新版を入手し変更点を逐次確認した。

PMP には、職員の具体的な職位や給与体系とともに将来の PAGASA の組織体制が提案されている。現行の PAGASA 地方気象台と河川洪水予警報センターの組織については、PMP 策定初期段階から数ヶ所の変更が認められた。

一方、プロジェクト成果の一つとして、主要 18 流域の将来開発のためのロードマップが作成された。ロードマップは、2030 年を目標年とし、調和のとれた段階的開発を目指した

工程計画とともに洪水予警報の7つの構成要素の開発手順を各流域で示すために作成された。要員配置・人材育成計画は、7つの構成要素の一つである。従って、PMPの下で各事務所に配置されるべき最終的な要員数と実際の要員配置状況はロードマップの計画内容と提案事項に密接に関係する。

PMP と関連し、ロードマップで提案した要員配置と組織に関しては、その検討結果を2.1.3.1(4)節で詳述する。

第2章 プロジェクトの結果

2.1 プロジェクトの結果

2.1.1 日本側のインプット

(1) 日本人専門家派遣

専門家派遣の実績概要を表 2.1.1 に示す。なお、予定と実績の比較を添付資料-7 に示す。

表 2.1.1 日本人専門家派遣実績

氏名	担当業務	人月		
		現地業務	国内業務	合計
元木 佳弘	総括／洪水管理／洪水予警報	11.87	0.80	12.67
杉本 光	副総括／河川管理	9.57	0.20	9.77
栗城 稔	統合データ管理／データベース	10.80	0.50	11.30
菱沼 志朗	流出解析／観測体制	5.73	--	5.73
進士 悦行	情報通信／警報伝達	9.70	0.30	10.00
伊藤 正樹	組織強化／人材育成	7.50	--	7.50
広田 秀次	本邦研修（前任）	--	0.50	0.50
杉本 光	本邦研修（後任）	--	0.50	0.50
合計		55.17	2.80	57.97

出典：JICA 専門家チーム

(2) 資機材調達

プロジェクトで調達することになっていた機材について、調達・譲与状況を表 2.1.2 に示す。当初の調達予定からの変更については表下の注に記載する。また、配置場所や現況等の情報を含めた貸与物品を添付資料-8 に示す。

表 2.1.2 プロジェクトで調達した資機材一覧

機材名	数量	調達価格	調達・譲与状況	備考
プリンター複合機	1 式	PHP 180,000	2016.8 調達、2019.6 譲与(HMD)	
インクジェットプリンター	1 式	PHP 7,595	2016.7 調達、2019.6 譲与(HMD)	
デスクトップ PC	1 式	PHP 76,600	2018.1 調達および譲与(HMD)	*1
デコーダ	2 式	PHP 330,000		
FTP サーバー	1 式	PHP 280,870		
流速計 / 浮子 100 本	1 式	JPY 515,000	2016.7 調達、2016.12 譲与(CTRFFWC)	
デスクトップ PC	2 式	PHP 168,940	2018.8 調達および譲与(CTRFFWC)	
大型モニター	1 式	PHP 44,600		
GIS ソフト	1 式	PHP 152,300	2018.7 調達、2018.11 譲与(CTRFFWC)	
データベースソフト	---	---	調達していない	*2
プログラムソフト	---	---		

注：*1. 当初予定に含まれていたデータサーバー2 式が不要となった一方、データベース構築には FTP サーバー、デスクトップ PC、デコーダが必要となった。そのため調達機材を変更することとなった。

*2. データベース自体の設計は PAGASA 所有の市販ソフトウェアが使用されることになったため、データベースソフトおよびプログラムソフトはプロジェクトで購入しないことになった。

出典：JICA 専門家チーム

2.1.2 フィリピン側のインプット

(1) プロジェクト活動

日常的なプロジェクト活動を円滑に実施するために、専門分野ごとに CP メンバーおよび専門家メンバーをグループ化し、3つのプロジェクト・ワーキンググループ (PWG-A、B、C) を立ち上げた。PWG は当初 2016 年 8 月に組織され、その後 2018 年 1 月に中間レビューチームの提言に応じてメンバー構成を見直した。PWG メンバーをグループごと、活動期間ごとに表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 PWG メンバー

グループ	PWG-A		PWG-B		PWG-C	
専門分野	洪水予警報計画		データ管理および情報通信		水文モニタリング	
リーダー	Roy A. Badilla	F S	Berlin V. Mercado	F S	Socrates F. Paat, Jr.	F S
副リーダー	Anthony M. Lucero	F -	Arnel Manoos	F S	Leonida S. Santos	F S
	Oskar D. Cruz	- S	Margaret P. Bautista	F S	---	- -
メンバー	Nancy T. Lance	F -	Jose Perin	F S	Nivagine Nievares	F S
	Anianita Fortich	F S	Remilio I. Bautista	F S	Rosalie C. Pagulayan	F S
	Socrates F. Paat, Jr.	F -	Nivagine Nievares	F S	Victor C. Flores	F S
	Oskar D. Cruz	F -	Victor C. Flores	F S	Imelda David	F -
	Rosalie C. Pagulayan	F S	Rex Abdon	F S	Ailene R. Abelardo	F S
	Bema C. Tajones	F S	Glenzen Cagande	F S	Iveil Mae Behiga	F S
	Cynthia Paltuob	- S	Rene Gumapal	F S	Raul Montilla	F S
	Leo Bunag	- S	Rolymer Canillo	F S	Heart Cipriano	F S
	Hilton Fernando	- S	Adrian B. Garcia	F S	Ver Lancer Galanida	F S
	De Vera	- S	Salvador A. Golingan, Jr	F -	Giovani Larede	F S
	Josephine Albano	- S	Julius Ceasar Manalo	F -	Sheila Schneider	- S
	---	- -	Leslie Madrazo	F S	Daniel Caber	- S
	---	- -	Norberto P. Narciso	F S	Allen Buendia	- S
	---	- -	Imelda David	- S	Rommel Yutuc	- S
	---	- -	Daniel Lagazon	- S	Loreto Lavadia	- S
	---	- -	---	- -	Lorenzo Diaz	- S
	---	- -	---	- -	Bema Tajones	- S
人数	First-half: 8 persons Second-half: 10 persons		First-half: 16 persons Second-half: 16 persons		First-half: 12 persons Second-half: 18 persons	

注：*1. 2つの PWG に所属するメンバーは両方のグループに氏名を記載している。

*2. 氏名の右のアルファベットは PWG メンバーとしての活動期間を表す。

[F (First-half)はプロジェクト期間の前半、S (Second-half)は後半に活動したことを示す。]

出典：JICA 専門家チーム

(2) 本邦研修

プロジェクト期間中に 2 回の本邦研修を実施した。いずれも期間は 2 週間であり、下記の日程であった。また、研修参加者を表 2.1.4 および表 2.1.5 に示す。

第 1 回：2017 年 5 月 14 日（来日）～2017 年 5 月 27 日（離日）（14 日間）

第 2 回：2018 年 6 月 24 日（来日）～2018 年 7 月 7 日（離日）（14 日間）

研修目的は 2 回とも、日本国内における洪水予警報業務について研修員が理解を深め、プロジェクト活動の円滑な実施促進に寄与することであった。研修プログラムの詳細は 2.1.3.6(4)節にて後述する。

表 2.1.4 第1回本邦研修の参加者

No.	氏名	役職	所属部署
1	Mr. Rex L. Abdon, Jr.	Weather Specialist I	気候・農業気象部
2	Mr. Daniel L. Caber	Weather Specialist I	ビサヤス管区地域サービス事務所
3	Mr. Ver Lancer D. Galanida	Weather Specialist I	ミンダナオ管区地域サービス事務所
4	Mr. Raul R. Montilla	Weather Observer I	タグム-リブガノン RFFWC
5	Ms. Nivagine C. Nievares	Weather Specialist I	気象水文部

注：参加者の役職および所属は研修参加時点のものである。

出典： JICA 専門家チーム

表 2.1.5 第2回本邦研修の参加者

No.	氏名	役職	所属部署
1	Ms. Rosalie C. Pagulayan	Weather Specialist II	気象水文部
2	Mr. Lorenzo T. Diaz	Weather Specialist I	アグノ RFFWC
3	Mr. Victor B. Flores, Jr.	Weather Specialist I	カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RFFWC
4	Ms. Bema C. Tajones	Weather Specialist I	ダバオ RFFWC
5	Mr. Rommel P. Yutuc	Weather Observer III	パンパンガ RFFWC

注：参加者の役職および所属は研修参加時点のものである。

出典： JICA 専門家チーム

2.1.3 活動

本プロジェクトでは、特記仕様書および PDM に位置付けられたすべての作業項目を変更なく実施した。実施した作業ならびに活動の詳細は、2.1.3.1 節から 2.1.3.7 節にかけて後述する。

業務開始時に作成した業務実施のフローチャートを次ページの図 2.1.1 に示す。また、A3 サイズのフローチャートを添付資料-6 に示す。なお、同フローチャートは作業順序を模式的に示すことを主目的として作成されており、またフロー図内のスペースの制約もあり、おおよその時間軸しか示せない。そこで、作業期間の計画と実績を比較できるように、計画および実績の作業工程を別途図 2.1.2 に示す。計画と実績で作業項目およびその内容に相違はないが、一部活動の実施期間に変更が生じた。

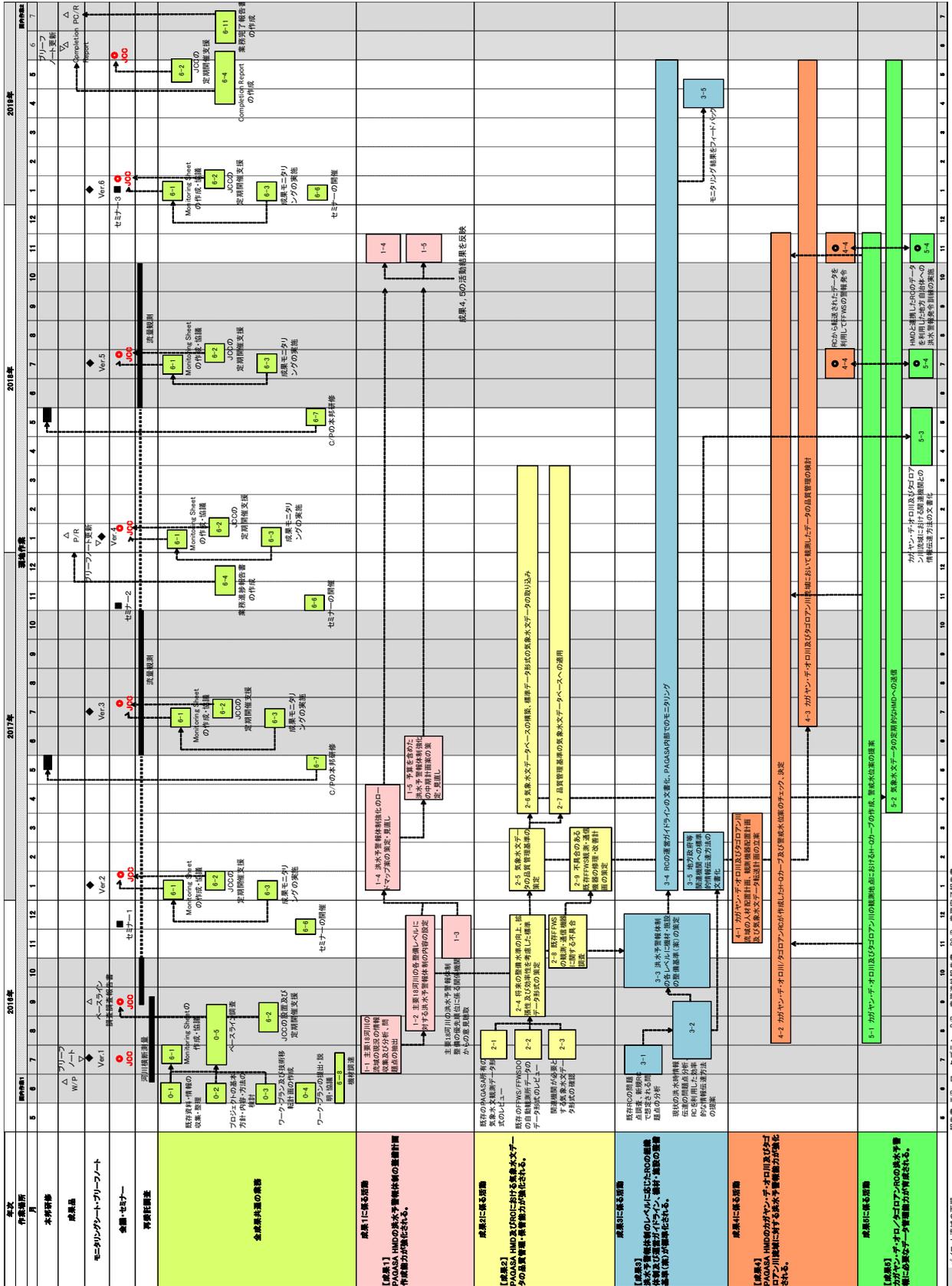


図 2.1.1 業務実施のフローチャート

2.1.3.1 成果1に係る活動

(1) [活動 1-1] 主要 18 河川流域の問題点の抽出

ロードマップ作成の前提となる水文観測施設の現状について、「全国洪水予警報システム情報収集・確認調査」で取りまとめられた流域ごとの雨量・水位観測所のインベントリを、関連機関からその後追加された観測所情報を収集し、CP と協働でこれを更新した。観測所の情報整理項目は、i) コード名、ii) 河川名、iii) 観測所名、iv) 観測所の形式、v) データ間隔、vi) 観測期間、vii) 位置（緯度・経度）、viii) 標高、ix) 設置年月、x) 管理責任機関、xi) 観測状況、xii) 観測所の住所の 12 項目とした。

PAGASA 自身の動きとしては、気象水文部（Hydrometeorology Division : HMD）が進めているリバーセンタープロジェクト（13 流域の River Flood Forecasting and Warning Center: RFFWC の建屋建設と最低限の雨量・水位観測所の設置）のもとで観測所が増設中であり、これらについても最新情報を収集した。

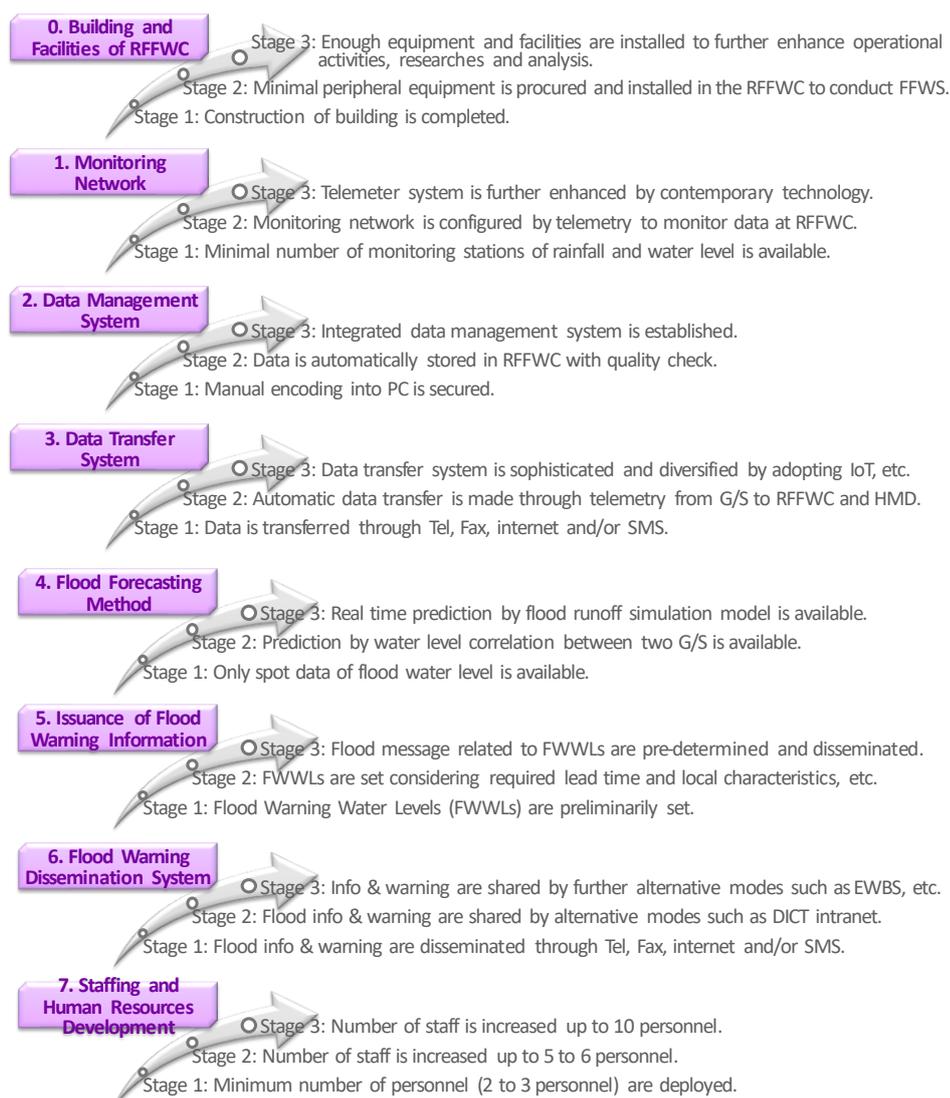
尚、PAGASA の中で観測所の維持管理を担う各 RFFWC の担当者で一連の面談や現地踏査を実施し現行システムの運用状況を確認するとともに、維持管理及び今後の増強に向けた課題を特定した。また、ダム放流のための洪水予警報システム（Flood Forecasting and Warning System for Dam Operation: FFWSO）を所管する NPC と NIA による運用状況についても担当者にインタビューを実施した。これらの調査結果は、Baseline Survey Report（2016 年 9 月）に掲載し、その後、各成果の諸活動に活用し、反映している。

(2) [活動 1-2] 各整備レベルに対する洪水予警報体制の内容

本プロジェクト開始直後に、新規流域における洪水予警報システムの開発を効率よく進めるためには段階的な開発が欠かせない、との基本認識を CP 側と確認し、ワークプランにもその旨掲載した。その上で、本作業項目のもとで洪水予警報体制の内容（FFWS のコンポーネント）と各整備レベルの開発目標（Development Goal）をプロジェクトワーキンググループ（PWG）会議の中で、協議を重ね設定した。

開発レベルは、計画の実行可能性や CP による計画内容の更新やモニタリングの持続可能性などの観点から 3 段階とし、それぞれのレベルで到達すべき目標設定を構成要素ごとに検討した。尚、本作業項目は、洪水予警報を構成する各分野に跨るため、専門家が相互に連携を取りつつ検討を進め、PWG の場で CP の意見を吸い上げ、情報共有に配慮した。

この作業過程で、プロジェクト開始当時想定していた 21 項目を類似項目の統合などを行い 7 項目（+1 項目：RFFWC 建屋の建設）に絞り、要素ごとの整備目標を図 2.1.3 の通り設定した。



出典：JICA 専門家チーム

図 2.1.3 FFWS の構成要素の設定と段階的開発のための目標設定

(3) [活動 1-3] 優先順位決定のための意見聴取

主要 18 流域の洪水予警報体制を段階的に整備する際の優先順位の設定のため、以下の通り関係機関における優先順位の考え方について意見聴取を行った。

1) フィリピン天文気象庁 (PAGASA)

PAGASA では、政治的・社会的感受性に配慮し、優先度に関して高低といった表現を避けることが望ましいと考えている。また、当プロジェクトの主な目的でもあるデータ管理・活用の改善を考慮すると、モニタリングシステムが全く整備されていない流域を優先的に整備するとプロジェクト全体の遅れに繋がり兼ねない。そのため、18 流域の整備実施の順序は、現状で観測機器設置が進展している流域から先に進めていきたい。整備が進展している流域は以前から洪水被害の大きかった地域ともいえる。この考え方に従うと、表 2.1.6 に示す通り、18 主要流域は大きく 7 つのグループに分類される。

表 2.1.6 整備状況に基づく 18 主要流域の優先グループ分け

No.	進展度合い	現在の整備状況	流域名
1	進行している 	Operational with RFFWC building, monitoring equipment and RFFWC staff	Pampanga, Agno, Bicol, Cagayan, Pasig-Laguna de Bay, Cagayan de Oro, Tagum-Libuganon
2		Monitoring equipment completed and commissioning	Jalaur, Abra, Panay
3		Monitoring equipment to be completed by the end of 2017	Ilog-Hilabangan
4		Monitoring equipment posted (bid opening in mid-July 2017)	Davao, Buayan-Malungon, Togoloan
5		Monitoring equipment posted (bid opening in end-July 2017)	Abulog
6		Monitoring equipment to be posted soon	Mindanao, Agusan
7	進行していない	Posting undecided	Agus

注： 整備状況はインタビュー実施の 2017 年 7 月初旬時点の状況

2) 公共事業道路省 (DPWH)

公共事業道路省の治水砂防技術センター (FCSEC) では、基本的に NAFRA³調査結果に基づいて優先度を検討している。NAFRA は 2008 年に終了した JICA 調査案件であり、2 段階のスクリーニングを経て全国の河川流域から 56 河川流域を優先流域として選定した。56 流域のうち、当プロジェクトが関係する主要 18 流域を表 2.1.7 に優先順に示す。

表 2.1.7 NAFRA 調査により優先順位付けされた主要 18 流域

資金源	優先順位	NAFRA 調査における河川名*2	主要 18 流域の No.および流域名
国際援助資金 プロジェクト*1 (NAFRA では合計 26 プロジェクト)	3	Panay / Mambusao	3: Panay
	4	Mindanao	10: Mindanao
	5	Nangalisan / Baggao-Pared (Cagayan)	16: Cagayan
	6	Upstream of Agno (Include Ambayawan, Banila)	14: Agno
	7	Ilog-Hilabangan	5: Ilog-Hilabangan
	8	Davao	11: Davao
	9	Kabilugan / Velasco / Bato Lake (Bicol)	15: Bicol
	12	Upper Agusan	6: Agusan
	13	Upper Marikina	18: Pasig-Laguna de Bay
	15	Jalaur	4: Jalaur
自国資金 プロジェクト*1 (NAFRA では合計 30 プロジェクト)	16	Tagum-Libuganon	13: Tagum-Libuganon
	20	Upstream of Pampanga (Include Rio Chico)	17: Pampanga
	23	Abulug	2: Abulug
	24	Abra	1: Abra
	4	Tagoloan	12: Tagoloan
	5	Agus / Buayan	7: Agus-Lake Lanao
	9	Buayan-Malungun	8: Buayan-Malungun
25	Cagayan de Oro	9: Cagayan de Oro	

注： *1. 上表に示される河川流域は NAFRA の 56 優先流域から抽出したものである。
*2. NAFRA 調査の河川名は支川や本川の特定区間のみを示しているものがある。

出典： NAFRA 調査報告書 (2008 年 3 月、JICA) を基に JICA 専門家チームが作成

³ Nationwide Flood Risk Assessment and the Flood Mitigation Plan for the Selected Areas (March 2008, JICA)

FCSEC ではこの他にも以下の点に配慮しながら、優先流域を検討したり、プロジェクトの対象流域を選定している。

- これまでに調査が全く実施されていない河川流域
- 地域間の平等性
- 各リージョンの DPWH 事務所からの要請

(4) [活動 1-4] 洪水予警報体制強化のロードマップ案の策定・見直し

ベースライン調査結果、および活動 1-1 から 1-3 までの検討結果を踏まえて、ロードマップ（案）を PWG-A の CP と協働で作成した。策定手順は図 2.1.4 の通りである。

既存 RFFWC の実績や現在整備が進行中の流域の実績を分析し、およそ 1 河川流域の開発期間 (Stage 1 から Stage 3 までに要する期間) を 5 年間 (計画・設計・施工) と想定し、18 流域がすべて Stage 3 に到達する目標年を 2030 年に設定した。

初歩的な検討作業として、流域ごとの開発計画 (各構成要素の段階的开发) を、PWG-A のメンバーが分担し、すべて現時点から開始する想定で検討した。

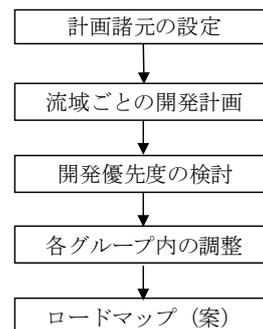
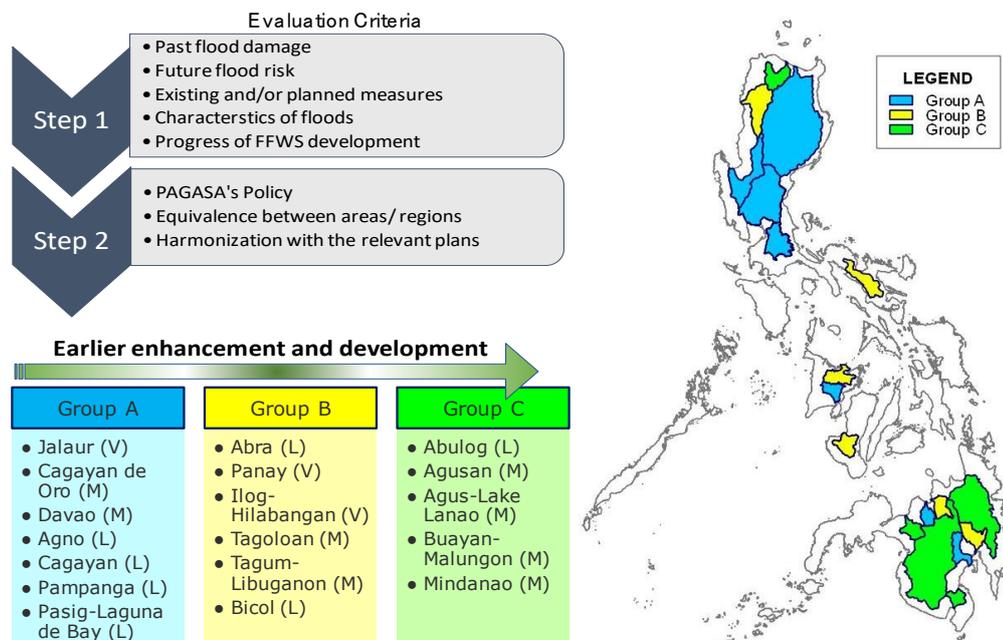


図 2.1.4 ロードマップ策定手順

次に、初期投資の重複を避け、できるだけ予算配分の平滑化を図り優先流域での開発を先行させるためグループ化を検討した。まず、洪水リスクから見た時、その被害ポテンシャル (影響人口の大きさ) の程度・構造物対策の進展度等から優先度を検討した。次に、活動 1-3 で実施した意見聴取の結果も参照し、PAGASA 側の意見や要望にも配慮した。採用した評価基準、及び検討結果を図 2.1.5 に示す。



出典：JICA 専門家チーム

図 2.1.5 優先流域の評価基準とその検討結果

一方、対象 18 流域における FFWS の開発は、PAGASA 自身の手により複数流域並行して進められている。確かに、PAGASA (HMD と PRSD) は自らの職務や日常業務として行っている。図 2.1.3 に示す 7 つの構成要素のうち、特にリバーセンターの建屋と施設、観測ネットワークの整備及び要員配置と人材育成の 3 要素に関しては、プロジェクト実施期間中、ロードマップの更新作業のため、定期的なモニタリングと確認作業が必要だった。各流域において、どこまでの段階をロードマップの内容に含めるべきか、PWG-A のメンバーと共に内容の確認と更新作業を 2018 年 11 月まで継続した。

さらに、PMP は PAGASA 全体の将来の組織体制と各リバーセンターに配置すべき要員数を提示しているため、その提案内容を十分にレビューし、プロジェクトの他の成果品やロードマップの中に反映した。PAGASA 計画部局側から JICA 専門家チームに提供された 2018 年 11 月段階の PMP の最新版に基づき、要員構成に関する提案内容を、ロードマップで示したリバーセンター運営の開発ステージ 3 に向けての必要な要員数の視点から、慎重に検討した。その結果、2019 年 3 月に、ロードマップの最終化作業と並行して、ロードマップの一部として 18 流域の要員配置・人材育成計画を作成した。

これに関連し、計画を作成する上で、PMP 実施の最終年に当たる 2019 年末までに各リバーセンターに PMP で示される要員数が実際に配置されると仮定した。ロードマップの実施は、PMP の後 2020 年に開始され、目標をめざし継続する。他の 6 つの構成要素とは切り離して、ロードマップの実施工程に配慮しつつ要員数や配置時期の調整作業を行った。要員配置・人材育成計画は、リバーセンターにおける洪水予警報サービスが向上するに従い任務を遂行するために各開発段階で必要とされる技術と知識を伴う要員の増加を考慮している。さらに、ロードマップ上の他の構成要素と調和のとれた段階的開発を持続させるため、要員増加のための期間と実施時期に配慮した。

また、HMD の下で実施中の、気象と洪水に関する効果的な早期警報システムのための気象水文センサーの稼働能力や調査への適用を最適化するための PAGASA 最適化プロジェクト (2018 年 7 月~2021 年 6 月) が PAGASA と DOST の協力で進んでいる。この最適化プロジェクトでは、NOAH プロジェクト (2009-2015) で設置されたすべての観測機器 (雨量と水位センサー) を評価し有効化しようとしている。各 18 流域で、利用可能で目的に適した観測所が FFWS の観測ネットワークに統合されることが期待されており、ロードマップ中の一構成要素である観測ネットワーク整備の関連業務と考えられる。

ロードマップは、18 対象流域ごとに 3 つのステージの開発期間を構成要素ごとにバーチャートで提示している。例えば、ビサヤ地方で観測ネットワーク整備が最も進んでおり、早期開発の優先的実施が見込まれグループ A に属するパナイ島を流れるハラウル川流域のロードマップを図 2.1.6 に示した。

Roadmap of Group A												Core implementation period						
No.	2017			2018			2019			2020	2021	2022	2023	2024	2025			
	-			-			-			1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	6th Year			
	FM	AM	IAS	OND	FM	AM	IAS	OND	FM	AM	IAS	OND	FM	AM	IAS	OND		
	Implementation of PAGASA Modernization Plan																	
	Optimization Project by PAGASA																	
	Preparation of the Roadmap																	

Jalaur

0	River Center Building / Equipment / Vehicles														
0.1															
0.2															
0.3															
1	Monitoring Network														
1.1															
1.2															
1.3															
2	Data Management System														
2.1															
2.2															
2.3															
3	Data Transfer System														
3.1															
3.2															
3.3															
4	Flood Forecasting Method														
4.1															
4.2															
4.3															
5	Issuance of Flood Warning Information														
5.1															
5.2															
5.3															
6	Flood Warning Dissemination System														
6.1															
6.2															
6.3															
7	Staffing and Human Resources Development														
7.1															
7.2															
7.3															

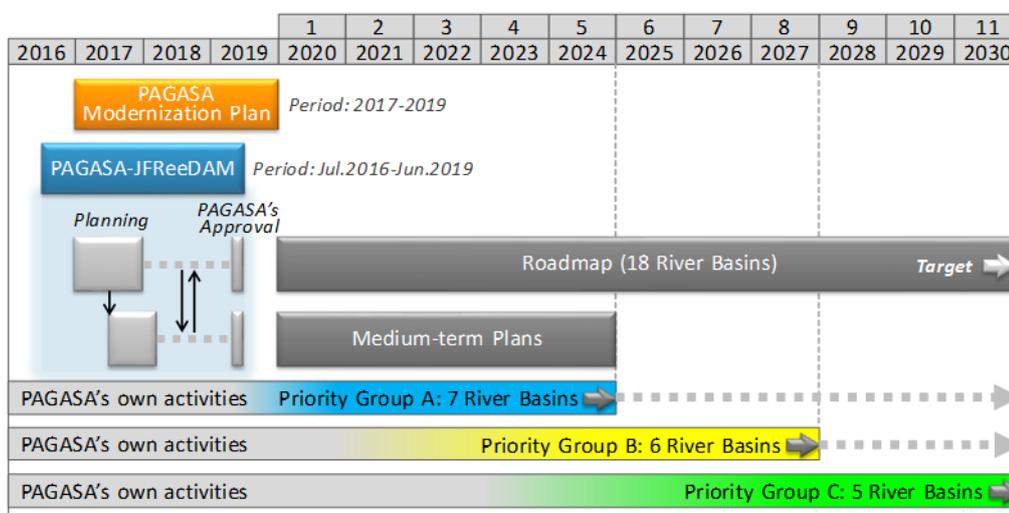
出典：JICA 専門家チーム

注：上図の中で最左欄の数字は、FFWS 構成要素とステージの番号を示している（参照：図 2.1.3）

図 2.1.6 ロードマップ（例：ハラウル川流域）

(5) [活動 1-5] 予算を含めた洪水予警報体制強化の中期計画案の策定・見直し

ロードマップと中期計画および PMP（PAGASA Modernization Program）は密接に関係している。それら 3 つの主な開発計画の実施工程を図 2.1.7 に示した。



出典：JICA 専門家チーム

図 2.1.7 ロードマップと中期計画の実施工程計画

グループ A に属する 7 流域について、PRSD や PWG-A メンバーが協力して、各構成要素の開発段階ごとに必要アクション（コスト積算対象）を検討し、概略費用を算定した。単価は「カガヤン・デ・オロ川洪水予警報システム改善計画準備調査」と「ビコール川洪水予警報システムリハビリ計画」のデータを収集、分析、勘案した。結果的には、ロードマップに従い、2024 年までの 5 ヶ年の実施期間内でステージ 3 まで達成するために必要な投資及び維持管理費用の算定に「ビコール川洪水予警報システムリハビリ計画」のデータを採用した。

