

ブータン国
氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む
洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書

平成 28 年 9 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 地球システム科学

環境
JR
16-113

目 次

第 1 章 序論.....	1
1.1 概要.....	1
1.2 業務の対象地域.....	1
1.3 対象裨益人数.....	2
第 2 章 業務実施の方法.....	3
2.1 プロジェクト目標・成果・活動.....	3
2.2 実施体制.....	4
2.3 活動計画.....	5
2.4 投入実績.....	7
2.4.1 日本側投入.....	7
2.4.2 「ブ」側投入.....	8
第 3 章 第 1 年次（2013 年 9 月～2015 年 7 月）の活動実績.....	10
3.1 プロジェクト全般にかかる活動実績.....	10
3.1.1 「ブ」側との協議.....	10
3.1.2 関係ドナーとの協議.....	11
3.1.3 ベースライン調査.....	12
3.1.4 第 1 回年次セミナー開催.....	18
3.1.5 カウンターパート本邦研修.....	18
3.1.6 中間レビュー調査及び第 2 回 JCC 会議.....	19
3.2 成果 1 にかかる活動実績.....	19
3.2.1 既存の気象水文データ・モニタリング・警報に関する現状分析（活動 1-1）	20
3.2.2 統合システム構築に必要な資機材導入と運用開始（活動 1-2）.....	25
3.2.3 想定 GLOF 及び気候変動に基づく流出氾濫解析（活動 1-3）.....	30
3.2.4 リスクアセスメント実施セクターと開発セクター間の連携強化（活動 1-4）	39
3.2.5 研修を通じた GLOF/洪水ハザードマップの作成・改善（活動 1-5）.....	39

3.2.6	関係機関における災害に対する土地利用改善意識の醸成（活動 1-6）	44
3.2.7	災害リスクアセスを開発計画に盛り込む組織制度の提案（活動 1-7）	46
3.2.8	全球気象予報データ（GPV）を活用した洪水気象予報システム改善（活動 1-8）	46
3.3	成果 2 にかかる活動実績	52
3.3.1	既存気象水文観測網及び水力発電所に関する現状分析と課題抽出（活動 2-1）	52
3.3.2	流域 EWS 設計のための基本データの収集と解析（活動 2-2）	57
3.3.3	流域 EWS の配置・仕様等の施設設計（活動 2-3）	60
3.3.4	パイロット流域への EWS 機材及び施設の導入（活動 2-4）	66
3.3.5	EWS 運用維持管理マニュアルの作成及び研修（活動 2-5）	71
3.4	成果 3 にかかる活動実績	75
3.4.1	課題整理・分析のためのワークショップ開催（活動 3-1）	75
3.4.2	対象コミュニティ特定とコミュニティ・ワークショップ開催（活動 3-2）	76
3.4.3	洪水予警報・避難訓練の計画及び実施（活動 3-3）	79
第 4 章	第 2 年次（2015 年 9 月～2016 年 9 月）の活動実績	83
4.1	プロジェクト全般にかかる活動実績	83
4.1.1	セミナーの開催	83
4.1.2	カウンターパート本邦研修	83
4.1.3	終了時評価調査及び第 3 回 JCC 会議	84
4.1.4	供与資機材引渡し	85
4.1.5	事業完了報告書協議	85
4.1.6	技術協力成果品	86
4.2	成果 1 にかかる活動実績	86
4.2.1	統合システム構築に必要な資機材導入と運用開始（活動 1-2）	86
4.2.2	リスクアセスメント実施セクターと開発セクター間の連携強化（活動 1-4）	91
4.2.3	研修を通じた GLOF/洪水ハザードマップの作成・改善（活動 1-5）	91
4.2.4	災害リスクアセスを開発計画に盛り込む組織制度の検討と提案（活動 1-7）	92

4.2.5 全球気象予報データ（GPV）を活用した洪水気象予報システム改善（活動 1-8）	93
4.2.6 中央レベルでの緊急時の情報共有に関する SOP の策定（活動 1-9）	95
4.3 成果 2 にかかる活動実績	96
4.3.1 パイロット流域への EWS 機材及び施設の導入（活動 2-4）	96
4.3.2 EWS 運用維持管理マニュアルの作成及び研修（活動 2-5）	98
4.4 成果 3 にかかる活動実績	104
4.4.1 洪水予警報・避難訓練の計画及び実施（活動 3-3）	104
4.4.2 対象流域における GLOF/洪水対応のための SOP 作成（活動 3-4）	109
第 5 章 技術移転の進行に伴う C/P の意識・能力変化	112
第 6 章 プロジェクトの達成度	118
6.1 各成果の達成度	118
6.2 プロジェクト目標の達成度	120
第 7 章 実施運営上の課題・工夫・教訓	121
7.1 資機材設置	121
7.2 活動全般	121
7.3 県庁実施 EWS 啓発活動への DDM 及び DHMS による支援	122
第 8 章 上位目標達成に向けての提言	123

添付資料

添付資料 1	Record of Discussions
添付資料 2	PDM 及び PO
添付資料 3	カウンターパートリスト
添付資料 4	インセプション・レポート協議議事録
添付資料 5	第 1 回合同調整委員会議事録
添付資料 6	第 1 次事業進捗報告書協議議事録
添付資料 7	第 2 次事業進捗報告書協議議事録
添付資料 8	年次セミナー・プログラム及び参加者リスト
添付資料 9	C/P 本邦研修成果合同発表会・プログラム
添付資料 10	洪水ハザードマップ・ワーキンググループ議事録
添付資料 11	防災主流化ワーキンググループ議事録

添付資料 12 供与資機材引渡書

添付資料 13 事業完了報告書協議議事録

添付資料 14 ブータン国国別防災情報一覧

技術協力成果品（別冊）

- 1 GTS/MSS 運用・維持管理マニュアル
- 2 洪水ハザードマップ作成マニュアル
- 3 GPV データ活用に関する研修資料
- 4 気象・洪水予報に関する実務者マニュアル
- 5 中央機関での緊急時の情報共有に関する SOP
- 6 EWS 運用・維持管理マニュアル
- 7 流域における洪水予警報・緊急対応にかかる SOP

表目次

表 1.1 能力向上対象裨益人数	2
表 2.1 国内再委託契約の概要	8
表 2.2 現地再委託契約の概要	8
表 3.1 ベースライン調査結果（機関別）	12
表 3.2 ベースライン調査結果（テーマ別）	16
表 3.3 C/P 本邦研修実施実績	18
表 3.4 GTS/MSS 導入に関わる窓口機関との調整進捗状況	24
表 3.5 各洪水リスク評価及びハザードマップ整備にかかる各機関の現状と取組み	31
表 3.6 研修・測量および W/G のスケジュール(2014 年 2 月～8 月)	32
表 3.7 洪水/氾濫解析研修の日程	33
表 3.8 解析に使用するソフトウェア	34
表 3.9 収集 GIS データリスト	35
表 3.10 確率雨量及び流量	37
表 3.11 浸水想定軒数	38
表 3.12 各 C/P 機関の洪水ハザードマップの作成と運用に関するコメント/意見	42
表 3.13 C/P 研修/レクチャー/OJT の実績(2014 年 12 月～2015 年 7 月)	43
表 3.14 年降水量と比流量	53
表 3.15 Mangdechhu 及び Chamkharchhu-I 発電計画の概要	56

表 3.16	EAP の緊急レベルと対応手順（Chukha/Tala EAP より）	57
表 3.17	現地基礎調査行程表	57
表 3.18	流域 EWS に関わる無線周波数の配分計画	63
表 3.19	警報サイレン塔設置サイトの概要	64
表 3.20	機材調達のための公示図書作成支援内容	66
表 3.21	資機材設置業者の現地事前調査行程	67
表 3.22	各観測所の警戒レベルの設定根拠	71
表 3.23	EWS 運用維持管理マニュアル作成活動経過	72
表 3.24	EWS 運用維持管理マニュアルの目次（案）及び作業進捗状況	74
表 3.25	CBDRM キックオフワークショップ参加者人数	76
表 3.26	CBDRM 対象コミュニティ・学校選定のための予備的情報	77
表 3.27	対象コミュニティの概要	78
表 3.28	対象コミュニティと活動内容	79
表 3.29	避難機材リスト	80
表 3.30	対象コミュニティ・小学校 CBDRM ワークショップ参加者人数	82
表 4.1	C/P 本邦研修実施実績	83
表 4.2	供与資機材一覧	85
表 4.3	GTS/MSS 運用・維持管理マニュアル目次構成	87
表 4.4	Log Book の例	89
表 4.5	GTS/MSS24 時間運用勤務表	89
表 4.6	EWS 警戒・警報レベルの初期値と改定値	98
表 4.7	EWS 運用維持管理マニュアル作成活動経過	98
表 4.8	EWS 運用維持管理マニュアルの目次	100
表 4.9	EWS に使用されている電子機器の概算更新費用	102
表 4.10	避難機材リスト	106
表 4.11	対象コミュニティ・小学校 CBDRM ワークショップ参加者人数	107
表 4.12	避難訓練参加者数	108
表 5.1	技術移転による現時点での成果	112

表 6.1	成果の達成度	118
表 6.2	プロジェクト目標の達成度	120

図目次

図 1.1	業務の対象地域	1
図 2.1	プロジェクト実施体制	4
図 2.2	作業のフローチャート	5
図 2.3	活動計画（計画及び実績）	6
図 2.4	短期専門家派遣実績	7
図 3.1	ブータンの水文観測所の位置（2014 年 1 月現在）	20
図 3.2	ブータンの気象観測所の位置（2014 年 1 月現在）	22
図 3.3	気象観測所の年平均降雨量	22
図 3.4	アジア地区の GTS/MSS ネットワーク	24
図 3.5	Himawari の運用移行スケジュール	27
図 3.6	HimawariCast 受信システムの概要	27
図 3.7	GTS/MSS 関連機器の配置図	28
図 3.8	HEC-RAS による勉強会での解析例	33
図 3.9	IFAS による流量再現結果（Kurjey）	36
図 3.10	Bumthang 洪水ハザードマップ	40
図 3.11	DHS の開発規制予定エリアと本プロジェクトハザードマップの GLOF リスクエ リア	41
図 3.12	洪水ハザードマップ作成にかかる各機関の役割案	42
図 3.13	DHS 策定の Bumthang Valley Development Plan（マスタープラン）	45
図 3.14	DHS 策定の Local Area Plan（アクションプラン）案	45
図 3.15	DHMS 気象部の組織	47
図 3.16	年降雨量分布（mm）	54
図 3.17	気象観測所の標高（m）	54
図 3.18	ブータンにおける水力発電計画	55

図 3.19	一体型センサー（CWS）と重量式雨量計（BPRG）の積算降水量の比較	59
図 3.20	全体システム構成図	60
図 3.21	新設水位観測地点の水位流量曲線	61
図 3.22	待ち受け土木工事の図面の一例	65
図 3.23	設置された AWLS と AWS	68
図 3.24	AWLS と AWS に設置された水位観測機器	68
図 3.25	早期警報システムユーザーインターフェース（案）	70
図 4.1	気象衛星画像受信機のシステム概要	90
図 4.2	最終化した洪水ハザードマップの例	91
図 4.3	研修の成果をもとに C/P が作成した洪水ハザードマップ	92
図 4.4	中央機関での緊急時の情報共有フロー	96
図 4.5	流域 SOP の基本的な情報の流れ	111

略語表

AWLS	Automatic Weather Level Station 自動水位観測器
AWS	Automatic Weather Station 自動気象観測器
BICMA	Bhutan InfoComm and Media Authority ブータン情報通信メディア局
CBDRM	Community Based Disaster Risk Management コミュニティ防災
COS	Central Operation System セントラルオペレーションシステム
C/P	Counterpart カウンターパート
DCP	Data Collection Platform 通報局
DDM	Department of Disaster Management 内務文化省防災局
DGM	Department of Geology and Mines 経済省地質鉱山局
DDMO	Dzongkhag Disaster Management Officer 県防災担当官
DHMS	Department of Hydro-met Service 経済省水文気象局
DHS	Department of Human Settlement 公共事業省定住局
DoES	Department of Engineering Service 公共事業省土木局
DoSE	Department of School Education 学校教育局
EOC	Emergency Operation Center 緊急対策本部
EUMETSAT	European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites 欧州気象衛星開発機構
EWS	Early Warning System 早期予警報システム
FEMD	Flood Engineering Management Division 公共事業省土木局洪水管理部
FHM	Flood Hazard Map 洪水ハザードマップ
FMI	Finnish Meteorological Institute フィンランド気象局
GIS	Geographic Information System 地理情報システム
GNHC	Gross National Happiness Commission 国民総幸福量委員会
GPV	Grid Point Value 全球気象予報データ
GTS	Global Telecommunication System 全球通信システム
GLOF	Glacial Lake Outburst Flood 氷河湖決壊洪水
ICT	Information Communication Technology 情報通信技術
IMTF	Inter-Ministerial Task Force 省庁間タスクフォース

JCC	Joint Coordination Committee 合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency 国際協力機構
MDRR	Mainstreaming Disaster Risk Reduction 防災主流化
MHPA	Mangdechhu Hydropower Authority マンデチュー水力発電プロジェクト機構
MSS	Message Switching System 情報交換システム
NDMA	National Disaster Management Authority 国家防災委員会
NLCS	National Land Commission Secretariat 国家土地委員会
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration アメリカ海洋大気庁
NWFWC	National Weather and Flood Warning Center 国家気象洪水警報センター
NWP	Numerical Weather Prediction 数値予報
OJT	On the Job Training オン・ザ・ジョブトレーニング
PDM	Project Design Matrix プロジェクトデザインマトリックス
PO	Plan of Operation 詳細活動計画
SATAID	Satellite Animation and Interactive Diagnosis サトエイド（衛星画像解析ツール）
SOP	Standard Operating Procedure 作業手順書
UNDP	United Nations Development Programme 国連開発計画
WB	World Bank 世界銀行
W/G	Working Group ワーキンググループ
WIS	WMO Information System WMO 情報システム
WMO	World Meteorological Organization 世界気象機関
WRF	Weather Research and Forecasting Model

ブータン国

氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書

第1章 序論

1.1 概要

ブータン国では、世界的な気候変動の影響を受け、近年、かつてなかった大規模な風水害が多発している。2009年5月に襲来したサイクロン・アイラは、ブータン全土で観測史上最大雨量を記録するとともに、死者12名、被害総額17百万USドルという近年最悪の洪水となった。一方、地球温暖化に起因する山岳氷河の縮退に伴い氷河湖が拡大・決壊する氷河湖決壊洪水（Glacial Lake Outburst Flood：GLOF）がたびたび発生している。1994年に発生したブータン北部のルゲ湖のGLOFでは、死者21名、流域資産が流失する大災害となった。このため、洪水及びGLOFにかかる継続的なモニタリングと早期警報システム構築の必要性が提言され、ブータン国気象水文局（Department of Hydro-met Service：DHMS）は、早期警報を含めた流域監視体制の強化に努めていた。しかし、その観測・予警報体制については課題が多く、ブータン国政府は日本国政府に対して、洪水及びGLOFを対象とした早期警報システムの構築と予警報能力の向上を目的とする本プロジェクトを要請し、日本政府は2012年4月にこれを採択、2013年9月から実施の運びとなった。

本プロジェクトは、Mangdechhu川及びChamkharchhu川流域において、GLOFを含む洪水に対応する早期警報システムの構築、及び、パイロット活動を通じた中央及び地方レベルでの緊急対応能力の強化、災害リスクアセスメントを開発計画に取り込む体制づくり支援を行うものである。これにより、ブータンにおける洪水等の自然災害に対する強靱な社会を確立することを目的とするものである。

本プロジェクトは2013年9月から2016年9月までの3年間に亘り実施された。本報告書は全活動期間にかかる活動成果を取りまとめたものである。

1.2 業務の対象地域

本業務の対象地域の Thimphu 及びパイロットプロジェクト流域（Mangdechhu 川流域、Chamkharchhu 川流域）を図 1.1 に示す。

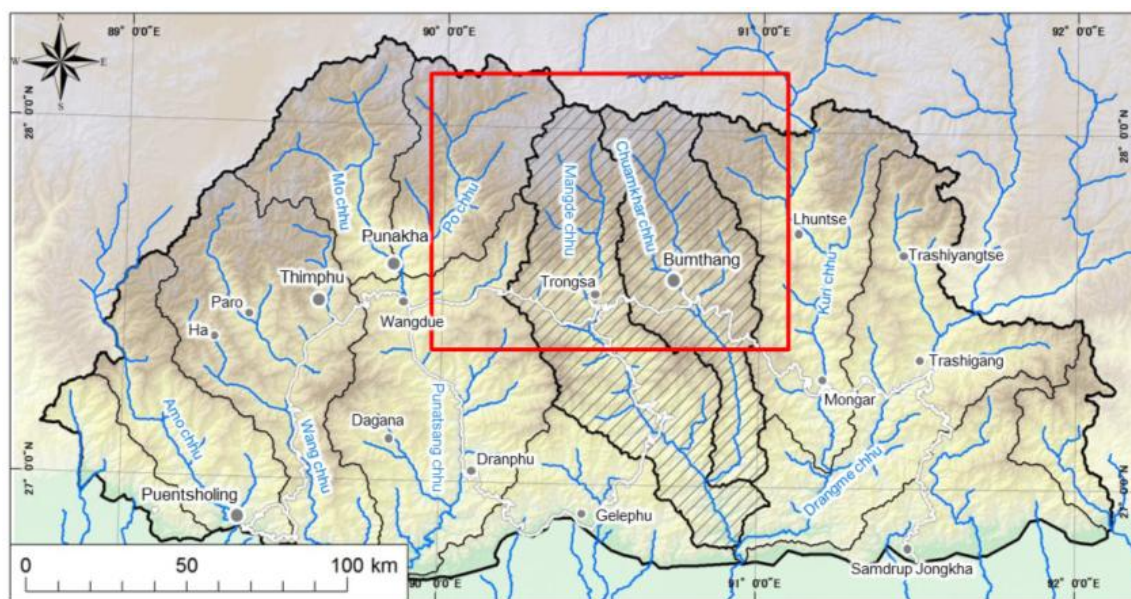


図 1.1 業務の対象地域

1.3 対象裨益人数

本プロジェクト実施に関与し能力向上の対象となる裨益人数を表 1.1 にとりまとめる。

表 1.1 能力向上対象裨益人数

	機関	部署	人数	備考
直接裨益	DHMS	局長	1	1) 通常プロジェクト活動 C/P 2) GTS 及び EWS 設置作業支援者 及び 3) C/P 本邦研修参加者
		水文部	12	
		気象部	11	
		雪氷部	1	
		計画調整部	4	
		地方事務所	4	
		計	33	
	DDM		3	1) ベースライン調査参加者 2) 洪水ハザードマップ及び防災主流 化ワーキンググループメンバー 及び 3) C/P 本邦研修参加者
	DGM		1	
	DoES		7	
	NLCS		3	
	DHS		2	
		計	16	
	Trongsa 県	県	14	1) セミナー・ワークショップ参加者 (県、郡、対象コミュニティ及び学 校) 2) 警報サイレンに基づく避難対象者 3) MHPA の EWS 設置支援者 及び 4) C/P 本邦研修参加者
		郡	1	
		コミュニティ (及び学校)	51	
	Bumthang 県	県	16	
		郡	2	
		コミュニティ (及び学校)	2,094	
	MHPA		5	
		計	2,183	
		合計	2,232	
間接裨益	Trongsa 県		150	
	Bumthang 県		2,800	
	MHPA	MHPA	500	
		施工会社	6,000	
		合計	9,450	

第2章 業務実施の方法

2.1 プロジェクト目標・成果・活動

本プロジェクトは 2013 年 5 月 14 日に署名の R/D に含まれる PDM 及び PO（添付資料 2）に基づき実施された。PDM に記載のプロジェクト目標・成果・活動は以下のとおりである。

上位目標：「ブ」国における気候変動対応策として、GLOF や洪水等の自然災害に対応する強靱な社会が確立する。

プロジェクト目標：DHMS 及び関係ステークホルダーの GLOF 及び洪水に対する緊急対応能力が向上する。

成果 1：関連機関の GLOF 及び洪水リスクアセスメント、都市開発計画、防災、洪水・気象予報、及び関連機関との緊急情報共有に関する能力が向上する。

活動：

- 1-1. 維持運用可能な統合システム構築を目的として、NWFWC の既存の気象水文データ収集、モニタリング、警報等について現状分析を行う。
- 1-2. 統合システム構築に必要な資機材を導入し、NWFWC 職員に対し、システムの運用維持管理のための研修を実施する。
- 1-3. 先行案件成果を含む氷河湖に関する調査結果を勘案のうえ、DGM 及び DoES の協力のもと、想定される GLOF、及び気候変動を踏まえた洪水規模について分析する。
- 1-4. GLOF/洪水リスクアセスメントを実施するセクターと開発担当セクター間の連携強化に向けた協議を実施する。
- 1-5. NWFWC、DGM、DoES 及び NLCS 職員への研修を通じて、活動 3-2 に資するための GLOF 及び洪水に関するリスク地域マップを作成・改善する。
- 1-6. ワークショップ等を通じて、関係機関における災害に対する土地利用の意識を醸成する。
- 1-7. 災害リスクアセスメントの観点を開発計画に盛り込む必要性を確認し、そのための組織制度を検討し、提案する。
- 1-8. 収集された気象及び水文データや、全球気象予報データ（Grid Point Value）を活用しながら、洪水及び気象予報のシステムを改善する。
- 1-9. 関係機関との協議やワークショップ等を通じて、緊急時の情報共有に関する SOP を策定する。

成果 2：マンデ川及びチャムカール川の各パイロット流域において、GLOF 及び洪水を対象とした早期警報システム（EWS）が開発・運用される。

活動：

- 2-1. GLOF 及び洪水への行政対応という観点から、既存の気象水文観測網や計画中の水力発電所に関する現状分析ならびに課題抽出を行う。
- 2-2. 早期警報システム設計のための基本データとして、GLOF 及び洪水の想定流量、高水位、到達時間、及びその他の水文情報について解析する。

2-3. 感知システム、通信ネットワーク、データ管理等からなる早期警報システムの配置ならびに仕様等の施設設計を行う。

2-4. 各パイロット流域ならびに NFWFC に対し、必要となるスペア部品や維持管理のための資材を含む機材及び施設を導入する。

2-5. 早期警報システムの運用維持管理に関するマニュアルを作成し、中央及び地方の DHMS 職員に対し、試験・運用・維持管理のための研修を実施する。

成果 3：パイロット流域における GLOF 及び洪水災害に対して、中央及び地方レベルでの緊急対応能力が強化される。

活動：

3-1. DDM、対象流域の地方政府、コミュニティ住民の参加のもとワークショップを開催し、流域における洪水避難予警報にかかる課題を整理・分析する。

3-2. 活動 1-5,2-2 で得られた知見を考慮して、地方政府との協議のうえ、対象流域における洪水予警報発令基準、及び避難対象とするコミュニティの範囲を特定する。

3-3. 開発された早期警報システムの操作訓練、それに基づいた洪水予警報・避難訓練計画・実施する。

3-4. 活動 3-1~3 に対する評価を通じて、対象流域における GLOF 及び洪水対応のための作業手順書（SOP）を作成する。

2.2 実施体制

本プロジェクトは図 2.1 に示す以下の体制で実施された。

- 主 C/P 機関：DHMS（プロジェクトダイレクター：DHMS 局長、プロジェクトマネージャー：DHMS 水文部長）
- サブ C/P 機関：内務文化省防災局（DDM）、経済省地質鉱山局（DGM）、公共事業省土木局（DoES）、国家土地委員会（NLCS）、公共事業省定住局（DHS）及びその他関係機関

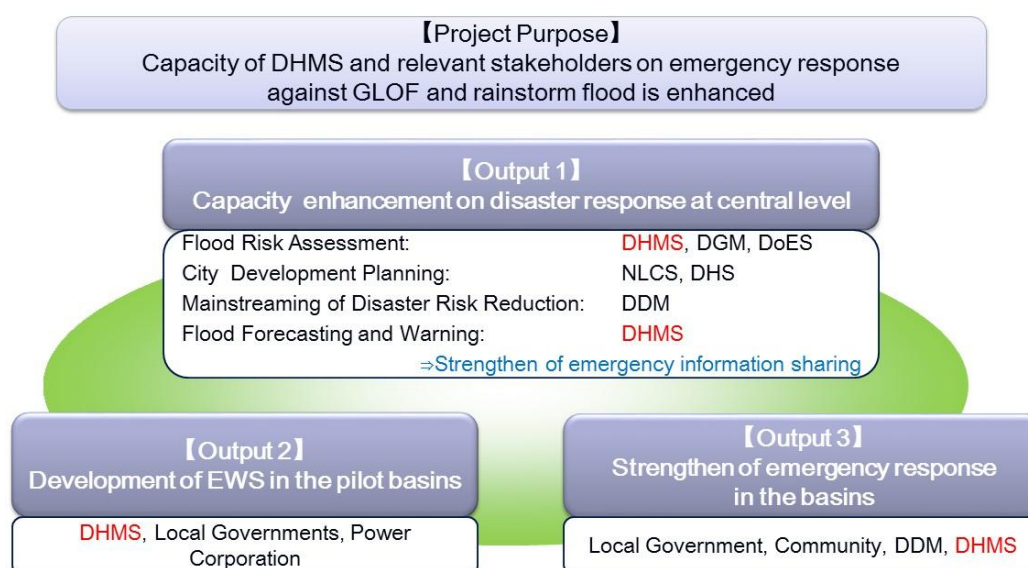


図 2.1 プロジェクト実施体制

2.3 活動計画

業務フローチャートを図 2.2 に、PDM 及び PO に基づき詳細・具体化した活動計画及び実績を図 2.3 に示す。

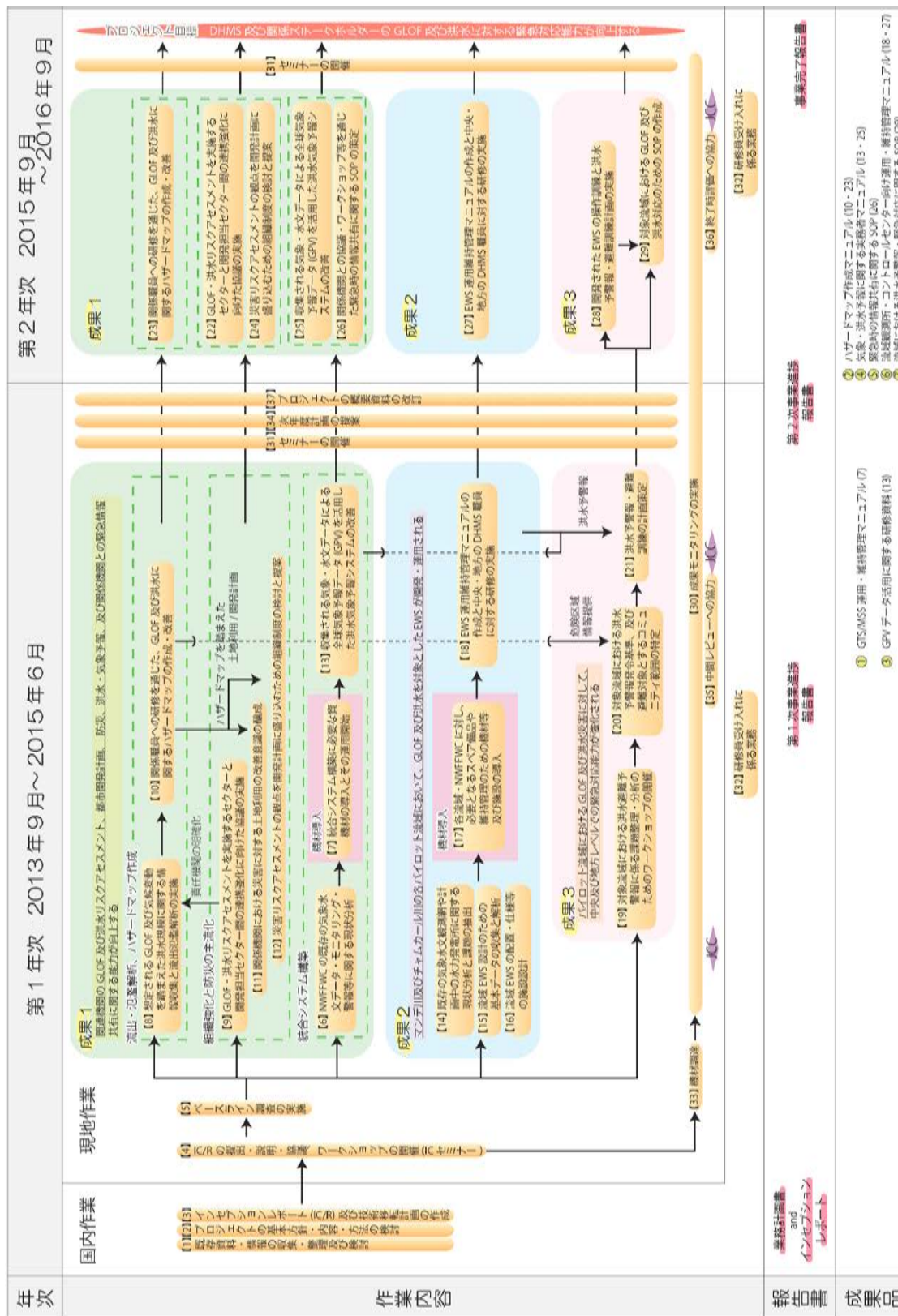


図 2.2 作業のフローチャート

氷河湖決壊洪水（GL0F）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書



2.4 投入実績

2.4.1 日本側投入

1) 専門家派遣

短期専門家の派遣実績は図 2.4 に示すとおりである。短期専門家 9 名、総計 87.90M/M を投入した。

担当業務	氏名	2013	2014												2015												2016																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		第1年次												第2年次																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
総括/流域防災計画	加藤 泰彦	10/6 80(2.67)	12/26 45(1.50)	1/26 55(1.83)	3/12 62(2.07)	5/5 38(1.27)	6/28 39(1.30)	8/30 56(1.87)	10/30 41(1.37)	12/21 60(2.00)	2/27 42(1.40)	3/31 47(1.57)	5/8 5/9 6/19 7/16 8/31	7/15 9/28 11/7 2/10 3/30 5/9 6/19 7/16 8/31	9/28 11/7 2/10 3/30 5/9 6/19 7/16 8/31	11/7 2/10 3/30 5/9 6/19 7/16 8/31	12/21 2/15 3/17 5/23 6/17 8/13 8/31	2/15 3/17 5/23 6/17 8/13 8/31	3/17 5/23 6/17 8/13 8/31	5/23 6/17 8/13 8/31	6/17 8/13 8/31	7/16 8/31	8/31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
副総括/洪水予警報	小池 徹	10/6 30(1.00)	11/6 30(1.00)	1/26 19(0.63)	2/14 45(1.50)	3/16 37(1.23)	5/14 45(1.50)	6/19 20(0.67)	8/30 28(0.93)	10/30 13(0.43)	12/21 32(1.07)	2/27 26(0.87)	3/31 19(0.63)	5/8 5/9 6/19 7/16 8/31	7/15 9/28 11/7 2/10 3/30 5/9 6/19 7/16 8/31	9/28 11/7 2/10 3/30 5/9 6/19 7/16 8/31	11/7 2/10 3/30 5/9 6/19 7/16 8/31	12/21 2/15 3/17 5/23 6/17 8/13 8/31	2/15 3/17 5/23 6/17 8/13 8/31	3/17 5/23 6/17 8/13 8/31	5/23 6/17 8/13 8/31	6/17 8/13 8/31	7/16 8/31	8/31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
気象水文	水津 重雄	10/6 75(2.50)	12/21 50(1.67)	1/26 37(1.23)	3/16 48(1.60)	5/14 48(1.60)	6/19 48(1.60)	8/30 48(1.60)	10/30 48(1.60)	12/21 48(1.60)	2/27 48(1.60)	3/31 48(1.60)	5/8 48(1.60)	7/15 48(1.60)	9/28 48(1.60)	11/7 48(1.60)	12/21 48(1.60)	2/15 48(1.60)	3/17 48(1.60)	5/23 48(1.60)	6/17 48(1.60)	8/13 48(1.60)	8/31 48(1.60)	8/31 48(1.60)	8/31 48(1.60)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
洪水ハザードマップ/GIS	和田 知之	10/6 75(2.50)	12/21 49(1.63)	1/26 49(1.63)	3/16 49(1.63)	5/14 49(1.63)	6/19 49(1.63)	8/30 49(1.63)	10/30 49(1.63)	12/21 49(1.63)	2/27 49(1.63)	3/31 49(1.63)	5/8 49(1.63)	7/15 49(1.63)	9/28 49(1.63)	11/7 49(1.63)	12/21 49(1.63)	2/15 49(1.63)	3/17 49(1.63)	5/23 49(1.63)	6/17 49(1.63)	8/13 49(1.63)	8/31 49(1.63)	8/31 49(1.63)	8/31 49(1.63)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
情報通信 /早期警報システム計画	福井 徹郎	10/6 75(2.50)	12/21 49(1.63)	1/26 49(1.63)	3/16 49(1.63)	5/14 49(1.63)	6/19 49(1.63)	8/30 49(1.63)	10/30 49(1.63)	12/21 49(1.63)	2/27 49(1.63)	3/31 49(1.63)	5/8 49(1.63)	7/15 49(1.63)	9/28 49(1.63)	11/7 49(1.63)	12/21 49(1.63)	2/15 49(1.63)	3/17 49(1.63)	5/23 49(1.63)	6/17 49(1.63)	8/13 49(1.63)	8/31 49(1.63)	8/31 49(1.63)	8/31 49(1.63)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
コミュニティ防災1	ロリータ C. ガルシア	10/6 30(1.00)	11/6 30(1.00)	1/26 30(1.00)	2/14 30(1.00)	3/16 30(1.00)	5/14 30(1.00)	6/19 30(1.00)	8/30 30(1.00)	10/30 30(1.00)	12/21 30(1.00)	2/27 30(1.00)	3/31 30(1.00)	5/8 30(1.00)	7/15 30(1.00)	9/28 30(1.00)	11/7 30(1.00)	12/21 30(1.00)	2/15 30(1.00)	3/17 30(1.00)	5/23 30(1.00)	6/17 30(1.00)	8/13 30(1.00)	8/31 30(1.00)	8/31 30(1.00)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
コミュニティ防災2 /研修管理	笹岡 かおる	10/6 30(1.00)	11/6 30(1.00)	1/26 30(1.00)	2/14 30(1.00)	3/16 30(1.00)	5/14 30(1.00)	6/19 30(1.00)	8/30 30(1.00)	10/30 30(1.00)	12/21 30(1.00)	2/27 30(1.00)	3/31 30(1.00)	5/8 30(1.00)	7/15 30(1.00)	9/28 30(1.00)	11/7 30(1.00)	12/21 30(1.00)	2/15 30(1.00)	3/17 30(1.00)	5/23 30(1.00)	6/17 30(1.00)	8/13 30(1.00)	8/31 30(1.00)	8/31 30(1.00)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
気象予報	佐藤 元保	10/6 30(1.00)	11/6 30(1.00)	1/26 30(1.00)	2/14 30(1.00)	3/16 30(1.00)	5/14 30(1.00)	6/19 30(1.00)	8/30 30(1.00)	10/30 30(1.00)	12/21 30(1.00)	2/27 30(1.00)	3/31 30(1.00)	5/8 30(1.00)	7/15 30(1.00)	9/28 30(1.00)	11/7 30(1.00)	12/21 30(1.00)	2/15 30(1.00)	3/17 30(1.00)	5/23 30(1.00)	6/17 30(1.00)	8/13 30(1.00)	8/31 30(1.00)	8/31 30(1.00)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
情報通信 /早期警報システム計画2	峯岸 謙二	10/6 30(1.00)	11/6 30(1.00)	1/26 30(1.00)	2/14 30(1.00)	3/16 30(1.00)	5/14 30(1.00)	6/19 30(1.00)	8/30 30(1.00)	10/30 30(1.00)	12/21 30(1.00)	2/27 30(1.00)	3/31 30(1.00)	5/8 30(1.00)	7/15 30(1.00)	9/28 30(1.00)	11/7 30(1.00)	12/21 30(1.00)	2/15 30(1.00)	3/17 30(1.00)	5/23 30(1.00)	6/17 30(1.00)	8/13 30(1.00)	8/31 30(1.00)	8/31 30(1.00)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
報告書 JCC		雨期																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		GT/SEWS調達・設置																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		△IC/R				△JCC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

図 2.4 短期専門家派遣実績

2) 研修員受入

プロジェクト期間中に計 11 回の C/P 本邦研修（プロジェクト内研修：3 回、集団研修：8 回）を実施した。

3) 調達

(1) 供与資機材

貴機構直営の資機材調達設置業者（ヘリコム社）が 2014 年 7 月から 2016 年 3 月にかけて以下の供与資機材の調達及び設置を実施した。

- NWFWC：全球通信システム（GTS）/情報交換システム（MSS）、オペレーション・システム、マニュアル、OJT
- パイロットプロジェクト（Mangdechhu 及び Chamkharchhu）流域：GLOF/洪水早期警報システム（EWS）にかかる水位・気象自動観測所、コントロールルーム、警報サイレン塔、通信システム、オペレーション・システム、マニュアル、OJT

(2) 現地再委託

現地再委託業務が表 2.1 に示す通り実施され、パイロット流域での EWS 機材設置に先だつての待ち受け工事が行われた。

表 2.1 国内再委託契約の概要

委託業務	委託先	委託金額		進捗状況
		予定	実績	
機材設置のための待ち受け工事	Bokhim Construction 社	489 万円	486 万円 (BTN 2,950,000)	2014 年 6 月 竣工

(3) 国内再委託

国内再委託業務が表 2.2 に示す通り実施され、NFWFC に HimawariCast 受信機が設置された。

表 2.2 現地再委託契約の概要

委託業務	委託先	委託金額（特命随契）		進捗状況
		予定	実績	
気象衛星画像受信機（HimawariCast 受信機）の調達及び設置	東洋電子工業（株）	1,005 万円	1,005 万円	2016 年 3 月 竣工

2.4.2 「ブ」側投入

1) 人材

専門家チームの要請に応じ、メイン C/P 機関である DHMS が各短期専門家と協働する C/P をアサインするとともに、副 C/P 機関である DGM、DDM、DoES、NLCS 及び DHS も C/P をアサインした。C/P リストを添付資料 3 に示す。

特筆事項として、資機材設置業者（ヘリコム社）による資機材設置作業に際して、DHMS は延べ 16 名の C/P をおよそ 6 カ月近く（2015 年 5～6 月、9～10 月及び 2016 年 2～3 月）、パイロットプロジェクト流域における設置作業に自己予算で派遣し、ヘリコム社による設置作業を専門家チームと共に支援した。

2) 施設

DHMS に依頼して、C/P とのマンツーマンでの協働・技術移転のしやすさを考慮して、各短期専門家のための執務スペースを DHMS 内に複数箇所、各 C/P の近傍に供与して貰った。いわゆる日本人用のプロジェクト部屋は敢えて設けなかった。

3) 予算

C/P 機関は主体的にプロジェクト活動に取り組み以下の予算を自己予算で捻出した。

- C/P 人件費
- DHMS、DDM 及び DoES の C/P のパイロットプロジェクトエリア等への出張旅費

4) 用地確保及び樹木伐採許可

DHMS は流域 EWS 施設（AWS：1 箇所、AWLS：3 箇所、警報サイレン塔：7 箇所）設置のための用地取得（対、県土地収用委員会、NLCS）及び樹木伐採許可取得（対森林公園局）にかかる各種事務手続き・交渉を主体的に進め、全ての用地を確保し、樹木伐採許可を得た。

第3章 第1年次（2013年9月～2015年7月）の活動実績

第1年次（2013年9月～2015年7月）の活動実績を本章に取りまとめる。本章の内容は、第1次事業進捗報告書（2014年9月）及び第2次事業進捗報告書（2015年7月）を合体・再編集したものである。

3.1 プロジェクト全般にかかる活動実績

プロジェクト全般にかかる第1年次（2013年9月～2015年7月）の活動実績を活動ごとに以下にとりまとめる。

3.1.1 「ブ」側との協議

1) インセプション・レポート（IC/R）協議

(1) DHMS

2013年10月17日にDHMS会議室においてIC/Rにかかる協議が開催された。主C/P機関であるDHMSのほか、サブC/PであるDDM、DGM、DoES、NLC、GNHCが参加した。専門家チームから地域開発における防災主流化を推進するためにはDHSの関与が不可欠であり、これをサブC/Pとすることが提案され、出席者間にて合意された。

パイロットプロジェクト対象2県をJCCメンバーとして追加することが提案され、次項(2)に記載の各県庁でのIC会議にて確認する旨が協議された。

本会議の協議議事録（M/M）を添付資料4に示す。なお、本IC/R会議の様子は、当日夕方の国営放送BBSで放映されるとともに、KUENSEL紙にも掲載された。



(2) Trongsa 県

10月24日にTrongsa県の市民ホールにおいてIC/R協議が開催された。副知事ほか、防災をはじめ各セクター担当県職員、Mangdechhu Hydroelectric Project Authority（MHPA）現地事務所長、地区長、村落代表者、小学校長など約20名が参加した。

同県がJCCメンバーとなる事で合意した。流域での活動に限らず、中央で開催するセミナー等に招待するとともに、JCCメンバーとして参加することで合意した。県にEWS資機材設置にかかる用地確保への協力を要請した。



(3) Bumthang 県

10月28日にBumthang県庁においてIC/R協議が開催された。県教育長（県のNo.3）、Choekhor地区長、防災をはじめ各セクター担当県職員、小学校長など約20名が参加した。

同県がJCCメンバーとなる事で合意した。また、EWSコントロールルーム設置のため、既存観測所の増床がDHMSより提



案され、土地取得にあたって県側が協力する旨が確認された。

2) 第 1 回合同調整委員会（JCC）

2014 年 2 月 7 日に DHMS 会議室にて第 1 回 JCC 会議が開催された。ティンプー中央機関のみならず、パイロットプロジェクト対象 2 県の防災担当者も正式 JCC メンバーとして参加した。主な討議事項は以下のとおり。2 月 10 日に JCC にかかる M/M の署名交換が行われた（添付資料 5）。

- DHMS 及び 5 サブ C/P 機関がそれぞれ正式に C/P をアサインした。
- EWS 構成及び導入資機材について参加者全員の公式合意を得た。
- PDM はベースライン調査結果から判断した結果、妥当で現段階では改訂不要で合意。
- 各 C/P 機関の 3 年間の活動計画・スケジュールについて合意を得た。
- EWS 周波数割り当てのための BICMA との交渉の必要性。
- DHMS が現在実施中の EWS 施設のための用地手当手続きの進捗状況報告。
- 次回の全体会議（JCC ではない）開催は 2014 年 9 月（P/R1 に基づく活動進捗報告）

3) 第 1 次事業進捗報告書（P/R1）協議

第 1 年次前半（2013 年 9 月～2014 年 9 月）のプロジェクト活動の成果及び進捗を 2014 年 9 月に第 1 次事業進捗報告書（P/R1）にとりまとめた。9 月 16 日に P/R1 にかかる協議が開催され、9 月 30 日に同協議にかかる M/M の署名交換が行われた（添付資料 6）。

4) 第 2 次事業進捗報告書（P/R2）協議

第 1 年次後半（2014 年 10 月～2015 年 7 月）のプロジェクト活動の成果及び進捗を 2015 年 7 月に第 2 次事業進捗報告書（P/R2）にとりまとめた。7 月 10 日に同 P/R2 にかかる協議が開催され、7 月 13 日に同協議にかかる M/M の署名交換が行われた（添付資料 7）。

3.1.2 関係ドナーとの協議

1) UNDP

2013 年 10 月 11 日に気象水文観測網整備のための支援（NAPA-II：4 百万 USD）を計画している UNDP と協議し情報共有を図る事で合意した。その他、UNDP 内部の小規模予算により Mangdechhu 川流域のリスクアセスメント支援が計画されており、DDM と DoES が担当する事になっている。

2013 年 12 月 12 日に UNDP の NAPA I 終了時評価ミッションのコンサルタントが DHMS 内の本プロジェクト事務所を訪問した。プロジェクト内容にかかる必要資料（IC/R、SATREPS 資料等）を提供し、情報共有を図った。

その後、2015 年 2 月の中間レビュー調査時をはじめ適宜情報共有を図った。

2) 世界銀行

2013 年 10 月 30 日に DHMS への支援を検討している世銀との協議を行った。案件内容は南部の Amochhu 及び Manas 川流域を対象とした社会経済調査であり、本プロジェクトとの重複はないことが確認された。予算規模は 250 千 USD。開始時期は不明。

2014年2月5日にWB、DHMS、JICA ブータン事務所、専門家チームの4者でWBが形成中の防災関連プロジェクト（DHMSがC/P）について情報交換を行った。前回協議から案件形成状況に大きな進展はなく、いずれにしても本プロジェクトとの重複は実質的にない事を確認した。

その後、2015年2月の中間レビュー調査時をはじめ適宜情報共有を図った。

3) フィンランド気象庁

フィンランド気象庁がDHMSの気象部をC/Pとして以下のプロジェクトを実施中である。気象予報の社会経済的側面にかかる短期の国内外研修が主な活動であり、本プロジェクトと活動内容の重複はない事を確認している。今後両者で情報交換を行っていく事で合意した。

- プロジェクト名：Strengthening Hydro-Meteorological Services for Bhutan
- 期間：2013年5月～2016年5月
- 目的：To improve the capacity of DHMS to manage and produce high quality weather information and services
- 成果：①Strategic planning capacity of DHMS strengthened、②Enhanced services provided by DHMS、③Improved DHMS cooperation and communication with the public, disaster management, media and renewable energy

3.1.3 ベースライン調査

今後の防災の主流化にかかる活動の基礎資料とすることなどを目的に、DHMSのC/PとともにDHMS及び副C/P機関であるDDM、DGM、DoES、NLCS及びDHS（開発計画を担当する事から新たに副C/Pとして参画）の各担当者と面会し、質問票に基づく調査を実施した。2013年11月末までに全機関から記入・回答済み質問票を回収した。回収した質問票の情報をとりまとめ、2013年12月にDHS、DDM、DHMS等に順次追加ヒアリングを行った。調査結果は第3.2.4節で述べる防災主流化ワーキンググループでの討議を通じて最終化した。

表3.1及び表3.2にとりまとめた2013年12月時点の調査結果が示すとおり、本プロジェクト活動そのものが、関係各機関が現在抱える課題・問題点の多くの解決に資する触媒として位置付けられる。併せて、本プロジェクトの現PDM指標も活動を通じて実現可能で無理がない適正なものとして設定されており、PDMの修正は必要ないと判断された。

表 3.1 ベースライン調査結果(機関別)

項目 機関	経済省水文気象局 (DHMS)	内務文化省防災局 (DDM)	経済省地質鉱山局 (DGM)	公共事業定住省土木局 (DoES)	国家土地委員会 (NLCS)	公共事業定住省定住局 (DHS)
設立年	2011	2008	1981	2012	2007	2011
部署名 ()内は職員数	計画調整研究部 (8) 水文部 (17) 気象部 (16) 雪氷部 (5)	準備軽減部 (6) 対応早期警報部 (7) 軽減復興部 (3)	地質部 (30) *氷河部 (6) 鉱山部 (80) 地震部 (4) (*:GLOF リスクアセス関連)	技術サービス部 (15) 技術適用及びリスク削減部 (6) *洪水技術管理部 (FEMD) (7) 水衛生部 (8) 地域インフラ部 (5)	*地積情報部 (44) 都市土地部 (6) 地域土地部 (52) 地形測量部 (28) 地図作成部 (26) (*:氾濫原資産)	都市計画・開発部(UPDD) (11) *地域・地方計画部 (RRPD) (9) 準拠性・開発審査部 (7) 測量・GIS部 (17) (*: 地域開発)

ブータン国
氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書

項目 機関		経済省水文気象局 (DHMS)	内務文化省防災局 (DDM)	経済省地質鉱山局 (DGM)	公共事業定住省土木局 (DoES)	国家土地委員会 (NLCS)	公共事業定住省定住局 (DHS)
					(※:洪水リスクアセス関連)	情報関連	関連(含む Bumthang)
総職員数(含地方支部)		148	25	148	41	225	51
将来組織改編計画		なし	なし	なし	FEMD 内に 2 課設置予定	あり (3 局に分割)	なし
年間予算 (2013 - 2014) (百万 Nu.)		92.462	20.560	70.000 (リスクアセスメントに 30%)	719.301 (*FEMD 55.000)	331.050	73.300 (*RRPD 24.500)
役割と職責	防災の主流化	なし	防災法 2013 に基づき、関係機関が防災の視点を開発計画、政策、プログラム、プロジェクトに組み込むよう計らう。	なし	なし	なし	・DHS はリスクアセスメントにかかわるあらゆる情報・図面を (Bumthang マスタープラン 2013 のような) 開発計画に活用している。 ※しかし、情報は職員が個人的にたまたま知り得たものである。 ・DHS はリスク情報を住民に広めるよう努めている。
	ハザードマップ作成	なし	防災法 2013 に基づき、関係機関がハザード分布・脆弱性マップを作成する事を促進する。	DGM は 2007 ～2008 年に Punakha-Wang di 及び Chamkhar 流域の GLOF ハザード分布図を作成した。(ただし、水文/水理解析に基づくものではない。)	FEMD は全 20 県の洪水リスク分析の実施をマンデートとしている。(しかし、どの機関がハザードマップを作成するのかが明らかではない。)	なし	測量・GIS 部は地質工学的報告書(マルチハザードマップ)を作成している。
	情報共有	・GLOF: SOP に基づき DDM 及び県などへ ・洪水: DDM 及び県 ・水文気象情報: 関連機関(要請に基づき)、メディア(毎日)、水力発電プロジェクト及びインド CWC(雨期に毎時)	・DDM はデータベースとしての防災情報システム(DMIS)を開発し、全ての県の防災担当者に研修を施した。 ・DDM は緊急オペレーションセンターを稼働させるための緊急通信ネットワーク構想を作成した。	DGM ライブラリ所蔵の報告書及び地図には一般市民もアクセスできる。	なし	求めに応じた地図を情報の共有	DHS は地質工学的報告書を他機関と共有している。

ブータン国
氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書

項目 機関		経済省水文気象局 (DHMS)	内務文化省防災局 (DDM)	経済省地質鉱山局 (DGM)	公共事業定住省土木局 (DoES)	国家土地委員会 (NLCS)	公共事業定住省定住局 (DHS)
関係機関との連携と役割分担 (特に洪水リスク)	DHMS		洪水時の気象予警報情報の受領	Punakha-Wangdi 流域への GLOF EWS の設置	水文気象情報の受領	観測施設のための用地配分	水文気象情報の受領
	DDM	洪水時の気象予警報情報の提供		洪水 (GLOF) ハザードマップ作成にかかる技術的専門知識の提供と共同意識啓発キャンペーン	全ての構造物対策の計画・設計は FEMD が実施し、災害時の全ての活動は DDM が実施する。	なし	住民居住にかかる地質工学報告書の共有
	DGM	Punakha-Wangdi 流域における GLOF EWS の設置	Punakha-Wangdi 流域における、DGM による GLOF ハザードマップ作成、DHMS による EWS 設置、DDM による共同意識啓発キャンペーン及び情報伝達系統		DGM 書庫の地質・地質工学情報の受領	地質科学的調査のためのベースマップ及び航空写真の提供	なし
	DoES	水文気象情報の提供	(UNDP の構想段階)Dagana 及び Zhemgang 県における FEMD による洪水リスクアセスメント及び意識啓発活動	DGM 書庫の地質・地質工学情報の提供		なし	住民居住のための洪水リスク分析調査の受領
	NLCS	観測施設のための用地配分	DDM は CGISC (Center for GIS coordination)メンバーである。	地質科学的調査のためのベースマップ及び航空写真の受領	GIS ベース調査のための数値標高モデル (DEM) の受領		・計画策定後、土地の境界策定は両者が共同で行う。 ・DDM は CGISC (Center for GIS coordination)メンバーである。
	DHS	水文気象情報の提供	住民居住にかかる地質工学報告書の共有	なし	都市部の洪水リスク分析調査結果の提供	DHS による計画策定後、土地の境界策定は両者が共同で行う。	
地方(県)行政との連携と役割分担	・要請に基づく水文気象情報の提供(県によっては GLOF も) ・水文気象観測所の用地確保	県の防災担当者への研修の実施	リスクアセスメント調査中の多少の連携	FEMD が県の全ての洪水防御施設の計画・設計を行う。それらの施工は県が管理する。	土地法 2007 に基づく調整	DHS が県の様々な協力を得つつ全ての地域計画を策定する。DHS は計画策定の過程で技術的専門知識を県に提供する。	

ブータン国
氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書

項目 機関		経済省水文気象局 (DHMS)	内務文化省防災局 (DDM)	経済省地質鉱山局 (DGM)	公共事業定住省土木局 (DoES)	国家土地委員会 (NLCS)	公共事業定住省定住局 (DHS)
解決すべき課題	社会制度レベル	・サービス方針の不在 ・ブータン国内の研修実施機関の不在 ・社会意識啓発活動の推進の必要性 ・洪水時のDDM、県及びメディアとの適切な情報伝達の確立	・防災法 2013 の実施細則の早急な施行 ・省庁間タスクフォース、省庁内防災ユニットの早急な設立	・防災及び減災活動の重要性についての社会的認識の低さ ・研究開発のための良質なデータの不足	・水文気象データ、DEM データ、地質工学的データなどリスクアセスメントに必要なデータの入手困難さ ・洪水リスクアセスメントを外部委託できるブータン国内企業の不在	既成事実化した、ないし不法な土地所有を止めさせる事が必要	・DHS の洪水/地すべり危険地域とDGM のGLOF 危険地域間の調整の困難さ ・リスクアセスメント情報にアクセスするための公式ルート不在 ・複雑な手続きを要さず情報を円滑に共有するための共通プラットフォームないしフォーラムの不在 ・開発を行わない災害リスクエリアの区分にかかる住民の反応の非常な低さ
	組織レベル	・信頼できるEWS の開発 ・クロスセクター的責務にふさわしくない人員配置 ・気象水文エンジニアとテクニシヤンの割合が不適正	・技術的・管理的キャパシティの不足	・人的資源と財務能力の不足 ・機器の不足 ・研究活動の優先度の低さ	FEMD が設立初期段階である事による専門職員の採用と研修が必要	地方部局への更なる権限委譲が必要	計画策定者を支援するための系統的なチェックリスト及びガイドライン開発の必要性
	個人レベル	・気象、気候、水資源分野における一層の専門的知識が必要 ・技術能力が限定的	防災専属の専門知識を有する県防災担当者不在	防災に従事する国内専門家の少なさに起因する交流・意見交換の不足	なし	キャパシティビルディングが必要	計画策定者が研修を受け、防災主流化の課題に係わる事が必要

表 3.2 ベースライン調査結果(テーマ別)

	テーマ	社会・制度レベル	組織レベル	個人レベル
1	開発における防災の主流化	解決すべき課題	・県/セクターへの彼らが計画、政策及びプログラムに防災主流化を取り込む必要性にかかる意識醸成のための防災法 2013 にかかる支援が行われていない。 ・防災法 2013 実施細則が未だドラフト段階である。 ・防災主流化活動の組織内での優先度が高くない。 ・省庁間タスクフォースなど、防災法 2013 に基づき防災の主流化を推進すべき組織の未設立 ・現時点で、防災にかかる明確な組織分掌が存在せず、重複が見られる。	現時点における認識の欠如
		考えられる解決策	・防災法 2013 の実施細則の迅速な適合と施行及び一般への啓発 ・防災法 2013 に基づく関連機構の迅速な設立 ・防災法 2013 にかかる DDM による関係機関が防災の視点を開発計画、政策、プログラム、プロジェクトに組み込むための計らい ・主流化推進に必要な組織制度の検討と提案(活動 1-7)	メディアやセミナー、ワークショップ、ワーキンググループ等を通じての主流化にかかる意識啓発(活動 1-4, 1-6 及び 1-7)
2	ハザードマップ	解決すべき課題	DHMS: この分野における専門家が不在で現時点での活動はないが、他機関へ必要情報を提供している。 DDM: GIS 技術ノウハウ及びスキルの不足 DGM: 2007～2008 年の Punakha-Wangdi 及び Chamkharchhu 川流域の GLOF ハザード分布図は水文水理解析に基づいていない DoES (FEMD): FEMD は全 20 県の洪水リスク分析の実施をマンドレートとしているが、FEMD が設立初期段階である事による専門職員の採用と研修が必要 DHS: DHS はハザードマップ作成をマンドレートとしていない。しかし、都市開発マスタープラン策定に必要なマルチハザードマップを、他政府機関が作成しないため、外部委託で作成した。	この分野におけるより多くの専門家を育成するため、マップ作成手法にかかる一層の研修が必要

	テーマ	社会・制度レベル	組織レベル	個人レベル	
		考えられる解決策	・Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域における水文・水理学的リスク分析に基づくマップの更新及び作成(活動 1-3)(これは今後の全てのリスク分析に当てはまる) ・研修及び実習の通じた DHMS 及び協力機関の洪水ハザードマッピングにかかる能力向上(活動 1-5)	関係機関職員へのマップ作成プロセスにかかる研修の実施(活動 1-5)	
3	地域防災・緊急対応計画	解決すべき課題	・県防災委員会(DDMC)の実施体制がまだ確立されていない。 ・防災及び緊急対応計画策定ガイドラインがまだ最終化されていない。	・防災専属の専門知識を有する県防災担当者の不在 ・県防災担当者の頻繁な転勤(DDM は新しい担当者にまた一から研修しなければならない。)	
		考えられる解決策	・防災及び緊急対応計画策定ガイドラインにかかる防災及び他関係職員の研修 ・DDM による県への助力・調整により県が実施する計画を策定する。	県による計画策定支援のための DDM による計画策定ガイドラインの作成(2014 年 7 月に最終化)	
4	洪水予警報システム	解決すべき課題	・ブータンでは EWS がまだ新しい概念のため EWS に対する社会的認知度及び政府内での政策優先度があまり高くない ・コミュニティ住民の EWS への信頼があまり高くないように見受けられる ・コミュニティ住民の認知の低さが投石や盗難による機材の被害につながる可能性がある ・この分野にかかる研修を実施する国内組織の不在	・統合的な EWS は現時点では Punakha-Wangdi 流域に存在するのみである ・新規 EWS 設置はプロジェクトから予算が潤沢に来るが、設置後の維持管理のための予算が十分でない	・この分野における専門的な職員を養成するための EWS にかかるより多くの研修が必要 ・気象・気候分野における一層の専門的知識が必要 ・海外研修内容と日常実務の乖離
		策 考えられる解決	メディア、セミナー、学生向けワークショップ(本プロジェクト活動)及び CBDRM(活動 3-1～3)を通じた意識啓発活動	第 11 次 5 年計画に沿った Mangdechhu 及び Chamkharchhu 流域への新規 EWS の設置(活動 1-2 及び 2-1～4)	・DHMS 職員への EWS 及びその維持管理にかかる実務研修の実施(活動 1-2 及び 2-5) ・DHMS 職員への洪水気象予報システム改善にかかる実務的な研修の実施(活動 1-8)
5	緊急時情報共有	解決すべき課題	・情報中枢センターとして機能する DDM の国家緊急対応センターと県緊急対応センターがまだ設立されていない。 ・明確な情報共有体制(SOP)が導入されていない。	SOP に基づく緊急時情報共有システムを有するのは、DHMS の Punakha-Wangdi 流域の統合的な GLOF EWS が現時点では唯一のものであり、他流域にはこのようなシステムは全く存在しない	防災専属の専門知識を有する県防災担当者の不在
		策 考えられる解決	・国家及び県緊急対応センターの早急な設立 ・関係機関との協議を通じた緊急時の情報共有にかかる SOP の開発(活動 1-9)	Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域における新たな SOP の開発(活動 3-4)	・DDM の継続的な研修実施による県担当者の能力開発 ・災害常襲県への専任防災担当者の雇用・設置

3.1.4 第1回年次セミナー開催

2015年6月19日にプロジェクト成果や活動進捗を広く関係者と共有する事を目的に第1回年次セミナーが開催された。C/P側のオーナーシップが高く、当日飛び入りも含め60名近くの参加者があり、プレゼンテーションの殆どがDDM局長をはじめC/P機関側によるものであった。特別講師としてプンツォリン工科大学講師も講演を行った。中央のC/P機関、他関係機関、パイロットプロジェクト流域関係者、ドナー、大学、マスコミ、NGOのみならず、経済省大臣、国会議員数名などVIPも参加し、参加者の本プロジェクトへの関心の高さが窺われた。同セミナーのプログラム及び参加者リストを添付資料8に示す。



3.1.5 カウンターパート本邦研修

(1) 研修概要

第1年次（2013年9月～2015年7月）に実施した計7回のC/P本邦研修は表3.3に示すとおりである。本プロジェクト内研修を2回、本プロジェクト活動と関連が深い集団研修を5回実施し、研修成果を今後の活動推進に資するものとした。

表 3.3 C/P 本邦研修実施実績

研修種別	研修名	期間		研修生	
		期間(日)	期日	人数	組織
集団研修	統合洪水解析システム（IFAS）を活用した洪水対応能力向上	28	2014年 7月6日～8月2日	3	DHMS 水文部、 計画調整部、 DoES
	気象業務能力向上	90	2014年 9月10日～12月8日	1	DHMS 気象部
プロジェクト内研修	気象衛星画像利用技術（SATAID） （目的：SATAID技術の学習を通じて気象予報の精度を向上させる）	12	2014年 10月29日～11月8日	3	DHMS 気象部
集団研修	総合防災行政	48	2015年 1月7日～2月23日	1	DDM
	災害に強いまちづくり戦略	55	2015年 1月12日～3月7日	2	DDM DHS
プロジェクト内研修	河川管理、洪水予警報及び気象観測にかかる技術研修 （目的：上記を学びプロジェクト活動促進に活かすこと）	12	2015年 5月10日～21日	6	DHMS 水文部、 計画調整部:4 DGM:1 DoES:1
集団研修	統合洪水解析システム（IFAS）を活用した洪水対応能力向上	28	2015年 7月6日～8月2日	1	DHMS 水文部

2014年7月6日～8月2日実施のIFAS研修の参加者から、研修は単にIFASの使用法のみならず、各地の国交省現場事務所視察等を通じ洪水予警報、住民避難をはじめ日本の洪水被害軽減についての理解を深める事が出来有意義であったと好評であった。

2014年10月29日～11月8日実施のプロジェクト内研修では、短い期間ではあったが、SATAIDの基礎を学ぶ事が出来た。なお、2015年6月に専門家チームが研修参加者等を対象に、DHMSにて本邦研修内容のレビューを実施し、学習内容の定着を図った。

2015年5月10日～21日実施のプロジェクト内研修では、研修先は、気象庁、ICHARM、河川情報センター、荒川下流河川事務所、名古屋大学減災連携研究センター、愛知県、名古屋地方気象台、岡崎市、あいち防災リーダー育成ネット、名古屋市港防災センターと多岐に亘り、国、県、市、大学、市民社会各層での取り組みを見られた事が研修生に好評であった。2015年4月25日のネパール大地震時にブータン全土もかなり揺れた事もあり、洪水のみならず地震を含めた自然災害全般にかかる話題・施設見学への研修生の興味が高かった。

(2) 研修成果合同発表会

2015年4月17日にDHMSにて、表3.3に記載のC/P本邦研修のうち2014年7月から2015年3月にかけて実施の研修参加者が、研修で得た知識と経験を幅広く関係者間で共有する事を目的に研修成果を発表した。JICAブータン事務所を含め全C/P機関から21名の参加を得た。本発表のプログラムを添付資料9に示す。

この発表会を通じ、研修生各自が日本において多くの事を学び、また自ら得た経験・知見にかかる情報共有に非常に積極的・協力的である事が各研修生のプレゼン聴講により確認出来た。



3.1.6 中間レビュー調査及び第2回JCC会議

本プロジェクトの中間レビュー調査がJICA本部派遣の調査団により2015年1月26日～2月13日の行程で実施された。専門家チームは調査団が実施のC/P等関係者へのインタビュー、現地調査を支援した。

2015年2月13日に第2回JCC会議が開催され、ブータン側・JICA調査団双方が合同で作成した中間レビュー調査報告書（案）の内容について協議・合意し、M/Mを署名交換した。評価5項目のうち、妥当性、有効性、効率性、インパクトは高い、自立発展性は比較的高いと判断された。同報告書そのものを含むM/Mは相当なページ数のため、本報告書へは掲載しない。

3.2 成果1にかかる活動実績

成果1「関連機関のGLOF及び洪水リスクアセスメント、都市開発計画、防災、洪水・気象予報、及び関連機関との緊急情報共有に関する能力が向上する」にかかる第1年次（2013年9月～2015年7月）の活動実績を活動ごとに以下にとりまとめる。