初期的な費用算定のため、7 つの構成要素から全体コストの中で主要部分を占める以下の項目を選定した。

◆ 開発費用

開発費用算定のための基本的な項目は以下の通りである。

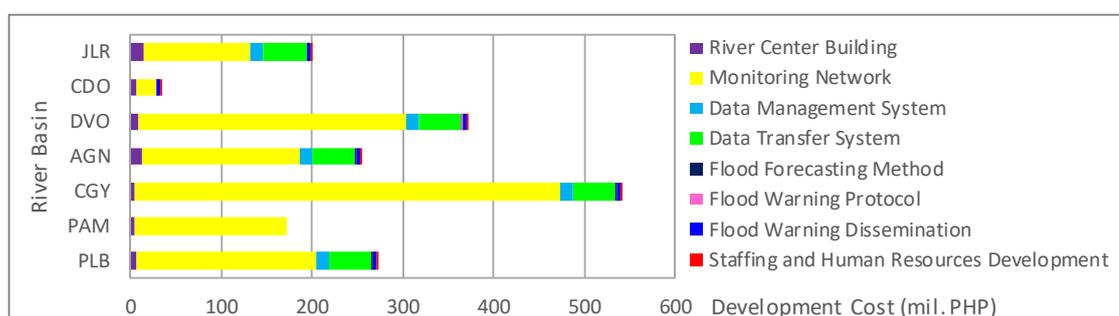
- リバーセンター建屋の建設・修繕費用（必要に応じて）
- 機材・ソフトウェア等を含む事務機器購入費
- 現場調査機材と車両購入費
- 大規模な観測システム、観測所、中継局などの設置費用
- 流量観測や河川横断測量等の外注費
- 研修費用

◆ 更新費用

更新費用算定のための基本的な項目は以下のとおりである。

- 事務所機器、利用設備、車両等
- 観測機器の定期的な維持、修繕
- インターネット接続サービス等、データ管理関連費用

PAGASA による年度予算確保のための手続きに配慮し、総投資金額は開発ステージに合わせ 5 ヶ年に分割した。図 2.1.8 は、流域ごと、構成要素ごとの開発費用内訳を示した。このグラフに見るとおり、各流域とも、観測ネットワーク整備が全体コストの中で大きな割合を占めている。



出典：JICA 専門家チーム

図 2.1.8 構成要素ごとの投資費用の内訳

尚、グループ B と C に属する流域に関しては、グループ A の計画策定の実績を参照しながら、かつ開発の進捗に配慮しつつ、将来 PAGASA 自身で中期計画策定が可能となるよう期待される。検討結果を、流域・構成要素ごとに整理し、中期計画としてまとめた。表

2.1.8 に一例を示す。尚、年次の投資計画は開発初期段階に投資予算を配分すると仮定して作成した。

表 2.1.8 中期計画（構成要素：観測ネットワークの整備の一例）

Name of river basin & Component		Description of key actions	Equipment, material, training, etc.		Cost data		Remarks
AGTDN PLAN & COST ESTIMATE Name of River Basin: JALAU RIVER Component 1: Monitoring Network					Unit	Qty	
JLR 1-1	Establishment of Monitoring Network	<Stage 1 will be completed in 2019.>					
Stage 1							
Sub-total Stage 1 Development		Sub-total Minimum Number of Monitoring Stations				0	
JLR 1-2	Establishment of Telemetry Monitoring Network	Installation of Monitoring Stations	Rainfall + Water Level Gauging Station	bt	3	3,485,498	10,456,495
Stage 2			Rainfall Gauging Station	bt	3	1,980,892	5,942,675
			Reby Station with Tower	set	1	16,788,174	16,788,174
			CW for Rainfall + Water Level Gauging Station	ps	3	7,690,628	23,071,884
			CW for Rainfall Gauging Station	ps	3	4,078,429	12,235,287
Sub-total Stage 2 Development		Sub-total Installed Monitoring Stations				68,494,515	
JLR 1-3	Enhancement of System	Modernization of Telemetry System	X-Band Gauging Station	bt	1	42,680,586	42,680,586
Stage 3			CW for X-Band Gauging Station	ps	1	7,769,160	7,769,160
			CCTV System	ps	4	2,000,000	8,000,000
Sub-total Stage 3 Development		Sub-total Modernization of Telemetry System				50,449,746	
Total Investment Cost (Component 1-Stages 1, 2 & 3)						118,944,261	

出典：JICA 専門家チーム

2.1.3.2 成果 2 に係る活動

(1) [活動 2-1] PAGASA の既存データ形式のレビュー

以下の内容のアンケートを作成し、PAGASA の関係部署（HMD、WD、CAD、RDTD）に配布した。

- 1) 現在使用中のフォーマット
- 2) 地上データの形式（観測地点から地方オフィス、地方オフィスから本部、本部から他の機関）
- 3) リモートセンシングデータ形式（レーダー、衛星画像、その他）
- 4) 観測頻度
- 5) 所管部等
- 6) 観測の目的
- 7) データ伝送の方法（観測地点からデータ処理地点、データ処理地点から他の機関）
- 8) 観測データのユーザー
- 9) システム／データベース／装置（設置箇所、供与）
- 10) データサイズ（一日あたり）
- 11) 当該ファイル形式の有利な点
- 12) 当該ファイル形式の不利な点
- 13) 当該データ形式の利用開始日

アンケートに対し、KOICA が支援するパッシング-マリキナ川の洪水予測システム (EFCOS)、及び PAGASA 統合気象水文情報システム (PUMIS) から回答が得られた。

このうち、PUMIS については、CAD (Climatology and Agro-meteorology Division) のチーフ及び担当職員に面談を行い、将来の方向性についての聞き取り調査も行った。その概要は以下の通りである。

PUMIS は地球規模の気候変化をモニターするため、PAGASA の既存の気象観測機器の時系列情報のリポジトリとして開発されたもので、衛星データ、レーダー、自動気象観測所等を対象としている。

PUMIS (2015年に稼働開始)は、WMO(世界気象機構)のデータ管理基準を満たすように設計されている。システムは標準フォーマット、及びユーザーが定めるフォーマットのデータ、CLICOM データ、メタデータを収集する。PUMIS は、時間データ等の期間データや統計データの作表や、リアルタイムの衛星マップ、レーダーデータ、マップ解析、風向分布図、時系列データ、高層気象観測等の描画が可能である。

現在(2016年)、PAGASA 内で PUMIS へのユーザーアクセスを拡大し、早期に PUMIS を全面稼働にするため、データとメタデータの収集に力を入れている。将来的には、災害復旧システムの実施、Geomap サーバーの導入、4~5年分のデータ保存が可能なサーバー能力の増強、10年間分のデータを保存するためのテープ記録装置の購入、インターネットの接続が不良な遠隔地用にオフライン PUMIS の設置が構想されている。

(2) [活動 2-2] 既存 FFWS/FFWSDO の自動観測所データのデータ形式のレビュー

以下の洪水予警報システムで使われている観測所を対象に、データ構成についてのレビューを行った。

- 1) パンパンガ、アグノ、ビコール、カガヤン川
- 2) パッシング-マリキナ川 (EFCOS)
- 3) NIA 及び NPC が管理するパンパンガ、アグノ、カガヤン川流域のダム
- 4) カガヤン・デ・オロ (CDO) 川をモニターするための Twin Phoenix システム、及び NDMI のフラッシュ洪水警報システム (Flash Flood Alert System)

各システムの運用マニュアル、雨量・水位観測のサンプルデータ、データの構成、処理のアルゴリズム、プログラムのソースコードを収集した。現地調査を実施し、各システムの運用スタッフと面談し、運用マニュアルに記載されたデータ管理の方法と実際に行われているデータ管理の方法を比較検討した。

上記 1)の洪水予警報システムにおいては、雨量観測所、水位観測所で観測された降雨の時間データ、及び水位の時間データはテレメータで各リバーセンターに送られる。データ伝送においては、バイナリ形式が使われている。これらの生データ (バイナリ) はリバーセンターにおいてデコードされてプリンターで印字、あるいはモニターに表示される。リバーセンターではこれらの観測データ (バイナリ、あるいはデコードされた形式に関わらず) を電子的な形式で得ることはできないため、モニター等から書き写した数字を (異常がないかを確認のうえ) 手動でエクセルに入力している。したがってこの時点でのデータ形式は CSV となる。平常時は 1 日分をまとめてエクセル入力するが、洪水時には時間毎に入力を行い、洪水予測計算に使う。PAGASA 本部へのデータ送信は、リバーセンターへの送信と並行して同様な方法で行われ、バイナリ形式となる。本部においてはデータを電子的に得ることが可能である。

上記 2)の EFCOS においても、事務所におけるデータ処理、本部での受信は上記 1)と同様な方法がとられている。ただし、システムの管理は MMDA が行っているため、システム

上のデータについて、PAGASA 本部はモニターするのみで、これを加工する権利は有していない。

上記 3)のダム水位、放流データについては、時間データが自動的に得られていた期間もあるが、老朽化、および携帯電話の普及による電波の混信が原因で不可能となった。現在は PAGASA 本部から管理事務所への電話による聞き取り（非洪水時は朝 6 時、洪水時は必要に応じ）あるいは SMS で行われている。PAGASA 本部では聞き取ったデータをエクセルに入力（CSV 形式）することにより Web サイトで情報を共有する。NPC については、ダム水位の時間データを NPC 本部においてモニターすることが可能な仕組みを構築しているが、このデータは PAGASA 本部までは配信されない。NIA については自己の管理事務所からの情報も、上記の方法で PAGASA が入手したデータをウェブサイトで公開する更新情報によって最新の情報を得ているという状況である。

上記 4)の CDO における観測データについては、インターネット経由で CSV データが PAGASA 本部に送られている。PAGASA 本部では、これらの観測データに他機関の観測データ、予測情報を加えて解析を行い（Flash Flood Alert System）解析結果（CSV 形式）をインターネット経由でエル・サルバドル市のリバーセンターと共有している。

既存のシステムの多くでは、観測される度（例えば毎時）にファイルが生成される。日付と時間がフォルダ名およびファイル名の一部に使われる。例えば、アグノとパンパンガのシステムでは“rainfall23”のように全く同じ名前のファイルがそれぞれのシステムで毎日作成される。ファイルを開いてその内容を見て初めて、観測所の名前からどのシステムのデータなのかが判断できる。

ファイルの構成は、観測所の名前が第 1 列目に記載され、一番上の行に各種の観測項目が並ぶというものである。ある 1 時刻の観測データあるいは計算値が 1 ページに表示される。1 ページがスチル写真のようにある一瞬を表現するものであり、時系列データではない。CDO や KOICA のように雨量と水位のデータが同じファイルで示される場合と、パンパンガやアグノのように（雨と水位で）別々のファイルが作られる場合がある。この形式は自動気象ステーション（AWS）で使われているものと類似している。表のサイズが決まっていれば扱い易いため、ある 1 時刻の観測データを入力し、表を 1 つずつ完成させていくのに適している。

RIMES や GMMD READY のプロジェクトで使われているフォーマットでは、第 1 列目は観測時刻であり、異なる観測所や観測項目が行（横並び）に記載される。ファイルの内容は、新規の観測データセットを受信した時に更新される。すなわち時系列データである。AWS で使われる形式と異なり、表の長さには制限がなく、電子的な利用により適している。

(3) [活動 2-3] 関連機関が必要とする気象水文データ形式の確認

PAGASA 気象部のデータ情報交換課では、気象データ（CSV）を XML フォーマットに変換するアプリケーションを開発する計画を持っていた。その目的は、気象観測データを WMO と ICAO にデータ交換のために送ることである。課長によれば、2019 年中にそのようなアプリケーションを開発することになっていて、PAGASA の予算待ちの状態とのことであった。使用フォーマットは IWXXM である。大気は国境を越えて移動し、ある国の観

測データは他の国にとっても有益なものとなるため、気象データは国際的に交換されている。

一方、水文データは土地に関連しており、国際河川の場合を除き、国際的に交換されることはあまりない。特に、フィリピンのような島国では、水文データを他の国から要求されることは無いであろう。

これに加えて、洪水予警報を使う関係国内機関は解析結果を含む洪水情報等をテキスト形式で受け取ることが一般的であり、観測データをそのまま利用したいという要請は小さい。

大学・民間企業等が研究や業務で PAGASA の水文観測データを使うときには、これまで CSV 形式で提供しており、今後もこの形式での提供が継続されると思われる。

NIA と NPC は 2012 年の「ダム運用のための洪水予警報システム (FFWSDO) 強化プロジェクト」で作られた洪水管理マニュアルに規定された手続きに従い、ダムの水位をモニターし通知する責任を負っている。

NIA の FFWSDO の送信不良により、マガットダムとパンタバンガンダムの水位データの自動転送が停止している。装置の老朽化と、NIA の送信ラインの近傍での携帯端末の台数増加による通信障害が主な原因とされている。

NPC については、2012 年のプロジェクト実施後、FFWSDO の自動転送が停止してしまったことにより、FFWSDO の手続きに大きな変更を余儀なくされた。具体的には NPC と PAGASA の間の光ファイバーラインの誤作動により、NPC の全データを PAGASA 本部で見ることができなくなったものである。

自動データ転送の停止により、FFWSDO に関係する機関に対し、「交代制の」手動での通知手続きを実施することとなった。転送の停止は NIA 本部にとって、自身のダム事務所とのリンクを失うことになるため、特に大きな影響を受けた。結果として、NIA は自身のマガット、パンタバンガン、アンガット、サンロケダムの水位日報を作成するために PAGASA のウェブサイト依存するという状況が続いている。

以前は毎時データを自動で取得していたが、現在は非洪水時には日に一回（朝 6 時）、洪水警戒時には頻度を上げて（日に 3 回から毎時まで）のデータ収集プロセスを人が実施している。ダムのデータの主なソースは NPC と NIA のダム管理所であるが、非洪水時には、NPC ではなくフィリピン送電局 (NGCP) からデータを収集する。

人によるデータ収集のタイミングと人員は関係機関の勤務時間の影響を受ける。洪水予警報システムに関わるすべてのオフィスが年中無休のシフト制をとっている訳ではないことに留意が必要である。例えば、PAGASA の洪水予警報システムのオフィスや NGCP のプラントオフィスは年中無休のシフトを取っているが、NPC のダム事務所の勤務時間は朝 8 時から夜 5 時までで、ダム放流の警戒稼働の間だけ無休シフトを取る。

(4) [活動 2-4] 将来の拡張性及び効率性を考慮した標準データ形式の策定

標準データ形式を策定するにあたり、まず導入の可能性のある有望な形式として WMO が国際標準化を進める WaterML 2.0 を検討した。WaterML 2.0 は水文観測システム間で国際的にデータを交換するための標準であり、その策定団体は WMO と OGC (Open Geospatial

Consortium) である。WaterML2.0 のファイルは XML で書かれており、FTP、電子メール、ファイルのコピー、http (Web プロトコル) を通してやり取りが可能である。水文に関するそれぞれの機関が別々にデータ形式を設定することによるソフトウェア開発作業の重複と、データを受け取った機関がデータを正しく理解することが出来ないという事態を避けるために作られた。

WaterML2.0 は国際的にデータ交換するばかりではなく、業務でモニター／予測する際のデータ交換、ダム等のインフラの操作支援、データの一般公開、防災支援、にも使うことが期待されているものである。しかしながら、既存の洪水予警報システムで WaterML2.0 を使うには、現在のプログラムを書き換える必要がある。現在、その利用は義務付けられてはならず、世界的な標準として使われるには時間を要すると思われる。PAGASA が洪水予警報システムでこれを採用する際には、水文データを他の国と共有する必要があるかどうかを吟味すべきである。

PAGASA においては、気象部門のデータ交換のために限定して XML 形式のデータが扱われている。しかし、水文部門においてはこれまで XML 形式のデータを扱った経験が無く、CSV 形式によるデータ交換・使用に慣れている。したがって CSV 形式で標準データ形式を作成することにした。

日本の水文・水質データベースで使われている水文データの標準交換形式は、WISEF (Water Information Standard Exchange Format) と呼ばれ、CSV 形式である。メタデータは観測所番号、品質コードのみであり、データ形式は非常に単純である。

一方、PAGASA において限定的ではあるが導入が既に行われ、将来的に広くリバーセンターにも導入されることが検討されているデータ管理のソフトウェアである AQUARIUS (Aquatic Informatics 社) が扱うことの出来る CSV 形式には、観測所の位置情報 (緯度、経度、時差、標高等)、時系列データのメタ情報 (ラベル、コメント、テキスト、パラメータ名、時差、単位、許される最大のギャップ) が含まれる他、時系列入力データにも、フラグ・品質等級・内挿コード・承認コード・ユーザ名・コメントのメタデータが付加される。

データベースへのデータ入力の流れは、最初に AQUARIUS のデータベースの中に観測所の場所を作成し、次に新しい時系列を作成した後、時系列データを既存の時系列に追記するものである。

AQUARIUS へのデータ入力形式を標準データ形式とすることで、効率的なデータ入力を行うことができるとともに、AQUARIUS の機能が最大限に発揮される。また、AQUARIUS が受け入れる入力データの構成には柔軟性があり、入力時にデータの並び等を指定することで他の CSV 形式を入力することも可能であることから、他の既存システムへの拡張性も確保されると判断した。

AQUARIUS 水文情報システムの統合データベースと、既存および将来の洪水予警報システムの観測システムとの間で水文気象データを交換するための標準フォーマットを作成した。フォーマットは AQUARIUS 3.1 Acquisition Service API (2016年4月8日更新) に基づくものである。上記 API は時系列データ、および巡回点検データを AQUARIUS 上で更新するために作成されたソフトウェアである。

鍵となる概念は以下のとおりである。

◆ 場所と時系列

AQUARIUS 中の各時系列は、これを産み出す位置 (parent location) (通常は観測所) と関連づけられている。この parent location が 1 つ、あるいは複数の時系列の「入れ物」として機能する。location は実際の物理的な観測場所に対応するように設定されるのが典型的である。

◆ 識別子

AQUARIUS 中の location あるいは時系列は、数値識別子 (AQUARIUS がアサインする一意的な数値の識別子 (特にデータベースの主な鍵)) でも、あるいは一意的なテキスト識別子 (スプリングボードの「Location Name」の列に表示される名前) でも識別することができる。

◆ 文字列データの一般的なルール

別途規定しない限り、全ての文字列データは UTF8 ユニコードであり、すべてのバイト配列は UTF8 でエンコードしたストリングとなる。コンマを含むストリングは二重引用符で囲まなければならない。

◆ 方法

方法 (Method) はコードのブロックを形成する一連の指令文である。コンピュータのプログラムで呼び出され実行される。

AQUARIUS の Location フォルダ、Location 識別子、時系列データの命名法は、PAGASA の Modernization Plan と AQUARIUS 水文情報システムの要件に基づいて決められた。具体的には以下のとおりである。

◆ AQUARIUS の Location フォルダ命名法

AQUARIUS 水文情報システムの Location フォルダには 3 つのレベルがある。PAGASA ルートフォルダ (レベル 1) には「PAGASA FIELD OFFICES」というタイトルが付けられる。ルートフォルダの中に、8 つ (レベル 2) のフォルダがあり、PMP で規定された PFO に対応している。それぞれの PFO のフォルダには、河川流域に対応するフォルダ (レベル 3) が含まれる。AQUARIUS 水文情報システムに生成される PAGASA の Location フォルダを図 2.1.9 に示す。河川流域 (RBs) は major、principal、minor に分類されるが、同図にはこのうち major のみを示している。支川流域名は河川流域としては表示されない。これらは必要に応じて AQUARIUS の Location Manager の記述欄に示すことができる。

◆ AQUARIUS の時系列データセット (AQTSD) の命名法

AQUARIUS の時系列データセット (AQTSD) の名前は AQUARIUS 水文情報システムの指定フォーマットに従う。すなわち、{Parameter}.{Label}@{Location Identifier} である。それぞれの AQTSD 要素には、データの長さを変更可能なストリングデータタイプのものが含まれている。これは数値ではないため、値を増減させることはできない。Location 識別子と AQTSD の一意的な数値キーは、AQTSD 要素がアサインされた後にデータベース内で作成され、AQUARIUS の Location Manager を経由して保存される。

{Parameter}は AQUARIUS で定義されるセンサーのパラメータであり、プルダウンメニューから選択される。PAGASA の HMD では 3 つのパラメータを使う。すなわち、“Water Level”（水位）、“Precip”（雨量）、および“Discharge”（流量）である。

{Label}は次のフォーマットを持つユーザー定義の名前であり、4 つの部分からなる：
{Station Name} {WL, RR, or FR}-{Telemetered or Non-telemetered}

{Location Identifier}は次のフォーマットを持つユーザー定義の名前であり、6 つの部分からなる：[{PFO}]_{River Basin Name}{Station Name}_{Station Type}

図 2.1.9 は Location 識別子の命名法の要素とフォーマットを取り纏めたものである。

Nomenclature Format for Location Identifier: [[{PFO}]_{River Basin Name}{Station ID}_{Station Type}]		
Location Identifier Elements	Description	
Part 1	PFO	PAGASA Field Office Short Name as indicated below; Tuguegarao City: TGG La Union City: LNN Quezon City: QZN Legazpi City: LGZ Lapu-Lapu City: LPL Tacloban City: TCL El Salvador: LSL Davao City: DVC
Part 2	<underscore character>	“_”
Part 3	River Basin Name	Complete river basin name in CAP. ex. Agno RB is AGNO
Part 4	Station ID	Station number assigned by FFWS.
Part 5	<underscore character>	“_”
Part 6	Station Type	Tandem (rainfall and water level), WL (water level only), RR (rainfall only), or FR (discharge)

出典：JICA 専門家チーム

図 2.1.9 Location 識別子の命名法

(5) [活動 2-5] 気象水文データの品質管理基準の策定

洪水予警報システムで使う気象水文データの品質管理にあたっては、以下を考慮することが必要である。

- 1) 水文観測データの品質を高くするには、第一に観測を正しく行うことが必要である。観測時点の誤りを、データの修正によって後から正すのは非効率であり、しばしば不可能である。
- 2) 洪水予警報システムでは、リアルタイムの気象水文データが使われるため、限られた時間内に品質管理を行うことが必要である。
- 3) 洪水予警報システムの機能向上のためには、実測データによってモデルの更新・改善を行う必要がある、この時に使う実測データは、補正・補填を行い、時間をかけて品質を高めたものとすべきである。

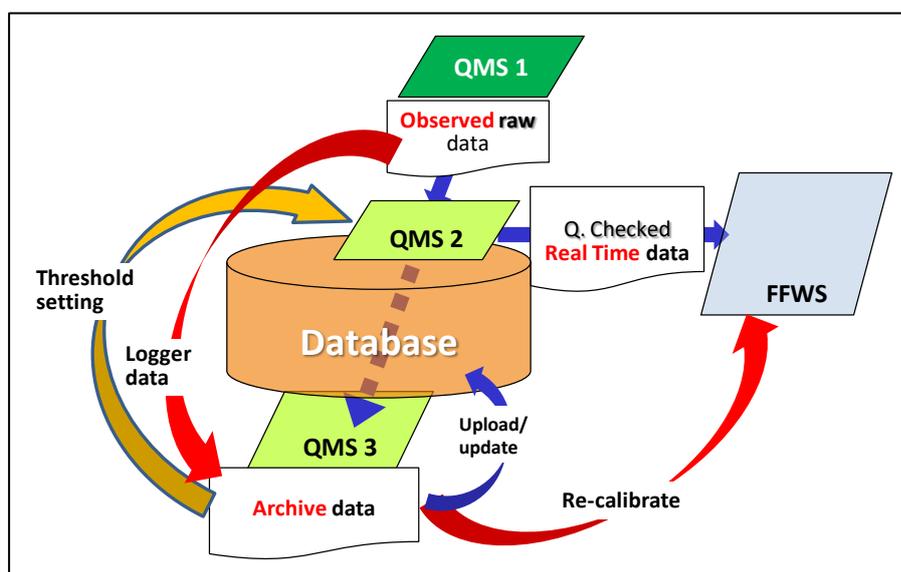
以上を考慮し、品質管理基準として、「第 1 部：観測」、「第 2 部：リアルタイムデータ」「第 3 部：アーカイブデータ」の 3 部からなるものを策定した。策定にあたり、WMO のガイド、マニュアル類、水文観測についての教科書を参照した。データの照査に関しては、特に AQUARIUS のヘルプマニュアル (Aquatic Informatics Inc.) を参照した。品質管理基準の内容を表 2.1.9 に示す。

表 2.1.9 気象水文データの品質管理基準の構成

第1部 観測 (QMS-1)	第2部 リアルタイムデータ (QMS-2)	第3部 アーカイブデータ (QMS-3)
I. 総括 I.1 観測. I.2 観測所 I.3 観測所巡視 I.4 点検 I.5 洪水時の測定 II. 水位 II.1 一般的要件 II.2 水位観測 II.3 水位観測機器 II.4 水位観測データ II.5 水位観測所の維持・点検 III. 雨量 III.1 一般的要件 III.2 雨量観測 III.3 雨量観測機器 III.4 雨量観測データ III.5 雨量観測所の維持・点検 IV. 流量 IV.1 一般的要件 IV.2 場所の条件 IV.3 流量観測機器 IV.4 流量観測データ IV.5 流量データの確認	I. 総括 I.1 リアルタイムデータの品質チェック I.2 時間の整合性 I.3 データ修正 I.4 点検作業 I.5 責任と報告 II. 水位 II.1 水位データの品質 II.2 リアルタイムデータの取得(水位) II.3 リアルタイムのグラフ作成(水位) II.4 リアルタイムのデータチェック(水位) II.5 欠測データの推定(水位) III. 雨量 III.1 雨量データの品質 III.2 リアルタイムデータの取得(雨量) III.3 リアルタイムのデータチェック(雨量) III.4 欠測データの推定(雨量)	I. 総括 I.1 保存データと洪水予測 I.2 保存データとリアルタイムの品質管理 I.3 責任 II. 照査 II.1 記録データの活用 II.2 リアルタイムに修正されたデータの再確認 II.3 照査テクニック III. 水位流量曲線 IV. 統計

出典：JICA 専門家チーム

上記の3つのパーツ (QMS-1、QMS-2、QMS-3) の関係を図 2.1.10 に示す。



出典：JICA 専門家チーム

図 2.1.10 品質管理基準の関係

(6) [活動 2-6] 気象水文統合データベースの構築、標準データ形式のデータ取り込み
 気象水文統合データベースの構築に先立ち、WMO の文献である Hydrological Information System (HIS) Requirements and Inter-Comparison of Commercially Available Systems に記載さ

れた水文情報システムの要件について、PAGASA の洪水予警報システムで導入するデータ管理システムにおける必要性を評価した。水文情報システムが持つべき機能について PAGASA の水文専門家に対するアンケートにより評価することとし、アンケートは、上記文献に含まれた 179 項目の要件を使って作成した。要件は最重要要件、必須要件、評価可能な要件に分類されている。

PAGASA の Hydrologist、11 名から以下の判断基準での評価の回答があり、これを集計して評価を行った。

- (a) 大いに賛成。この要件は不可欠である。
- (b) この要件を含めることに賛成。このような要件を持たせることは適当である。
- (c) どちらでもよい。
- (d) 反対。この要件は適当ではない。
- (e) 分からない。この要件が理解できない。

アンケート調査は、水文情報システムを構築（あるいは商品として市場にあるものを選択）する際にはどのような機能を持たせるべきかについて、PAGASA の水文専門家の理解を助けたと考えられる。また、アンケート回答には多くのコメントが記載されており、構築あるいは購入時の重要な参考情報を提供した。

ほぼすべての要件が上記(a)か(b)と評価され、評価(d)、(e)と評価されたものはなかった。この調査によって、PAGASA の洪水予警報システムの統合水文気象データベースを構築するにあたり、これらの要件が適当であることが分かった。

2017 年夏に PAGASA では以下のプロジェクト（2018 年予算）を要求した。

- 1) Establishment of an Integrated Hydrological Data Management System for Flood Forecasters（洪水予報官のための統合水文データ管理システムの構築）
- 2) Establishment of the IT infrastructure of the Hydrologic Decision Support System (HDSS) of the Hydro-Meteorology Division（HMD の水文判断支援システムに IT インフラの構築）

上記 1)において、時系列の水文データを扱うソフトウェアとして、AQUATIC INFORMATICS 社の AQUARIUS の購入（納期 2018 年 8 月、17 ライセンス）が想定されていた。また、上記 2)において、HMD と 17 のリバーセンターに hyper-converged server を導入する予定（納期 2018 年 6 月）になっており、上記 1)のソフトウェアとの組み合わせで購入することを前提にしているものと解釈された。

上記に鑑み、本活動（気象水文統合データベースの構築）は上記プロジェクトにおいてソフトウェア（AQUARIUS）が導入されることを前提に、既存の洪水予報システムのデータを AQUARIUS が処理できる形式にリアルタイム変換する仕組みを構築することにより、リバーセンターに AQUARIUS が導入された時点で直ちに統合されたデータベースとして機能するようにすることとした。

上記の PAGASA プロジェクトは本プロジェクトの期間中には実現しなかったが、HMD が既に所有する AQUARIUS のソフトウェアを統合水文気象データベースとして活用することとし、本プロジェクトが対象とする河川流域のすべてのデータを統合化することとした。

AQUARIUS にデータを統合するには、観測データを定期的なバッチ処理により手動でアップする方法、自動的にリアルタイムで付加する方法がある。AQUARIUS にリアルタイムでデータを付加するための方法をいくつか検討し、試行した。すなわち、(1)ラインプリンタ、デコーダ、FTP サーバーを経由して AQUARIUS の Hot フォルダを使ってアップする方法（パンパンガ川、アグノ川）、(2)AQUARIUS の付加 API を使って自動的にデータを付加する方法（ビコール川）。AQUARIUS の Hot フォルダはもともと手動でアップするためのものであり、将来、観測所の数が急増することによる大量のデータの自動付加をサポートできない可能性があることから、上記の(2)がより望ましい。

本プロジェクトが対象とする河川流域におけるリアルタイムのデータ収集を表 2.1.10 に示す。表にはビコール川（AQUARIUS の付加 API が最初に使われた）の情報も加えている。

表 2.1.10 プロジェクトの河川流域における AQUARIUS へのデータ収集方法

River Basin	Funded By/ Contractor	Type	Qty	AQUARIUS Acquisition Type	Source File Location
Pampanga	JICA/ JRC	Rainfall	17	FTP/ File Synch/ AQUARIUS Hot Folder	Decoder Server in HMD
		Water Level	10		
Agno	JICA/ JRC	Rainfall	11	FTP/ File Synch/ AQUARIUS Hot Folder	Decoder Server in HMD
		Water Level	8		
Cagayan	JICA/ JRC	Rainfall	5	Not functioning	
		Water Level	5		
Cagayan de Oro	Twin Phoenix/ 7Lakes	Rainfall	6	Web service (SOAP/WSDL/XML)	FFWS server in MPRSD EI Salvador
		Water Level	4		
Pasig- Marikina	KOICA/ TOCONET	Rainfall	18	FTP/ File Synch/ AQUARIUS Hot Folder	JFReeDAM FTP Server in HMD
		Water Level	15		
Bicol	JICA/ JRC	Rainfall	12	Web service (SOAP/WSDL/XML)	Aggregator PC in HMD
		Water Level	7		

出典：JICA 専門家チーム

(7) [活動 2-7] 品質管理基準の気象水文統合データベースへの適用

リアルタイムの付加メカニズム、あるいは手動のバッチ処理によって HMD のデータベース（AQUARIUS）に取り込まれたデータに対しては、品質管理基準の第 3 部（保存データ）が適用されている。データの保存実施状況はエクセルファイル（図 2.1.11）を使って管理されている。ファイルでは、データが付加された月、データが保存（品質管理基準を適用した後で）された月が色分けされている。

- ネットワークスイッチ3番と5番ポートが故障。
- 流域が広大であるため観測所の増設が必要である。

2) アグノリバーセンターのテレメータシステムの現状

日本政府援助により2011年に改修がなされた。2016年10月時点でのテレメータシステムの稼働状況は概ね良好であった。

- 雨量観測所3ヶ所、雨量・水位観測所8ヶ所はすべて稼働している。
- コンピュータOSにWindows XP、Windows 2003が使用されている。これらのOSはMicrosoftソフトウェアサポートが終了している。
- 観測データをFFWSサーバーからCSVファイル形式でダウンロードできない。
- モニター端末の表示不具合があったが、L2スイッチのポート故障であることが分かり他のポートに変更して解決した。
- FFWSサーバーのハードディスク2台が故障。現状、予備の無い状態でサーバーが動いているので速やかに故障品の交換が必要である。
- Cuyapo中継局の非常用発電機が故障している。

3) カガヤンリバーセンターのテレメータシステムの現状

1982年にテレメータシステムの運用を開始し現在に至っている。すでに30年以経過し設備の老朽化が著しい。

- 5ヶ所の観測所は動いてはいるもののデータ欠測率が高い。
- すでに生産終了している機材であるため予備品の入手が困難である。
- テレメータ機材の性能が劣化しているため運用維持にコストがかかる。
- さらに、観測局舎建屋の外壁塗装剥離、ひび割れなどあり修復が必要である。
- TumauniおよびGamu観測所の水位計は故障している。
- Tuguegarao観測所以外のアンテナマストは比較的状态は良い。Tuguegarao観測所のアンテナマストの基礎プレートは発錆が著しい。
- 結論として、早急にテレメータ設備のリハビリが必要である。
- パンパンガリバーセンターと同様、流域が広大であるため更新時には観測所の増設が必要である。

(9) [活動2-9] 不具合のある既存FFWS観測・通信機器の修理・改善計画の策定

1) パンパンガリバーセンター

Arayat観測所の混信

電波監理監督庁であるNTC (National Telecommunications Commission)から割り当てられた周波数140.1500MHzを正式に確保することが重要である。PAGASAがこの周波数の再申請を怠っていたことが分かった。正式な手続きを経て先ず周波数を確保し、混信波のデータをNTCに提示し混信源への対策を取ること。