なお、以下の活動は第2年次（2015年9～2016年9月）に実施につき、次章に記載する。

- 中央レベルでの緊急時の情報共有に関するSOPの策定（活動1-9）

3.2.1 既存の気象水文データ・モニタリング・警報に関する現状分析（活動 1-1）

1) 既存気象水文現状分析

(1) 水文観測

i) 水文観測ネットワーク

ブータン国内の水文観測網を図 3.1 に示す。Primary Station、Secondary Station は水資源データの取得を目的として設置され、観測者により水位観測及び流量観測が行われている。Flood Warning Station は洪水警報のため、観測者により水位が観測されている。リアルタイム AWLS は主に洪水警報を目的として設置されている。

水文観測ネットワークは主要な河川をカバーしているが、ブータン国内の主要都市への洪水警報のためには、上流での観測を増やす必要がある。

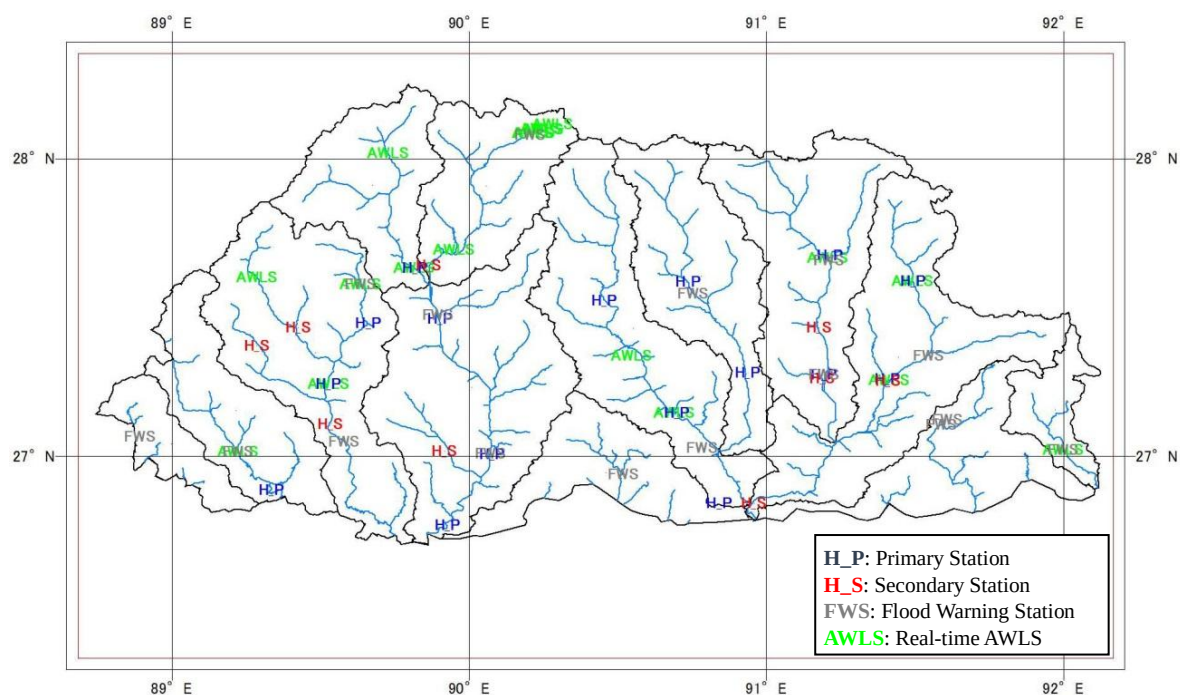


図 3.1 ブータンの水文観測所の位置（2014 年 1 月現在）

ii) Primary、Secondary と Flood Warning Stations

Primary、Secondary、Flood Warning Stations の機器設置、観測、保守点検状況、及びデータ処理状況の確認を行い、それらの評価を行った。一部の観測所では複数の名前が使われており、データユーザーに混乱をもたらすので、その点の改善が必要である。

Primary Station と Secondary Station のデータは DHMS 水文部に連絡され、水文観測データベースである HYDATA を用いて、日流量データが整備されている。2009 年にそれまでのデータをまとめた“Surface Hydrological Data of Bhutan”を JICA シニアボランティアの協力で出版した。すべてのデータは HYDATA に保存されている。洪水等により河床形状が変化した場合には、水位－流量曲線も再作成されており、日単位の流量データとしては満足できるものである。ただし、同一観測所でありながら異なる名前が使われている観測所があり、混乱をも

たらず場合がある。また、緯度経度についても複数のデータがある場合もある。Flood Warning Station のデータについても同様のことが見られ、今後、以下のことを行うことが推奨される。

- 各観測所について、唯一の名前、観測所コード、緯度経度、水位観測のベンチマーク地点と標高、観測所の場所や河川形状の記述等、および観測開始・中断・再開・終了日、及び上記要素の変更情報を取りまとめた台帳を再作成する。
- 台帳に基づき観測所リストを再作成する。
- 観測所リストの名前、観測所コードを用いてデータ処理を行う。

iii) リアルタイム AWLS

リアルタイム AWLS の機器設置、観測、保守点検状況、及びデータ処理状況の確認を行い、それらの評価を行った。データの品質管理を日常的に行うことが望まれる。

リアルタイム AWLS は 2009 年以降に、その下流への洪水警報を目的に設置されたものである。流量観測が行われている観測所は少なく、現在のところ、水位の流量への換算は行われていない。取得データはデータベースに保存されているが、品質管理は行われておらず、欠測データも多い。

リアルタイム AWLS は今後の観測の主流となるもので、そのデータは定量的な洪水予測や水資源の評価の基礎資料となるべきもので、非常に重要である。リアルタイム AWLS の観測データ処理については以下のことを行うことが望ましい。

- プライオリティの高い観測所から流量観測を始める。
- データを日常的に監視し、同一時刻の多重データの削除を行う。
- 観測所から通信でデータが回収できない場合には、現地でのデータ収集、データロガーや通信システムの補修を行う。
- 誤ったデータや疑われるデータも日常的に監視し、元データとは別に、品質管理を施したデータを保存する。
- NWFWC が本格的に稼働した段階では、すべてのリアルタイム AWLS のデータを NWFWC で監視、保存できるようにする。
- 今後の課題であるが、すべてのリアルタイム AWLS データを NWFWC の一つのデータベースに統合する。

(2) 気象観測

i) 気象観測ネットワーク

山地には気象観測所の数は少なく、今後、山地での気象観測、特に雨量の観測が望まれる。

ブータン国内の気象観測網を図 3.2 に示す。気象観測所の数は非常に多く、平均すると 20km 四方に一つの観測所があることになる。しかしながら、自然条件の厳しい山地には少ない。年平均雨量の分布を図 3.3 に示す。年平均雨量では、北に行くにつれて、雨量が減少しているが、さらに北に向かうと、雨量が増加する傾向も見て取れる。また、図 3.3 では明瞭ではないが、同じ緯度でも、標高の高い地点で、雨量が大きい傾向がある。また、3.3.1 節で述べるが、Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域では流域内の最北の Bjizam、Chamkhar 観測所の雨量より多くの雨がそれらの上流域で降っている。現在の観測網で得られる流域雨量は不正確で、過小な値となる。観測所のない山地での雨量観測は重要であり、設置や観測の維持は容易ではないが、これらの地域への設置が望まれる。

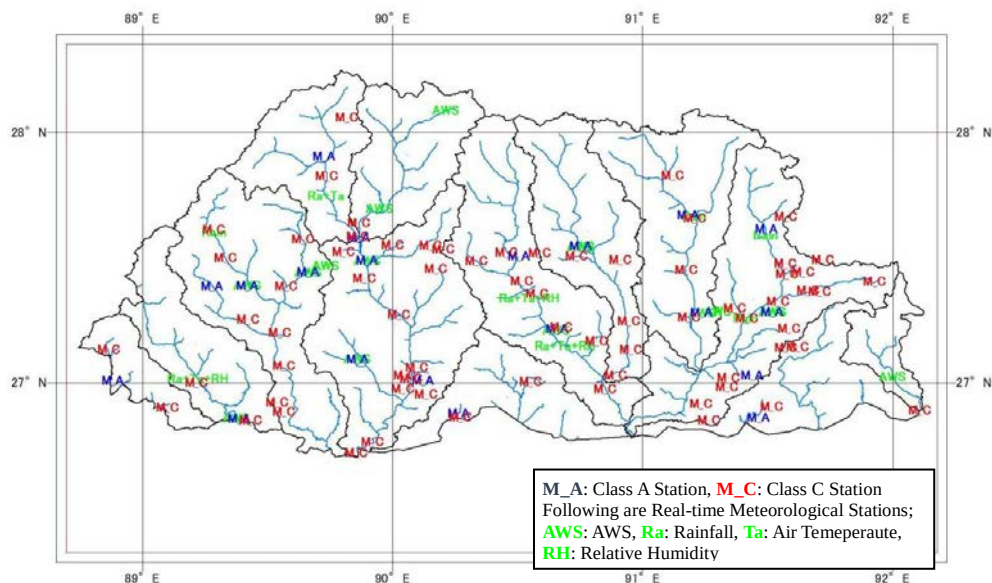


図 3.2 ブータンの気象観測所の位置（2014 年 1 月現在）

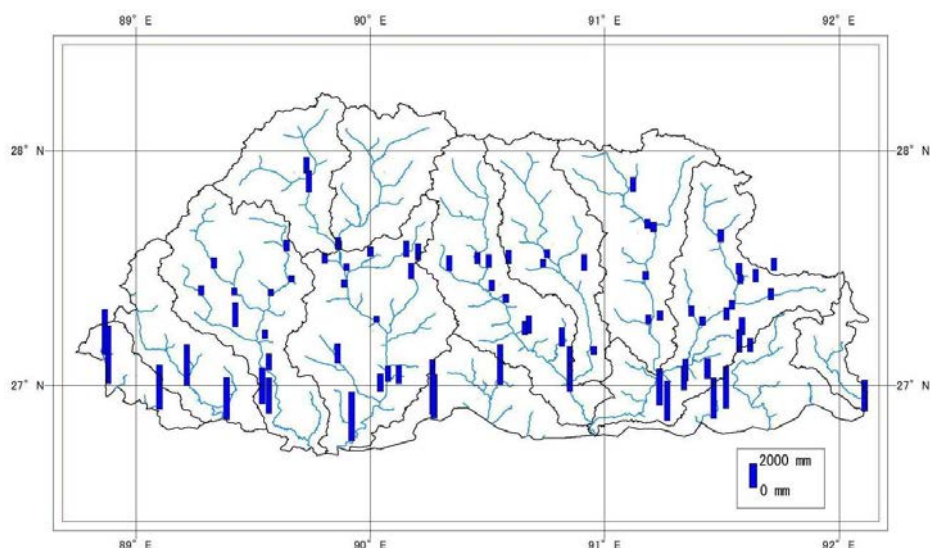


図 3.3 気象観測所の年平均降雨量

ii) Class A と Class C Station

Class A Station、Class C Station の機器設置、観測、保守点検を及びデータ処理状況の確認を行い、それらの評価を行った。正確な観測所リストを再作成したのち、それに基づきデータを整理しなおす必要がある。

DHMS 気象部として統一した観測リストや観測データのデータベースはなく、職員個人がデータを保管している状況である。また、欠測データに、データユーザーが混乱する不適切な数値を用いている。今後、以下のことを行う必要がある。

- 気象部にある観測所リスト及びデータを収集し直す。
- 各観測所について、唯一の名前、観測所コード、緯度経度、標高、県、観測項目、観測測器名、観測所の場所の記述等、観測開始・中断・再開・終了日、及び上記要素の変更情報を取りまとめた台帳を再作成する。
- それに基づく観測所リストを作成する。

- そのリストの名前、観測所コードに基づき、データ整理を行う。
- データベースを構築し、オリジナルデータを保存する。欠測データを数値で示す場合には、たとえば、雨量の場合には-999 のように物理的に起こりえない数値で表示する。
- さらにデータの品質管理を行い、元データとは別のデータベースに保存する。

Class A Station では、自記紙による観測も行われており、記録された自記紙は観測所に保管されている。一部のデータのみ読み取られ、DHMS 本部に送られている。時間雨量や雨量強度データは、今後の気象予測システムの構築や気候変動の評価にとって欠かせないものである。雨量については、すべての自記紙から、時間雨量および雨量強度を読み取り、データベースに保管する必要がある。

iii) リアルタイム AWS

リアルタイム AWS の機器設置、観測、保守点検を及びデータ処理状況の確認を行い、それらの評価を行った。リアルタイム AWS については、データの品質管理を日常的に行うことが望まれる。

リアルタイム AWS は、近年増設が進められている。リアルタイム AWS の多くは DHMS 気象部で観測が行われているが、設置時のプロジェクトごとに異なるデータベースに保存されている。また、一部は DHMS 水文部で観測されているが、そのデータは気象部と共有されていない。取得データはデータベースに保存されているが、欠測や同じ時刻の複数のデータも多く、日常的なデータの品質管理は不十分である。また、欠測の場合でも、観測所のデータロガーに保存されているデータによるデータ回復は行われていない。

リアルタイム AWS のデータは天気予報や洪水警報には不可欠のものであり、今後その重要性はさらに高まってくる。そこで、以下のことを行うことを推奨する。

- 集積されるデータを日常的に監視し、同一時刻の多重データの削除を行う。
- 観測所から通信でデータが回収できない場合には、現地でのデータ収集や、そのシステムの補修を行う。
- 誤ったデータや疑われるデータも日常的に監視し、元データとは別に、品質管理を施したデータを保存する。
- NFWFC が本格的に稼働した段階では、水文部のデータも NFWFC で監視、保存できるようにする。
- 今後の課題であるが、すべてのリアルタイム AWS データを NFWFC の一つのデータベースに統合する。

2) GTS/MSS 導入にかかる窓口機関との調整

成果 1 にかかる活動の一環として、DHMS と WMO 加盟国の気象機関との間を GTS/MSS を通じて接続し、気象情報の交換を行うことにより、気象解析・予測能力の向上を図る。アジア地区の GTS/MSS ネットワーク（図 3.4）の中で現在未接続となっている Thimphu とインドの New Delhi 間を主回線、Thimphu とタイの Bangkok 間をバックアップ回線として接続する準備を進めた。

氷河湖決壊洪水（GL0F）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書

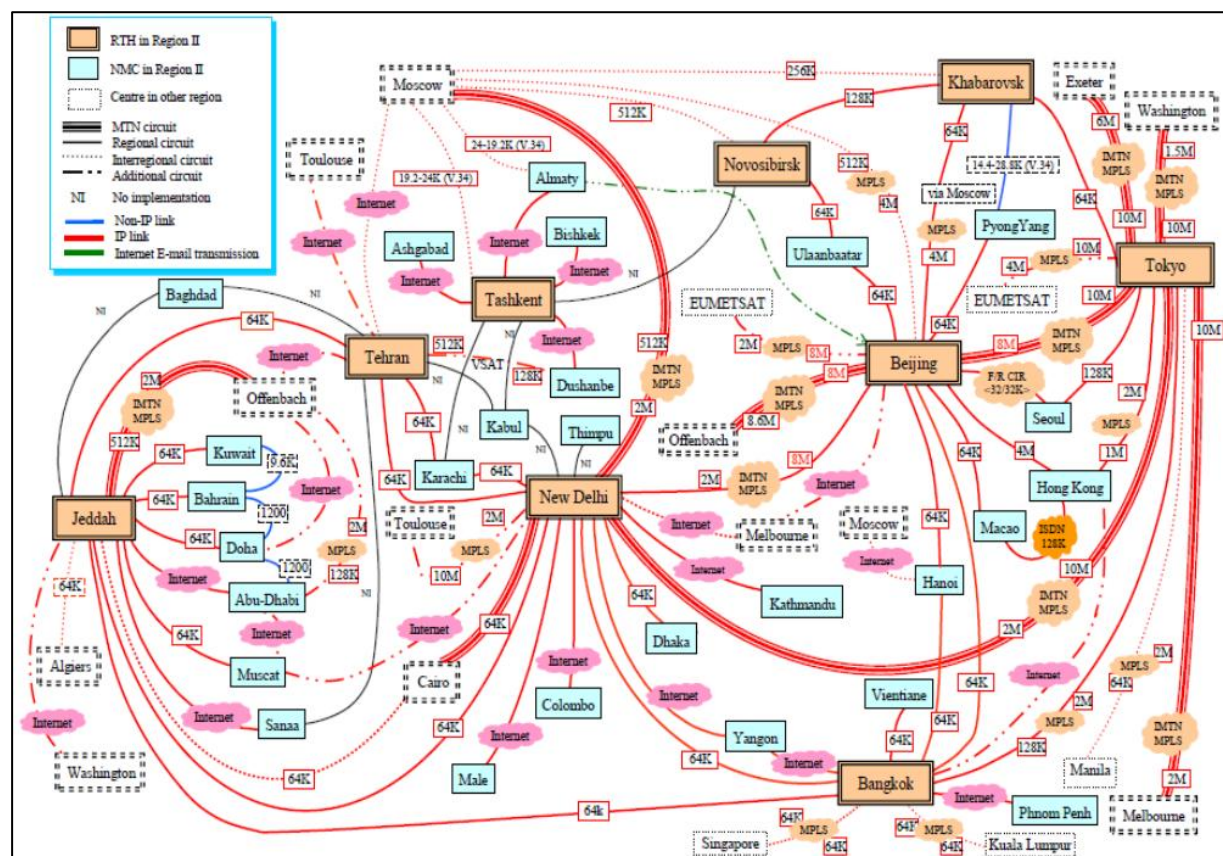


図 3.4 アジア地区の GTS/MSS ネットワーク

表 3.4 GTS/MSS 導入に関わる窓口機関との調整進捗状況

	対象機関	DHMS 窓口	現状	今後の対応
1	WMO	Mr. Singay Met. Div.	DHMS から観測地点登録に関する WMO へのレターを発出した。観測地点の選考中(4 地点を登録の予定)。	WMO から観測地点登録について了解を得た。地点の決定と、Director からの正式登録の申請を発出する予定。
2	インド気象局	Mr. Tayba Met. Div.	GTS 接続についての了解を得た。	DHMS の整備行程を知らせて、運用開始までの手順を決める。
3	タイ気象局	Mr. Tayba Met. Div.	インドと同様の手続きを取りつつある。	
4	気象庁	Mr. Tayba Met. Div.	GTS 担当官との窓口設定済み。	特になし。

	対象機関	DHMS 窓口	現状	今後の対応
5	EUMETSAT	Mr. Tayba Met. Div.	DHMS の整備工程に合わせて DCP の Administration Form を提出する予定。	チャンネル配分の交渉にはサポートが必要。
6	BICMA	Mr. Kuenzang Hydr.Div.	DHMS が希望する使用周波数について、ほぼ同意を得た。	DCP チャンネル配分決定後に、周波数の割り当てを得る。HF の周波数について軍との調整を図る。その後、正式な周波数認可手続きを進める。

GTS/MSS に接続するための手続きについてはインド気象局(India Meteorological Department)の L.R.Meena 博士と連絡を取りつつ進めた。GTS/MSS に接続するためのタイ気象局の窓口およびブータン国内での接続先であるブータンテレコムとの手続きについて調整した。

DHMS は GTS/MSS に接続された暁には観測データを WMO 加盟国に配信することになる。配信に先だって WMO に観測地点を登録する必要がある、WMO の観測部門担当の Abayasekara 氏及び Ondras 博士と手続きを進めた。DHMS とアジア地区 GTS/MSS のコーディネーターである気象庁の角田氏間の連絡ルートを設定した。

Mangdechhu および Chamkharchhu 流域に設置する AWS および AWLS からは、観測データをヨーロッパの気象衛星 METEOSAT および GTS/MSS を経由して Thimphu で受信する計画である。C/P とともに、ヨーロッパ気象衛星開発機構の EUMETSAT と必要な調整を行った。

DHMS の NWFWC に設置される GTS/MSS 運用に必要な情報を、DHMS が WMO 及び GTS 接続先のインド気象局及びタイ気象局などから入手するに際しての要領を支援した。

今回ブータンが加入する GTS 網は、WMO の第 2 地区（アジア地区）に所属している。ブータンでは、この通信網を用いて世界各国の気象データを入手するとともに、ブータン国内の気象観測データを他国の気象機関に向けて送出する計画である。GTS の通信に関しては、第 2 地区の通信中枢であるインド気象局に登録手続きを行う必要がある、その支援を行った。また、タイ気象局の GTS はインド回線のバックアップ回線として接続するため、その接続手続きを支援した。DHMS が気象観測データを GTS に送出するためには、WMO 及び第 2 地区の気象観測部門に登録する必要がある、その支援を行った。

Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域に設置する EWS の AWLS 及び AWS の DCP のデータは、ヨーロッパの気象衛星 METEOSAT を中継して収集され、GTS 網を通じて NWFWC に設置される GTS に表示される事になる。そのため DHMS がヨーロッパ気象衛星機構（EUMETSAT）との間で行う、加入手続き、接続方法、試験手順などについての調整を支援した。

具体的な進捗については次節に記載した。

3.2.2 統合システム構築に必要な資機材導入と運用開始（活動 1-2）

1) 英文技術仕様書（案）の作成

NWFWC に導入する GTS/MSS 関連資機材の仕様書を以下の点に留意して作成した。

- 1) NWFWC には GTS/MSS 関連機器を整備し外国の気象機関からの各種気象情報を入手する。それらの数値データを可視化し表示することにより、予報担当者の気象解析・予報

を補助するとともに、予報能力の向上に資すること。

- 2) 導入する GTS/MSS 関連機材は、WMO の技術基準を満たすこと。
- 3) DCP については EUMETSAT の技術基準および WMO の技術基準に則って機材整備し、Mangdechhu 及び Chamkharchhu 流域の観測データが GTS/MSS 経由で NWFWC において受信可能なこと。

2013 年 10 月に実施した NWFWC、Mangdechhu および Chamkharchhu 流域の現状調査に基づき DHMS に導入する資機材に関する英文仕様書（案）を作成した。同年 11 月 27 日に DHMS の C/P（各 Division チーフ他）に対して導入資機材（GTS/MSS 及び流域 EWS）の仕様書（案）の概要説明を行い概ねの合意を得た。GTS/MSS について、WMO の技術基準を満たすことを条件として、WMO への登録手続きや、入手データの利用法などについて C/P と協議しつつ、仕様書（案）の加筆・修正を行った。同年 12 月 16 日に DHMS に対して英文仕様書を提示し合意を得た。また、2014 年 2 月 7 日開催の第 1 回 JCC ミーティングにおいて導入資機材に関する仕様書について出席者全員の公式合意を得た。

C/P 側との共同作業により作成した DHMS への導入資機材（GTS/MSS）にかかる英文特記仕様書（案）に基づき、JICA の様式に従って調達のための仕様書および関連資料を作成した。

2) 衛星画像受信方式にかかる DHMS との協議

衛星画像受信につき、DHMS が希望し当初導入予定であった中国気象衛星（FY シリーズ）の画像受信装置に代え、新ひまわりの画像受信（インターネット及び直接画像受信装置）を導入する日本側の方針変更につき、2014 年 5 月 8 日に DHMS 側の同意を得た。日本の商用衛星の位置によっては、画像受信は直接画像受信装置経由でなく、インターネット経由のみとなる事についても了解を得た。

3) ひまわり画像受信装置導入にかかる事前検討

本プロジェクトの第 2 年次（2015 年 10 月～2016 年 9 月）に HimawariCast 受信機を国内再委託にて調達し DHMS に設置する。

これにより、日本の次世代気象衛星ひまわり-8 号から高解像度観測データを高頻度の観測間隔で入手可能となる。この観測データは気象庁により、通信衛星を経由して、衛星データの利用国向けに提供される。DHMS において、通信衛星から画像データを直接受信するに際し必要な情報（受信装置の機能・開発スケジュールなど）を WMO 及び気象庁から収集・検討した。

気象庁発表による気象衛星運用の移行スケジュールは図 3.5 のとおりである。

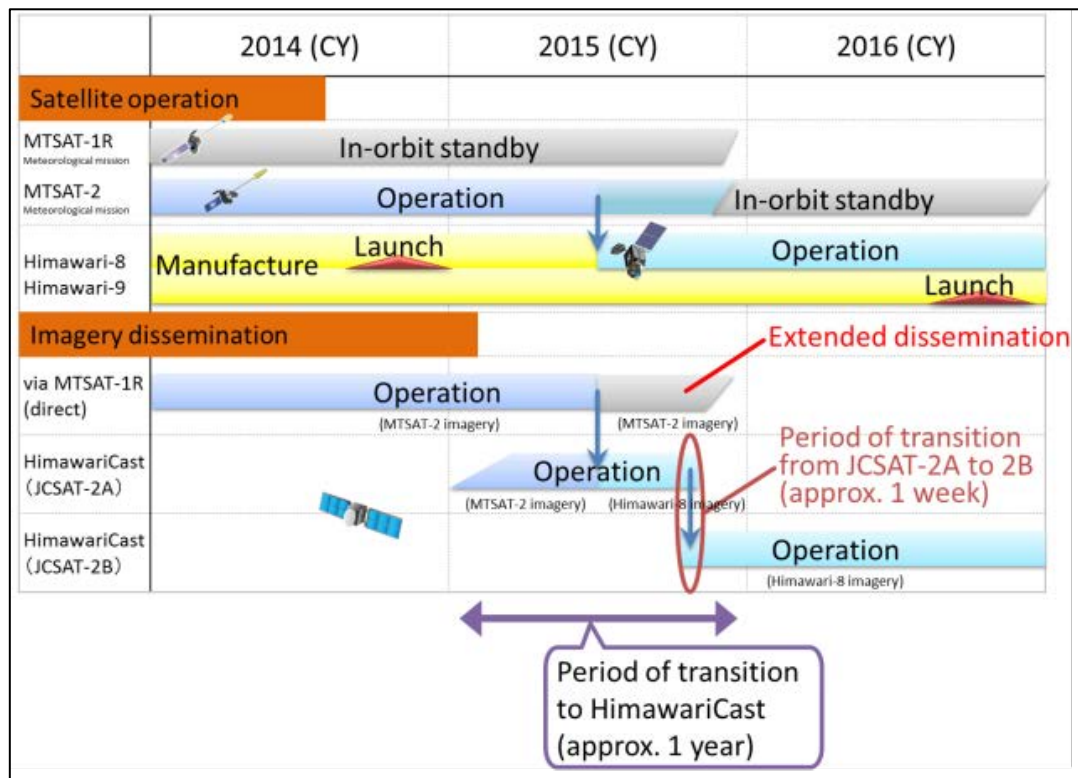


図 3.5 Himawari の運用移行スケジュール

2015 年 4 月 23 日以降、DHMS の C/P とともに、受信アンテナの設置場所及び画像処理機器の設置場所などの検討を行った。2014 年 11 月に実施した SATAID 利用技術に関する C/P 本邦研修の成果を生かして、この直接受信装置により入手する衛星データを、気象予報に利用することが可能となる。受信施設の概要を図 3.6 に示す。

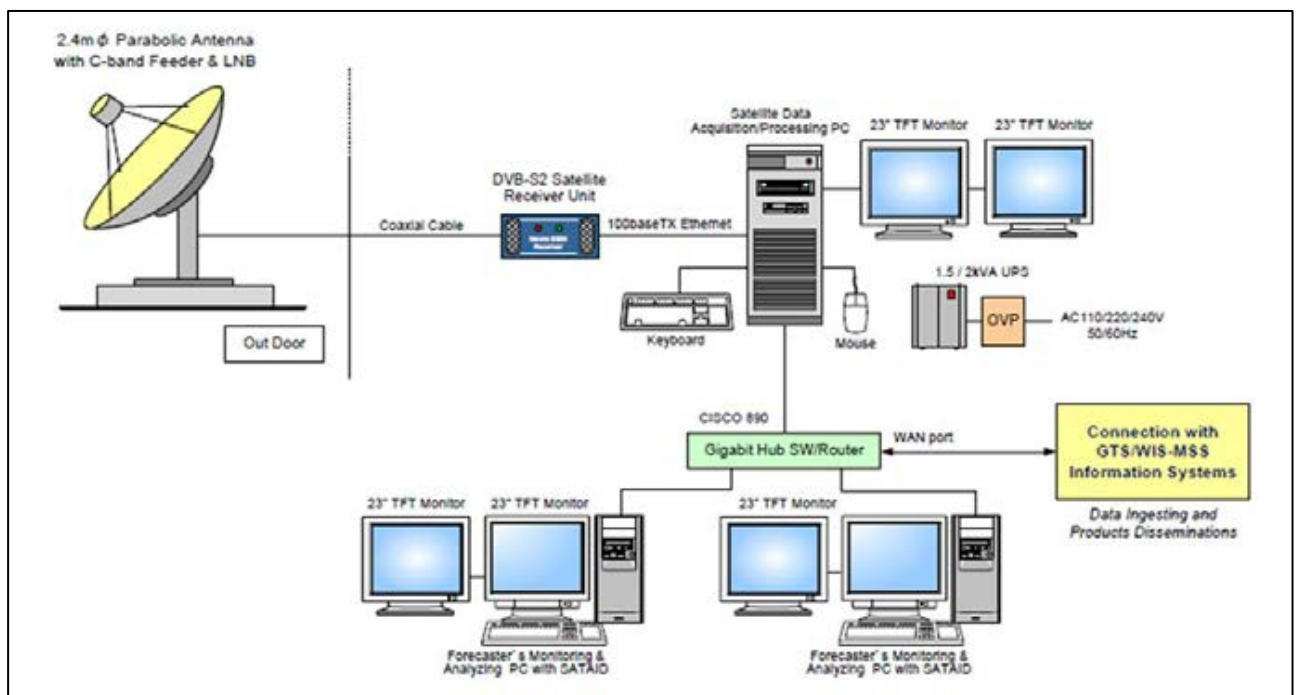


図 3.6 HimawariCast 受信システムの概要

4) 現地事前調査への支援

資機材調達設置業者（ヘリコム社）による GTS/MSS にかかる調達作業に対し、2014 年 10 月 1 日～3 日実施の同社の GTS/MSS 設置チームによる現地事前調査において、以下の項目について支援を行った。

- ① 新設 NWFFWC 建屋内の GTS/MSS 等について図 3.7 に示す NWFFWC 内の機器設置レイアウトの検討及び電源施設の調査
- ② インド気象局との GTS 接続回線及び接続方法について、経済省の ICT Division との調整
- ③ DCP 加入に必要な EUMETSAT への Registration Form for DCP Administration の提出手続き準備等

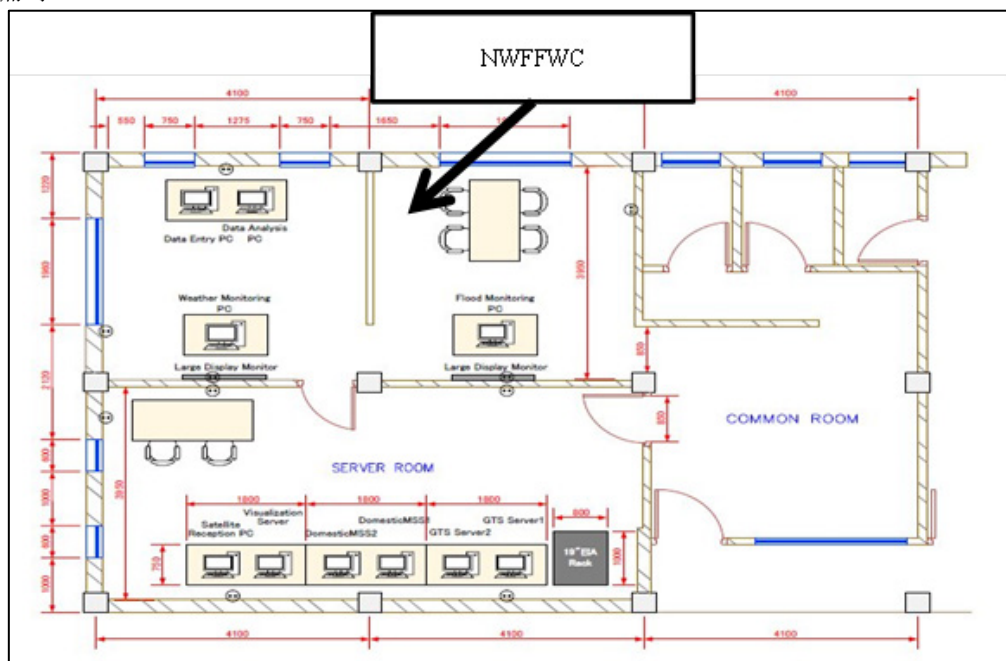


図 3.7 GTS/MSS 関連機器の配置図

5) 資機材の出荷前検査への立ち会い

2015 年 2 月 9 日に資機材調達設置業者（ヘリコム社コンソーシアムの東洋電子工業（株））にて、導入する資機材の組合せ動作確認試験が行われた。プロジェクトから 3 名が参加し、機材の動作状況を確認した。GTS を主体とした機材が適切に動作するのを確認するとともに、ソフトウェア類の早期完成を依頼した。

2015 年 2 月 17 日には、JICA 調達部が実施の資機材出荷前検品に立ち合い、検品の支援を行った。



組合せ動作確認試験



出荷前検品

6) GTS/MSS 資機材現地設置作業への支援

2015 年 4 月 20 日にヘリコム社が現地入りし、DHMS との間で打ち合わせを行い、作業日程、作業の進め方などについて支援を行った。

2015 年 4 月 22 日～28 日の間、GTS の接続についてはインド気象局/タイ気象局と、DCP の接続については EUMETSAT との調整を支援した。4 月 27 日インド気象局との間の GTS 回線の開通を確認した。同日ティンプーと EUMETSAT の衛星受信局との間で 5 個の DCP の回線が接続できることを確認した。

2015 年 5 月～6 月にかけてインド気象局、EUMETSAT との正式な接続について、スケジュール、手順などの調整を引き続き支援した。

2015 年 6 月 8 日各観測サイトから DCP データが EUMETSAT に入電したことを確認した。6 月 10 日タイ気象局との GTS 回線が開通したことを確認した。6 月 22 日インド気象局との GTS 回線が開通したことを確認した。

2015 年 7 月 3 日に、Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域に設置する EWS の 5 個所の AWLS 及び AWS の DCP のデータが、プロジェクトサイト→METEOSAT→EUMETSAT→ドイツ気象局→インド気象局→DHMS の GTS 網ルート経由で DHMS の GTS に入電していることを確認した。

7) GTS/MSS 運用・維持管理マニュアルの作成

GTS/MSS 運用維持管理マニュアルは、2015 年 5 月時点で、ヘリコム社から関係するマニュアル・取扱説明書が提出されず、システムも未完成で、OJT も実施されていないため、機器の運用に必要な一般的な事項である WMO との関係、DHMS の運用体制、責任分担等について DHMS 気象部の C/P と協働で現在出来る範囲についてマニュアル（案）をとりまとめた。マニュアル（案）の目次構成は以下のとおりである。

GTS/MSS 運用・維持管理マニュアル目次（案）

1. 序章
 - 1.1 背景
 - 1.2 WMO と GTS の関係
 - 1.3 GTS 通信回線
 - 1.4 GTS 加入国の責任
2. GTS の機能と責任
 - 2.1 気象情報システム
 - 2.2 DHMS の通信システム
 - 2.1.1. DHMS/EWS の概要
3. GTS の管理
 - 3.1 気象部
 - 3.2 GTS の運用部門
4. 運用と維持管理
 - 4.1 運用
 - 4.1.1 GTS システムのスタート
 - 4.1.2 GTS システムの監視
 - 4.1.3 障害対応
 - 4.2 保守
 - 4.2.1 年間、月間、毎日の点検保守
 - 4.2.2 点検簿

4.2.3 点検用機器

5. GTS 運用者の役割と責任

5.1 運用者の職務

5.2 交代勤務

8) マニュアルに基づく研修実施

前節で述べたヘリコム社にかかる事情のため、実際の機器運用、維持管理に関する部分を除き、マニュアル内容にかかる議論も含めた形で以下のとおり DHMS 気象部の C/P に対して研修を実施した。

- 2015 年 5 月 8 日：マニュアル作成にあたってその内容と役割分担を協議（参加者 5 名）。
- 5 月 18 日：インド気象局の運用体制などを説明（参加者 2 名）。
- 5 月 25 日：運用体制（案）について協議（参加者 2 名）。
- 5 月 28 日：DHMS が提示の運用体制（案）について協議（参加者 2 名）。
- 6 月 25 日：運用維持管理マニュアルに関するプレゼン・協議（参加者 7 名）
 - ① 運用維持管理マニュアル（案）のレビュー
 - ② WMO のプログラムと GTS の関係
 - ③ 地域通信中枢（インド気象局）と各国気象局間の気象情報交換機能
 - ④ 導入する GTS/MSS システムの機能の概要



6 月 25 日研修状況



同左

3.2.3 想定GLOF及び気候変動に基づく流出氾濫解析（活動 1-3）

1) C/P 機関調整とワーキンググループ立ち上げ

インセプション会議やベースライン調査において確認されたように、洪水リスク評価及びハザードマップ整備については、複数の機関が独自の活動を行っており、一元的な管理が行われていないのが現状である。また、2013 年に施行された国家防災法では、今後、ハザードマップにかかる議論は、省庁間作業部会（Inter-Ministerial Task Force）を通じて行われるものとされている。

本プロジェクトは、省庁間作業部会の設立に先立って行われるものであるため、本プロジェクト内における合意事項は、今後の省庁間作業部会において重要な意味を持つと考えられる。したがって、洪水リスク評価及びハザードマップ整備に関する支援においては、可能な限り

多くの関係機関を集め、これまでの実績や人的キャパシティ、法的位置づけ等を明確にし、関係者間のコンセンサスを得ながら進めていくことが重要である。このために、本プロジェクトでは、DHMS、DDM、DoES、DGM、DHS、NLCS といった関係機関よりなる、洪水リスク評価及びハザードマップ整備にかかるワーキンググループを結成し、グループ会合の中で、各議題や研修カリキュラムを協議しながら進めるものとする。

なお、2014 年 2 月時点で確認できている各機関の実績及び人的キャパシティは表 3.5 の通りである。

表 3.5 各洪水リスク評価及びハザードマップ整備にかかる各機関の現状と取組み

組織名	これまでの実績	人的キャパシティ
Department of Hydro Met Services (DHMS)	水文及び気象観測における実績は豊富であり、リスク評価にかかる他機関への必要情報を提供している。	数名の職員が洪水解析に関する研修を受けている。多くの職員が基本的な水文に関する知識を有している。
Department of Disaster Management (DDM)	ハザードマップ整備にあたっての調整機関であり、各機関の取り組みについての情報収集等を行っている。	数名の職員が、ハザードマップや GIS に関する研修を受けているが、実務経験はない。
Department of Engineering Services (DoES)	南部地域での施設設計を目的とした解析を行っている。第 11 次 5 ヶ年計画にいて、リスク評価の実施が計画されているが現時点では進んでいない。	多くの職員が、洪水解析に関する研修を受けており、一部は他職員を訓練できるレベルにある。新設部署であり経験は不十分。
Department of Geology and Mines (DGM)	NAPA プロジェクトにおいて、Punakha – Wangdue, Chamkhar にて GLOF ハザードマップ作成。ただし、水文解析を用いない手法による。	数名の職員は、GIS を扱うことが出来るが、水文解析の経験はない。
National Land Commission (NLC)	地形・地籍等の国土情報を取り扱っており、他機関への必要情報を提供している。	多くの職員が、GIS を扱うことが可能である。

2) ワーキンググループ活動

(1) ワーキンググループ活動

洪水氾濫解析及びハザードマップ作成に関して、DHMS 及び DDM 参加のもと、ハザードマップ Working Group（以下「FHM W/G」とする）の立上げについての協議を行い（2014 年 1 月 30 日）、それに基づき、2 月 12 日に第 1 回 FHM W/G の会合をもった。

会合には、DHMS、DDM、DHS、DoES、DGM、NLC が参加し、専門家チームから研修計画の概要を説明するとともに、ハザードマップの普及展開には、ガイドラインの策定が不可欠であることが協議された。FHM W/G は 2 ヶ月に 1 回程度の頻度で招集する事とした。

4 月 30 日に FHM W/G の第 2 回会合を行い、FEMD (Flood Engineering Management Division) /DoES の業務に関するプレゼンテーション、Bumthang 及び Bjizam における測量結果の簡単な報告、今後の活動スケジュールの調整等を行った。W/G の議事録を添付資料 10 に示す。

W/G で紹介された FEMD の業務内容には流出モデルの構築が含まれており、DHMS と重複しているが、モデ



FHM W/G の様子



浸食されている農地

ル構築の目的がそれぞれ異なる(FEMD:構造物対策 DHMS:警報等、より広い活用)。しかし、基礎となるデータは同じであり、作業の重複を避けるためにも、協働してあたることが望ましい。

前頁写真に Bumthang の河川沿いの低地に存在する農地を示す。Bumthang では、民家は比較的高台に位置していることが多いが、農地は河岸段丘の一番低い面に位置している状況が散見され、写真に示した箇所の地盤高と乾期の河川水面との比高は約 2m 程度である。雨期には農地の河岸が浸食され、柵の一部が川に落ちていることがわかる。人的被害に対する防災よりは優先度が劣るものの財産保全の観点から、対策が必要であると思われることから、W/G にて情報共有した。



堤防に開けられた穴

右写真は、Bumthang 市街の堤防に住民が便宜を図るために開けたと思われる穴である。堤防は一箇所でも切れていては意味をなさないことに対する住民の認識のなさが推し量られ、住民に対して CBDRM 等を通じて防災意識の浸透・向上を図る必要性について、W/G で確認した。

(2) 勉強会及び実習

洪水ハザードマップ作成のために必要な C/P の能力向上を目指し、測量から解析、マッピングに至る一連の流れに沿った勉強会および実習を実施した。2014 年 2 月～8 月のスケジュールを表 3.6 に示す。

表 3.6 研修・測量および W/G のスケジュール(2014 年 2 月～8 月)

	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug
Training (GPS, Analysis)	24 th (DHMS, DDM), 26 th (DHMS)	8 th (DHMS) 20 th (FEMD, DHMS)	8 th ,9 th (FEM D,DHMS)		23 rd -27 th (all)		Technical operation support(DH MS,FEMD)
Survey at Pilot Site		24 th -31 st (DH MS,FEMD)		18 th -25 th (DHMS)			28 th -1 st (DHMS)
W/G	12 th		30 th				

i) GPS/GLONASS 簡易測量実習

2014 年 2 月 24 日に DHMS 敷地内において GPS 測量に関する説明及び実演を行った。参加者は DHMS 及び DDM の FHM W/G メンバーであった。また、2 月 26 日と 3 月 8 日に DHMS、3 月 20 日に FEMD/DoES のメンバーを対象として Thimphuchhu 川において GPS の操作の習熟や精度確認を目的とした研修を実施した。これらの測量結果を GIS 上で整理した上で、HEC-RAS を用いたテスト解析を DHMS の C/P と共に行った。



GPS 測量実習

上記活動は、C/P の理解向上を促すために、DHMS の C/P1 名に対して先行で研修を行い、専門家が作成した操作資料を基に C/P が主体となって実習参加者に対する説明を行った。同 C/P は、GPS 簡易測量を単独で行える程度に練度が向上している。

ii) 洪水氾濫解析実習

2014 年 6 月に実施の全体での研修に先立って、FEMD/DoES の要望により 4 月 8、9 の両日、FEMD オフィスにおいて HEC-RAS 勉



HEC-RAS 研修の様子

強会を行った。参加者は、DHMS より 2 名、FEMD より 6 名であった。勉強会では、3 月に実施した GPS/トータルステーションによる Thimphuchhu 川の測量結果をデモデータとして、GIS への取り込み、地形 TIN モデルの作成、HEC-RAS への出力および定常/非定常流計算を行い、解析技能の向上を図った。

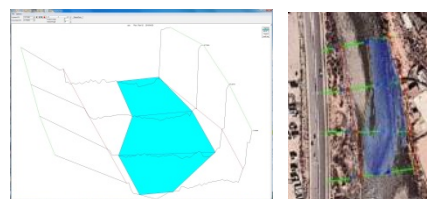


図 3.8 HEC-RAS による勉強会での解析例

図 3.8 に HEC-RAS の定常流解析結果の例を示す。測量時の実測流量を入力して水位計算した結果、水位の誤差は 10cm 程度であった。研修参加者には、解析後に結果を吟味し、妥当性を確保する必要性について指導した。

6 月実施の洪水流出/氾濫解析研修に用いるデータの収集整理、既存情報のレビュー、測量結果の GIS データ化、および研修資料の作成を DHMS の C/P と共に実施した。HEC-RAS の研修資料に関しては、DHMS の C/P が先行して行った勉強会の経験を元に自ら作成し、研修時も運営アシスタント/講師補助として主体的に活動を行った。

2014 年 6 月 23 日から 6 月 27 日にかけて、全 C/P 機関から 24 名（DHMS：13、DDM：2、DGM：2、DoES：5、NLCS：1、DHS：1）の参加を得て洪水流出/氾濫解析研修を行った。研修の目的は、解析に関する基本的な操作と流れ、解析に必要な情報、およびアウトプットのイメージを、実習を通じて理解してもらうことである。

研修内容については、C/P には講義形式の研修を受ける機会は比較的多くあるであろうとの判断から、今回は実際の対象流域におけるデータを用いた実技研修とした(表 3.7)。

参加者は、解析の経験が無いか、あっても限定的である人が殆どである中、想定を超える参加者があり、解析の有用性に対して高い興味と期待がうかがえた。

表 3.7 洪水/氾濫解析研修の日程



洪水/氾濫解析研修の様子

6/19 Thu, 20 Fri	Installation of software in advance
6/23 Mon.	Opening remarks by Director, DHMS Remarks by JICA Experts General information about FHM Previous study about the flood hazard Runoff analysis by IFAS to simulate flood discharge
6/24 Tue.	Runoff analysis by IFAS to simulate flood discharge Making GIS base map for pilot sites Calculation of probable precipitation and discharge
6/25 Wed.	Flood analysis by iRIC to estimate flood area and depth
6/26 Thu.	Making terrain data (TIN and raster) by GIS Flood analysis by HEC-RAS to estimate flood area and depth
6/27 Fri.	Mapping the result of flood analysis by GIS Extract settlements and facilities built on high risk area

iii) C/P の日常業務に対する支援

技術の定着に効果的であることから、GIS 操作が必要となる C/P の業務（観測所位置大判図作成や流域界の作成・流域面積の算定等）および流出/氾濫解析に関する業務に対して支援を行い、C/P の解析に対する理解促進を促した。

iv) 技術移転による第1年次終了時点での成果

研修参加者の解析経験は限定的(表 3.5)であったが、研修後にはその経験を活かして他業務において GIS を用いた業務や氾濫解析を実施する程度に技量が向上している。また、解析途中での DEM のエラーや流量計算上の問題に自ら気づくなど、C/P の理解度の向上が見て取れた。

3) 流出解析モデル構築

本プロジェクト対象地域において C/P と協働でハザードマップ作成のための流出氾濫解析を実施した。

(1) 基本方針

i) 既存のハザードマップ

Chamkharchhu 川流域には、DGM および DHS の作成したハザードマップが存在する。両者とも地形や地質等の情報から危険エリアを判定しており、既往最大災害であるサイクロン・アイラの浸水域よりは広く危険区域を取っている傾向にある。Mangdechhu 川流域には、SATREPS(2012)によって GLOF に対する洪水/氾濫解析が実施されている。その他に、両河川ともダムプロジェクトによる洪水流量の算定が行われており、本プロジェクトで実施する解析の入力条件や結果検討時の参考資料として活用した。

ii) 解析対象と条件

本プロジェクトの対象である Mangdechhu 川流域 Trongsa 県および Chamkharchhu 川流域 Bumthang 県において解析を行う。詳細なハザードマップについては、地形や洪水履歴等の情報に鑑みて、Bumthang 市街地周辺の氾濫原、Choekhor Toe 小学校周辺、Bjizam を対象に作成する。解析シナリオの入力条件としては、氷河湖決壊の他に確率流量、既往最大流量等が考えられるが、ブータンにおいてはハザードマップ作成時に用いる条件について明確な規定はない。そのため、いくつかのシナリオで解析を行い、W/G において既存のハザードマップ等と比較検討した上で、CBDRM、土地利用規制等に使用する妥当なシナリオを決定することが望ましく、C/P と協働でこれを実施した。

iii) 解析ソフトウェア

C/P 機関には過去に Mike11 や Flo-2D が導入されたことがあるが、現在のところ利用実績はあまりない。本プロジェクトでは、研修対象の C/P が複数に亘ることから、使用解析ソフトはフリーのものを選定する方針とし、C/P の了解を得た。使用解析ソフトを表 3.8 に示す。

表 3.8 解析に使用するソフトウェア

Category	Software		Remarks
Runoff analysis	IFAS		Automatic satellite precipitation download and flood forecasting
Breach model	HEC-RAS(Dam breach)		Built in model of HEC-RAS
	Breach(NWS)		Detailed model settings
Flood analysis	2D	iRIC Nays2D Flood	2D analysis for flood plain and river bed (integrated)
	1D	HEC-RAS	1D analysis
GIS	ArcGIS		Distributed by NLCS

(2) モデル構築活動

i) 基礎データ収集

2014 年 2 月 12 日の W/G 会合において、解析のフローや必要な基礎データ、解析例等を紹介し、参加者の理解を得た。解析に必要な各種基礎データについては、各 C/P に提供を依頼した。

収集したデータは表 3.9 の通りである。DHS より提供を受けた GIS データは Bumthang において作成された先行のハザードマップのものである。SATREPS では、ALOS-PRISM センサーのデータを用いた 10m メッシュの DSM も作成しており、本プロジェクトの解析における基礎標高データとして活用する。ただし、同データには精度の良くない領域があるほか、水面下や植生等のある部分については実際の地盤高との間に差異があるため、現地にて測量を行い、補正した。

収集したデータは、モデル構築及び測量の基礎資料とするため、DHMS の C/P と共に GIS 上で整理を進め、測量用のベースマップを作成した。また、6 月の研修にて参加者で共有した。

表 3.9 収集 GIS データリスト

Category	Description	Provider
Hydrological data	Discharge, Water Level (Time series and location)	DHMS
Meteorological data	Precipitation, Temperature, ... (Time series and station location)	DHMS
Building	Settlement, Hospital, Religious ... (shape file)	NLCS, DHS, NSB
Infrastructure	Road, Embankment, ... (shape file)	NLCS, DHS
Topographic map	Bumthang and Trongsa (shape file)	NLCS
Land cover	Bumthang and Trongsa (shape file)	NLCS
Control point	Bumthang and Trongsa (Excel, converted to shape file)	NLCS
Satellite image	ALOS-AVNIR2 GeoEye (Bumthang)	DGM(SATREPS) DHS
Elevation	ALOS-PRISM DSM	SATREPS

ii) 対象流域における簡易測量

対象流域での簡易測量(2014 年 3 月以降に数回実施)に先立ち、測量対象箇所の確認や GPS のテストを目的とした現地踏査を 2014 年 2 月 8 日～11 日にかけて行った。その結果、河川横断測量について日本の基準(約 200m 間隔)で実施するにはブータンの人的リソースが不足していると思われるため、重要箇所近傍では約 200m 間隔、その他の地域ではそれより長い間隔で測量を実施する方針とし、C/P の理解を得た。

2014 年 2 月 26 日に、Thimphuchhu 川において GPS の精度確認と C/P の練度向上を目的として、テスト測量を行った。その際、上方視界が不十分な場合は GPS 測量の誤差が大きくなることがわかったため、C/P と協議し、FEMD 所有のトータルステーションと GPS の双方を用いて対象流域の測量を実施することとし、両データを合わせて GIS にインポートする実習も実施した。

洪水流出/氾濫解析に用いる地形・水文データを得るため、2014 年 3 月 24 日～31 日に、対象流域において河川横断測量を DHMS、FEMD メンバーと共に実施した。また、5 月 18 日～25 日に DHMS の C/P と共に雨期の河川水位の測量、新規箇所 (Bumthang 市街を流れる小河川、Choekhor Toe 小学校) の測量、および前回測量時のデータエラー箇所の測量を行った。8 月 28 日～9 月 1 日にも同様に、高水時のモデル再現キャリブレーションに用いるための雨期の河川水位測量を対象流域で実施した。

簡易測量は、Bumthang 空港周辺の堤防や、保全対象となりうる構造物の周辺を中心に実施した。その際見られた防災上の問題箇所について、第 2 回 W/G にて報告した。得られたデータは GIS 上で整理し、洪水/氾濫解析および研修に用いる。



測量の様子(左)と Bumthang 空港の堤防(右、高さ約 3m)

iii) 降雨流出解析

- 流出解析モデルによる流量の再現

Chamkharchhu 川の Kurjey 観測所の実測流量、Bumthang 観測所の実測雨量、および衛星降雨を用いた IFAS による流出解析結果を図 3.9 に示す。6 月の研修においても同様の解析を実施した。図の解析対象期間はサイクロン・アイラのイベントを含む 2009 年の雨期(5/1-9/30)である。再現性については、実測雨量を用いた場合が最も高く、衛星降雨データを用いた場合は、流出イベントの大きさ、タイミング共に低い再現性となった。流出パラメータは、後の C/P 本邦集団研修において最適化された。

実測・衛星降雨双方とも、夏期の流域内の水収支が合っておらず(3.3.1 項参照)、雨量が不足しているため、雨期の計算基底流量が過小評価となっている。水収支が合わない理由としては、1)北部山岳地帯に観測所がないため、山岳地帯の雨量増加をとらえられない 2)流域源頭部の雪氷融解流出が考慮されていない、の 2 点が考えられる。1)については、本来衛星降雨データを使用すれば山岳地帯の雨量増加を考慮できるはずであるが、今回用いた衛星降雨データでは雨量増加の傾向はとらえられなかった。また、2)を再現するためには、融解モデルを用いる必要があることから、試験的に衛星データから算出した夏期後半の雪もしくは氷河域にディグリー・デイ法を適用して流出量を算出し、雨量に上乗せしたが不足量を補うには至らなかった。不足分の流量は基底流出約 $50\text{m}^3/\text{s}$ 相当で、ピーク流量と比較すると小さく、流量ピークの大きさ自体の再現精度は低くないことから、今後、DHMS が洪水流量予測をする際には、夏期の流量予測値を $50\text{m}^3/\text{s}$ 程度引き上げることで対応すれば実務上は問題無いと思われる。

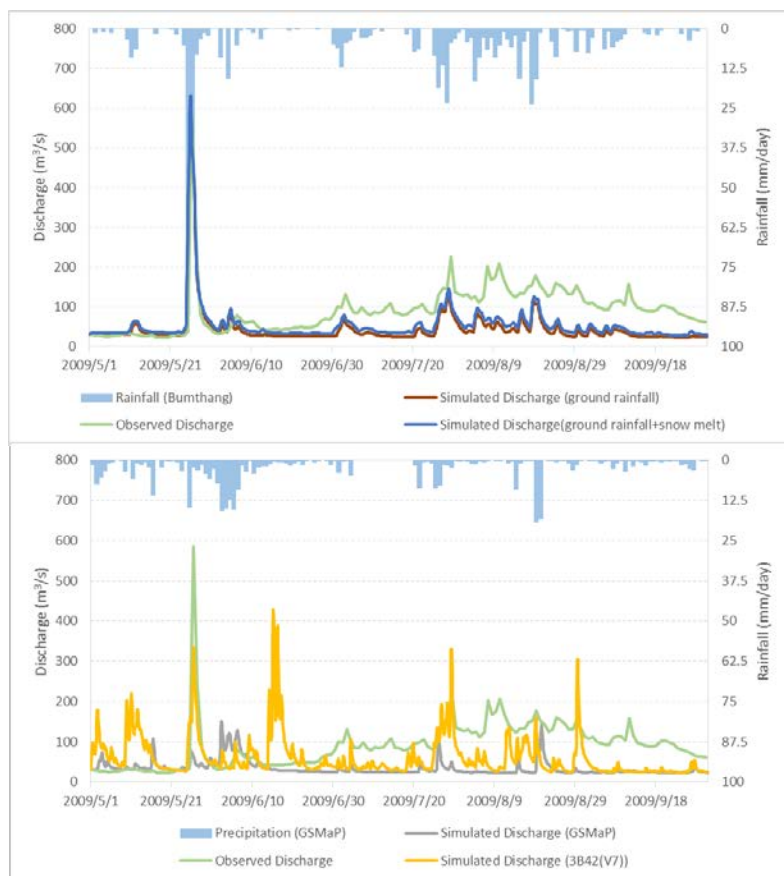


図 3.9 IFAS による流量再現結果(Kurjey)
(上:実測雨量 下:衛星降雨)

- 確率雨量/流量

表 3.10 に Chamkharchhu 川流域: Kurjey (Bumthang) と Mangdechhu 川流域: Bjizam の確率雨量(ガンベル法)、実測流量からガンベル法で直接計算した確率流量、IFAS に確率雨量を入力して計算した確率流量、及び既往最大流量(2009 年サイクロン Aila)を示す。IFAS の解析パラメータについては、2014 年 7 月実施の IFAS にかかる C/P 本邦集団研修で C/P が同定したパラメータを使用した。

確率流量は、概ね流出解析によって得られた値の方が大きな数値を示している。これは、実測流量は 1 日 1 回の記録であり、ピーク流量を捉え切れていないことがあるため、全体に実測流量記録値が小さめに出ていることが原因と思われる。洪水ハザードマップ作成の入力条件としては、安全側を見て流出解析の計算値を用いることが望ましいと考えられる旨、FHM W/G で議論して理解を得た。

なお、計算された確率流量は、EWS の警戒水位設定にも使用した。

- 氾濫解析シナリオ

流出解析の結果、2009 年のサイクロン Aila 時の流量は 100 年確率流量を大きく上回っていたことから、IFAS によって計算された既往最大流量を降雨による洪水の解析シナリオとして設定し、氾濫解析を実施した。氾濫解析の詳細については、3.2.5 節に記述する。

iv) 氷河湖決壊流出氾濫解析

- 氷河湖決壊モデル

対象流域における氷河湖決壊洪水の評価については、SATREPS(2012)¹やFujita et al.(2013)²等の先行研究がある。本プロジェクトでは、両研究で高い洪水流量発生の可能性が指摘されている湖(Chamkharchhu川流域: Cham_gl_198、Mangdechhu川流域: Mngd_gl_270)を解析対象として、BREACHJ(NWS)を用いて決壊流出シミュレーションを実施した。気候変動の影響を考慮するため、1970 年代から最近までのランドサット衛星画像を入手し、湖水面積の変化を確認したが、両湖とも大きな変化はなかったことから、現状の面積を用いて解析を行うこととした。モレーン形状や 50%粒径等のモデルパラメータについては、ALOS-PRISM DSM及びSATREPS(2012)¹等の先行研究を参考に決定した。

表 3.10 確率雨量及び流量

Bjizam	Rainfall		Discharge (m ³ /s)	
	(mm/day)	(mm/3days)	observed	IFAS
2009 Cyclone Aila	95.0	203.4	642	690
20 years	75.2	96.3	466	327
50 years	87.4	106.9	524	424
100 years	96.5	114.9	568	491
200 years	105.6	122.8	611	573
500 years	117.6	133.2	669	676
1000 years	126.6	141.1	712	753

Kurjey (Bumthang)	Rainfall		Discharge (m ³ /s)	
	(mm/day)	(mm/3days)	observed	IFAS
2009 Cyclone Aila	90.0	138.5	586	612
20 years	64.8	120.1	309	298
50 years	75.6	141.6	339	365
100 years	83.7	157.8	361	423
200 years	91.8	173.9	384	475
500 years	102.5	195.1	413	545
1000 years	110.5	211.2	436	610

※2009 Cyclone Aila の雨量/流量は Gumbel 分布から大きく外れるため除外して確率計算した。

¹ Final Report of SATREPS Project “Study of Glacial Lake Outburst Floods in the Bhutan Himalaya”, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, June 2012

² Fujita, K., Sakai, A., Takenaka, S., Nuimura, T., Surazakov, A.B., Sawagaki, T., and Yamanokuchi, T. (2013) Potential flood volume of Himalayan glacial lakes, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13:1827–1839, doi:10.5194/nhess-13-1827-2013

- 決壊洪水波流下課程のシミュレーション/氾濫解析

決壊シミュレーションで得られた氷河湖直下のハイドログラフを上流側境界条件とし、Mangdechhu 川流域は MHPA が建設中の発電所の下流、Chamkharchhu 川流域は Bumthang 氾濫原の下流まで HEC-RAS を用いて 1 次元非定常流シミュレーションを行い、流域内各地点の流量、洪水到達時間、想定浸水域を得た。その結果、Bjizam での GLOF 流量は 2,039m³/s、Kurjey では 3,254m³/s となり、降雨による既往最大洪水より一桁大きい流量となった。洪水到達時間は、Jongthang から Bjizam まで 34 分、ダムサイトまで 50 分、発電所まで 88 分、Tsampa から Kagthang まで 27 分、Choekhor Toe 小学校まで 34 分、Kurjey まで 60 分、Bumthang 市街地まで 83 分であった。推定された流下時間と地形データから得られた河川縦断標高データは、EWS 運用に活用される。

(3) 詳細氾濫解析とハザードマップ作成

上記の氷河湖決壊解析で、保全対象が想定氾濫域内又はその周辺に存在していた Bumthang 市街地付近、Bjizam 付近、Choekhor Toe 付近については、より詳細な地形モデルを用いた氾濫解析を行い、ハザードマップのドラフトを 2014 年 10 月に作成し、FHM W/G による検討等を経て、2015 年 2 月に最終化した。解析には、iRIC Nays2D Flood 若しくは HEC-RAS 定常流解析を使用した。境界条件は、氷河湖決壊シナリオ及び既往最大降雨シナリオの流量を用いた。解析結果と作成されたハザードマップについては、3.2.5 節に記述する。

(4) 浸水被害想定

表 3.11 に、氾濫解析結果と建築物データを用いて集計した浸水想定軒数を示す。総浸水軒数は Bumthang 周辺エリアが突出して多かった。シナリオごとの比較では、GLOF シナリオの浸水想定軒数が既往最大シナリオの 5 倍超となっており、GLOF による建物への被害が懸念される。なお、集計に用いられた住居データには不十分な部分があること及び、居住情報は常に変化することから、今後も適宜更新することが望ましい。

表 3.11 浸水想定軒数

Location	Type	Past Max. Scenario				GLOF Scenario			
		Estimated flooding depth			Total	Estimated flooding depth			Total
		～0.5m	～3.0m	3.1m～		～0.5m	～3.0m	3.1m～	
Kagthang	Residence	0	0	0	0	3	1	0	4
	Education	0	0	0	0	0	0	0	0
	Historical Place	0	0	0	0	0	0	0	0
	Health center/Hospital	0	0	0	0	0	0	0	0
	Commercial Building	0	0	0	0	0	0	0	0
	Farm Building	0	0	0	0	0	0	0	0
	Official	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	3	1	0	4
Choekhor Toe	Residence	0	0	0	0	0	4	1	5
	Education	1	0	0	1	0	0	1	1
	Historical Place	0	0	0	0	0	0	0	0
	Health center/Hospital	0	0	0	0	0	1	0	1
	Commercial Building	0	0	0	0	0	0	0	0
	Farm Building	0	0	0	0	0	0	0	0
	Official	0	0	0	0	0	1	1	2
	Total	1	0	0	1	0	6	3	9
Bjizam	Residence	0	0	0	0	0	0	0	0
	Education	0	0	0	0	0	0	0	0
	Historical Place	0	0	0	0	0	0	0	0
	Health center/Hospital	0	0	0	0	0	0	0	0
	Commercial Building	0	0	0	0	0	1	0	1
	Farm Building	0	0	0	0	0	0	0	0
	Official	2	0	0	2	0	3	1	4
	Total	2	0	0	2	0	4	1	5
Bumthang	Residence	1	0	0	1	6	30	4	40
	Education	0	0	0	0	0	1	0	1
	Historical Place	0	0	0	0	0	0	0	0
	Health center/Hospital	0	0	0	0	0	0	0	0
	Commercial Building	4	6	0	10	6	27	7	40
	Farm Building	5	1	0	6	0	9	3	12
	Official	0	1	0	1	0	1	0	1
	Total	10	8	0	18	12	68	14	94
Past Max. Scenario					GLOF Scenario				

3.2.4 リスクアセスメント実施セクターと開発セクター間の連携強化（活動 1-4）

開発計画にリスクアセスメントの観点が必要でも盛り込まれていない点については、中央・地方とも認識しているようである。このため地域開発計画の推進機関である DHS もサブ C/P 機関とすることが IC 会議にて合意された。

防災主流化に関連する行政面のプロジェクト活動全般（活動 1-4（連携強化）、1-6（土地利用改善）、1-7（組織制度）及び 1-9（情報共有 SOP））は DHMS 及び 5 サブ C/P 機関で構成される防災主流化 Working Group（以下「MDRR W/G」とする）で実施する事となった。



2014 年 2 月 26 日に DHMS の主催により全 C/P 機関の参加を得て、第 1 回 MDRR W/G ワークショップを開催した。主な討議事項は、W/G 設立趣旨、防災の主流化について、ブータンにおける防災主流化及び Disaster Management Act 2013 状況（DDM によるプレゼン）、ベースライン調査結果紹介、自由討議である。

6 月 6 日に DHMS の主催により DGM を除く全 C/P 機関 9 名の参加を得て、第 3 回 MDRR W/G ワークショップを開催した。ベースライン調査結果のレビュー・アップデートを参加者全員の自由討議に基づき行った。

上記ワークショップの議事録を添付資料 11 に示す。

3.2.5 研修を通じた GLOF/洪水ハザードマップの作成・改善（活動 1-5）

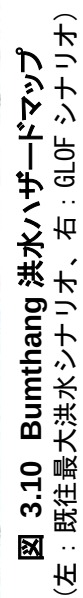
1) ハザードマップの最終化

2014 年 10 月にまとめたドラフト洪水ハザードマップの地形データの修正、解析パラメータの最適化、流出シナリオの再検討等を経て、2015 年 2 月に DHMS の担当者 1 名と協働で洪水ハザードマップを最終化した。ハザードマップ作成対象地域は、Mangdechhu 川流域：Trongsa 県 Bjizam、Chamkharchhu 川流域：Bumthang 県 Bumthang 市街地周辺の氾濫原、Choekhor Toe 小学校周辺である。その後、成果 3 の CBDRM 活動の中で地元住民から、解析区間延長及び各コミュニティを拡大したマップの作成に関する要望が出たため、2015 年 3 月に DHMS の担当者と追加解析及び拡大マップの作成を行った。

図 3.10 に Bumthang 周辺の洪水ハザードマップ(GLOF シナリオ・既往最大シナリオ)を示す。洪水痕跡を用いて解析パラメータを最適化した結果、両シナリオ共に空港脇の堤防は破堤し、空港周辺は浸水する推定となった。Bumthang 市街地周辺では、盛土となっている国道の上流側で特に想定浸水深が深く、橋の下流側の Gangrithang 小学校でも GLOF による床上浸水が予想されることから、本プロジェクトで導入される EWS の警報サイレンを活用した避難訓練による早期避難行動の啓蒙が期待されることである。

本ハザードマップは、成果 3 のコミュニティでの防災活動に利用する他、都市計画の参考資料としての利用が見込まれることから、マップの GIS データを各 C/P 機関と共有した。また、活動 3 で決定される各コミュニティの避難場所・経路等の情報については、マップに随時追記・更新することで、より効率的な防災活動が期待できる。

氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書



2) ワーキンググループ活動

(1) ワーキンググループ活動

洪水ハザードマップワーキンググループ (FHM W/G)の第3回ワークショップを2014年10月7日に開催し、Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域において作成した洪水ハザードマップのドラフトを題材に議論した(添付資料 10)。参加者は、DHMS(3)、DDM(1)、DoES(2)、DHS(1)及び JICA 専門家(3)であった。既存ハザードマップとの比較検討や、ハザードマップの最終化前に関連部署の局長に対してプレゼンテーションを行う必要性等について話し合われた。特に、DHS が Bumthang Valley Development Plan (都市計画マスタープラン) 立案に使用している既存ハザードマップと本プロジェクトのハザードマップに大きな差異がある場合には、住居移転や土地利用規制に大きな影響があることから、ハザードマップ最終化後に再度比較検討することとなった。



FHM W/G の第4回ワークショップを2015年2月24日に開催し、最終化した洪水ハザードマップに関する説明及び議論を行った。参加者は、DHMS(6、局長含む)、DDM(1)、DGM(1)、JICA 専門家(3)であった。浸水深の分類については、日本の基準(床下浸水:~0.5m、床上浸水:0.5m~2.0 もしくは 3.0m、2階浸水:それ以上)がブータンでも同様に適用可能であるとの意見が出され、採用された。また、本解析にて算出された被災確率、浸水エリアに基づく想定被害額と構造物等対策等の必要経費から費用便益を分析し、将来的には治水対策を検討する必要があるものの、現状では必要なデータが極めて乏しいため、想定被害額が算出できないことが課題として上がった。その他の議論の内容については、添付資料 10 を参照されたい。

(2) 洪水ハザードマップと Bumthang 開発計画区域の比較検討

第4回 FHM W/G ワークショップには、DHS のメンバーが出席不可であった。そこで、DHS の既存ハザードマップ及びそれに準じて設定される予定の開発計画と、本ハザードマップのリスクエリアの相違点について、DHS 担当者と別途協議した。

本プロジェクト算出のリスクエリアは、概ね DHS の開発規制予定エリアの内部に収まっており、大きな隔たりはないが、図 3.11 に示す3箇所については、差異があった。このうち、本プロジェクトのリスクエリアが DHS の開発規制予定エリアより広い場所については、運動場や空港脇の倉庫等の住居以外の土地利用区域に指定される予定であり、大きな問題はないということであった。一方、DHS の開発規制予定エリアの方が想定リスクエリアより広い箇所は、現在主に住宅地として利用されている区画である。この区画は段丘上に位置しており、洪水の危険性は低いと考えられる。この問題については、後日開催された防災主流化 W/G にて話し合われた(3.2.6 参照)。

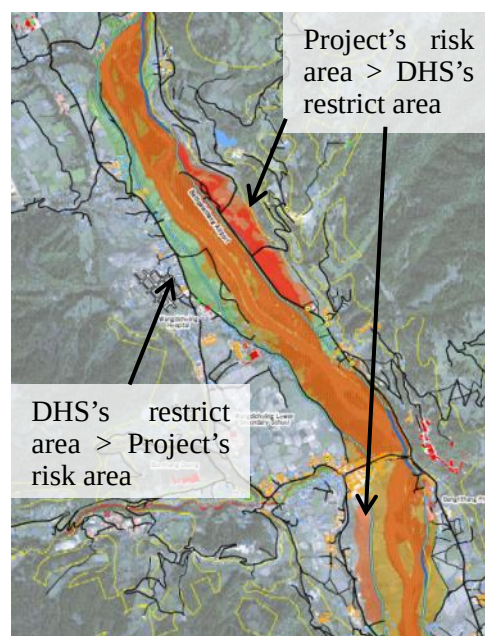


図 3.11 DHS の開発規制予定エリアと本プロジェクトハザードマップの GLOF リスクエリア
(開発規制予定エリア：緑、GLOF リスクエリア：オレンジ・赤)

なお、空港北側の旧河川敷に滑走路を延伸する計画があるが、想定浸水エリア内であり、リスクが高い。もし事業化する場合は、河道掘削や堤防の強化によって安全性を高める必要がある。

3) ハザードマップ作成マニュアルの作成

ハザードマップ作成マニュアルのテクニカルパートとして、流出/氾濫解析に関する資料を作成し、研修及び OJT に用いた。これらの資料は、第2年次の FHM W/G で取り纏め、洪水ハザードマップ作成マニュアルとして整備する。

また、マニュアルに記載する各 C/P 機関の洪水/氾濫解析に関する役割分担について C/P に聞き取りを行い、ハザードマップ作成フローチャートと役割分担のたたき台を作成した(図 3.12)。これに関する各 C/P のコメントは表 3.12 のとおりである。各機関の役割分担については、今後、防災法 2013 に基づき本 W/G が発展解消して設立予定の洪水にかかる省庁間タスクフォースにて最終的に議論、決定される予定である。

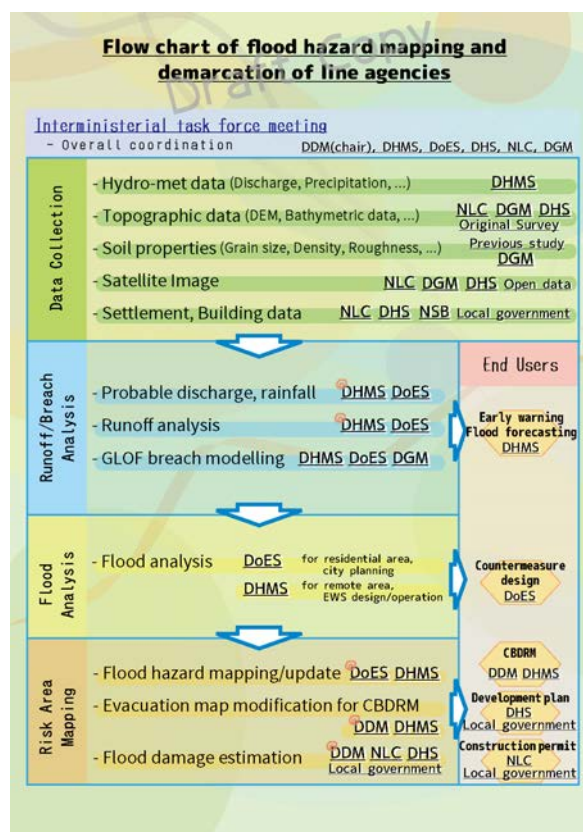


図 3.12 洪水ハザードマップ作成にかかる各機関の役割案

表 3.12 各 C/P 機関の洪水ハザードマップの作成と運用に関するコメント/意見

機関名	コメント/意見
DHMS	- 都市計画等に関連する居住地の近傍の洪水ハザードマップ作成は DoES の職務とし、遠隔地など EWS に関連する場所については DHMS が実施するという棲み分けがよいのではないかと - CBDRM は主に DDM が主体となっていく活動だが、EWS と関連が強いので DHMS も関与する
DDM	- 防災関連の戦略的・政策的な枠組みを承認する組織である NDMA は、省庁間タスクフォース(IMTF)を災害種ごとに設立することを決めた。現状、省庁横断的な防災に関する情報共有は乏しく、IMTF での情報共有は重要である - 洪水ハザードマップは NDMA での審議を経て、公式に承認される予定である
DHS	- DHS は、基本的には洪水ハザードマップのエンドユーザーであるが、一部の都市域においては、解析に有用なデータを提供することが可能である - これまでは、川からの一律な距離を土地利用規制に適用したり、ハザードマップ作成を外注したりして都市計画を作成していたが、政府内でリスクエリアが評価できれば、DHS の業務に有益である - 住民に都市計画(開発規制区域)を説明する際、防災全般を管轄する DDM の関与があると望ましい
NLC	- NLC は、解析用データ供給者かつハザードマップのエンドユーザーである - 洪水による被害想定を行う際の基本データとして、土地利用種別や建築規制等のデータは保持しているが、あくまで規制区分であり実際の利用状況までは把握していないので、想定被害額算出等を行うには実態の聞き取り調査が必要である - DDM が音頭を取って NDMA/IMTF でハイリスクエリアが確定されれば、それを土地利用規制等に活かすことができる

機関名	コメント/意見
DoES	- 確率雨量解析や流出解析は堤防の設計等に必要なので、DHMS のみならず DoES でも実施している - 氾濫解析は DoES の職務の一つであるが、水文解析的な部分が多いので、DHMS にも関与してもらいたい - 各機関の役割については、IMTF が立ち上がった後に議論する必要がある
DGM	- DGM にはハザードマップ作成に関する明確な職責はないが、他機関から要請があれば、対応する - 氷河湖の湖盆図、土壌サンプル分析、衛星写真等については、調査協力及びデータの供給が可能である

4) 流出/氾濫解析にかかる研修実施

(1) ハザードマップ作成に関する OJT

2014 年 12 月から 2015 年 3 月にかけて継続的に、DHMS のハザードマップ担当者 1 名に対して本プロジェクト対象流域におけるハザードマップ作成の OJT を実施した。また、別の DHMS 職員 1 名が実施した別業務の洪水氾濫解析に関しても技術的なサポートを行い、C/P の技術向上を図った。なお、これらの OJT は洪水ハザードマップ作成マニュアルのテクニカルパートとなる資料を用いて実施した。また、2015 年 4 月 22 日に氾濫解析に関する研修が、上記の OJT を受けた DHMS 解析担当職員が講師として DoES 1 名に対して教える形で実施された。

(2) C/P の通常業務に合わせた技術移転

2015 年 2 月 3 日に、DoES が通常業務として Haa 県で行った洪水対策検討現地調査(DoES 2 名)にオブザーバーとして参加した。2015 年 6 月 5 日～6 日に同県にて実施された河川横断測量(DoES 4 名)にも同行し、GPS 測量に関する実習を行った。同調査で取得したデータは、河道形状の GIS への入力や氾濫解析についてのレクチャーにて用いられた。



このほかの研修も含めた 2014 年 12 月～2015 年 7 月の研修/レクチャー/OJT の実施実績一覧を表 3.13 に示す。

表 3.13 C/P 研修/レクチャー/OJT の実績(2014 年 12 月～2015 年 7 月)

C/P agency	DHMS	DoES	DGM
Contents	OJT/support for FHM preparing	GPS/GIS/runoff analysis/flood analysis	Glacier lake breach modelling
Period	2014 Dec. -2015 Feb.	2015 Feb.3, Apr.7,22, Jun.5,6,9,12,15,17,22, Jul. 9	2015.Jul. 8
Number of participants	2	6	5

3.2.6 関係機関における災害に対する土地利用改善意識の醸成（活動 1-6）

2013 年 12 月 10 日、プロジェクト対象地域である Bumthang を含む地域開発計画を管轄する DHS にてヒアリングを実施し、土地利用（及び開発）にかかる現状及び将来の法制度（Spatial Planning Act）、将来の新規活動（NLCS 及び DOA と共同での全国土地利用図整備計画）にかかる情報を収集した。

2014 年 2 月 10 日に NLCS にて、Land Act 2007 各条項に基づく以下の情報をヒアリングした。

- 土地所有の概念、用地取得方法、土地利用規制（地方自治体による）の根拠法
- 地域開発計画における地方自治体と共同での土地利用区分手続き（共同現地調査など）（今後、DHS、ブムタン県と共同でブムタン・マスタープランでも同様の手続き実施予定）
- DGM 策定の砂防計画における DGM、地方政府と共同での、地方自治体による災害危険区域内の土地利用規制のための区分手続き（共同現地調査など）

2014 年 3 月 7 日に土地利用改善も含め防災主流化にかかる活動のための MDRR W/G 第 2 回ワークショップを開催した。議題はメンバーによるプレゼン、DHS（ブムタン・マスタープランの土地利用計画）NLCS（災害危険区域での土地利用制限のための区域境界の確認）及び自由討議である。同ワークショップの議事録を添付資料 11 に示す。



DHS は県の開発計画を支援策定する実質的な責任機関である。DHS がスイスチューリッヒ市の支援のもと、2013 年に策定の Bumthang Valley Development Plan（マスタープラン）（図 3.13）から選定された 3 優先地域における詳細用途地域区分である Local Area Plan（アクションプラン）を 2014 年にドラフト策定した。

2015 年 4 月 10 日に DHMS 主催で全 C/P 機関から 14 名の参加を得て、第 4 回防災主流化ワーキンググループ（MDRR W/G）ワークショップを開催した。同ワークショップの議事録を添付資料 11 に示す。



本ワークショップでは Kurjey 周辺のドラフト Local Area Plan（図 3.14）を対象とし、DHMS/JICA 作成の GLOF/洪水ハザードゾネーション、DGM 策定の GLOF ハザードゾネーションを DHS の Local Area Plan へ取り込むにあたっての課題・解決策・今後の方針等を協議した。結論として、調整機関の DDM も臨席のもと、DHS は DHMS/JICA 及び DGM のハザードゾネーションドラフトを Local Area Plan に取り込む事となった。実質的には、Bumthang Valley Development Plan 策定の根拠とした DHS 外注のローカルコンサルタント作成の洪水ハザードエリアが安全側の設定で、DHMS/JICA 及び DGM の GLOF/洪水ハザードエリアを概ね包含する事を出席者が確認し、DHS の Local Area Plan に変更は生じない事となった。



図 3.13 DHS 策定の Bumthang Valley Development Plan(マスタープラン)

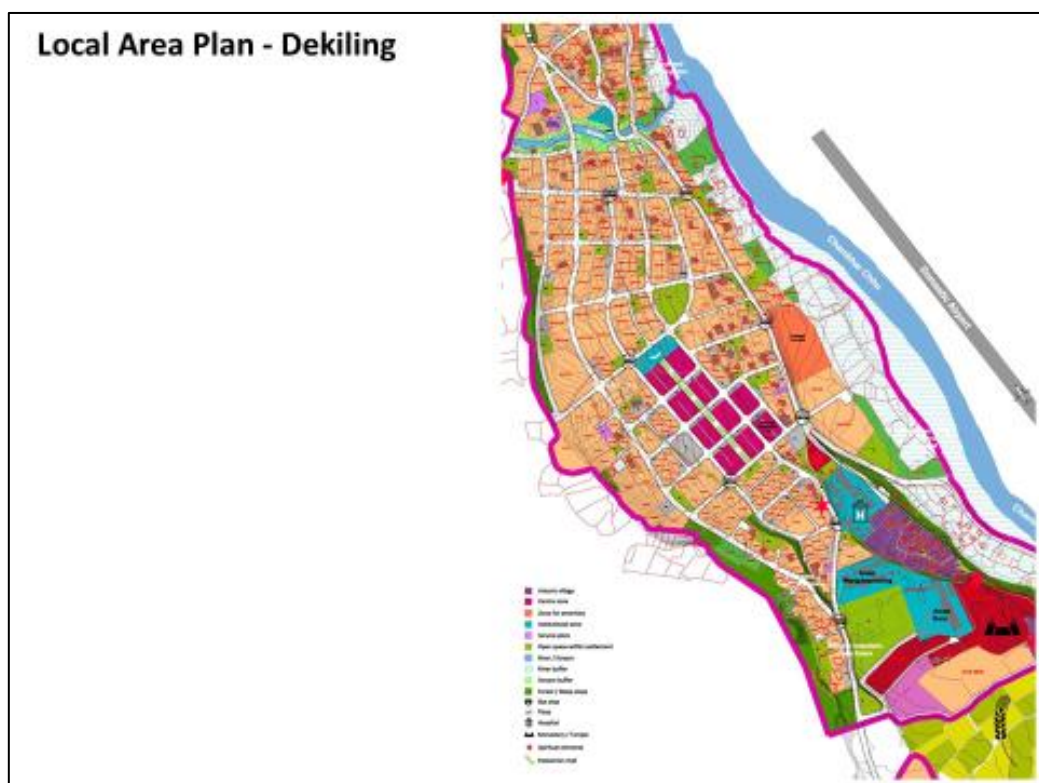


図 3.14 DHS 策定の Local Area Plan(アクションプラン)案
(Kur jey 周辺優先地域)

3.2.7 災害リスクアセスを開発計画に盛り込む組織制度の提案（活動 1-7）

既往資料のレビュー及び DDM との協議を通じて、既往の「ブータンの防災情報一覧（2010 年 7 月暫定版）」を、2013 年の防災法の施行を受け、2015 年 5 月時点の最新情報に基づき全面的に改定した。改定を通じ、防災法の関連制度や規定策定に向けた関係機関の現状と課題を整理・把握した。また、上記の第 4 回 MDRR W/G ワークショップ等を通じて、開発計画の策定責任機関（DHS）や策定体制（DHS、県、NLCS、リスクアセス機関・DDM の協働）の現状と課題を把握した。ブータンの防災情報一覧（2015 年 5 月改訂版）を添付資料 14 に示す。

今後の開発計画にも関わるが、特に 2015 年 4 月 25 日のネパール大地震発生を受け、緊急対応センター（Emergency Operation Center: EOC）を核とした防災体制の早急な確立が国家的急務として浮上した。しかし、DDM がセンター運営のノウハウを持たず、SOP も存在しない事が急ぎ解決すべき課題となっている。

第 2 年次に MDRR W/G ワークショップでの議論を通じて具体的な組織制度の検討と提案を行う。

3.2.8 全球気象予報データ（GPV）を活用した洪水気象予報システム改善（活動 1-8）

1) 気象予報業務の現状と課題

本プロジェクトの気象予報短期専門家が洪水気象予報システムの改善を行うための TOR 作成の基礎資料として、DHMS 気象部の所掌業務、職員構成、国際機関による研修の実施状況などを調査した。気象予報業務については、予報作業手順、入手資料、過去データの整理状況に改善すべき状況が見られる事が明らかとなった。

気象部では、国内 20 か所の Class A 観測所データとインターネット経由で入手した関係資料のみで予報を行っている。過去データの蓄積もなく、独自に気象状況を解析することもないなど、課題が多いことが明らかとなった。予報業務の改善には基本となる資料整備から取り掛かる必要がある。こうした気象部の現状を踏まえて気象予報短期専門家の TOR（案）を作成した。

1) 気象部の組織

DHMS 気象部職員 36 名のうち、大学卒以上の気象専門家は 2 名のみであり、他は専門学校あるいは高校卒業者である。地方観測所の維持管理に携わる職員が多い。気象部の組織を図 3.15 に示す。人員構成は以下のとおりである。

気象部長：1

- 農業気象気候課：0
- 運用保守課：34（課長：1、建設・機器 Unit：3、気象予報 Unit：5、データ処理 Unit：5、地方観測所 Unit：20）
- 航空気象課：1（研修中）

なお、NWFWC は気象部の気象予報 Unit と水文部の Flood/ GLOF Warning Unit の職員により構成されている。

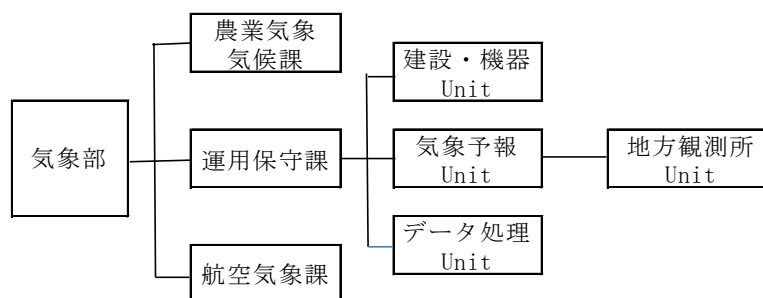


図 3.15 DHMS 気象部の組織

2) 気象部の所掌業務

DHMS 気象部の所掌業務は以下のとおりである。

- 気象部門の政策、計画策定にかかわる業務の統括
- 観測データと各種モデルを利用した気象予報の作成と国民への周知
- 長期予報、季節予報などの研究及び季節予報（モンスーンの概況）の公表
- サイクロン、豪雨などの顕著な気象現象についての観測・研究に基づく報道発表及び適切なタイミングでの国民への周知
- 気象観測ネットワーク計画の作成、新規観測所の設置
- 既存の 9 か所のリアルタイム AWS、20 か所の Class A 観測所、61 か所の Class C 観測所の運用と保守
- 気象観測データの収集、品質管理、データ保管とデータベースの管理
- 政府の企画・開発計画（民間企業も含む）推進のための気象データの提供
- DHMS 計画調整部との調整による統計解析、データ公開のためのデータベースへの記録保管
- （将来の）航空気象サービスの実施

3) 気象予報業務の現状

国民の大半が農業に従事しているブータン国では、季節予報（モンスーン）、気象予報についての関心が高く、2007 年に全国（20 地方）の気象予報を始めた。現在は 1 日 1 回の天気概況と最高最低気温の 24 時間予報を行っている。

a. 現業体制

1 シフト 2 名体制で 1 日 1 回の気象予報を実施している。実質 3 時間程度の予報作業により気象予報を出している。入手出来る資料が限られ、過去の気象・災害記録の蓄積もないため分析力不足となっている。

作業手順

午前中：WEB サイトよりインドの気象衛星画像、インド、タイなどの予報、MetGIS 資料などを入手。

午後：20 地方観測所の気象状況を電話で収集。午前中に収集したデータを総合的に判断して明日の予報を作成する。

b. 解析作業と入手資料

- 独自の地上気象解析は行わず、タイ、バングラディシュなどの地上気象解析図をインターネット経由で入手している。
- インドの気象衛星画像をインターネット経由で入手している。
- ブータン国全体が標高の高い山岳地帯に位置しているが、高層気象資料を用いた解析は行っていない。
- 最高最低気温は、過去 17 年間の気象データ、電話で収集する当日の最高最低気温データ、メテオグラム（インターネット経由でインドから入手）の出力気温データを森モデルに入力して予測している。
- 過去の雨量及び風のデータ、過去の解析天気図は利用していない。
- NOAA の数値予報資料(Weather Research and Forecasting Model)は、ソフトは有しているが、インターネットの速度が遅くデータ入手に時間がかかるため利用していない。

c. データ管理

気象観測所のデータは統合的に管理されていない。品質管理も十分ではなくデータの誤りも散見される。

d. 観測機器の整備・運用

気象観測ネットワーク計画の作成、ドナー支援も含めた新規観測所の設置など観測所設置にかかわる業務が多い。既存の 9 箇所のリアルタイム AWS、20 箇所の Class A 観測所、61 箇所の Class C 観測所の巡回保守を行っているが、スペアパーツが十分でないため欠測となっている観測所がある。

4) 研修実績

職員の能力向上のための研修が以下のとおり実施されている。JICA 集団研修以外は数日から 2 週間程度の短期研修が多い。

- 気象業務能力向上集団研修（JICA/日本気象庁）
- 数値予報（WMO/中国）
- 水文気象予報と GIS（WMO）
- 衛星気象と予報（Philippine）
- 高分解能気候情報(WMO/韓国)
- 気象測器・校正（Philippine）
- 気候データワークショップ（WMO）

5) 気象部の予報業務の改善

気象部の予報作業においては、日常的に入手すべき気象解析のための資料が不足していること及び過去データの蓄積・整理がなされていないという基本的な問題がある。

本プロジェクトで GTS/MSS および衛星データ受信装置を導入する事により、全球気象予報データ(GPV)、気象・水文観測データ及び気象衛星の画像データなどを入手出来るようになり、予報のためのデータ入手環境は大幅に改善される。これを気象予報技術の改善に結び付けるため、本プロジェクトでは気象予報短期専門家が派遣される。気象予報短期専門家の TOR を以下のとおり検討した。

- 気象予報のシステム化及び研修資料の作成と研修の実施

導入された GTS/MSS から得られるデータを用いて、降水及び気象予報のための GPV データ活用に関する研修資料を作成し、その資料を基に NWFWC の職員に研修を実施する。

研修と並行して、現在の予報作業手順の見直し、気象予報、気象警報、洪水予報の実施に必要な、過去の観測データ、気象災害、洪水災害に関する履歴などのデータベース化を図り、予報のシステム化を行う。日本をはじめ周辺国から数値予報データを数年分程度入手し、将来数値予報データを用いて天気予報を行うための準備を行う。

- 気象予報に関する実務者マニュアル作成

上記の研修計画の見直しを行いつつ、気象予報および洪水予報実務者向けのマニュアルを作成する。マニュアルには整理、作成した過去の累積データの評価および GTS/MSS から入手される観測データ、数値予報データを利用した予報作業、注意報・警報基準の作成、情報発表、予報結果の評価を含めるものとする。

2) SATAID 利用技術研修にかかる準備活動

衛星観測による画像と数値予報結果を組み合わせる技術(SATAID)は、気象現象の現況の把握に有効である。本プロジェクトで NWFWC に衛星データ受信装置を設置する事によりインターネットを通じて日本の気象衛星のデータが入手可能となる。気象衛星による観測データの有効利用を図るために、衛星による観測の基礎と、その天気解析への利用技術である SATAID について理解を深めることを目的として本邦およびブータンにおいて気象部の気象予報官を対象とした研修計画を作成した。

本邦研修「気象衛星データ利用に関する本邦研修」についてカリキュラムの検討を行った結果、2014 年 11 月に JICA の「気象業務能力向上集団研修」に部分参加する形で実施する運びとなった。

3) SATAID 利用技術にかかる本邦及び現地研修

2014 年 10 月 30 日～11 月 7 日に DHMS 気象部の気象予報官 3 名を対象に C/P 本邦研修（気象衛星画像利用技術（SATAID））を実施した。

2015 年 5 月 25 日、DHMS 気象部の予報担当者 10 名に対し、上記 C/P 本邦研修の復習も兼ね、SATAID の導入目的と、SATAID による気象予報精度向上のための必要条件等について専門家がプレゼンテーションを実施した。

また同日、予報作業用端末に SATAID アプリケーションをインストール。インターネット経由の SATAID データ自動取得ツールも走らせ、デモンストレーションを実施した。ただし、ヘリコム社の設置スケジュール遅延で GTS/MSS が未稼働のため、現行の PC1 台並びにネット環境下で目途とする実務的な研修には着手できなかった。

2015 年 6 月 8 日、上記 C/P 本邦研修を受講した C/P が気象部予報担当者 7 名に対して研修成果のプレゼンテーションを実施し、専門家も解説を行った。



4) 気象予報業務の現状と課題

2015 年 5 月 26 日、DHMS 気象部予報ユニットの予報業務の現状、問題点、将来展望等について予報担当者 6 名から聴取した。以下にその概要を記す。

- ・現状

本プロジェクトの第1次事業進捗報告書（2014年9月）の取りまとめ後、新たに2014年5月にフィンランド気象局（FMI）の支援により導入された WRF（Weather Research and Forecasting Model）による NOAA の数値予報利用がルーチン化された。

- ・問題点

予報業務は2007年に JICA シニアボランティアの支援で開始されたが、DHMS 気象部内には気象学を修めた専門家はいない。予報ユニット長は応用気象の修士号を持つが土木工学科卒であり、他の予報担当者も短期の気象予報研修を受講した者のみである。このため予報作業のレベルは低い。現状では予報作業は1台のデスクトップPCのみで運用されており、衛星画像・データ解析用ソフトや、予報担当者による適正なモデル翻訳・検証を行うような先進的な技術を扱えない。日々の予報ユニットの作業は、インターネット環境が悪いため、WRF プロダクトや衛星データ、気象プロダクトを十分にダウンロードできない。

- ・将来展望

上記問題点のうち、専用 PC の不足並びにネット環境の問題は、NWFWC に設置される GTS/MSS の導入により解決される見込みである。気象部予報ユニットでは予報作業用に WRF プロダクトやネット経由の気象プロダクトを使っているが、気象分野の専門家が足りないため、これらほとんどのプロダクトの有効性の検証ができていない。しかし今回の JICA の支援を基に検証分野の能力を高め、検証実現を期したい。これらモデル用のガイダンスが必要だが、そういうツールを理解し、扱える能力の構築に、今回整備の GTS/MSS と、第2年次に設置の HimawariCast 受信装置による SATAID&GPV データを活用したい。気象部予報ユニットには3日間予報用の WRF モデルがあるが、モデルの検証がまだ不十分で実用にはなっていないが、2018年までの5年計画で実用化したい。NWFWC では、予報担当者はそれら新規導入機器を駆使して予報を発表し、メディアへの気象情報伝達もそこで行うよう計画している。

- ・その他の課題

雷を伴う暴風雨はモンスーン（6月半ばから9月）の前後の季節にブータンのほとんどの地域で発生する。暴風雨は国の南部と東部で特に発生頻度が高い。しかし現在はブータンのような複雑な山岳地形下で風予報を出す能力がない。現在 WRF モデルのような沢山のモデルを Web 上で利用可能だが、ブータンでの利用には精度面で課題が多い。風予報を精度良く出すには、専門家による研修が必要である。暴風予報は国民の避難準備のための早期警報発表に必須である。

5) GPV データ活用にかかる研修資料作成及び研修

(1) 研修資料作成

数値予報（NWP）計算の結果である GPV（Grid Point Value：格子点値）データの活用にかかる以下の研修資料（案）を作成した。ヘリコム社の設置スケジュール遅延により GTS/MSS システム、マニュアルが未完成で、OJT も未実施のため、NWFWC の構成に合わせた実務的な研修資料は、第2年次（2015年10月以降）にとりまとめる。

GPV データ活用に関する研修資料目次（案）

第1部 数値予報の基礎知識

第1章：概要

- 第2章：観測データと品質管理
- 第3章：データ同化
- 第4章：数値予報モデル
- 第5章：アプリケーション
- 第2部 最新の数値予報システム
 - 第1章：概要
 - 第2章：最近の改善

(2) 研修実施

2015年6月30日、上記研修資料（案）を用い、専門家が気象部予報担当者6名に対しGPV利用技術にかかる基礎研修を実施したが、上記の理由により、NWFWCでのGTS/MSS端末を使った実務的な研修は第2年次にとりおこなう。



6) 気象・洪水予報に関する実務者マニュアル作成及び研修

(1) マニュアル（案）の作成

2014年11月のC/P本邦研修を受講したDHMS気象部のC/P3名と協働でNWFWCでの利用を想定してSATAIDを使った実務者マニュアル（案）を作成した。ただし、GTS/MSSの操作に関わる部分は、ヘリコム社の設置スケジュール遅延によりシステム、マニュアルが未完成で、OJTも未実施のため、第2年次（2015年10月以降）にとりまとめるものとした。マニュアル（案）の目次は以下のとおりである。

気象・洪水予報に関する実務者マニュアルの目次（案）

1. 序論
 - 1.1. 内容構成の説明
 - 1.2. 解析と予報のあらまし
 - 1.3. 気象情報等について
2. 天気図解析
 - 2.1. 地上天気図解析
 - 2.2. 地形の影響と解析
 - 2.3. 高層天気図解析
3. 大気構造の把握
 - 3.1. パターンの特徴の認識
 - 3.2. ジェット気流
 - 3.3. 大気の擾乱の鉛直構造
 - 3.4. 水蒸気量
4. 変化の予測
 - 4.1. パターンの予測
 - 4.2. 擾乱の予測
 - 4.3. 水蒸気量の予測
5. 天気への翻訳
 - 5.1. 天気への翻訳の順序
 - 5.2. 晴れと翻訳すべき場合
 - 5.3. 雨と翻訳すべき場合
 - 5.4. 雪と翻訳すべき場合

- 5.5.風と寒暖への翻訳
- 6. 降雨の予報
 - 6.1.雨の降り始め、降り終わりの予報
 - 6.2.雨の最盛時の予報
 - 6.3.短・長時間の雨量予報
- 7. 降雪の予報
 - 7.1.雪の降り始め、降り終わりの予報
 - 7.2.降雪の深さの予報
- 8. 気温の予報
 - 8.1.最高気温の予報
 - 8.2.最低気温の予報
- 9. 風の予報
 - 9.1.地形の影響と解析
- 10. 気象情報／注警報
 - 10.1.発表の仕方と内容の書き方

(2) 研修の実施

(1)で述べたヘリコム社の設置スケジュールの遅延のため、現時点で出来る範囲で、下記のとおり気象部予報ユニットの C/P に対し研修を実施した。

- 2015 年 6 月 9 日：マニュアル（案）作成内容と役割分担を協議（参加者 3 名）。
- 6 月 12 日：SATAID の予報要素別利用法などを説明（参加者 3 名）。
- 6 月 18 日：GTS/MSS サーバーの天気図等表示内容など概要を説明（参加者 2 名）
- 6 月 22 日：NWFWC における交代制予報現業体制について協議（参加者 2 名）
- 同日：AWS 22 地点の今後の運用体制について協議（参加者 2 名）
- 6 月 24 日：クラス A 観測所における今後の観測項目・体制について協議（参加者 2 名）

3.3 成果 2 にかかる活動実績

成果 2「マンデ川及びチャムカール川の各パイロット流域において、GLOF 及び洪水を対象とした EWS が開発・運用される」にかかる第 1 年次（2013 年 9 月～2015 年 7 月）の活動実績を活動ごとに以下にとりまとめる。

3.3.1 既存気象水文観測網及び水力発電所に関する現状分析と課題抽出（活動 2-1）

1) 対象流域の気象水文観測網の現状と課題

(1) 水文観測網

ブータン全土の水文観測所の配置は図 3.1 に示されている。水文観測ネットワークは Mangdechhu 川と Chamkharchhu 川の下流域はカバーしている。しかし、建設中の Mangdechhu ダムを含む中・上流部の洪水警報のためには、上流での観測を充実させる必要がある。本プロジェクトではこの上流部に水文観測施設を設置する。

(2) 気象観測網

ブータン全土の気象観測所の配置は図 3.2 に示されている。3.2.1 節でも述べたが、山地が気象観測の空白地帯になっており、気象観測、特に雨量の観測を行うことが望ましい。

表 3.14 には、Mangdechhu 川と Chamkharchhu 川流域の最も北の観測所である Bjizam と Chamkhar の年間雨量とその観測所のすぐ近くの水文観測所の年間比流量（=年総流量／流域面積）を示す。一つの流域においては、以下の式が成り立つ

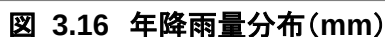
$$\text{降雨量} = \text{表面流出量} + \text{実蒸発散量} + \text{地下水流出量}$$

上記の式の表面流出量は表の比流量と同じである。比流量は降雨量より少なくなければならないが、表に示すように、Mangdechhu 川と Chamkharchhu 川流域では比流量のほうが多く、しかも、170%、あるいは 138%と非常に多い。

表 3.14 年降水量と比流量

Mangdechhu 川流域				Chamkharchhu 川流域			
Year	Rainfall (at Bjizam, mm)	Specific Discharge (at Bjizam, mm)	Specific Discharge / Rainfall	Year	Rainfall (at Chamkhar, mm)	Specific Discharge (at Kurjey, mm)	Specific Discharge / Rainfall
1996	1019	1631	160%	1996	889	1410	159%
1997	1406	1416	101%	1997	872	1248	143%
1998	1291	1799	139%	1998	815	1437	176%
1999	1301	1489	114%	1999	845	1311	155%
2000	1082	1673	155%	2000	687	1330	194%
2001	1167	1475	126%	2001	732	1195	163%
2002	994	1307	131%	2002	723	1159	160%
2003	1037	1552	150%	2003	598	1242	208%
2004	1138	1535	135%	2004	874	1334	153%
2005	892	1379	155%	2005	649	1163	179%
2006	1023	1279	125%	2006	780	1215	156%
2007	1014	1383	136%	2007	738	1215	165%
2008	1043	1396	134%	2008	813	1290	159%
2009	1116	-	-	2009	712	1209	170%
2010	1158	1676	145%	2010	841	1421	169%
2011	996	1323	133%	2011	680	1224	180%
2012	827	1359	164%	2012	587	1170	199%
Mean	1088	1479	138%	Mean	755	1269	170%

図 3.16 に Mangdechhu 川と Chamkharchhu 川流域の観測所での年平均雨量を、図 3.17 に観測所の標高を示す。表 3.14 に示した Bjizam と Chamkhar の年平均雨量と標高は、それぞれ、1095mm と 1840m、767mm と 2470m である。Bjizam の少し西の標高 2660m 地点では 1497mm と Bjizam の 1.4 倍、Chamkhar の少し東の 3090m 地点では 1533mm と Chamkhar の 2.0 倍の雨量がある。標高の高いところではより多くの雨が降っているが、流域北部の雨量の多い高標高地点には雨量観測所がないので、その多い雨量が観測できないのである。



(赤い数字はこのプロジェクトで
設置される観測所)

本プロジェクトでは、図 3.17 に赤い字で示す地点で雨量観測を開始するので、流域のより正確な雨量の観測が期待される。高標高地点での雨量観測は、機器の設置や維持管理が困難である。今後、新設地点のデータを合わせた解析結果及び山地での維持管理の困難さを評価し、将来の観測ネットワークの計画を立案することを推奨する。また、水資源の評価や洪水対策のため、雨量に基づく流量解析を行う場合には、観測雨量では絶対的に不足することを考慮して、解析を行う必要がある。

2) 建設・計画中ダムの洪水時のゲート操作

対象とする Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川の下流域では、水力発電所の建設が進められている（図 3.18 参照）。2014 年 9 月現時点において、Mangdechhu 川では取水ダム堤体本体の打設が開始され、Chamkharchhu 川では調査用道路の建設が進められている。本プロジェクトで導入する洪水予警報システムは、これらの水力発電所にとって、工事中・完成後を問わず重要な情報であり、プロジェクトでは、これらダム管理者を巻き込んだ活動を行う。

特に、工事が進む Mangdechhu 発電所については、DHMS の調整のもと、Mangdechhu Hydroelectric Power Authority (MHPA) との情報共有と連携を行っている。また、Mangdechhu の予警報システムの核となるコントロールルームは、Mangdechhu 発電所のダムコロニー内に設置することが確定しており（施設は発電所が負担する）、本プロジェクト終了後も、発電所側の主体的関与のもと施設が維持管理されていく計画である。なお、MHPA は施設完成後に解体され、発電所施設は Druk Green Power Cooperation (DGPC) に移管されることとなる。

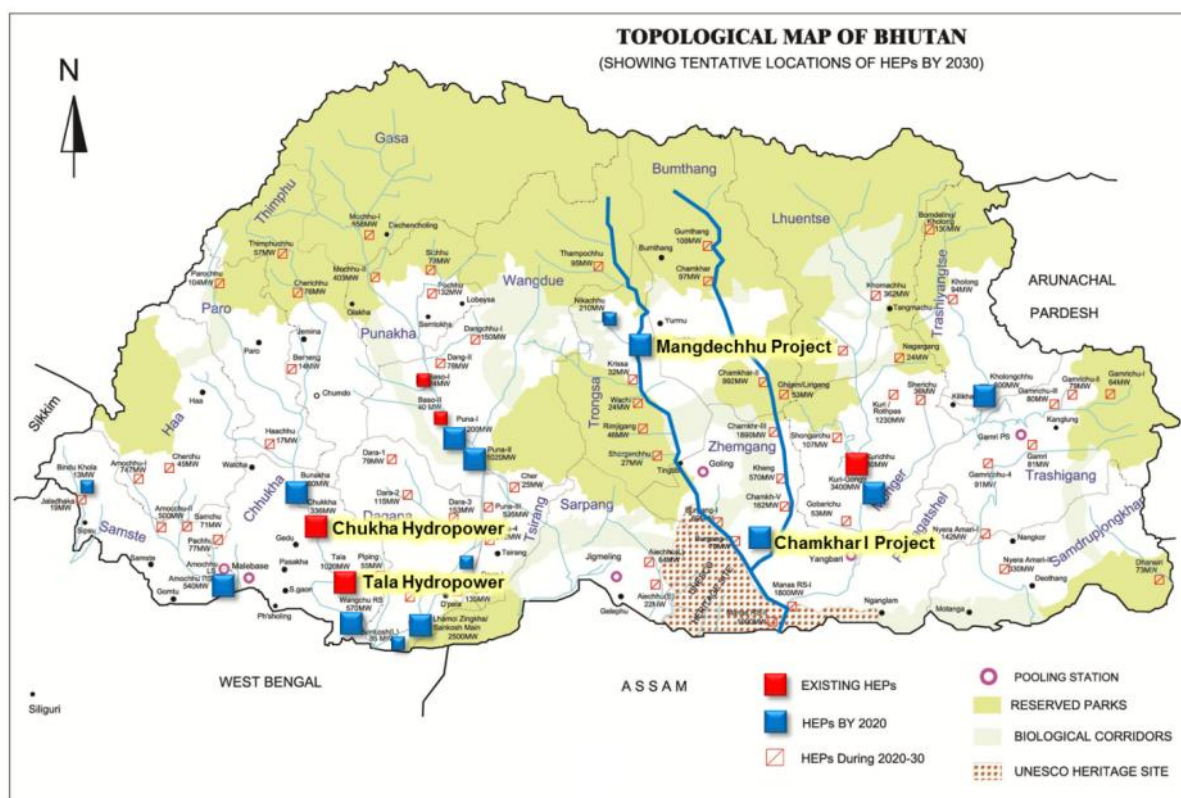


図 3.18 ブータンにおける水力発電計画

(1) 各発電所の概要

表 3.15 に Mangdechhu 発電計画及び Chamkharchhu-I 発電所の概要を示す。

両流域の発電所ともダム水路方式であり、各本流に取水ダムを設置し数 10 km 下流にて発電を行う。発電施設は地下施設となっているため、洪水や GLOF に対する保全施設は、主に取水ダム部分となる。

Mangdechhu 発電所の設計洪水流量は $8,500 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、そのうち $3,700 \text{ m}^3/\text{s}$ は、流域最大氷河湖である Metatshota 湖の GLOF を見込んでいる。一方、Chamkharchhu-I 発電所の設計洪水流量は $14,474 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、そのうち $5,068 \text{ m}^3/\text{s}$ は、流域最大氷河湖である Chubda 湖の GLOF を見込んでいる。

両発電所の詳細計画報告書では、GLOF 及び洪水からダム施設を保全することを目的として、ゲート操作に必要となる下記施設の導入が提言されている。

- 取水ダムの 10～15km 上流における河川水位検知システム
- 河川水位データの転送システム
- 警報システム

また、MHPA では発電所工事中の安全のため、ダム建設サイトの上流約 10 km の Bjizam に 2 名の常駐監視員を配置し、24 時間体制での監視を行っている。本プロジェクトでは、後述するように、Bjizam に自動転送式の水位計を設置すると同時に、Bjizam よりさらに 19 km 上流にも水位計を設置し、これによりゲート操作を行うためのリードタイムを確保する。

表 3.15 Mangdechhu 及び Chamkharchhu-I 発電計画の概要

	Mangdechhu HP	Chamkharchhu-I HP
Basin	Mangdechhu	Chamkharchhu
Dzongkhag	Trongsa	Zhemgang
Catchment Area (km ²)	1506	2891
Type of Dam	Concrete Gravity Dam	Concrete Gravity Dam
Dam Top level	EL 1,750.0 m	EL 858.0 m
Riverbed Elevation at dam site	EL 1,694.0 m	±EL 777.0 m
Dam height above river bed	56.0 m	±81.0 m
Length of Dam at top	141.0 m	149.5 m
Probable Maximum Flood	6,220 cumecs	9,406 cumecs
Standard Project Flood	4,715 cumecs	6,889 cumecs
GLOF	3,715 cumecs	5,068 cumecs
Design Flood	8,500 cumecs	14,474 cumecs
Full Reservoir Level (FRL)	EL 1747	EL 855
Mini Draw Down Level (MDDL)	EL 1730.5	EL 848
No.s of bays	4 Nos (including one standby)	5 Nos (including one standby)
Crest of Spillway	EL 1702.0 m	EL 810.0 m
Installed capacity	720MW (4 x 180 MW)	770MW (4 x 192.5 MW)
Total cost	Nu. 36,572.60 million (2008)	Nu. 69,328.62 million (2011)

(2) 既存発電所の洪水対応

水力発電所の運用規則や洪水時の操作マニュアル等は、施設が完成し DGPC に移管後に整備されることとなっており、現時点では、Mangdechhu 発電所、Chamkharchhu-I 発電所ともに、そうした資料は準備されていない。したがって、ほぼ同タイプの発電所である、Chukha 発電所、及び Tala 発電所（いずれも Thimphu と導水系の Wangchhu 川）について、DHMS 職員とともに、Department of Hydropower and Power System (DHPS)、DGPC、及び、現地のダム管理事務所でのヒアリングを行った。なお、いずれのダムについても、利水運用と堤体保全に主眼を置いた渇水期及び洪水期の最高水位の規定等は整備しているが、洪水調節機能及びそのための容量は有していない。

Chukha 発電所

1988 年に運用が開始されたブータンで最も古い水力発電所（336MW）である。雨期の間は、取水ダムの上流約 25 km の Chuzom に監視員を配置し、洪水期には毎時の水位情報をダム管理所及び発電所に送っている。洪水時のゲート操作は、Chuzom での観測水位毎に細かく規定されており、700 m³/s を超えた時点で発電を停止し全放流する。2009 年のサイクロン・アイラでは約 2,000 m³/s を観測し発電を停止している。なお、ゲート開放速度は 0.33 m/min（高さ 19 m のゲートを全開するために 57 分）である。

Tala 発電所

2007 年に完成したブータン最大の水力発電所（1,020 MW）である。取水ダムは Chukha 発電所の直下に位置し、このため、前述の Chuzom の水位のほか、Chukha 発電所とも密接に連携しながらゲート操作を行っている。Chukha 発電所と比較して取水ダム内の取水口が高く、洪水時の土砂堆積の影響が少ない。このため 2009 年のサイクロン・アイラ時にも発電を継続している。なお、ゲート開放速度は 0.5 m/min（高さ 13 m のゲートを全開するために 26 分）である。

(3) 緊急行動計画 EAP の整備

DGPC は、同水系に位置する Chukha 発電所と Tala 発電所について、統一された緊急行動計画（Emergency Action Plan : EAP）を策定することとし、現時点までに計画案は完成している。2014 年内に避難訓練を含む模擬訓練を実施し、それに基づいて内容をブラッシュアップしていく計画である。EAP は、異常出水時にダム施設保全や放流時の下流域住民の安全確保を目的とし、また、両発電所に設置されている Emergency Response Team（ERT）の緊急対応を規定したものである。表 3.16 に EAP に規定された緊急レベルと対応手順（SOP）を示す。

今後、Mangdechhu 発電所や Chamkharchhu-I 発電所においても、同様の EAP が策定されていくことが予想される。本プロジェクトで作成の洪水予警報、緊急対応にかかる流域レベルの SOP は将来の EAP 策定に資する基礎資料とも位置付けられるものであり、各流域でのステークホルダー会議では、この点に留意した議論を進める。

表 3.16 EAP の緊急レベルと対応手順 (Chukha/Tala EAP より)

Description of item	Event Level	Action to be taken
If the river inflow is less than 600 m ³ /s	Normal	No action is required. However, the plant operators at Dam and in Power House must be alert and monitor the condition for further development of the risk.
If the river inflow is between 600 to 2000 m ³ /s	Alert	Reservoir level shall be maintained between EL. 1838.00 and EL. 1339.00. The head dam unit and Shift Incharge, Dam control room shall assess the condition at dam coordinate with Incharge control room for regulation of load.
If the river inflow above 2000 m ³ /s and still in rising trend	Emergency	Shift Incharge, dam control room shall inform the Incharge Power House for total shutdown of generating units. SCE shall confirm the approval from the competent authority before taking the total shutdown of power house. Follow the shutdown procedure

3.3.2 流域EWS設計のための基本データの収集と解析（活動 2-2）

1) 現地基礎調査

EWS 設置予定サイトへの基礎調査は、2013 年 10 月～11 月にかけて、各対象流域でのキックオフ会議と併せて、表 3.17 に示した工程で、DHMS 職員及び各流域県庁職員らとともに実施した。また、Mangdechhu 川流域の Jongthang 水位計設置個所、Chamkharchhu 川流域の Kagthang 及び Kurjey 水位計設置個所、また警報サイレンタワー設置個所等については、その後、複数回の現地調査を実施している。

表 3.17 現地基礎調査行程表

Date		Works
20 October 2013	Sun	Move (Thimphu to Trongsa) stopping at Wangdue FEW Station
21 October 2013	Mon	Site Inspection at Bjizam / Meeting with MHPA / Visit Trongsa AWS
22 October 2013	Tue	Site inspection at Jongthang
23 October 2013	Wed	Site inspection at Jongthang / Site Inspection at Tingtibi, Zhemgang
24 October 2013	Thu	Kick-off Meeting in Trongsa City Hall / Mover (Trongsa to Bumthang)
25 October 2013	Fri	Courtesy to Jakhar Dzong / Site Inspection at Kurjey
26 October 2013	Sat	Site Inspection at Chokkhortoe and Kagthang
27 October 2013	Sun	Site Inspection in the Bumthang valley
28 October 2013	Mon	Kick-off Meeting in Jakhar Dzong
29 October 2013	Tue	Site Inspection at Tsampa (Trekking)
30 October 2013	Wed	Site Inspection at Tsampa (Trekking)

Date		Works
31 October 2013	Thu	Site Inspection at Tsampa (Trekking)
01 November 2013	Fri	Site Inspection at Tsampa (Trekking)
02 November 2013	Sat	Site Inspection at Tsampa (Trekking)
03 November 2013	Sun	Move (Bumthang to Thimphu)

2) 既存観測機器及び GLOF EWS の評価

(1) 既存観測機器の評価

i) AWLS の評価

リアルタイム AWLS で使われているバブルゲージはブータンでの河川水位観測に適していることを確認した。

既存観測機器の評価のため、リアルタイム AWLS の設置及び観測状況を DHMS の C/P とともに以下のスケジュールで調査するとともに、取得されたデータも入手し、検討を行った。

- 2013 年 10 月 20 日：Yebesa on Mochhu AWLS の観測終了したレーザー式水位計
- 2013 年 10 月 23 日：Zhemgang on Mangdechhu AWLS のバブル式水位計
- 2013 年 11 月 7 日：Dangsa on Phochhu AWLS のバブル式水位計
- 2013 年 12 月 7 日：Yebesa on Mochhu AWLS でのバブル式水位計の設置作業

ブータンの河川の特徴は、河川の流速が早いこと、河川水が多く浮遊物質を含むこと、人工堤防がないことである。流域 EWS の水位計はこれらの条件に適した機器である必要がある。

AWLS の水位観測の方法としては、フロート式、圧力式、バブル式、レーザー等の隔測式がある。フロート式は静水井が必要で、人口堤防がなく、流速の早い河川では、その設置が困難かつ費用もかかるので、適当ではない。また、圧力式については、これまで DHMS で設置されたことがあるが、浮遊物質によりセンサーが詰まり、保守が大変なので、撤去されたということであった。レーザー式は Yebesa on Mochhu 川に 2010 年 10 月に設置されたが、十分に機能せず、2012 年 4 月には観測を終了しており、2013 年 10 月にはバブル式に取り換えられた。また、Tamchhu 川に設置されたレーザー式も観測を終了した。バブル式は、常に空気を送らなければならない、複雑な機器であるが、空気を送ることによって、浮遊物による詰まりを除くことができる。浮遊物質を多く含む河川での観測には適している。DHMS で使われている AWLS の多くはバブル式であり、ほとんどトラブルなく使われている。例外的なトラブルは、高標高地点での氷結によるセンサーの詰りである。

ii) AWS の評価

リアルタイム AWS で使われている一体型気象センサー及び重量式雨量計はブータンの寒冷地での気象に適していることを確認した。

既存観測機器の評価のため、2013 年 10 月～11 月に DHMS の C/P とともに Chamkhar、Dangsa、Simtokha 及び Hongtsho のリアルタイム AWS の設置及び観測状況を調査するとともに、取得されたデータも入手し、検討を行った。

本プロジェクトで構築する流域 EWS では、Tsampa には AWS を、そのほかの 4 か所の AWLS には一体型気象センサーを設置する。これらはいずれも寒冷地であり、寒冷な条件においても正確な降雨及び降雪観測ができる機器を設置することが求められる。Bhutan に設置されている降雪観測が可能なセンサーは Hongtsho と Korilla の一体型センサーと重量センサー及び、Thanza の重量センサーである。Thanza の重量センサーのデータには不可解な変動があり、適切な雨量計とは考えられない。Hongtsho と Korilla の一体型センサーと重量センサーの 2012

年 5 月～2013 年 11 月の積算降水量の比較を図 3.19 に示す。両者の値は降雨、降雪ともほぼ等しく、これらのセンサーは年間を通じての降水観測に適していると考えられる。

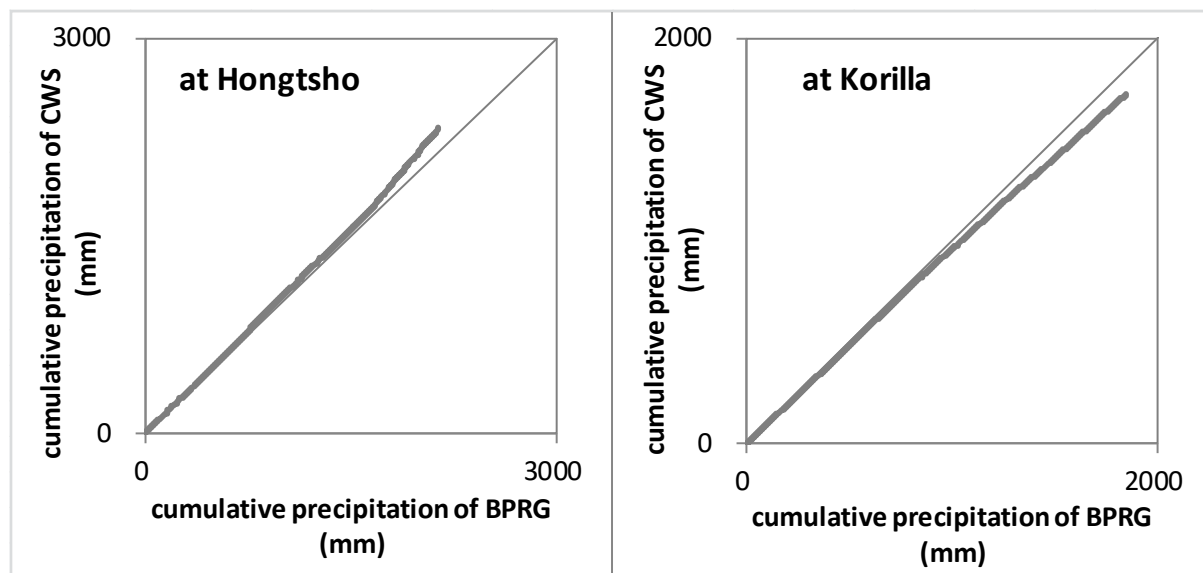


図 3.19 一体型センサー(CWS)と重量式雨量計(BPRG)の積算降水量の比較

(2) GLOF EWS の評価

Punakha-Wangdi 流域に設置された GLOF EWS の観測施設、Wangdue のコントロールルームの現地調査、SOP の理解、実際の運営状況を考察し、GLOF EWS は満足すべきものであることを確認した。

GLOF EWS は 2011 年の Phochhu 川流域への 6 つの AWLS と 2 つの AWS、Wangdue のコントロールルーム、Punakha-Wangdue Valley への 17 の警報用サイレンの設置で始まった。データや警報はイリジウム衛星通信を使用している。2013 年には、AWLS、AWS、サイレンの新設、AWLS のアップグレードを行い、対象流域を Mochhu 川流域に拡張した。2014 年には、さらに一つの AWLS の設置を計画している。GLOF EWS の SOP は 2012 年に出版され、2014 年の拡張に伴って、再出版された。

2014 年 7 月 15~16 日にかけて、Mochhu 川上流部で洪水があり、警報レベルに達した。SOP に基づき、委員会を開き、他の地点での情報を集め、検討し、洪水は下流部までは達しないと判断した。このように GLOF EWS は運用されている。

観測上の問題点としては以下のものが挙げられている。

- 水位計であるバブルゲージのパイプが氷結して、圧力が高まり、警戒水位を超えた状態になり、警報サイレンが誤作動で鳴った。
- 重量式の雨量センサーが不可解な変動を出力し、正確な雨量が測定できない。
- 衛星通信のランニングコストが高い。

上記のほかは、問題なく運営されており、満足すべきシステムと考えられる。

現在のシステムは GLOF だけを対象としており、また発令される警報も定性的である。Wangdue では 1968 年に降雨による洪水で橋が流されたことがある。今後、降雨による洪水にも対応でき、かつ定量的な予警報が発令できるよう改良が必要であろう。

30 日～11 月 3 日及び 11 月 24～29 日に実施し、位置の確定及び施設設置のための簡易測量を行った。

Jongthang については、Mangdechhu ダムへの洪水の到達時間を少しでも伸ばしたいとの要請が DHMS からあり、C/P とともに 2014 年 2 月 4～6 日に再度現地調査を行った。旧地点の約 5 km 上流に適地を見つけ、簡易測量を行った。これにより Mangdechhu ダムへの洪水の到達時間を 15 分伸ばすことができた。

水位計を新設する Tsampa、Jongthang と Kagthang では、水位流量曲線を作成するため、河川の簡易測量を、C/P とともに、それぞれ 2014 年 5 月 24 日、5 月 26 日、6 月 10 日に行った。間接流量観測法（Measurement of Peak Discharge by the Slope-Area Method, Techniques of Water-Resources investigations of the United States Geological Survey, Chapter A2, 1984）による水位流量曲線を図 3.21 に示す。水位は仮ベンチマークを基準としている。

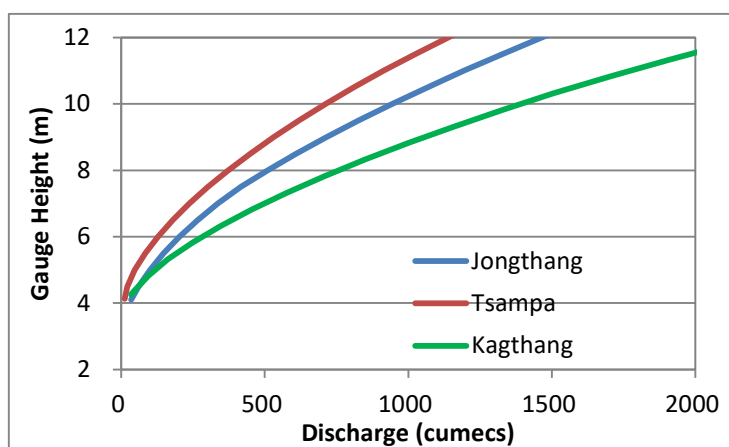


図 3.21 新設水位観測地点の水位流量曲線

(2) AWLS 及び AWS の仕様

i) AWLS の仕様

AWLS 地点は Bjizam、Jongthang、Kurjey 及び Kagthang であり、水位計設置のために選択された場所である。水位計としては、DHMS のリアルタイム AWLS の機器として使われているバブルゲージを選択した。選択理由は、ブータンでの実績として、保守が容易なこととトラブルが少ないことである。

AWLS 地点は斜面や樹木に囲まれた狭い地域が多い。気象観測用のセンサーとしては、狭い斜面にも設置可能な一体型気象センサーを選択した。

ii) AWS の仕様

AWS は Tsampa に設置される。Tsampa は高標高で、寒冷であり、気象観測に適した樹木のない平坦な場所である。3.2.1 や 3.3.1 節で述べた気象・雨量観測の空白域の中央部にあり、重要な観測所となる。Tsampa には一般的な地上気象観測機器ばかりではなく水位計も設置される。

降水センサーとしては降雨も降雪も観測できる重量式雨量計を選択した。重量式では、積算降水量がある値を越えると、貯水槽を空にする必要があるため、バックアップ用の転倒升式雨量計も設置する。水位測定のパブルゲージは 3.3.2 節に述べたように、結氷によるセンサーの詰りが報告されている。バブルゲージは、その温度環境を把握するため、水温センサーつきを選定した。

3) 通信システム

導入資機材のうち DCP 設置点にかかわる現地踏査（2013 年 10 月 20 日～11 月 3 日及び 11 月 24 日～29 日）の結果、5 箇所の DCP 設置地点のうち 3 箇所では日本の気象衛星は仰角が低く地形的に全く見通せないことが判明した（ヨーロッパの衛星は 5 箇所とも見通せる）。また DHMS は、ヨーロッパの衛星が備える（日本の衛星では取り扱わない）アラートシステム（水位・雨量が一定の閾値を超えた場合、細かい時間間隔でデータを送る）も希望している。従って DCP はヨーロッパの気象衛星を使用する方針とした。EUMETSAT から DCP に関する技術情報を収集し、加入手続きなどに関して調整した。

Mangdechhu 川および Chamkharchhu 川流域で使用する HF 通信については、机上計算および 3.3.3 節に記載の現地調査結果を踏まえて、通信回線状態、各施設の設置位置関係を確認しつつ、導入資機材の仕様書を作成した。

流域 EWS の通信システムで使用する、HF、UHF 各周波数帯の周波数割り当てについて、2014 年 2 月 14 日にブータン情報通信局（BICMA）にて DHMS と BICMA の交渉を仲介・支援した。また、EUMETSAT と DHMS との DCP 登録手続きに関する交渉を支援した。

BICMA から、軍基地に近接する Tsampa 観測所において、プロジェクト側が使用する周波数について軍側に異議のないことを確認するよう要請があったので、DHMS による軍との交渉を支援した。

DHMS が使用を希望する周波数の一部については、BICMA による軍との調整を必要とする。また、EUMETSAT との周波数の調整は C/P が行った後に、C/P から BICMA に申請する。DHMS と BICMA との間で交渉中の周波数配分を表 3.18 に示す。

表 3.18 流域 EWS に関わる無線周波数の配分計画

Type	Previous required frequencies by DHMS	Band plan proposed by BICMA	Allocated frequencies by BICMA in Feb. 2014	Revised required frequency by DHMS	Number of new frequencies	Remarks
HF	3500-7900KHz	3700-4200KHz	4050KHz	3000 - 4200KHz	1	1) Please allocate 2 frequencies which RBA* is not in use (refer to RBA's letter to DHMS).
		4400-4500KH	4405KHz	4400 - 4500KHz	1	2) DHMS would like to use 4050KHz for night time communication if still available.
		7075-7145KHz	7100KHz	Cancel	-	RBA is already in use.
		7850-7900KHz	7870KHz	Cancel	-	RBA is already in use.
	-	-	-	9000 -10000KHz	1	
	29.7-30.0MHz	29.9-30.0MHz	29.95MHz	28.0-30.0 MHz	3	(29.95MHz was allocated)
UHF	402.0355-402.2005MHz	402-403MHz	402.1000MHz	402.0355-402.2005MHz	2	1) Revised required frequency is still under review between DHMS and EUMETSAT official in charge. 2) DHMS will request 2 frequencies upon the review has been completed.
	-	-	-	Order of priority 1. 450 - 470MHz 2. 470 - 512MHz	1	This frequency will be used as a substitute for Wireless LAN.
*RBA: Royal Bhutan Army						