Mayapyap 観測所の機材盗難

機材盗難に対する有効な対策がない現状では、観測所を治安のよい場所に移設することを提案する。Google Map を使った予備検討で、Cesar Vergara 橋と San Josef 高校の2ヶ所が移設候補地として考えられる。

FFWS サーバー

Windows2003 オペレーティングシステムはマイクロソフトの技術サポートが終了している。早急に最新バージョンにアップグレードしなければならない。故障した2台のハードディスクも交換する。

CSV ファイル

FFWS サーバーから観測データを CSV ファイルで取り出す装置(データアグリゲーター)は現在、HMD DIC にだけ設置されている。同様の装置を PRFFWC にも設置することを提案する。(注: 本件については、成果2に関する活動においてデータデコーダを設置する代案が示された。データデコーダはプリンター出力インターフェースに接続してデータを取り出す装置でデータアグリゲーターよりも価格が安い。)

観測所増設

洪水予報警報能力を高めるため観測所の増設が必要である。PRFFWC の事前検討では2ヶ所の雨量観測地点、4ヶ所の雨量・水位観測地点の拡張が必要とのことである。

2) アグノリバーセンター

FFWS サーバー

PRFFWC と同様、Windows2003 オペレーティングシステムはマイクロソフトの技術サポートが終了している。早急に最新バージョンにアップグレードしなければならない。さらに故障した2台のハードディスクも交換する。

CSV ファイル

PRFFWC と同様にデータアグリゲーターあるいはデータデコーダを追加する。

Cuyapo 中継局の非常用発電機

落雷により非常用発電機が故障した。自動切り替え装置の故障であることが判明したので早急に修理すること。

3) カガヤンリバーセンター

テレメータ設備の老朽化

1982年にカガヤンリバーセンターを開設して以来、すでに30年以上が経過した。機材の老朽化に伴い観測機能が低下している。リバーセンターの機能を回復するため、早急にテレメータ設備の改修を実施しなければならない。

観測所の増設

カガヤン川流域は広大であるため雨量観測精度の向上および支流から流入する水量を精度よく観測するため、雨量観地点の増設が必要である。11ヶ所の雨量観測地点、12ヶ所の雨量・水位観測地点および無線中継所の増設が HMDAS から提案されている。

Xバンドレーダー雨量計の導入検討

山岳遮蔽で VHF/UHF 電波が到達しないエリアには観測所を設置できない。広大かつ面的に雨量を観測する必要がある条件では X バンドレーダー雨量計の利用は有効である。PAGASA の近代化計画においても X バンドレーダー雨量計の全国展開が示されている。

4) 改修予算計画

以上述べた諸問題について簡単な故障部品の交換、ソフトウェアの再インストールなどの修理対応は PAGASA が予算化して早急に実施する。一方、テレメータシステムの全面改修、観測地点の増設等は PAGASA の費用負担が大きく、別途、改修に必要な財源（例えば外国政府援助など利用）を計画すること。

2.1.3.3 成果3に係る活動

(1) [活動 3-1] 既存リバーセンターの現況調査と新規リバーセンターの問題分析

新規 RC の課題分析には既存 RC が抱えている課題を分析することが必要であり、この活動を 2016 年 7 月からベースライン調査を通して行い、同年 9 月にベースライン調査報告書として取り纏めた。調査の全容については、2.1.3.7(1)節に詳述する。

本節では、既存リバーセンターの現状を調査した結果、新規リバーセンターの展開において想定される問題について、以下の通り分析した。

1) 成果1に関連する問題

計画策定能力

ロードマップ（案）作成に必要な情報収集の過程で、HMD 内部に水文の観点からの観測ネットワーク（テレメータ）の初期検討及び計画立案に関する文書がほとんど蓄積されていないことが分かった。現在、ルソン島の 5 流域で既存 FFWS が運用されているが、そのほとんどが我が国を含め、諸外国の援助機関のもとで整備されてきた経緯があり、計画立案に関する経験やノウハウが十分に HMD に根付いていないことが明らかになった。今後、新規 13 流域の観測ネットワーク整備を PAGASA 自身で整備していく上で、流域の水文特性を踏まえた段階的開発に計画策定能力の欠如がボトルネックになる懸念がある。ベースライン調査結果からは、多くのスタッフがこの点に関する改善意識を持っていることも確認された。

一方、PAGASA 自らが進めるリバーセンタープロジェクトや NOAH プロジェクト（DOST）の新規観測所サイト（雨量・水位）の机上検討などを通じて少しずつ経験を積んでおり、強化される兆しも見られる。本プロジェクトでのロードマップ（案）や

中期計画（案）策定を通じた技術移転により、さらなる効果的な能力強化に期待が寄せられる。

HMD と PRSD

FFWS の整備を加速し、かつサービスを向上させていくために、これまで以上に HMD と PRSD の連携が重要になる。しかし、PMP で提案されている改編後の組織体制も、両者は別部門（Division）に配置され、連携強化が困難に遭遇する懸念もあるが、双方の担当者レベルでは、その重要性に対する認識度は持続的に共有されているとみられる。

また、ベースライン調査では、PRSD 職員の多くが、流出解析や洪水予測モデル開発、ハザードマップの作成などに関する教育・訓練の重要性に言及しており、この面での HMD との協働も将来の課題である。スタッフの水文データ管理や水文解析、観測機器の維持管理などに関する技術的なスキルアップを効率的に進める上で、両者協働で必要な人材育成を進めることが望まれる。

2) 成果 2 に関連する問題

ベースライン調査として、既存リバーセンターの現況調査を行った。上記活動 2-2 に記載したとおり、モニターに表示された観測データを手書きで書きとり、手入力によりエクセルデータとして整理されている。また、ダムの水位、放流量も電子的な情報共有はされておらず、管理所へ電話することによる聞き取り、あるいは SMS（テキスト）によって情報を取得する方法によっている。観測の多くが電子的に行われていることを考慮すると、これらは非常に非効率的といえる。エクセルに手入力する際に人の判断が加えられ異常値が排除されることもあるが、手入力の際にミスが発生することも考えられ、必ずしも信頼性の高い方法とは言えない。

多くの水位計のセンサー設置位置が通常の河川水位より高く、低水時には水位の観測値としてゼロが続いていた。しかし、この場合は水位を観測していないため、観測値はゼロではなく欠測とすべきである。

新規リバーセンター（エル・サルバドル市）の洪水予警報システムの観測機器の多く、及び表示のソフトウェアが正常に機能していない状況が続いている。理由は様々であり、観測所に起因するもの（例、水位観測所のセンサーの設置位置が高い）、周辺機器の故障等（例、太陽電池パネルが不調）、不十分なテレメータ設置に起因するもの（例、データの途切れ）、GUI の稼働が不安定なもの、治安（観測所の点検ができない）が含まれている。

3) 成果 3 に関連する問題

a) テレメータ設備

既設テレメータ設備

カガヤンリバーセンターは設置されてから 30 年以上が経過し、テレメータ設備の老朽化が著しく観測データ収集が十分に出来ていない。早急に設備更新を検討しなければならない。アグノおよびパンパンガリバーセンターは概ね稼働状況は良好であるが、

FFWS サーバー、操作端末 PC のオペレーティングシステムが古く、ソフトウェアサポートが既に終了している。また、今後数年以内にテレメータ設備全体の更新を検討する時期に来ている。

新設テレメータ設備

PAGASA 予算で整備を進めているが、装置故障に伴う観測データ欠測が多く見られる。主として以下のような要因が指摘される。

- 電波伝搬の問題（システム設計の検討不足によるデータ欠測）
- ローカル調達機材の品質の問題（電源装置の故障、発錆）
- 調達業者の対応不備（故障修理の遅れ）
- 機器取説の不備（保守に支障、契約に含まれていなかった）

b) 能力強化

近年、コンピュータ技術がテレメータ設備にも多く取り入れられている。設備の運用維持には、従来と異なった新技術の習得が不可欠となる。故障修理を担当する部門の人材にこれら新技術への対応がまだ不足しているように思われる。

c) メンテナンス

18 河川流域にテレメータ設備の導入が展開されつつあるなかで、設備の運用維持管理に係わる人員には限りがある。今後、保守員の確保はもちろんであるが、メンテナンスの種類・内容によってはアウトソースすることも検討が必要であろう。

d) HMTS と ICT グループ

コンピュータ技術の進展に伴い、テレメータ設備の運用維持には HMTS と ICT グループの相互協力体制が益々必要となってきた。特にテレメータ設備のデータ転送・配信にはコンピュータネットワークが不可欠であり、運用維持にあたりそれぞれの責任分担の明確化、相互の協力体制を確立することが必要とされる。

(2) [活動 3-2] 洪水時情報伝達の問題分析と効率的な情報伝達方法の提案

インタビュー、資料等の調査からリバーセンターの予警報伝達業務の問題点について現状を分析し、要点と効果的な予警報伝達方法についてまとめた。

1) 他機関における予警報ファクス受信者の不在

リバーセンターから予警報を発信する時、他機関のファクス受信者が不在であることがあり、これは重要な問題である。政府機関の通常勤務は朝 8 時～夕方 5 時であるが、勤務時間外で受信者不在であることが多い。この問題の対策として、災害発生時にはリバーセンターからの情報を受信するスタッフを少なくとも 2 名配置するなどの取り決めが必要であろう。

2) 災害時の公衆電話・インターネットの不通

フィリピンの通信インフラにおいては災害時に公衆回線の不通が発生する。先進国に見られる災害時優先の通信回線を整備するなど、今後フィリピン国全体として取り組

むべき課題はあるものの、他機関への予警報の伝達には必ず複数の通信手段を併用するなどの対策が当面必要である。

3) SMS メッセージの送達遅延

通信回線の輻輳が原因で SMS メッセージが大幅に遅延することがある。予警報などの重要な情報伝達に SMS 通信を利用する際は、冗長性確保のバックアップとしての使い方を推奨する。

4) 洪水予警報に使用する専門用語

リバーセンターに洪水予警報（FA：Flood Advisory/FB：Flood Bulletin）を作成するためのひな型はあるものの、専門用語が使用されるため一般には理解が難しいことがある。一般受信者に理解が容易な平易な表現を使うことに留意すべきであり、作成の自動化なども検討すると良い。また、できる限り地方語に翻訳することが推奨される。

(3) [活動 3-3] 洪水予警報体制の各レベルに応じた機材・施設の整備基準（案）の策定

洪水予警報体制の各レベルに応じた観測機器配置計画、施設設計、自動観測所から RC へのデータ伝達方法、RC 内の処理システム及び RC と本部間のデータ通信等について検討し、整備基準として取り纏めた。この整備基準は、開発レベルごとの各構成要素の実践的な計画や設計のための技術的要求事項を示している。さらに詳しい内容は、技術協力成果品「No.8 洪水予警報システムの整備基準」に掲載した。

1) 観測施設および機器

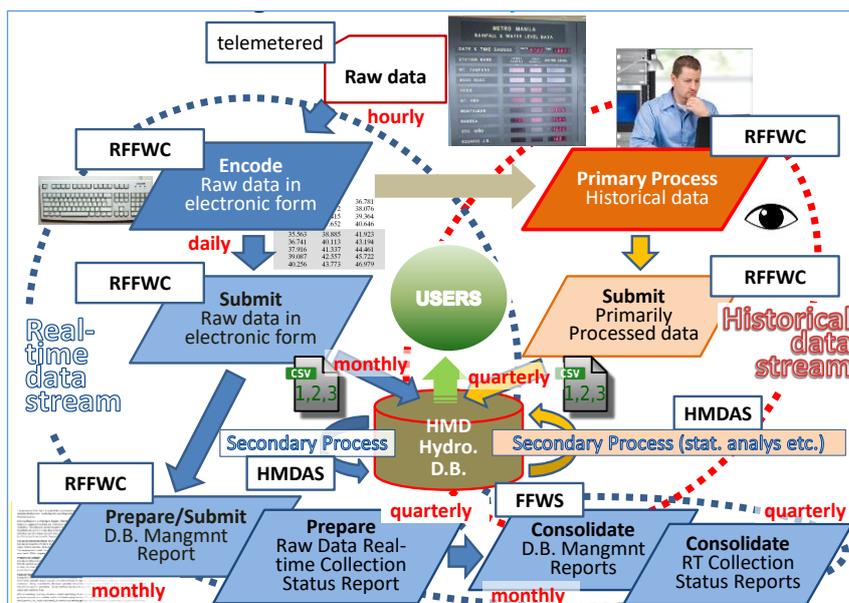
PAGASA が所有し運営している既設観測施設の有効活用のため、また洪水観測に関する最近の技術傾向に鑑み、ここでの「観測所」は「洪水予警報の目的で、現地からリバーセンター、PRSD、HMD へ自動的（テレメータ観測所）または非自動的（非テレメータ観測所）に雨量と水位の観測記録を転送する水文気象観測所」と定義する。

観測所の 3 つの整備レベルを設定し、各レベルに応じた詳細な技術的要求事項と典型的な機器構成を提案し、これらを表 2.1.11 に掲載した。

2) RC 内のデータ処理

レベル 1（現状）：

リバーセンターの洪水予警報のデータ管理の実施状況を調査した。Operation Manual of Flood Forecasting and Warning System for River Basin (OM-2012)には、リバーセンターはテレメータで送信される水文の生データ（時間雨量と時間水位データ）を毎日のルーチンワークとして電子情報にエンコードすべきことが規定されている。このことは、観測値が電子情報では得られず、蛍光表示管（VFD）のパネルに表示されるか、紙にプリントされることを示している（図 2.1.12 参照）。



出典：JICA 専門家チーム

図 2.1.12 OM-12 に規定されたデータ管理の流れ

2016年8月の時点で、洪水予警報システムのモニターに示される時間データは、24の毎時の記入欄を持つ1日のログシートに手で記入されていた。ログシートのデータ(手書き)は、異常データの修正を行いながらエクセルファイルに手入力される。ここで留意すべきなのは、リバーセンターで生データに対して行われる修正が、リアルタイムでHMDのデータベースに保存されるデータには反映されていないということである。現場で記録される(ロガー)データは、テレメータデータの欠測を補填する目的で十分には使われていない。

レベル2 (中間) :

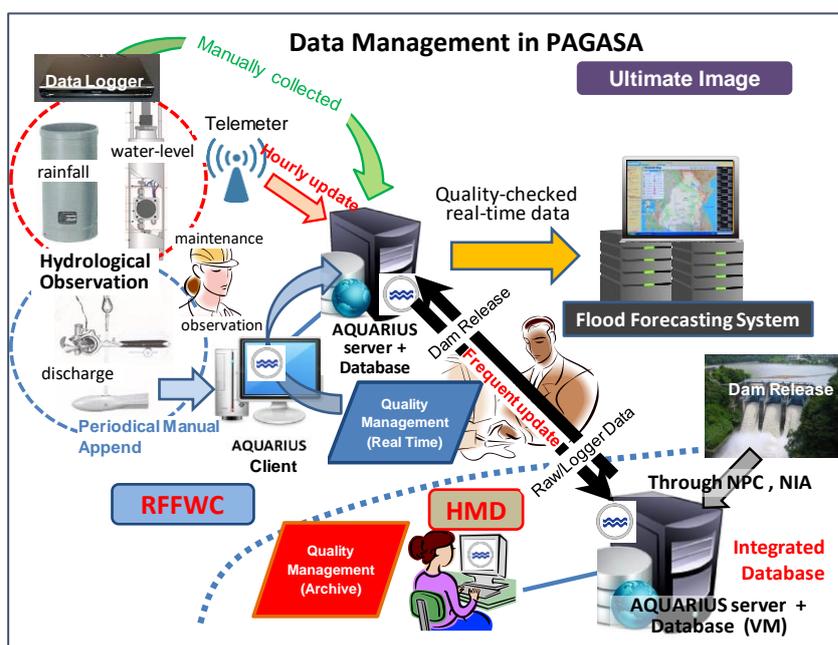
リバーセンターが現場近くに置かれていることから、データ処理におけるその基本的な役割は、今後も「測定すること」になり、その信頼性が、その後の全ての処理の有用性を左右する。遠隔の観測所で観測されるリアルタイムの降雨データや水位の時間データはテレメータシステムを介してリバーセンターで受信される。データは観測局舎に置かれた現場のレコーダーにも記録される。これらの記録データは、リバーセンターの職員が定期的に手動で収集する必要がある。電子データは自動的(テレメータデータの場合)に、あるいは手動(現地で記録されるロガーデータの場合)で、データベースに入力される。データの収集および処理に関する、全ての問題および解決策は操作のログブックに記録として残すべきである。ログブックの記載内容、およびリバーセンターが行ったリアルタイムのデータ修正については、HMDに適切に伝え、そこで最終的な照査が行われ、データが統合データベースに保存される。

レベル3 (将来) :

収集したテレメータデータはルーチンで行われる品質チェックの対象となる。リアルタイムデータをチェックするにあたっては品質管理基準の第2部リアルタイムデータ(QMS-2)を参照すべきである。QMS-2を適用するにはAQUARIUSの使用が条件となる。各リバーセンターにはAQUARIUSのワークステーションを操作するためのラ

ライセンスを1つ供与し、リバーセンターの長がそのIDとパスワードに責任を持つ。しかしながら、技術を持つリバーセンターの関係スタッフ（当該システムを日々の業務の中で使用する）には、ソフトウェアについての適当な訓練を受けさせた上でワークステーションの操作を許可するべきである。

リバーセンターにおける水文データ管理の概念図を図2.1.13に示す。留意すべきなのは、リバーセンターのAQUARIUSとHMDの統合データベース（こちらもAQUARIUS）は相互に接続されていることである。こうすることによって、リバーセンターが変更した観測データ、およびリバーセンターが収集したログデータはHMDの統合データベースに自動的に伝えられる。HMDでは統合データベースの保存に先立ち、最終的な品質管理（QMS-3）が行う。



出典：JICA 専門家チーム

図 2.1.13 リバーセンターにおける水文データ管理（将来）

3) テレメータによるデータ転送

ワーキンググループ活動ではリバーセンター機材・設備の整備段階を3つのレベルに定義した。リバーセンター洪水予警報システムの整備段階に応じて機能性と効率性を考慮しつつ適切な機材・設備のレベルを検討した。

レベル1：

テレメータによる自動観測システムがリバーセンターにまだ導入されていないレベル。観測所の雨量水位はマニュアルで計測されて電話、Fax もしくはショートメッセージによりリバーセンターに連絡される。収集された雨量水位データをスタンドアロンのパソコンにより入力処理する。リアルタイムにデータを収集するレベルには至っていない。

レベル 2 :

テレメータ自動観測システムが導入されて、河川流域の雨量水位データは自動で収集される。データは VHF 無線回線もしくはショートメッセージシステムによりリバーセンターに伝送される。さらに、IP-VPN、マイクロ回線あるいは衛星回線により HMD とほぼリアルタイムに雨量水位データの共有が可能となる。雨量水位データはリバーセンターで入力処理されてから専用サーバーに自動保存される。エクセル形式で蓄積されたこれらの雨量水位データは洪水予報警報の解析に利用される。

レベル 3 :

レベル 3 では X バンド雨量レーダーなどのリモートセンシング技術の導入により多様なデータを得ることが可能となる。データ伝送システムはより高帯域化・高速化される。IP-VPN、マイクロ回線と DICT ブロードバンド回線を併用することでデータ伝送の二重化が達成され、回線信頼度は大幅に向上する。リバーセンターと HMD 間で常に雨量水位データの共有が可能となる。また、これらの雨量水位データはリバーセンターと HMD に置かれた専用データベースに蓄積保存され高度な洪水予測の解析に利用される。

表 2.1.11 整備レベルに応じた洪水予警報システム

システム構成要素	レベル 1	レベル 2	レベル 3
1) 観測所センサー	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 圧力式、超音波式、レーダー式水位計 ◆ 転倒マス雨量計 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 圧力式、超音波式、レーダー式水位計 ◆ 転倒マス雨量計 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 圧力式、超音波式、レーダー式水位計 ◆ 転倒マス雨量計 ◆ CCTV カメラ ◆ X バンドレーダー雨量計などのリモセン技術
2) 観測所とリバーセンター間データ伝送	<ul style="list-style-type: none"> ◆ マニュアルでの雨量・水位観測 ◆ 計測値を電話・Fax・SMS で連絡 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ テレメータシステム導入による自動観測 ◆ VHF 無線回線・SMS によるデータ伝送 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ テレメータシステムの伝送回線二重化 ◆ M2M 技術(IoT)
3) リバーセンターと HMD 間のデータ伝送	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 電話、Fax ◆ 携帯電話、SMS 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ IP-VPN ◆ マイクロ回線 (アグノ、パンパンガ) ◆ 衛星回線 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ DICT ブロードバンド ◆ IP-VPN ◆ 伝送路の二重化
4) 通信ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> ◆ ネットワーク接続のないスタンドアロン型パソコン 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ コンピュータネットワーク通信 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ クラウド、IP ブロードバンドなど利用した高度な通信ネットワーク
5) データ処理、データ保存、データ内容	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 雨量水位数値データ 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 雨量水位数値データ保存 ◆ CSV ファイル形式でのデータ交換 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ アクエリアスデータベース ◆ 水文データベース ◆ 雨量レーダーデータ ◆ 雨量画像データ ◆ 河川水位画像 ◆ 洪水氾濫モデル ◆ GIS 利用

出典 : Development Standards of Flood Forecasting and Warning System / JICA 専門家チーム

PAGASA が今後、洪水予警報システムを整備していくには標準化が必要である。標準化の技術指針とするため整備段階に応じた各レベルの機材構成要素を検討した。検討成果は洪水予警報システムの設計計画ガイドラインとしてリバーセンター、HMD、そ

の他関連部署で利用されることを想定している。検討成果品はリバーセンターおよび HMD に配布された。さらに実務における運用を重ね PAGASA 自らが改正し内容を充実していく。

(4) [活動 3-4] リバーセンターの運営ガイドラインの文書化と PAGASA 内部でのモニタリング

活動 3-1 から 3-3 までの成果をベースに RC の運営ガイドラインを文書化し、2018 年 2 月にドラフト版として 11 の既存/新規リバーセンターへ配付した。6 ヶ月間の試用期間を経て、各リバーセンターからのフィードバックを反映した。その後マイナーな更新を繰り返し最終化した。今後は各リバーセンターがガイドラインを順守するよう PAGASA 内部でモニタリングを行う。以下にガイドライン作成の概要を説明する。

1) ガイドライン作成の背景

PAGASA の既存洪水予警報システムは、JICA が実施した「洪水予警報業務強化指導プロジェクト」で 2005 年に作成されたマニュアルに従って運用されてきた。しかしながら、作成から 12 年が経過し、同マニュアルの内容は実態と合わなくなってきた部分がある。

他方、PAGASA は 2013 年以降、既存 5 流域に加え、残りの主要 13 流域にも RC を設立するプロジェクトを実施中であり、これらの新規 RC も一定レベルの品質を保ちながら洪水予警報システムを運用する必要がある。

このような背景から、同マニュアルを更新する必要性が高まってきており、新たな RC 整備や PAGASA Modernization Program (PMP) の実施による組織改正にも対応した文書を作成する必要があった。そこでマニュアル内容を更新し、更に 18 流域すべての RC 運用に適用できるよう、ガイドラインの形で作成することとした。

2) ガイドライン作成の方針

ガイドラインは下記の方針に従って作成した。

- i) ガイドラインは、「将来各 RC がこのガイドラインをもとにして流域の水文特性や洪水リスクに配慮し、独自の Operation Manual を作成するための指針」と位置付ける。いふなれば Default Standard 的な記載内容とする。
- ii) 読み手が理解しやすいよう、また将来的に状況変化に応じて PAGASA が更新しやすいように、全体的にガイドライン本編自体は簡易な記述とし、詳細は関連する「その他技術協力成果品」等を参照する。
- iii) ガイドラインは RC の整備段階ではなく RC 完成後の運用段階に焦点を当てるため、計画関連事項については、関連する「その他技術協力成果品」に記載し、それらを参照する。
- iv) 洪水予警報システムはロードマップに従い 3 段階で整備される。既存システムもステージ 3 まで段階的に改良されることになる。ガイドラインは、ステージ 3 まで整備された状況を想定した内容とする。ただし、特に新設の RC にとってステージ 3 は現状から程遠いことに鑑み、ステージ 1~2 段階で求められる運用を必要に応じて記載する。

3) ガイドラインの構成

ガイドラインは RC の運営に必要となる多岐の項目にわたる。ガイドラインは7章から構成され、洪水予警報システムを構成する要素を網羅する。各章の主な内容を表 2.1.12 に整理する。

表 2.1.12 RC 運営ガイドラインの構成

章タイトル	主な内容
1章: 概要	背景、ガイドライン作成の必要性、ガイドライン作成のコンセプト、RC 設立の概要、洪水予警報システムの目的と構成、RC と HMD の機能
2章: 流域モニタリング	洪水期・非洪水期の運用、気象水文・河川・整備状況に関するデータ収集、洪水発生後の調査、モニタリング機器の維持管理
3章: データ管理	データ管理の概要、観測所から RC へのデータ転送、RC 内での観測データ蓄積・品質管理・データ処理システム、RC 内周辺機器構成、データ管理機器の維持管理
4章: テレメトリスシステム機器の維持管理	維持管理の目的と管理方針、維持管理業務における役割、点検の種類と内容、維持管理業務のための機器と設備、予備品管理、維持管理記録
5章: 洪水予測	洪水予測の基本手順、洪水予測の運用、警報基準の設定
6章: 洪水情報伝達	洪水情報の種類、洪水情報の発出手順と発出条件、洪水情報の内容と様式、関係機関への効率的な洪水情報伝達方法
7章: 洪水予警報のための組織体制・人材配置	洪水予警報運用のための組織、RC の業務職掌、予算計上と会計処理、定期報告

出典： JICA 専門家チーム

(5) [活動 3-5] 地方政府等関連機関への標準的情報伝達方法の文書化

リバーセンターによる洪水予警報運用方法の現状を調査し、「地方政府機関への標準的情報伝達方法」として文書化した。文書では地方政府機関および地域住民への洪水予警報の標準様式と配信手順を後述の通り定め、標準的情報伝達方法としてリバーセンターと HMD に初版を配布した。この文書で定めた標準的情報伝達方法はリバーセンターのみならず、洪水発生時に現場で減災活動にあたる地方政府機関でも共有される。文書は以下に整理する事項を考慮に入れて作成された。

1) 洪水警報の発出

洪水の危険が迫っている時に発出される洪水警報には洪水注意報発表（FA: Flood Advisory）と洪水警報発表（FB: Flood Bulletin）の二種類があり、それぞれ表 2.1.13 および表 2.1.14 に示す内容が記載される。リバーセンターはこの内容に則り洪水警報を発出する。FA は洪水予警報の初期段階で発出され地域住民は洪水災害の危険に備える。FB は地方政府機関に対して発出され地方政府機関は地域住民に対し警戒準備態勢を取るよう指示する。最初の FB は河川水位が警戒レベルに達した時点で発出される。その後発出される FB は予め設定された危険水位レベル達すると発出される。河川増水時、FB は1日2回、12時間ごとに（通常、朝5時と夕方5時）発出される。

表 2.1.13 洪水注意報発表 FA の記載内容

情報の種類	記載すべき内容
警報発出機関	PAGASA の名称、所在地、ウェブサイト、ロゴマーク / リバーセンターの名称、所在地、ウェブサイト、ロゴマーク
文書情報	参照番号、警報種別、発出番号、警報対象地域および河川、発出の日時、有効期間、発出責任者名
水文情報	降雨の要因、流域平均雨量、洪水警戒地域
警戒情報	河川流域状況、予想される影響、地方政府機関および地域住民が取るべき予防対策へのアドバイス

出典：Standard Procedure of Flood Information Dissemination from RFFWC / JICA 専門家チーム

表 2.1.14 洪水警報発表 FB の記載内容

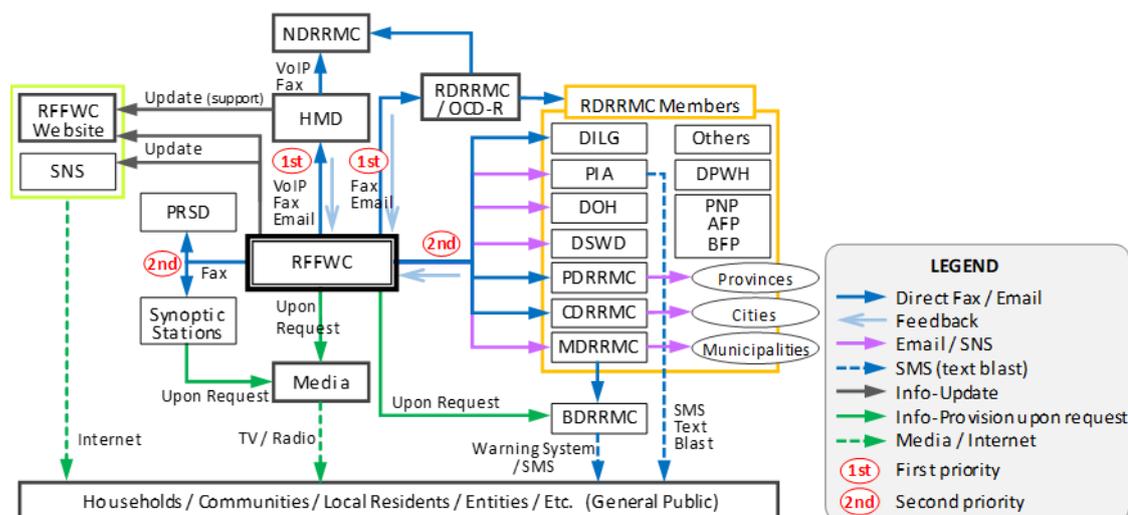
情報の種類	記載すべき内容
警報発出機関	PAGASA の名称、所在地、ウェブサイト、ロゴマーク / リバーセンターの名称、所在地、ウェブサイト、ロゴマーク
文書情報	参照番号、警報種別、発出番号、警報対象地域および河川、発出の日時、有効期間、発出責任者名
水文情報	降雨の要因、流域平均雨量、対応が必要となる流域の情報（水位観測所、水位、洪水状況、低地）、沿岸の浸水
警戒情報	地方政府機関および地域住民が取るべき対策へのアドバイス
位置図	想定氾濫状況、観測所、流域界・河川・水域等を記載した基本地図

出典：Standard Procedure of Flood Information Dissemination from RFFWC/ JICA 専門家チーム

2) 洪水警報伝達

標準的な洪水警報伝達フローを図 2.1.14 に示す。リバーセンターは本フロー図の洪水警報伝達経路に従うものとするが、各リバーセンターの状況に合わせて情報伝達フローを見直しても良い。ただし、以下の項目を順守すること。

- リバーセンターは FA/FB を電子メール・Fax にて HMD に送付する。
- リバーセンターは FA/FB をリージョン・市レベルの災害リスク軽減管理委員会（DRRMC: Disaster Risk Reduction and Management Council）に直接送付する。
- 地域住民への洪水警報の伝達は DRRMC が組織的に主導する。



出典：Standard Procedure of Flood Information Dissemination from RFFWC / JICA 専門家チーム

図 2.1.14 洪水予警報伝達フロー参考図

3) 洪水警通信手段

洪水警報の伝達に用いる通信手段を表 2.1.15 および表 2.1.16 に示す。如何なる通信手段においても受信確認を受信者から確実に得ること。また、伝達手段を二重化して第一の通信が不達であっても第二の方法で通信できるようにしておくこと。

表 2.1.15 通信方法の比較

通信方法	利用可否	通信会社依存度	広帯域性	災害時信頼性	利用料金	料金支払
DICT	整備段階	低依存	広帯域	高	適用外	適用外
電話回線	可	高依存	狭帯域	低	低	月固定
ADSL	限定利用	高依存	広帯域	低	低	月固定
携帯網	可	高依存	中帯域	低	低	月固定
衛星	限定利用	高依存	狭帯域	高	高	月固定
マイクロ	限定利用	低依存	広帯域	高	適用外	適用外

出典：Standard Procedure of Flood Information Dissemination from RFFWC / JICA 専門家チーム

表 2.1.16 通信手段の比較

通信手段	利用方法	伝達形態	通信即時性	通信モード	マイナス点
メール	FA/FB	同報通信	無	片方向	インターネット回線に依存
電話	音声	個別通信	有	両方向	災害に弱い
Fax	FA/FB	個別通信/同報通信	無	片方向	操作に手間
SMS	FA/FB	同報通信	無	片方向	送信文字の制限
UHF/VHF 無線	緊急時利用	個別通信/同報通信	有	両方向	電波伝搬条件有り

出典：Standard Procedure of Flood Information Dissemination from RFFWC / JICA 専門家チーム

2.1.3.4 成果 4 に係る活動

- (1) [活動 4-1] カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域の人材配置計画、観測機器配置計画及び水文気象データ転送計画の立案

1) 計画立案における検討対象整備レベル

対象流域のカガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域のリバーセンターに関する人材配置計画、観測機器配置計画、水文気象データ転送計画は、活動 1-4 で策定したロードマップならびに活動 1-5 で策定した中期計画と大きく関係する。

ロードマップでは洪水予警報システムを構成する 7つの要素はそれぞれ 3段階に分けて整備されることとした。人材配置計画、観測機器配置計画及び水文気象データ転送計画はそれぞれロードマップの 3つの構成要素、すなわち、(1) 要員配置・人材育成、(2) 観測ネットワーク、(3) データ転送システム、に該当する。