4) 警報サイレン塔

2013 年 11 月 24 日～28 日の行程で、DHMS の C/P とともに、現地踏査及び現地ステークホルダーとの協議を実施し、パイロット流域における警報サイレン塔（Mangdechhu：3 基、Chamkharchhu：6 基）の具体的な設置サイト（国有地 7 箇所とダム事業サイト 2 箇所）を確定させた。警報サイレン塔設置サイトの概要を表 3.19 に示す。

上記設置サイトについて DHMS の合意を得、2013 年 12 月以降、C/P が主体となって用地取得に必要な各種事務手続き（対、県土地収用委員会、NLCS）を進めた。DHMS の C/P が 2014 年 3 月 3 日～4 日に Bumthang 県 Land Lease Committee 関係者との協議、現地 DHMS オフィサーとの設置サイト確認を実施した。全箇所とも 10 decimal（約 405 m²）以下と狭小で Land Act 2007 に基づくと用地は借用となるが、DHMS の要請に基づき、NLCS が同 Act の特例措置として用地の借用ではなく収容を認可した。なお、この特例措置は、AWS 及び AWLS 設置サイトについても同様に適用された。

表 3.19 警報サイレン塔設置サイトの概要

Mangdechhu 川流域

No.	Name of Siren Towers	Location of Installation Sites				Local Focal Person Discussed	
		Description	Land Classification	Latitude	Longitude	Name	Organization & Position
1	Bjizam Village	Grounds of Bjizam Primary School	Government land (School grounds)	27°31'20.35"N	90°27'29.32"E	Mr. Sonam Tobgyel Mr. Kinzang	Principal of the School Dzongkhag Education Officer
2	Dam Site	Left bank next to the dam crest (under construction)	Grounds of MHPA	-	-	Mr. Karma Chhophel	Chief engineer of Mangdechhu Hydroelectric Project Authority
3	Power Plant	Grounds of the power plant (under construction)	Grounds of MHPA	-	-	Mr. Karma Chhophel	Chief engineer of Mangdechhu Hydroelectric Project Authority

Chamkharchhu 川流域

No.	Name of Siren Towers	Location of Installation Sites				Local Focal Person Discussed	
		Description	Land Classification	Latitude	Longitude	Name	Organization & Position
1	Choekhor Toe Primary School	Higher ground in the school grounds	Government land (School grounds)	27°40'28.00"N	90°44'06.06"E	Mr. Pema Thinley Mr. Taw Tshering	Off. Principal of the School Principal of the School
2	Kurjey Village	Above proposed AWLS on the left bank	Government land	27°35'34.57"N	90°44'06.06"E	Mr. Tashi Wangdi	Mang Ap of Choekhor Gewog
3	Wangdicholing Village	Grounds of Wangdicholing General Hospital	Government land (Hospital grounds)	27°33'33.30"N	90°44'41.02"E	Mr. Namgyal Dorji Mr. Pema Jamtsho	Health Administrative Officer Thueme of Chamkhar Thromde
4	Bumthang Downtown	Slope near town entrance gate	Government land	27°32'51.78"N	90°45'13.68"E	Mr. Pema Jamtsho	Thueme of Chamkhar Thromde
5	Gangrithang Primary School	Higher ground in the school grounds	Government land (School grounds)	27°32'54.90"N	90°45'34.17"E	Mr. Jamtho Mr. Pema Jamtsho	Principal of the School Thueme of Chamkhar Thromde
6	Gyelkhar Village	Big rock near the left bank of Chamkharchhu	Government land	27°32'13.68"N	90°45'42.30"E	Mr. Pema Jamtsho	Thueme of Chamkhar Thromde

5) 英文技術仕様書（案）の作成

現地調査結果、対象流域の水文情報、及び既存観測機器のレビューに基づいて、DHMS 側との共同作業により、流域 EWS にかかる導入資機材（自動観測所、警報サイレン及び通信システム）にかかる英文技術仕様書（案）を作成した。

作成された英文技術仕様書(案)については、2013 年 12 月 16 日に DHMS 局長以下、各 Division Head の同席のもと内容を再確認し、最終的には 2014 年 2 月 7 日に開催された JCC 会議において、JCC メンバー全員の合意を得た。

6) 待ち受け土木工事の実施（現地再委託）

i) 背景

観測機材設置箇所へのアクセスは雨期、あるいは乾期であっても降雨時には困難であり、また、冬季には寒冷のため工事実施が不可能になる。工事可能期間は短く、樹木の伐採や土台やフェンスの建設等の土木工事も機材の調達業者が行う場合、機材の据付けが間に合わないことが考えられる。また、調達業者が、短期間の滞在中に、適切な業者の選定や施工管理も行うことは難しいと考えられる。そこで、機材設置遅延のリスクを回避するため、観測機材調達以前に、このプロジェクトにおいて観測施設の整地やフェンス設置等の土木工事を行うこととした。

ii) 技術仕様検討

プロジェクト側で行う土木工事の内容を Bjizam 観測所の改築、その他 4 箇所の観測所の整地、フェンス設置等と決定した。DHMS の C/P と共同で現地調査、技術仕様検討、図面作成、数量計算、契約書案作成を行った。作成した図面の一部を図 3.22 に示す。

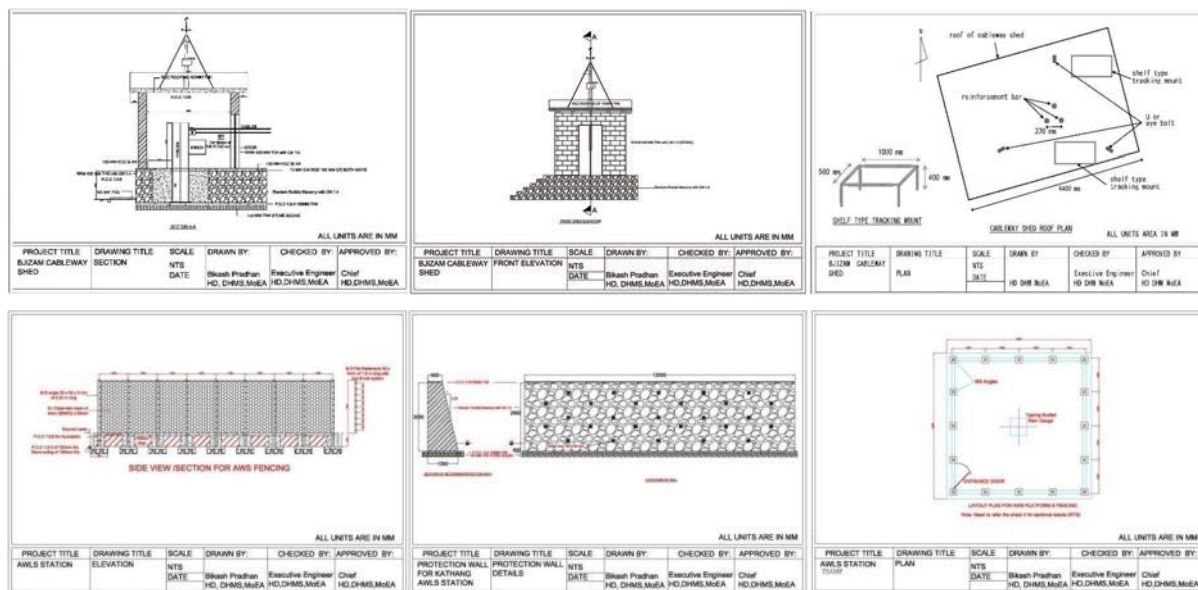


図 3.22 待ち受け土木工事の図面の一例

iii) 現地再委託契約

2014 年 2 月 28 日に類似工事経験がある 3 業者へ見積依頼を行った。3 月 4 日に見積書を開封、その後の契約交渉を経て、3 月 6 日に実施業者を決定した。3 月 9～12 日に実施業者、DHMS の C/P と現地にて設置サイトの確認を行った。同時に、樹木伐採の許可取得手続きを実施した。3 月 28 日に現地業者との契約を締結・着工した。

iv) 施工監理

DHMS の C/P と共同で施工管理に当たり、契約期間内の 2014 年 6 月 15 日に工事を完了した。

7) 現地通信試験

2014 年 5 月 19～20 日に DHMS の C/P と共に EWS で用いる 29.8 MHz の HF 無線の現地通信試験を行った。通信の難易に応じた 3 経路を選択し、送受信を行い、受信電波強度を測定した。この結果を用いて、無線通信シミュレーションを行い、送受信機やアンテナの技術的仕様が決定された。

3.3.4 パイロット流域へのEWS機材及び施設の導入（活動 2-4）

本プロジェクトで導入する EWS 関連資機材は、別途 JICA が一般競争入札により調達することとなっている。したがって、DHMS 側との共同作業により作成した英文技術仕様書（案）をベースにして、JICA 機材調達の関連様式に取りまとめる作業を行った。

当初計画では、2014 年 3 月には公示・入札が行われ、11 月に資機材の設置工事が開始されることを見込んでいたが、公示図書作成支援に時間を費やしたため、実際の公示は 4 ヶ月遅れの 2014 年 7 月となった。なお、公示図書作成にかかるこれまでの作業は以下の通りである。

表 3.20 機材調達のための公示図書作成支援内容

Date	Works
31 / 01 / 2014	Submission of 1 st draft of specification forms for public announcement
25 / 02 / 2014	Teleconference with INTEM Consultant who contracted to prepare specification forms
07 / 03 / 2014	Meeting with INTEM Consultant to reassembling of the specification forms
14 / 03 / 2014	(Interrupt of specification preparation works)
22 / 04 / 2014	Submission of 2 nd draft of reassembled specification forms
09 / 05 / 2014	Meeting with INTEM Consultant to recommence the preparation works
21 / 05 / 2014	Submission of 3 rd draft of specification forms with some revisions of condition
04 / 06 / 2014	(Breakaway of INTEM from specification preparation works)
16 / 06 / 2014	Meeting with JICA office to accelerate specification preparation works
20 / 06 / 2014	Meeting with JICA HQ to confirm schedule of specification preparation works
04 / 07 / 2014	Meeting with JICA HQ to confirm inspection procedures
11 / 07 / 2014	Meeting with JICA HQ to confirm schedule of public announcement
14 / 07 / 2014	Finalization and submission of the specification forms
18 / 07 / 2014	Public announcement

1) 現地事前調査への支援

ヘリコム社機材設置チームの現地事前調査（2014 年 9 月 28 日～10 月 4 日、同 10 月 7 日～25 日）にあたり、来ブのための査証及び関係許可証取得のための支援、DHMS 側との調整を支援した。また、表 3.21 に示す現地調査の全行程に DHMS 職員とともに随行し、これを支援した。

現地調査の結果、ほとんどの観測所及び警報サイレンタワー、県庁の各サイトにおいて、良好な通信が確認されたが、Chamkharchhu 川流域の Tsampa 観測所、Mangdechhu 川流域の Power Plant 警報サイレンタワーについては、十分に安定した通信が確保出来ないことが判明した。前者については、Kurjey コントロールルームとの間に設置される Kagthang 観測所に蓄積通信機能（通信中継機能）を持たせることで対応することとし、Power Plant 警報サイレンタワーについては、計画サイトからやや離れた高台に設置することとなった。

また、Trongsa 県庁については、県庁舎自体が重要な文化財であるため、景観保全の観点から特別な配慮が必要となり、Trongsa 県及び DHMS が内務文化省へのアンテナタワー設置の許可申請を行うと同時に、タワーを設置せずに、屋根裏の梁にアンテナケーブルを添わせて設置する案も検討することとなった。

表 3.21 資機材設置業者の現地事前調査行程

日付	調査内容
10月7日～8日	現地調査準備
10月9日～15日	Chamkharchhu 川流域における通信試験及び機材配置検討
10月13日～16日	Trongsa 県庁及び Bumthang 県庁
10月17日～20日	Mangdechhu 川流域における通信試験及び機材配置検討
10月21日～24日	現地調査結果報告及び周波数割り当てにかかる協議等



Kagthang AWLS サイトでの通信試験



Trongsa 県知事同席のもとでの県庁サイト
確認

2) 資機材の出荷前検査への立会

前節 3.2.2 に示した組合せ動作確認試験、及び JICA 調達部が実施の資機材出荷前検品に立ちあい、これを支援した。

3) 資機材到着前の支援

資機材の到着、現地据付作業に先立って、Mangdechhu 川流域に設置するコントロールルームについて、建屋の建設が遅れているため、2015 年 3 月 4 日に、Mangdechhu Hydropower Authority (MHPA) のダム工事事務所長と協議・調整を行った。代替として、同事務所コロニー内の危機管理棟を提供する旨の提案を受けたが、通信上の課題があったため、別の品質管理棟の一室をコントロールルームとして利用することで合意した。なお、通信試験結果を受けて、設置場所が変更となった Power Plant の警報サイレンタワーについても、改めてダム工事事務所長に確認した。

4) AWLS 及び AWS 設置作業への支援

監督者職務の委嘱を受け、資機材調達設置業者（ヘリコム社）による水文・気象観測機器材（AWLS 及び AWS）設置作業の支援を DHMS と共同で行った。支援の内容は観測機器の設置位置や方法、観測機器の設定の指示等で、以下の日程で行った。（図 3.23 及び図 3.24）

- Jongthang AWLS : 2015 年 5 月 9～10 日及び 23～25 日
- Bjizam AWLS : 5 月 11、26 日
- Kagthang AWLS : 5 月 12 日及び 6 月 5、10 日
- Tsampa AWS : 5 月 15～18 日及び 29～30 日
- Kurjey AWLS : 5 月 20 日、6 月 4～9、13 日

設置後の観測機器の動作の確認も行った。さらに、観測施設での保存データとコントロールルームでの受信データとの比較対照によるデータ送信及びデータ送信フォーマットの確認も行った。



Jongthang AWLS



Bjizam AWLS



Tsampa AWS の水位計



Tsampa AWS の気象計



Kagthang AWLS



Kurjey AWLS の気象計

図 3.23 設置された AWLS と AWS



Jongthang AWLS



Bjizam AWLS



Tsampa AWS の水位計



Kagthang AWLS



Kurjey AWLS の水位計

図 3.24 AWLS と AWS に設置された水位観測機器

5) NFWFC 及びコントロールルーム設置作業への支援

監督者職務の委嘱を受け、資機材調達設置業者（ヘリコム社）による NFWFC 及びコントロールルームにおける設置作業を、DHMS とともに支援を行った。

- NFWFC : 2015 年 2015 年 4 月 24～25 日短波通信用アンテナ設置位置の決定・設置を支援した。4 月 30～31 日に各プロジェクトサイトにおいて使用する短波無線の周波数について、ヘリコム社、DHMS と BICMA 間の調整を支援した。NFWFC に設置する GTS 関連機材については、3.2.2 節に記載した。
- Mangdechhu コントロールルーム (MHPA ダムコロニー) : 2015 年 6 月 7～8 日にモニタリングシステム PC 及び COS モニター表示用 PC の設置、Jongthang、Bjizam 間の通信機器の調整を支援した。後日、DHMS がインターネット回線を開設済み。
- Chamkharchhu コントロールルーム (Kurje) : 2015 年 6 月 9～10 日にモニタリングシステム PC 及び COS モニター表示用 PC の設置、Tsampa、Kagthang 観測所との間の通信機器の調整、DHMS によるインターネット回線開設を支援した。



コントロールルーム機器の設置・説明
(MHPA ダムコロニー)



コントロールルーム機器の配置
(Kurje)



アンテナの調整
(Kurje)



インターネット回線開設手続き

6) 警報サイレン塔及び県庁施設設置作業への支援

- Mangdechhu 川流域 : 2015 年 6 月 7～8 日 Bjizam の警報サイレン塔の設置を確認するとともに、警報サイレン通信機器を支援した。この時点では県庁施設は未設置。



Bjizam 警報サイレン塔



Bumthang Downtown 警報サイレン塔

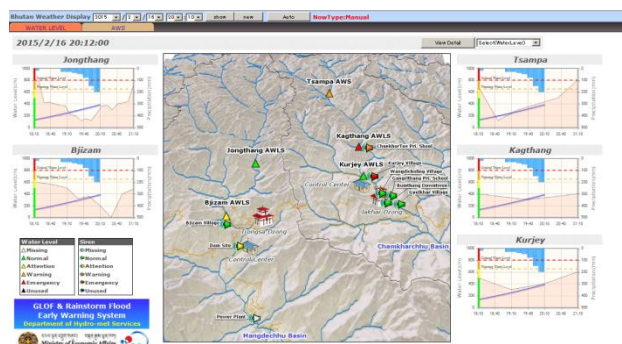
- Chamkharchhu 川流域：2015 年 6 月 9~10 日、警報サイレン塔（6 箇所）の設置を確認するとともに、県庁施設を含め通信機器の調整を支援した。

7) ソフトウェア開発全般への支援

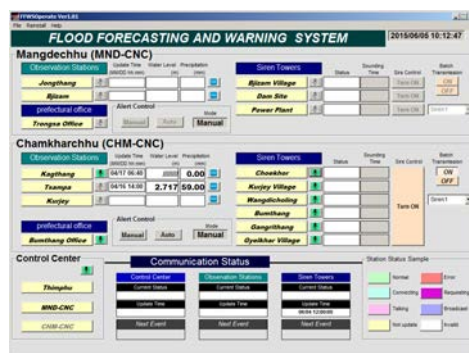
早期警報システムの核となるユーザーインターフェースについて、2014 年 11 月以降、ヘリコム社との調整を行った。原則として操作を行う必要のない洪水監視用画面（大型スクリーンへのグラフ表示）と、警報サイレンや通信をコントロールするための操作画面とを別構成として、システムを簡略化することで合意した。

2015 年 6 月 4 日に、Thimphu の NWFWC にて、DHMS 側の水文部・気象部同席のもと、ヘリコム社よりユーザーインターフェース操作法の説明が行われた。既存の UNDP 支援による米 Sutron 社構築の Punatsangchhu 川流域早期警報システムに比べて、通信方法等が複雑化していることから、インターフェースも煩雑になっており、この点を DHMS 側より指摘を受けた。通信が確立されていないため操作出来ない部分も多く、通信確立後に改めて修正事項をとりまとめ修正依頼することでヘリコム社に確認した。

ヘリコム社機材設置チームの帰国後、2015 年 6 月 23 日に改めて修正事項について協議し、修正内容について概ね合意した。2016 年 7 月現時点におけるインターフェース画面を図 3.25 に示す。



洪水監視用画面



操作画面

図 3.25 早期警報システムユーザーインターフェース(案)

8) 早期警報のための警戒・警報水位の設定

早期警報システムの各観測所の警戒水位について、DHMS 側と協議を行った。既存の Punatsangchhu 川流域早期警報システムとの整合性から、“Alert”と“Alarm”の2レベルを設定することとし、いずれかの観測所の水位が Alert に達した時点でコントロールルームのシス

テムより警戒音が発せられ、Alarm に達すると警報サイレンが自動駆動する仕様とする（ただし警報サイレンは手動操作で停止可能）。

Alert レベルに達した時点で、コントロールルーム及び NWFWC は警戒体制に入ることになる。システムの持続的な運用の観点から、警戒態勢は年 1 回程度の頻度で敷かれることが望ましく、したがって、Alert レベルは、年最大水位程度（≒2 年確率洪水）に設定する。Alarm レベルについては、2009 年に発生したサイクロン・アイラの実被害を鑑みて、同等ないしやや下回る程度の洪水流量で設定する。

警戒レベルの設定

Bjizam 及び Kurjey には既設の水文観測所があり、それぞれの水位標に対する水位流量曲線（H-Q 曲線）が求められている。新規に設置した Jongthang、Tsampa、Kagthang については、現地で簡易断面測量を行い、間接流量観測法にて水位標に対する H-Q 曲線を求めた。

Alert レベルの設定では、現地の洪水痕跡水位を年最大水位と見込むが、Bjizam と Kurjey の両観測所における 2 年確率洪水流量を流域面積比で各地点の流量に換算した値との比較を行った（表 3.22 参照）。この結果、Jongthang 及び Tsampa については、2 年確率洪水が洪水痕跡よりも若干大きい傾向にあったため、Alert レベルは安全側を採用して、洪水痕跡水位とすることとした。

Alarm レベルは、原則としてサイクロン・アイラの実績水位とし、Jongthang、Tsampa、Kagthang の各観測所については、Bjizam、Kurjey の両観測所の流量を流域面積比で換算した値とした（表 3.22 参照）。

表 3.22 各観測所の警戒レベルの設定根拠

観測所名	洪水痕跡水位	2 年確率洪水	Alert レベル	Cyclone Aila	Alarm レベル
Jongthang	5.6m	6.30m (235cms)	5.6m	7.98m (499cms)	7.9m
Bjizam	—	3.78m (303cms)	3.8m	5.00m (642cms)	5.0m
Tsampa	4.6～4.9m	5.34m (92cms)	4.9m	6.76m (240cms)	6.7m
Kagthang	5.4～5.8m	5.51m (153cms)	5.5m	6.82m (398cms)	6.8m
Kurjey	—	3.05m (225cms)	3.0m	4.13m (586cms)	4.1m

システムとしては、いずれの警戒レベルについても、観測値の蓄積がなく未確定要素が多い実態に鑑み、2015 年以降の観測結果の蓄積と運用実績、大出水後の大きな河道変化などに基づき、必要に応じて実用的な値に柔軟に変更を行える仕様とする。

3.3.5 EWS運用維持管理マニュアルの作成及び研修（活動 2-5）

1) マニュアルの作成

(1) 実施体制

本活動を担当する C/P は、DHMS 水文部の副プロジェクトマネージャー、Punatsangchhu 流域の既存 EWS の設置及び維持管理に詳しい技師及び既存 EWS の運用規則（SOP）を作成したプロジェクトマネージャーである。

(2) 活動経過

マニュアル作成活動の経過を表 3.23 に示す。

表 3.23 EWS 運用維持管理マニュアル作成活動経過

日時			活動	内容	参加者/実施者
日	月	年			
20	4	2015	協議	活動方針、工程	1
21			内容把握	既存Punatsangchhu-EWS 運用関連文献	-
30					
1	5		協議	活動方針、現地視察	2
3			現地視察	既存Punatsangchhu-EWS コントロールルーム、AWLS	6
5			作成・校正	改訂SOP（案）	2
29					
1			6	協議	改訂SOP（案）棚上げ マニュアル（案）作成
4	現地視察			中央制御室（Thimpu） 操作画面、サイレン鳴動方式	6
7	現地視察			CNC, AWLS, SS in Trongsa 初期調整作業	3
8	現地視察			CNC, AWLS, SS in Bhumtang 初期調整・水位計設置作業	5
10	作成・校正			マニュアル（案）	3
30					

DHMS は 2011 年より Punatsangchhu 流域において GLOF を対象とする EWS を UNDP の資金援助を受け構築し、運用している。この既存 EWS は AWLS（自動水位観測局）10 局、警報サイレン局 18 局を擁する大規模なシステムである。

本プロジェクトで Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域に導入される EWS はブータン国における第 2 例目に当たり、同様に DHMS が所管する。DHMS の既存 EWS の運用・維持管理経験を生かして、新設 EWS をスムーズに運用・維持管理するためには、既存 EWS の運用実態と運用関連文献の内容及び利用状況等を把握して、これを新設 EWS の運用・維持管理マニュアルの作成作業に反映することが必要である。この事が、2015 年 5 月 1 日の C/P との協議において、マニュアル作成作業の基本方針として合意された。

既存 EWS の運用・維持管理に関する主要文献は次のとおりである。

- ① Standard Operating Procedure (SOP) for the GLOF Early Warning System Installed along the Punakha-Wangdue Valley (Version2.0, April 2014); DHMS
- ② Bhutan GLOF-Early Warning System Control Center Software Version 2.0 Operator's Manual November, 2013; Sutron Corporation
- ③ Bhutan GLOF Early Warning System in the Punakha-Wangdi Valley Consisting of Stream Gauge Stations Hydromet Stations and Siren Stations; Sutron Corporation

文献①は、DHMS が直営で作成した規則であり、GLOF 及び EWS の概説、流域の特徴、担当行政組織の権限と責任、EWS の全体構成、維持管理業務、警報業務、広報及び教育、目視観測員の職務と責任等について記述・規定している。文献②はソフトウェアの操作を具体的に説明したマニュアルであり、文献③はシステムを構成するモジュールの取扱説明書を集成したものであり、共に機器製作・システム設置会社の米国 Sutron 社が作成したものである。

新たに本プロジェクトが全く別個にマニュアルを作成すると、ダブルスタンダードの状態となり、DHMS 職員の混乱が懸念される。これを避けるため、文献①の既存 SOP を改訂して既存及び新設 EWS に共通適用することとして作業を開始した。また、文献②と③に相当するものについては新設 EWS の資機材調達設置会社（ヘリコム社）のマニュアル及び取扱説明書を充当する方針とした。

Punatsangchhu-EWS の運用、維持管理状況を把握するため、2015 年 5 月 3 日に DHMS の C/P と共に、Wangdue コントロールルームと Yabesa-AWLS の訪問調査を実施した。運用、維持管理状況は概ね良好であることが確認された。業務日誌が無いこと、問題発生時対応型の維持管理で、予防保全的な活動が欠けていること等が課題と考えられた。

2015 年 5 月末までに①をベースとした改訂 SOP（案）を概成し、6 月 1 日に DHMS 側と協議し、その内容について以下の合意を得た。

- 改訂 SOP（案）は、EWS の運営行政組織や予算措置等の行政的な上位課題を含んでいる。一方、本プロジェクトの技術協力成果品としての運用維持管理マニュアルは、あくまで、観測所とコントロールルームの“技術的な”運用維持管理マニュアルであり、これに一致するように構成及び内容の修正が必要である。したがって、今後の作業は以下の方向で実施するものとする。
- 名称は、SOP ではなく Operation and Maintenance Manual とする。
- 対象は、Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川の 2 流域に限定する。
- マニュアルの内容は以下の通りとする。
- NFWFC 職員及び対象流域のコントロールルーム職員が最低限有しているべき、基本的な情報（流域自然条件、洪水特性、警戒が必要な水位、洪水到達時間等）。
- 導入したシステム構成や通信システム条件（データ間隔、伝送方法、サイレン仕様）の概要。
- 洪水監視システムの着目点、操作用システム（水位設定・警報発信・音声通話）の取扱い。
- Alert 及び Alarm に対するアクション（関係機関の意思決定はこれに含まない）
- システム全般の維持管理（日常点検方法や業務記録等）。

この方針に従って、2015 年 6 月にマニュアル（案）の作成活動が実施された。

DHMS の C/P と共に 2015 年 6 月 7、8 日に、Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域で実施中であった DHMS 及び専門家チームの支援を受けヘリコム社が実施中の機器設置、調整作業の現地視察を実施し、新設 EWS の機器及び設置環境を把握した。

(3) マニュアルの内容

作成中のマニュアル（案）の構成と進捗状況を表 3.24 に示す。Chamkharchhu 川流域用のマニュアルは、同様の構成で流域固有の情報が差し替わる。ヘリコム社によるソフトウェア操作マニュアルが未完成で、第 5 章が作成出来ない状況にあるが、ヘリコム社からの提出を待ち、第 2 年次（2015 年 10 月以降）にその内容を取入れ完成させる。

表 3.24 EWS 運用維持管理マニュアルの目次(案)及び作業進捗状況

洪水早期警報システム (FEWS) 運用・維持管理マニュアル (案) MANGDECHHU川流域FEWS 2015年 6月						
章		節		完了	未了	備考
1	はじめに	1.1	本書の目的と内容	✓		
		1.2	適用範囲	✓		
2	基本的知識	2.1	洪水	✓		
		2.2	洪水対策	✓		
		2.3	FEWS概説	✓		
3	Mangdechhu川流域の 特徴	3.1	概要	✓		
		3.2	氷河湖	✓		
		3.3	確率洪水流量	✓		
		3.4	洪水到達時間	✓		
		3.5	洪水氾濫地域	✓		
		3.6	ダムと発電所	✓		
4	システムについて	4.1	全体システム	✓		
		4.2	洪水早期警報システム	✓		
		4.3	主通信方法	✓		
		4.4	各局の構成機器		✓	資機材調達設置会社のマ ニュアル完成待ち
5	システム操作	5.1	警報状態での操作		✓	資機材調達設置会社のマ ニュアル完成待ち
		5.3	平常時の操作		✓	
6	警報業務	6.1	警報発令過程	✓		
		6.2	GLOFの場合	✓		
		6.3	RSFの場合	✓		
		6.4	NWFFWCとの情報共有	✓		
		6.5	誤警報	✓		
7	維持管理業務	7.1	維持管理の種類と担当部署	✓		
		7.2	日点検	✓		
		7.3	四半期整備	✓		
		7.4	修理	✓		
		7.5	予備部品	✓		
		7.6	工具と点検機器	✓		
8	水位閾値	8.1	原則	✓		
		8.2	閾値の設定	✓		
		8.3	Jongthang-AWLSの閾値	✓		
		8.4	Bjizam-AWLSの閾値	✓		

2) マニュアルに基づく研修実施

(1) DHMS 職員の机上研修

作成されたマニュアル（案）を使用して、DHMS 水文部門職員を対象とした机上研修を、2015 年 6 月 29 日に開催し、10 名の C/P が参加した。研修事項は以下のとおりである。

- GLOF と豪雨洪水の特徴と相違点
- 早期警報システム（EWS）の“早期”の意味
- 警報の“空振り”と“見逃し”について
- 警報閾値の実測値による見直しの必要性
- 既存 Punatsangchhu-EWS と新設 Mangdechhu /Chamkharchhu-EWS の共通点と相違点



- Log Book 等の記録の重要性

(2) 実地訓練

ヘリコム社による Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域 EWS の設置工事が遅延しているため、実機の操作を前提とする NFWFC 及びコントロールルーム・オペレータ対象の実地訓練は、第 2 年次（2015 年 10 月以降）に実施を順延した。

3.4 成果 3 にかかる活動実績

成果 3「パイロット流域における GLOF 及び洪水災害に対して、中央及び地方レベルでの緊急対応能力が強化される」にかかる第 1 年次（2013 年 9 月～2015 年 7 月）の活動実績を以下にとりまとめる。

なお以下の活動は次期（第 2 年次：2015 年 9 月～2016 年 9 月）に実施につき、次章に記載する。

- 対象流域における GLOF 及び洪水対応のための SOP の作成（活動 3-4）

3.4.1 課題整理・分析のためのワークショップ開催（活動 3-1）

1) 中央におけるキックオフワークショップの開催

2014 年 9 月 25 日、DDM にてコミュニティ防災（以下「CBDRM」とする）キックオフミーティングを開催し、DDM 局長を始め 8 名の職員が参加した。JICA 専門家からはプロジェクトの概要及び目的を紹介するとともに、DDM の本活動への参画について協議し、DDM から県レベル、郡（Gewog）レベルにおける参加が約束された。現在 DDM が活動を進めている CBDRM・防災計画についても情報交換を行った。DDM からは Chamkharchhu 川流域のコミュニティにおいて防災啓発活動を行っており、洪水に関しては避難場所の指定をしていること、CBDRM ファシリテーター研修を行っており、Bumthang 県では 36 名が研修を受けていることに加え、郡（Gewog）、字（Chiwog）レベルにて防災計画フォーマットを作成している旨の情報提供があった。CBDRM についても DDM が独自にマニュアルを作成しており、本活動内において DDM 職員と共にマニュアルのレビューを行う事が約束され、2015 年 7 月に C/P とともにレビューを行った。

2) 対象県におけるキックオフワークショップの開催

2014 年 9 月 29 日の Trongsa 県及び 10 月 1 日の Bumthang 県におけるキックオフワークショップにおいては JICA 専門家、DHMS 及び DDM からプロジェクトの紹介や対象コミュニティでの活動内容を紹介するとともにコミュニティに対してのアプローチ方法について説明を行った。Trongsa 県では副知事を始め 15 名の各セクター関係者の参加があった。活発な議論のなかで、ブータン国家警察からは洪水発生時における警察の役割を確認したいとの声が聞かれた。Bumthang 県では副知事を始め、17 名の各セクター関係者が参加した。

CBDRM の活動内容について意見が寄せられ、Bumthang Town を頻繁に訪れる人も活動の対象にすべきであるとの声もあった。両県において各参加者からプロジェクトへのサポートが約束された。



3) コミュニティレベルにおけるキックオフワークショップの開催

当初 CBDRM 活動を想定していた 3 コミュニティ及び小学校 1 校 (Trongsa 県 Bjizam、Bumthang 県 Wangdicholing、Chamkhar Town、Gangrithang 小学校) において、2014 年 9 月 30 日から 9 日にかけて、キックオフワークショップを行い、プロジェクトの目的を紹介するとともにコミュニティにおける洪水警報の有無、本活動における興味のレベル、洪水の経験及び洪水時の対応の確認を行った。いずれのコミュニティも内部の人的な絆が強く、コミュニティからは洪水の被害を受ける可能性のある住民全てをワークショップ参加対象としてほしい、サイレン・警報システム導入に期待している、今後引き続きシステムについて学ぶ機会がほしい、是非避難計画策定ワークショップに参加したい、との前向きなコメントがあった。



表 3.25 に CBDRM キックオフワークショップの参加者数を示す。

表 3.25 CBDRM キックオフワークショップ参加者人数

ワークショップ	日付 (年/月/ 日)	参加者数					合計
		中央政府		県	郡 (Gewog) / 町長 (Tromde)	コミ ュニ ティ	
		DHMS	DDM				
中央・DDM	2014/9/25	2	8				10
Trongsa District	2014/09/30	1	1	14	1		17
Bumthang District	2014/10/01	1	1	16	1		19
Bjizam	2014/09/30	1	1	1	2	10	15
Wangdicholing	2014/10/07		1		1	11	13
Chamkhar Town	2014/10/07		1	1	1	21	24
Gangrithang 小学校	2014/10/09		1			1	2

上記以外のコミュニティにおいても警報サイレン設置箇所である Chokhortoe 小学校及び周辺住民代表者、Kurjey、Gyelkar/Gonkar の住民代表者と面会し、プロジェクトについて説明するとともに活動計画について話し合いを行った。

3.4.2 対象コミュニティ特定とコミュニティ・ワークショップ開催（活動 3-2）

1) 選定のための予備的情報

警報サイレン塔設置サイト 9 箇所から 4 箇所の CBDRM 対象コミュニティ・学校を選定するための現地踏査を通じて得た予備的情報を表 3.26 に示す。

表 3.26 CBDRM 対象コミュニティ・学校選定のための予備的情報

Mangdechhu 川流域

No.	Name of Candidate Community (Warning Siren Tower Installation Sites)	General of the Community	Selection Priority	Output 3 Activity
1	Bjizam Village	The only small community with a few vulnerable households along the river in the Project Area (There is no other choice.)	Middle	CBDRM
2	Dam Site	Under construction and no permanent dam community (colony) so far	-	-
3	Power Plant	<Out of objective of CBDRM, Objective of SOP>		

Chamkharchhu 川流域

1	Choekhor Toe Primary School	-Located on the flood plain -83 pupils and 9 teachers -Quake mock drill every month -School has school disaster management plan	Middle	Explanatory meeting on the installed siren
2	Kurjey Village	-More than a dozen scattered vulnerable households -Specific vulnerable households are not yet identified.	Middle	Explanatory meeting on the installed siren
3	Wangdicholing Village	-More than a dozen vulnerable households -Under the danger of riverbank erosion as well as flooding	High	CBDRM
4	Bumthang Downtown	-Dense urban area (a hundred and several tens of households) -Several dozen vulnerable households	High	CBDRM
5	Gangrithang Primary School	-Located on the flood plain -Most dense population (377 pupils and 15 teachers) during daytime -Quake mock drill every month -School has school disaster management plan	High	CBDRM
6	Gyelkhar Village	-A few vulnerable households -Population might be increased in future	Low	Explanatory meeting on the installed siren

2) Mangdechhu 川流域

Mangdechhu 川流域においては DDM 及び DHMS との協議を経て、Bjizam コミュニティが本 CBDRM 活動の対象コミュニティ候補として選定された。ここには、本プロジェクトで導入の EWS の警報サイレン塔が 2015 年 6 月に設置された。本活動においては定期的にワークショップを行い、避難計画の策定及び避難訓練を行う事が決定された。

3) Chamkharchhu 川流域

Chamkharchhu 川流域においては、コミュニティの脆弱性（人口密度、リスクレベル）、コミュニティ内のつながりの強さをクライテリアに、対象コミュニティの選定を行った。検討の結果、対象コミュニティとしては以下に示す 4 つのコミュニティ及び 2 つの学校が選定され

た（全ての箇所に本プロジェクトで導入の EWS の警報サイレン塔が 2015 年 6 月までに設置された）。

A. コミュニティ

1. Kurjey (Dawathang、Pangrey、Dorjibee の 3 グループ)
2. Wangdicholing
3. Chamkhar Town
4. Gyelkhar/Gongkhar

B. 学校

1. Chokhortoe 小学校（小学校周辺の本プロジェクトで設置の EWS の警報サイレン可聴範囲にも民家が存在しているため、その住民に対しては別途警報サイレンにかかる啓発活動計画策定ワークショップを行う事とする）
2. Gangrithang 小学校

表 3.27 に対象コミュニティの概要を示す。

表 3.27 対象コミュニティの概要

流域名	コミュニティ名	概要
Mangdechhu 川流域	Bjizam	民家、小学校、郡（Gewog）事務所、農業局、DHMS 気象観測所、森林局が存在する。50 世帯のうち 16 の建物（民家及びその他の施設含む）が河岸に存在しており、約 50 名が洪水及び GLOF の被害を受ける可能性がある。過去複数回洪水被害を受けており、洪水に対する意識は高い。
Chamkharchu 川流域	Chokhortoe 小学校 (周辺住民を含む)	生徒 95 名、教員 7 名、事務員 1 名によって構成される。教室は 1 階建ての建物 2 つであるが、敷地内には教員棟など他の建物も複数存在する。ハザードマップによると全ての建物が洪水氾濫区域内に存在しており、リスクレベルは高い。2009 年のサイクロンアイラ時にグランドが浸水した経験を持つ。 また、小学校周辺には多数の民家が 6 つのグループに分かれて存在している。全世帯が洪水氾濫区域外に位置し、洪水のリスクは低いと評価されるが、108 世帯は洪水氾濫区域と接している。
	Kurjey (Dawathang、Pangrey、Dorjibee グループ)	3 つのグループに 64 世帯が存在する。全ての世帯が川から離れているとともに川からの比高も高い。この点において洪水のリスクは低い、コミュニティには吊り橋があり、吊り橋利用時の洪水リスクがある。
	Wangdicholing	74 名 12 世帯が洪水のリスク下にあり、リスクは高いと評価される。過去に複数回洪水を経験している。洪水時の河岸浸食による土地の流失も起きている。コミュニティ内のつながりが非常に強いことも特徴である。
	Chamkhar Town	153 の商業施設及び民家が存在する。民家は商店と一体となっている。コミュニティの半分が洪水氾濫区域内となっており、リスクは高いと評価される。サイクロンアイラ時には浸水を経験している。コミュニティ内の繋がりが強いことも特徴である。
	Gangrithang 小学校	生徒 280 名、教員 20 名、事務員 1 名によって構成される。教室

流域名	コミュニティ名	概要
		は2階建てと1階建ての建物が各一棟ずつあり、その他に2階建ての教員棟、校長宿舍がある。敷地内全ての建物が洪水氾濫区域内となっており、リスクは高いと評価される。サイクロンアイラ時にグラウンドが浸水した経験を持つ。
	Gyelkhar/Go ngkhar	コミュニティの半分が氾濫区域となっており、農地及び牛小屋が存在している。近くに民家も存在しているが、いずれも段丘上に位置し、氾濫区域外となっている。リスクレベルは低いものの農地等が存在することから対象コミュニティとして選定された。

3.4.3 洪水予警報・避難訓練の計画及び実施（活動 3-3）

上記3.4.2節に記載したようにリスクレベルが高いと判断されるコミュニティではCBDRMアプローチを用いてEWSの警報サイレンに基づく洪水警報・避難計画を策定した。その他の相対的にリスクレベルが低いコミュニティにおいてはEWSの警報サイレンにかかる啓発活動計画を策定した。対象2小学校では、既に学校防災計画が策定されており、災害管理チームが存在するとともに地震・洪水を想定した避難訓練が定期的に行われている。しかし洪水についてはJICA専門家がC/Pと協働で作成したハザードマップに基づき、計画の更新が必要と判断し、EWSの警報サイレンに基づき既存の洪水避難計画の更新を行う事とした。表3.28に対象コミュニティと活動内容を取りまとめた。

表 3.28 対象コミュニティと活動内容

流域名	コミュニティ名	リスクレベル	EWS 警報サイレンに基づく活動
Mangdechhu 川流域	Bjizam	高	洪水警報・避難計画+避難訓練
Chamkharchhu 川流域	Chokhortoe 小学校 (周辺住民)	高 (低)	既存洪水避難計画の更新+避難訓練 (周辺住民：啓発活動計画+避難訓練デモ)
	Kurjey (Dawathang、Pangrey、Dorjibeeグループ)	低	啓発活動計画+避難訓練デモ
	Wangdicholing	高	洪水警報・避難計画+避難訓練
	Chamkhar Town	高	洪水警報・避難計画+避難訓練
	Gangrithang 小学校	高	既存洪水避難計画の更新+避難訓練
	Gyelkhar/Gongkhar	低	啓発活動計画+避難訓練デモ

1) 洪水警報・避難計画策定ワークショップ

上述対象3コミュニティ(Trongsa 県 Bjizam、Bumthang 県 Wangdicholing 及び Chamkhar Town)においては洪水警報・避難計画の策定を目的として、住民の代表者と共に Bjizam においては2015年6月10日、11日に、Wangdicholing においては2015年3月18日～20日に、Chamkhar Town においては2015年6月16日及び21日にワークショップを行った。ワークショップにはDHMS及びDDMのC/P、県防災担当者、郡(Gewog)関係者も参加し、JICA専門家と共にファシリテーターとしての役割を担った。ワークショップではいずれのコミュニティにお

いても住民が積極的に参加し、JICA 専門家及び C/P のファシリテートに基づいて住民主体で以下の活動を行った。

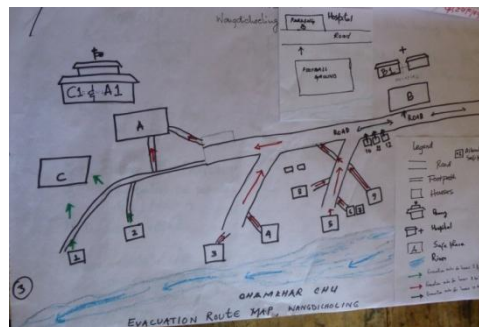
- ハザードマップの更新
- 被災する可能性のある世帯の特定
- 避難経路・避難場所の設定
- 避難経路図の作成
- 避難手順の作成
- 避難誘導チームの役割分担
- アクションプランの作成

避難誘導チームについて、Bjizam 及び Wangdicholing においてはコミュニティの高台に住んでいる住民から 10 名を選定することが決定した。Chamkhar Town においてはコミュニティ全体が洪水氾濫区域ないし氾濫区域隣接地のため、洪水氾濫区域住民からクラスターリーダーを 3 名選定し、リーダーが洪水警報・避難誘導・避難所での管理を行う事となった。アクションプランでは郡（Gewog）や他の住民に対する情報共有、避難誘導チームの組織が約束され、Wangdicholing においては無事にアクションプランが策定されたことを確認するとともに、2015 年 6 月 20 日に避難誘導チームとも面会し、改めて避難時の役割について確認を行った。

第 2 年次は避難誘導チーム及びクラスターリーダーに対する訓練及びコミュニティ住民対象の避難訓練を行う。



リスク下にある住民の特定



住民作成による避難経路図

また、対象 3 コミュニティにおいて避難訓練にかかる必要機材について住民と協議し、表 3.29 に示す機材リストを作成した。これら機材は第 2 年次に調達し、避難訓練実施の際に活用する。

表 3.29 避難機材リスト

機材名	コミュニティ名		
	Bjizam	Wangdicholing	Chamkhar Town
ウォークーキー	10	10	10
メガホン	3	3	10
ヘッドランプ	10	10	10
懐中電灯	10	10	10
反射板付ベスト	10	10	10
ストレッチャー	3	5	-
ファーストエイドキット	3	3	-
避難用バック	-	12	-

機材名	コミュニティ名		
	Bjizam	Wangdicholing	Chamkhar Town
ライフジャケット	6	-	-
レインコート	7	-	-
テント	9	-	-

2) 既存学校防災計画改定ワークショップ

2015年6月20日に Gangrithang 小学校においてワークショップを開催し、避難経路図・避難手順の作成、父兄会合における避難計画及び警報システムの説明計画、また生徒に対する避難計画及び本プロジェクトで導入の EWS の説明計画の策定を行った。Chockhortoe 小学校については校長及び関係者と面談を行い、現在学校で行われている防災活動の確認、防災計画のレビューを行った。



3) 啓発活動計画策定ワークショップ

2015年3月18日に Kurjey (Dawathang, Pangrey, Dorjibee グループ) を対象に、2015年3月22日に Chokhortoe 小学校周辺地域住民を対象に、Gyelkhar/Gongkhar) においては2015年6月18日に啓発活動策定ワークショップを開催した。本ワークショップにおいても参加者が積極的に参加するとともに、C/P も大部分でファシリテートを行った。ワークショップではハザードマップのアップデート及び他住民に対する情報共有方法の設定を行った。Chokhortoe 小学校周辺地域住民、Kurjey においては2015年6月17日に住民代表者と再度面会し、他住民に対する情報共有がなされたことを確認した。表 3.30 に対象コミュニティ及び小学校における CBDRM ワークショップ参加者人数を纏める。



表 3.30 対象コミュニティ・小学校 CBDRM ワークショップ参加者人数

コミュニティ 名	日付 (年/月/日)	ワークショップ参加者						裨益者数	
		合 計	中央レベル		県	郡 (Gewog)/ 町長 (Tromde)	コ ミ ュ ニ テ ィ	直接 裨益 者数	間接 裨益 者数
			DHMS	DDM					
洪水警報・避難訓練計画策定ワークショップ									
Wandicholing	2015/03/18-20	12	1	1	1		9	74	300
Bjizam	2015/06/10-11	25	1		1	1	22	51	150
Chamkar Town	2015/06/16,21	18	1		1		16	580	1,000
洪水避難計画更新ワークショップ									
Gangrithang 小学校	2015/06/20	20			1		19	300	600
啓発活動計画策定ワークショップ									
Kurjey	2015/03/18	10	1	1	1	1	6	440	500
Chockhortoe 小学校（周辺 集落において の啓発活動）	2015/03/22	9	1		1	1	6	600	200
Gyelkar/ Gongkar	2015/06/18	17			1		16	100	200
合計		111	5	2	7	3	94	2,145	2,950

第4章 第2年次（2015年9月～2016年9月）の活動実績

第2年次（2015年9月～2016年9月）の活動実績を本章に取りまとめる。

4.1 プロジェクト全般にかかる活動実績

プロジェクト全般にかかる第2年次（2015年9月～2016年9月）の活動実績を本章にとりまとめる。

4.1.1 セミナーの開催

1) サイエンス・ワークショップ開催

2016年3月26日にプンツォリン工科大学（CST）に於いて、DHMS及び専門家チームが、学生、教員を対象に 1)プロジェクトの概要と進捗、2)洪水ハザードマップについて講義し、大学との連携を深めるとともに広くプロジェクトの啓発を行った。

2) 第2回年次セミナー開催

2016年6月14日にプロジェクト成果を広く関係者と共有する事を目的に第2回年次セミナーが開催された。C/P側のオーナーシップが高く、当日飛び入りも含め70名近くの参加者があり、プレゼンテーションの殆どがDHMS及びDDM両局長をはじめC/P機関側によるものであった。中央のC/P機関、他関係機関、パイロットプロジェクト流域関係者、ドナー、大学、マスコミ、NGOのみならず、経済省大臣らVIPも参加し、参加者の本プロジェクトへの関心の高さが窺われた。同セミナーのプログラム及び参加者リストを添付資料8に示す。



4.1.2 カウンターパート本邦研修

(1) 研修概要

第2年次（2015年9月～2016年9月）に実施した計4回のC/P本邦研修は表4.1に示すとおりである。本プロジェクト内研修を1回、本プロジェクト活動と関連が深い集団研修を3回実施し、研修成果を活動推進に資するものとした。

表 4.1 C/P 本邦研修実施実績

研修種別	研修名	期間		研修生	
		期間 (日)	期日	人数	組織
プロジェクト内研修	河川管理、洪水予警報 気象観測、地方行政に かかる行政研修	12	2016年 1月17日～28日	6	DHMS: 2 DoES NLCS DHS Trongsa 県

研修種別	研修名	期間		研修生	
		期間 (日)	期日	人数	組織
集団研修	総合防災行政	48	2016 年 1 月 11 日～2 月 26 日	2	DDM DoSE
	災害に強いまちづくり 戦略	48	2016 年 1 月 11 日～2 月 27 日	2	DDM DHS
	統合洪水解析システム (IFAS) を活用した洪水 対応能力向上	28	2016 年 7 月 3 日～7 月 30 日	2	DHMS Bumthang 県

2016 年 1 月 17 日～28 日実施のプロジェクト内研修では、研修先は、気象庁、東京臨海広域防災公園、河川情報センター、荒川下流河川事務所、名古屋大学減災連携研究センター、愛知県、名古屋地方気象台、岡崎市、あいち防災リーダー会、名古屋市港防災センターと多岐に亘り、国、県、市、大学、市民社会各層での取り組みを見られた事が研修生に好評であった。2015 年 4 月 25 日のネパール大地震時にブータン全土もかなり揺れた事もあり、洪水のみならず地震を含めた自然災害全般にかかる話題・施設見学への研修生の興味が高かった。

(2) 研修成果合同発表会

2016 年 7 月 27 日に DHMS にて、2015 年 5 月から 2016 年 2 月にかけて実施の C/P 本邦研修参加者が、研修で得た知識と経験を幅広く関係者間で共有する事を目的に研修成果を発表した。JICA ブータン事務所を含め参加 C/P 機関から 16 名の参加を得た。本発表会のプログラムを添付資料 9 に示す。

この発表会を通じ、研修生各自が日本において多くの事を学び、また自ら得た経験・知見にかかる情報共有に非常に積極的・協力的である事が各研修生のプレゼン聴講により確認出来た。



4.1.3 終了時評価調査及び第 3 回 JCC 会議

本プロジェクトの終了時評価調査が JICA 本部派遣の調査団により 2016 年 2 月 25 日～3 月 15 日の行程で実施された。専門家チームは調査団が実施の C/P 等関係者へのインタビュー、現地調査を支援した。

2016 年 3 月 15 日に第 3 回 JCC 会議が開催され、ブータン側・JICA 調査団双方が合同で作成した終了時評価報告書（案）の内容について協議・合意し、M/M を署名交換した。評価 5 項目のうち、妥当性、有効性、インパクト、自立発展性は高い、効率性はやや高いと判断された。同報告書そのものを含む M/M は相当なページ数のため、本報告書へは掲載しない。



4.1.4 供与資機材引渡し

本プロジェクトで供与・設置した表 4.2 に示す資機材を 2016 年 8 月 26 日に DHMS に正式に引き渡した。同日署名交換の引渡書（添付資料 12 参照）に記載されている重要事項は以下のとおりである。

DHMS の責務： DHMS が本報告書 4.3.2 節の提案に基づき十分な予算を確保し、適切かつ持続的に資機材（GTS/MSS、EWS 及衛星画像受信装置）の維持管理を行う責務を負う。

日本側の瑕疵担保責任： 日本の資機材調達設置業者は、上記資機材について 2016 年 3 月の設置完了から 1 年の間、瑕疵担保責任を負う。



表 4.2 供与資機材一覧

No.	資機材名	数量
1	GTS/MSS 資機材一式（OS 及びマニュアルを含む）	1
2	Mangdechhu 及び Chamkharchhu 川流域の GLOF 及び洪水警報システム（EWS）資機材一式 （水位・気象自動観測所、コントロールルーム、警報サイレン塔、通信システム、OS 及びマニュアルを含む）	1
3	衛星画像受信装置（HimawariCast Receiving System）一式 （OS 及びマニュアルを含む）	1
4	GTS/MSS 及び EWS 用非常用発電機一式	3
5	Mangdechhu 及び Chamkharchhu 川流域の対象コミュニティ向け洪水避難訓練用資機材一式	1
6	コンピューター	1
7	複合コピー機	1
8	プロッター	1
9	プロジェクター	1
10	GPS	2
11	レンジ・ファインダー	2

4.1.5 事業完了報告書協議

2016 年 8 月にプロジェクト全期間（2013 年 9 月～2016 年 8 月）のプロジェクト活動の成果を事業完了報告書にとりまとめた。8 月 26 日に同報告書にかかるブータン側との協議が開催され、8 月 29 日に同協議にかかる M/M の署名交換が行われた（添付資料 13）。



4.1.6 技術協力成果品

C/P と協働で作成した以下の技術協力成果品を事業完了報告書とともにブータン側に提出した。

- 1) GTS/MSS 運用・維持管理マニュアル（活動 1-2）
- 2) 洪水ハザードマップ作成マニュアル（活動 1-5）
- 3) GPV データ活用に関する研修資料（活動 1-8）
- 4) 気象・洪水予報に関する実務者マニュアル（活動 1-8）
- 5) 中央レベルでの緊急時の情報共有に関する SOP（活動 1-9）
- 6) EWS 運用・維持管理マニュアル（活動 2-5）
- 7) 流域における洪水予警報・緊急対応にかかる SOP（活動 3-4）

4.2 成果 1 にかかる活動実績

成果 1「関連機関の GLOF 及び洪水リスクアセスメント、都市開発計画、防災、洪水・気象予報、及び関連機関との緊急情報共有に関する能力が向上する」にかかる第 2 年次（2015 年 9 月～2016 年 9 月）の活動実績を以下にとりまとめる。

4.2.1 統合システム構築に必要な資機材導入と運用開始（活動 1-2）

1) GTS/MSS 資機材設置の完了検査支援

2015 年 10 月 5 日～13 日に、JICA より監督者職務の委嘱を受け、資機材調達設置業者（ヘリコム社）が設置した GTS/MSS にかかる資機材の、同社による OJT を含む完了検査への立ち会い支援を実施し、無事設置が完了している事を確認した。

その後、GTS/MSS は順調に稼働を続け、DHMS 気象部は 2016 年 3 月 29 日以降、職員 3 交代制での GTS/MSS の 24 時間運用を開始している。

3 月に資機材設置を完了させたヘリコム社コンソーシアムの構成会社である東洋電子工業(株)が契約完了後のアフターサービスとして「全額自社費用負担」にて 5 月 25～27 日にかけて GTS/MSS にかかる保守作業を実施し、専門家チームが支援した。

資機材設置完了に伴い、第 1 年次に当初予定どおり行えなかった稼働する実機を用いたマニュアル作成及び研修活動を 10 月 14 日以降、ようやく開始した。

2) GTS/MSS 運用・維持管理マニュアルの作成

2015 年 10 月以降、第 1 年次に作成した GTS/MSS 運用・維持管理マニュアル（案）を、次項の研修結果を反映させつつ改定し、2016 年 3 月にマニュアル最終版（技術協力成果品）を完成させた。同マニュアルの目次構成は以下の表 4.3 に示すとおりである。

表 4.3 GTS/MSS 運用・維持管理マニュアル目次構成

GTS/MSS 運用・維持管理マニュアル Operation and Maintenance Manual for GTS/MSS		
1 序章	1.1	目的
	1.2	適用範囲
2 気象機関の役割	2.1	DHMS の役割
	2.2	WMO の責任
	2.3	WMO の役割
3 プロジェクトに関係のある 通信システム	3.1	WMO の GTS との関係
	3.2	DHMS の通信システムの概要
	3.3	NWFWC における GTS/MSS システム
4 GTS/MSS の運用	4.1	GTS/MSS のスタート
	4.2	GTS/MSS システムの監視
	4.3	テーブルメンテナンス
	4.4	テーブルの設定
	4.5	障害処理
	4.6	関係機関の連絡先
5 GTS/MSS の保守	5.1	運用日誌
	5.2	定期保守
6 維持管理の責任体制	6.1	気象部の体制
	6.2	責任と分担
	6.3	運用者の責任
	6.4	当番制
Appendix I	WMO の技術基準	
Appendix II	基幹ネットワークセンターの責任(WMO NO.386)	
Appendix III	電文のデータ表記記号の説明	
Appendix IV	GTS/MSS 表示画面上の記号の説明	

3) GTS/MSS 運用・維持管理にかかる研修実施

2015 年 10 月 14 日から 11 月 6 日及び 2016 年 2 月 18 日から 26 日にかけて、DHMS 気象部の C/P を対象に、前項で作成した GTS/MSS 運用・維持管理マニュアル（案）及び GTS/MSS 実機を用い、以下にかかる運用・維持管理研修を実施した。

- DHMS と WMO、IMD 及び TMD との関係、責任分担の理解
- 導入システム全体の構成、各機器の機能
- IMD 及び TMD からのデータ入力状況（観測データ、サイクロンなどに関する警報など）
- EWS で設置の Mangdechhu 及び Chamkharchhu 川流域の 5 観測局の気象データの確認方法
- 日本気象庁の SATAID データの取得

ブータン国
氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書



研修光景

同時に、インド気象局（IMD）及びタイ気象局（TMD）との間で DHMS が希望するデータの種類、取得する方法についての調整を行った。DHMS 気象部内の GTS の運用体制、保守体制（人員構成を含む）について C/P と協議を行った。

2016 年 2 月 17 日及び 29 日から 3 月 8 日にかけて、以下に示す実際の 24 時間運用を想定した研修を実施した。

- IMD 及び TMD 回線の状況チェック
- GTS サーバーのデータ送受信状況の監視
- MSS サーバーのデータ送受信状況の監視
- DHMS の観測データの IMD への発信
- 警報入力状況の監視
- システムのエラーメッセージの監視と処置
- システムに発生した異常への対処
- IMD 及び TMD への連絡報の発信
- 運用状況のログブックへの記録（サンプルを以下の表 4.4 に示す。）

表 4.4 Log Book の例

The Log Book of the GTS/MSS

Routine Check

Year: 2016

Date/ Time: 18th March/ 10:00

Status of Communication Link and Electric Power Supply

Category		Status	Time(UTC)	Note
Internet for GTS	DEMS	100%	10:10	
	VTBB	60%	10:14	Tried second time, result =100%
Electric Power Supply	NWFWC	✓		

1.1 Communication Status GTS Server

Circuit Monitor Window	Good	Not Good(Condition)
002 DEMS AN Rx	✓	
003 DEMS BI Tx	✓	
004 DEMS BI Rx	✓	
011 VTBB AN Tx	✓	
012 VTBB AN Rx	✓	
013 VTBB BI Tx	✓	
014 VTBB BI Rx	✓	

2016 年 3 月 14 日から 23 日にかけて、GTS 担当者となる C/P に上記研修を継続するとともに、24 時間運用で交代勤務に入る予定の気象予報担当者に対しても、データ交換の状況監視、連絡報の発信など基本的な項目を研修した。

2016 年 3 月 24 日に 24 時間運用の担当 C/P が DHMS 局長に GTS/MSS 運用体制・手順を説明し、局長の了承を得た。3 月 28 日に C/P が研修成果を発表し、また 24 時間運用体制の確認を行った。3 月 29 日から下記交代勤務体制での GTS/MSS の 24 時間運用を開始した。GTS/MSS 担当者 4 名により 4 班を構成する。気象予報担当者も同様の体制を組み現業当番は計 2 名により実施される運びとなった。表 4.5 に勤務表を示す。

表 4.5 GTS/MSS24 時間運用勤務表

勤務割り当て	勤務時間	担当者
午前勤務	06:00am-02:00pm	A
午後勤務	02:00pm-10:00pm	B
深夜勤務	10:00pm-06:00am	C
非番	-	D



初めての夜勤に臨む気象部 C/P



新しい気象業務について
TV 局のインタビューを受ける C/P

4) 気象衛星画像受信機導入

日本の気象衛星ひまわり 8 号は 2014 年 10 月に打ち上げられ、2015 年 8 月から運用に入っている。2016 年 3 月 4～8 日の工程で、同衛星の気象衛星画像受信機（HimawariCast 受信装置）を国内再委託の受注業者（東洋電子工業（株））が NWFWC に設置した。3 月 9～11 日に受注業者が DHMS 気象部 C/P を対象に機器操作にかかる基礎的 OJT を実施した。3 月 11 日にプロジェクトチームが完了検査を実施し合格と認定した。

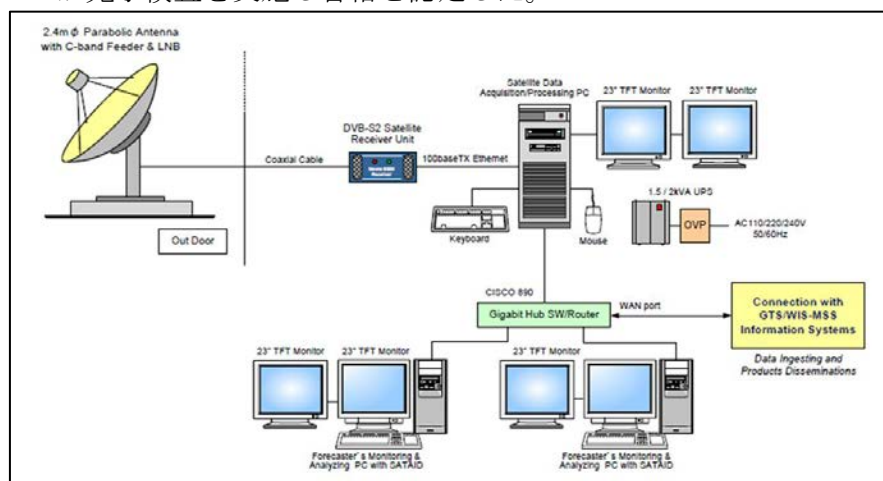


図 4.1 気象衛星画像受信機のシステム概要

HimawariCast 受信装置の設置により、NWFWC で以下のデータが利用可能となり、気象予報専門家が 2016 年 3 月及び 5～6 月にこれらデータを用いた気象予報研修を実施した（4.2.5 節参照）。

- 可視、赤外域の 16 チャンネルのセンサーによる観測データ
- 10 分間隔での全球の観測データ
- 日本の気象庁が提供する SATAID（衛星画像と数値予報データを合わせて天気解析に使用する）ソフト
- 外国の地上気象観測、高層気象観測などのデータ

4.2.2 リスクアセスメント実施セクターと開発セクター間の連携強化（活動 1-4）

2016 年 3 月 21 日に新たに道路局からの参加者 2 名を含む 13 名で第 5 回洪水ハザードマップワーキンググループのワークショップを開催し、ハザードマップのインフラセクターでの利活用や、ハザードマップ作成にかかる各機関の役割等について議論した。

上記と第 2 年次に実施した活動 1-7（4.2.4 節参照）及び 1-9（4.2.6 節参照）にかかる防災主流化ワーキンググループのワークショップそのものが、今後の恒常的な連携強化に繋がるものとなった。

4.2.3 研修を通じたGLOF/洪水ハザードマップの作成・改善（活動 1-5）

1) ハザードマップの最終化

パイロットサイトの避難所予定地をハザードマップに記載するため、避難訓練対象コミュニティを 2015 年 11 月 8 日から 13 日にかけて訪問した。

避難所予定地を実際に検証したところ、避難経路に落石・斜面崩壊危険箇所があるなどしたことから、住民に予定地の再考を促し、一部の避難所は変更されることとなった。また、避難中に留意すべき土砂災害等の危険箇所についてはハザードマップに追記し、注意喚起することとした。（図 4.2）

最終化した洪水ハザードマップを、2016 年 8 月に対象コミュニティ及び県防災担当官（DDMO）に配布した。

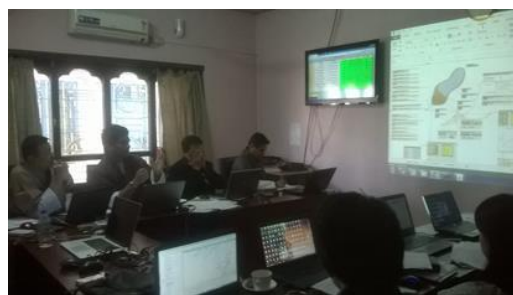


図 4.2 最終化した洪水ハザードマップの例
(Bjizam)