ロードマップ作成作業の過程で、これら構成要素の開発レベル（目標）を表 2.1.17 に設定した。これらの開発目標は対象プロジェクト地域にも適用される。

表 2.1.17 計画立案における開発レベル（要員配置・人材育成、観測ネットワーク、データ転送システム）

ステージ	要員配置・人材育成	観測ネットワーク	データ転送システム
1	<p>◆ <u>最小限の要員が配置される（5人まで）</u> RCのステージ1の開発段階を支えるために最低限の要員が配置される。要員の内訳は、水文-2名、通信-1名、データ管理-2名、である。</p>	<p>◆ <u>最小限の雨量及び水位観測所が設置されている</u> ここでの開発目標はマニュアルによる目視の観測所だけでなく自動観測所でもテレメータシステムで連結されていない独立した雨量及び水位センサーも含む。一般的に、優先的な都市部の洪水状況のモニターを可能にする最低レベルのネットワークを想定する。</p>	<p>◆ <u>データは、電話、ファックス、e-mailまたはSMSを通じて転送される。</u> 観測所のデータは、RCから電話、ファックス、インターネット、SMS等を通じてHMDに送られる。</p>
2	<p>◆ <u>要員数10名まで配置される</u> RCのステージ2開発段階を支えるための要員が配置される。ステージ2では、この段階の最終年までに合計で10名が配置される。</p>	<p>◆ <u>RCで洪水や気象をモニターできるようにテレメータシステムによる観測網が設置される</u> 洪水危険区域のほとんどが監視できるように雨量と水位観測所がテレメータで結ばれ、気象と洪水状況を監視するため、RCでリアルタイムデータが見られるようになる。</p>	<p>◆ <u>テレメータシステムを通じて各観測所からRCへ、またRCからHMDに、NIA/NPCのFFWSダム事務所を含めデータの自動転送が可能となる。リアルタイムでのデータ転送が一部可能となる。</u> テレメータシステム（VHF無線、SMS、衛星、等）によりデータの自動転送が可能となる。特に、RCからケソン市にあるPAGASA本部のHMDにデータがリアルタイムで、IP/VPNや私的なマイクロ回線を通じてデータが転送できるようになる。</p>
3	<p>◆ <u>要員数13名まで配置される</u> RCのステージ3開発段階を支えるための要員が配置される。ステージ3では、この段階の最終年までに合計で13名が配置される。</p>	<p>◆ <u>テレメータシステムが雨量レーダーや気象衛星等の最新技術によりさらに強化される</u> 通常の観測機器に加えて、レーダーによる雨量データや衛星による気象情報が取得でき、洪水予警報に活用できるようになる。これらの技術により観測施設のない地域もカバーされる。</p>	<p>◆ <u>データ転送システムが複雑化しIoTやリモートセンシング、DICTの基幹回線の適用により複雑化される</u> 低出力ワイヤレスアクセスによるデータ転送が適用される。RC、HMD及び中央政府の地方出先事務所や地方政府などの他関連機関との間でリアルタイムのデータが共有される。IoTやリモートセンシングが導入され、リダンダンシーが確保される。また、DICTの基幹回線が敷設されIP/VPNによってRCとHMDが結ばれる。</p>

出典：JICA 専門家チーム

2) 人材配置計画

全 18 流域におけるリバーセンターの要員配置計画を定めた後、同要員配置計画に基づいて、対象流域リバーセンターの所要要員の配置・育成計画を、下記のように立案した。

- i) それぞれのリバーセンターの整備計画が完了した段階において、リバーセンターが果たすべきタスクを、水文観測・解析、洪水予警報、通信ネットワーク O&M（テレメータシステム/太陽光発電；マイクロウェーブ無線；IP-VCN/コンピュータネットワーク；Xバンドレーダー/CCTV 河川管理装置を含む）、データ管理（データシステムの O&M；データ管理；解析及び数値計算解析を含む）の各機能について定めた。
- ii) 上述の各機能のタスクを果たすうえで必要となる最終要員数を、リバーセンター整備にかかわる諸条件や、PMP で掲げられている要員目標数も考慮に入れて定めた。

iii) ロードマップでは、18 流域をいくつかの観点から評価してグループ A、B、C の 3 グループに分けた優先整備計画が立案され、カガヤン・デ・オロ川流域はグループ A、タゴロアン川流域はグループ B に分けられた。カガヤン・デ・オロ/タゴロアンリバーセンターは、PMP では計画配置要員数では最小のリバーセンターとなっているが、開発優先度のグループ A に属するものとした。

上述のように、ロードマップで作成された段階的要員配置育成計画に準拠して、グループ A に属するカガヤン・デ・オロ/タゴロアンリバーセンターの必要要員の段階別・機能別配置計画を表 2.1.18 のように作成した。なお、同表は現在 (2019 年初め時点) の要員数と PMP に記された計画要員数も併記してある。

表 2.1.18 RC の段階別要員配置計画 (カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC)

年	現状	PMP 目標	ロードマップ			機能別小計 (整備完了年 時点)
			1 年次	2-4 年次	5-6 年次	
2019 年初め	2019 年末	2019 年末	2020	2021 - 2023	2024 - 2025	
ステージ	-	-	ステージ 1	ステージ 2	ステージ 3	
主機能	-	-	ステージ 1	ステージ 2	ステージ 3	
水文観測・解析	1 人-水文 1 人-水文補助	3 人-気象 1 人-気象設備	1 人/(1 人)	0 人/(1 人)	0 人/(1 人)	1 人
洪水予警報			1 人/(1 人)	2 人/(3 人)	1 人/(4 人)	4 人
通信 ネットワーク		1 人-気象補助	1 人 ・テレメータシステム/ 太陽光発電 /(1 人)	2 人 ・マイク無線 ・エンジン発電機 /(3 人)	1 人 ・X-バンドレー ダー /CCTV /(4 人)	4 人
データ管理	1 人-IT スタッフ (Job-order)	-	2 人 ・データベース O&M ・データ管理 /(2 人)	1 人 ・解析・数値 計算 A /(3 人)	1 人 ・解析・数値 計算 B /(4 人)	4 人
ステージ別 小計	3 人	5 人	5 人(5 人)	5 人(10 人)	3 人(13 人)	13 人

注： 1. 各開発ステージの欄に太字で示した人数はそれぞれのステージで配置される要員数を示す
2. カッコ内の人数は各開発ステージ末時点での合計要員数。

出典：JICA 専門家チーム

対象流域におけるカガヤン・デ・オロ/タゴロアンリバーセンターの要員育成計画は、上述の要員配置計画に加えて、“リバーセンターの機能、要員が備えるべき技術や専門知識”、及び“リバーセンター要員に必要なトレーニング”を含めた要員育成計画から構成される。これらの詳細はロードマップに示してある。なお、整備段階ごとに示した要員育成計画は、18 流域全てのリバーセンターに適用されるものである。

3) カガヤン・デ・オロ川流域の観測機器配置計画及び水文気象データ転送計画

既設の Twin Phoenix テレメータシステムはカガヤン・デ・オロ川流域の河川洪水監視の目的で 2014 年に導入されたが運用開始から故障が頻発した。JICA の無償資金協力による新テレメータシステムが 2017 年に計画され「カガヤン・デ・オロ川洪水予警報システム改善計画準備調査」として現場調査が実施された。近々、その新テレメータシステムの建設が実現予定である。

i) 既設 Twin Phoenix テレメータシステム

本システムは雨量計および水位計（圧力式）を用いて雨量・水位を自動観測するシステムである。観測データはVHF無線によりリバーセンターに伝送される。Twin Phoenix テレメータシステムの概要を表 2.1.19 に示す。

表 2.1.19 Twin Phoenix テレメータシステム概要

項目	システムの概要
建設費財源	国連開発計画（UNDP: United Nations Development Program）
システム構成	監視制御局：1ヶ所（リバーセンター）
	VHF無線中継局：1ヶ所
	雨量・水位観測局：1ヶ所
	水位観測局：3ヶ所
	雨量観測局：5ヶ所
データ伝送	VHF無線：162.35 MHz
請負業者	Seven Lake（フィリピン国内の業者）
運用開始	2014年12月

出典：JICA 専門家チーム

ii) JICA の無償資金協力で供与されるシステム

本システムの特徴は従来のテレメータシステムと X バンドレーダー雨量計を組み合わせていることである。X バンドレーダー雨量計を利用してカガヤン・デ・オロ川南部山岳地域の雨量を正確に観測することが可能となる。さらに従来のテレメータシステムの地上雨量観測値でレーダー雨量計を校正することにより高い精度でカガヤン・デ・オロ川およびタゴロアン川流域の雨量を観測可能となる。このシステムの概要を表 2.1.20 に示す。

表 2.1.20 JICA の無償資金協力で供与されるシステムの概要

項目	システムの概要
建設費財源	日本国政府 JICA 無償資金協力
システム構成	監視制御局：1ヶ所（リバーセンター）
	VHF無線中継局：2ヶ所
	マイクロ中継局：2ヶ所（VHF無線中継局と同じ場所）
	Xバンドレーダー局：2ヶ所（VHF無線中継局と同じ場所）
	雨量・水位観測局：7ヶ所
	水位観測局：6ヶ所
データ伝送	VHF無線及びマイクロ中継
運用開始	2020年～2021年予定

出典：JICA 専門家チーム

iii) カガヤン・デ・オロ/タゴロアンリバーセンター洪水予警報システムの今後の展開

上述の通り、JICA 無償資金協力で供与されるシステムが 2020 年～2021 年には運用開始となる。同システムが稼働するようになれば既設の Twin Phoenix システムはバックアップとして利用され、X バンドレーダー雨量計を装備した JICA 無償資金協力によるシステムを主体に洪水予警報が展開する。

iv) HMD へのデータ転送

X バンドレーダー雨量計 1 基あたり生データを伝送するには 2~3Mbps の帯域が必要となる。レーダー2 基であれば 6Mbps、さらに従来の水文データ伝送、VoIP 電話等に 4Mbps 程度、合計で 10Mbps 程度の帯域が HMD とリバーセンター間のデータ回線に必要となる。所用帯域と回線信頼度を勘案すると現状では IP-VPN 回線が最も現実的な選択である。将来、DICT ブロードバンド回線が完成すれば、この回線を利用する。しかし DICT ブロードバンド回線は計画段階で完成までにはまだ時間を要する。

4) タゴロアン河流域の観測機器配置計画及び水文気象データ転送計画

2014 年にテレメータシステム機材を PAGASA に供与するためのノン・プロジェクト無償資金協力が行われた。PAGASA はこの機材を利用してタゴロアン流域に自動観測テレメータシステムの設置を計画した。しかし、請負業者の選定作業は技術課題、実施手続き上の問題で当初の予定よりも大幅に遅れた。その間、JICA 専門家チームは PAGASA に助言を続けようやく 2018 年初めに現場工事に着手、同年の 11 月に完成した。2019 年に運用を開始したが、技術的な面で課題が残っているため PAGASA が対応中である。

i) タゴロアンテレメータシステム

本システムの水位センサー、データロガー、アンテナ、アンテナマスト等機材は JICS の供与である。一方、観測データ伝送用の VHF 無線機、システム監視装置は PAGASA で調達された。下表にタゴロアンテレメータシステムの概要を示す。

表 2.1.21 タゴロアンテレメータシステム概要

項目	システムの概要
建設費財源	日本国政府 ノン・プロジェクト無償資金協力 (JICS) 及び PAGASA 自己資金
システム構成	監視制御局: 1ヶ所 (カガヤン・デ・オロ/ タゴロアン RC)
	VHF 無線中継局: 3ヶ所
	気象観測局: 1ヶ所
	水位観測局: 5ヶ所
	雨量観測局: 5ヶ所
データ伝送	VHF 無線: 150 MHz、デジタル
請負業者	Massive (フィリピン国内の業者)
運用開始	2019 年前半

出典: JICA 専門家チーム

ii) HMD へのデータ転送

タゴロアン流域の観測データは VHF 無線によりカガヤン・デ・オロ/ タゴロアンリバーセンターに伝送される。同リバーセンターには JICA 無償資金協力によるシステムの観測データも伝送される予定である。雨量・水位データはリバーセンターで処理されデータベースに保存されると共に HMD にもリアルタイムで転送される。HMD へのデータ伝送には当面、OpenVPN が利用されるが、前述 3) iv)項の通り JICA 無償資金協力のシステムが稼働を開始した時には IP-VPN にデータ回線を統合することが望ましい。

(2) [活動 4-2] H-Q カーブおよび警戒水位案のチェックと決定

1) H-Q カーブ作成状況ならびに警戒水位設定状況の確認

HMD、MPRSD、カガヤン・デ・オロ市 DRRMC ならびにタゴロアン市 DRRMC へのヒアリングを実施し、対象流域のカガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域における H-Q カーブ作成状況ならびに警戒水位設定状況を確認した。

カガヤン・デ・オロ川流域には、NDMI ならびに Twin Phoenix の洪水予警報システムが導入済みで、水位観測所はそれぞれ 1 ヶ所(Puntad WL)、4 ヶ所 (Tuguanao (Pelaez Bridge)、Tumalaong、Mambuaya、Basak (Taluban Bridge)) に設置されている。しかしながら、これらの水位観測所では流量観測は実施されておらず、H-Q カーブは作成されていない。一方、これら観測所を含む、複数の水位観測所で警戒水位が設定されている。カガヤン・デ・オロ市 DRRMC から収集した警戒水位の一覧を表 2.1.22 に示す。Twin Phoenix の水位観測所 4 ヶ所では、HMD が 2005 年のマニュアルに従い、河道断面面積の比率に応じて、Alert、Alarm ならびに Critical Level の 3 段階で警戒水位を設定している。なお、2005 年のマニュアルでは Critical Level が河道断面面積 100%とされているが、現在、HMD は現状の河道内の状況等を勘案した上で 80%を適用している。一方、Twin Phoenix 以外の水位観測所では Alarm と Critical Level は設定されているが、その設定根拠はヒアリングでも確認できなかった。

表 2.1.22 カガヤン・デ・オロ川流域の既設水位観測所における警戒水位

No.	観測所	Alert Level	Alarm Level	Critical Level	備考
1	Taguanao (Pelaez Bridge)	15.23m	17.92m	20.47m	Twin Phoenix
2	Mambuaya	108.58m	109.63m	110.73m	Twin Phoenix
3	Tumalaong	110.69m	111.14m	111.58m	Twin Phoenix
4	Basak (Taluban Bridge)	457.61m	459.45m	460.93m	Twin Phoenix
5	Cabula Bridge	Not Determined	48m	49m	
6	Puntod	Not Determined	4m	5m	
7	Kagay-an Bridge	Not Determined	4m	5m	
8	San Simon	Not Determined	3.5m	4.5m	

出典： カガヤン・デ・オロ市 DRRMC

タゴロアン川流域には、既設の洪水予警報システムはない。JICS により 2014 年に提供された観測機器は 2018 年に設置されたが、警戒水位はまだ設定されていない。

なお、NOAH プロジェクトにより、カガヤン・デ・オロ川流域には 3 ヶ所 (Cabula Bridge、Bubunawan Bridge、CDO Bridge)、タゴロアン川流域には 1 ヶ所 (Tagoloan Bridge) に水位センサーが設置されているが、流量観測は未実施、警戒水位は未設定である。

また、DPWH は主要 18 河川で各流域に水位流量観測所を 1 ヶ所設置しており、カガヤン・デ・オロ川流域では Cabula Bridge 地点、タゴロアン川流域では Sta.Ana 地点に設置している。DPWH-RegionX が監理し、ゲージリーダーによる水位観測(1日2回)、流量観測ならびに H-Q カーブ作成を行っている。しかしながら、警戒水位は設定されていない。

2) 警戒水位設定対象観測所の決定

MPRSD と協働で対象 2 流域の現地視察を行い、PWG-C の活動を通じて HMD とも協議した上で、警戒水位を設定する水位観測所の位置を決定した。選定箇所と選定理由の一覧を表 2.1.23 に、位置図を図 2.1.15 に示す。また、主たる選定基準を以下に示す。カガヤン・デ・オロ川流域に 4 ヶ所、タゴロアン川流域に 2 ヶ所の計 6 ヶ所である。なお、上記の既存システムや DPWH 管理の水位観測所と重複する地点も含まれるが、洪水予警報の観点からの重要性や PAGASA が一貫して管理すべき点を考慮している。

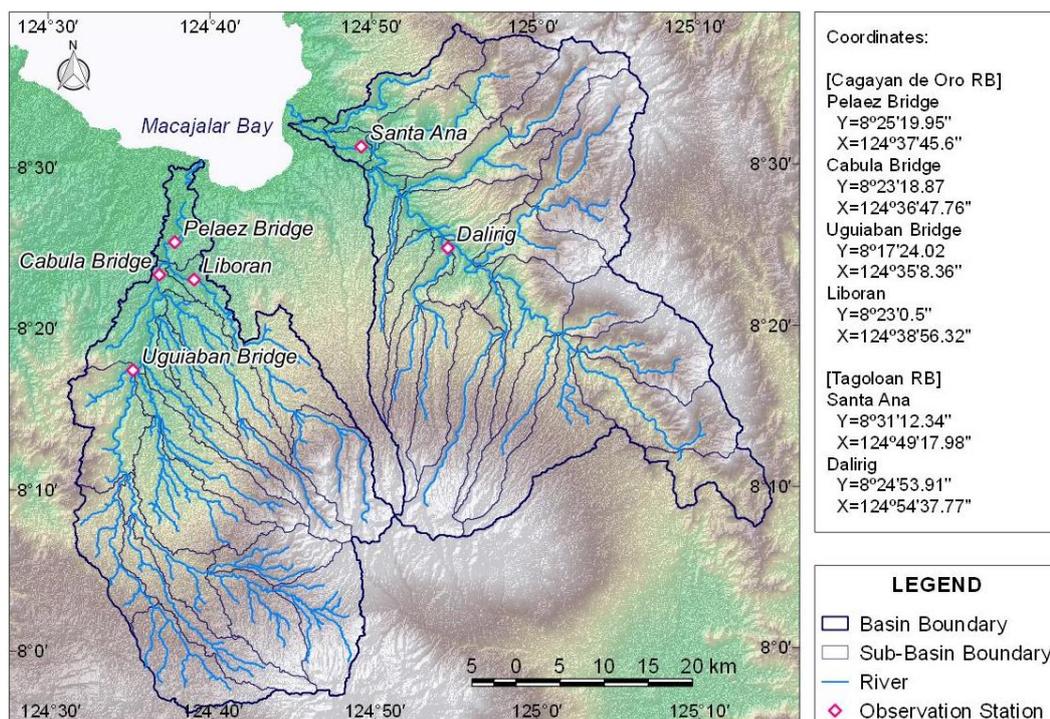
<主たる選定基準>

- 洪水予警報の目的や洪水流出特性の観点から重要な地点（洪水脆弱地域の位置、河道網、洪水到達時間、降雨特性などを勘案）
- 浮子法による洪水流量観測に利用できる橋梁がある地点
- 観測や維持管理のためにアクセスが容易である地点

表 2.1.23 警戒水位設定対象観測所の一覧

流域	No.	観測所名 (河川名)	選定理由
カガヤン・デ・オロ川 流域	CDO1	Pelaez Bridge (CDO River)	<ul style="list-style-type: none"> • 本川上流域と主要な支川からの洪水流が全て集中する地点で、かつ、カガヤン・デ・オロ市内洪水氾濫域の直上流に位置しているため。本地点を通過した洪水流がほぼそのまま氾濫域に到達するため、洪水予警報の観点から最も重要な地点である。 • 浮子法による洪水流量観測に利用できる橋梁がある。
	CDO2	Cabula Bridge (CDO River)	<ul style="list-style-type: none"> • 本川の中流域に位置し、支川 Bubunawan 川を除く主要な支川が全て本川に合流した後の洪水流を観測するため。 • 浮子法による洪水流量観測に利用できる橋梁がある。
	CDO3	Uguiaban Bridge (CDO River)	<ul style="list-style-type: none"> • 本川の中流域に位置し、主要な支川のひとつ、Bulanog 川が合流した後の本川の洪水流を観測するため。 • 浮子法による洪水流量観測に利用できる橋梁がある。
	CDO4	Liboran (Bubunawan River)	<ul style="list-style-type: none"> • 洪水時の流出量が大きいと推測される Bubunawan 川からの洪水流を、本川合流前の位置で観測するため。 • サイトへの道路があり、アクセスが容易である。
タゴロアン川 流域	T1	Santa Ana (Tagoloan River)	<ul style="list-style-type: none"> • 本川上流域と主要な支川からの洪水流が全て集中する地点で、かつ、タゴロアン市内洪水氾濫域の直上流に位置しているため。本地点を通過した洪水流がほぼそのまま氾濫域に到達するため、洪水予警報の観点から最も重要な地点である。 • サイトへの道路があり、アクセスが容易である。
	T2	Dalirig (Tagoloan River)	<ul style="list-style-type: none"> • 本川の中流域に位置し、主要な支川が本川に合流した後の洪水流を観測するため。 • サイトへの道路があり、アクセスが容易である。

出典： JICA 専門家チーム



出典： JICA 専門家チーム

図 2.1.15 警戒水位設定対象観測所の位置図

3) カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC により作成された H-Q カーブならびに警戒水位案の精査

H-Q カーブならびに警戒水位の設定は、PWG-C の活動を通じて、MPSRD ならびに HMD のメンバーと協働で実施した。設定に必要なデータである河川横断測量データや流量観測結果は、現地再委託の成果を用いた。PWG-C では HMD、MPSRD ならびに再委託業者と協働で現地視察を実施し、位置の確認、作業方法ならびに作業時の注意事項の確認などを現地で指導した。特に、H-Q カーブを作成する際に重要となるデータは水位の高い洪水時であるため、可能な限り洪水時に流量観測を実施するよう指導した。また、流量観測結果を整理するフォームを作成し、記入方法を併せて指導した。

なお、流量観測期間中に環境変化があり、H-Q カーブならびに警戒水位を期間ごとに分割して作成した。変化の1つは台風 Vinta による河床変動であり、台風前後それぞれで作成した。もう1つは Dalirig 地点の架橋工事等の影響であり、Dalirig は2回地点を変更したため、各地点の H-Q カーブを作成した。詳細は技術協力成果品 No.11「カガヤン・デ・オロ川およびタゴロアン川の H-Q 曲線および警戒水位」に記す。

H-Q カーブならびに警戒水位の設定結果を表 2.1.24、表 2.1.25 にそれぞれ示す。

表 2.1.24 H-Q カーブの設定結果

No.	観測所名	河川名	H-Q カーブ	
			台風 Vinta 前	台風 Vinta 後
CDO1	Pelaez Bridge	Cagayan de Oro River	$Q=105.55(H-11.73)^2$	$Q=95.41(H-11.29)^2$
CDO2	Cabula Bridge	Cagayan de Oro River	$Q=150.41(H-39.86)^2$	$Q=99.26(H-38.72)^2$
CDO3	Uguiaban Bridge	Cagayan de Oro River	$Q=41.87(H-142.35)^2$	$Q=36.33(H-141.62)^2$
CDO4	Liboran	Bubunawan River	$Q=182.35(H-75.78)^2$	$Q=164.79(H-75.78)^2$
T1	Santa Ana	Tagoloan River	$Q=73.71(H-25.31)^2$	$Q=79.94(H-24.92)^2$
T2	Dalirig	Tagoloan River	1st: $Q=203.36(H-121.14)^2$	2nd: $Q=22.36(H-124.47)^2$ 3rd: $Q=22.63(H-124.08)^2$

注： Dalirig 地点の H-Q カーブを台風 Vinta 前後のグラフで比較したところ台風の影響を受けていなかったため、台風前後で分割していない。そのため、2nd の式は台風を跨いで 2017 年 11 月から 2018 年 6 月までを含む。

出典： JICA 専門家チーム

表 2.1.25 警戒水位の設定結果

No.	観測所名	河川名	警戒水位 (El.m)						
			既往最大: 台風 Sendong	台風 Vinta 前			台風 Vinta 後		
				Critical (80%)	Alarm (60%)	Alert (40%)	Critical (80%)	Alarm (60%)	Alert (40%)
CDO1	Pelaez Bridge	Cagayan de Oro River	19.62	18.34	16.96	15.49	18.27	16.82	15.27
CDO2	Cabula Bridge	Cagayan de Oro River	49.52	48.22	46.89	45.47	48.12	46.70	45.07
CDO3	Uguiaban Bridge	Cagayan de Oro River	150.22	149.44	148.30	146.41	149.12	147.75	145.91
CDO4	Liboran	Bubunawan River	80.18	79.42	78.57	77.60	79.42	78.57	77.58
T1	Santa Ana	Tagoloan River	30.52	29.89	29.08	28.20	29.79	28.93	27.94
T2	Dalirig (original)	Tagoloan River	124.94	124.30	123.59	122.76	-	-	-
	Dalirig (1.2kmUS)		135.92	-	-	-	134.53	132.94	130.88

注1： Dalirig 観測地点は DPWH の架橋工事の影響を避けるため約 1.2km 上流へ移動した。

注2： Dalirig の移動後の地点（1.2km 上流）における台風 Sendong 時の既往最大水位は当初地点と 1.2km 上流地点の流量が等しいとの前提で算定したものである。まず当初地点の H-Q カーブを使用して水位が 124.94m のときの流量を 2,931 m³/s と算出し、それから、1.2km 上流地点の H-Q カーブを使用して流量が 2,931 m³/s のときの水位を 135.92 m と算出した。

出典： JICA 専門家チーム

4) 発生したトラブルと対応

カガヤン・デ・オロ河流域の Liboran 観測所地点の量水標とベンチマーク

Liboran 観測所地点に設置した量水標 3 本とベンチマーク 2 つのうち、量水標 1 本、ベンチマーク 1 つが壊れていることを 2017 年 4 月 7 日に現地で確認した。DENR によれば、これら構造物が設置された土地は森林地に分類される国有地である。しかしながら、耕作に利用する者が土地の所有を主張しており、MPRSD、Baungon Municipal DRRMC ならびに Barangay Liboran がその主張者と協議の場を設けたが、主張者の理解と協力を得るのが困難な状況である。その後、MPRSD らと協議し、流量観測作業には直接的な影響はないため、再委託による作業を継続することとした。

タゴロアン河流域の Dalirig 観測所地点で開始された新橋建設工事

Tagoloan 河流域の流量観測地点 Dalirig にて DPWH による新橋建設工事が 2017 年 10 月に開始され、流量観測の継続が困難になった。そのため、カガヤン・デ・オロに 11 月に渡航し、MPRSD、DPWH-X ならびに再委託業者と協議し、代替地点にて流量観測を実施する方針とした。

なお、今回の新橋建設に限らず、水力発電プロジェクトなどを含め、河川流域内での開発行為に関する情報が PAGASA を含め、関係機関で十分に共有されていない状況が散見される。洪水予警報発出の責任を有する機関である PAGASA は、洪水流出に影響を及ぼすような開発行為に関する情報を自ら積極的に把握しておく必要がある。そのため、RFFWC 運営ガイドラインの流域モニタリングの項目に、開発プロジェクトの情報収集の重要性について記載し、意識改革・徹底を図った。

(3) [活動 4-3] カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川において観測したデータの品質管理の検討

2016 年 8 月に実施されたカガヤン・デ・オロ川の洪水予警報システムの現地調査において、トゥマラオン観測所の圧力式水位計（水没タイプ）の設置高が当該箇所危険水位よりも高いという報告があった。

2018 年 6 月時点には、太陽電池パネルと蓄電池の不良が主な原因で、Twin Phoenix システムの多くの雨量観測所と水位観測所が 2 年以上にわたって機能を停止していた。この時機能していたのは、10 ヶ所の観測所のうち 2 ヶ所のみであった。カガヤン・デ・オロ川の観測所の復旧が 2018 年 8 月に実施され、蓄電池の交換によりほぼ全ての観測所からデータ（水文学的に正確であるかどうかは別として）が発信されるようになった。

上記復旧においては、水位センサーが水に接していないという問題に対処するため、コントクターがセンサーの保護パイプを延長した。圧力式水位計のケーブルには、電線コードの他にセンサーに大気圧を伝えるパイプが入っている。したがって、延長にあたっては十分な注意が必要である。2019 年の 1 月時点で、10 の水位観測所のうち 4 つは明らかに誤ったデータを送っていた。観測された水位データが現地で測定された値と異なっていたり、無降雨時に突然水位が上昇ししばらくその値を観測し続けることがあった。

上述のように、カガヤン・デ・オロ川においては観測（された）データの品質管理を実施する以前に、データが適切に取得できていなかった。観測こそが最重要項目であり、その後のいかなる品質管理のためのアクションも観測時のエラーを取り消すことはできないことを再認識すべきである。

台風 Vinta（2017 年 12 月）の時に観測されたデータを使って、水位データの品質チェックの可能性を示す研究を実施した。手順は以下のとおりである。(1)洪水到達時間を仮定、(2)洪水到達時間内の流域平均雨量強度を計算、(3)上記雨量強度の 3/5 乗を算出、(4)最低観測水位を引き算することにより水位を水深に変換、(5)推定水位ハイドログラフと観測水位ハイドログラフを作成、(5)上記の二つを比較し、水位データの異常の可能性を確認。

流域の洪水到達時間内の雨量強度が正しいと仮定すると、水位データはある程度推定できる。観測された水位データが推定されたものと大きく異なっている場合、観測値が異常である可能性が高い。

(4) [活動 4-4] リバーセンターから転送されたデータを利用した FFWS の警報発令訓練

活動 4-4 ならびに活動 4-5 それぞれの趣旨を総合的に勘案しながら、訓練を 2 回実施した。第 1 回訓練は 2018 年 7 月に実施され、カガヤン・デ・オロ川流域およびタゴロアン川流域で洪水情報を取り扱う関係機関の間での 情報伝達 に特に重点を置いたものとした。

MPRSD に加え、各リージョン X 事務所、ならびに地方自治体が訓練に参加した。また、第2回は2018年11月に実施され、**警報発令**そのものにより焦点を当てた訓練とした。言い換えると、RC 職員が洪水注意報発表(FA)および洪水警報発表(FB)をいかにタイムリーかつ適切に発行するかに着目した。

それぞれの訓練は2日間にわたって実施された。訓練実施の前には、事前ブリーフィング会議を開催し、すべての参加者が同じ理解を共有できるようにした。また訓練後には、事後レビュー会議を開催し、訓練中に直面した課題やその解決法について協議した。

各訓練実施の概要を表 2.1.26 に整理する。

表 2.1.26 訓練実施の概要

項目	第1回訓練	第2回訓練
日程	2018年7月30日～31日	2018年11月14日～15日
場所	マニラ：PAGASA 本部内メインオペレーションセンター、OCD-NDRRMC 現場：カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC、各関係機関事務所	現場：カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC
目的	1) マニュアル/ガイドラインで定義された下記事項に関する問題を洗い出す <ul style="list-style-type: none"> カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC における洪水期間中の任務および責務 洪水情報発表の手順 伝達すべき洪水情報の書式(FA/FB) 2) 訓練活動を通して関係機関間の繋がりを強化する	3) FA/FB をいつ・どのように作成/発表するのかについて RC 職員により深く理解してもらう
参加者	1) 主要活動 <ul style="list-style-type: none"> PAGASA：プロジェクトワーキンググループ(PWG)のメンバー、カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC (もしくは MPRSD)で洪水予警報業務に携わる職員 JICA 専門家チーム 2) 情報受信のみ <ul style="list-style-type: none"> 中央政府：PAGASA HMD、OCD-NDRRMC 中央政府の地方事務所：OCD-X、DPWH-X、DILG-X、PIA-X 地方自治体：カガヤン・デ・オロ市 CDRRMC、タゴロアン市 MDRRMC 	
シナリオ	気象擾乱およびそれに伴う対応のシナリオは、2017年12月に対象地域を襲った台風 Vinta をモデルとして作成した	

出典：JICA 専門家チーム

第1回訓練は関係機関間の情報伝達に特に重点を置いて実施されたため、訓練実施後のレビュー会議では、各機関の代表者から主に通信手段に関する様々なフィードバックが寄せられた。その要点を表 2.1.27 に示す。

表 2.1.27 第1回訓練における参加者からのフィードバック

No.	認識された課題	強化・改善策	責任機関
1	実際の洪水発生中は、RC はやるべき業務が多く、現状の人員では処理能力を超えることもある。	適切な人数の職員が配置されるよう検討すべきである。また、各職員の役割分担を明確にすべきである。	RC

No.	認識された課題	強化・改善策	責任機関
2	FA/FB の記録（メッセージ送受信の記録）は災害発生時には労力を要する業務となる。	<ul style="list-style-type: none"> 記録書式を改定して簡素化・簡潔化すべきである。 RC はその改定された書式に従うこととするが、他の機関は既存の各自書式を使用しても構わない。 	RC
		<ul style="list-style-type: none"> メッセージ受信者は RC へ受信確認を返信する責任がある。 	関係機関
3	いくつかの送信先では FA/FB が SMS 経由で届いていないケースがあった。これは FA/FB を一斉送信するための SMS 送信リスト上で名前が漏れていたためと考えられる。	<ul style="list-style-type: none"> メッセージ送信リストは常に更新すべきであり、この更新作業を担当する職員を任命する必要がある。 	RC
		<ul style="list-style-type: none"> 関係機関は、連絡先の詳細に変更が生じた際には、必ず RC に知らせなければならない。 	関係機関
4	特に勤務時間外には、Fax 受信が放置されているケースがある。 Fax の感熱紙出力の品質が良くない。メールや SMS を一斉送信するのと違って、手動で Fax 送信するのは時間が掛かる。 SMS は文字タイプの制約や送信待ち時間がある。ネットワーク上の問題で未達や遅れが生じることもある。	<ul style="list-style-type: none"> Fax 機は自動受信モードに設定しておくべきである。 	関係機関
		<ul style="list-style-type: none"> 冗長性が必要である。メールを第 1 優先で使用し、Fax と SMS を第 2 優先とすべきである。 	RC 関係機関
		<ul style="list-style-type: none"> SMS で配信される FA/FB の書式は簡素・簡潔なものとし、標準化すべきである。 洪水情報を迅速に処理するために、洪水情報発信専用のワークステーションが必要である。 	RC
5	政府機関によっては、SMS 経由で FA/FB を受信するための専用携帯電話がない。	<ul style="list-style-type: none"> FA/FB 受信者は専用携帯電話を供与されるべきである。 	関係機関
6	FB 受信後のリードタイム（避難に使える時間）がカガヤン・デ・オロ川流域では十分でない。	<ul style="list-style-type: none"> 警報発令基準を改善の可能性を考慮して協議すべきである。 	RC