2) 流出/氾濫解析にかかる研修実施

2015 年 11 月 19 日に FEMD の C/P1 名に対して GIS 及び流出解析研修を行った。また、11 月 23 日から 27 日にかけて、Wangdue の Punatsangchhu EWS コントロールルーム会議室において DHMS の C/P 8 名を対象に、流出/氷河湖決壊解析研修を実施した。加えて、2016 年 4 月及び 8 月には GLOF シミュレーションや現場作業の OJT を実施し、技術の定着を図った。研修の際、DHMS の C/P1 名は講師側として研修の実施に加わるなど、技術移転の成果が見て取れた。

研修時に作成した資料は再編集の後、洪水ハザードマップ作成マニュアル＜技術協力成果品＞の一部とした。



流出/氷河湖決壊解析研修の様子

3) 洪水ハザードマップ作成マニュアルの最終化

第 5 回洪水ハザードマップワーキンググループのワークショップ(2016 年 3 月 21 日)にて、洪水ハザードマップ作成マニュアルのドラフトをメンバーと共有した後、2016 年 8 月に C/P と共にマニュアルを修正/最終化し、各 C/P に配布した。内容は、1.ブータンにおける洪水リスクの概況とハザードマップ作成の意義、2.洪水ハザードマップ作成の流れと各機関の役割(ガイドライン)、3.解析の実際的な手順(テクニカルパート)の 3 部構成とした。

4) 他流域でのハザードマップ作成及び研修実施

2016 年 3 月 9 日から 3 日間にわたって FEMD を対象に、流出/氾濫解析研修を実施し、技術の定着を図った（参加者 6 名）。研修では、昨年洪水が発生した Samdrupjongkhar 市を解析対象として選定し、研修後に FEMD 職員が洪水ハザードマップとしてとりまとめた(図 4.3)。FEMD は解析に先立って対象河川の横断測量を自ら実施し、解析の基本となるデータの精度を向上させるなど、技術の向上が見て取れた。なお、ハザードマップ作成の際は、JICA ブータン国家地理空間情報作成プロジェクトより地物データの提供を受けた。

2016 年 3 月 29 日から 4 月 1 日まで、C/P 機関を対象に氷河湖決壊/氾濫解析研修を実施した（参加者：DHMS 6 名、DoES 2 名、DGM 1 名、DoR 1 名）。研修では Thimphu 市 Wangchu 川をモデルに洪水ハザードマップのドラフトを作成し、研修後に DHMS の C/P が最終化した。(図 4.3)

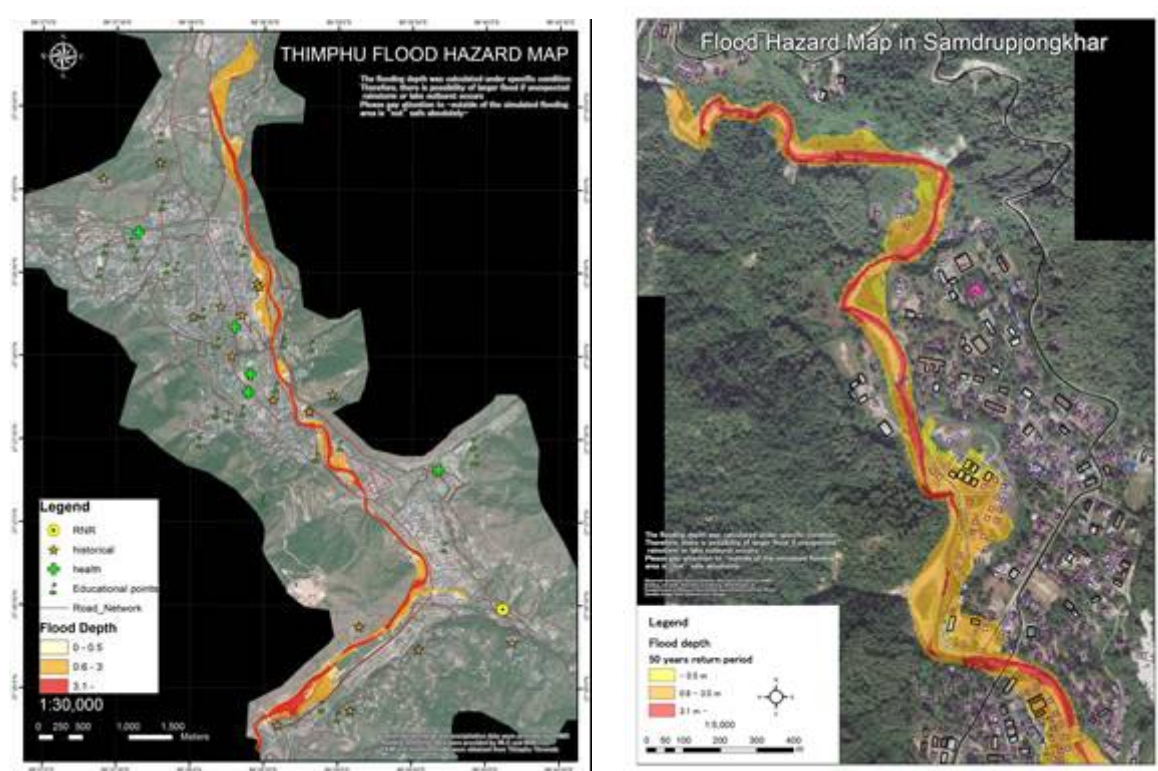


図 4.3 研修の成果をもとに C/P が作成した洪水ハザードマップ
(左：Thimphu 市、右：Samdrupjongkhar 市)

4.2.4 災害リスクアセスを開発計画に盛り込む組織制度の検討と提案（活動 1-7）

2015 年 10 月 26 日に DDM 及び DHMS と協議し、適切な組織制度として、本プロジェクトのワーキンググループ（W/G）活動を通じて、W/G をプロトタイプとした防災法 2013 に規定の省庁間タスクフォース（T/F）の早期設立が必要と合意した。10 月 27 日に DDM と協議し、DDM が 2016 年開催予定の NDMA（国家防災委員会）で省庁間 T/F 設立の正式承認を得る方向で準備を進める事となった。NDMA での審議材料として省庁間 T/F の具体的な TOR を DDM が作成する事、TOR 作成にかかる具体的インプットを



専門家チームが行う事となった。

2016年2月24日にDHMS主催で各C/P機関からの参加を得て、第5回防災主流化ワーキンググループ（MDRR W/G）ワークショップが開催された。今後設立予定のIMTF（省庁間タスクフォース）のTORの叩き台を議論した。今回から新メンバーとして学校教育局（DoSE）が参加した。総参加者数9名。上記議論に基づきDDMがIMTFのTOR案を作成し、次回W/GでTOR案を継続協議する事となった。

2016年8月2日にDHMS主催で各C/P機関からの参加を得て、第7回MDRR W/Gワークショップが開催された。DDMがIMTFのTOR（案）を発表した。主なポイントは、1) 防災法に規定のIMTFは一つにつき、災害種別のWorking GroupをIMTFの下に必要なに応じて設立する。2) Working Groupはレビューとアドバイスをを行い、ハザードマップ作成など現業は行わない。これについて参加者で議論した。

上記ワークショップの議事録を添付資料11に示す。

4.2.5 全球気象予報データ（GPV）を活用した洪水気象予報システム改善（活動1-8）

1) 研修資料・マニュアル作成及び研修実施

2015年11月に「GPVデータ活用に関する研修資料＜技術協力成果品＞（案）」を作成した。12月3日、気象部のC/P7名を対象に研修資料（案）に基づいて、SATAID並びにGPV活用に関する研修を実施した。

2015年11月に「気象・洪水予報に関する実務者マニュアル＜技術協力成果品＞（案）」を作成した。11月13、16、17日にマニュアル（案）に基づいて、気象部のC/P7名を対象に研修を実施し、それに基づきマニュアル（案）の見直しを行った。11月13日、気象部の予報作業用PCにSATAIDの最新版をインストールし、稼働させた。11月27日、マニュアル（案）作成に資するため、Class A（農業）観測所1地点の業務実施内容を視察した。



クラスA観測所の視察



SATAID、GPVの研修

2015年12月4日、「気象・洪水予報に関する実務者マニュアル（案）」の内容・構成についてC/P7名と見直しを行った。12月8日、2014年9～12月にJICA集団研修「気象業務能力向上」を受講したC/P1名が研修受講成果を、また、DHMS気象部長代理が「天気、最高・最低気温の3要素に関する予報値と観測値の2ヶ月間の比較」をプレゼンした。

GTS/MSSによるJMA GPVデータ受信については2015年11月以来、C/Pが専門家の指導のもと、WMO第2地区（アジア）通信中枢であるインド及びタイ気象局と同GPVデータの中継に関する折衝を継続し、12月8日によりやく受信に成功した。

2016年3月、作成した「気象・洪水予報に関する実務者マニュアル（案）」及び「GPVデータ活用に関する研修資料（案）」に基づき、気象部のC/Pを対象に、SATAID並びにGPVの

活用方法について、同月に導入した気象衛星画像受信装置（HimawariCast 受信装置）を用いて実地研修し、3月28日にC/P2名が研修成果をプレゼンした。

2016年5月、C/Pが、国内20カ所のClass A全観測所について、2015年1年間の予報値と観測値の比較を自主的に行った。その結果を踏まえて担当C/Pは予報精度向上を目的とする全球数値予報GPV値の実用化の試行を5月20日に開始した。

上記実用化作業を現業で定常的に実施するにあたり、6月9日、担当C/Pは「GPVデータ活用に関する研修資料（案）」に基づき、全DHMS気象部員に対し、具体的な作業内容について、HimawariCastの大型画面を用いて解説・指導を行った。本作業には膨大なGPV値の比較・試用を要し、一定のレベルに達するまで数年を要する見込みである。



GPV データ実用化の試行



C/P による気象部員指導

DHMS 気象部には業務の法的基盤が無いため、HimawariCast の画像等、知的財産権に絡むものの扱いを含め、2016年3月14日と5月19日、企画部門のC/Pに対して、日本の気象庁の気象業務法を解説し、その導入を提案した。

2016年3月、HimawariCast 等、NFWFC の新システム構築に伴い、24時間3交代で予報発表を1日3回とする勤務制を提案、これに基づき、3月29日から24時間体制の現業が開始され、予報発表回数増も現地放送局との調整準備に入った。また今回設置のTsampa AWSの地上気象観測地点が3月24日にWMOの観測所リストに登録されたのを受け、3月29日から1日2回、同観測データのマニュアルによるGTS発信を開始した。

しかし上記ブータン初のTsampa AWSからの地上観測データは2016年5月中旬になっても日本の気象庁に入電していなかった。このためC/Pが第2地区通信中枢であるインド及びタイ気象局と折衝し、5月26日から同データが気象庁を含むWMO加盟国によりややく配信されるようになった。

6月2日、C/Pが在籍するロイヤルティンブー大学（RTC）において、C/PがSATAIDを用いた気象予報内容についてプレゼンし、同行した専門家も本プロジェクトの概要をプレゼンした。

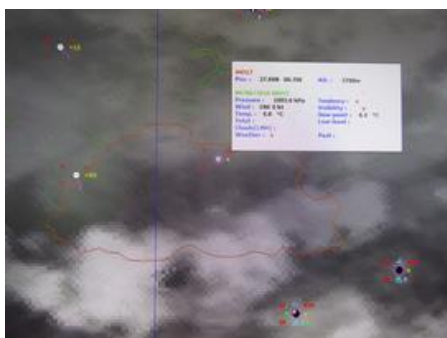


C/P による RTC でのプレゼンテーション



専門家のプレゼンテーション

6月9日、気象庁の SATAID システムの準備が整い、HimawariCast 経由の SATAID 画面にブータン初となる Tsampa AWS の地上観測データが表示されるようになった。



Tsampa の地上観測データ



気象庁派遣専門家の実地研修

天気予報の基礎技術や SATAID による実況解析技術に関するマニュアルの作成・研修の結果、C/P の能力は当初に比べ、全球数値予報 GPV 値の予報実務への取り込みを試行するまでに向上した。今後の課題としては現在の試行結果を見極め、達成度が高ければより格子の細かい領域数値予報値の試用まで指導する事が望ましい。

2) 気象庁派遣専門家による SATAID 研修実施支援

3月の HimawariCast 設置を受け、貴機構の調整で気象庁から専門家2名が派遣され、14名の DHMS 気象部職員を対象に、6月7～9日の3日間 HimawariCast にかかる SATAID 等にかかる実地研修、特にブータンで実際に発生した悪天事例の解析手法も紹介し、本プロジェクトチームが実施を支援した。

4.2.6 中央レベルでの緊急時の情報共有に関するSOPの策定（活動1-9）

2016年5月、緊急時の中央レベルでの情報すなわち、GLOF/洪水情報（DHMS 水文部）及び防災気象情報（DHMS 気象部）の NFWFC から DDM、メディア、関係省庁等への現況の流れ・情報共有について DHMS の C/P と協議・整理した。

2016年6月7日に DHMS 主催で各 C/P 機関からの参加を得て、第6回 MDRR W/G ワークショップが開催された。SOP 作成に資するため、NFWFC から DDM をはじめとする中央レベル（Thimphu）関係機関への緊急防災情報の発信・共有・流れ・種類などが議論された。



2016年8月2日に DHMS 主催で各 C/P 機関からの参加を得て、第7回 MDRR W/G ワークショップが開催された。前回ワークショップでの議論に基づき作成した SOP（案）を題材に議論を行った。全体的な情報の流れを図 4.4 に示す。2016年7月洪水の経験から、電話、メール、SMS など伝統的な手法に加え、情報の迅速な伝達性、広範な拡散性に優れた Facebook や Twitter など SNS あるいはチャットアプリの積極的活用が提言された。

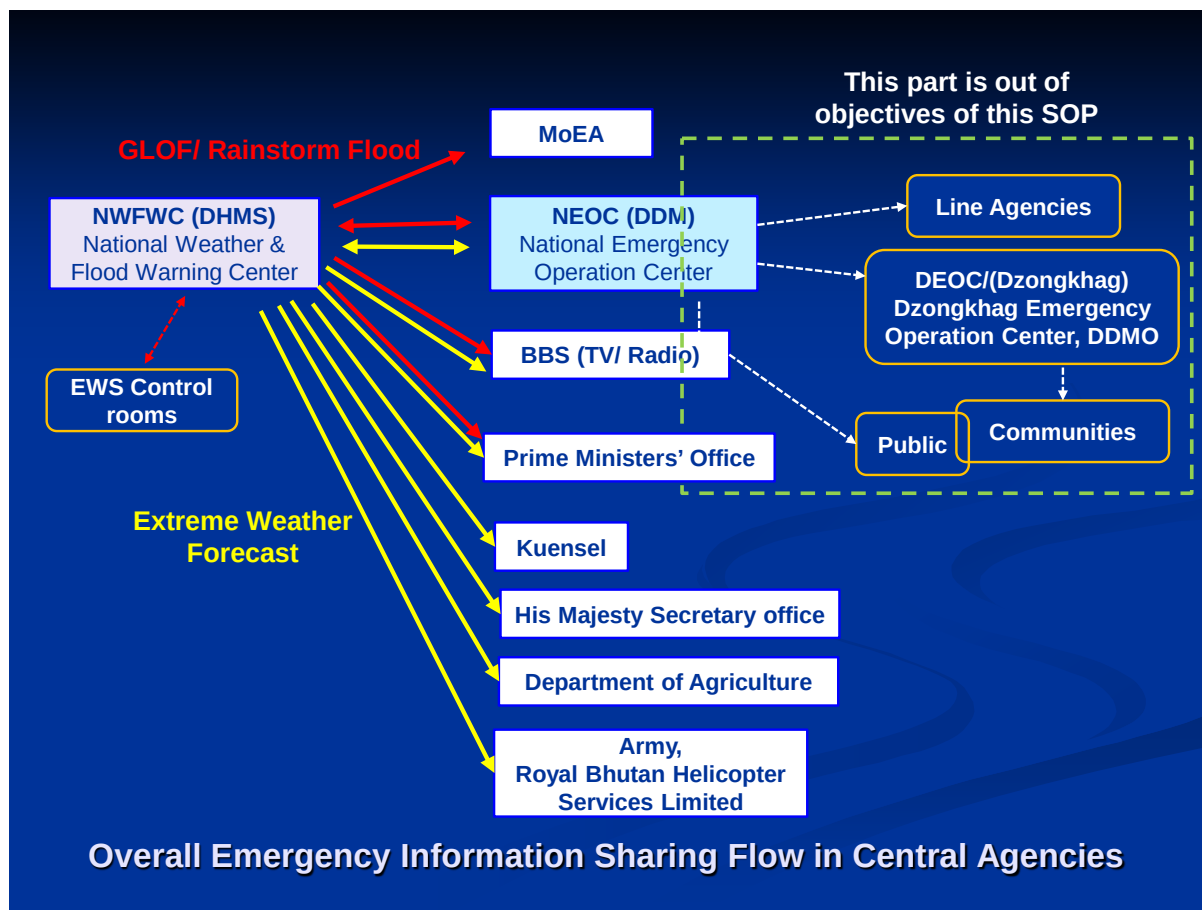


図 4.4 中央機関での緊急時の情報共有フロー

上記ワークショップの議事録を添付資料 11 に示す。

SOP の最終版「中央機関での緊急時の情報共有に関する SOP」は技術協力成果品として本報告書に別冊で添付した。

4.3 成果 2 にかかる活動実績

成果 2「マンデ川及びチャムカール川の各パイロット流域において、GLOF 及び洪水を対象とした EWS が開発・運用される」にかかる第 2 年次（2015 年 9 月～2016 年 9 月）の活動実績を以下にとりまとめる。

4.3.1 パイロット流域への EWS 機材及び施設の導入（活動 2-4）

1) 資機材設置及び完了検査支援

専門家チームは監督者職務の委嘱を受け、資機材調達設置業者（ヘリコム社）が 2015 年 9 月から 10 月にかけて設置した EWS にかかる資機材の OJT を含む完了検査への立ち会い支援を 2015 年 10 月 5 日～13 日に実施した。EWS の通信部分とユーザーインターフェースに一部不具合を確認したため不合格とし、10 月 14 日に JICA ブータン事務所にて、また 10 月 19 日に JICA 本部にて検査結果の報告を行った。ただし、総体としてシステムは稼働を開始したので、これに伴い、第 1 年次に当初予定どおり行えなかった稼働する実機を用いたマニュアル作成・研修活動を 10 月 14 日以降、ようやく開始した。

2016 年 2 月から 3 月にかけて、監督者職務の委嘱を受け、ヘリコム社が実施の残作業を支援した。ヘリコム社は 2 月 24 日～3 月 15 日の工程で EWS にかかる全ての不具合・故障を現地にて DHMS 及び専門家チームの協力を得て補修・解決した。

2016 年 3 月 16 日に完了検査（再検査）への立ち会い支援を DHMS と共同で実施し、システム構築を含む全ての資機材調達・設置を合格と認定した。検査結果は「完了検査支援結果報告書」にとりまとめ、3 月 17 日に JICA ブータン事務所に報告書を提出し説明を行った。

特筆事項として、ヘリコム社による資機材設置作業に際して、DHMS は多数の C/P をおよそ 4 ヶ月近く（2015 年 9～10 月及び 2016 年 2～3 月）、パイロットプロジェクト流域における設置作業に自己予算で派遣し、ヘリコム社による設置作業を専門家チームと共に支援した。

その後、EWS は順調に稼働を続け、DHMS 水文部は 2016 年 5 月 4 日以降、職員 3 交代制での EWS の 24 時間運用を開始している。

3 月に資機材設置を完了させたヘリコム社コンソーシアムの構成会社である東洋電子工業(株)が契約完了後のアフターサービスとして「全額自社費用負担」にて 5 月 25～31 日にかけて EWS 及び GTS/MSS にかかる現地保守作業を実施した。（6 月 3 日まで実施予定）専門家チーム及び DHMS の C/P が全行程（NWFWC、Mangdechhu 及び Tsampa トレッキングを含む Chamkharchhu 現地）に同行し実施を支援した。

2) EWS 用の非常用発動発電機の調達・設置

導入した EWS には無停電電源装置 UPS が設置されているが、これは停電時にシステムを安全に停止・再起動させるためのものであり、長時間の停電のシステム駆動を保証するものではない。したがって、緊急時の電源確保を目的として、自動起動 AMF パネルを備える発動発電機を調達し、Thimphu の NWFWC 及び各流域のコントロールセンターに設置した。発動発電機の取り扱い、並びに維持管理については、4.3.2 に示す EWS 運用維持管理マニュアルに反映した。

3) EWS 警戒・警報レベルの改訂

2016 年 3 月の EWS の運用開始にあたり、過去の手動水位観測記録等をベースとした警戒・警報レベルの初期値が設定され(3.3.4 節参照)、運用に供された。その後、EWS は比較的順調に観測データを蓄積し、2016 年 7 月 26 日にはモンスーンの長雨洪水で警報レベルを超える水位を記録するなど、新たに警戒・警報レベルの見直しを行うに十分なデータが得られたことから、2016 年 8 月に各観測所の警戒・警報レベルを表 4.6 のとおり改訂した。初期値では安全側に設定されていた警戒水位については、2016 年雨期の観測実績を根拠に引き上げを実施した。一方警報水位については、2016 年 7 月 26 日の洪水時の痕跡等を参考に、各観測所の特性に応じて引き上げ若しくは引き下げを行う予定である。

これらの警戒/警報水位については、データの蓄積や河川状況の変化に応じて今後も適宜更新されることが望まれる。

表 4.6 EWS 警戒・警報レベルの初期値と改定値

河川名	観測所名	警戒(Alert)レベル		警報(Alarm)レベル	
		初期値	改定値	初期値	改定値
Mangdechhu 川	Jongthang	5.6m	5.9m	7.9m	7.0m
	Bjizam	3.8m	4.2m	5.0m	5.5m
Chamkharchhu 川	Tsampa	4.9m	5.0m	6.7m	6.5m
	Kagthang	5.5m	5.5m	6.8m	6.0m
	Kurjey	3.0m	3.3m	4.1m	5.0m

* 上記の警戒/警報レベルは、観測データの蓄積及び河川状況の変化に応じて適宜見直される

4.3.2 EWS運用維持管理マニュアルの作成及び研修（活動 2-5）

1) マニュアルの作成

(1) 活動経過

第1年次に引き続き実施したマニュアル作成活動の経過を表 4.7 に示す。

表 4.7 EWS 運用維持管理マニュアル作成活動経過

日時			活動	内容	参加者/実施者
日	月	年			
5	10	2015	現地視察	ヘリコム社によるOJTをオブザーブ	1~4
13					
14			協議	活動計画、工程	2
15			作成・校正	流域操作室用マニュアル（案）	3
5					
6	11		協議	流域操作室運手員 のOJT内容、日程	5
7			(OJT)	流域操作室運転員 (CHMおよびMND) のOJT	5
13					
16			作成・校正	洪水監視指令室用マニュアル（案）	3
18					
19			(OJT)	洪水監視指令室運転員 水文部職員のOJT	9
17	5	2016	協議	活動計画、工程	2
18			作成・校正	中長期維持管理計画 四半期点検計画	2
20					
23			作成・校正	流域操作室用マニュアル最終版	2
27					
28	(OJT)		流域操作室 四半期点検 発災時情報共有業務	2~5	
3	6		作成・校正	流域操作室用マニュアル最終版 洪水監視指令室用マニュアル最終版	3
6					
17			(OJT)	CHM警報局HF通信復旧作業	4
18					
20					

第2年次の2015年10月に、ヘリコム社による機器設置・調整作業が概ね終了し、実機の操作が可能となり、またソフトウェア操作マニュアルの最終版が提出された。これを受けて、機器構成およびシステム操作に関する章の作成作業を10～11月に実施してマニュアルドラフト版とした。このドラフト版に基づき、DHMSの流域コントロールルーム運転員を対象に研修を実施して、EWSの仮運用が開始された。

ヘリコム社が2015年10月時点での残課題についての現地作業を2016年2～3月に実施し、3月16日付で完了検査合格となった。また、対象流域におけるGLOF及び洪水対応のためのSOPの作成（活動3-4）の進捗に伴って、流域コントロールルーム運転員およびDHMSのNFWWCの洪水監視指令室運転員の情報共有業務の内容が具体化された。さらに、商用電源停止時に給電する発動発電機の設置工事も実施された。これらの事項をドラフト版に取り込み、2016年6月にマニュアル最終版が完成された。

(2) マニュアルの名称

マニュアルは両流域コントロールルーム用およびDHMSのNFWWCの洪水監視指令室用の3分冊として作成され、名称は次のとおりである。

- OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL FOR THE GLOF AND RAINSTORM FLOOD EARLY WARNING SYSTEM (FEWS) THE MANGDECHHU BASIN FEWS
- OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL FOR THE GLOF AND RAINSTORM FLOOD EARLY WARNING SYSTEM (FEWS) THE CHAMKARCHHU BASIN FEWS
- OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL FOR THE GLOF AND RAINSTORM FLOOD EARLY WARNING SYSTEMS (FEWS) IN MANGDECHHU AND CHAMKARCHHU BASINS THE FLOOD MONITORING AND COMMAND ROOM IN NFWWC

(3) マニュアルの内容

完成したOPERATION AND MAINTENANCE MANUAL FOR THE GLOF AND RAINSTORM FLOOD EARLY WARNING SYSTEM (FEWS) THE MANGDECHHU BASIN FEWSの目次を表4.8に示す。他の2分冊は、同様の構成で流域やシステムの固有情報等が差し替わるものである。

表 4.8 EWS 運用維持管理マニュアルの目次

洪水早期警報システム(FEWS) 運用維持管理マニュアル Mangdechhu川流域FEWS 2016年 6月				
章		節		備考
1	はじめに	1.1	本書の目的と内容	第一年次作成
		1.2	適用範囲	
2	基礎知識	2.1	洪水	第一年次作成
		2.2	洪水対策	
		2.3	洪水早期警報システム概説	
3	Mangdechhu川流域 の特徴	3.1	概要	第一年次作成
		3.2	氷河湖	
		3.3	確率洪水流量	
		3.4	洪水到達時間	
		3.5	洪水氾濫地域	
		3.6	ダムと発電所	
4	システムについて	4.1	全体システム	第二年次作成
		4.2	洪水早期警報システム	
		4.3	主通信システム	
		4.4	副通信システム	
		4.5	各局の機器構成	
5	操作方法	5.1	操作インターフェイス	第二年次作成
		5.2	操作画面	
		5.3	モニター画面	
		5.4	観測局のコントローラー	
		5.5	警報局のコントローラー	
		5.6	洪水監視指令室、県庁との無線交信	
6	警報業務	6.1	警報発令過程	第一年次作成 第二年次修正
		6.2	氷河湖決壊洪水の場合	
		6.3	暴風雨洪水の場合	
		6.4	情報共有業務	
		6.5	手動サイレン操作	
		6.6	誤警報	
7	維持管理業務	7.1	維持管理の種類と担当部署	第一年次作成 第二年次修正
		7.2	日点検	
		7.3	四半期整備	
		7.4	修理	
		7.5	予備部品	
		7.6	消耗品	
		7.7	工具と点検機器	
		7.8	発動発電機	
8	水位閾値	8.1	原則	第一年次作成
		8.2	閾値の設定	
		8.3	Jongthang AWLSの閾値	
		8.4	Bjizam AWLSの閾値	
9	運転員	9.1	総則	第二年次作成
		9.2	交代勤務	
		9.3	運転員の職務	
添付資料		1	データ送信の仕組み	第二年次作成
		2	気泡水位計の乾燥剤の交換	
		3	四半期点検年次計画例	
		4	手動サイレン操作テスト	

2) マニュアルに基づく研修実施

(1) 2015 年実施分

EWS の実機の設置が終了し、仮運用が開始されることに合わせて、マニュアルドラフト版を使用して、運転員が日常業務を実施可能となることを目的として研修が実施された。合わせて、2016 年 3 月に実施される避難訓練において手動サイレン操作が可能となるものとした。

流域コントロールルーム運転員の実地訓練：11 月 7 日から 13 日に、Chamkharchhu および Mangdechhu の流域コントロールルームの運転員を対象に、マニュアルドラフト版を使用して実地訓練を実施した。訓練内容は、マニュアル内容紹介、実機の操作、運用記録用紙の記入、無線通信による通話、水位局およびサイレン局の四半期点検作業である。

DHMS 水文部職員等の実地訓練：11 月 19 日に Thimphu の NFWFC の洪水監視指令室の運転員および DHMS 水文部職員を対象に、マニュアルドラフト版を使用して実地訓練を実施した。訓練内容は、マニュアル内容紹介、実機の操作、運用記録用紙の記入、無線通信による通話、河川横断データの設定法である。



(2) 2016 年実施分

2015 年 11 月に EWS の仮運用が開始され、運転員は 2016 年 5 月時点で約 7 か月の業務経験を積み、日常操作、運用記録の記載については十分に習熟していた。よって、2016 年の研修は、四半期点検および発災時の情報共有業務等を対象として実施された。

四半期点検の研修：AWLS の気泡水位計の乾燥剤は四半期毎の交換を要する。5 月 28 日～6 月 2 日に掛けて、両流域の 5 箇所の AWLS を対象に乾燥剤の交換を中心とする四半期点検を実施した。

発災時の情報共有業務の研修：対象流域の SOP 作成のためのワークショップが 6 月 3 日に MHPA で開催され、発災時の情報共有について協議された。終了後に参加者が Mangdechhu 流域コントロールルームを訪問し、運転員が施設の説明を行い、発災時の情報共有についての認識を深めた。発災時の連絡網は検討作成中のため、完成後に発災時の連絡・召集訓練が実施される予定である。

警報サイレン HF 通信復旧作業：6 月 11 日に Chamkharchhu 流域コントロールルームで、HF 無線機の不適切な操作に起因すると想定される通信途絶が発生した。その後 AWLS との通信は復旧したが、警報サイレンとの通信は不通の状態が続いた。6 月 19 日に DHMS 水文部職員 2 名が OJT として復旧作業を行い、通信復旧に成功した。



ブータン国

氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書

3) 長期的な施設・機材の維持管理

長期的な EWS の持続性確保において、製品寿命が比較的短い電子機器の更新予算の確保が必須条件となる。C/P と共に 30 年間の電子機器更新費用を概算した。概算費用の総計は表 4.9 に示すとおり 9 千 3 百万 BTN であり、計画的で地道な予算確保の必要性が認識された。

表 4.9 EWS に使用されている電子機器の概算更新費用

(オリジナルサイズの表は別冊「EWS 運用・維持管理マニュアル」に添付)

Site Code	Item No.	Description	Qty	Unit	Unit Price	Price	Lifetime	Renewal Cost (BTN)					
					BTN	BTN		2020	2025	2030	2035	2040	2045
TMP-GTS	TMP-GTS-04	Server	1	set	158,220	158,220	10	5	10	15	20	25	30
	TMP-GTS-05	Software for Server	1	set	3,165,480	3,165,480	Endless		158,220		158,220		158,220
	TMP-GTS-06	Security Router	1	set	124,200	124,200	15			124,200			124,200
TMP-COS	TMP-COS-01	Operation PC	1	set	118,260	118,260	10		118,260		118,260		118,260
	TMP-COS-02	Software for PC	1	set	3,165,480	3,165,480	Endless						
	TMP-COS-03	Large Screen	1	unit	165,240	165,240	15			165,240			165,240
	TMP-COS-04	Printer	1	unit	105,300	105,300	15			105,300			105,300
	TMP-COS-05	Satellite Data PC	0	set	118,260	0	10		0		0		0
	TMP-COS-06	Software for PC	0	set	949,860	0	Endless						
	TMP-COS-07	UPS	2	unit	52,920	105,840	5	105,840	105,840	105,840	105,840	105,840	105,840
	TMP-COS-08	AVR	2	unit	42,120	84,240	15			84,240			84,240
	TMP-COS-09	Lightning Transformer	1	set	474,660	474,660	30						474,660
TMP-CMS	TMP-CMS-01	HF Radio for Voice	1	set	632,880	632,880	Transceiver Antenna 15 30			316,440			632,880
	TMP-CMS-02	Antennea Tower	1	set	395,820	395,820	30						395,820
	TMP-CMS-03	Lightning Rod	1	set	79,380	79,380	30						79,380
	TMP-CMS-04	AVR	1	unit	42,120	42,120	15			42,120			42,120
MND-JNT	MND-JNT-01	Bubbler	1	set	374,760	374,760	15			374,760			374,760
	MND-JNT-02	GI Pipe	1	set	101,520	101,520	30						101,520
	MND-JNT-03	Orifice Tubing	1	set	42,660	42,660	15			42,660			42,660
	MND-JNT-04	Orifice Termination	2	pcs	10,800	21,600	15			21,600			21,600
	MND-JNT-05	Water Level Gauge	3	pcs	5,400	16,200	15			16,200			16,200
	MND-JNT-06	Weather Multisensor	1	set	248,400	248,400	10		248,400		248,400		248,400
	MND-JNT-07	Enclosure	1	set	146,880	146,880	30						146,880
	MND-JNT-08	Antennea Tower	1	set	395,820	395,820	30						395,820
	MND-JNT-09	Data Logger	1	set	369,360	369,360	15			369,360			369,360
	MND-JNT-10	Lightning Rod	1	set	79,380	79,380	30						79,380
	MND-JNT-11	Lightning Arrester	4	pcs	12,960	51,840	10		51,840		51,840		51,840
	MND-JNT-12	Solar Module	2	pcs	85,320	170,640	30						170,640
	MND-JNT-13	Power Controller	1	unit	92,880	92,880	15			92,880			92,880
	MND-JNT-14	Battery	2	unit	84,780	169,560	5	169,560	169,560	169,560	169,560	169,560	169,560
	MND-JNT-15	HF Radio	1	set	613,980	613,980	Transceiver Antenna 15 30			306,990			613,980
MND-BZM	MND-BZM-01	DCP Transmitter	1	set	264,060	264,060	15			264,060			264,060
	MND-BZM-02	Bubbler	1	set	374,760	374,760	15			374,760			374,760
	MND-BZM-03	GI Pipe	1	set	74,520	74,520	30						74,520
	MND-BZM-04	Orifice Tubing	1	set	21,060	21,060	15			21,060			21,060
	MND-BZM-05	Orifice Termination	2	pcs	10,800	21,600	15			21,600			21,600
	MND-BZM-06	Weather Multisensor	1	set	248,400	248,400	10		248,400		248,400		248,400
	MND-BZM-07	Enclosure	1	set	156,600	156,600	30						156,600
	MND-BZM-08	Antennea Tower	1	set	621,000	621,000	30						621,000
	MND-BZM-09	Data Logger	1	set	369,360	369,360	15			369,360			369,360
	MND-BZM-10	Lightning Rod	1	set	79,380	79,380	30						79,380
	MND-BZM-11	Lightning Arrester	4	pcs	12,960	51,840	10		51,840		51,840		51,840
	MND-BZM-12	Solar Module	2	pcs	85,320	170,640	30						170,640
	MND-BZM-13	Power Controller	1	unit	92,880	92,880	15			92,880			92,880
	MND-BZM-14	Battery	2	unit	84,780	169,560	5	169,560	169,560	169,560	169,560	169,560	169,560
	MND-BZM-15	HF Radio	1	set	613,980	613,980	Transceiver Antenna 15 30			306,990			613,980
MND-CNC	MND-CNC-01	DCP Transmitter	1	set	264,060	264,060	15			264,060			264,060
	MND-CNC-02	Operation PC	1	set	131,760	131,760	10		131,760		131,760		131,760
	MND-CNC-03	Software for PC	1	set	896,940	896,940	Endless						
	MND-CNC-04	Large Screen	1	unit	74,520	74,520	15			74,520			74,520
	MND-CNC-05	Monitoring PC	1	set	131,760	131,760	10		131,760		131,760		131,760
	MND-CNC-06	Printer	1	unit	105,300	105,300	15			105,300			105,300
	MND-CNC-07	UPS	2	unit	52,920	105,840	5	105,840	105,840	105,840	105,840	105,840	105,840
	MND-CNC-08	AVR	1	unit	42,120	42,120	15			42,120			42,120
	MND-CNC-09	HF Radio	1	set	613,980	613,980	Transceiver Antenna 15 30			306,990			613,980
	MND-CNC-10	HF Radio	1	set	613,980	613,980	Transceiver Antenna 15 30			306,990			613,980
	MND-CNC-11	HF Radio for Voice	1	set	632,880	632,880	Transceiver Antenna 15 30			316,440			632,880
	MND-CNC-12	Antennea Tower	2	set	395,820	791,640	30						791,640
	MND-CNC-13	Lightnig Rod	2	set	79,380	158,760	30						158,760
MND-SRN	MND-SRN-01	Lightning Transformer	1	set	369,360	369,360	30						369,360
	MND-SRN-02	Speaker	12	unit	74,520	894,240	15			894,240			894,240
	MND-SRN-03	Speaker Driver	12	set	15,660	187,920	15			187,920			187,920
	MND-SRN-04	Controller	3	set	496,260	1,488,780	15			1,488,780			1,488,780
	MND-SRN-05	Diagnostic Circuit	3	set	18,360	55,080	15			55,080			55,080
	MND-SRN-06	Power Amplifier	6	unit	62,100	372,600	15			372,600			372,600
	MND-SRN-07	Enclosure	3	set	156,600	469,800	30						469,800
	MND-SRN-08	Siren Tower	3	set	459,000	1,377,000	30						1,377,000
	MND-SRN-09	Lightnig Rod	3	set	79,380	238,140	30						238,140
	MND-SRN-10	Lightning Arrester	6	pcs	12,960	77,760	10		77,760		77,760		77,760
	MND-SRN-11	Solar Module	6	pcs	85,320	511,920	30						511,920
	MND-SRN-12	Power Controller	3	unit	92,880	278,640	15			278,640			278,640
	MND-SRN-13	Battery	6	unit	84,780	508,680	5	508,680	508,680	508,680	508,680	508,680	508,680
	MND-SRN-14	HF Radio	3	set	613,980	1,841,940	Transceiver Antenna 15 30			920,970			

ブータン国
氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト
事業完了報告書

CHM-TSM	CHM-TSM-A-01	Anemometer Sensor	1	set	131,760	131,760	Out of coverage							
	CHM-TSM-A-02	Thermometer / Hygrometer	1	set	124,200	124,200	Out of coverage							
	CHM-TSM-A-03	Barometer	1	set	104,220	104,220	Out of coverage							
	CHM-TSM-A-04	Pyranometer	1	set	211,140	211,140	Out of coverage							
	CHM-TSM-A-05	Weight Type Rain Gauge	1	set	597,780	597,780	Out of coverage							
	CHM-TSM-A-06	Tipping Bucket Rain Gauge	1	set	64,260	64,260	15			64,260				64,260
	CHM-TSM-A-07	Enclosure	1	set	156,600	156,600	30							156,600
	CHM-TSM-A-08	Antenne Tower	1	set	395,820	395,820	30							395,820
	CHM-TSM-A-09	Data Logger	1	set	369,360	369,360	15			369,360				369,360
	CHM-TSM-A-10	Lightning Rod	1	set	79,380	79,380	30							79,380
	CHM-TSM-A-11	Lightning Arrester	3	pcs	12,960	38,880	10			38,880			38,880	38,880
	CHM-TSM-A-12	Solar Module	2	unit	85,320	170,640	30							170,640
	CHM-TSM-A-13	Power Controller	1	unit	92,880	92,880	15				92,880			92,880
	CHM-TSM-A-14	Battery	2	unit	84,780	169,560	5	169,560	169,560		169,560	169,560		169,560
	CHM-TSM-A-15	HF Radio	1	set	613,980	613,980	Transceiver Antenna	15 30			306,990			613,980
	CHM-TSM-A-16	DCP Transmitter	1	set	264,060	264,060	15				264,060			264,060
	CHM-TSM-A-17	UHF Radio	1	set	342,900	342,900	Transceiver Antenna	15 30			171,450			342,900
	CHM-TSM-B-01	Bubbler with Temp Sensor	1	set	378,000	378,000	15			378,000				378,000
	CHM-TSM-B-02	GI Pipe	1	set	68,040	68,040	30							68,040
	CHM-TSM-B-03	Orifice Tubing	1	set	21,060	21,060	15				21,060			21,060
	CHM-TSM-B-04	Orifice Termination	2	pcs	10,800	21,600	15				21,600			21,600
	CHM-TSM-B-05	Water Level Gauge	3	pcs	5,400	16,200	15				16,200			16,200
	CHM-TSM-B-06	Tower B	1	set	65,340	65,340	30							65,340
	CHM-TSM-B-07	Enclosure	1	set	156,600	156,600	30							156,600
	CHM-TSM-B-08	Data Logger	1	set	369,360	369,360	15			369,360				369,360
	CHM-TSM-B-09	Lightning Rod	1	set	63,180	63,180	30							63,180
	CHM-TSM-B-10	Lightning Arrester	3	pcs	12,960	38,880	10			38,880			38,880	38,880
	CHM-TSM-B-11	Solar Module	1	unit	85,320	85,320	30							85,320
	CHM-TSM-B-12	Power Controller	1	unit	92,880	92,880	15				92,880			92,880
	CHM-TSM-B-13	Battery	1	unit	84,780	84,780	5							
	CHM-TSM-B-14	UHF Radio	1	set	342,900	342,900	Transceiver Antenna	15 30			171,450			342,900
CHM-KGT	CHM-KGT-01	Bubbler	1	set	374,760	374,760	15			374,760				374,760
	CHM-KGT-02	GI Pipe	1	set	86,940	86,940	30							86,940
	CHM-KGT-03	Orifice Tubing	1	set	31,860	31,860	15				31,860			31,860
	CHM-KGT-04	Orifice Termination	2	pcs	10,800	21,600	15				21,600			21,600
	CHM-KGT-05	Water Level Gauge	3	pcs	5,400	16,200	15				16,200			16,200
	CHM-KGT-06	Weather Multisensor	1	set	248,400	248,400	10			248,400			248,400	248,400
	CHM-KGT-07	Enclosure	1	set	156,600	156,600	30							156,600
	CHM-KGT-08	Antenne Tower	1	set	395,820	395,820	30							395,820
	CHM-KGT-09	Data Logger	1	set	369,360	369,360	15			369,360				369,360
	CHM-KGT-10	Lightning Rod	1	set	79,380	79,380	30							79,380
	CHM-KGT-11	Lightning Arrester	4	pcs	12,960	51,840	10			51,840			51,840	51,840
	CHM-KGT-12	Solar Module	2	pcs	85,320	170,640	30							170,640
	CHM-KGT-13	Power Controller	1	unit	92,880	92,880	15				92,880			92,880
	CHM-KGT-14	Battery	2	unit	84,780	169,560	5	169,560	169,560		169,560	169,560		169,560
	CHM-KGT-15	HF Radio	1	set	613,980	613,980	Transceiver Antenna	15 30			306,990			613,980
	CHM-KJY	CHM-KGT-16	DCP Transmitter	1	set	264,060	264,060	15				264,060		
CHM-KJY-A-01		Bubbler	1	set	374,760	374,760	15				374,760			374,760
CHM-KJY-A-02		GI Pipe	1	set	130,140	130,140	30							130,140
CHM-KJY-A-03		Orifice Tubing	1	set	21,060	21,060	15				21,060			21,060
CHM-KJY-A-04		Orifice Termination	2	pcs	10,800	21,600	15				21,600			21,600
CHM-KJY-A-05		Enclosure	1	set	156,600	156,600	30							156,600
CHM-KJY-A-06		Data Logger	1	set	369,360	369,360	15				369,360			369,360
CHM-KJY-A-07		Lightning Arrester	0	pcs	12,960	0	10			0			0	0
CHM-KJY-A-08		UHF Radio	1	set	342,900	342,900	Transceiver Antenna	15 30			171,450			342,900
CHM-KJY-B-01		Weather Multisensor	1	set	248,400	248,400	10			248,400			248,400	248,400
CHM-KJY-B-02		Enclosure	1	set	156,600	156,600	30							156,600
CHM-KJY-B-03		Antenne Tower	1	set	395,820	395,820	30							395,820
CHM-KJY-B-04		Data Logger	1	set	369,360	369,360	15				369,360			369,360
CHM-KJY-B-05		Lightning Rod	1	set	92,880	92,880	30							92,880
CHM-KJY-B-06		Lightning Arrester	4	pcs	12,960	51,840	10			51,840			51,840	51,840
CHM-KJY-B-07		Solar Module	2	pcs	85,320	170,640	30							170,640
CHM-KJY-B-08	Power Controller	1	unit	92,880	92,880	15				92,880			92,880	
CHM-KJY-B-09	Battery	2	unit	84,780	169,560	5	169,560	169,560		169,560	169,560		169,560	
CHM-KJY-B-10	DCP Transmitter	1	set	264,060	264,060	15				264,060			264,060	
CHM-KJY-B-11	UHF Radio	1	set	342,900	342,900	Transceiver Antenna	15 30			171,450			342,900	
CHM-CNC	CHM-CNC-01	Operation PC	1	set	131,760	131,760	10			131,760			131,760	131,760
	CHM-CNC-02	Software for PC	1	set	896,940	896,940	Endless							
	CHM-CNC-03	Large Screen	1	unit	74,520	74,520	15			74,520				74,520
	CHM-CNC-04	Monitoring PC	1	set	131,760	131,760	10			131,760			131,760	131,760
	CHM-CNC-05	Printer	1	unit	105,300	105,300	15				105,300			105,300
	CHM-CNC-06	UPS	2	unit	52,920	105,840	5	105,840	105,840		105,840	105,840		105,840
	CHM-CNC-07	AVR	1	unit	42,120	42,120	15							
	CHM-CNC-08	HF Radio	1	set	613,980	613,980	Transceiver Antenna	15 30			306,990			613,980
	CHM-CNC-09	HF Radio	1	set	613,980	613,980	Transceiver Antenna	15 30			306,990			613,980
	CHM-CNC-10	HF Radio for Voice	1	set	632,880	632,880	Transceiver Antenna	15 30			316,440			632,880
	CHM-CNC-11	Antenne Tower	1	set	395,820	395,820	30							395,820
	CHM-CNC-12	Lightnig Rod	1	set	79,380	79,380	30							79,380
	CHM-CNC-13	Lightning Transformer	1	set	369,360	369,360	30							369,360
CHM-SRN	CHM-SRN-01	Speaker	24	unit	74,520	1,788,480	15			1,788,480				1,788,480
	CHM-SRN-02	Speaker Driver	24	set	15,660	375,840	15			375,840				375,840
	CHM-SRN-03	Controller	6	set	496,260	2,977,560	15			2,977,560				2,977,560
	CHM-SRN-04	Diagnostic Circuit	6	set	18,360	110,160	15				110,160			110,160
	CHM-SRN-05	Power Amplifier	12	unit	62,100	745,200	15				745,200			745,200
	CHM-SRN-06	Enclosure	6	set	156,600	939,600	30							939,600
	CHM-SRN-07	Siren Tower	6	set	459,000	2,754,000	30							2,754,000
	CHM-SRN-08	Lightning Rod	6	set	79,380	476,280	30							476,280
	CHM-SRN-09	Lightning Arrester	12	pcs	12,960	155,520	10			155,520			155,520	155,520
	CHM-SRN-10	Solar Module	12	pcs	85,320	1,023,840	30							1,023,840
	CHM-SRN-11	Power Controller	6	unit	92,880	557,280	15				557,280			557,280
	CHM-SRN-12	Battery	12	unit	84,780	1,017,360	5	1,017,360	1,017,360		1,017,360	1,017,360		1,017,360
	CHM-SRN-13	HF Radio	6	set	613,980	3,683,880	Transceiver Antenna	15 30			1,841,940			3,683,880
Total								2,776,140	5,091,660	27,083,430	5,091,660	2,776,140	50,545,080	
Grand Total													93,364,110	
Average Yearly Cost : Grand Total / 30													3,112,137	

4) 能力向上状況と今後の課題

DHMS 水文部職員および NFWFC の EWS 洪水監視指令室、両流域コントロールルームの運転員は、運用維持管理マニュアルに基づく研修および 2015 年 11 月以降の EWS の仮運用の経験により、EWS の日常運用に必要な能力を身に着けたものと評価される。

発災時の情報共有業務、誤警報の後処理、システムの不具合・故障時の対応についての能力は、定期的な発災時訓練の実施や、運用維持管理の実務経験を積む中でさらなる向上を図る必要があるものと評価される。

4.4 成果 3 にかかる活動実績

成果 3「パイロット流域における GLOF 及び洪水災害に対して、中央及び地方レベルでの緊急対応能力が強化される」にかかる第 2 年次（2015 年 9 月～2016 年 9 月）の活動実績を以下にとりまとめる。

4.4.1 洪水予警報・避難訓練の計画及び実施（活動 3-3）

Bjizam、Wangdicholing、Chamkhar Town コミュニティでは 2015 年 7 月までに作成した洪水警報・避難計画の見直しを、Gangrithang 及び Chokhortoe 小学校では学校防災計画の更新・改訂を行い、活動の集大成として避難訓練を実施した。Chokhortoe 小学校周辺住民、Kurjey、Gyelkhar/Gongkhar コミュニティでは啓発活動計画に基づくフォローアップミーティングを行った。

1) 洪水警報・避難計画策定ワークショップ

Trongsa 県 Bjizam、Bumthang 県 Wangdicholing 及び Chamkhar Town の 3 コミュニティにおいて洪水警報・避難計画の改定・見直しを目的としたワークショップを行った。住民の代表者と共に Bjizam においては 2015 年 11 月 19 日、2016 年 2 月 25 日に、Wangdicholing においては 2015 年 11 月 16 日、2016 年 2 月 29 日に、Chamkhar Town においては 2015 年 11 月 14 日、2016 年 3 月 14 日にワークショップを行った。ワークショップには DHMS の C/P、県防災担当者、Chamkhar Town 町長、郡（Gewog）関係者も参加し、JICA 専門家と共にファシリテーターとしての役割を担った。ワークショップの内容は以下の通りである。



Bjizam コミュニティ

- 洪水警報・避難計画（被災する可能性のある世帯、避難経路、避難場所、避難手順、避難誘導チーム役割分担）の見直し・アップデート
- 避難誘導チームメンバーの選出
- コミュニティ間、およびコミュニティー県庁間のコミュニケーションフローの作成
- 避難誘導チームに対する訓練



Wangdicholing コミュニティ



Chamkhar Town コミュニティ

2) 既存学校防災計画改定ワークショップ

2015 年 11 月 14 日、2016 年 3 月 9 日～11 日に Gangrithang 小学校においてワークショップを開催し、避難場所及び避難誘導チームとしての役割を担う教員の役割分担について話し合いを行った。Chokhortoe 小学校においては 2015 年 11 月 13 日、2016 年 3 月 5 日にワークショップを行い、下記の項目について話し合いを行った。

- ハザードマップの更新
- 避難経路・避難場所の設定
- 避難経路図の作成
- 避難手順の作成
- 避難誘導チームの役割分担
- アクションプランの作成



Gangrithang 小学校



Chokhortoe 小学校

また、対象 3 コミュニティ及び 2 小学校において避難訓練に係る必要機材について住民及び C/P と協議し、表 4.10 に示す機材を調達した。前述のワークショップにおいてはこれら調達機材の使い方の指導及び保管方法に係る協議も行った。協議後、機材を各コミュニティ及び学校に公式に引き渡した。

表 4.10 避難機材リスト

機材名	コミュニティ名				
	Bjizam	Wangdicholing	Chamkhar Town	Gangrithang 小学校	Chokhortoe 小学校
メガホン	3	4	5	4	3
ヘッドランプ	10	10	8	8	10
反射板付ベスト	10	10	8	20	20
ストレッチャー	3	3	2	3	2
ファーストエイドキット	3	3	2	2	3
ビニールシート	2	2	6	6	5
ロープ	2	2	6	6	5

3) 啓発活動計画フォローアップミーティング

2015 年 11 月 14 日に Kurjey (Dawathang、Pangrey、Dorjibee グループ) を対象に、2015 年 11 月 13 日に Chokhortoe 小学校周辺地域住民を対象に、2015 年 11 月 18 日に Gyelkhar/Gongkhar を対象に、啓発活動計画におけるフォローアップミーティングを行った。いずれのコミュニティにおいても、全てのコミュニティ住民への EWS についての周知が行われたことを確認した。

また、Kurjey および Chokhortoe 小学校周辺住民からは避難訓練実施の要望があり、それぞれ Wangdicholing および Chokhortoe 小学校で避難訓練を行う際に住民代表者を招き、避難訓練の視察を行った。

Gyelkhar/Gongkhar においてはサイレン発動時に川沿いの住民は自主避難を行う事が決定され、新町長が選出される 2016 年 6 月に再度コミュニティ会議を開催し、避難誘導ボランティアを選出することを確認した。



Kurjey コミュニティ



Chokhortoe 小学校周辺住民



Gyelkhar/Gongkhar コミュニティ

表 4.11 に対象コミュニティ及び小学校における CBDRM ワークショップ参加者人数を纏める。

表 4.11 対象コミュニティ・小学校 CBDRM ワークショップ参加者人数

コミュニティ 名	日付 (年/月/日)	ワークショップ参加者						裨益者数	
		合 計	中央レベル		県	郡 (Gewog)/ 町長 (Tromde)	コ ミ ュ ニ テ ィ	直接 裨益 者数	間接 裨益 者数
			DHMS	DDM					
洪水警報・避難訓練計画策定ワークショップ									
Wandicholing	2015/11/16	12			1		11	74	300
	2016/02/29	10	2		1		7		
Bjizam	2015/11/19	15			1		14	51	150
	2016/02/25	18	2		1		15		
Chamkar Town	2015/11/14	14			1		13	580	1,000
	2016/03/14	103	1		1	2	99		
洪水避難計画更新ワークショップ									
Gangrithang 小学校	2015/11/14	19	1			1	17	300	600
	2016/03/9-11	20	2		1		17		
Chokhortoe 小学校	2016/11/13	13	1		1		11	600	200
	2016/03/05	11	2		1	1	7		
啓発活動計画策定ワークショップ									
Kurjey	2015/11/14	7	1			1	5	440	500
	2016/03/05	34	2		1	1	30		
Chockhortoe 小学校（周辺 集落において の啓発活動）	2015/11/13	8	1		1		6	Chokhortoe 小 学校に同じ	
	2016/03/07	16	2		1	1	12		
Gyelkar/ Gongkar	2015/06/18	14			1		13	100	200
	2016/03/08	28	2		1		25		
合計		342	19		14	7	302	2,145	2,950

4) 避難訓練の実施

3月1日に Wangdicholing コミュニティにて避難訓練を行い、住民 49 名が参加した。避難訓練には Kujey コミュニティの代表 6 名もオブザーバー参加した。Kujey コミュニティにおいては 3月5日にコミュニティ住民を対象に Wangdicholing コミュニティでの避難訓練風景をスライドにて紹介した。Chokhortoe 小学校では 3月7日に避難訓練を行い、96 人の生徒及び 9 名の教員が参加した。避難訓練には小学校周辺コミュニティの代表者 12 名もオブザーバー参加した。3月12日には Gangrithang 小学校にて避難訓練を行い、282 名の生徒及び 19 名の教員が参加した。避難訓練には Bumthang 県知事、DDM 局長、DDM 職員 2 名、DHMS 職員 4 名もオブザーバー参加すると共に、JICA 終了時評価調査ミッションも訓練の様態を視察した。3月15日に Chamkhar Town にて避難訓練を行い、コミュニティ住民 183 名が参加した。避難訓練には Bumthang 県知事もオブザーバー参加した。Bjizam では 3月16日に避難訓練を行い、コミュニティ住民 48 名が参加した。いずれの避難訓練にも中央・県・郡レベルの C/P が参加し、避難訓練準備や避難訓練後に行ったブリーフィング含め、積極的にコミュニティ住民との意見交換を行った。表 4.12 に避難訓練参加者数を示す。

表 4.12 避難訓練参加者数

コミュニティ名	避難訓練日 (年/月/日)	コミュニティ	DHMS	DDM	県	郡／町	他コミュニティ
Wangdicholing	2016/03/01	49	2		1	1	6
Chokhortoe 小学校	2016/03/07	105	2		1	1	12
Gangrithang 小学校	2016/03/12	301	4	3	2		
Chamkhar Town	2016/03/15	183	1	1	2	2	
Bjizam	2016/0316	48	1			1	



Wangdicholing コミュニティ避難訓練



Chokhortoe 小学校避難訓練



Gangrithang 小学校避難訓練



Chamkhar Town 避難訓練



Bjizam 避難訓練

4.4.2 対象流域におけるGLOF/洪水対応のためのSOP作成（活動 3-4）

1) 流域 SOP の基本的な位置づけ

非常事態時の予警報及び緊急対応については、県防災担当官（DDMO）あるいは近く設立される県緊急対応センター（Dzongkhag EOC）を中心として、流域内で完結されている必要がある。各コントロールセンターは、流域内で唯一の情報源であることから、コントロールセンターは、Thimphu の NFWFC との情報共有に加え、県及び流域のステークホルダーとの連携が重要となる。

DHMS と専門家チームとの協議のもと、SOP 策定にあたっては以下の点に留意した。

流域 SOP の位置づけ

- 策定する SOP は、防災行政全体の緊急対応を示すものではなく、河川情報のプロバイダーと県行政との連携を示すものである。
- 策定する SOP は、将来的に、防災法で定められている県非常事態計画（Dzongkhag Contingency Plan）の参照資料となるものである。

コントロールセンターの役割

- コントロールセンターの役割は警報情報の発信であり、意思決定は行わない。
- 非常事態時のコントロールセンターの混乱防止のため、外部からの情報アクセスは最小限とする。

2) 流域 SOP にかかるワークショップ開催

2016 年 2 月 26 日、29 日に、Trongsa 県、Bumthang 県においてそれぞれステークホルダー会議を開催した。会議には、各県防災委員会メンバー（知事、副知事、県職員、警察、僧院代表、DDMO 等）、マンデチュー水力発電プロジェクト（MHPA）、ブムタン空港、流域の各小学校校長、DHMS 職員、DDM 職員が参加した。会議では、先立って行われた各コミュニティでの避難訓練と課題をレビューすると同時に、コントロールセンターからの情報発信先について様々な議論がなされた。

また、Mangdechhu 流域の最も重要なステークホルダーである、Mangdechhu 水力発電プロジェクト（MHPA）の要請により、工事関係者への EWS 周知と流域 SOP 案に関する協議を目的として、2016 年 6 月 3 日に SOP ワークショップを開催した。MHPA にとって、EWS 及び流域 SOP は、ダム建設工事における安全確保と運用開始後のダム操作において、非常に重要であり、ワークショップではより技術的な視点から様々な意見が出された。さらに、エラー警報が発令された後の警報解除のプロセス等、実務者の視点に立った有益な意見が出された。



ステークホルダー会議
(Trongsa 県)



ステークホルダー会議
(Bumthang 県)



SOP 会議
(MHPA)

3) 流域 SOP の作成

各流域でのワークショップ等から出された意見を精査したうえで、流域 SOP にかかる情報共有フローについて DHMS 側と検討した。図 4.5 に基本的な情報の流れを示す。

重要な点は、コントロールルームと中央政府機関の情報共有は、NWFWC に限定する点、また、コントロールルームとコミュニティとの間には直接的な連絡は行わず、必ず県庁（ないし県緊急対応センター）を経由するという点である。これにより、コントロールセンターへの情報アクセスを最小化し、非常事態時の混乱を防止する。また、Mangdechhu の MHPA 及び Chamkharchhu の国内線空港については、迅速な情報伝達が不可避であることを考慮し、コントロールセンターは常時コミュニケーションを図るものとした。

この基本的な情報の流れ、及びコントロールセンターの具体的手順については、最終年次セミナーにおいて、各流域関係者を含めて紹介された。

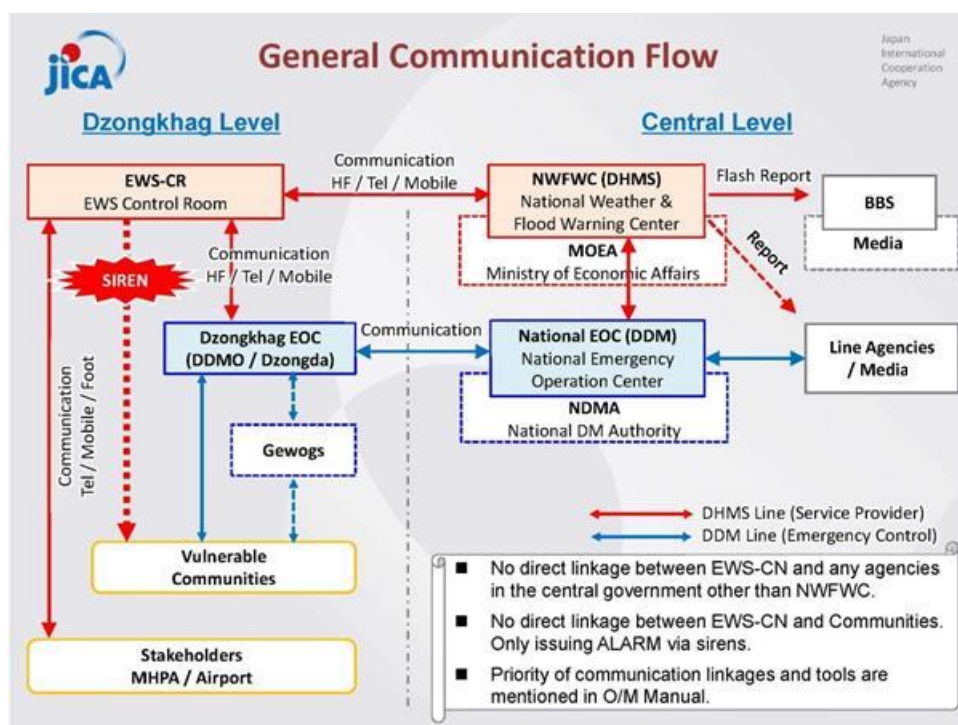


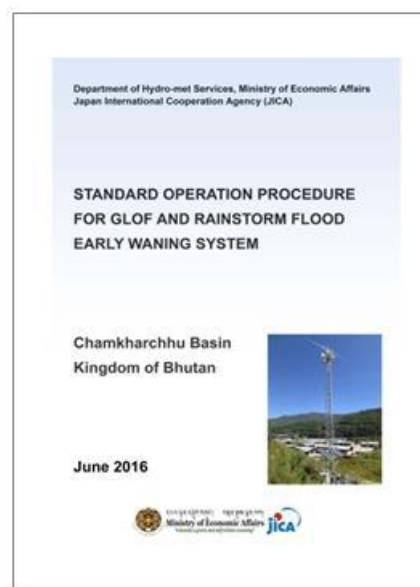
図 4.5 流域 SOP の基本的な情報の流れ

また、2016 年 7 月の洪水被害での実体験を流域 SOP に反映するため、各流域の県庁及びコミュニティへのヒアリングを実施した。

県緊急対応センターが設立されていない現時点では、実際の情報の集約やコミュニティとの連携を県知事自らが行った方が効率的と判断されるケースや、警報サイレンに加えて、携帯電話によるコミュニティへの避難指示が効果的であることなどが判明した。

将来的には、県非常事態計画の策定に併せて本 SOP の整合性を再評価し更新していく必要があり、この作業を DHMS と DDM が連携しつつ進めることを確認した。

上記を通じて完成した流域 SOP は、DHMS 主要メンバーと専門家チームとでブラッシュアップを行ったうえで完成版とした。



流域 SOP 完成版

第5章 技術移転の進行に伴うC/Pの意識・能力変化

2013年9月のプロジェクト開始から3年後の2016年9月のプロジェクト完了時までのプロジェクト活動を通じた技術移転の進行に伴う成果、すなわち受益側C/Pの意識、能力は表5.1に示すとおり3年間で大きく向上した。