出典：JICA 専門家チーム

一方、第 2 回訓練においては、主に書式に関して、参加者から以下の意見が寄せられた：

- 修正版 FA/FB をどのように番号付けするか明確に決めておく必要がある。これは入力ミス等を正すために FB の修正版を SMS で送信する場合のことである。
- 送信記録簿の様式にもう 1 行追加して、第 1 優先および第 2 優先の関係機関を認識しやすくすることができる。
- FA/FB に含める情報は SMS 一斉送信機能の文字数制限を考慮に入れて決める必要がある。SMS 機能では 2,048 文字が記述できるのみである。
- FA 様式に河川水位の状況を記載することで、各レベルの DRRMC の業務にとってより有益な情報を提供できる。

上述のフィードバックや意見については改めて検討し、以下の技術協力成果品およびその添付書式類を最終化する際に反映した。

- 1) No.7： RC を利用した効率的な地方政府等関連機関への標準的情報伝達方法
- 2) No.9： RC 運営のためのガイドライン
- 3) No.13： カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域における関連機関との情報伝達方法

2.1.3.5 成果5に係る活動

- (1) [活動 5-1] カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川の観測地点における H-Q カーブ作成と警戒水位案の提案

上記 2.1.3.4(2)節に記述した通り、H-Q カーブの作成ならびに警戒水位の設定は、PWG-C の活動を通じて、MPRSD ならびに HMD のメンバーと協働で行った。その成果一式を技術協力成果品 No.11「カガヤン・デ・オロ川およびタゴロアン川の H-Q 曲線および警戒水位」として取り纏めた。

- (2) [活動 5-2] 気象水文データの定期的な HMD への送信

カガヤン・デ・オロ川のリアルタイムの 10 分データは HMD に送信され、PUMIS に転送されている。自動送信のメカニズムは構築されているものの、観測が正しく行われていないため、多くの場合、データは欠測である。図 2.1.16 はサンプルファイル（2018 年 1 月 21 日 15 時 10 分観測）であり、3ヶ所の雨量観測所と 2ヶ所の水位観測所、合計 5ヶ所の観測所が含まれている。

TYPE	OBS Code	DATE (yyyyMMddHHmm)	Wind Direction	Wind Speed	Wind Direction (MAX)	Wind Speed (MAX)	Temperature	Humidity	Pressure	RainFall (10min)	RainFall (DAILY)	WaterLevel
WL	100902	201801211510	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	0.19
WL	100903	201801211510	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	0.08
RF	100904	201801211510	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	0	0.00	NULL
RF	100905	201801211510	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	0	0.50	NULL
RF	100907	201801211510	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	0	0.50	NULL

出典： JICA 専門家チーム

図 2.1.16 送信されたカガヤン・デ・オロ川の観測データのサンプルファイル

水文データを HMD のデータベースに送信する方法として、下記が検討された。

- 1) 標準フォーマットで CSV ファイルを作成し、定期的なバッチ処理で AQUARIUS に手動でアップする。
- 2) 自動的に送信される上記の PUMIS フォーマットのデータを毎時の CSV データ形式に変換し、FTP サーバー経由で AQUARIUS の Hot フォルダーに付加する。
- 3) AQUARIUS の付加 API を使って自動的に付加する。

上記の方法 1)は、自動ではないものの実際的であり、現在実行されている。方法 2)では、データが 1 つのファイルに集められ、(送信後に) 観測時刻と観測値のペアだけを持つファイルを作るために再度バラバラにされるという点から、非効率的であると考えられた。この方法では、Hot フォルダーが使用されるため、アップされる観測所の数や観測頻度が制限される恐れがある。方法 3)が最も妥当と考えられ、2019 年 6 月時点で、Twin Phoenix プロジェクトのベンダーによってテストが行われている。

- (3) [活動 5-3] カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域における関連機関との情報伝達方法の文書化

洪水モニタリングや洪水予警報の発出に直接携わっているカガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC の職員と JICA 専門家は、両流域における洪水予警報伝達の標準的手順を協働で取り纏め、文書化した。同文書の作成においては活動 3-5 の成果「地方政府等関連機関への標準的情報伝達方法」の内容に準じて検討を重ねた。同手順書はカガヤン・デ・オロ及びタゴ

ロアン川流域に特化した内容となるように留意しており、本流域における洪水予警報の発出、地方政府機関への情報伝達の指針となる。文書は以下の点に留意して作成された。

1) 流域の特性

カガヤン・デ・オロ川は山岳域から急激に下降し比較的平坦なカガヤン・デ・オロ市内に流れ込んでいる。このような地勢のため河川の流速が早く河川氾濫が発生し易い。タゴロアン川も同様の地理的条件下にあり、タゴロアン市内も山岳域の降雨発生から短時間に河川氾濫する危険がある。

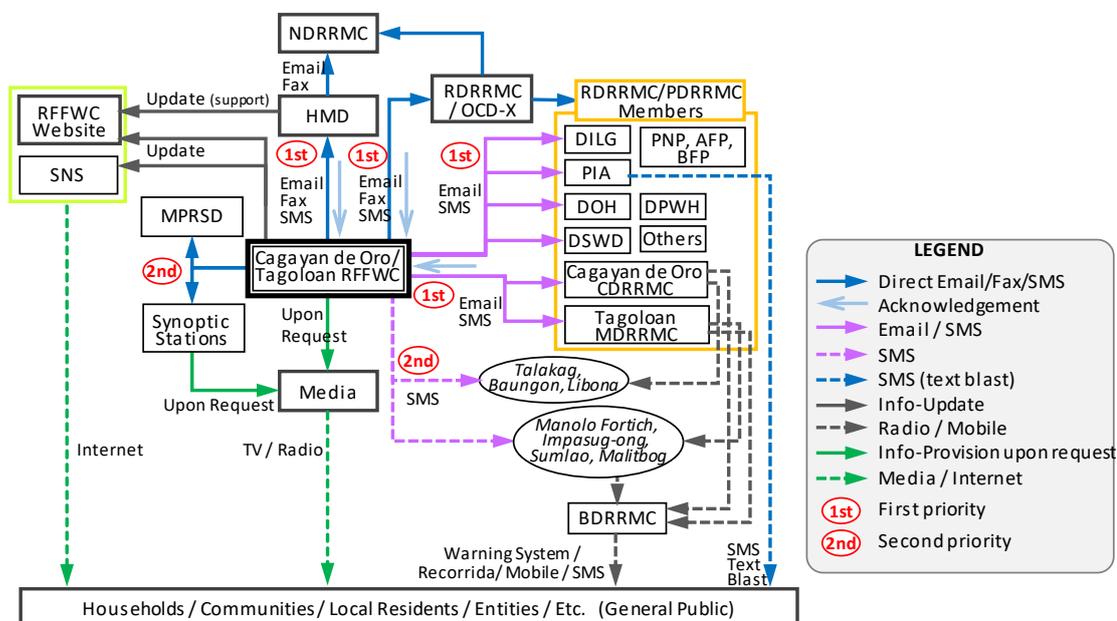
2) 洪水予警報の発出

洪水予警報 FA/FB の内容及び発出は、活動 3-5 を通して作成した前述の「地方政府等関連機関への標準的情報伝達方法」に従う。

3) 洪水予警報の伝達

基本的に情報伝達フローは前述の標準的なフローと同様であるが、以下の項目に留意する必要がある：

- カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC は FA/FB を HMD にメールもしくは Fax にて配布する。
- カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC は FA/FB を直接、カガヤン・デ・オロ市 DRMCMC およびタゴロアン市 DRRMC に送付する。
- カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC は FA/FB を直接、OCD-X、DILG-X、DPWH-X 等地方政府機関に送付する。
- 地域住民への洪水警報の伝達はカガヤン・デ・オロ市 DRMCMC およびタゴロアン市 DRRMC が組織的に主導する。



出典： Standard Procedure of Flood Information Dissemination in Cagayan de Oro and Tagoloan River Basins / JICA 専門家チーム

図 2.1.17 カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC の洪水予警報伝達フロー図

4) 洪水予警報通信手段

洪水予警報の伝達は利用可能な通信手段から適切な方法を選択しなければならない。カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC の条件下においては電子メールが第一通信手段となる。電子メールは受信確認を受信者から受け取ることが容易である。第二通信手段は Fax もしくは SMS となる。Fax は従来から利用されてきた通信手段であるが、すべての地方政府機関で Fax 機が整備されているわけではない。SMS は便利で使い勝手は良いが送信文字数に制限がある。この他、電話、VHF 無線など双方向通信が可能な手段を併用するとより効果的である。

(4) [活動 5-4] リバーセンターのデータを利用した地方自治体への洪水警報発令訓練

上記 2.1.3.4(4)節に記述した通り、活動 5-4 は活動 4-4 と連携して実施された。訓練への参加者から得られたフィードバックは技術協力成果品の作成に反映された。

2.1.3.6 全成果共通の活動

(1) モニタリングシート (Monitoring Sheet)

JICA 専門家チームと CP が双方の密な議論を通じて、プロジェクトの進捗を継続的かつ主体的にモニタリングし、その結果を取り纏めるツールとして、モニタリングシートを作成した。モニタリングシートは以下の 3 点から構成される。

- Form 3-1 : モニタリングシート要約
- Form 3-2 : モニタリングシート I (PDM 更新版)
- Form 3-3 : モニタリングシート II (PO 更新版)

R/D に添付されている PDM および PO を Ver.0 とする。プロジェクト開始直後に、詳細な調査内容およびスケジュールを反映した Ver.1 を作成し、その後 6 ヶ月おきに PAGASA と協働で更新版を作成した。表 2.1.28 に作成状況を、また、添付資料-2 に Ver.1 から Ver.6 までの各モニタリングシートを示す。

表 2.1.28 モニタリングシート作成状況

バージョン	提出日	MM 進捗	備考
Ver.0	---	---	R/D に添付された PDM および PO
Ver.1	2016 年 7 月 13 日	2%	---
Ver.2	2017 年 1 月 31 日	36%	---
Ver.2 (Rev)	2017 年 2 月 7 日	---	Ver.2 を Objectively Verifiable Indicators の継続検討に関する記載を追記して修正
Ver.3	2017 年 7 月 27 日	50%	---
Ver.4	2018 年 1 月 30 日	68%	---
Ver.5	2018 年 8 月 8 日	78%	---
Ver.6	2019 年 2 月 19 日	89%	モニタリングシートの最終版

出典： JICA 専門家チーム

(2) 合同調整委員会 (JCC) の開催

プロジェクト実施期間中に、関係者の参加を得て、JCC を 8 回開催した。JCC では、①プロジェクトの活動計画の承認、②プロジェクトの全体的な進捗のレビュー、③プロジェクトの監督と評価・承認、④プロジェクト実施中に発生した主要課題についての意見交換、

等が行われてきた。各回の主な議題を表 2.1.29 に示す。また、添付資料-3 に第 1 回から第 8 回までの JCC 議事録を示す。

表 2.1.29 JCC の開催時期および主な議題

開催回	開催日	主な議題（毎回共通の議題を除く）	モニタリングシート上の協議
第 1 回	2016 年 7 月 13 日	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトの基本方針、活動内容、専門家構成、実施体制、工程、対象区域等を含めたワークプランの協議および承認 	Ver.1
第 2 回	2016 年 9 月 13 日	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン調査結果の報告 キャパシティ・アセスメント結果の報告 その他調査・業務の進捗報告 技術移転計画の説明および協議 	—
第 3 回	2017 年 2 月 7 日	<ul style="list-style-type: none"> 各プロジェクトワーキンググループの活動進捗 対象流域の洪水予警報整備状況の報告 リバーセンタープロジェクトの先進事例の紹介 第 1 回 CP 本邦研修案の協議・承認 	Ver.2
第 4 回	2017 年 7 月 25 日	<ul style="list-style-type: none"> 各プロジェクトワーキンググループの活動進捗 第 1 回 CP 本邦研修の報告 	Ver.3
第 5 回	2018 年 1 月 26 日	<ul style="list-style-type: none"> 各プロジェクトワーキンググループの活動進捗 熱帯低気圧 Vinta 襲来に関する報告 中間レビュー結果報告 	Ver.4
第 6 回	2018 年 8 月 7 日	<ul style="list-style-type: none"> 各プロジェクトワーキンググループの活動進捗 洪水情報発令訓練の結果報告 第 2 回 CP 本邦研修の報告 	Ver.5
第 7 回	2019 年 2 月 19 日	<ul style="list-style-type: none"> 各プロジェクトワーキンググループの活動進捗 タゴロアン川流域のテレメトリシステムの状況 	Ver.6
第 8 回	2019 年 6 月 11 日	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトの結果 合同レビューの結果 教訓 提言 	—

出典： JICA 専門家チーム

(3) セミナーの開催

JCC とは別に、3 回のセミナーを開催した。セミナーでは、プロジェクト活動概要の報告の他に、毎回特定のテーマを設定し、日本国・フィリピン国の応用技術事例の発表等を内容に含め、その適用性・汎用性について意見交換を行った。開催時期およびセミナーの主な内容を表 2.1.30 に示す。

表 2.1.30 セミナーの開催時期および主な内容

回数	開催日	主なセミナー内容
第 1 回	2016 年 12 月 2 日 参加者 64 名 (専門家含む)	<p>テーマ：洪水リスク管理における洪水予警報システムの役割</p> <ul style="list-style-type: none"> 洪水警報水位設定の手法 地域性を考慮した災害リスクの把握と災害リスク削減のモニタリング PAGASA 近代化計画 (PAGASA Modernization Program (PMP)) 2016 年 10 月に発生した台風 Lawin による北部ルソンにおける被害 本邦研修*1「気象水文データ観測技術の戦略的活用」の報告

回数	開催日	主なセミナー内容
第2回	2017年 12月4日 参加者65名 (専門家含む)	<p>テーマ：洪水被害軽減に向けた洪水予警報伝達の高品質サービスへの挑戦</p> <ul style="list-style-type: none"> • プロジェクト成果のハイライト <ul style="list-style-type: none"> ➢ 洪水予警報システム整備のためのロードマップおよび中期計画 ➢ 統合データベース ➢ RC運用ガイドライン • 洪水予警報システム・サービスにおける高度な応用技術 <ul style="list-style-type: none"> ➢ eTRUST社の洪水モニタリングシステム ➢ JVCKENWOOD社の河川モニタリングと緊急通信無線の統合システム ➢ フィリピン国の気象レーダー活用の実態 • 第1回本邦研修の報告
第3回	2018年 11月28日 参加者52名 (専門家含む)	<p>テーマ：最新の洪水予警報技術による洪水リスク削減の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 最適化プロジェクトの概要 • 日本における近年の防災と災害リスク削減管理の基礎 • IoT技術を活用した河川情報システムとモニタリング機器のコスト削減 • 流域雨量に基づく水位データエラーの検知

注： *1. この本邦研修は、本プロジェクトで実施した国別研修とは別に、JICAが実施した課題別研修である。
出典： JICA 専門家チーム

セミナーの参加者はCPの他に、中央政府の気象および防災関係機関、地方自治体の関係者等、JCCよりさらに幅広い関係者へ参加を呼びかけた。また発表者については、テーマに合わせてプロジェクト外からも招聘し、質の高い内容となるよう配慮した。

(4) 研修員受入

本邦研修は、日本国内における洪水予警報業務について研修員が理解を深め、プロジェクト活動の円滑な実施促進に寄与することを目的として、プロジェクト期間中に2回実施された。いずれも期間は2週間であり、下記の日程であった。

第1回：2017年5月14日（来日）～2017年5月27日（離日）（14日間）

第2回：2018年6月24日（来日）～2018年7月7日（離日）（14日間）

本研修は技術面の到達目標を設定した上で、【講義】、【見学】、【実習】、【発表】の4つの形態で実施するよう構成した。第1回および第2回の本邦研修の内容とスケジュールをそれぞれ表 2.1.31 および表 2.1.32 に示す。

表 2.1.31 第1回本邦研修の内容およびスケジュール

日順	月日	研修内容	研修場所
1	5月14日(日)	《移動》マニラ→東京	—
2	5月15日(月)	来日ブリーフィング コンサルタントによるオリエンテーション	JICA 東京
3	5月16日(火)	到達目標設定に関するフォローアップ 【講義】洪水予警報のための観測およびデータ処理システムの基本構成 【講義】洪水予測モデル基本理論と最近の開発状況	日本工営(株)
4	5月17日(水)	【講義】洪水予測システム概論 【講義】日本の水文サービスの発展 【講義/デモ】水文データの異常検知技術の開発 【講義】レーダ雨量計開発の歴史と今後の展開 【講義】水文観測データの品質管理 【講義/見学】河川情報提供システムの監視	(一財)河川情報センター

日順	月日	研修内容	研修場所
5	5月18日(木)	【見学】鶴見川多目的遊水地 【講義/見学】データ管理システム	横浜データセンター
6	5月19日(金)	【講義】予報業務全般 【講義】洪水予警報業務 【見学】予報現業室、気象科学館	気象庁
7	5月20日(土)	資料整理	—
8	5月21日(日)	休日	—
9	5月22日(月)	【講義】水文観測と水災害の監視・予測	JICA 東京
		【見学】岩淵水門(上)水位観測所	東京都北区
10	5月23日(火)	【見学】稲戸井調節池	茨城県守谷市
		【講義】河川情報システム、ダム統合管理システム	国土交通省 関東地整
		【見学】ダム資料室、雨量観測所	利根川ダム統合管理事務所
11	5月24日(水)	【講義】河川情報システム、洪水予警報システム	国土交通省 関東地整
		【見学】利根川堤防整備事業、積水水門	利根川上流河川事務所
		【実習】電波流速計を用いた流量観測	埼玉県栗橋市
12	5月25日(木)	研修報告書作成	JICA 東京
13	5月26日(金)	【発表】研修報告会・評価会	JICA 東京
14	5月27日(土)	《移動》東京→マニラ	—

出典： JICA 専門家チーム

表 2.1.32 第2回本邦研修の内容およびスケジュール

日順	月日	研修内容	研修場所
1	6月24日(日)	《移動》マニラ→東京	—
2	6月25日(月)	来日ブリーフィング・オリエンテーション	JICA 東京
		到達目標設定、研修プログラムに関するフォローアップ	日本工営(株)
3	6月26日(火)	【講義】日本の水文サービスの発展 および水文観測データの品質管理	(一財)河川情報センター
		【講義】レーダ雨量計開発の歴史と今後の展開	
		【講義】河川情報提供システムの監視	
		【講義/見学】データ管理システム	横浜データセンター
4	6月27日(水)	【講義】予報業務全般・洪水予警報業務 【見学】予報現業室、気象科学館	気象庁
		【講義】国土交通省が行う洪水予警報業務	国土交通省
5	6月28日(木)	【講義/見学】水災害予報センターの業務・関連施設の見学	国土交通省 北陸地整 水災害予報センター
6	6月29日(金)	【講義/見学】急流河川における洪水予警報業務・関連施設の見学	国土交通省 北陸地整 富山河川国道事務所
7	6月30日(土)	資料整理	—
8	7月1日(日)	休日	—
9	7月2日(月)	【講義/見学】土砂災害警戒避難システム・事務所内設備の見学	国土交通省 近畿地整 六甲砂防事務所
		【講義】中小河川流域における洪水予警報システム	JICA 関西
10	7月3日(火)	【講義/見学】中小河川流域における洪水予警報システム、県による減災対策の取り組み	兵庫県 淡路県民局 洲本土木事務所
11	7月4日(水)	研修報告書作成①	JICA 東京
		【講義/見学】危機管理型水位計	鶴見川水系鳥山川

日順	月日	研修内容	研修場所
12	7月5日(木)	研修報告書作成②	JICA 東京
		中間レビュー指摘事項に対するアクションのフォローアップ協議 プロジェクト目標に関する協議	JICA 東京
13	7月6日(金)	研修報告会・評価会	JICA 東京
14	7月7日(土)	《移動》東京→マニラ	—

出典： JICA 専門家チーム

研修参加者の資格要件は PAGASA において洪水予警報業務に従事する職員とし、特にプロジェクトワーキンググループ (PWG) のメンバーとして積極的にプロジェクト活動に関与する者を推奨した。また、今後のプロジェクト活動ならびに将来の PAGASA の洪水予警報運用に貢献できる職員が望ましいことから、直近の異動予定や定年までの年数も考慮した上で PAGASA 側が各回5名を選定した。表 2.1.33 および表 2.1.34 に各研修の参加者概要を示す。

表 2.1.33 第1回本邦研修の参加者と職務内容

氏名	役職	所属部署	職務
Mr. Rex L. Abdon, Jr.	Weather Specialist I	Climate and Agromet Data Section/ Climate and Agromet Division, PAGASA	本部における気象データ（全国基幹測候所）の収集、チェック、分析
Mr. Daniel L. Caber	Weather Specialist I	Dumagete Synoptic & Aeromet Station/ Visayas PRSD, PAGASA	ビサヤス管区地域サービス事務所での気象観測、データ管理、予警報発出
Mr. Ver Lancer D. Galanida	Weather Specialist I	Dipolog Synoptic & Airport Station/ Mindanao PRSD, PAGASA	ミンダナオ管区地域サービス事務所での気象観測、データ管理、予警報発出
Mr. Raul R. Montilla	Weather Observer I	Tagum-Libuganon River Flood Forecasting and Warning Center, PAGASA	タグム-リブガノン川流域リバーセンターでの洪水予警報システムの運営・管理
Ms. Nivagine C. Nievares	Weather Specialist I	Hydrometeorological Division PAGASA	全国主要流域の洪水予警報システムの計画策定及びリバーセンターへの支援

注：参加者の役職および所属は研修参加時点のものである。

出典： JICA 専門家チーム

表 2.1.34 第2回本邦研修の参加者と職務内容

氏名	役職	所属部署	職務
Ms. Rosalie C. Pagulayan	Weather Specialist II	Hydrometeorological Division, PAGASA	全国主要流域の洪水予警報システムの計画策定及びリバーセンターへの支援
Mr. Lorenzo T. Diaz	Weather Specialist I	Agno River Flood Forecasting and Warning Center, PAGASA	アグノ川流域リバーセンターでの洪水予警報システムの運営・管理
Mr. Victor B. Flores, Jr.	Weather Specialist I	Cagayan de Oro/ Tagoloan River Flood Forecasting and Warning Center, PAGASA	カガヤン・デ・オロ/タゴロアン川流域リバーセンターでの洪水予警報システムの運営・管理
Ms. Bema C. Tajones	Weather Specialist I	Davao River Flood Forecasting and Warning Center, PAGASA	ダバオ川流域リバーセンターでの洪水予警報システムの運営・管理
Mr. Rommel P. Yutuc	Weather Observer III	Pampanga River Flood Forecasting and Warning Center, PAGASA	パンパンガ川流域リバーセンターでの洪水予警報システムの運営・管理

注：参加者の役職および所属は研修参加時点のものである。

出典： JICA 専門家チーム

(5) プロジェクトブリーフノート

プロジェクトの概要を伝える「プロジェクトブリーフノート」を英文および和文で作成した。項目立ては JICA が指定する 4 項目を基本とするが、初版についてはプロジェクト実施前に作成したため、表 2.1.35 の通りとした。

表 2.1.35 プロジェクトブリーフノートの項目立て

初版	改定版 / 最終版 (JICA 指定)
1. プロジェクトの背景と問題点	1. プロジェクトの背景と問題点
2. 問題解決のためのアプローチ	2. 問題解決のためのアプローチ
3. アプローチの実践方法	3. アプローチの実践結果
4. プロジェクト実施上の工夫	4. プロジェクト実施上の工夫・教訓

出典：プロジェクトブリーフノート仕様(JICA)を基に JICA 専門家チームで作成

最終版の表紙ページのイメージを図 2.1.18 に示す。また、最終版を添付資料-4 に示す。



英語版

日本語版

出典： JICA 専門家チーム

図 2.1.18 プロジェクトブリーフノート表紙のイメージ

(6) 広報活動

本プロジェクトの目的と意義、活動内容、成果を、フィリピン国内に広く発信するため、(5)節に記載したプロジェクトブリーフノートの他に、以下の広報活動を実施した。

1) メディア・ブリーフィングの開催

プロジェクト実施期間中に、メディア・ブリーフィングを 3 回開催した。PAGASA 広報担当部署ならびに JICA フィリピン事務所の協力を得ながら、PAGASA 職員と JICA 専門家から構成されるプロジェクトチームで企画し、新聞・テレビ・インターネットメディア等を含めた報道関係者へ参加を呼びかけた。表 2.1.36 に開催概要を示す。

表 2.1.36 メディア・ブリーフィングの開催概要

回数	開催日/場所	発信内容
1	開催日：2016年12月12日 場所：PAGASA 本部、ケソン市	1) プロジェクト概要と実施意義 2) プロジェクトの実施体制 3) プロジェクト実施における基本方針 4) 成果ごとのプロジェクト活動 5) プロジェクト実施スケジュール
2	開催日：2018年2月1日 場所：マルベリースイートホテル、カガヤン・デ・オロ市	1) プロジェクト情報とインプット 2) PWG-A のプロジェクト活動：洪水予警報の計画 3) PWG-B のプロジェクト活動：(1)データ管理 4) PWG-B のプロジェクト活動：(2)情報通信 5) PWG-C のプロジェクト活動：水文観測システム 6) プロジェクト活動の進捗
3	開催日：2019年6月18日 場所：スロロビエラホテル、ケソン市	1) プロジェクトの達成 2) プロジェクト実施から得られた教訓 3) 今後の PAGASA の活動

出典： JICA 専門家チーム

2) ポスターおよびブローシャの作成

対象流域内のカガヤン・デ・オロ市およびタゴロアン市の地域住民への広報のため、2017年1月にポスターおよびブローシャを作成した。これらは、地域住民への広報効果を上げることを目的としているため、写真や図の多用や地方言語（ビサヤ語）による記述などに配慮して作成した。図 2.1.19 にイメージを示す。



出典： JICA 専門家チーム

図 2.1.19 ポスターおよびブローシャのイメージ

ポスターは英語とビサヤ語を 10 部ずつ作成の上、両市役所を含む関係事務所等の掲示板に掲示した。また、ブローシャはビサヤ語で作成し、カガヤン・デ・オロ市内の自治体、タゴロアン市内の自治体、ミンダナオ PRSD、HMD に 50 部ずつ配布した。

2.1.3.7 各成果横断の調査および成果品

(1) ベースライン調査とキャパシティ・アセスメント

1) ベースライン調査内容

「ベースライン調査」を、2016年7月半ばから8月半ばにわたって、概ね表 2.1.37 に示す3カテゴリーに分けて実施した。結果は「ベースライン調査報告書」(2016年9月)として取りまとめた。

表 2.1.37 ベースライン調査概要

No.	調査概要	調査方法ほか
BL-1	既往データや既存 FFWS の現況等の基本事項、これまでの関連調査で調査・収集済のデータ・情報の追加・補足収集・アップデート	情報収集リストに基づいて、追加・補足のデータ・情報を一括収集、あるいは「フィ」国側へ提供を依頼した。
BL-2	組織、職員、予算などの PAGASA の全体組織能力、FFWS の運用状況、既存 RC の運用体制や稼働状況、RC プロジェクトの進捗等	PAGASA 本部、HMD や既存の 5 ヶ所の RC を対象とした調査。調査票による、聞き取り・配布/回収によって実施した。
BL-3	HMD や RC の FFWS や、運用施設上の現況・課題・必要な改善方法など、既存 FFWS のキャパシティに関わる事柄	HMD や既存の 5 ヶ所の RC を対象とした調査。調査票による聞き取り、または各専門家による現地調査を実施した。

出典： JICA 専門家チーム

2) ベースライン調査対象

ベースライン調査は、下記の洪水予警報システムにかかわる組織、既設洪水予警報システムと RC について実施した。

a) 組織

- PAGASA 本部部局：HMD、PRSD
- 関係比政府省庁、国会会社（データ・情報収集のみ）：DPWH、OCD、NIA、NPC および MMDA
- DRRMC：カガヤン・デ・オロ CDRRMC、タゴロアン MDRRMC

b) 既存 FFWS、FFWSDO

- 既存 FFWS：PAGASA 管理下（4 システム：パンパンガ、アグノ、ビコール、カガヤン）、MMDA 管理下（EFCOS（パシッグ-マリキナ））
- FFWSDO：NIA 管理下（パンタバンガンダム、マガットダム）、NPC 管理下（ビンガーサンロケダム、アンガットダム）

c) リバーセンターと 13 主要河川流域

- 既設 RC：パンパンガ、アグノ、カガヤン、カガヤン・デ・オロ/タゴロアン
- 13 主河川流域（データ収集のみ）：ルソン島（2 流域；アブラグ、アブラ）、ビサヤ地方（3 流域；パナイ、ハラウル、イログ-ヒラバンガン）、ミンダナオ島（8 流域；アグサン、タゴロアン、カガヤン・デ・オロ、アグス-ラナオ、タグム-リブガノン、ダバオ、ミナダナオ、ブアヤン-マルンゴン）

3) ベースライン調査収集情報とデータ

上記(2)に示した組織や、システムおよび流域について行った現地調査における聞き取り・調査や情報・データ収集で得られたデータや情報と現状等を以下に示す。それらの分析・評価結果は本報告書の 2.1.3.3(1)節に記述されている。また、下記事項の詳細

内容については、「Baseline Survey Report on Project for Strengthening Capacity of Integrated Data Management of Flood Forecasting and Warning、2016年9月」の第3章に取りまとめられている。

a) PAGASA 全般の現況

- 組織：PAGASA の全体組織と HMD の組織
- 職員：PAGASA 全職員（994名）の年令、性別、技術分野別の分布。
- 施設：気象観測所、レーダー観測所、自動測候所(AWS)、自動雨量観測所(ARG) など。
- 予算と歳出：PAGASA の年間予算（2015年、1,131百万ペソ）、HMD 向けの予算(人件費を除き、上記の7%)。HMD の5年間平均支出額(2011年の約73%)。
- PAGASA の開発・向上計画/方針：Republic Act No.10692（「PAGASA Modernization Act of 2015」）、PAGASA Modernization Plan、PAGASA Strategic Planning Handbook、職員雇用計画および職員養成計画など。
- HMD が主導する実施中プロジェクト/プログラムの現況：2013年以降に開始された新プロジェクトやプログラム；KOICA-3、DEWS-DOST など

b) HMD や他の部局で実施されている FFWS にかかわるデータマネージメント

- データマネージメント：Operation Manual of Flood Forecasting and Warning System for River Basin (Document Ref. No. HMD_WI04) (OM-2012)に規定された「データ・マネージメントレポート」や「HMD 水文データベース」
- データマネージメント・フロー：上記の OM-2012 に規定されたものと HMD で実施されているもの
- ダムデータ収集：洪水警戒時及び非洪水時のダム水位データの観測・モニター・通知
- PAGASA 統合気象水文情報システム (PUMIS: PAGASA Unified Meteorological Information System)：PUMIS の現況と今後の趨勢

c) 既設 FFWS のモニタリング機器の現状

- 全体状況：アグノ RC、パンパンガ RC、カガヤン RC、カガヤン・デ・オロ/ タゴロアン RC
- データ取得および欠測パーセンタイル値：アグノ RC、パンパンガ RC、カガヤン RC、カガヤン・デ・オロ/ タゴロアン RC

d) 既設 RC の現況

- 既設の RC の現況：雨量観測所、水位流量観測所
- データマネージメントの状況：アグノ RC、パンパンガ RC、カガヤン RC、カガヤン・デ・オロ/ タゴロアン RC においてそれぞれ実施されているデータマネージメントの流れ
- 洪水情報や警報の発信ネットワークの状況：洪水情報発信の一般的状況と課題

e) 対象流域の現況

- 既設の水文気象観測所：対象流域内の既設観測所一覧と位置図
- 計画中の水文気象観測所：対象流域内の計画観測所一覧と予定位置図
- 関係機関とで近年進められているその他の活動：LGU と協力した警報発布・周知訓練

- f) リバーセンタープロジェクトの進捗
- 13 主流域における全般進捗状況：用地確保、建物建設の進捗、要員配置、モニタリング機器・テレメータシステムの設置状況
 - カガヤン・デ・オロ川/タゴロアン川流域：建物建設の進捗（入札・契約準備）
- g) 既存 FFWS と FFWSDO の現況と課題
- NIA と NPC が管理する FFWSDO：雨量観測所、水位・流量観測所の状況、データ管理状況、洪水情報と警報の通知・連絡ネットワークの現況
 - MMDA 管理の EFCOS：雨量観測所、水位・流量観測所の状況、データ管理状況、洪水情報と警報の通知・連絡ネットワークの現況
- h) キャパシティビルディングのための研究やトレーニング
- 最近実施された PAGASA 職員のための研究やトレーニング（PAGASA 自己予算）
 - ドナーによる外部トレーニング：IFAS 等
- i) その他の技術情報と報告書等
- HMD や RC が発出した洪水通報や警報の記録
 - 洪水時対策実施マニュアル
 - FFWS が設置されている流域における現在採用されている洪水警報基準
- j) PAGASA の ICT ネットワーク
- PAGASA の ICT ネットワーク
 - PAGASA 全体の ICT インフラ：PAGASA WD と PRSD/RFFWC 間連絡、PRSD から HMD への水文データ転送、ほかシステムへの水文データ転送

4) キャパシティ・アセスメント（CA）の調査概要

ベースライン調査の一環として、予警報の統合データ管理や洪水予警報業務に係る CA 調査を 2016 年 8 月上旬から同月後半にかけて実施した。CA の結果は、CA 以外のベースライン調査で得られた結果と合わせて、技術移転計画の確定に供し、「ベースライン調査報告書」として取りまとめて、第 2 回 JCC において承認された。また、調査結果は要員配置・要員育成を含む RC 組織強化のための方策案の検討、ロードマップ（案）の作成等において活用している。

CA 調査は、表 2.1.38 に示すような内容と対象について、下記のような方法で実施した。

表 2.1.38 キャパシティ・アセスメントに関わる調査概要

No.	調査概要	調査対象	調査方法
CA-1	関係職員個人の教育・トレーニング、業務に関する知識、業務経歴など	HMD など本部関係職員と RC 職員個人を対象とする。	調査票を配布し記入後回収。RC について記入内容の確認/追加は、電子メールや電話を通じて行った。
CA-2	関係職員個人の自己啓発、FFWS に関するマニュアル FFWS 業務に関わる経験、知識	HMD など本部関係職員と RC 職員個人を対象とする。	同上

No.	調査概要	調査対象	調査方法
CA-3 /CA-4	HMD と既設 RC それぞれについて、各組織のタスク、スタッフの雇用・能力、必要な技術と技術者育成、マニュアルの整備状況など	HMD と既存の 5 ヶ所の RC を対象とした組織に対する調査。回答者は、当該組織の責任者（管理職者）を想定したが、HMD については十分な回答が得られなかった。	同上

出典： JICA 専門家チーム

5) キャパシティーアセスメント(CA)の調査項目と結果および評価

CA 調査のうち大項目は以下に示すとおりである。また、いくつかの調査結果とその評価も合わせて記述した。

なお、調査票に記した調査全項目とその結果は、「ベースライン調査報告書」の第4章に詳述してある。また調査結果から明らかになった点や評価は、同報告書の第5章に記載した。

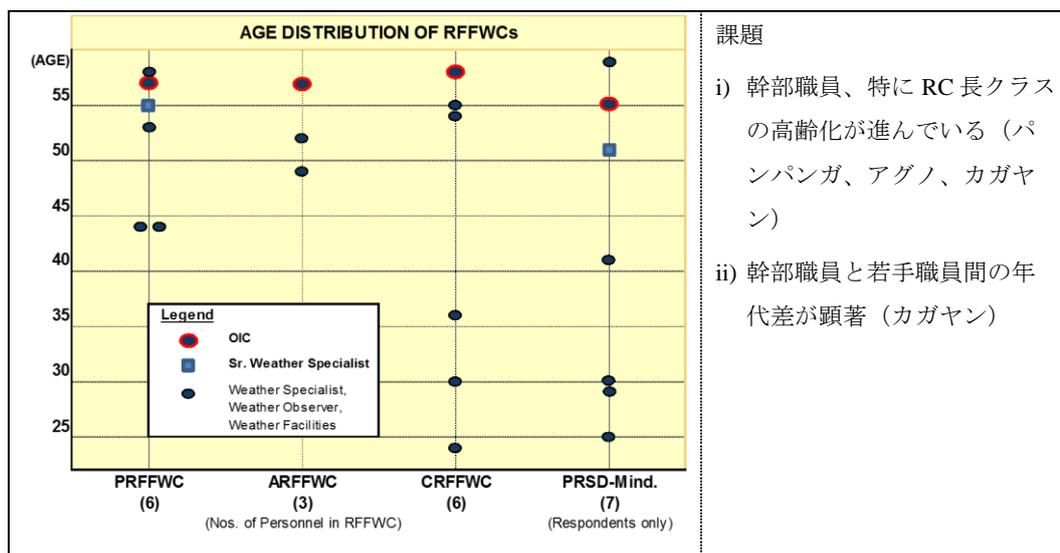
a) 調査票配布及び回収数

表 2.1.39 調査票の配布と回収数

項目	HMD	パンパンガ RC	アグノ RC	カガヤン RC (北ルソン PRSD)	カガヤン・デ・オロ RC (ミンダナオ PRSD)	合計
職員数合計(*1)	36	6	4	13	16	-
RC に関わる職員数	-	6	4	6(*2)	2(*3)	
調査票配布数	7(*4)	6	4(*5)	6	7	30
回収数	2	6	3	6	7	24

備考： *1. エンジニア/テクニシャンレベルのみ、事務管理系や Job Order レベルの臨時職員を除く。
*2. カガヤン RC の職員数
*3. カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC：現在ミンダナオ PRSD 内の RC 専従職員 2 名のほかに数名の PRSD 職員からの回答を含む
*4. 実際の配布数 9 名のうち 2 名は退職あるいは長期休暇中のために、実際の配布数は 7 名とみなす。
*5. 当時の職員数 4 名のうち 1 人は数ヶ月中の退職が予定されているために、回答者から除外した。

b) RC の職員構成



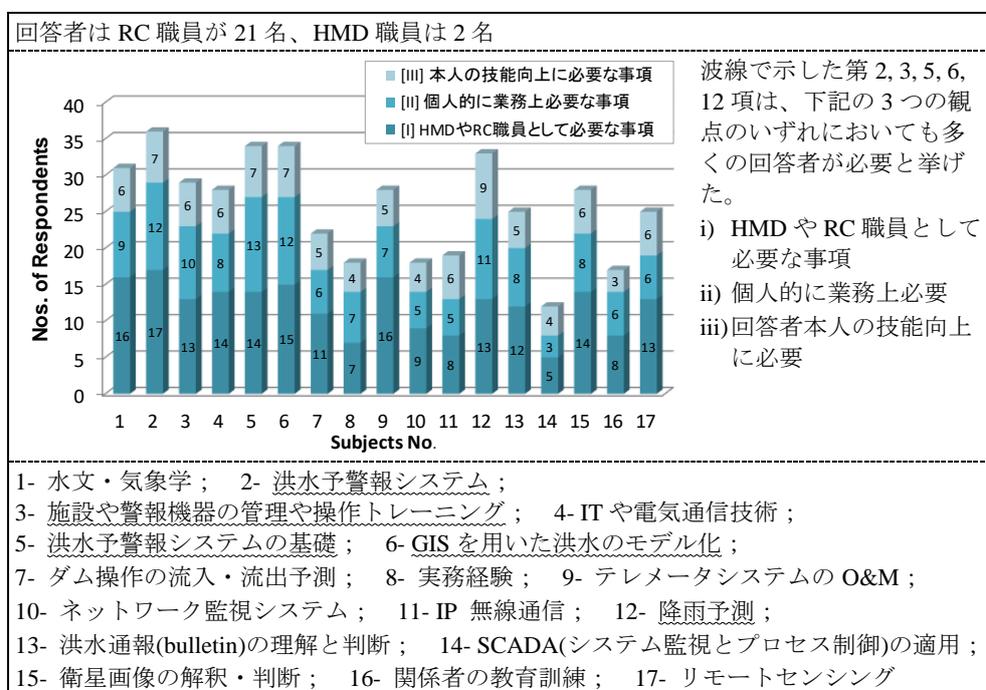
課題
i) 幹部職員、特に RC 長クラスの高齢化が進んでいる（パンパンガ、アグノ、カガヤン）
ii) 幹部職員と若手職員間の年代差が顕著（カガヤン）

c) 職員個人についての一般事項

- 職歴 (PAGASA 内)
- 学歴・教育
- PAGASA 職員として受けたトレーニング
- 現在の職務内容
- 洪水予警報業務に関する知識と自覚：現在の FFWS 運用上の解決・向上させるべき課題への認識；PAGASA 内における FFWS 実施手順や手続きに対する知識や理解；PAGASA の洪水予警報業務実施時の実際の参加・関与；FFWS を実施する効果や利益への理解や知識；PAGASA が FFWS 業務を実施することの関係者や受益者、および他の職員を教育・指導する能力。

質問、回答、評価	
PAGASA が実施する洪水予警報への各職員の一般的な知識	<ul style="list-style-type: none"> • 回答者の 1 人は、自分自身が当該 RC の FFWS を構成する機器について十分な知識を持っていないと回答した。 • 同回答者の関心は、アグノ FFWS の機器の故障検知や修理である。
FFWS 運用上の解決・向上させるべき課題への認識	<p>回答者である関係職員は、現在の FFWS の問題や改善すべき点について比較的高い関心を持っている：</p> <ul style="list-style-type: none"> • システムの老朽化、システムの改良、要員の不足、O&M 強化、など • FFWS 構成機器に関するトレーニング、専門的スキルや知識の向上のためのトレーニングの必要性 <p>しかし、具体的な問題の指摘や、改善・向上のための考えは示されていない。</p>

- PAGASA のより良い洪水予警報業務実施のために必要と考えられる教育や訓練



d) 洪水予警報システムに関連する技術についての PAGASA 職員の能力・意識

- 各人の職務に関するマニュアル/ガイドライン

- 洪水予警報の実施プロセスと情報発信
- 各人職務に対する自己啓発
- 技術業務の実施経験有無：水文観測、観測データの整理と処理、流量観測、河川測量、水文統計、降雨解析、流出解析、水理解析
- マニュアル/ガイドライン

e) HMD の組織・制度強化

組織強化

- 部課の業務実施レベル（能力）
- 強化のための職員新規採用
- キャパシティビルディングと人材開発
- ICT 技術者の養成

組織改編

- HMD の各課（FFWS、HMDAS や HMTS）の現業務と責任分担の評価
- 組織変更と職員間の交流
- RC に関わる組織的問題

マニュアル/ガイドライン

- HMD 業務にかかわるマニュアル/ガイドラインの新規作成と改善
- 既存マニュアル/ガイドラインの有用性と実用性
- 既存マニュアル/ガイドラインの改良計画

全般

- 洪水予警報サービスのために必要なアクションと計画

f) RC の組織・制度強化

組織強化

- RC の業務実施レベル（能力）
- 強化のための職員
- 現在までのキャパシティビルディングと人材開発及び今後の向上のためトレーニング

各 RC で行われたトレーニングや活動	<ul style="list-style-type: none"> • 河川測量のトレーニング（パンパンガ） • 水文的な観点のトレーニング及び実際の観測（パンパンガ） • 水文専門家養成のための気象水文学（カガヤン） • 水位センサーの読み取りや基本的な保守活動（カガヤン・デ・オロ/タゴロアン）
規定レベルあるいは更なる向上を達成するために必要なトレーニングや活動	<ul style="list-style-type: none"> • 電気・機械の保守作業（アグノ） • 水文専門家養成のための気象水文学（カガヤン）

- 技術習得（RC 職員）： 基礎気象学、観測データの記録技術、水位計設置のための測量技術、流量観測技術
- 洪水観測、洪水情報の提供、警報発信といった RC による当該地方レベルの向上

マニュアル/ガイドライン

- RC 業務にかかわるマニュアル/ガイドラインの新規開発と改善
- 既存マニュアル/ガイドラインの有用性と実用性
- 既存マニュアル/ガイドラインの改良計画

(2) 現地再委託調査

カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域での H-Q カーブの作成及び警戒水位の設定に必要なデータを取得するため、1) 河川横断測量、2) 流量観測を現地再委託により実施した。

1) 河川横断測量

河川横断測量は、警戒水位設定対象観測所における量水標設置ならびに河道横断形状の計測を目的として実施した。再委託業務の詳細を以下に示す。

- 再委託契約名： 河川横断測量
- 再委託業者名： Bacala Surveying Office
- 履行期間： 自 2016 年 9 月 20 日 - 至 2016 年 11 月 7 日
- 契約金額： PHP 469,101.00 (税込)
- 選定方法： 指名見積競争

作業項目や仕様等は HMD ならびに MPRSD と確認し、表 2.1.40 の通り設定した。

表 2.1.40 河川横断測量の作業項目

作業項目	概要
(1) ベンチマーク設置	河川横断測量の基準となるベンチマークを設置する。位置と標高は NAMRIA のベンチマークと連結させる。位置は WGS84、標高は Mean Sea Level (MSL) とする。
(2) 水準測量	横断測線の両端に杭を設置する。位置と標高は(1)で設置したベンチマークと連結させる。カガヤン・デ・オロ川流域で 4 地点 (Pelaez Bridge, Cabula Bridge, Uguiaban Bridge, Liboran)、タゴロアン川流域で 2 地点 (Sta. Ana, Dalirig) の計 6 地点を対象に、各地点で 2 測線を設定する。
(3) 河川横断測量	上記測線にて河川横断測量を実施する。
(4) 量水標設置	上記 6 地点に量水標を設置する。流失の恐れがないよう橋脚等の既設構造物への設置や、既往洪水位を包括する高さまで設置するなどに留意する。
(5) 成果品作成	測量成果報告書や測量図面を含むファイナルレポートを作成する。

出典： JICA 専門家チーム

再委託業者からドラフトファイナルレポートを 2016 年 12 月 9 日に、ファイナルレポートを 2017 年 2 月 6 日に受領し、2017 年 2 月 15 日に完了した。

2) 流量観測

流量観測は、警戒水位設定対象観測所の H-Q カーブ作成ならびに更新のために必要な河川水位と流量の関係を把握することを目的として実施した。再委託の詳細を以下に示す。

- 再委託契約名： 流量観測
- 再委託業者名： BRAVO3 Surveying Services

- 履行期間 : 《変更前》 自 2016 年 9 月 20 日 - 至 2018 年 11 月 30 日
《変更後》 自 2016 年 9 月 20 日 - 至 2019 年 1 月 31 日
- 契約金額 : 《変更前》 PHP 2,441,600.00 (税込)
《変更後》 PHP 2,776,480.00 (税込)
- 選定方法 : 指名見積競争

作業項目や仕様等は HMD ならびに MPRSD と確認して設定した。ただし、3 回の契約変更を行った：①Dalirig 観測地点の変更、②河川横断測量の追加、③観測期間の延長。表 2.1.41 に最終変更内容の作業項目を示す。

表 2.1.41 流量観測の作業項目

作業項目	概要
(1) 必要機材の準備	流量観測に必要な機材(流速計、ブリッジクレーン、サウンディングリール等)を準備する。
(2) 流量観測	カガヤン・デ・オロ川流域で 4 地点(Pelaez Bridge, Cabula Bridge, Uguiaban Bridge, Liboran)、タゴロアン川流域で 2 地点(Sta. Ana, Dalirig)の計 6 地点で流量観測を実施する。各地点 3 年間に亘って、雨期に 46 回、乾期に 14 回、合計 60 回の流量観測を実施する。洪水時は浮子法、低水時は流速計により流量観測を行う。
(3) 河川横断測量	2017 年 12 月に発生した台風 Vinta による河床形状変化を把握するため、流量観測を実施している 6 地点で河川横断測量を行う。
(4) 成果品作成	流量観測結果ならびにファイナルレポートを作成する。

出典： JICA 専門家チーム

2018 年 12 月までに 6 地点で合計 360 回の流量観測が実施された。再委託業者から全データおよびファイナルレポートを受領し、業務は 2019 年 1 月 31 日に完了した。

(3) 技術協力成果品

プロジェクト実施を通じて作成した技術協力成果品の構成とそれぞれの想定される使用者を表 2.1.42 に示す。これらの成果品はすべて PWG 活動を通じて専門家チームと CP が協働で作成した。成果品によっては、プロジェクト実施中にドラフト版の仮運用を開始し、使用者のコメントを反映して最終化した。プロジェクト終了後は、PAGASA が更新することが期待される。

表 2.1.42 技術協力成果品の構成

関連成果	技術協力成果品等	承認事項等	想定される使用者
成果 1	1. 洪水予警報体制強化のロードマップ	PAGASA、 JICA と 協議の上決定	HMD
	2. 洪水予警報体制強化の中期計画	PAGASA 承認	HMD
成果 2	3. 気象水文データ標準形式	—	HMD, RFFWCs
	4. 気象水文データ品質管理のための基準	—	HMD, RFFWCs
	5. データベース運営維持管理のための手順書	—	HMD, RFFWCs
	6. 既存洪水予警報システム観測機材・通信機器の修理・改善計画	—	Pampanga / Agno / Cagayan RFFWCs

関連成果	技術協力成果品等	承認事項等	想定される使用者
成果3	7. RC を利用した効率的な地方政府等関連機関への標準的情報伝達方法	—	RFFWCs
	8. 洪水予警報体制のレベルに応じた観測機器配置計画、施設設計、自動観測所から RC へのデータ伝達方法、RC 内の処理システム及び RC と PAGASA HMD 間のデータ通信に関する整備基準	PAGASA 承認	HMD, RFFWCs
	9. RC 運営のためのガイドライン	PAGASA 承認	HMD, RFFWCs
成果4	10. カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域の人材配置計画、観測機器配置計画及び気象水文データ転送計画	PAGASA 承認	Cagayan de Oro / Tagoloan RFFWC
	11. カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川の H-Q カーブ、警戒水位	—	Cagayan de Oro / Tagoloan RFFWC
	12. カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川において観測したデータの品質管理方法	—	Cagayan de Oro / Tagoloan RFFWC
成果5	13. カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域における関連機関との情報伝達方法	DPWH、LDRRMC 等との協議・合意	Cagayan de Oro / Tagoloan RFFWC

出典： 業務実施契約書及び JICA 専門家チーム

2.2 プロジェクトの達成度

2.2.1 プロジェクト成果および指標

最終版 PDM に基づき、プロジェクト成果の 2019 年 6 月時点の達成状況について、指標ごとに表 2.2.1 に整理する。各指標の達成度の詳細は表に続いて以下に記す。

表 2.2.1 プロジェクト成果の達成状況

プロジェクト成果	客観的に検証可能な指標 (OVI)	検証手段	達成度
1. PAGASA HMD の洪水予警報体制の整備計画作成能力が強化される。	1.1 洪水予警報体制強化のロードマップ案および中期計画案が見直され、最終化される。	1-1 プロジェクト報告書、中期計画案・ロードマップ案の有無	達成
2. PAGASA HMD 及び RC における気象水文データの品質管理・保管能力が強化される。	2.1 標準データ方式による気象水文統合データベースが構築・運用される。	2-1 HMD へのインタビュー	達成
	2.2 HMD において、既存 5 ヶ所及びカガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC の気象水文データの品質管理基準が遵守される。	2-2 HMD へのインタビュー、品質管理基準の有無	部分的に達成
3. 洪水予警報体制のレベルに応じた RC の組織体制及び運営ガイドライン、機材・施設の整備基準 (案) が標準化される。	3.1 2 ヶ所以上の RC において洪水予警報体制の各レベルに応じた RC の組織体制及び機材・施設の整備基準 (案) に沿った整備が行われる。	3-1 HMD および各 RC への質問票	達成
	3.2 2 ヶ所以上の RC が RC 運営ガイドラインを遵守している。	3-2 HMD および各 RC への質問票	達成
	3.3 既存 5 流域において地方政府等関連機関への情報伝達方法が合意・実施される (カガヤン・デ・オロ市とタゴロアン市により)。	3-3 HMD への質問票、会議議事録	達成

プロジェクト成果	客観的に検証可能な指標 (OVI)	検証手段	達成度
4. PAGASA HMD のカガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域に対する洪水予警報能力が強化される。	4.1 HMD において、カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川の観測地点における警戒水位が決定される。	4-1 HMD へのインタビュー、警戒水位報告書の有無	達成
	4.2 2ヶ所以上の RC で洪水警報発令訓練が実施される。	4-2 HMD へのインタビュー、活動報告書	部分的に達成
5. カガヤン・デ・オロ／タゴロアン RC の洪水予警報に必要なデータ管理能力が育成される。	5.1 カガヤン・デ・オロ／タゴロアン RC の気象水文データがガイドライン通りの頻度で HMD に送信される。	5-1 カガヤン・デ・オロ／タゴロアン RC へのインタビュー、HMD のデータベース	達成
	5.2 カガヤン・デ・オロ川またはタゴロアン川が警戒水位に達した際に、規定どおりに洪水警報が発出される。	5-2 カガヤン・デ・オロ／タゴロアン RC へのインタビュー、洪水警報発表	達成

出典： JICA 専門家チーム

各指標に対する達成度の評価より、各プロジェクト成果の達成度については以下の通り評価できる。

- プロジェクト成果 1：達成
- プロジェクト成果 2：概ね達成
- プロジェクト成果 3：達成
- プロジェクト成果 4：概ね達成
- プロジェクト成果 5：達成

(1) プロジェクト成果指標 1.1：ロードマップ案および中期計画案

ロードマップと中期計画は、2019年3月、計画対象18流域における PRSD と HMD が進める FFWS 関連プロジェクトや最近の活動、また要員配置・人材育成計画に関する PMP による提案の最終的なレビューをもとに情報が更新され、最終化された。

(2) プロジェクト成果指標 2.1：気象水文統合データベース

上記 2.1.3.2(6)で述べたように、本プロジェクトの活動 2-6 を通して、PAGASA の洪水予警報システムの統合水文気象データベースとして商業的に入手可能なデータベースのソフトウェアである AQUARIUS を使うこととなった。HMD はこのソフトウェアを本プロジェクトが開始した2016年のずっと前から所有していたが、十分には活用していなかった。

この不十分な活用の理由のひとつが、データベースに観測データを定期的にバッチベースで手動でアップする必要があることと考え、AQUARIUS に自動的にデータを付加する各種の方法を検討し、試行した。

統合データベースは標準データ形式(技術協力成果品 No.3 の Standard Hydro-meteorological Data Exchange Format for Flood Forecasting and Warning System で説明) を使って稼働している。

(3) プロジェクト成果指標 2.2：品質管理基準

上記 2.1.3.2(5)で述べたように、本プロジェクトの活動 2-5 を通して、3つの基準が構築された。第1(QMS-1)は観測に係るもの、第2(QMS-2)はリアルタイムデータに係るもの、第3(QMS-3)は保存データに係るものである。QMS-1 はリバーセンターで遵守され

ており、QMS-3 は上記 2.1.3.2(7)で記述したように、本プロジェクトの活動 2-7 を通して HMD で遵守されている。QMC-2 についてはリバーセンターで遵守すべきものであるが、リアルタイムデータの品質管理には AQUARIUS（地方への導入は進んでいない）を必要とするため、まだ実施されていない。

(4) プロジェクト成果指標 3.1 : RC の組織体制及び機材・施設の整備基準

現状のテレメータシステムの問題点について、活動 3-1 にてワーキンググループ会議（HMD、リバーセンター職員及び JICA 専門家で構成）の場で議論し、検討結果を洪水予警報システムの要件として整備基準案に反映した。整備基準の検討段階で、タゴロアン、ダバオ、ブアヤン-マルンゴン、3 河川流域への JICS 資材供与プロジェクトによる洪水予警報システム導入計画が具体化しつつあったので、これら河川流域の洪水予警報システム導入に整備基準の検討成果の適用を試みた。JICS 供与資材とローカル調達資材で構成されるこのような洪水予警報システムでは整備基準の適用が有用である。2016 年に入札仕様策定作業を開始、途中、技術および手続き上のいくつかの課題があったが 2018 年 11 月に工事が完成した。2019 年から実際の運用を開始する。

さらに、カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC 及びダバオ RC にはリバーセンターの洪水予警報業務に専従する職員が配属されている。この 2 つのリバーセンターの職員配置の現状はロードマップで定義した整備レベル 1 に相当すると考えられる。したがって、2 ヶ所のリバーセンターで整備基準に沿った整備が実施されたと言える。

(5) プロジェクト成果指標 3.2 : RC 運営ガイドライン

ガイドラインは 2018 年 2 月に第 2 草案として取り纏められ、既存 11 ヶ所の RC で試験運用が始まった。半年間の試験運用を経て、ガイドラインの遵守状況をチェックリストの形式で測定するためにモニタリングを実施した。

ガイドラインの遵守状況は 5 段階で評価した。すなわち、優(excellent)、良(good)、可(fair)、不可(poor)、および該当なし(not applicable)であり、RC の実際の履行状況に応じた評価である。5 段階で評価した後、必要に応じてその評価理由の説明を記述した。

モニタリング項目はガイドラインの節/小節ごとに設定された。全項目数は表 2.2.2 に示すとおり、48 項目であった。

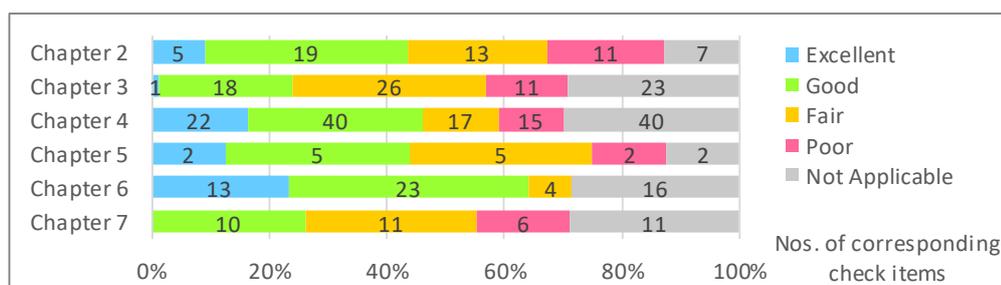
表 2.2.2 章ごとのモニタリング項目数

ガイドラインの章	Chapter 2	Chapter 3	Chapter 4	Chapter 5	Chapter 6	Chapter 7	合計
モニタリング項目数	7	10	17	2	7	5	48

注：第 1 章は導入部分のため、モニタリング項目は設定していない。

出典：JICA 専門家チーム

回答は 7 つの RC から回収された。すなわち、アブラ、カガヤン（2 件分の回答）、タグム-リブガノン、ダバオ、カガヤン・デ・オロ/タゴロアン、パンパンガ、およびビコールである。回答の集計結果を図 2.2.1 に示す。



出典：JICA 専門家チーム

図 2.2.1 ガイドライン遵守に係るチェックリスト結果

モニタリング項目の総数で見ると、項目の26%が該当なし(not applicable)の回答であった。これは回答者に設立されたばかりのRCが含まれていたためである。該当なしの回答を除くと、項目の84%が優(excellent)、良(good)、可(fair)のいずれかであった。特にパンパンガRCおよびカガヤンRCでは、ほぼ全ての回答が優～可であった。

上記の結果は自己評価に基づくものではあるが、2ヶ所以上のRCがRC運営ガイドラインを遵守していると言って差し支えないであろう。

(6) プロジェクト成果指標 3.3：地方政府等関連機関への情報伝達方法

活動 4-4 で実施したカガヤン・デ・オロ川流域およびタゴロアン川流域での洪水警報訓練において、活動 3-2 及び 3-5 にて作成した手順書を用いてその内容を検証した。訓練実施後の協議、提言、質疑応答を通してリバーセンターおよび地方政府機関から有益な教訓が得られた。これらを反映し、「地方政府等関連機関への情報伝達」手順書として技術協力成果品 No.7 および No.13 が最終化された。手順書は HMD および各リバーセンターに配布され、今後、正式に運用される。

(7) プロジェクト成果指標 4.1：警戒水位

上述 2.1.3.4(2)3節に記載の通り、本プロジェクトの活動 4-2 および 5-1 を通して、カガヤン・デ・オロ川およびタゴロアン川の観測地点における警戒水位が決定された。決定した警戒水位は同節の表 2.1.25 に示す。また、その詳細は技術協力成果品 No.11 「カガヤン・デ・オロ川およびタゴロアン川の H-Q 曲線および警戒水位」に取り纏めた。

プロジェクト終了後はカガヤン・デ・オロ/タゴロアンRCが責任を持って、洪水発生後など河川横断形状に著しい変化があったと判断される際に、警戒水位の更新を検討することが期待される。

(8) プロジェクト成果指標 4.2：洪水警報発令訓練

上述 2.1.3.4(4)節に記載の通り、本プロジェクトの活動 4-4 および 5-4 を通して、カガヤン・デ・オロ/タゴロアンRCにおいて洪水警報発令訓練を2回実施した。当初PDMで定められた本プロジェクトの対象流域はカガヤン・デ・オロおよびタゴロアン川流域のみであるため、プロジェクト活動として訓練を実施したRCは1ヶ所のみである。

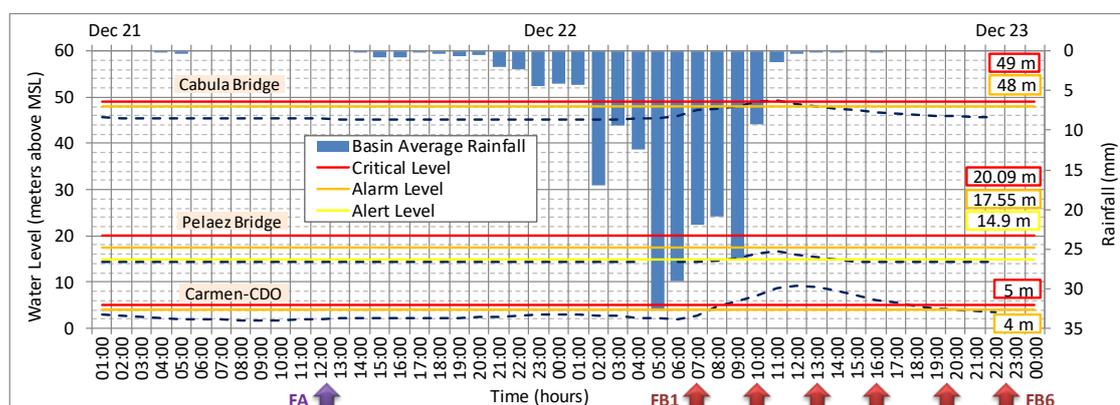
既存 RC に関しては、情報・教育・コミュニケーション(IEC⁴)活動の一環として住民向けの啓発活動などは積極的に実施されているものの、開発パートナーが支援するプロジェクトを除いては、洪水警報発令訓練はこれまでに実施されていない。

(9) プロジェクト成果指標 5.1：気象水文データの HMD への送信

上記 2.1.3.5(2)で述べたように、本プロジェクトの活動 5-2 を通して、Twin Phoenix システムの水文気象データはカガヤン・デ・オロ/タゴロアンリバーセンターから HMD にリアルタイムで送信されている。しかしながら、使われているフォーマットは PUMIS のものであり、HMD の統合データベースである AQUARIUS にアップする前にフォーマットの変換が必要となる。AQUARIUS 取得 API を使った自動の付加は、Twin Phoenix プロジェクトのベンダーによって試験中である。

(10) プロジェクト成果指標 5.2：洪水警報の発出

プロジェクト実施期間中、2017 年 12 月に台風 Vinta がカガヤン・デ・オロ川流域を来襲した。その際、カガヤン・デ・オロ川の 3 ヶ所の観測地点で河川水位が警戒水位に達し、カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC は洪水警報を発出した。図 2.2.2 に示す通り、同 RC は洪水注意報(FA)を 1 回、洪水警報(FB)を 6 回発表し、関係機関へメールおよび Fax で送信した記録が残されている。



出典：カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC

図 2.2.2 台風 Vinta における河川水位上昇に伴う洪水警報発表の状況

事後の関係者へのインタビューにおいて、カガヤン・デ・オロ市 CDRRMC からは、もう少し早く洪水警報を発出して欲しいという要望があったが、流域面積が比較的小さくかつ急峻で洪水流出までの時間が短いという流域特性や、当時の流域モニタリング設備および RC 人員の状況に鑑みると、適切な洪水警報を発出したと言える。

なお、上記の台風対応時には、本プロジェクトの技術協力成果品はまだ作成途中であったことから、規定自体が確定していないものもあったが、今後は各成果品で規定された内容や様式に従うことが求められる。

⁴ IEC (information, education and communication)

また、本プロジェクト終了後、JICA 無償プロジェクトにより導入される観測施設を用いることで、より早く正確に洪水を認識し、より長いリードタイムを提供できるようになることが期待される。

2.2.2 プロジェクト目標および指標

最終版 PDM に基づき、プロジェクト目標の 2019 年 6 月時点の達成状況について、指標ごとに表 2.2.3 に整理する。各指標の達成度の詳細は表に続いて以下に記す。

各指標に対する達成度の評価より、プロジェクト目標の達成度については「達成された」と評価できる。

表 2.2.3 プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標	客観的に検証可能な指標 (OVI)	検証手段	達成度
PAGASA HMD 及び対象 RC における洪水予警報に係る統合データ管理・活用能力が強化される。	1. 洪水予報システム障害から回復するのに要する平均日数が、5 流域 (カガヤン・デ・オロ川、パンパンガ川、アグノ川、カガヤン川、パッシング川-ラグナ湖) において、減少傾向にあることを示している。	1. 気象水文データモニタリング記録	達成
	2. 上記 5 流域の気象水文データの 80%以上が、標準データ形式及び品質管理基準を適用して、統合データベースに保管される。	2. 統合データベース	達成
	3. カガヤン・デ・オロ川流域において洪水予警報が運用される (洪水警報発表の発出)。	3. プロジェクト終了前の技術報告書	達成

出典： JICA 専門家チーム

(1) プロジェクト目標指標 1：洪水予報システム障害からの回復

1) 2019 年 1-3 月の評価

6 月末で本プロジェクトの活動が終了することから、通常、評価期間は 6 ヶ月ごとであるが、2019 年 1~3 月の 3 ヶ月を評価期間としている。後述する理由によりカガヤン川流域については評価するためのデータが入手できなかった。カガヤン・デ・オロ川流域については保守担当者の現場努力もあり減少傾向を示しているが、依然として機材不具合の問題を抱えている。パンパンガ川流域は San Rafael 中継局の不具合が未解決であることから前回と同様、平均故障回復日数は 5 日であった。現在、交換部品の入手待ちである。アグノ川流域は平均故障回復日数が 17 日となり前回より若干ながら増加傾向にある。これは DPWH の橋梁補修工事のため Binalonan 観測局の水位センサーが一時的に取り外されていることによる。アグノ川流域のテレメータシステムそのものは良好に稼働している。パッシング川-ラグナ湖流域については改善が見られるが、洪水予警報システムの状態を今後しばらく継続監視する必要がある。

表 2.2.4 前 2 期間と比較した 2019 年 1~3 月期の評価

流域名	過去 2 期間			今期	傾向
	2018 年 1~6 月	2018 年 7~12 月	平均	2019 年 1~3 月	
カガヤン・デ・オロ川	25 日	18 日	21.5 日	9 日	減少
パンパンガ川	8 日	2 日	5.0 日	5 日	変化なし
アグノ川	16 日	12 日	14.0 日	17 日 ^{*1}	増加