表 5.1 技術移転による現時点での成果

No.	活動項目	進捗率 (%)	受益側C/Pの状態（意識、能力等）の変化
成果 1	関連機関のGLOF及び洪水リスクアセスメント、都市開発計画、洪水・気象予報、及び関連機関との緊急情報共有に関する能力が向上する。		
1-1	NWFWCの既存の気象水文データ収集・モニタリング・警報等について現状分析	100	<2015年7月> 専門家チームによる現状分析へのC/Pによる資料提供等による協働が活動の中心であり、活動の特性から特段の技術移転を伴わない。 2015年5～6月の資機材設置業者（ヘリコム社）によるGTS設置にあたっては、海外関係機関との調整が主なC/Pの活動である。
1-2	統合システム構築に必要な資機材の導入と運用開始	50	<2014年9月> DHMSのC/Pの主体的、前向きな活動への取り組みは活動開始時から一貫して高い。C/Pは専門家チームとのGTS仕様検討、調達準備にあたっての資料提供、協議、対外関係機関との調整などに積極的に参画した。
		70	<2015年7月> C/Pの主体的取り組みが継続し、C/Pは、専門家チームとのGTS仕様検討、調達準備、2015年5～6月の資機材設置業者（ヘリコム社）によるGTS設置作業の支援、GTS運用維持管理マニュアルの作成に積極的に参画した。
		100	<2016年4月> C/Pの主体的取り組みが継続し、C/Pは、2015年9～10月、2016年2～3月の資機材設置業者（ヘリコム社）によるGTS設置作業の支援、GTS運用維持管理マニュアルの作成及びGTS研修に積極的に参画した。 <u>以上の成果として、DHMSは2016年3月から24時間体制でのGTS運用を開始する事が出来た。</u>
1-3	想定されるGLOF及び気候変動を踏まえた洪水規模に関する情報収集と流出氾濫解析の実施	0	<2013年10月> 洪水リスク評価及びハザードマップ整備については、複数のC/P機関が独自に活動を行い、機関間での業務のデマケが不明確で、情報の共有も十分には行われず、また課題を協議・調整するための場も存在しなかった。

No.	活動項目	進捗率 (%)	受益側 C/P の状態（意識、能力等）の変化
		90	＜2014 年 9 月＞ 全 C/P 機関(DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, DHS)が一堂に会して定期的に協議する場としての洪水ハザードマップ・ワーキンググループ(W/G)を組織した。W/G での協議に基づき日々の活動、研修等を実施する体制を構築した。この結果、C/P 機関間の意思の疎通が円滑になり、常に情報を共有している状態となり、明確な業務デマケに基づき活動を進められるようになった。C/P 機関の活動への参加意欲も高まった。
		100	＜2015 年 7 月＞ 上記の良好な状態が継続し、活動は予定どおり全て完了した。
1-4	GLOF・洪水リスクアセスメントを実施するセクターと開発担当セクター間の連携強化に向けた協議を実施	0	＜2013 年 10 月＞ 防災行政主務の DDM を除き、防災の主流化についての認識をどの C/P 機関も殆ど有していなかった。防災法 2013 が施行され全てのセクターにおける防災の主流化が国の政策として唱えられたものの、これについて C/P 機関が連携・協議を行う場がそもそも存在しなかった。
		50	＜2014 年 9 月＞ 上記と同様に全 C/P 機関で防災主流化 W/G を組織し、そこでの協議を通じて活動を進める体制を構築した。この結果、ベースライン調査結果などに基づく自由討議を通じて、組織上の問題も含めた防災上の様々な課題、今後の解決策について共通の認識を醸成する事が出来た。防災主流化への認識と取り組みへの各 C/P 機関の意欲が高まった。
		80	＜2015 年 7 月＞ 上記の良好な状態が継続し、W/G を通じた連携は、防災法 2013 で規定の省庁間タスクフォースとして、プロジェクト完了後も継続して機能する運びとなった。
		100	＜2016 年 6 月＞ 上記の良好な状態が継続し、活動は予定どおり全て完了した。
1-5	関係職員への研修を通じた、GLOF 及び洪水に関するハザードマップを作成・改善	0	＜2014 年 9 月＞ 活動なし
		50	＜2015 年 7 月＞ 活動 1-3 で組織した W/G を通じた良好な連携に基づき活動が行われ、W/G は防災法 2013 で規定の省庁間タスクフォースとして、プロジェクト完了後も継続して機能する運びとなった。
		100	＜2016 年 8 月＞ 上記の良好な状態が継続し、活動は予定どおり全て完了した。

No.	活動項目	進捗率 (%)	受益側 C/P の状態（意識、能力等）の変化
			完了した。
1-6	ワークショップ等を通じて、関係機関における災害に対する土地利用の意識を醸成する	0	<2013 年 10 月> 災害に対する土地利用の意識は Bumthang マスタープランを策定した DHS、土地利用規制に関わる NLCS は個別に有していたが、このような課題について連携・協議を行う場は存在せず、意識は必ずしも高くなかった。
		30	<2014 年 9 月> 活動 1-4 で組織した W/G の常任メンバーによる協議を通じて活動を進める体制を構築した。この結果、ブムタンなど具体的事例に基づき各 C/P 機関からのプレゼン・自由討議を通じて情報の共有が進み、今後の土地利用のあり方について、今後協議・活動していく上での共通の認識が高まった。
		100	<2015 年 7 月> 上記の良好な状態が継続し、W/G を通じた連携は、防災法 2013 で規定の省庁間タスクフォースとして、プロジェクト完了後も継続して機能する運びとなった。
1-7	災害リスクアセスメントの観点を開発計画に盛り込むための組織制度の検討と提案	0	<2014 年 9 月> 活動なし
		30	<2015 年 7 月> 2015 年 4 月 25 日のネパール大地震発生を受け、DDM の意識が高まり、協働での防災体制にかかる現状把握と課題分析は円滑に進んだ。
		100	<2016 年 6 月> 活動 1-4 で組織した W/G の常任メンバーによる協議を通じて活動を進める体制を構築した。この結果、各 C/P 機関からのプレゼン・自由討議を通じて情報の共有が進み、防災法 2013 で規定の省庁間タスクフォースが本目的に適った組織制度であるとの共通認識を醸成する事が出来た。
1-8	収集された気象水文データによる全球気象予報データ(GPV)を活用した洪水気象予報のシステムの改善	0	<2014 年 9 月> 活動なし
		25	<2015 年 7 月> 2014 年 11 月の SATAID にかかる C/P 本邦研修が契機となり、DHMS 気象部 C/P の意識は高まり、2015 年 5 月からの専門家とのマニュアル作成・研修活動は、C/P の積極的な参加もあり、順調に進んだ。
		100	<2016 年 6 月> 2016 年 3 月の GTS 及び HimawariCast 稼働開始を契機に C/P の意欲が更に高まり、実機を用いた本格研修活動は当初予定どおり完了した。
1-9	関係機関との協議・ワークショップ等を	0	<2015 年 7 月> 活動なし

No.	活動項目	進捗率 (%)	受益側 C/P の状態（意識、能力等）の変化
	通じた緊急時の情報共有に関する SOP の策定	100	＜2016 年 8 月＞ 活動 1-4 で組織した W/G の常任メンバーによる協議を通じて活動を進める体制を構築した。この結果、各 C/P 機関からのプレゼン・自由討議を通じて情報の共有が進み、SOP の策定が円滑に進められた
成果 2	EWS の運用維持管理に関するマニュアルを作成し、中央及び地方の DHMS 職員に対し、試験・運用・維持管理のための研修を実施する。		
2-1	既存の気象水文観測網や計画中の水力発電所に関する現状分析ならびに課題の抽出	100	＜2014 年 9 月＞ 専門家チームによる現状分析への C/P による資料提供、現地調査同行等による協働が活動の中心であり、活動の特性から特段の技術移転を伴わない。
2-2	流域 EWS 設計のための基本データの収集と解析	100	＜2014 年 9 月＞ DHMS 水文部は既に UNDP 支援による隣接流域への EWS 設置及び運営・維持管理、SOP 作成の経験を有するため、自発性が高く、活動への参画度合いは 2013 年 10 月の活動開始時から一貫して非常に高い。
2-3	流域 EWS の配置・仕様等の施設設計	100	C/P の活動は、専門家チームによる資機材仕様検討、調達準備にあたっての資料提供、協議、現地調査への同行、用地確保を含むブータン側関係機関との調整、EWS 仕様検討への協力であった。
2-4	各流域・NFWFC に対し、必要となるスペア部品や維持管理のための資材等及び施設の導入	20	＜2014 年 9 月＞ 活動 2-3 で述べたとおり EWS にかかる C/P の自発的な活動参画度合いは非常に高い。C/P は専門家チーム実施の待ち受け土木工事（現地再委託）の支援を積極的に行った。
		80	＜2015 年 7 月＞ DHMS の C/P の主体的、前向きな活動への取り組みは、C/P 多数を現地に自己資金で長期派遣するなど、一貫して高い。C/P は資機材設置業者（ヘリコム社）及び専門家チームによる 2014 年 10 月の現地事前調査、2014 年 5～6 月のヘリコム社による EWS 現地設置作業を積極的に支援した。
		100	＜2016 年 3 月＞ 上記の良好な状態が継続し、2015 年 9～10 月及び 2016 年 2～3 月のヘリコム社による設置作業にも C/P 多数を現地に自己資金で長期派遣し設置完了まで支援した。 <u>以上の成果として、DHMS は 2016 年 5 月から 24 時間体制での EWS 運用を開始する事が出来た。</u>
2-5	EWS の運用維持管理に関するマニュアルを作成し、中央及び地方の DHMS 職員	0	＜2014 年 9 月＞ 活動なし
		40	＜2015 年 7 月＞ 活動 2-3 で述べたとおり、EWS にかかる C/P の自発

No.	活動項目	進捗率 (%)	受益側 C/P の状態（意識、能力等）の変化
	に対する試験・運用・維持管理のための研修の実施	100	的な活動参画度合いは高く、C/P はマニュアル作成及び研修へ積極的に参画した。 <2016 年 6 月> 上記の良好な状態が継続し、活動は全て予定どおり完了した。 <2016 年 7 月> モンスーンの長雨による洪水で 26 日の午前 1 時半に <u>Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが鳴動した。NFWFC 及び EWS コントロールルームスタッフがマニュアルに基づきその後の操作を適切に行った。</u>
成果 3	パイロット流域における GLOF 及び洪水災害に対して、中央及び地方レベルでの緊急対応能力が強化される。		
3-1	対象流域における洪水避難予警報にかかる課題整理・分析のためのワークショップの開催	100	<2014 年 9 月> 地方でのキックオフワークショップに DHMS の C/P が積極的に参加したが、DDM の参加は得られなかった。 <2015 年 3 月> 県防災担当官（DDMO）を初めとする県関係者、対象コミュニティ・学校の活動への主体的参加は当初想定以上のものがあり、ワークショップ活動は順調に完了した。 中央からは DHMS の C/P がかなりの期間、専門家と活動を共にしたが、本来主体となるべき DDM の参画度合いが低かった。
3-2	対象流域における洪水予警報発令基準、及び避難対象とするコミュニティの範囲の特定	100	<2014 年 9 月> 活動なし <2015 年 7 月> 活動 3-2 で述べた良好な状態が継続し、対象コミュニティ・学校の主体的参加で避難訓練計画の策定がほぼ完了した。中央からは DHMS の C/P が参加したが、DDM の参加なし。 <2016 年 3 月> 上記の良好な状態が継続し、県防災担当官（DDMO）の協力を得て、対象コミュニティ・学校の主体的参加で避難訓練が無事実施された。中央から DHMS 及び DDM の C/P が参加した。 なお、避難訓練の様子は BBS 作成の日・ブータン外交関係樹立 30 周年記念番組の目玉として繰り返し全国放映された。 <2016 年 7 月> モンスーンの長雨による洪水で 26 日の午前 1 時半に <u>Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが鳴動した。サイレンを聞いた対象コミュニティ全住民は、計画・訓練どおり直ちに</u>
3-3	開発された EWS の操作訓練と洪水予警報・避難訓練の計画・実施	0	<2014 年 9 月> 活動なし
		60	<2015 年 7 月> 活動 3-2 で述べた良好な状態が継続し、対象コミュニティ・学校の主体的参加で避難訓練計画の策定がほぼ完了した。中央からは DHMS の C/P が参加したが、DDM の参加なし。
		100	<2016 年 3 月> 上記の良好な状態が継続し、県防災担当官（DDMO）の協力を得て、対象コミュニティ・学校の主体的参加で避難訓練が無事実施された。中央から DHMS 及び DDM の C/P が参加した。 なお、避難訓練の様子は BBS 作成の日・ブータン外交関係樹立 30 周年記念番組の目玉として繰り返し全国放映された。 <2016 年 7 月> モンスーンの長雨による洪水で 26 日の午前 1 時半に <u>Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが鳴動した。サイレンを聞いた対象コミュニティ全住民は、計画・訓練どおり直ちに</u>

No.	活動項目	進捗率 (%)	受益側 C/P の状態（意識、能力等）の変化
			<u>指定の避難場所に避難した。</u>
3-4	対象流域における GLOF 及び洪水対応 のための SOP の作成	0	<2015 年 7 月> 活動なし
		80	<2016 年 6 月> SOP 案の作成にあたり中央では DHMS の C/P が、 流域ではワークショップを通じ県知事はじめステ ークホルダーが積極的に関与した。
		100	<2016 年 8 月> <u>モンスーンの長雨による 7 月洪水での住民への避難 指示・解除にあたり、ブムタン県知事が関係機関と 緊密な連携を図り主導的役割を果たした。SOP の最 終化にあたり、県知事から実体験に基づく貴重な提 言を得た。</u>

第6章 プロジェクトの達成度

3つの成果にかかるプロジェクト活動を通じて、DHMS 及び関係ステークホルダーの GLOF 及び洪水に対する緊急対応能力は確実に向上した。PDM（添付資料 2 参照）に記載のプロジェクト成果及び目標は、2013 年 9 月のプロジェクト開始から 3 年後の 2016 年 9 月のプロジェクト完了時点で完全に達成された。

2016 年 7 月下旬のモンスーンの長雨による洪水では、26 日の午前 1 時半に Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが自動的に鳴動し、サイレンを聞いた対象コミュニティの全住民は計画・訓練どおり直ちに指定の避難場所に避難した。このようにハード（洪水 EWS 稼働）からソフト（住民避難）に至るまで、活動の成果が実際の洪水時に完全に機能した事で、本プロジェクトの高い達成度が目に見える形で証明される結果となった。

6.1 各成果の達成度

PDM（添付資料 2 参照）に記載の 3 つの成果は、C/P の主体的、前向きな活動への取り組みが活動開始時から一貫して高く、2016 年 9 月のプロジェクト完了時点で表 6.1 に示すとおり全て完全に達成された。

表 6.1 成果の達成度

成果	指標	達成度	摘要
1: 関連機関の GLOF 及び洪水リスクアセスメント、都市開発計画、防災、洪水・気象予報、及び関連機関との緊急情報共有に関する能力が向上する。	a. 開発計画の中に災害リスクアセスメントを取り込む組織制度の強化計画が策定される。	100%	2013 年 12 月に関連機関のベースライン調査完了。2014 年 2 月から 2016 年 8 月にかけて防災法に規定の省庁間タスクフォース設立など関連トピックを防災主流化ワーキンググループにて協議した。
	b. NFWFC 用資機材が予定通り設置され計画どおり活用される。	100%	2014 年 7 月に資機材 (GTS/ MSS) 仕様書完成。2014 年 8 月に調達業者決定。2015 年 5 月に設置開始、2016 年 3 月に設置完了。同月から DHMS が 24 時間運用開始。2015 年 4 月から 2016 年 4 月にかけて GTS 運用維持管理マニュアル作成及び研修実施。
	c. GLOF 及び洪水危険区域図が作成される。	100%	洪水ハザードマップワーキンググループ活動を通じて 2015 年 11 月に区域図が完成。2015 年 11 月に区域図作成マニュアルを用いた研修実施。2016 年 3 月～7 月に他流域 (Thimphu 川) を対象に区域図作成及び研修実施。
	d. 改善された予報システムを活用して、日々の洪水及び気象予報が配信される。	100%	2014 年 11 月に SATAID にかかる C/P 本邦研修実施。2013 年 3 月に GTS/MSS 及び HimawariCast 受信装置設置完了。DHMS は 2016 年 3 月から 24 時間体制での気象予報及び予報配信業務開始。2015 年 5 月～2016 年 6 月に気象予報マニュアル作成及び研修実施。

成果	指標	達成度	摘要
	e. 緊急情報共有のための SOP が作成される。	100%	SOP は 2016 年 6 月及び 8 月の一連の防災主流化ワーキンググループにて協議・作成された。
2: マンデ川及びチャムカール川の各パイロット流域において、GLOF 及び洪水を対象とした早期警報システム(EWS)が開発・運用される。	a. EWS 用資機材が予定通り設置され計画どおり活用される。	100%	2014 年 7 月に資機材仕様書完成。2014 年 8 月に調達業者決定。2015 年 5 月に設置開始、2016 年 3 月に設置完了。2016 年 5 月から DHMS が 24 時間運用開始。 <u>モンスーンの長雨による洪水で 2016 年 7 月 26 日の午前 1 時半に Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが当初の計画・設計どおりに自動的に鳴動した。</u>
	b. EWS の維持管理マニュアルが作成される。	100%	2015 年 4 月～2016 年 6 月にマニュアル作成。
	c. EWS の維持管理に関する研修がマニュアルを用いて実施される。(DHMS 担当職員全てが研修に参加する。)	100%	2015 年 6 月～2016 年 6 月に上記マニュアルに基づく研修を実施。 <u>モンスーンの長雨による洪水で 2016 年 7 月 26 日の午前 1 時半に Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが鳴動した。NFWFC 及び EWS コントロールルームスタッフがマニュアルに基づき適切に操作を行った。</u>
3: パイロット流域における GLOF 及び洪水災害に対して、中央及び地方レベルでの緊急対応能力が強化される。	a. 対象地区のステークホルダー参加のもと、警報及び避難に関する洪水緊急対応のワークショップが開催される。	100%	2014 年 9～10 月、2015 年 3 月に DDM と DHMS、現地政府が対象 2 流域の対象コミュニティ・学校でワークショップ開催。
	b. 開発された EWS を用いた避難訓練がパイロット流域で計画・実施される。	100%	2015 年 6 月～2016 年 2 月に計画策定ワークショップ実施。2016 年 3 月に避難訓練実施。 <u>モンスーンの長雨による洪水で 2016 年 7 月 26 日の午前 1 時半に Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが鳴動した。サイレンを聞いた対象コミュニティ全住民は、計画・訓練どおり直ちに指定の避難場所に避難した。</u>
	c. パイロット流域における GLOF 及び洪水にかかる SOP が作成される。	100%	SOP は 2016 年 2 月及び 6 月の一連の協議、流域でのワークショップを通じて作成された。

6.2 プロジェクト目標の達成度

PDM（添付資料 2 参照）に記載のプロジェクト目標は、2016 年 9 月のプロジェクト完了時点で表 6.2 に示すとおり完全に達成された。

表 6.2 プロジェクト目標の達成度

プロジェクト 目標	指標	達成度	摘要
DHMS 及び関係ステークホルダーの GLOF 及び洪水に対する緊急対応能力が向上する。	a. GLOF 及び洪水に関する予警報が、作業手順書(SOP)に従って発令される。	100%	気象予報及び洪水早期警報にかかる DHMS の能力を向上させるための EWS、GTS/MSS 及び HimawariCast 受信機の設置が 2016 年 3 月に完了した。それら設置システムにかかる DHMS とのマニュアル作成及び研修は 2016 年 6 月に完了した。DHMS は作成された SOP に基づき、2016 年 5 月からそれらシステムの職員常駐での 24 時間運用を開始した。中央及び地方レベルの SOP は 2016 年 7 月に完成した。 その後、モンスーンの長雨による洪水で 2016 年 7 月 26 日の午前 1 時半に Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが鳴動した。NFWFC 及び EWS コントロールルームスタッフがマニュアルに基づく適切な操作及び SOP に基づく DDM や県など関係期間と緊密に連絡を取り合い、安全な住民避難実施に結びついた。
	b. パイロット活動流域において、開発された早期警報システムを活用した早期警報及び避難訓練が定期的に実施される（最低年1回）	100%	貴機構選定業者（ヘリコム社）による早期警報システム資機材設置完了の大幅な遅れに伴い、導入された EWS を用いた避難訓練は 2016 年 3 月の終了時評価時に初めて実施された。このため、定期的な実施の評価は難しいが、対象コミュニティは避難訓練を含む防災活動の継続を約束している。加えて、DDM が定期的な避難訓練実施を含む避難訓練計画をブータン県防災計画に取り込む事を計画している。これらの成果が避難訓練は今後定期的に行われる事を示唆している。 また、モンスーンの長雨による洪水で 2016 年 7 月 26 日の午前 1 時半に Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが鳴動した。サイレンを聞いた対象コミュニティ全住民は、計画・訓練どおり直ちに指定の避難場所に避難した。このように図らずも訓練ではなく実際の避難を行った結果、行政のみならず住民の意識は非常に高まり、今後の避難訓練の定期的実施及び避難計画改訂へのモチベーションは高いと判断される。

第7章 実施運営上の課題・工夫・教訓

7.1 資機材設置

貴機構選定の資機材設置業者（ヘリコム社）による GTS/MSS 及び流域 EWS 資機材の設置は、プロジェクトの外部要因ではあるが、結果的に本プロジェクト実施上の最大の障害・制約要因となった。これらは当初 2015 年 4 月に設置開始、5 月に設置完了予定であった。しかし、ヘリコム社のマネージメント不足等の要因で設置作業は大幅に遅延し、2015 年 6 月時点で設置作業は未完了部分が多く残された状況で、完了は 2015 年 10 月を予定していた。その後、工程は更に遅延し、全ての資機材設置及び竣工検査の完了は、結局 2016 年 3 月となった。

このため、設置資機材（GTS 及び EWS）に関連する短期専門家の稼働する実機を用いてのマニュアル作成及び研修活動は、当初予定していた第 1 年次（2013 年 9 月～2015 年 7 月）には全く行えない状況であった。結果的に、かなりの活動を第 2 年次（2015 年 10 月～2016 年 9 月）に順延して実施する事により辛うじて対応出来た。同様にプロジェクト目標の指標にある 3 年間のプロジェクト期間を通じての年に 1 回の避難訓練実施も、終了時評価実施時点でもある 2016 年 3 月に 1 回のみ実施するに留まった。

GTS/MSS 及び流域 EWS の設置は、単なる資機材調達ではなく、土木工事、通信確立、システム開発までも含む大規模なシステムの開発と設置であり、調達方式としては、プロポーザル方式などにより価格のみならず技術面の評価も加味出来る方式が本来は望ましいのではないかと考えられる。

資機材を設置した後、バグや初期不良を発見・解消し、資機材全体がシステムとして統一かつ安定して稼働を始めるまでに相当な期間を要した。設置完了から完了検査実施まで少なくとも 1 ヶ月は間を置くことが望ましいと考えられる。

7.2 活動全般

上記 1) の事情はあったものの、活動全般については、DHMS はじめ各 C/P 機関の積極的かつ真摯な取り組みもあり、最終的には順調に進捗し、前章に示すとおり、プロジェクト目標は 100% 達成された。2016 年 7 月洪水時の実際に行われた Chamkharchhu 流域での EWS 操作、警報サイレン鳴動及び住民避難を通じて、目標達成は目に見える形で証明された。

プロジェクト活動の拠点である主 C/P 機関の DHMS においては、日本人専門家が C/P と隔離されて活動する形とならないよう、敢えて専門家チーム専用の部屋は設けず、各専門家を担当 C/P と同室になるように分散配置し、OJT ベースでのマンツーマンでの密度の高い技術移転が行われるように配慮した。

DHMS はティンプーでの日常活動のみならず、ヘリコム社による資機材設置作業を支援するため C/P 多数を数ヶ月間に亘り自己資金で派遣した。このように DHMS の自発性・自主性が極めて高かった事が C/P への技術移転・能力向上の効果的進捗に繋がった。

5 つのサブ C/P 機関（DDM、DGM、DoES、NLCS、DHS）も同様にプロジェクトへの参画度合いが高かった。洪水ハザードマップ及び防災主流化にかかる活動については、これまで全 C/P 機関の常任メンバーで構成されるワーキンググループ会合を定期的で開催し、C/P 機関の組織間連携を高めてきた。2016 年には道路局（DoR）や学校教育局（DoSE）も新メンバーとしてワーキンググループに参画した。このワーキンググループを通じて活動を行う工夫が、そのまま 2013 年施行の防災法に基づく省庁間タスクフォースとして、プロジェクト完了後も

公式に活動を継続する運びとなった。他の災害（地震、土砂災害、火災等）にかかるワーキンググループも、本プロジェクトの成果を参考に今後設立予定との事である。

貴機構が企画実施しているブータン国での防災にかかる各種 C/P 本邦集団研修については、プロジェクト活動への波及効果も考慮して、カウンターパートと共同で人選し、研修成果の発表会を開催するなど、本プロジェクトへ有機的・一体的に紐付けし、相乗効果の発揮に努めた。

7.3 県庁実施EWS啓発活動へのDDM及びDHMSによる支援

モンスーンの長雨による洪水で 2016 年 7 月 26 日の午前 1 時半に Chamkharchhu 川の水位が警報水位を突破し EWS の全警報サイレンが鳴動した。サイレンを聞いた対象コミュニティ全住民は、計画・訓練どおり直ちに指定の避難場所に避難した。しかし、想定外であったのは、洪水危険エリア外の安全なエリアに居住する住民までもがサイレンを聞いた途端にパニックに陥り避難した事である。これは警報サイレン音が想定外に遠くまで届き、彼らが EWS について事前に何も知らされていなかったためである。

この洪水時の一連のイベントから得た重要な教訓は、ブムタン県庁が本プロジェクトで設置した EWS について更に継続的に住民への啓発活動を実施する事の重要性と必要性である。この啓発活動は洪水リスク下のコミュニティにおける定期的な避難訓練のみならず、その外側の安全地帯に住む住民への一般的な啓発も含む。

こうした事情もあり、ブムタン県庁が今後 EWS にかかる啓発活動を実施する際には、DDM と DHMS が共同で財政的かつ技術的に県庁を支援する事となった。

第8章 上位目標達成に向けての提言

本プロジェクトの上位目標及びその指標は PDM（添付資料 2）に基づく以下のとおりである。

上位目標：「ブ」国における気候変動対応策として、GLOF や洪水等の自然災害に対応する強靱な社会が確立する。

指標 a：気象・水文データの蓄積により、GLOF 及び洪水に関する予警報がパイロット流域外も含む関係中央・地方政府機関に適切に伝達される。

指標 b：パイロット流域外で、早期警報システムに基づき、最低一つのコミュニティで避難訓練が実施される。

上位目標達成に向けて以下を提言する。

指標 a にかかる提言：

1. GTS/MSS、EWS 及び HimawariCast 受信装置の操業開始は 2016 年 3 月からで日が浅く、それらに基づく観測データの蓄積は今後の課題である。今後、確実にかつ地道に水文気象データを蓄積し、それら長期間の実績データの解析結果を洪水予警報にフィードバックさせ、NWFWC 発信情報の精度を少しずつ向上させていく事を提言する。
2. 特に GTS/MSS 及び HimawariCast 受信装置を用いたより精度の高い気象予報は、一朝一夕に出来るものではなく、5～10 年の膨大な経験の蓄積を要する。それら機器を活用した日々の気象予報の継続により精度を少しずつ向上させていく地道な努力が不可欠である。
3. 早期警報システムを有さない河川についても、予警報判断の指標としての警戒水位及び警報水位を洪水痕跡や住民への聞き込みなどに基づき簡易的にでも設定する事を提言する。

指標 b にかかる提言：

1. パイロット流域以外への次の早期警報システム導入は、氾濫原への人口・資産の集積度がブータン国内で最も高い首都圏を流下する Parochhu 川及び Thimphuchhu 川流域が、優先度が高く、推奨する。
2. ただし、本プロジェクトの実施を通じて認識を共有したとおり、パイロット流域のような洪水検知デバイス、コントロールルーム、警報サイレン、通信システムまで備えたフルスケールの早期警報システムの導入は多大な資金と時間を要し、容易ではない。日本においてすら、全ての河川流域が早期警報システムを備えている訳ではない。そこで、ブータン側での十分な予算確保が困難な場合、Parochhu 川及び Thimphuchhu 川流域では、最初のステップとして、以下の構造物対策（簡易 EWS）及び非構造物対策の有機的な組み合わせによる総合的な洪水対策実施を提言する。
 - i. 構造物対策：以下による簡易かつ実用的な早期警報システムの構築
 - ① 設置済みなし UNDP の NAPA 2 で設置予定の自動気象観測所（AWS）及び自動水位観測所（AWLS）など既存設備を活用しての警報発令、及び
 - ② SMS、SNS 等の既存通信手段を活用しての NWFWC 及びコミュニティへの警戒・警報情報伝達。

- ii. 非構造物対策対策：流域のハザードマップ作成、氾濫原上のコミュニティにおけるコミュニティ防災（CBDRM）実施及び学校における防災養育の推進、それらコミュニティ・学校での避難計画策定及び避難訓練実施。

全体的な提言：

1. 2009 年サイクロンアイラ以来の大洪水、そしてインフラ被害としては過去最悪となった 2016 年 7 月モンスーン長雨洪水状況には、非常に多くの教訓が含まれているので、DDM、DHMS 及び DoES 等関係機関は、省庁間タスクフォースのワーキンググループで協働して、関係機関・コミュニティの対応、被災・復旧状況などを十分にレビューし、今後の戦略・計画・プロジェクトに活かしていく事を強く推奨する。
2. 自然災害に対応する強靱な社会の確立は、ひとり DHMS の努力のみによって実現出来るものではない。国家の防災行政の核として、防災局（DDM）が早期に NEOC（国家緊急対応センター）及び DEOC（県緊急対応センター）を設立・運営する必要がある。NFWFC（DHMS）と NEOC（DDM）が車の両輪となって機能・連携する事で、はじめて災害に強靱な体制が確立されていくと考えられる。

添付資料 1

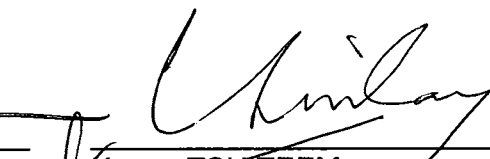
Record of Discussions

RECORD OF DISCUSSIONS
ON
THE PROJECT FOR
CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND
EARLY WARNING IN THE KINGDOM OF BHUTAN
AGREED UPON BETWEEN
GROSS NATIONAL HAPPINESS COMMISSION
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Thimphu, May 14, 2013



Yumiko ASAKUMA
Chief Representative
JICA Bhutan Office



Karma TSHITEEM
Secretary
Gross National Happiness Commission

Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey on the Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan (hereinafter referred to as "the Project") signed on 18 October, 2012 and on 18 March, 2013 between Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as "DHMS") and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA held a series of discussions with DHMS and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

Both parties agreed on the details of the Project and main points discussed as described in Appendix 1 and Appendix 2, respectively, and to request their respective governments to proceed with the necessary procedures for implementation of the Project.

Both parties also agreed that DHMS, the counterpart to JICA, will take the responsibility for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of Bhutan.

The Project will be implemented within the framework of the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme and the Note Verbales to be exchanged between the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and the Royal Government of Bhutan (hereinafter referred to as "RGoB").

The effectiveness of the record of discussions is subject to the exchange of the Note Verbales.

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Minutes of Meetings on 18 October, 2012

Appendix 3: Minutes of Meetings on 18 March, 2013



PROJECT DESCRIPTION

Both parties confirmed that there is no change in the Project Description agreed on in the minutes of meetings of October 18, 2012 (Appendix 3) and of March 18, 2013 (Appendix 4) concerning Detailed Planning Survey on the Project.

I. BACKGROUND

Bhutan is experiencing an increase in the number of disasters related to hydro-meteorological hazards, such as flash floods and rainstorm including cyclone that were not observed before. For instance, a record rainfall in May 2009 brought by Cyclone Aila has left 12 people dead and damages to infrastructure, which cost RGoB US\$ 15.8 million.

A glacial lake outburst flood (hereinafter referred to as "GLOF") occurs when a body of water that is contained by a glacier or terminal moraine is released. In Bhutan, hazard from GLOF is an urgent environmental and economic issue. Since 1960s, a number of GLOFs have been recorded concurrently with shrink of glaciers and expansion of glacial lakes over the region. The most recent GLOF occurred in October 1994 from the partial burst of the Luggye Tsho in eastern Lunana. This flood caused loss of 21 lives and extensive damage to property along the Punakha- Wangdi valley.

Since the mechanism and event probability of GLOF remains unexplained despite of a number of previous researches, JICA/JST conducted a project "The Study on Glacial Lake Outburst Flood in Bhutan Himalayas" in the period of 2009-2012 to assess GLOF risk in the Mangdechhu River basin, central Bhutan. The project concluded that there is no urgent risk of potential lakes in the basin, which needs to be mitigated by counter measures such as lowering of lake's water level. Considering the catastrophic phenomenon of GLOF, however, the project recommended continuous monitor of glacier lakes as well as development of early warning system in the basin.

With consideration of such situations as mentioned above, RGoB upgraded the Division of Hydro-Met Service to Department and established "National Weather, Flood Forecasting and Warning Center" (hereinafter referred to "NWFFWC") to cope with water related disaster in the country. The hydro-meteorological network in Bhutan has been designed and developed since 1991. However, there is limited or no climate monitoring stations in the northern region where most of the aforementioned disasters have the roots. Moreover, the existing stations are mainly manual operated stations, where data are observed by observers leaving many missing data which are not suitable for climate modeling and related analysis.

In order to meet the natural disasters of hydro-meteorological origins requires adequate multi-tier observation network for in-situ data collection in real or near real time to provide reliable weather forecasting, flood forecasting and warning to safe guard life and property. The current observation network in Bhutan is inadequate in terms of spatial coverage and representativeness.

In response to such background, RGoB sent a request to GOJ for the Project to establish an early warning system for GLOF and rainfall flood in Mangdechhu and Chamkharchhu.



II. OUTLINE OF THE PROJECT

Details of the Project are described in the Logical Framework (Project Design Matrix: PDM) (Annex I) and the tentative Plan of Operation (Annex II).

1. Input

(1) Input by JICA

JICA will take, at its own expense, the following measures according to the normal procedures under the Colombo Plan Technical Cooperation:

(a) Dispatch of Experts

Details of the dispatch of experts are described in Annex III

(b) Training

JICA will receive the Bhutanese personnel connected with the Project for technical training in Japan.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DHMS during the implementation of the Project, as necessary.

(c) Machinery and Equipment

JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in Annex IV.

In case of importation, the Equipment under II-1 (1) (c) above will become the property of the RGoB upon being delivered C.I.F. (cost, insurance and freight) to the Bhutanese authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DHMS during the implementation of the Project, as necessary.

(2) Input by RGoB

RGoB will take necessary measures to provide at its own expense:

(a) Services of DHMS's counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-2;

(b) Suitable office space with necessary equipment;

(c) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by JICA;

(d) Information as well as support in obtaining medical service;

(e) Credentials or identification cards;

(f) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;

(g) Running expenses necessary for the implementation of the Project;

(h) Expenses necessary for transportation within Bhutan of the equipment referred to in II-1 (1) as well as for the installation, operation and maintenance thereof; and

(i) Necessary facilities to the JICA experts for the remittance as well as utilization of the funds introduced into Bhutan from Japan in connection

with the implementation of the Project

2. Implementation Structure

The roles and assignments of relevant organizations are as follows:

- (1) DHMS
 - (a) Project Director
Director of DHMS
 - (b) Project Manager
Head of Hydrology Division, DHMS
- (2) Department of Disaster Management, Ministry of Home and Cultural Affairs
(hereinafter referred to as "DDM")
- (3) Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs
(hereinafter referred to as "DGM")
- (4) Department of Engineering Services, Ministry of Works and Human Settlements (hereinafter referred to as "DoES")
- (5) National Land Commission Secretariat (hereinafter referred to as "NLCS")
- (6) JICA Experts
The JICA experts will give necessary technical guidance, advice and recommendations to DHMS on any matters pertaining to the implementation of the Project.
- (7) Joint Coordinating Committee
Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to facilitate inter-organizational coordination. JCC will be held at least once a year and whenever deemed necessary. JCC will approve an annual work plan, review overall progress, conduct monitoring and evaluation of the Project, and exchange opinions on major issues that arise during the implementation of the Project. A list of proposed members of JCC is shown in the Annex V.

3. Project Site(s) and Beneficiaries

- (1) Project Site
Thimphu headquarters
- (2) Pilot Site
Mangdechhu, Chamkharchhu river basins
- (3) Direct Beneficiaries
DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, target local government and communities in the Project sites
- (4) Indirect Beneficiaries
Bhutanese nationals

4. Duration

The cooperation period of the Project will be three (3) years.

5. Reports



DHMS and JICA experts will jointly prepare the following reports in English.

- (1) Inception Report at the beginning of the Project
- (2) Progress Report on a semiannual basis until the project completion
- (3) Project Completion Report at the time of project completion

6. Environmental and Social Considerations

- (1) RGoB agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. UNDERTAKINGS OF RGoB

1. RGoB will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the Bhutan nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of Bhutan, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of Bhutan from technical training as well as the equipment provided by JICA will be utilized effectively in the implementation of the Project; and
- (2) grant privileges, exemptions and benefits to the JICA experts referred to in II-1 (1) above and their families, which are no less favorable than those granted to experts of third countries performing similar missions in Bhutan under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme.

2. RGoB will take necessary measures to:

- (1) provide security-related information as well as measures to ensure the safety of the JICA experts;
- (2) permit the JICA experts to enter, leave and sojourn in Bhutan for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees;
- (3) exempt the JICA experts from taxes and any other charges on the Equipment necessary for the implementation of the Project;
- (4) exempt the JICA experts from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to them and/or remitted to them from abroad for their services in connection with the implementation of the Project; and
- (5) exempt taxes and any other charges on the Equipment, referred to in II-1 above, necessary for the implementation of the Project.

3. RGoB will bear claims, if any arises, against the JICA experts resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the JICA experts.

IV. EVALUATION

1. JICA and the RGoB will jointly conduct the following evaluations and reviews:

- (1) Mid-term review at the middle of the cooperation term



- (2) Terminal evaluation during the last six (6) months of the cooperation term
2. JICA will conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. RGoB is required to provide necessary support for them.
- (1) Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle
 - (2) Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, RGoB will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of Bhutan.

VI. MUTUAL CONSULTATION

JICA and RGoB will consult with each other whenever any major issues arise in the course of Project implementation.

VII. AMENDMENTS

The record of discussions may be amended by the minutes of meetings between JICA and RGoB. The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the record of discussions.

ANNEX I	PROJECT DESIGN MATRIX (PDM)
ANNEX II	PLAN OF OPERATION
ANNEX III	LIST OF JICA EXPERTS
ANNEX IV	LIST OF EQUIPMENT
ANNEX V	LIST OF PROPOSED MEMBERS OF JOINT COORDINATING COMMITTEE
ANNEX VI	LIST OF COUNTERPARTS



LIST OF JICA EXPERTS
(Tentative)

Fields of experts to be covered by the Japanese experts are as follows:

1. Watershed Disaster Management (Chief Advisor)
2. Meteorology / Climate Change Adaptation
3. Hydrology / Glaciology
4. Flood Hazard Map / GIS
5. Weather Forecasting
6. Information Network / EWS
7. Community Disaster Management



LIST OF EQUIPMENT
(Tentative)

1. Equipment related to early warning system
2. Office equipment
3. Other equipment mutually agreed upon as necessary for the implementation of the Project

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'V' followed by a series of loops and a final vertical stroke.A handwritten signature in black ink, featuring a large, sweeping 'L' shape followed by a horizontal line and a small upward flick.

LIST OF PROPOSED MEMBERS OF JOINT COORDINATING COMMITTEE
(Tentative)

1. Bhutanese side

- Director of DHMS (Chairperson)
- Representative of DDM
- Representative of DGM
- Representative of DoES
- Representative of NLCS
- Representative of GNHC

2. Japanese side

- Chief Representative of JICA Bhutan Office
- JICA Experts

Note: Member of JCC is (are) subject to change when necessity arises based on mutual consultation between Japanese and Bhutanese sides.
Representative(s) of the Embassy of Japan in India may participate in the JCC as observer(s).



LIST OF COUNTERPARTS
(Tentative)

1. DHMS
Karma Dupchu, Hydrology Division
Pema Wangdi, Hydrology Division
Sangay Tenzin, Hydrology Division
Chhimi Dorji, Planning, Coordination and Research Division
Tshencho Dorji, Meteorology Division
Tayaba Tamang, Meteorology Division
Sangay Tashi, IT officer
2. DDM
3. DGM
4. DoES
Kelzang Nima, Flood Management Division
5. NLCS

The rest of the members will be confirmed by first JCC



Tentative Project Design Matrix (PDM)

Project Title: Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan

Project Duration: (3 years)

Project Site: Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins in Kingdom of Bhutan

Target Group: DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, Local Governments and communities in the Project Site

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
[Overall Goal] Nationwide disaster resilient society against natural disasters such as GLOF and rainstorm flood for Climate Change Adaptation is realized in Bhutan.	a. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning is properly disseminated based on accumulation of hydro-met data to relevant agencies at central and local level as well as outside of pilot river basin. b. Evacuation drills are conducted at least one community outside of pilot river basin with EWS.	a. 12th FYP b. DHMS/DDM report	
[Project Purpose] Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is enhanced.	a. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning is in place in accordance with developed Standard Operation Procedure (SOP). b. Early warning and evacuation drills in the pilot basins are regularly conducted by use of developed EWS (at least once in a year).	a. 11th FYP Mid-term review b. Project documents	- Necessary budget of DHMS and DDM for maintaining IGEWS is secured. - Government policy of Bhutan on disaster management does not change significantly.
[Outputs] 1: Capacity of related agencies on GLOF/rainstorm flood risk assessment, development planning, disaster prevention, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies is enhanced.	a. Plan of institutional strengthening for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans is formulated. b. Equipment and facilities for NWF-FWC are installed as scheduled and utilized as planned. c. GLOF/rainstorm flood risk zonation maps are developed. d. Flood and weather forecasting is delivered daily by utilizing improved forecasting system. e. SOP on emergency information sharing is developed.	a. Plan of institutional strengthening b. Project documents c. The zonation maps d. DHMS weather forecasting and warning report e. SOP at central level	- Staff of DHMS, DGM, DoES, NLCS and DDM who participated in trainings of the Project will continuously work in their offices.
2: Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.	a. Equipment and facilities for EWS are installed as scheduled and utilized as planned. b. EWS operation and maintenance manual is developed. c. Trainings for the operation and maintenance of EWS are conducted by use of the manual. (All DHMS staff in charge will join the trainings).	a. Project documents b. The manual c. Training report	
3: Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.	a. Workshops for flood emergency response on warning and evacuation are held with the stakeholders in the target sub-districts. b. Evacuation drill by use of developed EWS is planned and conducted in the pilot basins. c. SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins is developed.	a. Workshop report b. Drill evaluation report c. SOP at local level	

Activities	Input	
<Output 1> 1-1. Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS /NWFFWC to develop feasible and sustainable integrated platform. 1-2. Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NWFFWC staff to operate and maintain the system. 1-3. Review previous study including SATREPS on the potential risk of glacial lakes, and estimate the magnitude of GLOF as well as possible flood considering future climate change in collaboration with DGM and DoES. 1-4. <u>Facilitate the discussion in enhancing coordination between GLOF/rainstorm flood risk assessment sector and development sector.</u> 1-5. Prepare and improve GLOF/rainstorm flood risk zonation to be utilized for activity 3-2 through the training to NWFFWC, DGM, DoES, and NLCS staff. 1-6. <u>Foster the sense of land use management among related agencies through workshops etc.</u> 1-7. <u>Identify and propose institutions necessary for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans.</u> 1-8. Improve flood and weather forecasting system by use of accumulated hydro-meteorological data as well as numerical weather prediction data (GPV: Grid Point Value). 1-9. Develop SOP on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies. <Output 2> 2-1. Review existing hydro-meteorological network and planed hydropower plants from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood. 2-2. Analyze GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, flood arrival time and the other hydrological information to be applied for designing of EWS. 2-3. Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing. 2-4. Install equipment and facilities for the EWS into the both pilot basins and NWFFWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools. 2-5. Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance. <Output 3> 3-1. Review flood emergency response on warning and evacuation in the pilot basins through workshops with participation of DDM, Local Government and Community residents. 3-2. List up the target communities and examine flood warning criteria in the pilot basins in the discussion with Local Government considering the findings derived from the activity 1-5, 2-2. 3-3. Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins. 3-4. Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.	[Japanese side] (1) Dispatch of Experts Experts(7): - Watershed Disaster Management (Chief Advisor) - Meteorology / Climate Change Adaptation - Hydrology / Glaciology - Flood Hazard Map / GIS - Weather Forecasting - Information Network / EWS - Community Disaster Management (2) Provision of Equipment - Detailed contents will be determined through the implementation of the Project. (3) C/P Training in Japan (4) Local cost shared by Japanese side - If necessity arises [Bhutanese side] (1) Counterpart(C/P) personnel - Project Director - Project Manager - Counterparts (2) Office space and facilities for the Project - Office space / facilities - Electricity, Water supply and Internet connection (3) Necessary data - Geometric data - Hydro-Meteorological data - Socio-economic data etc. (4) Necessary arrangement - Land allocation for EWS (5) Local cost shared by Bhutanese side	- Necessary budget for the Project is allocated without any significant delay. - Necessary equipment for the Project is procured without significant delay. [Pre-condition] Political situation of Bhutan is stable.

Tentative Plan of Operation (PO0)

ANNEX II

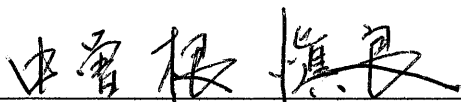
	1st Year	2nd Year	3rd Year
Output 1: Capacity of NWFFWC on GLOF/rainstorm flood risk assessment, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies is enhanced. [1-1] Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS/NWFFWC to develop feasible and sustainable integrated platform. [1-2] Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NWFFWC staff to operate and maintain the system. [1-3] Review previous studies including SATREPS on the potential risk of glacial lakes, and estimate the magnitude of GLOF as well as possible flood considering future climate change in corroboration with DGM and DoES. [1-4] Facilitate the discussion in enhancing coordination between GLOF/rainstorm flood risk assessment sector and development sector. [1-5] Prepare and improve GLOF/rainstorm flood risk zonation maps to be utilized for activity 3-2 through the training to NWFFWC, DGM, DoES, and NLC staff. [1-6] Foster the sense of land use management among related agencies through workshops etc. [1-7] Identify and propose institutions necessary for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans. [1-8] Improve flood and weather forecasting system by use of accumulated hydro-meteorological data as well as numerical weather prediction data (GPV, Grid Point Value). [1-9] Develop standard operation procedure manuals on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies.			
Output 2: Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu. [2-1] Review existing hydro-meteorological network and planned hydropower plants from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood. [2-2] Analyze GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, flood arrival time and the other hydrological information to be applied for designing of EWS. [2-3] Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing. [2-4] Install equipment and facilities for the EWS into the both pilot basins and NWFFWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools. [2-5] Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance.			
Output 3: Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins. [3-1] Review flood emergency response on warning and evacuation in the pilot basins through workshops with participation of DDM, Local Government and Community residents. [3-2] List up the target communities and examine flood warning criteria in the pilot basins in the discussion with Local Government considering the findings derived from the activity 1-4, 2-2. [3-3] Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins. [3-4] Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.			

**MINUTES OF MEETINGS
BETWEEN
THE JAPANESE DETAILED PLANNING SURVEY TEAM
AND
THE AUTHORITIES CONCERNED
OF THE GOVERNMENT OF KINGDOM OF BHUTAN
ON
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
FOR
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND
EARLY WARNING IN THE KINGDOM OF BHUTAN**

The Japanese Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and headed by Mr. Shiro Nakasone, visited the Kingdom of Bhutan from October 1 to October 19, 2012, for the purpose of formulating the technical cooperation Project on “The Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan” (hereinafter referred to as “the Project”).

During its stay, the Team had a series of discussions and exchanged views on the Project with the Bhutanese authorities concerned. As a result of the discussions, the Team and the Bhutanese authorities concerned agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

Thimphu, October 18, 2012



Shiro Nakasone
Leader
Japanese Detailed Planning Survey Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)



Karma Tsering
Director
Department of Hydro-Met Services
Ministry of Economic Affairs

ATTACHED DOCUMENT

1. Cooperation plan and implementation arrangement for the Project

The Team and the Bhutanese authorities concerned agreed that the cooperation plan, the implementation arrangement and measures to be taken for the Project will be as described in the Draft “Record of Discussions” (hereinafter referred to as “R/D”) shown in ATTACHMENT II.

2. Project Purpose

Both sides agreed that the Project focuses on the capacity development for weather and flood forecasting and early warning against Glacial Lake Outburst Flood (hereinafter referred to as “GLOF”) and rainstorm flood.

3. Title of the Project

Both sides agreed to change the title of the Project to “The Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan” whose original title was “Development of an Integrated GLOF Early Warning System with Operational Capacity Enhancement for Climate Change Adaptation in Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins Project”.

4. Target Area

- (1) Project site: Thimphu headquarters
- (2) Pilot sites: Mangdechhu and Chamkharchhu river basins

5. Cooperation Period of the Project

The cooperation period of the Project will be three (3) years.

6. Procedure before the commencement of the Project

JICA headquarters will undertake the ex-ante evaluation of the Project after the Team returns to Japan and examine the agreed cooperation plan of the Project. In addition, when the Project is considered relevant and viable as a result of the ex-ante evaluation, JICA and the Bhutanese authorities concerned will finalize and sign R/D.

7. Participating organizations of the Project

- (1) Implementing Agency
 - Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as “DHMS”)
- (2) Co-implementing Agencies
 - Department of Disaster Management, Ministry of Home & Cultural Affairs (hereinafter referred to as “DDM”)
 - Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs (hereinafter

referred to as “DGM”)

- Department of Engineering Services, Ministry of Works and Human Settlement
(hereinafter referred to as “DoES”)

(3) Japanese Side

JICA will implement the Project with the team of JICA experts.

8. Project Design Matrix

A tentative Project Design Matrix (hereinafter referred to as “PDM”) for the Project is shown in ATTACHMENT III.

9. Plan of Operation

A tentative implementation schedule of the Project is shown as the Plan of Operation (hereinafter referred to as “PO”) in ATTACHMENT IV.

10. Project Administration

(1) Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as “JCC”)

JCC will be organized and meet at least once a year and whenever necessity arises.

The following functions will be conducted:

- (a) To formulate the annual work plans of the Project;
- (b) To review the progress of the annual work plans;
- (c) To review and exchange opinions on major issues that may arise during the Project implementation period; and
- (d) To discuss any other issues to smoothly implement the Project.

(2) The JCC members

(a) Bhutanese side

- Director of DHMS (Chairperson)
- Representative of DDM
- Representative of DGM
- Representative of DoES
- Representative of GNHC

(b) Japanese side

- Chief Representative of JICA Bhutan Office
- JICA Experts

Note: Member of JCC is (are) subject to change when necessity arises based on mutual consultation between Japanese and Bhutanese sides.

Representative(s) of the Embassy of Japan in India may participate in the JCC as observer(s).

11. JICA's technical cooperation principle

The Team explained the principle of JICA's technical cooperation which pursues capacity development of the counterpart personnel through on-the-job training with JICA experts in the implementation of the Project. Bhutanese side understood the principle of the JICA's technical cooperation.

12. Input from Bhutanese side

Bhutanese side will ensure the following input before the commencement of the Project:

- (1) Assignment of counterpart personnel in DHMS, DDM, DGM and DoES;
- (2) Office spaces inside the building of DHMS and where JICA experts are expected to be assigned on temporary basis at least during the Project implementation;
- (3) Budget allocation for salary for counterpart personnel related to the Project and other expenditure such as transport and travel allowance during the Project;
- (4) Budget allocation for running cost of office space (e.g. electricity and water supply, telephone line, internet access etc.) and equipment procured under the Project;
- (5) Necessary facility for control station;
- (6) Necessary expenses for the data communication of developed information network system; and
- (7) Necessary land allocation and permissions for installation of observing and monitoring stations.

13. Others

Both sides agreed the following items:

- (1) Installation of equipment

In the Project, some equipment is going to be installed in DHMS and pilot river basins. The installation site and specification of equipment will be defined during the early stage of the Project. Also, necessary staff will be assigned for the operation of the equipment after installation.

- (2) Target districts related to Output 3 of the Project

Target districts related to Output 3 of the Project are Trongsa and Bumthang Dzongkhags. If flood risk community is recognized in the implementation process of the Project, however, Zhemgang Dzongkhag might be included as a target district.

- (3) Coordination with other development partners

DHMS will ensure the coordination between the Project and assistance by other development partners such as United Nations Development Programme (UNDP) for pursuing synergy effect with each other.

- (4) Staff allocation to National Weather, Flood Forecasting and Warning Center

(hereinafter referred to as NWFFWC)

DHMS staff trained in the Project will be assigned as core member of NWFFWC after full operation of NWFFWC in order to ensure the persistent activity of the Project.

(5) Project working group

For the smooth implementation of the Project, DHMS will organize working groups in collaboration with co-implementing agencies and JICA experts tentatively listed as follows;

- Information network;
- Risk assessment;
- Flood and weather forecasting; and
- Early warning and community awareness.

ATTACHMENT I ATTENDANT LIST

ATTACHMENT II DRAFT RECORD OF DISCUSSIONS

ATTACHMENT III PROJECT DESIGN MATRIX (PDM)

ATTACHMENT IV PLAN OF OPERATION (PO)

ATTENDANT LIST

Bhutanese side:

Gross National Happiness Commission (GNHC)

- Kuenzang Lham Sangey

Ministry of Economic Affairs

- Sonam Yangley
- Karma Tsering
- Karma Dupchu
- K.Radhakrishnan
- Chimi Dorji
- Tshencho Dorji
- Pema Wangdi

Department of Disaster Management, Ministry of Home and Cultural Affairs (DDM)

- Pelden Zangmo

Japanese side:

Detailed Planning Survey Team, JICA

- Shiro Nakasone, Leader
- Toru Koike, Glacial Lake Outburst Flood
- Yasunori Minagawa, Evaluation Analysis
- Kazuki Kaiya, Planning and Disaster Management Cooperation

JICA Bhutan Office

- Nitta Tomoki, Chief Representative
- Miharu Furukawa, Project Formulation Advisor



(DRAFT)
RECORD OF DISCUSSIONS
ON
THE PROJECT FOR
CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND
EARLY WARNING IN THE KINGDOM OF BHUTAN
AGREED UPON BETWEEN
GROSS NATIONAL HAPPINESS COMMISSION
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Thimphu, XX XX 2012

Chief Representative of JICA Bhutan

Secretary of Gross National
Happiness Commission



Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey on the Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan (hereinafter referred to as "the Project") signed on 18 October 2012 between Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as "DHMS") and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA held a series of discussions with DHMS and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

Both parties agreed the details of the Project and main points discussed as described in the Appendix 1 and the Appendix 2, respectively, and to request their respective governments to proceed with the necessary procedures for implementation of the Project.

Both parties also agreed that DHMS, the counterpart to JICA, will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of Bhutan.

The Project will be implemented within the framework of the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme and the Note Verbales to be exchanged between the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and the Royal Government of Bhutan (hereinafter referred to as "RGoB").

The effectiveness of the record of discussions is subject to the exchange of the Note Verbales.

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Main Points Discussed * To be attached if necessary

Appendix 3: Minutes of Meetings on 18 October 2012



PROJECT DESCRIPTION

Both parties confirmed that there is no change in the Project Description agreed on in the minutes of meetings on the concerning Detailed Planning Survey on the Project signed on 18 October 2012 (Appendix 3).

I. BACKGROUND

Bhutan is experiencing the increase in number of disasters related to hydro-meteorological hazards such as flash floods and rainstorm including cyclone (Aila in May 2009) that were not observed before. For instance a record rainfall brought by cyclone Aila has left 12 people dead and damage to infrastructure, and cost the government US\$ 15.800 million.

A glacial lake outburst flood (hereinafter referred to as "GLOF") occurs when a body of water that is contained by a glacier or terminal moraine is released. In Bhutan, hazard from GLOF is an urgent environmental and economic issue. Since 1960s, a number of GLOFs have been recorded concurrently with shrink of glaciers and expansion of glacial lakes over the region. The most recent GLOF occurred in October 1994 from the partial burst of the Luggye Tsho in eastern Lunana. This flood caused loss of 21 lives and extensive damage to property along the Punakha- Wangdi valley.

Since the mechanism and event probability of GLOF remains unexplained despite of a number of previous researches, JICA/JST conducted a project "The Study on Glacial Lake Outburst Flood in Bhutan Himalayas" in the period of 2009-2012 to assess GLOF risk in the Mangdechhu River basin, central Bhutan. The project concluded that there is no urgent risk of potential lakes in the basin, which needs to be mitigated by counter measures such as lowering of lake's water level. Considering the catastrophic phenomenon of GLOF, however, the project recommended continuous monitor of glacier lakes as well as development of early warning system in the basin.

With consideration of such situations as mentioned above, Bhutanese government upgraded the Division of Hydro-Met Service to Department and established "National Weather, Flood Forecasting and Warning Center" (hereinafter referred to "NWFFWC") to cope with water related disaster in the country. The hydro-meteorological network in Bhutan has been designed and developed since 1991. However, there is limited or no climate monitoring stations in the northern region where most of the aforementioned disasters have the roots. Moreover, the existing stations are mainly manual operated stations, where data are observed by observers leaving many missing data which are not suitable for climate modeling and related analysis.

In order to meet the natural disasters of hydro-meteorological origins requires adequate multi-tier observation network for in-situ data collection in real or near real time to provide reliable weather forecasting, flood forecasting and warning to safe guard life and property. The current observation network in Bhutan is inadequate in terms of spatial coverage and representativeness.

In response to such background, Bhutanese government requested to Japanese government the Project for establishing early warning system for GLOF and rainfall flood in Mangdechhu and Chamkharchhu.

II. OUTLINE OF THE PROJECT

Details of the Project are described in the Logical Framework (Project Design Matrix: PDM) (Annex XX) and the tentative Plan of Operation (Annex XX).

1. Input

(1) Input by JICA

JICA will take, at its own expense, the following measures according to the normal procedures under the Colombo Plan Technical Cooperation:

(a) Dispatch of Experts

Details of the dispatch of experts are described in Annex III

(b) Training

JICA will receive the Bhutanese personnel connected with the Project for technical training in Japan.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DHMS during the implementation of the Project, as necessary.

(c) Machinery and Equipment

JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in Annex IV.

In case of importation, the machinery, equipment and other materials under II-1 (1) (c) above will become the property of the RGoB upon being delivered C.I.F. (cost, insurance and freight) to the Bhutan authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DHMS during the implementation of the Project, as necessary.

(2) Input by RGoB

RGoB will take necessary measures to provide at its own expense:

- (a) Services of DHMS's counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-2;
- (b) Suitable office space with necessary equipment;
- (c) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by JICA;
- (d) Information as well as support in obtaining medical service;
- (e) Credentials or identification cards;
- (f) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;
- (g) Running expenses necessary for the implementation of the Project;
- (h) Expenses necessary for transportation within Bhutan of the equipment referred to in II-1 (1) as well as for the installation, operation and maintenance thereof; and
- (i) Necessary facilities to the JICA experts for the remittance as well as

utilization of the funds introduced into Bhutan from Japan in connection with the implementation of the Project

2. Implementation Structure

The roles and assignments of relevant organizations are as follows:

(1) DHMS

(a) Project Director
Director of DHMS

(b) Project Manager
Head of Hydrology Division, DHMS

(2) Department of Disaster Management, Ministry of Home and Cultural Affairs
(hereinafter referred to as DDM)

(3) Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs
(hereinafter referred to as DGM)

(4) Department of Engineering Services, Ministry of Works and Human Settlements (hereinafter referred to as DoES)

(5) JICA Experts

The JICA experts will give necessary technical guidance, advice and recommendations to DHMS on any matters pertaining to the implementation of the Project.

(6) Joint Coordinating Committee

Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to facilitate inter-organizational coordination. JCC will be held at least once a year and whenever deemed necessary. JCC will approve an annual work plan, review overall progress, conduct monitoring and evaluation of the Project, and exchange opinions on major issues that arise during the implementation of the Project. A list of proposed members of JCC is shown in the Annex XX.

3. Project Site(s) and Beneficiaries

(1) Project Site

Thimphu headquarters

(2) Pilot Site

Mangdechhu, Chamkharchhu river basins

(3) Direct Beneficiary

DHMS, DDM, DGM, DoES, Target local government and community in the Project sites

(4) Indirect Beneficiary

Bhutanese people

4. Duration

The cooperation period of the Project will be three (3) years.

5. Reports

DHMS and JICA experts will jointly prepare the following reports in English.

- (1) Inception Report at the beginning of the Project
- (2) Progress Report on semiannual basis until the project completion
- (3) Project Completion Report at the time of project completion

6. Environmental and Social Considerations

- (1) RGoB agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. UNDERTAKINGS OF RGoB

1. RGoB will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the Bhutan nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of Bhutan, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of Bhutan from technical training as well as the equipment provided by JICA will be utilized effectively in the implementation of the Project; and
- (2) grant privileges, exemptions and benefits to the JICA experts referred to in II-1 (1) above and their families, which are no less favorable than those granted to experts of third countries performing similar missions in Bhutan under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme.

2. RGoB will take necessary measures to:

- (1) provide security-related information as well as measures to ensure the safety of the JICA experts;
- (2) permit the JICA experts to enter, leave and sojourn in Bhutan for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees.
- (3) exempt the JICA experts from taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material necessary for the implementation of the Project;
- (4) exempt the JICA experts from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to them and/or remitted to them from abroad for their services in connection with the implementation of the Project; and
- (5) exempt taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material, referred to in II-1 above, necessary for the implementation of the Project.

3. RGoB will bear claims, if any arises, against the JICA experts resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the JICA experts.

IV. EVALUATION

1. JICA and the RGoB will jointly conduct the following evaluations and reviews.

- (1) Mid-term review at the middle of the cooperation term
 - (2) Terminal evaluation during the last six (6) months of the cooperation term
2. JICA will conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. The RGoB is required to provide necessary support for them.
- (1) Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle
 - (2) Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, RGoB will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of Bhutan.

VI. MUTUAL CONSULTATION

JICA and RGoB will consult with each other whenever any major issues arise in the course of Project implementation.

VII. AMENDMENTS

The record of discussions may be amended by the minutes of meetings between JICA and RGoB.

The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the record of discussions.

ANNEX I	PROJECT DESIGN MATRIX (PDM)
ANNEX II	PLAN OF OPERATION
ANNEX III	LIST OF JICA EXPERTS
ANNEX IV	LIST OF EQUIPMENT
ANNEX V	LIST OF PROPOSED MEMBERS OF JOINT COORDINATING COMMITTEE
ANNEX VI	LIST OF COUNTERPARTS



LIST OF JICA EXPERTS
(Tentative)

Fields of experts to be covered by the Japanese experts are as follows:

1. Watershed Disaster Management (Chief Advisor)
2. Meteorology / Climate Change Adaptation
3. Hydrology / Glaciology
4. Flood Hazard Map / GIS
5. Weather Forecasting
6. Information Network / EWS
7. Community Disaster Management

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters, located in the bottom right corner of the page.

LIST OF EQUIPMENT
(Tentative)

1. Equipment related to early warning system
2. Office equipment
3. Other equipment mutually agreed upon as necessary for the implementation of the Project

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'M' followed by a checkmark-like flourish.

ANNEX V

LIST OF PROPOSED MEMBERS OF JOINT COORDINATING COMMITTEE
(Tentative)

1. Bhutanese side
 - Director of DHMS (Chairperson)
 - Representative of DDM
 - Representative of DGM
 - Representative of DoES
 - Representative of GNHC
2. Japanese side
 - Chief Representative of JICA Bhutan Office
 - JICA Experts

Note: Member of JCC is (are) subject to change when necessity arises based on mutual consultation between Japanese and Bhutanese sides.

Representative(s) of the Embassy of Japan in India may participate in the JCC as observer(s).



LIST OF COUNTERPARTS
(Tentative)

1. DHMS
Karma Dupchu, Hydrology Division
Pema Wangdi, Hydrology Division
Sangay Tenzin, Hydrology Division
Chhimi Dorji, Planning, Coordination and Research Division
Tshencho Dorji, Meteorology Division
Tayaba Tamang, Meteorology Division
Sangay Tashi, IT officer
2. DDM
3. DGM
4. DoES
Kelzang Nima, Flood Management Division

The rest of member will be confirmed by signing of R/D

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters, located in the bottom right corner of the page.