流域名	過去2期間			今期	傾向
	2018年1~6月	2018年7~12月	平均	2019年1~3月	
カガヤン川	31日	164日	97.5日	--*2	(評価不可)
パッシグ川-ラグナ湖	42日	68日	55.0日	24日	減少

注： *1. 今回、評価期間（2019年1月～3月）の母数がゼロ除算となり評価値が得られなかった。そのため例外的に前期間を含め2018年7月～2019年3月の9ヶ月間として計算して得られた値である。

*2. 30年以上稼働してきたテレメータシステムであったが耐用寿命を過ぎて完全に停止した。交換部品の入手はすでに不可能であり修理対応できない。このため指標による評価はできない。

出典：JICA 専門家チーム

カガヤン川流域：

30年以上稼働してきたテレメータシステムであったが耐用寿命を過ぎて修復不能となった。交換部品の入手もできなく修理不可能であるため指標評価もできない。HMSTSは耐用寿命を超過した現在のシステムをドイツ製のシステムに交換する作業を進めている。この新システムは2019年に運用開始の予定である。

2) プロジェクト期間を通しての全体評価

a) プロジェクト目標指標1の評価

2.3(4)節に述べられているように、指標1は「5流域において、洪水予報システム障害から回復するのに要する平均日数が減少傾向にあること」とされる。指標1はプロジェクト目標の達成度を全体的に評価する尺度と定義されている。そこで指標1の数値は下式の通り、5流域すべての観測局の不稼働日数合計を5流域における故障回復回数合計で除算することで得られる。

$$\text{指標1(日)} = \frac{\text{5流域における全観測局の不稼働日数の合計}}{\text{5流域における故障回復回数の合計}}$$

表 2.2.5 に示す通り故障回復に要した日数の平均値は2018年7~12月期から漸減傾向を示している。これは指標1による評価でプロジェクト目標が達成されていることを意味する。

表 2.2.5 プロジェクト期間の評価指標1

項目	2016年 7~12月	2017年 1~6月	2017年 7~12月	2018年 1~6月	2018年 7~12月	2019年 1~6月
不稼働日数の5流域合計 (a)	496日	10,264日	9,672日	8,439日	9,933日	4,031日
故障回復回数の5流域合計 (b)	59回	840回	684回	279回	763回	358回
指標1：平均故障回復日数 (a)÷(b)	8日	12日	14日	30日	13日	11日
傾向	-	-	増加	増加	減少	減少

注： 評価指標1となる平均故障回復日数は、分子・分母とも5流域の合計値を算定してから除算した結果であり、次ページの表 2.2.6 に示す個別流域ごとに算出した数値を平均したものではない。

出典：JICA 専門家チーム

b) 河川流域ごとの評価

パンパンガ川流域はプロジェクト期間全体を通して常に故障回復平均日数が減少傾向にある。その他の流域は時に増加傾向を示す。増加傾向を示す要因については後述する。カガヤン川流域の2018年7~12月は164日と大きな数値を示すが、上表 2.2.5 で13日となるのは、パンパンガ川流域での故障回復回数が多かったためである。

表 2.2.6 個別河川流域の故障回復平均日数

流域名	2016年 7~12月	2017年 1~6月	2017年 7~12月	2018年 1~6月	2018年 7~12月	2019年 1~6月
カガヤン・デ・オロ川	--*1	3日	4日	25日	18日	9日
パンパンガ川	12日	12日	8日	8日	2日	5日
アグノ川	2日	11日	3日	16日	12日	17日
カガヤン川	--*1	9日	63日	31日	164日	--*1
パッシング川-ラグナ湖	--*1	37日	42日	42日	68日	24日

注： *1. 評価に利用可能なデータなし
出典： JICA 専門家チーム

表 2.2.7 個別流域の平均故障修理日数の増減傾向

流域名	2017年 7~12月	2018年 1~6月	2018年 7~12月	2019年 1~6月
カガヤン・デ・オロ川	適用外*1	増加	増加	減少
パンパンガ川	減少	減少	減少	変化なし
アグノ川	減少	増加	増加	増加
カガヤン川	適用外*1	減少	増加	適用外*1
パッシング川-ラグナ湖	適用外*1	増加	増加	増加

注： *1. データなしのため適用外
出典： JICA 専門家チーム

c) 平均故障回復日数の増加傾向要因

◆ 予備品の不足と調達

予備品が無い場合故障修理が間に合わない。予備品の調達には PAGASA 内部での調達手続きが必要となるため時間を要する。調達には1ヶ月程度、外国製の場合3ヶ月以上を要することもある。PAGASA には、故障が発生する前に予備品を確保しておくなど、修理までの時間を短縮させる努力が求められる。

◆ 耐用年数を超過した洪水予警報テレメータシステム

耐用年数を過ぎた洪水予警報テレメータシステムの維持管理は非常に難しい。交換部品がすでに市場に存在しないため修理自体ができないこともある。今後はシステムの耐用年数を見越して更新するような長期的な対応が望ましく、本プロジェクトで策定したロードマップに従って整備することが必要となる。

◆ 人材の不足

現在、テレメータ機材の修理対応は HMTS が担っている。しかし、フィリピン全土の河川流域への洪水予警報システム導入により現状の HMTS 技術職員だけでは機材故障に対応できない。速やかに人員の強化を図るべきである。また、近年、コンピュータネットワーク、リモートセンシング、IoT（物のインターネット）、クラウドコンピューティングなどの新しい技術が導入されつつある。これらの技術を有する技術者の雇用を PAGASA 近代化計画に沿って促進すべきである。

◆ 機材納入業者の修理対応遅れ

HMTS から修理依頼の繰り返し要請にもかかわらず納入業者が迅速に対応しない。新設の洪水予警報システムでこのようなことが多く見られる。契約により納入業者との責任範囲を明確に規定しなければならない。

◆ 不可抗力的要因

屋外に設置されている洪水予警報設備は自然災害により深刻なダメージを受ける場合がある。台風に伴う豪雨で河川に設置した雨量計が流失する。強風でパラボラアンテナが回転してマイクロ通信回線が途絶する。雷害により機材が深刻なダメージを受ける。このような障害からの復旧には保守担当部門の努力にもかかわらず予想以上の時間を要する。

(2) プロジェクト目標指標 2：気象水文データの保存

次の 5 流域の 99 観測所において、2017 年 1 月～2018 年 12 月の期間について評価を行った。データは HMD の統合データベース (AQUARIUS 水文情報システム) に手動、あるいは自動でアップされた。データは AQUARIUS の機能を使って品質管理基準 (QMS-3) に照らして確認された。

表 2.2.8 指標 2 評価の対象観測所

Pampanga			Agno	
Rainfall		Water Level	Rainfall	Water Level
1. Muñoz	11. Arayat	1. Sapang Buho	1. Mt. Ampucao	1. Binalonan
2. Sapang Buho	12. Candaba	2. Mayapyap	2. Binalonan	2. Sta. Maria
3. Calaanan	13. Porac	3. Zaragoza	3. Sta. Maria	3. Carmen
4. Mayapyap	14. Mexico	4. Peñaranda	4. Carmen	4. Tibag
5. Gabaldon	15. San Rafael	5. San Isidro	5. Tibag	5. San Vicente
6. Palali	16. Sasmuan	6. Arayat	6. Camp O'donnell	6. Mapandan
7. Zaragoza	17. Sulipan	7. Candaba	7. San Vicente	7. Sta. Barbara
8. Peñaranda		8. Mexico	8. Maasin	8. Bugallon
9. San Isidro		9. Sasmuan	9. Mapandan	
10. Sibul Spring		10. Sulipan	10. Sta. Barbara	
			11. Bugallon	

Cagayan		Cagayan de Oro	
Rainfall	Water Level	Rainfall	Water Level
1. Gamu	1. Gamu	1. Cosina	1. Basak
2. Maris Dam	2. Maris Dam	2. Dagumbaan	2. Mambuaya
3. Pangal	3. Pangal	3. Imbatug	3. Taguanao
4. Tuguegarao	4. Tuguegarao	4. Kalilangan	4. Tumalaong
5. Tunauni	5. Tunauni	5. Tikalaan	
		6. Mambuaya	

Pasig-Laguna de Bay			
Rainfall		Water Level	
1. Airport (PAGASA)	10. Mt. Aries	1. Burgos	10. Rosario LS
2. Antipolo (AWS)	11. Nangka	2. Fort Santiago	11. San Juan School
3. Antipolo (RR)	12. Napindan-2	3. Marcos Highway	12. San Mateo-1
4. Boso-Boso	13. Pasig City Hall (AWS)	4. Mindanao	13. Sto Nino
5. Cainta	14. Pasig City Hall (RG)	5. Montalban	14. Tumana Bridge
6. Guadenville	15. Port Area Synop (AWS)	6. Napindan-1	15. Nangka
7. La Mesa Dam (AWS)	16. Port Area Synop (RR)	7. Napindan-2	
8. La Mesa Dam (RR)	17. San Mateo-2	8. Pandacan	
9. Marikina Youth Camp	18. Mt. Oro	9. Rosario JS	

出典：PAGASA HMD

保存の割合（パーセント）は次の式で計算した。

$$\frac{\sum (\text{観測所 } i \text{ のデータのうち統合データベースに保存されたデータの月数})}{(\text{観測所数}) * (\text{評価期間の合計月数})} \times 100 (\%)$$

2019年5月末の時点で、2019年1月～2018年12月の期間（24ヶ月）に対するデータ保存割合は92.89%であった。2018年7月末に時系列データベースの命名法が的確に確立されて以後、割合は順調に増加した。ここで留意すべきは、理由は何であれ、例えばテレメータの不具合、センサーの不機能など、データが得られず、データが適当な値で埋められないという最終決定がされたならば、データは「欠測」として保存されるということである。このような「欠測」がある月のデータに含まれていたとしても、的確に評価された月は上式の分子に加えられる。

表 2.2.9 統合データベースにおけるデータ保存

流域名	対象観測所数	データ保存：2017年1月～2018年12月			
		評価対象月数【分母】	保存した月数【分子】	各流域でのデータ保存率	5流域に対する各流域のシェア
カガヤン・デ・オロ川	10	240	210	87.50%	8.84%
パンパンガ川	27	648	594	91.67%	25.00%
アグノ川	19	456	437	95.83%	18.39%
カガヤン川	10	240	240	100.00%	10.10%
パッシング川-ラグナ湖	33	792	726	91.67%	30.56%
合計	99	2,376	2,207	---	92.89%

注：2019年5月現在

出典：PAGAS HMD および JICA 専門家チーム

(3) プロジェクト目標指標3：洪水予警報の運用

本指標は、後述 2.3 節で説明する通り、「洪水警報発表の発出」という文言を補うことで、「洪水予警報が運用される」という状態を明確化した。上述 2.2.1(10)節のプロジェクト成果指標 5.2 に記載の通り、台風 Vinta の事例で判断すると、カガヤン・デ・オロ川流域では適切に洪水警報が発出されている。

しかしながら、発出そのものは運用を評価する最低限の条件であり、発出しているから運用できているとまでは言えない。ここでは、ロードマップ策定時に検討した洪水予警報を構成する7つの要素から洪水予警報の運用を評価する。

洪水予警報の7つの構成要素ならびに2019年6月現在のカガヤン・デ・オロ川流域における状況を表 2.2.10 に概説する。表内のステージの欄は3段階のステージのうち現状に相当するステージを示している（2.1.3.1(2)節の図 2.1.3 参照）。

表 2.2.10 カガヤン・デ・オロ川流域における洪水予警報の状況

No.	洪水予警報の要素	カガヤン・デ・オロ川流域における現状	ステージ
1	観測ネットワーク	流域内の観測ネットワークは2つのプロジェクト（Twin Phoenix および NDMI）によってテレメータ化された。	Stage 2
2	データ管理システム	いくつかの観測所では観測に問題があるものの、部分的なデータが自動的に RC へ保存されている。RC におけるデータ品質の確認作業はデータベースソフトが使えるようになり次第、開始されることになっている。	Stage 1 ～ Stage 2

No.	洪水予警報の要素	カガヤン・デ・オロ川流域における現状	ステージ
3	データ転送システム	テレメトリシステムにより観測所から RC まで自動でデータが転送される。ただし、HMD までの転送はまだ自動化されていない。	Stage 1 ～ Stage 2
4	洪水予測手法	洪水予測は、各観測所の地点データを基に行われている。	Stage 1
5	洪水警報情報の発出	洪水警報の発出を判断するための洪水警戒水位は、本プロジェクト開始時点で 8 ヶ所の観測所で設定されていた。本プロジェクトの活動を通して、4 ヶ所の観測所で追加的に設定された。	Stage 1
6	洪水警報伝達システム	洪水情報・警報は RC から流域内の関係機関までメール、Fax、SMS 等で伝達されている。本プロジェクトでは関係機関とも協議し、その情報伝達方法を文書化した。	Stage 1
7	人材配置・人材育成	2名の水文専門職員が配置されており、カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC の洪水予警報業務に専従している。	Stage 1

出典：JICA 専門家チーム

上表に記載の通り、カガヤン・デ・オロ川流域のために構築された Twin Phoenix や NDMI のシステムでは一部の不具合が解消されない状況であるが、RC 職員は、台風 Vinta 発生時には ASTI が所有していた雨量・水位観測所⁵のデータを閲覧して予警報に活用するなど、あらゆる代替手段を模索し、洪水警報を発信できるよう努力してきた。

まだステージ1の構成要素も多く、今後高度化に向けて改善する余地が大いにあるものの、上記より現状ですべての構成要素が最低要件を満たしており、全体として洪水予警報は運用されていると言える状況にある。

2.3 PDM 修正の変遷

PDM を構成する要素のうち、プロジェクトの進行に伴い修正を施したのは、主にプロジェクト目標の指標、ならびにそれに伴う上位目標の指標である。それ以外の修正は用語や資料名の明確化もしくはインプットの変更であり、添付資料-2 で確認できる内容である。そのため、ここではプロジェクト目標の指標の変遷について記述する。

プロジェクト目標の指標は大きく 3 回変更された。各修正の経緯と内容をそれぞれ以下の(1)～(3)に示し、最終版を(4)に示す。なお、PDM Ver.0 で設定されていたプロジェクト目標の当初指標は以下の通りであった。

- ◆ 指標 1： 既存 5 ヶ所の RC 及びカガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC 管内の気象水文データの X%以上が HMD で受信されている。
- ◆ 指標 2： 既存 5 ヶ所 RC 及びカガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC 管内の気象水文データの X%以上が、標準データ形式および品質管理基準を適用して、統合データベースに保管されている。
- ◆ 指標 3： カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC において洪水予警報の運用が開始される。

(1) 第 3 回 JCC における変更

第 3 回 JCC にて、指標の変更と目標値の提案を行い、引き続き検討・協議を行うことを条件に合意された。同 JCC で討議した指標の変更理由と目標値（案）は表 2.3.1 に示す通りである。

⁵ その後 ASTI の観測所は PAGASA へ移管された。

表 2.3.1 プロジェクト目標指標の変更経緯 (第3回 JCC 時)

提案した指標変更案	変更の要点と理由
指標 1: 既存 5ヶ所の RC 及びカガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC 管内の気象水文観測システムが故障回復に要する平均時間(MTTR)*1 の 30%以上が減少改善する。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 当初の指標 1 の代わりに新たに導入された。これは、本プロジェクトは、既設のモニタリング機器の更新や修理を含んでいないため、データ取得率の直接的な向上に貢献することが難しいからである。誤作動の原因となる要因を解消することにより重点を置く必要がある。 ▶ この指標の導入によって、RC の努力が、より量的に評価可能となる。
指標 2: 既存 5ヶ所の RC 及びカガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC 管内における 80%*2 以上の気象水文データが、プロジェクトで提案する標準データ形式および品質管理基準を適用した上で統合データベースに保管される。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 目標値を定めた。 ▶ 表現中に「標準データ形式および品質管理基準を適用」を加えた。
指標 3: カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域で、洪水被害リスクを勘案した洪水警戒水位が設定される。	▶ 新たに指標 3 として提案され、当初の指標 3 は指標 4 とした。
指標 4: カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC において洪水予警報の運用が開始される。	▶ 当初の指標 3 からの変更なし。

備考: *1. MTTR の定義は、システムが故障した場合のそれぞれの回復日数の合計値を故障件数で除した値。

$$*2. \text{パーセンテージ (\%)} = \frac{\text{データベースに保存された合計データ数}}{\text{合計観測所数} \times 2017 \text{年} 1 \text{月} 1 \text{日以降の日数} \times 1 \text{日の観測回数}} \times 100$$

出典: JICA 専門家チーム

(2) 第4回 JCC における変更

第3回 JCC の合意に基づいてさらに検討を行った。その結果、指標 1 を改善すること、および第3回 JCC 時に導入した新規の指標 3 を取りやめることが表 2.3.2 の通り提案された。この提案が第4回 JCC において合意された。

表 2.3.2 プロジェクト目標指標の変更結果 (第4回 JCC 時)

第4回 JCC で提案された指標	第4回 JCC における変更の理由
指標 1 (変更): FFW システム障害から回復するのに要する平均日数が、既存 5ヶ所の RC 及びカガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC 管内で減少傾向にあることを示している。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ MTTR の概念に変わりはないが、より明確な定義と理解が得られるような用語とした。 ▶ 30%以上とするなら技術的な理由がない。量的な評価はしないこととする。 ▶ 以上の理由により、左記の変更指標 1 を「指標 1」として採用する。
指標 2	変更なし
指標 3: カガヤン・デ・オロ川及びタゴロアン川流域で、洪水被害リスクを勘案した洪水警戒水位が設定される。	▶ この指標内容は、プロジェクトの目的というよりは、プロジェクト活動の一つと考えられる他ので、指標から外す。
指標 4	指標内容には変更ないが、改めて指標 3 となる。

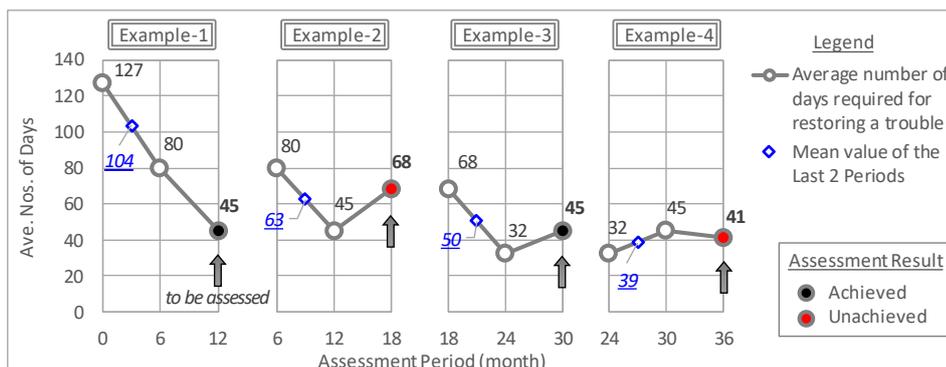
注: 1. MTTR の代わりにとしての「日数」の計算方法は第3回 JCC で提示した方法から変更しない。

2. 指標 1 の評価方法を変更した:

1) 評価は、それぞれの RC において 6ヶ月ごとに行う。

2) 減少傾向とは、図 2.3.1 の Example-1/-3 のように前 2 期間の平均値より当該期間の値が下回る状態をいう。

出典: JICA 専門家チーム



出典： JICA 専門家チーム

図 2.3.1 指標 1 において減少傾向を示すケースのイメージ

(3) 第 6 回 JCC における変更

2018 年 1 月の第 5 回 JCC において中間レビューチームの提言を受け、再度指標の変更を検討した。変更案は第 6 回 JCC で表 2.3.3 の通り提案され、了承された。

表 2.3.3 プロジェクト目標指標の変更結果 (第 6 回 JCC 時)

第 6 回 JCC で提案された指標	第 6 回 JCC における変更の理由
<p>指標 1: 洪水予報システム障害から回復するのに要する平均日数が、5 流域 (カガヤン・デ・オロ川、パンパンガ川、アグノ川、カガヤン川、パッシグ川-ラグナ湖) において、減少傾向にあることを示している。</p>	<p>➢ RC ごとの評価ではなく、流域ごとに評価することとした。</p> <p>➢ 対象を実現可能な範囲に限定した。ピコール川流域のリハビリプロジェクトおよびタゴロアン川流域の JICS 機材設置の完成がいずれも遅れた。この 2 流域ではプロジェクト終了時点までに効果の発現は期待できないため、対象から外すこととした。</p>
<p>指標 2: 上記 5 流域の気象水文データの 80% 以上が、標準データ形式及び品質管理基準を適用して、統合データベースに保管される。</p>	
<p>指標 3: カガヤン・デ・オロ川流域において洪水予報が運用される (洪水警報発表の発出)。</p>	

注：波線部は変更箇所を示す。

出典：JICA 専門家チーム

(4) プロジェクト目標の指標の最終版

PDM Ver.5 で最終化されたプロジェクト目標の指標は以下の通りである。

- ◆ 指標 1： 洪水予報システム障害から回復するのに要する平均日数が、5 流域 (カガヤン・デ・オロ川、パンパンガ川、アグノ川、カガヤン川、パッシグ川-ラグナ湖) において、減少傾向にあることを示している。
- ◆ 指標 2： 上記 5 流域の気象水文データの 80% 以上が、標準データ形式及び品質管理基準を適用して、統合データベースに保管される。
- ◆ 指標 3： カガヤン・デ・オロ川流域において洪水予報が運用される (洪水警報発表の発出)。

第3章 合同レビューの結果

3.1 DAC 評価基準に基づいたレビューの結果

プロジェクト最終段階で、OECD 開発委員会 (OECD/DAC) が発行した「開発支援の評価基準」を主に参照して作成された「プロジェクト評価ガイドライン Ver.2 (2014)、国際協力機構」と「プロジェクト評価のためのハンドブック Ver.1.1 (2016)、国際協力機構」に準拠し、専門家チームと PAGASA のプロジェクト関係者により合同でレビューを行った。評価は、OECD/DAC が適用する 5 つの基準、つまり(1)妥当性、(2)有効性、(3)効率性、(4)インパクト、(5)持続性、の視点から行われた。

結果的に、5 つの基準から見た本プロジェクトの状況は以下のとおりである。

(1) 妥当性

プロジェクトの枠組みは日本のフィリピンに対する国別援助方針 (2012 年 4 月) に合致している。さらに、プロジェクトが計画した成果は、PAGASA 近代化計画 (2017-2019) に照らして妥当なものである。プロジェクト活動は、プロジェクトの主たる目標の一つでありかつ、PMP の主たる目標でもある 18 主要流域の洪水予警報サービスの強化である。

さらに、カガヤン・デ・オロ川流域を襲った一連の最近の台風により、洪水リスク管理計画の策定は喫緊の課題となっている。このような状況下、本プロジェクトは、関連性が高く、時機を得ていると言える。

本プロジェクトは、以下に示すカガヤン・デ・オロ川流域の他の JICA プロジェクトとのシナジー効果が期待されている。JICA は、カガヤン・デ・オロ川流域で関連プロジェクト、円借款案件「カガヤン・デ・オロ川洪水管理プロジェクト」を実施中である。フィリピン政府の要請に応え、日本政府は洪水管理プロジェクト (カガヤン・デ・オロ川流域) の協力準備調査を通じて、2014 年にマスタープラン策定の支援を行った。円借款プロジェクト「カガヤン・デ・オロ川洪水管理プロジェクト (2015)」に加え、無償資金協力案件「カガヤン・デ・オロ川洪水予警報システム開発プロジェクト」の 2019 年開始が期待されている。これらの有効な実施とシナジー効果の発揮のために情報共有が重要である。

i) 円借款プロジェクト

- 案件名 : 洪水管理プロジェクト (カガヤン・デ・オロ川流域)
- 借款契約調印 : 2015 年 3 月 26 日
- 目的 : プロジェクトの目的は、洪水防御対策工の建設を通じてカガヤン・デ・オロ川流域における洪水リスクを軽減することである。それによって、流域内の持続性のある安定した経済発展に貢献すること。

ii) 無償資金協力プロジェクト

- 案件名 : カガヤン・デ・オロ川流域洪水予警報システム改善計画
- プロジェクト位置 : カガヤン・デ・オロ川流域
- 目的 : フィリピン国北部ミンダナオに位置するカガヤン・デ・オロ川流域において洪水予警報システムの設置により洪水被害を軽減し、安定した経済発展に寄与すること

- ・ 状況 : 2018年3月、準備調査が完了した。2019年6月までにプロジェクト実施のための各種手続きが進行中である。

さらに、本プロジェクトは、災害リスク軽減のための仙台行動枠組みの四つの優先的な行動の一つである「災害リスクを理解する」点に、貢献する。

(2) 有効性

PAGASA HMD と対象リバーセンターによる FFWS のための統合データ管理・活用に関する能力は、本プロジェクトの実施を通じて一貫して強化された。特に、データ管理の強化に関しては、洪水予警報に活用されるデータの品質確保に求められる日常業務の中の具体的アクションが、ガイドラインや標準の形式で明確に定義された。PWG-B の活動を通じて、カウンターパートの技術と知識は確実に向上した。

さらには、PWG-B では、テレメータシステムの標準設計に関する技術移転を行った。カウンターパートは、JICA 専門家から必要不可欠な知識を自発的に習得し蓄積することができた。

(3) 効率性

活動の時期、量、質とも適切であり、すべての活動結果は、技術協力成果品を含む成果を意図した通り生み出すために十分に有効に使用された。事実、成果1から成果5に関連するほとんどの活動は、計画通り完了した。しかしながら、活動対象流域における3つ要素（カガヤン・デ・オロ川流域の既存観測システム修復、タゴロアン流域の観測システム設置、エル・サルバドル市のリバーセンター建屋建設）は、本プロジェクト実施中に改善されたものの、これらがより早い段階で改善されていればより活動の効率性が高まったと考えられる。3要素の内容は、3.2節に詳述する。

(4) インパクト

プロジェクトを通じて作成された様々な成果品は、プロジェクトの活動対象流域を超え、主要流域のリバーセンターに導入される予定である。一方、対象流域とHMDで蓄積された経験は、将来的には他流域にも活かされるべきと考えられる。

さらに、HMD と PRSD は、「河川洪水予警報センター会議/ ワークショップ」を2017年から2019年まで、本プロジェクトの実施期間と同時期に3ヶ年連続で開催した。会議の目的は、「リバーセンター（HMD の FFWS 課を含む）の、(1)洪水予警報、及び(2)データ収集、編集、管理、に関する遂行能力を強化すること」であり、PAGASA 自身の予算により企画された行事である。今後、毎年開催される事が PAGASA 内で承認された。至近の会合は、2019年6月4日から6日にかけて、Aurora 州 Baler 市で開催された。

この事実は、本プロジェクトの波及効果の一つとして捉えることができ、従って、本プロジェクトは、顕著な肯定的なインパクトがあったと考えられる。

(5) 持続性

プロジェクトの持続性は、政策面、組織面、財政面、技術面から見て全般的に保障されうるものと期待される。特に、3つのPWGで行われたプロジェクト活動から見ると、それ

らの活動は継続的に実施され、プロジェクト成果は十分満足すべきものと言える。しかしながら、特に、より高度なステージ2やステージ3を目指した洪水予警報サービスの向上は、ロードマップに基づく十分な技術と知識を持った要員の配置に深く依存している。さらに、要員配置・人材育成計画の視点からは、PMPの早期実行が重要であり、PMPの延長線上にロードマップがある。さらには、中期計画の実施のためには、PMP以外の財政措置が求められる。

3.2 プロジェクトの実施と成果に影響を及ぼした主要因

(1) PMPの全面的な実施

PAGASA近代化プログラムは、PAGASAによる3ヶ年の実施プログラム(2017-2019)を示したPAGASA近代化法を実現するために作成されたもので、PAGASAの組織構造に深く関与している。しかしながら、DBMの承認を得るまでに長時間を要している。事実、PMPはHMDによるFFWS/FFWSDOの運営に影響を与えている。特に、リバーセンターへの要員配置は、新しい職位に対する予算がPMPによって承認されるかに依存している。従って、リバーセンターにおける洪水予警報サービスの運営と向上に影響を及ぼすこととなる。

(2) カガヤン・デ・オロ川流域の既存観測システム

カガヤン・デ・オロ流域の観測機器とシステムに関し繰り返される故障は、水文・気象データの質だけでなくデータ収集にも影響を及ぼしている。ミンダナオPRSDは2018年1月の中間レビュー以降、HMDのHMTSと協力し、故障している機器の復旧作業を継続しているが、現地の観測データは、ミンダナオPRSDまで正確に転送されてない。中間レビューを通じ、PAGASAとJICA専門家チームは、厳しい現況とシステムの早期復旧の重要性に関する認識を共有した。しかしながら、Twin PhoenixとNDMIの既存観測システムの双方にまだ以下の問題がある。

- 1) 2019年5月時点で、バッテリーや太陽電池制御装置の交換によって、Twin Phoenixの観測所3ヶ所(Cosina、Tikalan、Tumalaong)の状況は改善したが、2ヶ所(MambuayaとTal-uban)からはミンダナオPRSDにデータがきちんと送信されていない。
- 2) 2019年5月時点で、NDMIの観測所のリアルタイムデータは、NDMIのフラッシュフラッド早期警戒システム(Flash Flood Alert System: FFAS)画面の不具合からミンダナオPRSD及びカガヤン・デ・オロ市災害リスク軽減管理委員会、双方で見られなくなっている。この問題は、2017年7月のモニタリングシートVer.3で初めて報告されたが、依然として解決されていない。

(3) タゴロアン川流域の観測システム

PAGASAはタゴロアン流域に自動観測テレメータシステムの設置を計画したが、契約手続き等により、当初予定よりも遅れ、2018年11月に観測機器の設置が完了し、2019年に運用を開始した。技術的な面で一部課題が残っているためシステムの全面的な稼働に向けてPAGASAが対応中である。

(4) エル・サルバドル市のリバーセンター建屋の建設

PAGASA が進めているリバーセンター建屋の建設は、モニタリングシートに記述した通り紆余曲折の後に 2018 年 9 月に開始された。2018 年 8 月時点のモニタリングシート Ver.5 では、2019 年 2 月の完成と予定された。実際は、建屋の工事は 2019 年 5 月に完成したが、コンピュータやその他機器のための電気回線の工事を含み、壁の塗装、屋根や床の最終仕上げがまだ完成していない。

(5) ミンダナオの治安状況

ミンダナオの治安状況は改善されていない。対象流域における日本人専門家による洪水警報発出・伝達訓練や PWG メンバーによる流量観測のトレーニングは、制限を受けたものの、最低限の目的は達成できた（規定された成果品は作成完了した）。

3.3 プロジェクトリスク管理の結果に関する評価

プロジェクト目標を達成する上で、プロジェクトリスクを特定するために PDM 上で、3 つの外部条件が記載された。それらの評価結果は以下のとおりである。

1) リバーセンターの段階的開発のための必要予算の確保

プロジェクトの実施と並行して、HMD は PRSD と協力し、PAGASA 資金により観測所の設置と強化を含むリバーセンタープロジェクトと最適化プロジェクト（実施中）を進めてきた。さらに、HMD は、JICA や ICHARM が主催する洪水予警報に関する水文・数値モデルの訓練やワークショップに積極的にスタッフを派遣してきた。この予算配分は、プロジェクト目標の達成に向けて、リバーセンターの段階的開発に積極的に貢献していると見られる。

2) 既設リバーセンターの運営・維持のための必要予算の確保

PAGASA は、既設 FFWS で不具合のある機器の修復を継続して行ってきたが、予算不足のため、カガヤン、アグノ、パンパンガ川流域の観測機器のいくつかの故障は修復できず残っている。従って、既設 FFWS の修繕とリハビリは、ロードマップや中期計画の実施を通じて、優先的に行う必要がある。

3) プロジェクトで訓練されたカウンターパートの他職務への異動

2018 年 1 月、中間レビューによる提案に従い、PAGASA は PWG の職員を直ちに見直した。その結果、9 名の職員が追加され、プロジェクト活動を強化するために合計で 41 名が指名された。その後、数名の職員が他事務所へ移動となり PWG から離れざるを得なかったが、ほとんどの職員はもともとの職務に残り、プロジェクト活動を継続した。

4) 治安状況の顕著な悪化

2017 年から 2019 年までのプロジェクト実施期間中、特にミンダナオ島では、例えば、2016 年 9 月のダバオ市内夜間マーケットにおける大規模な爆破や、2017 年 4 月のラナオ・デル・スール州マラウィ市における重武装勢力による襲撃やイスラムグループによる一時的な占拠など、極端に先進的な宗教勢力のテロにより対象地域の治安状況

にも悪化が見られた。事実、ミンダナオの安全維持のために大統領は戒厳令を宣告した。カガヤン・デ・オロ市の外部におけるプロジェクトの現場活動が禁止されたが、慎重な管理と JICA フィリピン事務所との連携を通じてプロジェクト成果の質は確保することができた。

結論として、プロジェクトのリスク管理は適切に実施され、プロジェクト開始時に予見されたリスクがプロジェクトに深刻な影響を及ぼす事はなかった。

ここまで 3.1 節から 3.3 節までの評価結果に基づき、今後 PAGASA 側に求められる必要アクションを、「4.3 節 フィリピン側に対する提言」としてまとめて記載した。

3.4 教訓

3.4.1 全活動共通の課題・工夫・教訓

(1) PWG による CP との協働

課題： 大勢の CP メンバーの中の 1 人という位置付けでプロジェクトに関与しているだけでは、CP 各人が主体的にプロジェクト活動に参画することが難しく、効果的な技術移転が図れない。