Appendix 2

MAIN POINTS DISCUSSED (Tentative)

07/24

Tentative Project Design Matrix (PDM0)

ATTACHMENT III

Project Title: Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan

Project Duration: (3 years)

Project Site: Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins in Kingdom of Bhutan

Target Group : DHMS, DDM, DGM, DoES, Local Governments and communities in the Project Site

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
[Overall Goal] Nationwide disaster resilient society against natural disasters such as GLOF and rainstorm flood for Climate Change Adaptation is realized in Bhutan.	a. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning is properly disseminated to relevant agencies at central and local level.	a. 12th FYP b. DHMS/DDM report	
[Project Purpose] Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is enhanced.	a. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning is in place in accordance with developed Standard Operation Procedure (SOP). b. Early warning and evacuation drills in the pilot basins are regularly conducted by use of developed EWS (at least once in a year).	a. 11th FYP Mid-term review b. Project documents	- Necessary budget of DHMS and DDM for maintaining IGEWS is secured. - Government policy of Bhutan on disaster management does not change significantly.
[Outputs] 1: Capacity of NWFFWC on GLOF/rainstorm flood risk assessment, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies is enhanced.	a. Equipment and facilities for NWFFWC are installed as scheduled and utilized as planned. b. GLOF/rainstorm flood risk zonation maps are developed. c. Flood and weather forecasting is daily delivered utilizing improved forecasting system. d. SOP on emergency information sharing is developed.	a. Project documents b. The zonation maps c. SOP at central level	- Staff of DHMS, DGM, DoES and DDM who participated in trainings of the Project will continuously work in their offices.
2: Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.	a. Equipment and facilities for EWS are installed as scheduled and utilized as planned. b. EWS operation and maintenance manual is developed. c. Trainings for the operation and maintenance of EWS are conducted by use of the manual. (All DHMS staff in charge will join the trainings).	a. Project documents b. The manual c. Training report	
3: Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.	a. Workshops for flood emergency response on warning and evacuation are held with the stakeholders in the target sub-districts. b. Evacuation drill by use of developed EWS is planned and conducted in the pilot basins. c. SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins is developed.	a. Workshop report b. Drill evaluation report c. SOP at local level	

Activities	Input	
<Output 1> 1-1. Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS /NWFFWC to develop feasible and sustainable integrated platform. 1-2. Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NWFFWC staff to operate and maintain the system. 1-3. Review previous study including SATREPS on the potential risk of glacial lakes, and estimate the magnitude of GLOF as well as possible flood considering future climate change in corroboration with DGM and DoES. 1-4. Prepare and improve GLOF/rainstorm flood risk zonation maps to be utilized for activity 3-2 through the training to NWFFWC, DGM and DoES staff. 1-5. Improve flood and weather forecasting system by use of accumulated hydro-meteorological data as well as numerical weather prediction data (GPV: Grid Point Value). 1-6. Develop SOP on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies. <Output 2> 2-1. Review existing hydro-meteorological network and planned hydropower plants from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood. 2-2. Analyze GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, flood arrival time and the other hydrological information to be applied for designing of EWS. 2-3. Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing. 2-4. Install equipment and facilities for the EWS into the both pilot basins and NWFFWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools. 2-5. Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance. <Output 3> 3-1. Review flood emergency response on warning and evacuation in the pilot basins through workshops with participation of DDM, Local Government and Community residents. 3-2. List up the target communities and examine flood warning criteria in the pilot basins in the discussion with Local Government considering the findings derived from the activity 1-4, 2-2. 3-3. Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins. 3-4. Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.	【Japanese side】 (1) Dispatch of Experts Experts(7): - Watershed Disaster Management (Chief Advisor) - Meteorology / Climate Change Adaptation - Hydrology / Glaciology - Flood Hazard Map / GIS - Weather Forecasting - Information Network / EWS - Community Disaster Management (2) Provision of equipment - Detailed contents will be determined through the implementation of the Project. (3) C/P Training in Japan (4) Local cost shared by Japanese side - If necessity arises 【Bhutan side】 (1) Counterpart(C/P) personnel - Project Director - Project Manager - Counterparts (2) Office space and facilities for the Project - Office space / facilities - Electricity, Water supply and Internet connection (3) Necessary data - Geometric data - Hydro-Meteorological data - Socio-economic data etc. (4) Necessary arrangement - Land allocation for EWS (5) Local cost shared by Bhutan side	- Necessary budget for the Project is allocated without any significant delay. - Necessary equipment for the Project is procured without significant delay. [Pre-condition] Political situation of Bhutan is stable.

Tentative Plan of Operation (PO0)

ATTACHMENT IV

	1st Year	2nd Year	3rd Year
Output 1: Capacity of NWFFWC on GLOF/rainstorm flood risk assessment, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies is enhanced. [1-1] Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS /NWFFWC to develop feasible and sustainable integrated platform. [1-2] Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NWFFWC staff to operate and maintain the system. [1-3] Review previous study including SATREPS on the potential risk of glacial lakes, and estimate the magnitude of GLOF as well as possible flood considering future climate change in collaboration with DGM and DoES. [1-4] Prepare and improve GLOF/rainstorm flood risk zonation maps to be utilized for activity 3-2 through the training to NWFFWC, DGM and DoES Staff. [1-5] Improve flood and weather forecasting system by use of accumulated hydro-meteorological data as well as numerical weather prediction data (GPV: Grid Point Value). [1-6] Develop standard operation procedure manuals on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies.			
Output 2: Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.			
[2-1] Review existing hydro-meteorological network and planned hydropower plants from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood. [2-2] Analyze GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, flood arrival time and the other hydrological information to be applied for designing of EWS. [2-3] Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing. [2-4] Install equipment and facilities for the EWS into the both pilot basins and NWFFWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools. [2-5] Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance.			
Output 3: Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.			
[3-1] Review flood emergency response on warning and evacuation in the pilot basins through workshops with participation of DDM, Local Government and Community residents. [3-2] List up the target communities and examine flood warning criteria in the pilot basins in the discussion with Local Government considering the findings derived from the activity 1-4, 2-2. [3-3] Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins. [3-4] Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.			

Handwritten signature and initials.

**MINUTES OF MEETINGS
BETWEEN
THE JAPANESE DETAILED PLANNING SURVEY TEAM
AND
THE AUTHORITIES CONCERNED
OF THE GOVERNMENT OF KINGDOM OF BHUTAN
ON
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
FOR
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND
EARLY WARNING IN THE KINGDOM OF BHUTAN**

The Japanese Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and headed by Dr. Hitoshi Baba, visited the Kingdom of Bhutan from March 11 to 19, 2013, for the purpose of formulating the technical cooperation Project on “The Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan” (hereinafter referred to as “the Project”).

During its stay, the Team had a series of discussions and exchanged views on the Project with the Bhutanese authorities concerned. As a result of the discussions, the Team and the Bhutanese authorities concerned agreed to revise the document signed on October 18, 2012 referred under ATTACHMENT V (The revised parts are indicated as underlined).

Thimphu, March 18, 2013



Hitoshi Baba
Leader
Japanese Detailed Planning Survey Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)



Karma Tsering
Director
Department of Hydro-Met Services
Ministry of Economic Affairs

ATTACHED DOCUMENT

1. Cooperation plan and implementation arrangement for the Project

The Team and the Bhutanese authorities concerned agreed that the cooperation plan, the implementation arrangement and measures to be taken for the Project will be as described in the Draft "Record of Discussions" (hereinafter referred to as "R/D") shown in ATTACHMENT II.

2. Project Purpose

Both sides agreed that the Project focuses on the capacity development for weather and flood forecasting and early warning against Glacial Lake Outburst Flood (hereinafter referred to as "GLOF") and rainstorm flood. In addition to those, both sides agreed that the Project also contribute for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans.

3. Title of the Project

Both sides agreed to change the title of the Project to "The Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan" whose original title was "Development of an Integrated GLOF Early Warning System with Operational Capacity Enhancement for Climate Change Adaptation in Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins Project".

4. Target Area

- (1) Project site: Thimphu headquarters
- (2) Pilot sites: Mangdechhu and Chamkharchhu river basins

5. Cooperation Period of the Project

The cooperation period of the Project will be three (3) years.

6. Procedure before the commencement of the Project

JICA headquarters will undertake the ex-ante evaluation of the Project after the Team returns to Japan and examine the agreed cooperation plan of the Project. In addition, when the Project is considered relevant and viable as a result of the ex-ante evaluation, JICA and the Bhutanese authorities concerned will finalize and sign R/D.

7. Participating organizations of the Project

- (1) Implementing Agency
 - Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as "DHMS")
- (2) Co-implementing Agencies
 - Department of Disaster Management, Ministry of Home & Cultural Affairs

(hereinafter referred to as "DDM")

- Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as "DGM")
- Department of Engineering Services, Ministry of Works and Human Settlement (hereinafter referred to as "DoES")
- National Land Commission Secretariat (hereinafter referred to as "NLCS")

(3) Japanese Side

JICA will implement the Project with the team of JICA experts.

8. Project Design Matrix

A tentative Project Design Matrix (hereinafter referred to as "PDM") for the Project is shown in ATTACHMENT III.

9. Plan of Operation

A tentative implementation schedule of the Project is shown as the Plan of Operation (hereinafter referred to as "PO") in ATTACHMENT IV.

10. Project Administration

(1) Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC")

JCC will be organized and meet at least once a year and whenever necessity arises.

The following functions will be conducted:

- (a) To formulate the annual work plans of the Project;
- (b) To review the progress of the annual work plans;
- (c) To review and exchange opinions on major issues that may arise during the Project implementation period; and
- (d) To discuss any other issues to smoothly implement the Project.

(2) The JCC members

(a) Bhutanese side

- Director of DHMS (Chairperson)
- Representative of DDM
- Representative of DGM
- Representative of DoES
- Representative of GNHC
- Representative of NLCS

(b) Japanese side

- Chief Representative of JICA Bhutan Office
- JICA Experts

Note: Member of JCC is (are) subject to change when necessity arises based on mutual

consultation between Japanese and Bhutanese sides.

Representative(s) of the Embassy of Japan in India may participate in the JCC as observer(s).

11. JICA's technical cooperation principle

The Team explained the principle of JICA's technical cooperation which pursues capacity development of the counterpart personnel through on-the-job training with JICA experts in the implementation of the Project. Bhutanese side understood the principle of the JICA's technical cooperation.

12. Input from Bhutanese side

Bhutanese side will ensure the following input before the commencement of the Project:

- (1) Assignment of counterpart personnel in DHMS, DDM, DGM, DoES and NLCS;
- (2) Office spaces inside the building of DHMS and where JICA experts are expected to be assigned on temporary basis at least during the Project implementation;
- (3) Budget allocation for salary for counterpart personnel related to the Project and other expenditure such as transport and travel allowance during the Project;
- (4) Budget allocation for running cost of office space (e.g. electricity and water supply, telephone line, internet access etc.) and equipment procured under the Project;
- (5) Necessary facility for control station;
- (6) Necessary expenses for the data communication of developed information network system; and
- (7) Necessary land allocation and permissions for installation of observing and monitoring stations.

13. Others

Both sides agreed the following items:

- (1) Installation of equipment

In the Project, some equipment is going to be installed in DHMS and pilot river basins, the concept of network system of which is shown in ATTACHMENT VI. The installation site and specification of equipment will be defined during the early stage of the Project. Also, necessary staff will be assigned for the operation of the equipment after installation as shown in ATTACHMENT VII.

- (2) Target districts related to Output 3 of the Project

Target districts related to Output 3 of the Project are Trongsa and Bumthang Dzongkhags. If flood risk community is recognized in the implementation process of

the Project, however, Zhemgang Dzongkhag might be included as a target district.

(3) Coordination with other development partners

DHMS will ensure the coordination between the Project and assistance by other development partners such as United Nations Development Programme (UNDP) for pursuing synergy effect with each other.

(4) Staff allocation to National Weather, Flood Forecasting and Warning Center (hereinafter referred to as NWFFWC)

DHMS staff trained in the Project will be assigned as core member of NWFFWC after full operation of NWFFWC in order to ensure the persistent activity of the Project.

(5) Project working group

For the smooth implementation of the Project, DHMS will organize working groups in collaboration with co-implementing agencies and JICA experts tentatively listed as follows;

- Information network;
- Risk assessment;
- Flood and weather forecasting; and
- Early warning and community awareness.

(6) **The Project activities related to the Disaster Management Act**

Since the Disaster Management Act has just enacted, the Bhutanese authorities concerned may need to further establish relevant fundamentals such as regulations and institutional setups. The Project will support the authorities in accordance to the progress of the establishment through the activities 1-4 and 1-7 described in the PDM, with the purpose of raising the level of intervention in disaster risk reduction particularly.

ATTACHMENT I	ATTENDANT LIST
ATTACHMENT II	DRAFT RECORD OF DISCUSSIONS
ATTACHMENT III	PROJECT DESIGN MATRIX (PDM)
ATTACHMENT IV	PLAN OF OPERATION (PO)
ATTACHMENT V	M/M SIGNED ON OCTOBER 18, 2012
ATTACHMENT VI	CONCEPT OF NETWORK SYSTEM
ATTACHMENT VII	PERSONNEL PLAN OF DHMS

10

sep

ATTACHMENT I

ATTENDANT LIST

Bhutanese side:

Ministry of Economic Affairs

- Karma Tsering
- Karma Dupchu
- Singey Dorji
- Pema Wangdi

Japanese side:

Detailed Planning Survey Team, JICA

- Hitoshi Baba, Leader
- Kunio Akatsu, Hydro-Meteorological Network
- Kazuki Kaiya, Planning and Disaster Management Cooperation

JICA Bhutan Office

- Miharu Furukawa, Project Formulation Advisor

09

sep

(DRAFT)
RECORD OF DISCUSSIONS
ON
THE PROJECT FOR
CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND
EARLY WARNING IN THE KINGDOM OF BHUTAN
AGREED UPON BETWEEN
GROSS NATIONAL HAPPINESS COMMISSION
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Thimphu, XX XX 2013

Chief Representative of JICA Bhutan

Secretary of Gross National
Happiness Commission

727

sep

Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey on the Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan (hereinafter referred to as "the Project") signed on 18 October, 2012 and on 18 March, 2013 between Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as "DHMS") and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA held a series of discussions with DHMS and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

Both parties agreed the details of the Project and main points discussed as described in the Appendix 1 and the Appendix 2, respectively, and to request their respective governments to proceed with the necessary procedures for implementation of the Project.

Both parties also agreed that DHMS, the counterpart to JICA, will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of Bhutan.

The Project will be implemented within the framework of the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme and the Note Verbales to be exchanged between the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and the Royal Government of Bhutan (hereinafter referred to as "RGoB").

The effectiveness of the record of discussions is subject to the exchange of the Note Verbales.

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Main Points Discussed * To be attached if necessary

Appendix 3: Minutes of Meetings on 18 October, 2012

Appendix 4: Minutes of Meetings on 18 March, 2013

②

sep

PROJECT DESCRIPTION

Both parties confirmed that there is no change in the Project Description agreed on in the minutes of meetings of October 18, 2012 (Appendix3) and of March 18, 2013 (Appendix 4) concerning Detailed Planning Survey on the Project.

I. BACKGROUND

Bhutan is experiencing the increase in number of disasters related to hydro-meteorological hazards such as flash floods and rainstorm including cyclone (Aila in May 2009) that were not observed before. For instance a record rainfall brought by cyclone Aila has left 12 people dead and damage to infrastructure, and cost the government US\$ 15.800 million.

A glacial lake outburst flood (hereinafter referred to as "GLOF") occurs when a body of water that is contained by a glacier or terminal moraine is released. In Bhutan, hazard from GLOF is an urgent environmental and economic issue. Since 1960s, a number of GLOFs have been recorded concurrently with shrink of glaciers and expansion of glacial lakes over the region. The most recent GLOF occurred in October 1994 from the partial burst of the Luggye Tsho in eastern Lunana. This flood caused loss of 21 lives and extensive damage to property along the Punakha- Wangdi valley.

Since the mechanism and event probability of GLOF remains unexplained despite of a number of previous researches, JICA/JST conducted a project "The Study on Glacial Lake Outburst Flood in Bhutan Himalayas" in the period of 2009-2012 to assess GLOF risk in the Mangdechhu River basin, central Bhutan. The project concluded that there is no urgent risk of potential lakes in the basin, which needs to be mitigated by counter measures such as lowering of lake's water level. Considering the catastrophic phenomenon of GLOF, however, the project recommended continuous monitor of glacier lakes as well as development of early warning system in the basin.

With consideration of such situations as mentioned above, Bhutanese government upgraded the Division of Hydro-Met Service to Department and established "National Weather, Flood Forecasting and Warning Center" (hereinafter referred to "NWFFWC") to cope with water related disaster in the country. The hydro-meteorological network in Bhutan has been designed and developed since 1991. However, there is limited or no climate monitoring stations in the northern region where most of the aforementioned disasters have the roots. Moreover, the existing stations are mainly manual operated stations, where data are observed by observers leaving many missing data which are not suitable for climate modeling and related analysis.

In order to meet the natural disasters of hydro-meteorological origins requires adequate multi-tier observation network for in-situ data collection in real or near real time to provide reliable weather forecasting, flood forecasting and warning to safe guard life and property. The current observation network in Bhutan is inadequate in terms of spatial coverage and representativeness.

In response to such background, Bhutanese government requested to Japanese government the Project for establishing early warning system for GLOF and rainfall flood in Mangdechhu and Chamkharchhu.

II. OUTLINE OF THE PROJECT

Details of the Project are described in the Logical Framework (Project Design Matrix: PDM) (Annex XX) and the tentative Plan of Operation (Annex XX).

1. Input

(1) Input by JICA

JICA will take, at its own expense, the following measures according to the normal procedures under the Colombo Plan Technical Cooperation:

(a) Dispatch of Experts

Details of the dispatch of experts are described in Annex III

(b) Training

JICA will receive the Bhutanese personnel connected with the Project for technical training in Japan.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DHMS during the implementation of the Project, as necessary.

(c) Machinery and Equipment

JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in Annex IV.

In case of importation, the Equipment under II-1 (1) (c) above will become the property of the RGoB upon being delivered C.I.F. (cost, insurance and freight) to the Bhutan authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DHMS during the implementation of the Project, as necessary.

(2) Input by RGoB

RGoB will take necessary measures to provide at its own expense:

(a) Services of DHMS's counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-2;

(b) Suitable office space with necessary equipment;

(c) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by JICA;

(d) Information as well as support in obtaining medical service;

(e) Credentials or identification cards;

(f) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;

(g) Running expenses necessary for the implementation of the Project;

(h) Expenses necessary for transportation within Bhutan of the equipment referred to in II-1 (1) as well as for the installation, operation and maintenance thereof; and

(i) Necessary facilities to the JICA experts for the remittance as well as utilization of the funds introduced into Bhutan from Japan in connection

with the implementation of the Project

2. Implementation Structure

The roles and assignments of relevant organizations are as follows:

- (1) DHMS
 - (a) Project Director
Director of DHMS
 - (b) Project Manager
Head of Hydrology Division, DHMS
- (2) Department of Disaster Management, Ministry of Home and Cultural Affairs
(hereinafter referred to as DDM)
- (3) Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs
(hereinafter referred to as DGM)
- (4) Department of Engineering Services, Ministry of Works and Human Settlements (hereinafter referred to as DoES)
- (5) National Land Commission Secretariat (hereinafter referred to as NLCS)
- (6) JICA Experts
The JICA experts will give necessary technical guidance, advice and recommendations to DHMS on any matters pertaining to the implementation of the Project.
- (7) Joint Coordinating Committee
Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to facilitate inter-organizational coordination. JCC will be held at least once a year and whenever deemed necessary. JCC will approve an annual work plan, review overall progress, conduct monitoring and evaluation of the Project, and exchange opinions on major issues that arise during the implementation of the Project. A list of proposed members of JCC is shown in the Annex XX.

3. Project Site(s) and Beneficiaries

- (1) Project Site
Thimphu headquarters
- (2) Pilot Site
Mangdechhu, Chamkharchhu river basins
- (3) Direct Beneficiary
DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, Target local government and community in the Project sites
- (4) Indirect Beneficiary
Bhutanese people

4. Duration

The cooperation period of the Project will be three (3) years.

5. Reports

DHMS and JICA experts will jointly prepare the following reports in English.

- (1) Inception Report at the beginning of the Project
- (2) Progress Report on semiannual basis until the project completion
- (3) Project Completion Report at the time of project completion

6. Environmental and Social Considerations

- (1) RGoB agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. UNDERTAKINGS OF RGoB

1. RGoB will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the Bhutan nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of Bhutan, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of Bhutan from technical training as well as the equipment provided by JICA will be utilized effectively in the implementation of the Project; and
- (2) grant privileges, exemptions and benefits to the JICA experts referred to in II-1 (1) above and their families, which are no less favorable than those granted to experts of third countries performing similar missions in Bhutan under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme.

2. RGoB will take necessary measures to:

- (1) provide security-related information as well as measures to ensure the safety of the JICA experts;
- (2) permit the JICA experts to enter, leave and sojourn in Bhutan for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees.
- (3) exempt the JICA experts from taxes and any other charges on the Equipment necessary for the implementation of the Project;
- (4) exempt the JICA experts from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to them and/or remitted to them from abroad for their services in connection with the implementation of the Project; and
- (5) exempt taxes and any other charges on the Equipment, referred to in II-1 above, necessary for the implementation of the Project.

3. RGoB will bear claims, if any arises, against the JICA experts resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the JICA experts.

IV. EVALUATION

1. JICA and the RGoB will jointly conduct the following evaluations and reviews.

- (1) Mid-term review at the middle of the cooperation term

(2) Terminal evaluation during the last six (6) months of the cooperation term

2. JICA will conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. The RGoB is required to provide necessary support for them.

(1) Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle

(2) Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, RGoB will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of Bhutan.

VI. MUTUAL CONSULTATION

JICA and RGoB will consult with each other whenever any major issues arise in the course of Project implementation.

VII. AMENDMENTS

The record of discussions may be amended by the minutes of meetings between JICA and RGoB.

The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the record of discussions.

ANNEX I	PROJECT DESIGN MATRIX (PDM)
ANNEX II	PLAN OF OPERATION
ANNEX III	LIST OF JICA EXPERTS
ANNEX IV	LIST OF EQUIPMENT
ANNEX V	LIST OF PROPOSED MEMBERS OF JOINT COORDINATING COMMITTEE
ANNEX VI	LIST OF COUNTERPARTS



LIST OF JICA EXPERTS
(Tentative)

Fields of experts to be covered by the Japanese experts are as follows:

1. Watershed Disaster Management (Chief Advisor)
2. Meteorology / Climate Change Adaptation
3. Hydrology / Glaciology
4. Flood Hazard Map / GIS
5. Weather Forecasting
6. Information Network / EWS
7. Community Disaster Management

Q7

sep

ANNEX IV

LIST OF EQUIPMENT
(Tentative)

1. Equipment related to early warning system
2. Office equipment
3. Other equipment mutually agreed upon as necessary for the implementation of the Project

⑦

JPP

ANNEX V

LIST OF PROPOSED MEMBERS OF JOINT COORDINATING COMMITTEE
(Tentative)

1. Bhutanese side

- Director of DHMS (Chairperson)
- Representative of DDM
- Representative of DGM
- Representative of DoES
- Representative of NLCS
- Representative of GNHC

2. Japanese side

- Chief Representative of JICA Bhutan Office
- JICA Experts

Note: Member of JCC is (are) subject to change when necessity arises based on mutual consultation between Japanese and Bhutanese sides.

Representative(s) of the Embassy of Japan in India may participate in the JCC as observer(s).



LIST OF COUNTERPARTS
(Tentative)

1. DHMS
Karma Dupchu, Hydrology Division
Pema Wangdi, Hydrology Division
Sangay Tenzin, Hydrology Division
Chhimi Dorji, Planning, Coordination and Research Division
Tshencho Dorji, Meteorology Division
Tayaba Tamang, Meteorology Division
Sangay Tashi, IT officer
2. DDM
3. DGM
4. DoES
Kelzang Nima, Flood Management Division
5. NLCS

The rest of member will be confirmed by signing of R/D



Appendix 2

MAIN POINTS DISCUSSED (Tentative)

td

dp

Tentative Project Design Matrix (PDM)

ATTACHMENT III

Project Title: Project for Capacity Development of GLOF and Rainsstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan
 Project Duration: (3 years)
 Project Site: Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins in Kingdom of Bhutan
 Target Group : DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, Local Governments and communities in the Project Site

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
[Overall Goal] Nationwide disaster resilient society against natural disasters such as GLOF and rainsstorm flood for Climate Change Adaptation is realized in Bhutan.	a. GLOF/rainsstorm flood forecasting and early warning is properly disseminated to relevant agencies at central and local level.	a. 12 th FYP b. DHMS/DDM report	
[Project Purpose] Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainsstorm flood is enhanced.	a. GLOF/rainsstorm flood forecasting and early warning is in place in accordance with developed Standard Operation Procedure (SOP). b. Early warning and evacuation drills in the pilot basins are regularly conducted by use of developed EWS (at least once in a year).	a. 11 th FYP Mid-term review b. Project documents	- Necessary budget of DHMS and DDM for maintaining IGWS is secured. - Government policy of Bhutan on disaster management does not change significantly.
[Outputs] 1: Capacity of related agencies on GLOF/rainsstorm flood risk assessment, development planning, disaster prevention, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies is enhanced.	a. Plan of institutional strengthening for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans is formulated. b. Equipment and facilities for NW/FWC are installed as scheduled and utilized as planned. c. GLOF/rainsstorm flood risk zonation maps are developed. d. Flood and weather forecasting is daily delivered utilizing improved forecasting system. e. SOP on emergency information sharing is developed.	a. Plan of institutional strengthening b. Project documents c. The zonation maps d. DHMS weather forecasting and warning report e. SOP at central level	- Staff of DHMS, DGM, DoES and DDM who participated in trainings of the Project will continuously work in their offices.
2: Early Warning System (EWS) for GLOF/rainsstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.	a. Equipment and facilities for EWS are installed as scheduled and utilized as planned. b. EWS operation and maintenance manual is developed. c. Trainings for the operation and maintenance of EWS are conducted by use of the manual. (All DHMS staff in charge will join the trainings).	a. Project documents b. The manual c. Training report	
3: Emergency response capacity against GLOF/rainsstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.	a. Workshops for flood emergency response on warning and evacuation are held with the stakeholders in the target sub-districts. b. Evacuation drill by use of developed EWS is planned and conducted in the pilot basins. c. SOP for GLOF/rainsstorm flood in the pilot basins is developed.	a. Workshop report b. Drill evaluation report c. SOP at local level	

Activities	Input	
<Output 1> 1-1. Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS /NWFFWC to develop feasible and sustainable integrated platform. 1-2. Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NWFFWC staff to operate and maintain the system. 1-3. Review previous study including SATREPS on the potential risk of glacial lakes, and estimate the magnitude of GLOF as well as possible flood considering future climate change in collaboration with DGM and DoES. 1-4. Facilitate the discussion in enhancing coordination between GLOF/rainstorm flood risk assessment sector and development sector. 1-5. Prepare and improve GLOF/rainstorm flood risk zonation to be utilized for activity 3-2 through the training to NWFFWC, DGM, DoES, and NLCS staff. 1-6. Foster the sense of land use management among related agencies through workshops etc. 1-7. Identify and propose institutions necessary for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans. 1-8. Improve flood and weather forecasting system by use of accumulated hydro-meteorological data as well as numerical weather prediction data (GPV: Grid Point Value). 1-9. Develop SOP on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies. <Output 2> 2-1. Review existing hydro-meteorological network and planned hydropower plants from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood. 2-2. Analyze GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, flood arrival time and the other hydrological information to be applied for designing of EWS. 2-3. Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing. 2-4. Install equipment and facilities for the EWS into the both pilot basins and NWFFWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools. 2-5. Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance. <Output 3> 3-1. Review flood emergency response on warning and evacuation in the pilot basins through workshops with participation of DDM, Local Government and Community residents. 3-2. List up the target communities and examine flood warning criteria in the pilot basins in the discussion with Local Government considering the findings derived from the activity 1-4, 2-2. 3-3. Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins. 3-4. Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.	【Japanese side】 (1) Dispatch of Experts Experts(7): - Watershed Disaster Management (Chief Advisor) - Meteorology / Climate Change Adaptation - Hydrology / Glaciology - Flood Hazard Map / GIS - Weather Forecasting - Information Network / EWS - Community Disaster Management (2) Provision of equipment - Detailed contents will be determined through the implementation of the Project. (3) C/P Training in Japan (4) Local cost shared by Japanese side - If necessity arises	【Bhutan side】 (1) Counterpart(C/P) personnel - Project Director - Project Manager - Counterparts (2) Office space and facilities for the Project - Office space / facilities - Electricity, Water supply and Internet connection (3) Necessary data - Geometric data - Hydro-Meteorological data - Socio-economic data etc. (4) Necessary arrangement - Land allocation for EWS (5) Local cost shared by Bhutan side [Pre-condition] Political situation of Bhutan is stable.

289

22

Tentative Plan of Operation (PO0)

ATTACHMENT IV

	1st Year	2nd Year	3rd Year
Output 1: Capacity of NWFFWC on GL OF/rainstorm flood risk assessment, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies is enhanced.			
(1-1) Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS NWFFWC to develop feasible and sustainable integrated platform.			
(1-2) Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NWFFWC staff to operate and maintain the system.			
(1-3) Review previous study including SATREPS on the potential risk of glacial lakes, climate change in combination with DGM and DSES.			
(1-4) Facilitate the discussion in enhancing coordination between GL OF/rainstorm flood risk assessment sector and development sector.			
(1-5) Prepare and improve GL OF/rainstorm flood risk zonation maps to be utilized for activity 3-2 through the training to NWFFWC, DGM, DSES, and NLG staff.			
(1-6) Foster the sense of land use management among related agencies through workshops etc.			
(1-7) Identify and propose institutions necessary for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans.			
(1-8) Improve flood and weather forecasting system by use of accumulated hydro-meteorological data as well as numerical weather prediction data (GPV, Grid Point Value).			
(1-9) Develop standard operation procedure manuals on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies.			
Output 2: Early Warning System (EWS) for GL OF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.			
(2-1) Review existing hydro-meteorological network and placed hydropower plants from the view point of administrative response on GL OF/rainstorm flood.			
(2-2) Analyze GL OF/rainstorm flood discharge, high-water level, flood arrival time and the other hydrological information to be applied for designing of EWS.			
(2-3) Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing.			
(2-4) Install equipment and facilities for the EWS into the both pilot basins and NWFFWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools.			
(2-5) Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance.			
Output 3: Emergency response capacity against GL OF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.			
(3-1) Review flood emergency response on warning and evacuation in the pilot basins through workshops with participation of DDM, Local Government and Community residents.			
(3-2) List up the target communities and examine flood warning criteria in the pilot basins in the discussion with Local Government considering the findings derived from the activity 1-4, 2-2.			
(3-3) Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins.			
(3-4) Develop SOP for GL OF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.			

209

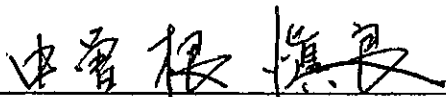
20

**MINUTES OF MEETINGS
BETWEEN
THE JAPANESE DETAILED PLANNING SURVEY TEAM
AND
THE AUTHORITIES CONCERNED
OF THE GOVERNMENT OF KINGDOM OF BHUTAN
ON
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
FOR
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND
EARLY WARNING IN THE KINGDOM OF BHUTAN**

The Japanese Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as "the Team"), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Mr. Shiro Nakasone, visited the Kingdom of Bhutan from October 1 to October 19, 2012, for the purpose of formulating the technical cooperation Project on "The Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan" (hereinafter referred to as "the Project").

During its stay, the Team had a series of discussions and exchanged views on the Project with the Bhutanese authorities concerned. As a result of the discussions, the Team and the Bhutanese authorities concerned agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

Thimphu, October 18, 2012



Shiro Nakasone
Leader
Japanese Detailed Planning Survey Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)



Karma Tsering
Director
Department of Hydro-Met Services
Ministry of Economic Affairs

ATTACHED DOCUMENT

1. Cooperation plan and implementation arrangement for the Project

The Team and the Bhutanese authorities concerned agreed that the cooperation plan, the implementation arrangement and measures to be taken for the Project will be as described in the Draft "Record of Discussions" (hereinafter referred to as "R/D") shown in ATTACHMENT II.

2. Project Purpose

Both sides agreed that the Project focuses on the capacity development for weather and flood forecasting and early warning against Glacial Lake Outburst Flood (hereinafter referred to as "GLOF") and rainstorm flood.

3. Title of the Project

Both sides agreed to change the title of the Project to "The Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan" whose original title was "Development of an Integrated GLOF Early Warning System with Operational Capacity Enhancement for Climate Change Adaptation in Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins Project".

4. Target Area

- (1) Project site: Thimphu headquarters
- (2) Pilot sites: Mangdechhu and Chamkharchhu river basins

5. Cooperation Period of the Project

The cooperation period of the Project will be three (3) years.

6. Procedure before the commencement of the Project

JICA headquarters will undertake the ex-ante evaluation of the Project after the Team returns to Japan and examine the agreed cooperation plan of the Project. In addition, when the Project is considered relevant and viable as a result of the ex-ante evaluation, JICA and the Bhutanese authorities concerned will finalize and sign R/D.

7. Participating organizations of the Project

- (1) Implementing Agency
 - Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as "DHMS")
- (2) Co-implementing Agencies
 - Department of Disaster Management, Ministry of Home & Cultural Affairs (hereinafter referred to as "DDM")
 - Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs (hereinafter

referred to as "DGM")

- Department of Engineering Services, Ministry of Works and Human Settlement
(hereinafter referred to as "DoES")

(3) Japanese Side

JICA will implement the Project with the team of JICA experts.

8. Project Design Matrix

A tentative Project Design Matrix (hereinafter referred to as "PDM") for the Project is shown in ATTACHMENT III.

9. Plan of Operation

A tentative implementation schedule of the Project is shown as the Plan of Operation (hereinafter referred to as "PO") in ATTACHMENT IV.

10. Project Administration

(1) Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC")

JCC will be organized and meet at least once a year and whenever necessity arises.

The following functions will be conducted:

- (a) To formulate the annual work plans of the Project;
- (b) To review the progress of the annual work plans;
- (c) To review and exchange opinions on major issues that may arise during the Project implementation period; and
- (d) To discuss any other issues to smoothly implement the Project.

(2) The JCC members

(a) Bhutanese side

- Director of DHMS (Chairperson)
- Representative of DDM
- Representative of DGM
- Representative of DoES
- Representative of GNHC

(b) Japanese side

- Chief Representative of JICA Bhutan Office
- JICA Experts

Note: Member of JCC is (are) subject to change when necessity arises based on mutual consultation between Japanese and Bhutanese sides.

Representative(s) of the Embassy of Japan in India may participate in the JCC as observer(s).

11. JICA's technical cooperation principle

The Team explained the principle of JICA's technical cooperation which pursues capacity development of the counterpart personnel through on-the-job training with JICA experts in the implementation of the Project. Bhutanese side understood the principle of the JICA's technical cooperation.

12. Input from Bhutanese side

Bhutanese side will ensure the following input before the commencement of the Project:

- (1) Assignment of counterpart personnel in DHMS, DDM, DGM and DoES;
- (2) Office spaces inside the building of DHMS and where JICA experts are expected to be assigned on temporary basis at least during the Project implementation;
- (3) Budget allocation for salary for counterpart personnel related to the Project and other expenditure such as transport and travel allowance during the Project;
- (4) Budget allocation for running cost of office space (e.g. electricity and water supply, telephone line, internet access etc.) and equipment procured under the Project;
- (5) Necessary facility for control station;
- (6) Necessary expenses for the data communication of developed information network system; and
- (7) Necessary land allocation and permissions for installation of observing and monitoring stations.

13. Others

Both sides agreed the following items:

- (1) Installation of equipment

In the Project, some equipment is going to be installed in DHMS and pilot river basins. The installation site and specification of equipment will be defined during the early stage of the Project. Also, necessary staff will be assigned for the operation of the equipment after installation.

- (2) Target districts related to Output 3 of the Project

Target districts related to Output 3 of the Project are Trongsa and Bumthang Dzongkhags. If flood risk community is recognized in the implementation process of the Project, however, Zhemgang Dzongkhag might be included as a target district.

- (3) Coordination with other development partners

DHMS will ensure the coordination between the Project and assistance by other development partners such as United Nations Development Programme (UNDP) for pursuing synergy effect with each other.

- (4) Staff allocation to National Weather, Flood Forecasting and Warning Center

(hereinafter referred to as NWFFWC)

DHMS staff trained in the Project will be assigned as core member of NWFFWC after full operation of NWFFWC in order to ensure the persistent activity of the Project.

(5) Project working group

For the smooth implementation of the Project, DHMS will organize working groups in collaboration with co-implementing agencies and JICA experts tentatively listed as follows;

- Information network;
- Risk assessment;
- Flood and weather forecasting; and
- Early warning and community awareness.

ATTACHMENT I ATTENDANT LIST

ATTACHMENT II DRAFT RECORD OF DISCUSSIONS

ATTACHMENT III PROJECT DESIGN MATRIX (PDM)

ATTACHMENT IV PLAN OF OPERATION (PO)

ATTACHMENT I

ATTENDANT LIST

Bhutanese side:

Gross National Happiness Commission (GNHC)

- Kuenzang Lham Sangey

Ministry of Economic Affairs

- Sonam Yangley
- Karma Tsering
- Karma Dupchu
- K.Radhakrishnan
- Chimi Dorji
- Tshencho Dorji
- Pema Wangdi

Department of Disaster Management, Ministry of Home and Cultural Affairs (DDM)

- Pelden Zangmo

Japanese side:

Detailed Planning Survey Team, JICA

- Shiro Nakasone, Leader
- Toru Koike, Glacial Lake Outburst Flood
- Yasunori Minagawa, Evaluation Analysis
- Kazuki Kaiya, Planning and Disaster Management Cooperation

JICA Bhutan Office

- Nitta Tomoki, Chief Representative
- Miharu Furukawa, Project Formulation Advisor

Two handwritten signatures in black ink, one on the left and one on the right, located at the bottom right of the page.

(DRAFT)
RECORD OF DISCUSSIONS
ON
THE PROJECT FOR
CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND
EARLY WARNING IN THE KINGDOM OF BHUTAN
AGREED UPON BETWEEN
GROSS NATIONAL HAPPINESS COMMISSION
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Thimphu, XX XX 2012

Chief Representative of JICA Bhutan

Secretary of Gross National
Happiness Commission





Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey on the Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in The Kingdom of Bhutan (hereinafter referred to as "the Project") signed on 18 October 2012 between Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as "DHMS") and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA held a series of discussions with DHMS and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

Both parties agreed the details of the Project and main points discussed as described in the Appendix 1 and the Appendix 2, respectively, and to request their respective governments to proceed with the necessary procedures for implementation of the Project.

Both parties also agreed that DHMS, the counterpart to JICA, will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of Bhutan.

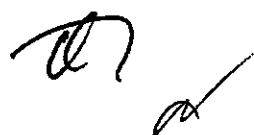
The Project will be implemented within the framework of the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme and the Note Verbales to be exchanged between the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and the Royal Government of Bhutan (hereinafter referred to as "RGoB").

The effectiveness of the record of discussions is subject to the exchange of the Note Verbales.

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Main Points Discussed * To be attached if necessary

Appendix 3: Minutes of Meetings on 18 October 2012

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'D' followed by a horizontal line and a small flourish.

PROJECT DESCRIPTION

Both parties confirmed that there is no change in the Project Description agreed on in the minutes of meetings on the concerning Detailed Planning Survey on the Project signed on 18 October 2012 (Appendix 3).

I. BACKGROUND

Bhutan is experiencing the increase in number of disasters related to hydro-meteorological hazards such as flash floods and rainstorm including cyclone (Aila in May 2009) that were not observed before. For instance a record rainfall brought by cyclone Aila has left 12 people dead and damage to infrastructure, and cost the government US\$ 15.800 million.

A glacial lake outburst flood (hereinafter referred to as "GLOF") occurs when a body of water that is contained by a glacier or terminal moraine is released. In Bhutan, hazard from GLOF is an urgent environmental and economic issue. Since 1960s, a number of GLOFs have been recorded concurrently with shrink of glaciers and expansion of glacial lakes over the region. The most recent GLOF occurred in October 1994 from the partial burst of the Luggye Tsho in eastern Lunana. This flood caused loss of 21 lives and extensive damage to property along the Punakha- Wangdi valley.

Since the mechanism and event probability of GLOF remains unexplained despite of a number of previous researches, JICA/JST conducted a project "The Study on Glacial Lake Outburst Flood in Bhutan Himalayas" in the period of 2009-2012 to assess GLOF risk in the Mangdechhu River basin, central Bhutan. The project concluded that there is no urgent risk of potential lakes in the basin, which needs to be mitigated by counter measures such as lowering of lake's water level. Considering the catastrophic phenomenon of GLOF, however, the project recommended continuous monitor of glacier lakes as well as development of early warning system in the basin.

With consideration of such situations as mentioned above, Bhutanese government upgraded the Division of Hydro-Met Service to Department and established "National Weather, Flood Forecasting and Warning Center" (hereinafter referred to "NWFFWC") to cope with water related disaster in the country. The hydro-meteorological network in Bhutan has been designed and developed since 1991. However, there is limited or no climate monitoring stations in the northern region where most of the aforementioned disasters have the roots. Moreover, the existing stations are mainly manual operated stations, where data are observed by observers leaving many missing data which are not suitable for climate modeling and related analysis.

In order to meet the natural disasters of hydro-meteorological origins requires adequate multi-tier observation network for in-situ data collection in real or near real time to provide reliable weather forecasting, flood forecasting and warning to safe guard life and property. The current observation network in Bhutan is inadequate in terms of spatial coverage and representativeness.

In response to such background, Bhutanese government requested to Japanese government the Project for establishing early warning system for GLOF and rainfall flood in Mangdechhu and Chamkharchhu.

II. OUTLINE OF THE PROJECT

Details of the Project are described in the Logical Framework (Project Design Matrix: PDM) (Annex XX) and the tentative Plan of Operation (Annex XX).

1. Input

(1) Input by JICA

JICA will take, at its own expense, the following measures according to the normal procedures under the Colombo Plan Technical Cooperation:

(a) Dispatch of Experts

Details of the dispatch of experts are described in Annex III

(b) Training

JICA will receive the Bhutanese personnel connected with the Project for technical training in Japan.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DHMS during the implementation of the Project, as necessary.

(c) Machinery and Equipment

JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in Annex IV.

In case of importation, the machinery, equipment and other materials under II-1 (1) (c) above will become the property of the RGoB upon being delivered C.I.F. (cost, insurance and freight) to the Bhutan authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DHMS during the implementation of the Project, as necessary.

(2) Input by RGoB

RGoB will take necessary measures to provide at its own expense:

(a) Services of DHMS's counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-2;

(b) Suitable office space with necessary equipment;

(c) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by JICA;

(d) Information as well as support in obtaining medical service;

(e) Credentials or identification cards;

(f) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;

(g) Running expenses necessary for the implementation of the Project;

(h) Expenses necessary for transportation within Bhutan of the equipment referred to in II-1 (1) as well as for the installation, operation and maintenance thereof; and

(i) Necessary facilities to the JICA experts for the remittance as well as

utilization of the funds introduced into Bhutan from Japan in connection with the implementation of the Project

2. Implementation Structure

The roles and assignments of relevant organizations are as follows:

(1) DHMS

(a) Project Director
Director of DHMS

(b) Project Manager
Head of Hydrology Division, DHMS

(2) Department of Disaster Management, Ministry of Home and Cultural Affairs (hereinafter referred to as DDM)

(3) Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as DGM)

(4) Department of Engineering Services, Ministry of Works and Human Settlements (hereinafter referred to as DoES)

(5) JICA Experts

The JICA experts will give necessary technical guidance, advice and recommendations to DHMS on any matters pertaining to the implementation of the Project.

(6) Joint Coordinating Committee

Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to facilitate inter-organizational coordination. JCC will be held at least once a year and whenever deemed necessary. JCC will approve an annual work plan, review overall progress, conduct monitoring and evaluation of the Project, and exchange opinions on major issues that arise during the implementation of the Project. A list of proposed members of JCC is shown in the Annex XX.

3. Project Site(s) and Beneficiaries

(1) Project Site

Thimphu headquarters

(2) Pilot Site

Mangdechhu, Chamkharchhu river basins

(3) Direct Beneficiary

DHMS, DDM, DGM, DoES, Target local government and community in the Project sites

(4) Indirect Beneficiary

Bhutanese people

4. Duration

The cooperation period of the Project will be three (3) years.

5. Reports

DHMS and JICA experts will jointly prepare the following reports in English.

- (1) Inception Report at the beginning of the Project
- (2) Progress Report on semiannual basis until the project completion
- (3) Project Completion Report at the time of project completion

6. Environmental and Social Considerations

- (1) RGoB agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. UNDERTAKINGS OF RGoB

1. RGoB will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the Bhutan nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of Bhutan, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of Bhutan from technical training as well as the equipment provided by JICA will be utilized effectively in the implementation of the Project; and
- (2) grant privileges, exemptions and benefits to the JICA experts referred to in II-1 (1) above and their families, which are no less favorable than those granted to experts of third countries performing similar missions in Bhutan under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme.

2. RGoB will take necessary measures to:

- (1) provide security-related information as well as measures to ensure the safety of the JICA experts;
- (2) permit the JICA experts to enter, leave and sojourn in Bhutan for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees.
- (3) exempt the JICA experts from taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material necessary for the implementation of the Project;
- (4) exempt the JICA experts from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to them and/or remitted to them from abroad for their services in connection with the implementation of the Project; and
- (5) exempt taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material, referred to in II-1 above, necessary for the implementation of the Project.

3. RGoB will bear claims, if any arises, against the JICA experts resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the JICA experts.

IV. EVALUATION

1. JICA and the RGoB will jointly conduct the following evaluations and reviews.

- (1) Mid-term review at the middle of the cooperation term
- (2) Terminal evaluation during the last six (6) months of the cooperation term

2. JICA will conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. The RGoB is required to provide necessary support for them.

- (1) Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle
- (2) Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, RGoB will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of Bhutan.

VI. MUTUAL CONSULTATION

JICA and RGoB will consult with each other whenever any major issues arise in the course of Project implementation.

VII. AMENDMENTS

The record of discussions may be amended by the minutes of meetings between JICA and RGoB.

The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the record of discussions.

ANNEX I	PROJECT DESIGN MATRIX (PDM)
ANNEX II	PLAN OF OPERATION
ANNEX III	LIST OF JICA EXPERTS
ANNEX IV	LIST OF EQUIPMENT
ANNEX V	LIST OF PROPOSED MEMBERS OF JOINT COORDINATING COMMITTEE
ANNEX VI	LIST OF COUNTERPARTS

ANNEX III

LIST OF JICA EXPERTS (Tentative)

Fields of experts to be covered by the Japanese experts are as follows:

1. Watershed Disaster Management (Chief Advisor)
2. Meteorology / Climate Change Adaptation
3. Hydrology / Glaciology
4. Flood Hazard Map / GIS
5. Weather Forecasting
6. Information Network / EWS
7. Community Disaster Management



ANNEX IV

LIST OF EQUIPMENT (Tentative)

1. Equipment related to early warning system
2. Office equipment
3. Other equipment mutually agreed upon as necessary for the implementation of the Project

Handwritten signature or initials in the bottom right corner of the page.

ANNEX V

LIST OF PROPOSED MEMBERS OF JOINT COORDINATING COMMITTEE
(Tentative)

1. Bhutanese side
 - Director of DHMS (Chairperson)
 - Representative of DDM
 - Representative of DGM
 - Representative of DoES
 - Representative of GNHC
2. Japanese side
 - Chief Representative of JICA Bhutan Office
 - JICA Experts

Note: Member of JCC is (are) subject to change when necessity arises based on mutual consultation between Japanese and Bhutanese sides.

Representative(s) of the Embassy of Japan in India may participate in the JCC as observer(s).



ANNEX VI

LIST OF COUNTERPARTS (Tentative)

1. DHMS
Karma Dupchu, Hydrology Division
Pema Wangdi, Hydrology Division
Sangay Tenzin, Hydrology Division
Chhimi Dorji, Planning, Coordination and Research Division
Tshencho Dorji, Meteorology Division
Tayaba Tamang, Meteorology Division
Sangay Tashi, IT officer
2. DDM
3. DGM
4. DoES
Kelzang Nima, Flood Management Division

The rest of member will be confirmed by signing of R/D



Appendix 2

MAIN POINTS DISCUSSED
(Tentative)

Handwritten signature/initials

Tentative Project Design Matrix (PDM0)

Project Title: Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan

Project Duration: (3 years)

Project Site: Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins in Kingdom of Bhutan

Target Group : DHMS, DDM, DGM, DOES, Local Governments and communities in the Project Site

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
[Overall Goal] Nationwide disaster resilient society against natural disasters such as GLOF and rainstorm flood for Climate Change Adaptation is realized in Bhutan.	a. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning is properly disseminated to relevant agencies at central and local level.	a. 12 th FYP b. DHMS/DDM report	
[Project Purpose] Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is enhanced.	a. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning is in place in accordance with developed Standard Operation Procedure (SOP), b. Early warning and evacuation drills in the pilot basins are regularly conducted by use of developed EWS (at least once in a year).	a. 11 th FYP Mid-term review b. Project documents	- Necessary budget of DHMS and DDM for maintaining IGEWS is secured. - Government policy of Bhutan on disaster management does not change significantly.
[Outputs] 1: Capacity of NMFFWC on GLOF/rainstorm flood risk assessment, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies is enhanced.	a. Equipment and facilities for NMFFWC are installed as scheduled and utilized as planned. b. GLOF/rainstorm flood risk zonation maps are developed. c. Flood and weather forecasting is daily delivered utilizing improved forecasting system. d. SOP on emergency information sharing is developed.	a. Project documents b. The zonation maps c. SOP at central level	- Staff of DHMS, DGM, DOES and DDM who participated in trainings of the Project will continuously work in their offices.
2: Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.	a. Equipment and facilities for EWS are installed as scheduled and utilized as planned. b. EWS operation and maintenance manual is developed. c. Trainings for the operation and maintenance of EWS are conducted by use of the manual. (All DHMS staff in charge will join the trainings).	a. Project documents b. The manual c. Training report	
3: Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.	a. Workshops for flood emergency response on warning and evacuation are held with the stakeholders in the target sub-districts. b. Evacuation drill by use of developed EWS is planned and conducted in the pilot basins. c. SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins is developed.	a. Workshop report b. Drill evaluation report c. SOP at local level	

Activities	Input	
<Output 1> 1-1. Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS /NW/FWC to develop feasible and sustainable integrated platform. 1-2. Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NW/FWC staff to operate and maintain the system. 1-3. Review previous study including SATREPS on the potential risk of glacial lakes, and estimate the magnitude of GLOF as well as possible flood considering future climate change in collaboration with DGM and DoES. 1-4. Prepare and improve GLOF/rainstorm flood risk zonation maps to be utilized for activity 3-2 through the training to NW/FWC, DGM and DoES staff. 1-5. Improve flood and weather forecasting system by use of accumulated hydro-meteorological data as well as numerical weather prediction data (GPV: Grid Point Value). 1-6. Develop SOP on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies. <Output 2> 2-1. Review existing hydro-meteorological network and planned hydropower plants from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood. 2-2. Analyze GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, flood arrival time and the other hydrological information to be applied for designing of EWS. 2-3. Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing. 2-4. Install equipment and facilities for the EWS into the both pilot basins and NW/FWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools. 2-5. Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance. <Output 3> 3-1. Review flood emergency response on warning and evacuation in the pilot basins through workshops with participation of DDM, Local Government and Community residents. 3-2. List up the target communities and examine flood warning criteria in the pilot basins in the discussion with Local Government considering the findings derived from the activity 1-4, 2-2. 3-3. Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins. 3-4. Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.	【Japanese side】 (1) Dispatch of Experts Experts(7): - Watershed Disaster Management (Chief Advisor) - Meteorology / Climate Change Adaptation - Hydrology / Glaciology - Flood Hazard Map / GIS - Weather Forecasting - Information Network / EWS - Community Disaster Management (2) Provision of equipment - Detailed contents will be determined through the implementation of the Project. (3) C/P Training in Japan (4) Local cost shared by Japanese side - If necessity arises	【Bhutan side】 (1) Counterpart(C/P) personnel - Project Director - Project Manager - Counterparts (2) Office space and facilities for the Project - Office space / facilities - Electricity, Water supply and Internet connection (3) Necessary data - Geometric data - Hydro-Meteorological data - Socio-economic data etc. (4) Necessary arrangement - Land allocation for EWS (5) Local cost shared by Bhutan side [Pre-condition] - Necessary budget for the Project is allocated without any significant delay. - Necessary equipment for the Project is procured without significant delay. Political situation of Bhutan is stable.

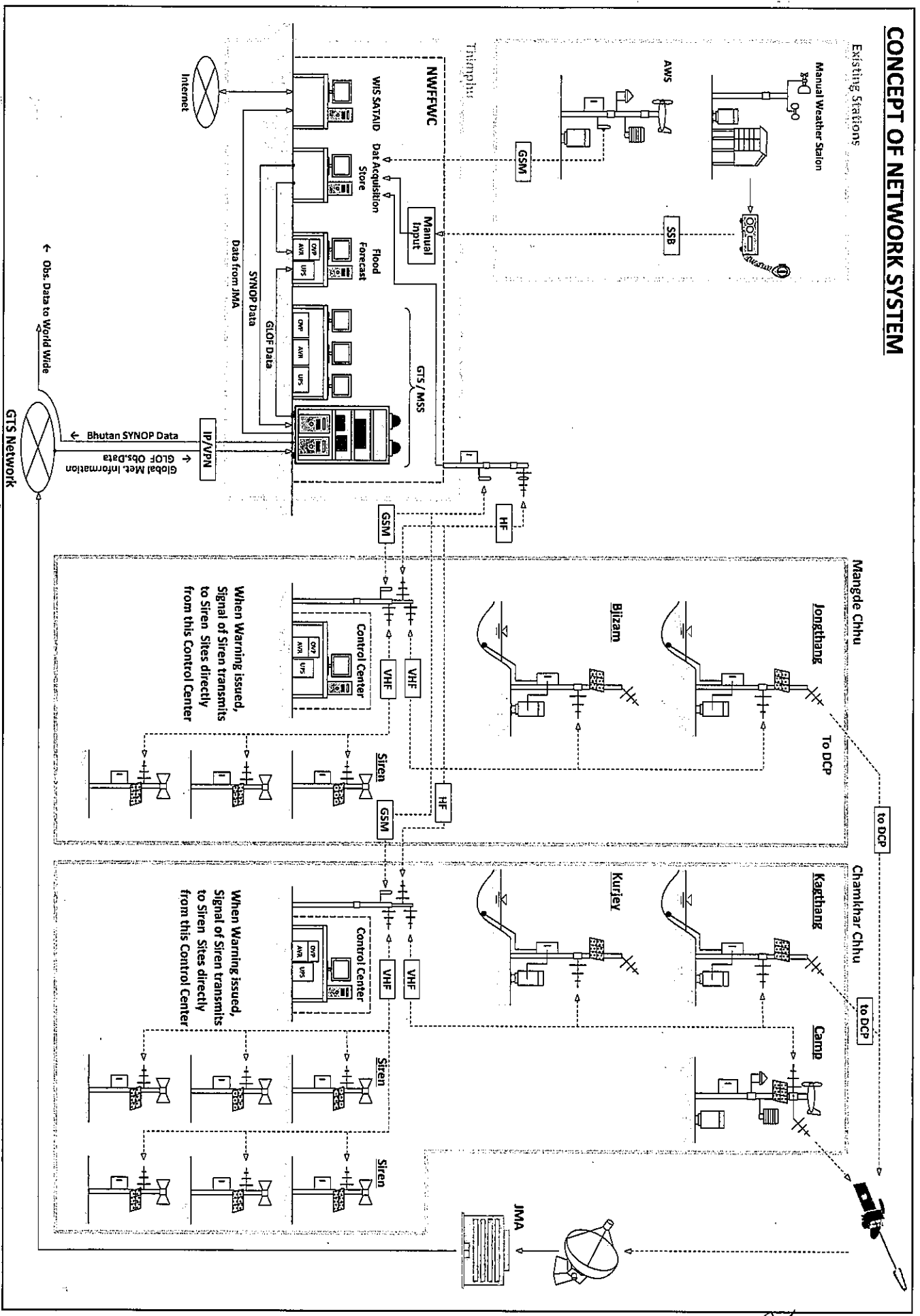
Tentative Plan of Operation (POO)

ATTACHMENT IV

		1st Year	2nd Year	3rd Year
Output 1: Capacity of NWFFWC on GLOF/rainstorm flood risk assessment, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies is enhanced.				
[1-1] Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS/NWFFWC to develop feasible and sustainable integrated platform.				
[1-2] Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NWFFWC staff to operate and maintain the system.				
[1-3] Review previous study including SATREPS on the potential risk of glacial lakes, and estimate the magnitude of GLOF as well as possible flood considering future climate changes in collaboration with DGM and DOES.				
[1-4] Prepare and improve GLOF/rainstorm flood risk zonation maps to be utilized for activity 3-2 through the training to NWFFWC, DGM and DOES Staff.				
[1-5] Improve flood and weather forecasting system by use of accumulated hydro-meteorological data as well as numerical weather prediction data (GPV, Gfd Point Value).				
[1-6] Develop standard operation procedure manuals on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies.				
Output 2: Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chancherchiu.				
[2-1] Review existing hydro-meteorological network and planned hydropower plants from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood.				
[2-2] Analyze GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, flood arrival time and the other hydrological information to be applied for designing of EWS.				
[2-3] Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing.				
[2-4] Install equipment and facilities for the EWS into the both pilot basins and NWFFWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools.				
[2-5] Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance.				
Output 3: Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.				
[3-1] Review flood emergency response on warning and evacuation in the pilot basins through workshops with participation of DDW, Local Government and Community residents.				
[3-2] List up the target communities and examine flood warning criteria in the pilot basins in the discussion with Local Government considering the findings derived from the activity 1-4, 2-2.				
[3-3] Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins.				
[3-4] Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.				

12

CONCEPT OF NETWORK SYSTEM



Handwritten signature or mark.