工夫： 専門分野ごとに CP メンバーおよび専門家メンバーをグループ化し、3つのプロジェクト・ワーキンググループ (PWG-A、B、C) を立ち上げた。定期的に各 PWG 会議を開催し、PWG メンバーの協働により情報収集・検討・成果作成・協議・発表等を分担しながら行うことで能力強化を図れるようにした。

教訓： 定期的な会合や情報共有により PWG 内のプロジェクト活動を活性化することができた。しかし、CP メンバーは自分が所属する PWG に関連する活動だけに注意や興味が行きがちだった。従って、合同 PWG 会議など、何らかの横断的な活動も実施すべきである。

(2) 対象地域住民に向けた広報活動

課題： 広報手段の 1 つであるプロジェクトブリーフノートはプロジェクト関係者向けに作成された資料であるため、読み手にはある程度の専門的知識が求められる。一方で、洪水予警報の情報の最終受信者は地域住民であり、専門知識がなくてもプロジェクト概要や PAGASA が運用する洪水予警報システムを理解してもらう必要があった。

工夫： プロジェクトブリーフノートに加え、ポスターならびにリーフレットを作成し、カガヤン・デ・オロ/タゴロアン RC、地方政府等関連機関へ配付、掲示した。資料作成では、一般住民にも分かりやすい表現やイラストの多用を心掛けるとともに、対象流域で広く使用されているビサヤ語にも翻訳した。

教訓： 地域住民にプロジェクト成果や活動を説明する際には、視覚的な資料は非常に有効である。さらに、対象流域の人々の間で広く使われている方言がある場合は、資料はこの言語を使って作成した方がいい。

(3) プロジェクト目標に係る評価指標の設定

課題：本プロジェクトには観測機器の機材供与・修復が含まれないため、機器故障に伴うデータ欠損を克服することはできず、プロジェクト活動を実施しても、当初PDMで設定されていた「データ取得率を向上させる」指標について目標を達成することは困難である。

工夫：プロジェクト活動を通してPAGASA 職員の行動の改善・努力を促し、その行動を評価できる指標を設定する方針とした。データ欠測（Downtime）の原因を取り除く行動に着目し、データ取得回復までに要する時間を評価する指標へと修正した。

教訓：PAGASA 自身が自助努力の結果としての指標を継続的にモニタリングすることによって、如何に観測機器の維持管理を計画的、効率的に実施すべきか、工夫を促すことができる。

(4) 現地再委託業務への地元業者の積極採用

課題：対象流域はミンダナオ島に位置するため、円滑な進捗管理や指示の徹底に懸念があった。

工夫：PAGASA MPRSD の実績だけでなく DPWH など他機関での類似調査の実績や評判をも調査し、できるだけ対象流域の状況に精通した信頼できる地元業者を特定しショートリストを作成、選定した。

教訓：今後、同様な調査を実施する際には、今回の経験を活かすことができる。また、ミンダナオ島内他流域での調査でも、経験を積んだ地元業者を選定できる可能性が増す。

(5) プロジェクト活動と本邦研修各要素の関連付け

課題：研修員それぞれが日頃担当する業務へ、本邦研修の成果が有効にフィードバックされることが期待されている。

工夫：本邦研修の形態（講義、視察、実習など）が偏らないようにテーマや訪問先を選定し、特にプロジェクト活動との関連性に配慮した。また、プロジェクト関係者（専門家）が必ず研修員に帯同し、（訪問時、先方機関の返答や説明にフィリピンの状況に照らした説明を適宜補足するなど）理解浸透への協力を積極的に展開した。

教訓：プロジェクトの内容や実施機関の状況に精通した担当者が研修プログラムに積極的に関与することによって、研修活動のインパクトや研修員の理解度を増進させることが期待できる。

(6) セミナーのプログラム内容

課題：プロジェクト実施期間中に8回のJCC会議と3回のセミナーが実施された。セミナーではJCCよりも幅広い参加者を招待することになっているが、参加者の多くが重なることから、プログラム内容についてJCCと差別化を図る必要があった。

工夫：セミナーでは特定のテーマを設定し、プロジェクト活動の報告の他にテーマに沿ったプレゼンテーションをプログラムに組み込むようにした。発表者はプロジェ

クト関係者のみでなく、リソースパーソンを外部から招聘するなど、参加者が新しいインプットを得られるようにした。

教訓：セミナーの目的に沿った技術移転を語る上で、CPの興味を繋ぐために、対象国内で、同じ技術領域で経験のある人物をリソースパーソンとして選定すべきである。

(7) ミンダナオ地域のCPの巻き込み

課題：CPメンバーはPAGASA本部のあるマニラとプロジェクト対象流域であるミンダナオに分散しており、遠隔地でプロジェクト活動を進める必要があった。

工夫：PWG会議開催時にはテレビ会議を実施しミンダナオのメンバーにも協議に参加してもらうよう配慮した。また、JCC・セミナー開催時にミンダナオのメンバーもマニラに集結するため、そのタイミングに合わせてPWG会議を設定した。

教訓：上記の工夫により改善傾向は見られるものの、セミナーやJCC会議へのミンダナオ島メンバーの参加率が悪いため（所属事務所の財政事情もある）、メンバーやその上司を含めてHMD指導によるオーナーシップ形成やPAGASA内のプロジェクトの優先度向上などの対策が必要である。

3.4.2 個別活動における課題・工夫・教訓

(1) 気象・水文観測施設のID番号の体系化

課題：同一流域内で、複数ドナーによるプロジェクトの観測所がすでに設置され、今後その傾向が強まり効率的なデータ管理がこれまで以上に困難になりつつある。

工夫：CPとともにPAGASAが管理するすべての観測所を、流域ごと、種類ごとにID番号を体系化し、リストを作成した。その上でGIS Map上に掲載できるようにした。

教訓：標準化のルールを作成したことによって、今後観測システムが新設されてもPAGASA自身で適用、整備できるようになった。

(2) ロードマップ（案）作成におけるオーナーシップ意識の醸成

課題：ロードマップ（案）は全18流域の作成が必要とされ、膨大な作業量となる懸念があり、作業の効率性が求められた。

工夫：PWG-Aのメンバー8名に加え、PWG以外のRFFWC及びHMDの非PWGメンバーにも応援を依頼し、流域ごとの担当者を決めた上で、並行作業で検討を進め、時間短縮と負担の分散化を図った。

教訓：各担当者とも担当作業が重なり非常に忙しく、ほとんどが大幅な超過時間が必要となった。しかし一方で、段階的な開発構想や開発レベルごとの目標設定、担当流域の現状に関する理解が深まり、オーナーシップの醸成につながると期待される。

(3) 統合データベースの構築

課題：既存の洪水予警報システムの観測データは様々な形式でHMDに配信されている。将来的にはリバーセンターにAQUARIUSが配備されてHMDのAQUARIUSとリンクし、データの統合が行われるが、リバーセンターへのAQUARIUSの配備を待っているのは、HMDでのデータ統合が進まない。

工夫：各洪水予警報システムで使われているデータ形式を変えずに、HMDのAQUARIUSに取り込む段階でデータ変換する仕組みを採用した。

教訓：標準データ形式を作成して統合データベースの入れ物を作れば、容易に既存のシステムのデータが統合されるという想定は机上の空論である。既存のシステムを稼働させながら時間をかけて一つのシステムに統合させるプロセスをプロジェクトの構想段階から組み込む必要がある。

(4) ミンダナオ島の戒厳令による活動制限への対応

課題：ミンダナオ島の戒厳令（2017年5月発令）により、日本人専門家はカガヤン・デ・オロ市内の活動のみに制限され、市外における関係機関との協議や流量観測の監理ができない状況である。

工夫：カガヤン・デ・オロ滞在中は、MPRSDスタッフや再委託業者と入念な打ち合わせを実施している。また、市外での活動は現地傭人に対応させている。

教訓：日本人専門家が市外で活動しなければ当初の目的が的確かつ迅速に達成できない場合もあり、戒厳令ならびに活動制限の早期解除が望まれる。

(5) 洪水予警報に関する新技術への対応

課題：地上デジタル放送を利用した避難警報（EWBS）、携帯網を利用した緊急避難メール（MEAS）などフィリピンで新しく導入されるインフラについてCPの理解が不足している。今後、PAGASAの洪水予警報活動とこれらの新技術がどのように係わるのかについて正しく理解しなければならない。

工夫：ワーキンググループ会議で新技術に関するプレゼンテーションを実施した。また、JCC会議など他機関も出席する会議において啓発活動としてプレゼンテーションを実施した。

(6) リバーセンターの要員配置計画

課題：整備後のリバーセンターが持つべき洪水予警報、データ管理、通信ネットワーク、水文観測・解析といった諸機能を果たしていくために、リバーセンターにおいては、適切な要員配置が必須である。また、ベースライン調査で明らかになった、現在のRFFWC要員だけでは十分なO&Mや故障修復などが行えないという状況や、既存リバーセンターにおける現要員の高齢化に対応した後継要員の育成も計画立案上で重要な視点である。

工夫：リバーセンターの整備ステージに即した段階的要員配置計画では、新リバーセンターにおいては、実現可能な育成・配置となるよう考慮し、既設のリバーセンターにおいては、新規要員拡充だけでなく、後継育成に必要な時間も念頭に入れた持続的な計画作成が必須であった。

第4章 プロジェクト終了後の上位目標達成に向けて

4.1 上位目標の達成見込み

上位目標は、以下の通り設定された：「PAGASA 全体の洪水予警報に係る統合データ管理・活用能力が向上する」。

4 つの評価指標による評価を通じて、上位目標の達成見通しは以下の通り分析できる。

OVI-1. 5 流域を対象とするプロジェクト目標の OVI-1 に関する現状は、2.2.2(1)節にそれぞれの背景を説明した。結果として、5 流域全体としてのプロジェクト目標は達成できた。尚、それぞれの OVI-1 の改善が下記の通り予測できる。

◆ カガヤン・デ・オロ川及びパシッグ川-ラグナ湖

OVI の数値改善には、継続的な機器の維持管理とデータ管理担当者の能力強化が必要不可欠である。

◆ パンパンガ川

PAGASA 内の予算配分を通じて、現場のデータを回収するためブラカン州に位置するサン・ラファエル中継局が早期に復旧することが望まれる。

◆ アグノ川

パンタル-シノカラン川のビナロナン水位観測所（アグノ川の派川）は DPWH による橋梁リハビリ工事による妨害で、一時的に観測を中断している。建設工事が終了後、ビナロナン水位観測所を復旧し観測を再開する予定である。これにより、OVI-1 は改善される見通しである。

◆ カガヤン川

カガヤン川では、1982 年に日本政府の支援で設置されたテレメータシステムが老朽化し基本的に更新が必要となっている。

一方で、テレメータシステムによる観測ネットワークの設置は、2018 年末までに 6 流域で完了した。つまり、ビコール川、アブラ川、ハラウル川、タゴロアン川、ダバオ川、タグム-リブガノン川である。従って、2019 年 1 月から 6 月まで、あるいは同年 7 月から 12 月までの OVI-1 の初期値が、同様の手法で算定できる見通しである。

これから見る通り、プロジェクトで作成された運営ガイドラインや他の技術協力成果品に従い、PAGASA により復旧作業が適切に実施されれば、OVI-1 の減少傾向を達成する確率はかなり高いと見られる。

OVI-2. アーカイブデータのための品質管理基準（QMS-3）は、AQUARIUS-HIS の機能を利用し 5 流域（カガヤン川、アグノ川、パンパンガ川、パシッグ川-ラグナ湖、カガヤン・デ・オロ川）で適用されている。プロジェクト実施期間中、上記の河川流域以外で、リアルタイムデータの転送メカニズムの導入が進みつつあった。その一つが、ビコール川流域のウェブサービス（SOAP/WSDL/XML）の利用が完了をみたことである。もし、プロジェクト完了後、QMS-1 に記載した通り、現地で記録されているロガーデータの定期的な回収が、各リバーセンターの責任の一つと定義されれば、品質管理基準が適用され、他流域でも管理基準が適用され水文データの品質管理が適正に行われる可能性は高い。

OVI-3. 主要流域でリアルタイムデータの転送が達成できた後も、これらの流域では観測データの欠損を補間するため、ロガーデータを定期的に回収しチェックすべきである。HMD が、80%の数値目標を達成し、統合データベース上で品質管理を効率的に実施するためには、すべてのリバーセンターからデータを収集し、統合データベースにアップロードするよりは、まずリバーセンターのローカルデータベース上にロガーデータを登録し、その後 HMD の統合データベースに転送する。リアルタイムデータの品質管理 (QMS-2) は、ローカルデータベース上でリバーセンターが実施することが、効率的なデータ管理のために必要不可欠である。ロガーデータの処理に関する適切な責任分担とリバーセンターへの AQUARIUS HIS の導入は、評価指標を達成するための要件である。

OVI-4. ロードマップ及び中期計画が PAGASA の中で認知され、実施のための予算が承認されれば、本上位目標が達成される可能性は高い。特に、ダバオ川、ハラウル川、アブラ川流域のような新規に設立されるリバーセンターでは洪水予警報の運営のための職員の配置を急ぐ必要がある。PMP の実施と職責を付与しつつ要員配置を急がなければならない。さらに、リバーセンターと HMD はそれぞれの流域特性に見合うよう運営ガイドラインをしつらえ直し、適用する必要がある。

上述した状況から、PDM に基づく上位目標の達成見通しについては、「条件付きで達成される見込みである」と考えた。各 OVI の将来の見通しを表 4.1.1 に整理する。

表 4.1.1 上位目標の達成見込み

上位目標	客観的に検証可能な指標 (OVI)	達成の見込み
PAGASA 全体の洪水予警報に係る統合データ管理・活用能力が向上する。	1. 対象 11 流域 (パンパンガ川、アグノ川、ピコール川、カガヤン川、パンッグ川-ラグナ湖、アブラ川、ハラウル川、カガヤン・デ・オロ川、タゴロアン川、ダバオ川、タグム-リブガノン川流域) で FFWS の復旧に要する平均日数が減少傾向を示すこと	リバーセンターの運用ガイドラインや他の技術協力成果品に従い、適切な維持管理により不具合が修復される。結果として復旧までの時間が減少傾向を示す。
	2. 対象 11 流域で水文気象データの品質管理が、本プロジェクトで作成した品質管理基準に基づき HMD で行われること	プロジェクト実施期間中、HMD は 5 流域で、品質管理基準を適用する経験を積んだ。他流域でも水文データの品質管理が適切に実施される可能性は高い。
	3. 対象 11 流域の水文気象データの 80%以上が、標準データ様式と品質管理基準を適用し、統合データベースに格納されること	ロガーデータの処理に関する適正な責任分担と AQUARIUS HIS のリバーセンターへの導入が、評価指標達成のための要件である。
	4. 洪水予警報が対象 11 流域で運営可能となること (Flood Bulletin の発出)	PMP に基づく新規リバーセンターへの要員配置は、早期に洪水予警報サービスを運用可能とするために必要不可欠である。さらにリバーセンターの運用ガイドラインは各リバーセンター用に適正に仕立て直す必要がある。これらは、OVI-4 の達成を促す。

出典： JICA 専門家チーム

4.2 上位目標達成のためのフィリピン側の運用実施体制の計画

(1) PMP による新組織の立ち上げと全面的運用

FFWS 開発を持続させるために、またその進捗を密に観察するために、PMP で提案されている PAGASA の新組織立ち上げを確固たるものとし早期に実現する必要性がある。従って、この観点から PMP の早期承認が極めて重要である。特に、洪水予警報サービスのための PAGASA Field Office (PFO) とリバーセンターの新組織のもとで、ロードマップと中期計画の実施を確実にするために要員配置を急がねばならない。プロジェクトによって作成された計画の円滑な実行のために、プロジェクト活動を通じて明らかにされた制度面からのいくつかの重要事項について次節で述べる。

(2) 洪水予警報運用組織体制の構築

2018年11月時点で最新の PMP によると、PFO は、現在の PRSD の名称変更・拡張と新設によって、全国 8ヶ所に設置されることになっているが、「拡張」が要員の増加を伴う地方分権化なのか、PRSD にはなかった機能の拡充を伴うものなのか不明である。また、18リバーセンターが、それぞれ PFO の管轄下に入ることはほぼ明らかであるが、どの PFO に属するかは未定である。

さらに、PFO とリバーセンターの関係について、

- 1) 他の観測所などと共に、地域的に PFO の管理下に入る（現在の PRSD と同様）、
- 2) 洪水予警報が PFO のタスクの一つとなる（PMP 上の記述：PFO will be responsible for FFWS）、
- 3) PFO が洪水予警報を含む「予警報部門」を持つ（同：PFO will house a Forecasting Division to provide localized forecasts and warnings）、

といった異なった諸形態が PMP に記述されていて、どれが最終的な姿となるのかが明らかとなっていない。なお、PAGASA の最高幹部は、リバーセンターは組織的には各 PFO の管轄下に入るが、洪水予警報業務では自立した運用が担保されると言明している。

本プロジェクトでは、ロードマップに記述した整備・開発後のリバーセンターの業務タスクを全うするために必要な要員配置計画を作成した。今後、8ヶ所の PFO が実際に配置されて、その管轄下に入る個々のリバーセンターが具体的に決まることになるが、それぞれの具体的組織・運用形態に応じて、下記のような検討が必要となろう。

- 1) 各 PFO が管轄する全リバーセンターの業務を担うような統合的要員の配置が可能か；一定のタスクについては、管内全リバーセンターへの個別配置ではなく、PFO あるいは管内の中心的リバーセンターにのみ配置する可能性、
- 2) リバーセンター運営に必要な補助的な管理業務要員を配置するか；特に、リバーセンターが PFO とは別の島に位置する場合や、同じ島内でも遠隔地に位置する場合など。

4.3 フィリピン側に対する提言

(1) 懸案4事項の早期解決

上述「3.2 節 プロジェクトの実施と成果に影響を及ぼした主要因」で述べた事項のうち、治安状況を除いて下記4点が PAGASA の対応すべき懸案事項として残っている。

- 1) PMP の全面的な実施に向けた承認の遅れ
- 2) カガヤン・デ・オロ川流域の既存観測システムの繰り返される故障
- 3) タゴロアン川流域の観測システムの全面的稼働の遅れ
- 4) エル・サルバドル市のリバーセンター建屋建設の遅れ

これらの懸案事項解決に向けて、具体的なアクションと PAGASA 関連部署の細部に渡る責任体制及びタイムフレームを明確化することによって、その実行を確実なものにすることが重要である。プロジェクト活動を通して実施した FFWS の改善や更新を促進するために、HMD とミンダナオ PRSD が協力し、モニタリングを継続することを薦める。

(2) ロードマップ及び中期計画の PAGASA による承認

上位目標の達成には、早期にロードマップ及び中期計画が PAGASA 側に承認され、PAGASA 自身の計画として明文化される必要がある。ロードマップや中期計画に基づく FFWS の開発や改善が PAGASA の年次計画に統合され、予算化されることが重要である。

(3) プロジェクト成果の普及・運用の促進

18 流域の FFWS 強化を継続するためには、13 種類の技術協力成果品の有効活用が重要かつ不可欠である。このために、上位目標の達成に向かって、HMD、リバーセンター、PRSD は、これらの成果品を有効活用し仕立て直す必要がある。見込まれる利用者は、表 2.1.42 に示すとおりである。

(4) AQUARIUS 導入の促進

PAGASA は HMD 及び各リバーセンターでの水文データ管理に AQUARIUS を導入することを決定した。今後、確実に実行していくためには大きな投資を伴うために、円滑な予算の確保が鍵となる。PAGASA は、年次の購入計画に AQUARIUS ソフトウェアの調達を含めるよう努力する必要がある。

(5) リバーセンターの要員増強と人材育成の促進

HMD や既存各リバーセンターでは、増大する日常業務を処理するため、インターンや Job Order などの非正規職員の雇用で対応している場合が多い。今後もこの傾向は続くと思われるが、本プロジェクトで提案する要員配置計画に基づき人材育成を計画立てて進めることが極めて重要である。特に、段階を踏んだ洪水予警報サービスの高度化には、必要な専門性を持った適正数の要員がタイムリーに配置されることが不可欠である。現在の PMP では、各リバーセンターにおける、専門的な各タスクを担当する要員の配置が明示されていないので、現在はまだ考慮されていない“データ管理システム”の担当要員も含めて、専門性を明示した要員配置が必要である。一方、人材育成を促すために、若手人材に内外の研修機会を積極的に与えることも重要である。

(6) PFO とリバーセンターによる効率的洪水予警報運用組織体制確立

PFO とリバーセンターの具体的な組織配置・管轄体制と、PFO の組織上管轄下においても、リバーセンターの洪水予警報サービス実施上の独立性が重視された運用形態の早急な確立が必要である。

4.4 プロジェクト終了時から事後評価までのモニタリング計画

前節 4.3 節で述べた通り、今後、ロードマップと中期計画に基づき、PAGASA が FFWS の 7 つの構成要素の段階的開発を加速させることが期待される。中期計画では、グループ A に属する 7 流域に対して、ステージ 3 の開発の 2024 年までの完了を目指している。一方、グループ B とグループ C の流域での開発は、それぞれ 2027 年、2030 年までの完成を目指している。

また、一般的にプロジェクト完了から 3 年後に（つまり 2022 年頃）、PDM の上位目標の視点からプロジェクト効果が持続的に発揮されているかどうか評価するために、JICA はプロジェクト事後評価を実施する。

従って、プロジェクト完了後から事後評価までの間、プロジェクトで実施した通り、モニタリング作業を HMD・リバーセンター・PRSD の間で継続する事を薦める。各 OVI は、11 流域を対象として、適切に評価し記録されなければならない。

対象 11 流域は、グループ A の 7 流域とグループ B の 4 流域で構成される。一方、現行プロジェクトのプロジェクト目標の対象 5 流域は、PAGASA によって FFWS 開発の高い優先度が与えられているためグループ A から選ばれた。また、中期計画策定はグループ A の流域のみを対象とした。

以上から、6 流域（ビコール、アブラ、ハラウール、タゴロアン、ダバオ、タグム-リブガノン）の開発のモニタリングを、これまで 5 流域に対して 6 ヶ月毎に実施してきた同様の手法で 2019 年から開始する必要がある。4 つの指標（OVI-1：データの蓄積、OVI-2：データの品質、OVI-3：統合データベース、OVI-4：FFW 運営）の定期的なレビューは HMD、リバーセンター、PRSD が合同で実施すべきである。

PAGASA 側との協議の結果、本稿で示した継続的なモニタリングの基本コンセプトは、2019 年 6 月に合意された。

第5章 有償勘定技術支援としての効果

5.1 有償案件実施の概要

(1) 事業の基本情報

本プロジェクトに紐づく有償案件に係る事業事前評価表⁶ならびに外部事後評価報告書⁷によると、その事業の基本情報は以下の通りである。

案件名 : 災害復旧スタンバイ借款 (Post Disaster Stand-by Loan)

L/A 調印日 : 2014年3月19日

総事業費 : 50,000百万円

事業目的 : 本事業は、災害リスクの高いフィリピンにおいて、災害リスク軽減・管理能力向上に係る各種政策アクションの実施促進を図ると同時に、災害発生時に復旧のために必要な事業等、一時的に増大する資金ニーズに備えることにより、災害発生後の迅速な復旧を支援し、同国の災害リスク軽減・管理能力を強化し、もって同国の持続的な成長に寄与するもの。

対象地域 : フィリピン国全土

実施スケジュール : 政策アクション達成状況の確認は毎年行われ、スタンバイの対象期間は2014年3月から2017年3月までの3年間とし、最後の引き出し完了をもって事業完成とする。

なお、事業目的で述べられている政策アクションについては、5.1(2)節で後述する。

(2) 事業の実施結果

当該事業では、合計500億円が2014年3月から2015年2月までの間に3回にわたって引き出された。その3回の貸付実行のトリガーは、2013年12月11日に発令された台風ヨランダに係る国家災害宣言であった。

一方、貸付実行資金は直接的には円借款の返済に使われており、台風ヨランダ災害復旧事業に関連する年次予算及び補正予算のいずれの策定プロセスにも直接的には関係していない。しかしながら、この貸付実行により、フィリピン国政府は本来円建て債務に使われる予定であった同額のペソ資金を流用することが可能となり、この資金が間接的にヨランダ災害復旧のために使用されたと解釈できる。

また上記の貸付実行と並行して、当該事業では、政策アクションの実施により災害リスク軽減・管理に係るフィリピン国政府の能力強化を図ることになっていた。アクションは次の3つのエリアが特定されており、各エリアについて、達成済みアクション(2012年)と今後のアクション(2016年目標)が事前評価段階で整理されていた。

- 1) 国家災害リスク軽減・管理計画の策定及び自治体の能力強化
- 2) 統合的水資源管理の導入
- 3) 災害リスク軽減・管理に係る情報マネジメント

各エリアにおいてそれぞれ関連するJICA技術協力プロジェクトが複数実施されており、それらのプロジェクトが政策アクションの実施ならびに成果の達成に大きく貢献した。本

⁶ 事業事前評価表 https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2013_PH-SB1_1_s.pdf

⁷ 外部事後評価報告書 https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2017_PH-SB1_4_f.pdf

プロジェクトが関連するのは、上記3つのアクションエリアのうち3)であり、詳細を5.1(3)節で後述する。

(3) 有償案件において本プロジェクトに期待された技術支援

政策アクションエリアの1つである「3) 災害リスク軽減・管理に係る情報マネジメント」においては、PAGASA ならびに ASTI を実施機関として、以下の通り2つのアクションの実施を通して1つの成果を達成することが求められていた。

実施すべきアクション

- NOAH の8つのコンポーネントのうち、少なくとも4つが完了する
- 残りの主要河川流域においても FFWS が整備される

達成すべき成果

- FFWS の能力が強化される

このうち、NOAH に関するアクションは ASTI が実施機関であったため、PAGASA をカウンターパート機関とする本プロジェクトに期待された技術支援は、「残りの主要河川流域における FFWS の整備」を通して「FFWS の能力を強化」することであった。

4章までに述べられている通り、本プロジェクトは PDM に基づき、プロジェクト目標を達成することを目指し、期待される5つの成果をあげるために、関連する活動を行った。これらの活動を通して本プロジェクトが当該事業に貢献した点について5.2節で述べる。

5.2 本プロジェクトの貢献の結果

5.2.1 FFWS の整備

洪水予警報システム (FFWS) の整備について、本プロジェクトでは(1)既存システムの改善、ならびに(2)新規システムの整備の両面からアプローチした。それぞれ以下に記述する。

(1) 既存システムの改善についての検討

FFWS を整備したときの能力や機能が永遠に維持されることはない。故障や老朽化 (陳腐化)、あるいは周辺環境の変化、人的原因 (盗難、破壊等) によって元来の機能が発揮できなくなる事態は頻繁に発生する。これに加えて社会的な変化に対応するためシステムの機能を改善する必要性が発生することもある。従って、既存の FFWS についての整備が終わった時点で目標が達成されたと考えるのは早計であり、その保守・改善を継続する努力を怠ってはならない。

上記の基本認識のもと、本プロジェクトにおいて、CP と協働で不具合のある既存 FFWS 観測・通信機器の修理・改善計画の策定を行った。

パンパンガ川 FFWS に対しては、(1)電波の混信対策のための電波割りあての再申請、(2)機材盗難防止のための観測所移設、(3)サーバーOS の更新、(4)FFWS サーバーから観測データ (CSV ファイル) を取得する装置、(5)観測所増設を提案した。

アグノ川 FFWS に対しては、(1)サーバーOS の更新とハードディスク交換、(2)FFWS サーバーから観測データ (CSV ファイル) を取得する装置、(3)落雷により故障した非常用発電機の修理を提案した。

カガヤン川 FFWS に対しては、(1)老朽化したテレメータ設備の改修、(2)観測所の増設、(3) X バンドレーダー雨量計の導入検討を提案した。

以上述べた諸問題について簡単な故障部品の交換、ソフトウェアの再インストールなどの修理対応は PAGASA が予算化して早急に実施すること、また、テレメータシステムの全面改修、観測地点の増設等は、別途、改修に必要な財源確保（例えば外国政府援助など利用）を計画することが望まれる。本検討により既存 FFWS の必要な機能維持・改善項目が的確に把握され、PAGASA の FFWS の能力強化につながったと考えられる。

(2) 新規システムの整備についての検討

新規流域における洪水予警報システムの開発を効率よく進めるためには段階的な開発が欠かせないとの基本認識のもと、FFWS の構成要素は以下の 7 項目+1（リバーセンター建屋）からなることを本プロジェクトの CP 側と共有した。

- 0) リバーセンターの建屋
- 1) 観測ネットワーク
- 2) データ管理システム
- 3) データ通信システム
- 4) 洪水予測手法
- 5) 洪水警報の手続き
- 6) 洪水警報広報システム
- 7) 要員配置と人材育成

上記項目それぞれについて 3 段階の達成目標を設定し、プロジェクトの対象 18 流域においてどの時点でどこまでの目標を達成するかを設定した FFWS 整備のロードマップを作成した。単に「FFWS が整備される」と言っても、そのレベルには様々なものが想定される。洪水予測手法を例にとると、点の情報による予測（その地点の水位が急激に上昇しており、しばらくすると堤防を越えることが予測される）の段階から、線の情報による予測（上流水位が上昇しており、〇〇時間後には河川水位が下流地点の堤防を越える）の段階を経て、面の情報による予測（雨の観測値を流量に変換して水位の時間変化を算出する）という段階があることを認識する必要がある。それぞれの段階で要請される観測ネットワークや洪水警報の手続き、人的資源が異なることもあり、自身の能力・資源、必要性に見合った FFWS を導入し、継続的に育てていくというプロセスを提示したものである。今後、このロードマップに沿って多くの流域で FFWS が整備されていくことが期待される。

また、各流域で一定水準の機材・施設が整備できるよう、洪水予警報体制の各レベルに応じた観測機器配置計画、施設設計、自動観測所からリバーセンターへのデータ伝達方法、リバーセンター内の処理システム及びリバーセンターと本部間のデータ通信等について検討し、整備基準（開発レベルごとの各構成要素の実践的な計画や設計のための技術的要求事項）として取り纏めた。観測所の 3 つの整備レベルを設定し、各レベルに応じた詳細な技術的要求事項と典型的な機器構成を提案した。詳細は 2.1.3.3(3)節で述べており、機器構成は表 2.1.11 に掲載している。

PAGASA が今後、洪水予警報システムを整備していくには標準化が必要である。上記は標準化の技術指針とするため整備段階に応じた各レベルの機材構成要素を検討したものである。検討成果は洪水予警報システムの機材・施設の整備基準としてリバーセンター、

HMD、その他関連部署で利用されることを想定している。実務における運用を重ね PAGASA 自らが改正し内容を充実していくことが期待される。

以上の協働作業・検討により、新規に導入される FFWS についての PAGASA の認識・理解が深まったことから、有償案件の達成すべき成果である「FFWS の能力を強化する」ことに対し、側面から貢献したと考えられる。

5.2.2 FFWS の能力強化

FFWS の能力強化には、新たにシステムが導入されることによる数的能力強化の側面と、システムの運用が的確に実施されることによる質的能力強化の側面がある。本プロジェクトにおいては、後者の能力強化の活動も各種行われた。質的能力強化につながる活動のうち、(1)データの品質管理、(2)リバーセンターの運営ガイドライン作成、(3)地方政府等関連機関への標準的情報伝達方法の文書化について以下に記述する。

(1) データの品質管理

洪水予警報システムで使う気象水文データの品質管理にあたっては、以下を考慮することが必要である。

- 1) 水文観測データの品質を高くするには、第一に観測を正しく行うことが必要である。観測時点の誤りを、データの修正によって後から正すのは非効率であり、しばしば不可能である
- 2) 洪水予警報システムでは、リアルタイムの気象水文データが使われるため、限られた時間内に品質管理を行うことが必要である。
- 3) 洪水予警報システムの機能向上のためには、実測データによってモデルの更新・改善を行う必要がある、この時に使う実測データは、補正・補填を行い、時間をかけて品質を高めたものとすべきである。

以上を考慮し、品質管理基準として、「第1部：観測」、「第2部：リアルタイムデータ」、「第3部：アーカイブデータ」の3部からなるものを策定した。

(2) リバーセンターの運営ガイドライン作成

下記の方針に従ってガイドラインを作成した。

- 1) ガイドラインは、「将来各リバーセンターがこのガイドラインをもとにして流域の水文特性や洪水リスクに配慮し、独自の Operation Manual を作成するための指針」と位置付ける。いくなれば Default Standard 的な記載内容とする。
- 2) 読み手が理解しやすいよう、また将来的に状況変化に応じて PAGASA が更新しやすいように、全体的にガイドライン本編自体は簡易な記述とする。
- 3) ガイドラインはリバーセンターの整備段階ではなくリバーセンター完成後の運用段階に焦点を当てる。
- 4) 洪水予警報システムはロードマップに従い3段階で整備される。ガイドラインは、ステージ3まで整備された状況を想定した内容とする。ただし、特に新設のリバーセンターにとってステージ3は現状から程遠いことに鑑み、ステージ1～2段階で求められる運用を必要に応じて記載する。

ガイドラインはリバーセンターの運営に必要な多岐の項目にわたる。ガイドラインは7章から構成され、洪水予警報システムを構成する要素を網羅するように作成した。詳細は2.1.3.3(4)節で述べた通りである。

(3) 地方政府等関連機関への標準的情報伝達方法の文書化

リバーセンターによる洪水予警報運用方法の現状を調査し、「地方政府機関への標準的情報伝達方法」として文書化した。文書では地方政府機関および地域住民への洪水予警報の標準様式と配信手順を定め、標準的情報伝達方法としてリバーセンターと HMD に初版を配布した。この文書で定めた標準的情報伝達方法はのみならず、洪水発生時に現場で減災活動にあたる地方政府機関でも共有される。

上記(1)～(3)で述べた活動は、データ管理、リバーセンターの運営、情報伝達に関して FFWS の質的能力強化に直接つながるものであり、有償案件の達成すべき成果に貢献した。