PERSONNEL PLAN OF DHMS

Division and its Duty on the Project	Recommended Staff Members	Extension Plan of Staff Members on this Project until the completion of this Project
<u>Meteorology and Hydrology Divisions</u> ① 24 hours Operation ② Issue Warning	{Forecaster(1)+Technician(3)} ×4 Group +Day duty(2) =18 staff	{Forecaster(1)+Technician (2)} ×3 Groups +Day duty(2) =11 staff
<u>Telecommunication and Instrument Division</u> ① 24 hours monitoring of GTS/MSS ② Management of other related Instruments ③ Data input of Synop data from Local Observatories	{(Engineer +Technician) (3) ×4 groups} +Day duty(1) =13 staff	{(Engineer +Technician) (3) ×3 groups} +Day duty(1) =10 staff
<u>Travelling Maintenance Group</u> ① Regular maintenance once/month for every local sites ② Maintenance/repair in case of Instrument failure ③ Instruments to be maintained : Hydro-Met Observation system, Siren system, Transmit system related to JICA Project	{(Travelling Maintenance staff) (2) ×2 Groups} + {Staff of H/Q (2)} =6 staff	<i>(DHMS already have Travelling maintenance group: one group=2~3staff for ① & ② below)</i> ① Annual maintenance ② Data down load/Maintenance (Once/2~3 months) Existing Travelling Group also maintains the instruments to be installed in this Project. Adding, one more maintenance (shown below) is carried out by 1 (one) staff ③ Monthly maintenance for all instruments of this Project
<u>Control Center</u> ① 24 hours operation of Observation ② Management of instruments ④ Distribution of Warning Information, if needed	{(Observers (3)×3 Groups) + OIC(1)}×2 Stations=20 staff	{(Observers(2)×3 Groups) + OIC (1)}×2 Stations=14 staff members

添付資料 2
PDM 及び PO

プロジェクト・デザイン・マトリックス案 (PDM)

ANNEX I

プロジェクト名：ブータン国氷河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト

プロジェクト期間：（3年間）

対象地域：ブータン国 Mangde 川及び Chamkhar 川流域

ターゲットグループ：DHMS、DDM、DGM、DoES、NLCS、プロジェクトサイトの地方政府及びコミュニティ

プロジェクトの要約		指 標	入手段	外部条件
[上位目標] 「ブ」国における気候変動対応策として、GLOF や洪水等の自然災害に対応する強 靱な社会が確立する。		a. 中央・地方政府機関（パイロット流域以外も含む）及 びダム管理者を含む関係セクターに対し、GLOF 及び 洪水に関する予警報が気象・水文データの蓄積により、 より精度の高い状態で NWFFWC から発信・伝達され る。 b. パイロット流域以外で、早期警報システムが導入され、 それを用いて、最低一つのコミュニティで避難訓練が 実施される。	a. 第 12 次 5 カ年計画 b. DHMS/DDM 報告書	- DHMS 及び DDM の早期警報シ ステムの維持管理に必要な予算 が適切に確保される。 - 「ブ」国の防災分野の政策に、 大きな変化がない。
		a. GLOF 及び洪水に関する予警報が、作業手順書（SOP） に従って発令される。 b. パイロット活動流域において、開発された早期警報シ ステムを活用した早期警報及び避難訓練が定期的に実 施される（最低年 1 回）	a. 第 11 次 5 カ年計画中間評価 b. プロジェクト文書	
[成 果] 1：関連機関のGLOF及び洪水リスクアセスメント、都市開発計画、防災、洪水・ 気象予報、及び関連機関との緊急情報共有に関する能力が向上する。		a. 開発計画の中に災害リスクアセスメントを取り込む組 織制度の強化計画が策定される。 b. NWFFWC 用資機材が予定どおり設置され計画どおり 利用される。 c. GLOF 及び洪水危険区域図が作成される。 d. 改善された予報システムを活用して、日々の洪水及び 気象予報が配信される。 e. 緊急情報共有のための SOP が作成される。	a. 組織制度強化計画 b. プロジェクト文書 c. 区域図 d. DHMS 気象予警報報告書 e. 中央レベルの SOP	- プロジェクトの研修に参加した DHMS、DDM、DoES、DGM 職 員が、継続して業務を続ける。
		a. EWS 用資機材が予定通り設置され計画どおり活用さ れる。 b. EWS の維持管理マニュアルが作成される。 c. EWS の維持管理に関する研修がマニュアルを用いて 実施される。（DHMS 担当職員全てが研修に参加す る。）	a. プロジェクト文書 b. マニュアル c. 研修報告書	
3: パイロット流域におけるGLOF及び洪水災害に対して、中央及び地方レベルでの 緊急対応能力が強化される。		a. 対象地区のステークホルダー参加のもと、警報及び避 難に関する洪水緊急対応のワークショップが開催され る。 b. 開発された EWS を用いた避難訓練がパイロット流 域で計画・実施される。 c. パイロット流域における GLOF 及び洪水にかかる SOP が作成される。	a. ワークショップ報告書 b. 避難訓練評価報告書 c. 地方レベルの SOP	

2：マンデ川及びチャムカール川の各パイロット流域において、GLOF及び洪水を
対象とした早期警報システム（EWS）が開発・運用される。

活動	投入	
<成果 1> 1-1. 維持運用可能な統合システム構築を目的として、NWFFWC の既存の気象水文データ収集、モニタリング、警報等について現状分析を行う。 1-2. 統合システム構築に必要な資機材を導入し、NWFFWC 職員に対し、システムの運用維持管理のための研修を実施する。 1-3. 先行案件成果を含む氷河湖に関する調査結果を勘案のうえ、DGM 及び DoES の協力のもと、想定される GLOF、及び気候変動を踏まえた洪水規模について分析する。 1-4. GLOF/洪水リスクアセスメントを実施するセクターと開発担当セクター間の連携強化に向けた協議を実施する。 1-5. NWFFWC、DGM、DoES 及び NLCS 職員への研修を通じて、活動 3-2 に資するための GLOF 及び洪水に関するリスク地域マップを作成・改善する。 1-6. ワークショップ等を通じて、関係機関における災害に対する土地利用の意識を醸成する。 1-7. 災害リスクアセスメントの観点を開発計画に盛り込む必要性を確認し、そのための組織制度を検討し、提案する。 1-8. 収集された気象及び水文データや、全球気象予報データ (Grid Point Value) を活用しながら、洪水及び気象予報のシステムを改善する。 1-9. 関係機関との協議やワークショップ等を通じて、緊急時の情報共有に関する SOP を策定する。	【日本側】 (1) 専門家派遣 専門家(7): - 流域防災計画(チーフアドバイザー) - 気象/ 気候変化適応 - 水文/ 氷河学 - 洪水ハザードマップ/ GIS - 気象予報 - 情報通信/ 早期警報システム計画 - コミュニティ防災 (2) 機材供与 - 詳細な内容はプロジェクト実施を通じて確定される。 (3) C/P 本邦研修 (4) 日本側が負担するローカルコスト - 必要に応じて	【「ブ」側】 (1) カウンターパート(C/P) - プロジェクト・ディレクター - プロジェクト・マネージャー - カウンターパート (2) 執務スペース及びプロジェクト設備 - 執務スペース/ 設備 - 電気、水及びインターネット接続 (3) 必要データ - 地理情報データ - 水文気象データ - 社会経済データ等 (4) 必要な準備 - EWS のための用地確保 (5) 「ブ」側が負担するローカルコスト
<成果 2> 2-1. GLOF 及び洪水への行政対応という観点から、既存の気象水文観測網や計画中の水力発電所に関する現状分析ならびに課題抽出を行う。 2-2. 早期警報システム設計のための基本データとして、GLOF 及び洪水の想定流量、高水位、到達時間、及びその他の水文情報について解析する。 2-3. 感知システム、通信ネットワーク、データ管理等からなる早期警報システムの配置ならびに仕様等の施設設計を行う。 2-4. 各パイロット流域ならびに NWFFWC に対し、必要となるスベア部品や維持管理のための資材を含む機材及び施設を導入する。 2-5. 早期警報システムの運用維持管理に関するマニュアルを作成し、中央及び地方の DHMS 職員に対し、試験・運用・維持管理のための研修を実施する。 <成果 3> 3-1. DDM、対象流域の地方政府、コミュニティ住民の参加のもとワークショップを開催し、流域における洪水避難予警報にかかる課題を整理・分析する。 3-2. 活動 1-5.2-2 で得られた知見を考慮して、地方政府との協議のうえ、対象流域における洪水予警報発令基準、及び避難対象とするコミュニティの範囲を特定する。 3-3. 開発された早期警報システムの操作訓練、それに基づいた洪水予警報・避難訓練計画・実施する。 3-4. 活動 3-1~3 に対する評価を通じて、対象流域における GLOF 及び洪水対応のための作業手順書 (SOP) を作成する。		[前提条件] 「ブ」国の政治情勢が安定している。

- 遅滞なく、プロジェクト関係予算が配分される。
- 遅滞なく、必要機材が設置される。

活動計画案 (PO0)

	第1年次	第2年次	第3年次
成果 1: 関連機関のGLOF及び洪水リスクアセスメント、都市開発計画、防災、洪水・気象予報、及び関連機関との緊急情報共有に関する能力が向上する。			
[1-1] 維持運用可能な統合システム構築を目的として、NWFFWCの既存の気象水文データ収集、モニタリング、警報等について現状分析を行う。			
[1-2] 統合システム構築に必要な資機材を導入し、NWFFWC職員に対し、システムの運用維持管理のための研修を実施する。			
[1-3] 先行案件成果を含む水河湖に関する調査結果を勘案のうえ、DGM及びDoESの協力のもと、想定されるGLOF、及び気候変動を踏まえた洪水規模について分析する。			
[1-4] GLOF/洪水リスクアセスメントを実施するセクターと開発担当セクター間の連携強化に向けた協議を実施する。			
[1-5] NWFFWC、DGM、DoES及びNLCS職員への研修を通じて、活動3-2に資するためのGLOF及び洪水に関するリスク地域マップを作成・改善する。			
[1-6] ワークショップ等を通じて、関係機関における災害に対する土地利用の意識を醸成する。			
[1-7] 災害リスクアセスメントの観点を開発計画に盛り込む必要性を確認し、そのための組織制度を検討し、提案する。			
[1-8] 収集された気象及び水文データや、全球気象予報データ (Grid Point Value)を活用しながら、洪水及び気象予報のシステムを改善する。			
[1-9] 関係機関との協議やワークショップ等を通じて、緊急時の情報共有に関するSOPを策定する。			
成果 2: マンデ川及びチャムカールレ川の各パイロット流域において、GLOF及び洪水を対象とした早期警報システム(EWS)が開発・運用される。			
[2-1] GLOF及び洪水への行政対応という観点から、既存の気象水文観測網や計画中の水力発電所に関する現状分析ならびに課題抽出を行う。			
[2-2] 早期警報システム設計のための基本データとして、GLOF及び洪水の想定流量、高水位、到達時間、及びその他の水文情報について解析する。			
[2-3] 感知システム、通信ネットワーク、データ管理等からなる早期警報システムの配置ならびに仕様等の施設設計を行う。			
[2-4] 各パイロット流域ならびにNWFFWCに対し、必要となるスベア部品や維持管理のための資材を含む機材及び施設を導入する。			
[2-5] 早期警報システムの運用維持管理に関するマニュアルを作成し、中央及び地方のDHMS職員に対し、試験・運用・維持管理のための研修を実施する。			
成果 3: パイロット流域におけるGLOF及び洪水災害に対して、中央及び地方レベルでの緊急対応能力が強化される。			
[3-1] DDM、対象流域の地方政府、コミュニティ住民の参加のもとワークショップを開催し、流域における洪水避難予警報にかかる課題を整理・分析する。			
[3-2] 活動1-5-2-2で得られた知見を考慮して、地方政府との協議のうえ、対象流域における洪水予警報発令基準、及び避難対象とするコミュニティの範囲を特定する。			
[3-3] 開発された早期警報システムの操作訓練、それに基づいた洪水予警報・避難訓練計画・実施する。			
[3-4] 活動3-1～3にに対する評価を通じて、対象流域におけるGLOF及び洪水対応のための作業手順書(SOP)を作成する。			

添付資料 3

カウンターパートリスト

Project Counterpart List

Main Counterpart Agency (DHMS)

<u>Name</u>	<u>Division</u>	<u>Position</u>
Mr. Karma Tsering	DHMS	Director, <u>Project Director</u>
Mr. Karma Dupchu	Hydrology Division	Division Chief, DHMS, <u>Project Manager</u>
Mr. Pema Wangdi	Hydrology Division	Engineer, <u>Deputy Project Manager</u>
Mr. PP Sharma	Hydrology Division	Executive Engineer
Mr. Sangay Tenzin	Hydrology Division, FWS	Engineer
Ms. Kuenzang	Hydrology Division, FWS	Engineer
Mr. Kush Rai	Hydrology Division, FWS	Engineer
Mr. Ajay Pradham	Hydrology Division	
Mr. Bikash Pradhan	Hydrology Division	Engineer/Hydro-met officer
Mr. Tandin Wangchuk	Hydrology Division	Asst, Engineer
Mr. Manila	Hydrology Division	Sr. Hydro-met Technician
Mr. Ngawang Namgyal	Hydrology Division	ICT Technician
Ms. Passang Gyem	Hydrology Division	Technician
Mr. Jigme Wangdi	Hydrology Division	Technician
Mr. Tayba Buddha Tamang	Meteorology Division	Offg. Chief of Division
Mr. Kinzang Sonam	Meteorology Division	Chief Meteorologist
Mr. Chhmi Wangda	Meteorology Division	Asst, Meteorologist Officer
Mr. Sonam Tashi	Meteorology Division	Forecaster
Mr. Tshering Pelior	Meteorology Division	Forecaster
Mr. Phurba	Meteorology Division	Forecaster
Mr. Ranjit Tamang	Meteorology Division	Forecaster
Ms. Pema Syeldon	Meteorology Division	Engineer
Mr. Jangchup Chopel Dorji	Meteorology Division	Engineer
Mr. Karma Tshewang	Meteorology Division	Junior Engineer
Mr. Karma Tenzin	Meteorology Division	Chief Technician
Mr. Ranjit Tamang	Meteorology Division	Met Technician
Mr. Phub Phurba	Meteorology Division	Met Technician
Mr. Cheki Dorj	Meteorology Division	Technician
Mr. Norbu Wangdi	Meteorology Division	Technician

Mr.Thinley Wanghuk	Meteorology Division	Technician
Mr. Phuntsho Namgyal	PCRD	Division Chief
Mr. Sangay Tashi	PCRD	ICT Officer
Mr. Tshewang Rinzin	PCRD	Engineer
Ms. Dema Yangzom	PCRD	Engineer
Mr. Tsering Tashi	Snow & Glacier Division	Offtg. Chief of Division
Mr. Ngawang Namgyal	ICT	Hydro-met Technician
Mr. Sonam Chedup	MOEA	Head ICT Division

Sub Counterpart Agencies

<u>Name</u>	<u>Organization</u>	<u>Position</u>
Mr. Jigme Chogyal	DDM, MHCA	Program Officer
Mr. Tsering Penjore	DGM, MoEA	Executive Geologist
Ms. Thinley Choden	FEMD, DoES, MoWHS	Executive Engineer
Mr. Tashi Phuntsho	FEMD, DoES, MoWHS	Dy. Ex. Engineer
Ms. Kuenzang Choden	FEMD, DoES, MoWHS	Engineer
Mr. Nima Tshering	Topographic Division, NLC	Head/Chief
Ms. Tashi Wangmo	DHS, MoWHS	Chief of Survey and GIS

Pilot Project Area (Mangdechhu River Basin)

<u>Name</u>	<u>Organization</u>	<u>Position</u>
Mr. Jamyang Chojuy	Trongsa District Office	District Disaster Management Officer
Ms. Sangay Choden	Mangdechhu CNC, DHMS	EWS Operator
Mr. A.C.Ghimiray	MHPA	
Mr. Norbu Sa Foreslei	MHPA	

Pilot Project Area (Chamkharchhu River Basin)

<u>Name</u>	<u>Organization</u>	<u>Position</u>
Mr. Tshewang Dorji	Bumthang District Office	District Disaster Management Officer
Mr. Dungchu Wangdi	Kurjey, DHMS	Hydrological Observer

Mr. Tashi Tenzin	Kurjey, DHMS	Hydrological Observer
------------------	--------------	-----------------------

Mainstreaming Disaster Risk Reduction Working Group (MDRR W/G)

<u>Name</u>	<u>Organization</u>	<u>Position</u>
Mr. Karma Dupchu	HD, DHMS	Chief Hydrology Officer
Mr. Phuntsho Namgyal	PCRD, DHNS	Chief of PCRD
Mr. Tsering Tashi	SGD, DHMS	Engineer
Mr. Bikash Pradhan	HD, DHMS	Engineer/Hydro-met officer
Ms. Dema Yangzom	PCRD, DHMS	Engineer
Mr. Jigme Chogyel	DDM, MHCA	Program Officer
Mr. Tshering Penjore	DGM	Ex. Geologist
Ms. Thinley Choden	FEMD, DoES, MoWHS	Ex. Engineer
Mr. Tashi Phuntsho	FEMD, DoES, MoWHS	Dy. Ex. Engineer
Mr. Tshering Penjor	NLCS	Chief Survey Engineer
Mr. Tenzin Norbu	NLCS	Survey Engineer
Mr. Sonam Dendup	NLCS	DCSE
Ms. Tashi Wangmo	DHS, MoWHS	Chief Urban Planner
Mr. Yasuhiko Kato	JICA Expert	Chief Advisor/ Basin Disaster Management Planning

Flood Hazard Map Working Group (FHM W/G)

<u>Name</u>	<u>Organization</u>	<u>Position</u>
Mr. Karma Dupchu	HD, DHMS	Chief Hydrology Officer
Mr. Bikash Pradhan	HD, DHMS	Engineer/Hydro-met officer
Mr. Jigme Wangdi	HD, DHMS	Technician
Mr. Somik Mukherjee	FWS, HD, DHMS	HEAD/TMO
Mr. Sangay Tenzin	FWS, HD, DHMS	AE-I
Mr. Kuenzang	FWS, HD, DHMS	AE-II
Mr. Kush Rai	FWS, HD, DHMS	Engineer
Mr. Chhimi Dorji	SGD, DHMS	Ex. Engineer
Mr. Tshering Wangchuk	SGD, DHMS	Engineer
Mr. Tayba Buddha Tamang	MD, DHMS	Dy. Ex. Engineer
Mr. Sonam Rabten	MD, DHMS	Engineer

Mr. Phuntsho Namgyel	PCRD, DHMS	Chief
Mr. Tshewang Rinzin	PCRD, DHMS	Engineer
Mr. Jigme Chogyel	DDM, MHCA	Program Officer
Mr. Tshering Penjore	DGM	Ex. Geologist
Mr. Lalit Kr. Chhetri	DGM	MPO
Ms. Thinley Choden	FEMD, DoES, MoWHS	Ex. Engineer
Mr. Tashi Phuntsho	FEMD, DoES, MoWHS	Dy. Ex. Engineer
Mr. Kinley Dorji	FEMD, DoES, MoWHS	Dy. Ex. Engineer
Mr. Jigme Phuntsho	FEMD, DoES, MoWHS	Dy. Ex. Engineer
Ms. Kuenzang Choden	FEMD, DoES, MoWHS	Engineer
Mr. Megnath Neopanay	FEMD, DoES, MoWHS	Engineer
Mr. Pema Cheda	FEMD, DoES, MoWHS	Engineer
Mr. Sonam Dendup	NLCS	Engineer
Ms. Tashi Wangmo	DHS, MoWHS	Chief Urban Planner
Mr. Tomoyuki Wada	JICA Expert	Flood Hazard Map/ GIS

添付資料 4

インセプション・レポート
協議議事録

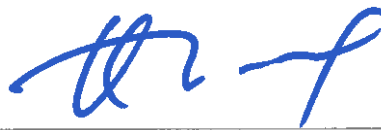
**MINUTES OF MEETINGS
ON
INCEPTION REPORT
FOR
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND EARLY WARNING**

**AGREED UPON BETWEEN
THE AUTHORITIES CONCERNED
OF THE GOVERNMENT OF KINGDOM OF BHUTAN
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

Thimphu, October 18, 2013



Mr. Yasuhiko Kato
Chief Advisor, Expert Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)



Mr. Karma Tsering
Director
Department of Hydro-Met Services
Ministry of Economic Affairs

In response to the request of the Government of Kingdom of Bhutan, the Government of Japan has decided to conduct the technical cooperation concerning the “Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Warning”(hereinafter referred to as “the Project”). The Japanese side and the Bhutanese side came to an agreement on the Record of Discussion (hereinafter referred to as “R/D”) which was signed on 14 May 2013 between Gross National Happiness Commission and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”).

Based on the R/D, JICA dispatched the Expert Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Mr. Yasuhiko Kato from 9 October 2013 for the commencement of the Project. The Team held a meeting with the officials of Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as “DHMS”) and other authorities concerned with the Project and explained the contents of the Inception Report (hereinafter referred to as “IC/R”). The list of the participants is attached as Annex 1.

The IC/R was accepted by the Bhutanese side in principle. The following are the main points discussed and agreed by the both sides.

1. Implementation of the Project

The Team explained and the Bhutanese side understood that the Project will be implemented by the Bhutanese initiative and supported by the Team.

2. Role of DHMS in the Project

DHMS, the main counterpart agency of the Project, takes the leadership of the Project implementation in collaboration with other authorities concerned and assumes overall responsibility for replicating and developing the Project outputs to other basins in Bhutan after completion of the Project.

3. Involvement of Sub-counterpart Agencies

DHMS shall closely collaborate with the following sub-counterpart agencies to implement smooth cooperative Project activity and to mainstream disaster risk assessment into development.

- Department of Disaster Management, Ministry of Home & Cultural Affairs (hereinafter referred to as “DDM”)
- Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as “DGM”)
- Department of Engineering Services, Ministry of Works and Human Settlement (hereinafter referred to as “DoES”)
- National Land Commission Secretariat (hereinafter referred to as “NLCS”)
- Department of Human Settlement, Ministry of Works and Human Settlements ((hereinafter referred to as “DHS”)

Handwritten signature

4. Establishment of Joint Coordinating Committee
DHMS intends to organize the Joint Coordinating Committee (JCC) soon in accordance with the R/D as shown in Annex 2
5. Nomination of Counterpart Personnel
The Team requested the Bhutanese side to assign enough number of counterparts for respective Project activities. The Bhutanese side agreed to assign the counterparts as shown in Annex 3.
6. Arrangement of Office for the Team
The Team requested DHMS to arrange an office and facilities required for the Team. DHMS agreed to prepare the working space for each expert in DHMS.
7. Land Allocation to Install Early Warning System
The Team requested DHMS to allocate the land to install the equipment and facilities for Early Warning Systems (EWS) in two pilot basins as soon as the installation sites are decided in order to meet the installation work schedule and to secure sustainable long-term operation. DHMS agreed to allocate the land in consultation with relevant agencies and local government after identification of project infrastructures sites (i.e. location of AWS, AWLS and sirens etc.)
8. Participation of Local Administration as a JCC member
DDM commented that the local governments of both pilot river basins shall be invited as a member of JCC, considering implementation and sustainability of the project activities. It shall be discussed with the local governments during the visit to the sites from October 20 to November 3, 2013.
9. Participation of DHS as Sub-counterpart Agency and JCC member
The Team proposed Department of Human Settlement, Ministry of Works and Human Settlements (hereinafter referred to as "DHS") to participate the Project as Sub-counterpart agency as well as a member of JCC, since DHS is responsible for regional development planning including land use. The Bhutanese side agreed to have DHS as Sub-counterpart agency and JCC member.
10. Roles on Flood Hazard Map
The Team responded to the query from DDM, the role and mandate on flood risk assessment and flood hazard mapping in the Project is still draft. It will be determined through baseline survey and will be decided in the first JCC in January 2014. DDM will share currently prepared survey result to the Team for this purpose.
11. Coordination with NAPA II Project
DHMS commented that it is important to make sure the Project and NAPA II synchronize nicely. The Team agreed to consider it.



12. Project Implementation Schedule for Each Relevant Agency

DHMS requested the project implementation schedule for each relevant agency to know which agency will be involved at which moment to work with the experts of the Team. The Team replied that the schedule will be prepared and shared at the first JCC in January 2014.

13. Next Meeting

The first JCC meeting will be held at the end of January, 2014. The followings are the main issues to be discussed:

- (1) to report the progress of the Project activities to JCC members,
- (2) to agree on the specifications of the equipment and facilities related to the EWS to be installed,
- (3) to define the objectively verifiable indicators in the Project Design Matrix (PDM) tentatively set as attached in R/D, in view of the results of the baseline survey to be carried out,
- (4) to present and agree on the work plan, and
- (5) to define and fix each role and responsibility for all counterpart agencies.

1/12

th

Annex-1

List of the Participants of IC/R Meetings

Bhutanese Side:

Mr. Karma Tsering	Director, DHMS
Mr. Karma Dupchu	Chief of Hydrology Division, DHMS
Mr. Singay Dorji	Chief of Meteorology Division, DHMS
Mr. Chhimi Dorji	Offtg. Chief of Snow & Glacier Division, DHMS
Mr. Phuntsho Namgyal	Offtg. Chief of Planning Coordination Division, DHMS
Mr. Pashupati Sharma	Executive Engineer of Hydrology Division, DHMS
Mr. Manila	Sr. Hydro-met Technician, DHMS
Ms. Peiden Zangmo	Chief Program Officer, DDM
Mr. Chencho Tshering	Program Officer, DDM
Mr. Jigme Chogyal	Program Officer, DDM
Mr. Tshring Penjore	Executive Geologist, DGM
Ms. Thinley Choden	Executive Director, DoES
Mr. Tenzin Norbu	Survey Engineer, NLCS
Mr. Ugyen M Tenzin	Chief of Urban Planning, Regional Planning Division, DHS
Ms. Tashi Wangmo	Dy. Chief of Urban Plannin, DHS
Mr. Rinchen Wangdi	Chief Program Coordinator, GNHC
Ms. Kuenzang L. Sangey	Dy. Chief Program Coordinator, GNHC
Mr. Karma Tsheing	Reporter, BBS
Ms. Tsheriny Yangzam	Reporter, Kuensel

Japanese Side:

Mr. Koichi Kitamura	Program Officer, Disaster Management Division 1, Water Resources and Disaster Management Group, Global Environment Department, JICA HQ
Ms. Yumiko Asakuma	Chief Representative, JICA Bhutan Office
Mr. Yasuhiko Kato	Chief Advisor/ Basin Disaster Management Planning
Mr. Toru Koike	Vice Chief Advisor/ Flood Forecasting and Warning
Mr. Shigeo Suizu	Meteorology/ Hydrology
Mr. Tetsuro Fukui	ICT/ Early Warning System Planning
Ms. Kaoru Sasaoka	CBDRM 2/ Training

A2



Annex-2

List of Members of Joint Coordinating Committee (JCC)

1. Bhutanese side
 - Director of DHMS (Chairperson)
 - Representative of DDM
 - Representative of DGM
 - Representative of DoES
 - Representative of NLCS
 - Representative of DHS
 - Representative of GNHC
2. Japanese side
 - Chief Representative of JICA Bhutan Office
 - JICA Experts

Note: Member of JCC is (are) subject to change when necessity arises based on mutual consultation between Japanese and Bhutanese sides. Representative(s) of the Embassy of Japan in India may participate in the JCC as observer(s).

Handwritten signature

Handwritten signature

Annex-3

List of Counterparts
(Tentative)

1. DHMS
Karma Dupchu, Hydrology Division
Pema Wangdi, Hydrology Division
Sangay Tenzin, Hydrology Division
Chhimi Dorji, Planning and Research Division
Tshencho Dorji, Meteorology Division
Tayaba Tamang, Meteorology Division
Sangay Tashi, IT officer
2. DGM
3. DGM
4. DoES
Kelzang Nima, Flood Management Division
5. NLCS
6. DHS

The rest of the member will be confirmed by first JCC.

Ab



添付資料 5

第 1 回合同調整委員会議事録

**MINUTES OF MEETINGS
ON
FIRST JOINT COORDINATING COMMITTEE
FOR
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND EARLY WARNING**

**AGREED UPON BETWEEN
THE AUTHORITIES CONCERNED
OF THE GOVERNMENT OF KINGDOM OF BHUTAN
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

Thimphu, February 10, 2014



Mr. Yasuhiko Kato
Chief Advisor, Expert Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)



Mr. Karma Tsering
Director
Department of Hydro-Met Services
Ministry of Economic Affairs

In response to the request of the Government of Kingdom of Bhutan, the Government of Japan has decided to conduct the technical cooperation concerning the “Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Warning”(hereinafter referred to as “the Project”). The Japanese side and the Bhutanese side came to an agreement on the Record of Discussion (hereinafter referred to as "R/D") which was signed on 14 May 2013 between Gross National Happiness Commission (hereinafter referred to as "GNHC") and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"). Based on the R/D, JICA dispatched the Expert Team (hereinafter referred to as "the Team") headed by Mr. Yasuhiko Kato from 9 October 2013 for the commencement of the Project.

The Team and the officials of main counterpart agency, Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as “DHMS”) and sub-counterpart agencies with GNHC discussed the progress of the Project activities at the First (1st) Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") on 7 February 2014. The list of the 1st JCC participants is attached as Annex 1. The following are the main points discussed and agreed by the both sides.

1. Progress of the Project Activities

The progress of the Project activities which were carried out for around four months from October 2013 to January 2014 by predominantly the counterpart personnel with support from the Team was agreed upon and accepted by the Bhutanese side in principle.

2. Participation of District Disaster Focal Person as JCC member

After the discussion between DHMS, the Team and the District governments of both pilot river basins in 2013, it was agreed that the District disaster focal person will participate in JCC as a regular member, considering smooth implementation and sustainability of the Project activities. Accordingly disaster focal persons of Trongsa and Bumthang Districts attended the 1st JCC. The revised JCC member list is attached as Annex 2.

3. Nomination of Counterpart Personnel

The Bhutanese side assigned the counterpart personnel as shown in Annex 3 upon the request from the Team.

4. Specifications of EWS Related Equipment and Facilities

The Team explained the outline of the technical specification of the Early Warning System (hereinafter referred to as “EWS”) related equipment and facilities to be procured and installed such as 1) GTS/MSS for NWFFWC and 2) EWS for two pilot river basins. The Bhutanese side agreed on and approved the specification in principle.

5. Appropriateness of the Indicators in the PDM

The Team reviewed the “objectively verifiable indicators” of the Project Design Matrix (PDM) tentatively set as attached in R/D through baseline survey. As a result, the Team proposed not

17

to revise the indicators in view of their appropriateness proved through the survey. The Bhutanese side agreed on that. The PDM of the Project is attached as Annex 4.

6. Project Implementation Schedule for Each Counterpart Agency

The team prepared the project implementation schedule for each counterpart agency to know which agency will be involved at which moment to work with the experts of the Team upon the request of DHMS. The Bhutanese side basically agreed on that. The schedule is attached as Annex 5.

7. Coordination with Ministry of Information and Communication

DDM recommended that the Team contact and coordinate with Ministry of Information and Communication (MoIC) about the EWS specification related to information and communication part at an early date. The Team agreed to coordinate with MoIC.

8. Location of EWS Control Centers

DDM commented that the EWS control centers are desirable to be located closer to District office in administrative view. The Team and DHMS replied that the proposed location of the EWS control centers have been identified in consideration of the certainty of VHF communication and the usage of existing facilities. DDM understood and agreed on that.

9. Progress of Formalities on Land Allocation for EWS Facilities

The Team and DHMS reported the progress and status of necessary formalities on land allocation for five automatic water level stations (AWLS) and nine flood warning sirens in the pilot basins. All the participants understood it.

10. Next Meeting

At the end of September 2014, next meeting will be held to explain and discuss the Progress Report (1) compiling all the Project activity results from October 2013 to September 2014.

No



Annex-1

1st JCC Participant List

Bhutanese Side:

Mr. Karma Tsering	Director, DHMS
Mr. Karma Dupchu	Chief of Hydrology Division, DHMS
Mr. Singay Dorji	Chief of Meteorology Division, DHMS
Mr. Chhimi Dorji	Offtg. Chief of Snow & Glacier Division, DHMS
Mr. Phuntsho Namgyal	Offtg. Chief of Planning Coordination Division, DHMS
Mr. K. Radhakrishnan	TMO, FWS, DHMS
Mr. Manila	Sr. Hydro-met Technician, DHMS
Mr. Chhedor Wangdi	Director, DDM
Mr. Jigme Chogyal	Program Officer, DDM
Mr. Norio Onjo	GIS Unit, DDM
Mr. Tshring Penjore	Executive Geologist, DGM
Ms. Kuenzang Choden	Engineer, DoES
Mr. Tshering Penjor	Chief of Topography, NLCS
Mr. Ugyen M Tenzin	Chief of Urban Planning, Regional Planning Division, DHS
Ms. Kuenzang L. Sangey	Dy. Chief Program Coordinator, GNHC
Mr. Jamyang Chojay	Disaster Focal Person, Trongsa District
Mr. Tshewang Dorji	Disaster Focal Person, Bumthang District

Japanese Side:

Ms. Yumiko Asakuma	Chief Representative, JICA Bhutan Office
Ms. Miharu Furukawa	Representative, JICA Bhutan Office
Mr. Yasuhiko Kato	Chief Advisor/ Basin Disaster Management Planning
Mr. Toru Koike	Vice Chief Advisor/ Flood Forecasting and Warning
Mr. Shigeo Suizu	Meteorology/ Hydrology
Mr. Tetsuro Fukui	ICT/ Early Warning System Planning
Mr. Tomoyuki Wada	Flood Hazard Map/ GIS





Annex-2

Joint Coordinating Committee (JCC) Member List (Revised)

1. Bhutanese side
 - Director of DHMS (Chairperson)
 - Representative of DDM
 - Representative of DGM
 - Representative of DoES
 - Representative of NLCS
 - Representative of DHS
 - Representative of GNHC
 - Representative of Trongsa District (Mangdechhu basin)
 - Representative of Bumthang District (Chamkharchhu basin)
2. Japanese side
 - Chief Representative of JICA Bhutan Office
 - JICA Experts

Note: Member of JCC is (are) subject to change when necessity arises based on mutual consultation between Japanese and Bhutanese sides. Representative(s) of the Embassy of Japan in India may participate in the JCC as observer(s).

Ho

ll

Counterpart List

Project Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Warning in the Kingdom of Bhutan funded by JICA under TCP (Oct 2013- Sep. 2016)

List of Counterparts to JICA Experts from DHMS, MoEA

Sl #	Name	Counterparts from DHMS	Remarks
1	Mr. YASUHIKO KATO, Chief Advisor/Basin Disaster Management Planning	1. Karma Dupchu, Chief, Hydrology Division (HD), 2. Mr. Singye Dorji, Chief, Meteorology Division (MD) <i>Sb 907</i> 3. Mr. Phuntso Namgyal, Chief, Planning Coordination and Research Division (PCRD) 4. Mr. Chhimi Dorji, Chief, Snow and Glacier Division, DHMS 5. Tshering Tashi, Engineer, S&D, DHMS	Activities counterpart will be assigned or rotated depending on need and for other purpose
2	Mr. TORU KOIKE, Vice Chief Advisor/Flood Forecasting and Warning	1. Karma Dupchu, Chief HD, DHMS 2. Mr. Sangay Tenzin, Engineer, FWS, HD, 3. Tshering Tashi, Engineer, S&D, DHMS	
3	Mr. TETSURO FUKUI, ITC/Early Warning System Planning	1. Mr. Sangay Tashi, ICT Officer, PCRD, 2. Mr. Sangay Tenzin, Engineer, FWS, HD, 3. Mr. Kunzang, Engineer, FWS, HD, 4. Mr. Kush Rai, Engineer, FWS, HD, 5. Mr. Chhimi Wangdha, Asst. Meteorological Officer, MD, 6. Tshering Tashi, Engineer, S&D, DHMS	
4	Mr. SHIGEO SUIZU, Meteorology & Hydrology Expert	Related to Meteorology: 1. Mr. Singye Dorji, Chief, Meteorology Division, DHMS 2. Mr. Tayba Buddha Tamang, Meteorologist, MD, Related to Hydrology: 1. Karma Dupchu, Chief, HD, 2. Mr. Sangay Tenzin, Engineer, FWS, HD, 3. Mr. Ajay Pradhan, HD, 4. Mr. Manita, Sr Hydro-met Technician, HD.	

5	Mr. Tomoyuki Wada, Flood Hazard map/GIS	DHMS 1. Mr. Phuntsho Namgyal, PGD 2. Mr. Pp Sharma, Executive Engineer, HD, 3. Mr. Tshewang Rinzin, Engineer, PCRD 4. Mr. Pema Wangdi, Engineer, HD(on study)	
6	Ms. Lolita C Garacia, CBDRM Expert	1. Mr. Phuntsho Namgyal, Chief, PGD 2. Ms. Dema Yangzom, Engineer, PCRD	DDRM's contemporary role under CBDRM is to provide technical backstopping and lead role will be taken by DDMA, MoHCA
7	Ms. KAORU SASAOKA, CBDRM/Training	1. Mr. Phuntsho Namgyal, Chief, PCRD 2. Ms. Dema Yangzom, Engineer, PCRD	DDRM's role under CBDRM is to provide technical backstopping and lead role will be taken by DDMA, MoHCA
8	Mr..... Meteorological Forecasting	Singye 1. Mr. Singye Dorji, Chief, MD 2. Mr. Tayba Buddha Tamang, Meteorologist, MD, 3. Mr. Sonam Dorji, Meteorologist, MD,	

Note:

MoEA : Ministry of Economic Affairs
DHMS : Department of Hydro-met Services
HD : Hydrology Division
MD : Meteorology Division

PCRD : Planning Coordination and Research Division
SGD : Snow and Glacier Division
FWS : Flood Warning Section

(Karma Pimpchu)
Chief, HD, DHMS

(Singye Dorji)
Chief, MD, DHMS

Signed by

(Phuntsho Namgyal)
Chief, PCRD, DHMS

(Chhim Dorji)
Chief, SGD, DHMS
SGD

Endorsed by:

Director, DHMS

Project Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Warning in the Kingdom of Bhutan funded by JICA
under TCP
(Oct 2013- Sep. 2016)

List of Counterparts to JICA Experts from Sub-counterpart Agencies

Sl #	Name	Agency/Organization	Position	
1	Mr. Nima Tshering	Topographic Division, National Land Commission (NLC)	Head/Chief	
2	Mr. Tsering Penjore	Department of Geology and Mines (DGM), Ministry of Economic Affairs (MoEA)	Executive Geologist	
3	Ms. Thinley Choden	Flood Engineering Management Division, Department of Engineering Services, Ministry of Works and Human Settlement (MoWHS)	Executive Engineer (EE)	
4	Mr. Jigme Chogyal	Department of Disaster Management Ministry of Home and Cultural Affairs (MHCA)	Program Officer	
5	Ms. Tashi Wangmo	Department of Human Settlements, Ministry of Works and Human Settlements (MoWHS)	Dy. Chief of Urban Planning	

6

7

Tentative Project Design Matrix (PDM)

Project Title: Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan

Project Duration: (3 years)

Project Site: Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins in Kingdom of Bhutan

Target Group: DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, Local Governments and communities in the Project Site

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
[Overall Goal] Nationwide disaster resilient society against natural disasters such as GLOF and rainstorm flood for Climate Change Adaptation is realized in Bhutan.	a. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning is properly disseminated based on accumulation of hydro-met data to relevant agencies at central and local level as well as outside of pilot river basin. b. Evacuation drills are conducted at least one community outside of pilot river basin with EWS.	a. 12th FYP b. DHMS/DDM report	
[Project Purpose] Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is enhanced.	a. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning is in place in accordance with developed Standard Operation Procedure (SOP). b. Early warning and evacuation drills in the pilot basins are regularly conducted by use of developed EWS (at least once in a year).	a. 11th FYP Mid-term review b. Project documents	- Necessary budget of DHMS and DDM for maintaining IGEWS is secured. - Government policy of Bhutan on disaster management does not change significantly.
[Outputs] 1: Capacity of related agencies on GLOF/rainstorm flood risk assessment, development planning, disaster prevention, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies is enhanced.	a. Plan of institutional strengthening for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans is formulated. b. Equipment and facilities for NWFFWC are installed as scheduled and utilized as planned. c. GLOF/rainstorm flood risk zonation maps are developed. d. Flood and weather forecasting is delivered daily by utilizing improved forecasting system. e. SOP on emergency information sharing is developed.	a. Plan of institutional strengthening b. Project documents c. The zonation maps d. DHMS weather forecasting and warning report e. SOP at central level	- Staff of DHMS, DGM, DoES, NLCS and DDM who participated in trainings of the Project will continuously work in their offices.
2: Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.	a. Equipment and facilities for EWS are installed as scheduled and utilized as planned. b. EWS operation and maintenance manual is developed. c. Trainings for the operation and maintenance of EWS are conducted by use of the manual. (All DHMS staff in charge will join the trainings).	a. Project documents b. The manual c. Training report	
3: Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.	a. Workshops for flood emergency response on warning and evacuation are held with the stakeholders in the target sub-districts. b. Evacuation drill by use of developed EWS is planned and conducted in the pilot basins. c. SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins is developed.	a. Workshop report b. Drill evaluation report c. SOP at local level	

Activities	Input	
<Output 1> 1-1. Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS/NWFFWC to develop feasible and sustainable integrated platform. 1-2. Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NWFFWC staff to operate and maintain the system. 1-3. Review previous study including SATREPS on the potential risk of glacial lakes, and estimate the magnitude of GLOF as well as possible flood considering future climate change in collaboration with DGM and DoES. 1-4. <u>Facilitate the discussion in enhancing coordination between GLOF/rainstorm flood risk assessment sector and development sector.</u> 1-5. Prepare and improve GLOF/rainstorm flood risk zonation to be utilized for activity 3-2 through the training to NWFFWC, DGM, DoES, and NLCS staff. 1-6. <u>Foster the sense of land use management among related agencies through workshops, etc.</u> 1-7. Identify and propose institutions necessary for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans. 1-8. Improve flood and weather forecasting system by use of accumulated hydro-meteorological data as well as numerical weather prediction data (GPV: Grid Point Value). 1-9. Develop SOP on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies.	[Japanese side] (1) Dispatch of Experts Experts(7): - Watershed Disaster Management (Chief Advisor) - Meteorology / Climate Change Adaptation - Hydrology / Glaciology - Flood Hazard Map / GIS - Weather Forecasting - Information Network / EWS - Community Disaster Management (2) Provision of Equipment - Detailed contents will be determined through the implementation of the Project. (3) C/P Training in Japan (4) Local cost shared by Japanese side - If necessity arises	[Bhutanese side] (1) Counterpart(C/P) personnel - Project Director - Project Manager - Counterparts (2) Office space and facilities for the Project - Office space / facilities - Electricity, Water supply and Internet connection (3) Necessary data - Geometric data - Hydro-Meteorological data - Socio-economic data etc.
<Output 2> 2-1. Review existing hydro-meteorological network and planned hydropower plants from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood. 2-2. Analyze GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, flood arrival time and the other hydrological information to be applied for designing of EWS. 2-3. Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing. 2-4. Install equipment and facilities for the EWS into the both pilot basins and NWFFWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools. 2-5. Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance. <Output 3> 3-1. Review flood emergency response on warning and evacuation in the pilot basins through workshops with participation of DDM, Local Government and Community residents. 3-2. List up the target communities and examine flood warning criteria in the pilot basins in the discussion with Local Government considering the findings derived from the activity 1-5, 2-2. 3-3. Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins. 3-4. Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.	(4) Necessary arrangement - Land allocation for EWS (5) Local cost shared by Bhutanese side	[Pre-condition] Political situation of Bhutan is stable.



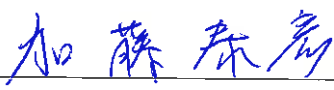
添付資料 6

第 1 次事業進捗報告書協議議事録

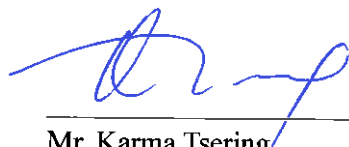
**MINUTES OF MEETINGS
ON
PROGRESS REPORT (1)
FOR
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND EARLY WARNING**

**AGREED UPON BETWEEN
THE AUTHORITIES CONCERNED
OF THE GOVERNMENT OF KINGDOM OF BHUTAN
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

Thimphu, September 30, 2014



Mr. Yasuhiko Kato
Chief Advisor, Expert Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)



Mr. Karma Tsering
Director
Department of Hydro-Met Services
Ministry of Economic Affairs

In response to the request of the Government of Kingdom of Bhutan, the Government of Japan has decided to conduct the technical cooperation concerning the “Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Warning”(hereinafter referred to as “the Project”). The Japanese side and the Bhutanese side came to an agreement on the Record of Discussion (hereinafter referred to as "R/D") which was signed on 14 May 2013 between Gross National Happiness Commission and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"). Based on the R/D, JICA dispatched the Expert Team (hereinafter referred to as "the Team") headed by Mr. Yasuhiko Kato from 9 October 2013 for the commencement of the Project.

The Team held a meeting with main counterpart agency, Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as “DHMS”) and five sub counterpart agencies concerned with the Project and explained the contents of the Progress Report (1) compiling all the progress and achievements of the Project activities from October 2013 to September 2014. The list of the participants is attached as Annex 1.

The Progress Report (1) was accepted by the Bhutanese side in principle. The following are the main points discussed and agreed by the both sides.

1. Progress and Achievements of the Project Activities

The progress and achievements of the Project activities which were carried out for one year from October 2013 to September 2014 by predominantly the counterpart personnel with support from the Team was agreed upon and accepted by the Bhutanese side.

2. Effectiveness of Working Group Activities

Many Bhutanese participants expressed the effectiveness of the Project activities through both flood hazard map and mainstreaming disaster risk reduction Working Groups to develop capacity, exchange information and enhance the coordination between the agencies, which were organized by the working level counterpart personnel from all the six counterpart agencies.

3. Issues on Budgetary Restrictions of DDM

DDM raised the issue on the difficulty of the budget allocation for DDM counterpart personnel to conduct the Project Output 3 (CBDRM) related activities. DHMS replied that the all the counterparts budget required for DDM that are not covered under the JICA TCP have to be met from the co-financing fund received from the Mangdechhu Hydropower Project Authority (MHPA).

4. Division of Roles on Flood Hazard Mapping

DHS commented that the division of roles of each counterpart agency on flood hazard mapping seems not to be clear. DHMS informed that it will not be the responsibility of the Project to mandate the roles of each counterpart's agency on flood hazard mapping, but to build the technical capacity of counterpart agencies on flood hazard mapping and related subjects. The



DHMS also informed that the joint Project activities conducted by related counterpart agencies through working group could provide inputs to define clear roles in future.

5. Working Groups as a Prototype of Inter-ministerial Task Force

The Team commented that two Working Groups above-mentioned can be a prototype of the Inter-ministerial Task Force to be formulated according to Disaster Management Act 2013. DDM also commented that the formulation of the Inter-ministerial Task Force will be an agenda to be discussed in the Second National Disaster Management Authority, the highest decision-making body to be held on October 2014.

6. Next Meeting

In the first half of 2015 (to be determined), the Second Joint Coordinating Committee (JCC) meeting will be held to discuss the result of the mid-term evaluation of the Project to be conducted jointly by Bhutanese side and a JICA evaluation mission to be dispatched.

Ho

[Signature]

Annex-1

Progress Report (1) Meeting Participant List

Bhutanese Side:

Mr. Karma Dupchu	Chief of Hydrology Division, DHMS (Bhutanese Side Project Manager)
Mr. Phuntsho Namgyal	Chief of Planning, Coordination Division, DHMS
Mr. Tayba B Tamang	Off. Chief of Meteorology Division, DHMS
Mr. Tshering Tashi	Snow & Glacier Division, DHMS
Mr. Manila	Senior Hydro-met Technician, DHMS
Mr. Chhador Wangdi	Director, DDM
Mr. Tshwang Norbu	Program Officer, DDM
Mr. Tshering Penjore	Executive Geologist, DGM
Ms. Thinley Choden	Executive Engineer, Flood Engineering Management Division, DoES
Mr. Ugyen M Tenzin	Chief of Urban Planning, Regional Planning Division, DHS

Japanese Side:

Ms. Tomoko Miyata	Project Formulation Advisor, JICA Bhutan Office
Mr. Krishua Subba	Senior Program Officer, JICA Bhutan Office
Mr. Yasuhiko Kato	Chief Advisor/ Basin Disaster Management Planning
Mr. Toru Koike	Vice Chief Advisor/ Flood Forecasting and Warning
Mr. Tetsuro Fukui	ICT/ Early Warning System Planning
Mr. Tomoyuki Wada	Flood Hazard Map/ GIS
Ms. Lolita C. Garcia	CBDRM 1
Ms. Kaoru Sasaoka	CBDRM 2/ Training
Mr. Norio Onjyo	JICA Senior Volunteer to DDM



添付資料 7

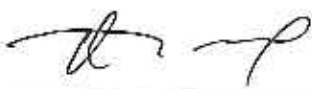
第2次事業進捗報告書協議議事録

**MINUTES OF MEETINGS
ON
THE PROGRESS REPORT (2)
FOR
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND EARLY WARNING**

**AGREED UPON BETWEEN
THE AUTHORITIES CONCERNED
OF THE GOVERNMENT OF KINGDOM OF BHUTAN
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

Thimphu, July 13, 2015


Mr. Yasuhiko Kato
Chief Advisor, Expert Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)


Mr. Karma Tsering
Director
Department of Hydro-Met Services
Ministry of Economic Affairs

In response to the request of the Government of Kingdom of Bhutan, the Government of Japan has decided to conduct the technical cooperation concerning the "Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Warning"(hereinafter referred to as "the Project"). The Japanese side and the Bhutanese side came to an agreement on the Record of Discussion (hereinafter referred to as "R/D") which was signed on 14 May 2013 between Gross National Happiness Commission and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"). Based on the R/D, JICA dispatched the Expert Team (hereinafter referred to as "the Team") headed by Mr. Yasuhiko Kato from 9 October 2013 for the commencement of the Project.

The Progress Report (2) meeting was held on July 10, 2015 with main counterpart agency, Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as "DHMS") and five sub counterpart agencies concerned with the Project to discuss the contents of the Progress Report (2) compiling all the progress and achievements of the Project for 10 months from October 2014 to July 2015. The list of the participants is attached as Annex 1.

The Progress Report (2) was accepted by the Bhutanese side in principle. The following are the main points discussed and agreed by the both sides.

1. Activity progress and achievements of the Project

The activity progress and achievements of the Project which were carried out for 10 months from October 2014 to July 2015 by predominantly the counterpart personnel with support from the Team was agreed upon and accepted by the Bhutanese side.

2. Active involvement of DHMS staff to GTS and EWS installation work

The team expressed deep gratitude to DHMS for dispatching a total of 16 staff for 2 months (May – June, 2015), at its own expenses, to support the GTS and EWS field installation work conducted by JICA Contractor in Thimphu, Mangdechhu and Chamkharchhu river basins.

3. Additional explanation on the Progress Report (2)

The Bhutanese side asked about the contents of the Report, 1) evaluation result by the Mid-Term Review Mission in February 2015, 2) the criteria of the Alert and Alarm Levels of the EWS and 3) the criteria of the flood risk level of the target communities for CBDRM activities in the Pilot Basins. The Team answered the questions based on the Report and the Bhutanese side understood them.

4. Coordination of different early warning levels between DDM and DHMS

DDM raised the issue that three early warning levels, Advisory, Watch and Warning are stipulated in the Rules and Regulation of the Disaster Management Act of Bhutan, 2013 and DHMS operates their EWS based on two early warning levels, Alert and Alarm. DDM and DHMS agreed that the coordination of the different levels between DDM and DHMS will be

10

discussed in the Mainstreaming Disaster Reduction Working Group of the Project during the 2nd Phase (October 2015 – August 2016).

5. Issues on the Bumthang Airport on the flood plain

DDM raised the issue that the final GLOF/rainstorm flood hazard map by DHMS/JICA should be presented to the Department of Aviation to raise their awareness on the flood hazard risk of the Bumthang Airport located on the Chamkharchhu flood plain. DHS also raised the issue about the coordination of Bumthang urban development planning by DHS, several flood hazard zonation and the Bumthang Airport runway extension planning by the Department of Aviation. The Team proposed to discuss the issues further in the Mainstreaming Disaster Reduction Working Group of the Project during the 2nd Phase (October 2015 – August 2016) inviting the focal person from the Department of Aviation. The Bhutanese side agreed with the proposal.

6. Future final inspection schedule of GTS and EWS

The Team explained that the final inspection of the installed GTS and EWS by the Team will be conducted in October 2015 because of the delay of the installation work by the JICA Contractor. DHMS agreed to participate the final inspection with the Team. DHMS requested the completion of the installation and the final inspection by the end of October 2015, since DHMS are planning to have the grand opening of the NWFFWC on November 11, 2015. The Team replied to try to complete by then.

7. Working Groups to be developed into Inter-ministerial Task Force

DDM explained that the Flood Hazard Map and Mainstreaming Disaster Risk Reduction Working Groups of the Project will officially be developed into the Inter-Ministerial Task Force stipulated in Disaster Management Act 2013 after the approval of the next National Disaster Management Authority (NDMA) meeting, the national highest decision making body on the disaster management of Bhutan.

8. Involvement of counterpart agencies to the preparation of manuals

DHMS requested the Team that all the counterpart agencies should be involved in the preparation of several manuals, Technical Cooperation Outputs. The Team proposed that they will be able to participate the preparation by joining a series of hands-on trainings based on the draft manual. DHMS agreed with that.

9. Counterpart training participants from district government

DHMS requested the participation to the counterpart training in Japan from district government because of the importance of their involvement to the Project activity. The Team answered to convey this request to JICA Headquarters.

No

th

10. Next meeting

The team announced that in March 2016, the Third Joint Coordinating Committee (JCC) meeting will be held to discuss the result of the final evaluation of the Project to be conducted jointly by the Bhutanese side and a JICA Evaluation Mission to be dispatched.

A=

107

Annex-1

Progress Report (2) Meeting Participant List

Bhutanese Side:

Mr. Karma Tshering	Director, DHMS
Mr. Phuntsho Namgyal	Chief of Planning, Coordination and Research Division, DHMS
Ms. Dema Yangzom	Engineer, Planning, Coordination and Research Division, DHMS
Mr. Tshering Tashi	Snow & Glacier Division, DHMS
Mr. Manila	Senior Hydro-met Technician, DHMS
Mr. Kunzang	Assistant Engineer, Hydrology Division, DHMS
Mr. Tandin	Engineer, Hydrology Division, DHMS
Mr. Bikash Pradhan	Engineer, Hydrology Division, DHMS

Mr. Jigme Chogyal	Program Officer, DDM
Mr. Tshering Penjore	Executive Geologist, DGM
Mr. Tashi Phuntsho	Dy. Executive Engineer, Flood Engineering Management Division, DoES
Ms. Tashi Wangmo	Chief Urban Planner, Survey & GIS Division, DHS
Mr. Sonam	Engineer, Rabten

Japanese Side:

Mr. Krishua Subba	Senior Program Officer, JICA Bhutan Office
Mr. Yasuhiko Kato	Chief Advisor/ Basin Disaster Management Planning
Mr. Kenji Minegishi	ICI/ Early Warning System Planning 2
Mr. Tomoyuki Wada	Flood Hazard Map/ GIS
Ms. Lolita C. Garcia	CBDRM 1
Ms. Kaoru Sasaoka	CBDRM 2/ Training
Mr. Norio Onjyo	Senior Volunteer for DDM

Ad

th

添付資料 8

年次セミナー・プログラム
及び参加者リスト



Annual Seminar 2015
JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning
19th June, 2015



Venue: Phuntshopelri, Thimphu, Bhutan

**The Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and
Early Warning**

I. OBJECTIVES OF THE PROJECT

The purpose of the DHMS - JICA Technical Cooperation Project (2013-2016) is “Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is enhanced”.

II. OBJECTIVES OF THE SEMINAR

- a. Share and update of project progress and outputs
- b. Enhance learning and knowledge exchange, enabling the replication of effective disaster risk reduction measures and adaptation to climate change in other river basins in Bhutan
- c. Facilitate information sharing and cooperation through sharing of technical lessons from JICA supported project with other line agencies, international organizations and NGOs

III. ORGANIZATION OF THE SEMINAR

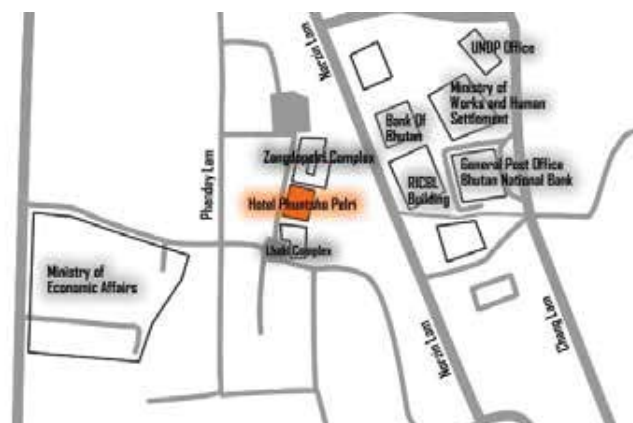
The Department of Hydro-met Services (DHMS), Ministry of Economic Affairs (MoEA) in cooperation and assistance with the JICA Expert Team will organize the Seminar

IV. PARTICIPANTS

Around 50-60 participants will be invited to attend the Seminar from counterpart agencies (Department of Disaster Management (DDM), Department of Geology and Mines (DGM), Department of Engineering Services (DoES), Department of Human Settlement (DHS) under the Ministry of Works and Human Settlement (MoWHS), Gross National Happiness Commission (GNHC), National Land Commission (NEC), Department of Hydropower and Power System (DHPS), Druk Green Power Corporation (DGPC), Mangdechhu Hydropower Project Authority (MHPA), Parliamentarians from Trongsa and Bumthang, local governments (Trongsa and Bumthang), Royal University of Bhutan (RUB), World Bank, UNDP, NGOs (WWF, RSPN, Tarayana), JICA Bhutan Office, etc..

V. DATE, VENUE AND FACILITIES

Date : 19th June, 2015
Duration: One day (09:00~17:00)
Venue : Hotel Phuntshopelri, Thimphu
(Refer map for location)
Dress: Formal
Equipment: Multimedia Projector, etc.
Language: English



VI. PROGRAM

The program of the Seminar is as presented in Attachment 1.



Annual Seminar 2015
JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning
19th June, 2015



Final Agenda		
09:00- 09:30	Registration	
09.30 - 10:00	Arrival of Chief Guest	
10:00 - 10:10	Welcome address including objective of the Seminar	Mr. Karma Tsering, Director of DHMS, MoEA
10:10- 10:20	Opening Remarks	Ms. Yumiko Asakuma, Chief Representative of JICA Bhutan Office
10:20- 10:40	Keynote Address by Chief Guest	His Excellency Tengye Lyonpo Norbu Wangchuk, Minister, Ministry of Economic Affairs
10: 40- 11:00	The Project on Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning	Mr. Yasuhiko Kato, Chief Advisor, JICA Expert Team
11:00 – 11:05	Vote of thanks	Mr. Karma Dupchu, Chief/Project Manager, Hydrology Division, DHMS/JICA
11:05- 11:10	Group photo	
11:10- 11:20	Posters Exhibition	
11:20- 11: 40	Tea/coffee break	
Session – I, Chair: Mr. Karma Tsering, Director, DHMS		
11:40 – 12:00	Climate change impact on the Glaciers and Glacial lakes in Bhutan	Mr. Tshering Penjore, Executive Engineer of Glaciology Division, DGM, MoEA
12:00 – 12:20	NWFFWC and GLOF Early Warning System in Bhutan	Mr. Karma Dupchu, Chief/Project Manager, JICA Project, DHMS, MoEA
12:20 – 12:40	Study of Potential GLOF area in Bhutan Himalaya using GIS and Remote Sensing	Mr. Tshering, Dean Research & Industrial Linkages, College of Science and Technology
12:40 -13:00	Snow and Glacier Monitoring in Bhutan	Mr. Tshering Wangchuk, SDG, DHMS
13:00 – 14:00	Lunch	
Session – II Chair: Hon. Nima, NC Bumthang		
14:00 – 14:20	GLOF/Flood Hazard Mapping in Bumthang, Chamkharchhu basin	Mr. Bikash Pradhan, Engineer of Hydrology Division, DHMS, MoEA (Dr. Tomoyuki Wada, JICA Expert Team)
14:20 – 14:40	Disaster Risk Management Administration in Bhutan	Mr.Chador Wangdi, Director, DDM, MoHCA
14:40 – 15:00	CBDRM Activity in Bumthang, Chamkharchhu basin	Mr. Phuntsho Namgyal, Chief of Planning, Coordination & Research Division, DHMS, MoEA
15:00- 15:20	Tea/coffee break	
15:20 – 15:40	Incorporating Disaster Risk Reduction into Bumthang Urban Development Plan	Ms. Tashi Wangmo, Chief Urban Planner of Survey & GIS Division, DHS, MoWHS
15:40- 16:00	Flood Engineering Management in Bhutan	Mr. Tashi Phuntsho, Deputy Executive Engineer of Flood Engineering Management Division, DoES, MoWHS
16:00 – 16:30	Questions and discussion	
16:30- 16:40	Closing remarks by JICA experts	
16:40 -17:00	Closing remarks by Project Director/ Director DHMS	



Annual Seminar 2015
JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning
19th June, 2015
Venue: Phuntshopelri, Thimphu, Bhutan



Participants List

Sl.No.	Name/Designation	Agency	Confirmation
1	Hon. Nima, NC, Bumthang	National Council of Bhutan	
2	Hon. Tharchen, NC, Trongsa		
3	Hon. Dr. Pema Jyamtsho, Opposition	National Assembly of Bhutan	
4	Leader, Chhoekhor Tang, Bumthang		
5	Hon. Mr. Nedup Zangpo, MP, Nubi_Tangsibji, Trongsa		
6	Ms. Yumiko Asakuma, Chief Representative, JICA Bhutan Office	JICA Bhutan Officer	
7	Ms. Tomoko Miyata, Representative		
8	Mr. Krishina, Project Officer, JICA Bhutan		
9	Mr. Yasuhiko KATO, Chief Advisor	JICA Experts, JICA Project	
10	Mr. Tetsuro FUKUI, ITC		
11	Dr. Tomoyuki WADA, GIS/Hydrologist		
12	Mr. Kenji Minegishi, ICT		
13	Mr. Motoyasu Satoh. Meteorologist		
14	Mr. Chador Wangdi, Director	Department of Disaster Management (DDM),	
15	Mr. Ugyen Wangda, Offtg, DG	Department of Geology and Mines (DGM), MOEA	
16	Mr. Tshering Penjore, Executive Geologist		
17	Ms. Thinley Chhoden, EE	Department of Engineering Services (DoES), MOWHS	
18	Mr. Pema Choeda, engineer		
19	Mr. Tashi Phuntsho, Engineer		
20	Ms. Tashi Wangmo, Chief Urban Planner	Department of Human Settlement (DHS), MoWHS	
21	Mr. Tshering Penjore, Survey Officer	National Land Commission	
22	Mr. Sonam Dorji, Engineer	Department of Hydropower and Power System (DHPS),	
23	Ms. Wangmo, Engineer		
24	Ms. Tashi Lhamu, Civil Engineer	Druk Green Power Corporation (DGPC),	
25	Ms. Sonam Peldon, Environment Officer		
26	Mr. Tandin Norbu, Civil Engineer	Chief Engineer, Bhutan Electricity Authority, BEA	
27	Mr. Jamyang Chhogyel	Trongsa, Dzongkhag	
28	DYT member	Bumthang Dzongkhag	
29	Mr. Tshering, DRIL	CST, Phuntsholing	
30	Mr. Purna Bdr. Samal, Associate Lecturer	Royal University of Bhutan	
31	Ms. Dechen Tshering	World Bank,	
32	Mr. Ugyen Dorji	UNDP,	



Annual Seminar 2015
JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning
19th June, 2015
Venue: Phuntshopelri, Thimphu, Bhutan



33	Mr.Tashi Dawa, Project Manager	RSPN	
34	Ms. Nagderl Lhamo	WWF	
35	Mr.Jamyang Phuntsho	Tarayana	
36	Mr. Trashi Penjore, Legal Officer	PPD, MOEA	
37	Mr. Karma Tsering, Director, DHMS	DHMS, MOEA	
38	Mr. Karma Dupchu, Chief,	Hydrology Division, DHMS	
39	Mr. Somik Mukherjee, TMO		
40	Mr. Pashupati Sharma, Ex. Engineer		
41	Mr.Pema Wangdi, Asst. Engineer		
42	Mr. Sangay Tenzin, Engineer		
43	Mr. Kush Rai, Asst. Engineer		
44	Mr.Thaba Tamang, Offtg. Chief	Meteorology Division, DHMS	
45	Mr. Kuenzang Sonam, Dy. Chief		
46	Mr. Sonam Rabten, Engineer		
47	Mr. Phuensho Namgyal, Offtg. Chief	Planning Coordination and Research Division (PCRD), DHMS	
48	Mr.Tashi Namgay, Engineer		
49	Mr.Tshewang Rinzin, Engineer		
50	Mr. Tshering Wangchuk, Engineer	Snow and glacier Division (SGD), DHMS	
51	Ms. Jamyang Choden, Engineer		
52	Mr. M.B Subba	Kuensel	
53	Mr. Sonam Ugen	BBS	
		Total	



Annual Seminar 2016

JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning

14th June, 2016

Venue: Le Meridien, Thimphu, Bhutan



I. OBJECTIVES OF THE PROJECT

The purpose of the DHMS - JICA Technical Cooperation Project (2013-2016) is “Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is enhanced”.

II. OBJECTIVES OF THE SEMINAR

- a. Share and update of project achievement
- b. Enhance learning and knowledge exchange, enabling the replication of effective disaster risk reduction measures and adaptation to climate change in other river basins in Bhutan
- c. Facilitate information sharing and cooperation through sharing of technical lessons from JICA supported project with other line agencies, international organizations and NGOs

III. ORGANIZATION OF THE SEMINAR

The Department of Hydro-met Services (DHMS), Ministry of Economic Affairs (MoEA) in cooperation and assistance with the JICA Expert Team will organize the Seminar

IV. PARTICIPANTS

Around 50-60 participants will be invited to attend the Seminar from counterpart agencies (Department of Disaster Management (DDM), Department of Geology and Mines (DGM), Department of Engineering Services (DoES), Department of Human Settlement (DHS) under the Ministry of Works and Human Settlement (MoWHS), National Land Commission (NLC), Gross National Happiness Commission (GNHC), Department of Hydropower and Power System (DHPS), Druk Green Power Corporation (DGPC), Mangdechhu Hydropower Project Authority (MHPA), Parliamentarians from Trongsa and Bumthang, local governments (Trongsa and Bumthang), World Bank, UNDP, NGOs (WWF, RSPN, Tarayana), JICA Bhutan Office, etc..

V. DATE, VENUE AND FACILITIES

Date : 14th June, 2016
Duration: One day (08:00~17:00)
Venue : Le Meridien (Chorten Lam, Thimphu)
Dress: Formal
Equipment: Multimedia Projector, etc.
Language: English

VI. PROGRAM

The program of the Seminar is as presented in Attachment 1.



Annual Seminar 2016
JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning
14th June, 2016
Venue: Le Meridien, Thimphu, Bhutan



Tentative Final Agenda		
08:00- 08:30	Registration	
08.30 - 09:00	Arrival of Chief Guest	
09:00 - 09:15	Welcome address including objective of the Seminar	Mr. Karma Tsering, Director of DHMS, MoEA
09:15- 09:30	Opening Remarks	Mr. Koji Yamada, Chief Representative of JICA Bhutan Office
09:30- 09:45	Keynote Address by Chief Guest	His Excellency Lyonpo Lekey Dorji, Minister, Ministry of Economic Affairs
09: 45- 10:00	The Achievement of the JICA Technical Cooperation Project	Mr. Yasuhiko Kato, Chief Advisor, JICA Expert Team
10:00- 10:05	Launching of Hydrological Data Book	
10:05 – 10:10	Vote of Thanks	Mr. Karma Dupchu, Chief/Project Manager, Hydrology Division, DHMS/JICA
10:10- 10:20	Group Photo	
10:20 - 10:45	Posters Exhibition	
10:45- 11: 10	Tea/coffee break	
Session – I, Chair: to be determined		
11:10 – 11:40	Potential Risk of GLOF in Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins	Mr. Karma Tsering, Director of DHMS, MoEA
11:40 – 12:10	Outline of the GLOF/ Rainstorm Flood Early Warning System (EWS) in Mangdechhu and Chamkharchhu Basins in NFWFC, DHMS	Mr. Karma Dupchu, Chief/Project Manager, JICA Project, DHMS, MoEA
12:10 – 12:30	Communication System of GLOF/Rainstorm Flood Early Warning System in Mangdechhu and Chamkharchhu Basins	Mr. Kuenzang, Engineer, Hydrology Division, DHMS, MoEA
12:30 – 12:50	Outline of the Global Telecommunication System (GTS) / Message Switching System (MSS) and HimawariCast in NFWFC, DHMS	Mr. Tayba Buddha Tamang, Senior Meteorologist, Meteorology Division, DHMS, MoEA
12:50 – 14:00	Lunch	
Session – II Chair: to be determined		
14:00 -14:20	Flood Forecasting using IFAS and HBV Model for Mochhu and Chamkharchhu sub-basins	Mr. Bikash Pradhan/Mr. Pema Wangdi, Engineer, Hydrology Division, DHMS, MOEA
14:20 – 14:40	Flood Modelling of Dungsamchu, SamdrupJongkhar	Mr. Cheten Dorji/ Mr. Tashi Phuntsho, Deputy Executive Engineer of Flood Engineering Management Division, DoES, MoWHS
14:40 – 15:00	Evacuation Planning and Drill in Bumthang using the EWS in Chamkharchhu River Basin	Mr. Phuntsho Namgyal, Chief of Planning, Coordination & Research Division, DHMS, MoEA
15:00 – 15:20	Development of the Standard Operation Procedure (SOP) for GLOF/ Rainstorm Flood in Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins	Mr. Toru Koike, Vice Chief Advisor, JICA Expert Team



Annual Seminar 2016

JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning

14th June, 2016

Venue: Le Meridien, Thimphu, Bhutan



15:20 - 15:35	Tea/coffee break	
15:35 – 16:00	Course of Action in Establishing Central and District Emergency Operation Centres (EOC)	Mr. Chador Wangdi, Director, DDM, MoHCA
16:00 – 16:20	Mainstreaming Disaster Risk Reduction into Urban Planning in Bhutan	Ms. Tashi Wangmo, Chief Urban Planner, Survey & GIS Division, DHS, MoWHS
16:20 – 16:40	Questions and discussion	
16:40– 16:50	Closing remarks by JICA Experts	
16:50 –17:00	Closing remarks by Project Director/ Director DHMS	



Annual Seminar 2016
JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning
14th June, 2016
Venue: Le Meridien, Thimphu, Bhutan



Guest/Participant List:

A. National Participants:

Sl.No.	Name/Designation	Agency	Confirmation
1	Hon'ble Dr. Pema Gyamtsho, Opp. Leader, Chhoekhor-Tang, Bumthang	National Assembly of Bhutan	Confirmed
2	Hon'ble Nedup Zangpo, MP, Nubi Tangsibji, Trongsa	National Assembly of Bhutan	Confirmed
3	Dasho Yeshe Wangdi, Secretary	Ministry of Economic Affairs	Confirmed
4	Mr. Chador Wangdi, Director	Department of Disaster Management), MoHCA.	Confirmed
5	Mr. Mewang Gyeltshen, Director	Department of Renewable Energy (DRE), MoEA	Confirmed
6	Mr. Tenzin, Director	Department of Engineering Services (DES), MoWHS	Confirmed
7	Mr. Dorji Pavo Phuntshok, Project Director	Druk Green Power Corporation (DGPC),	Confirmed
8	Mr. Chencho Tshering, Joint Managing Director (JMD)	Mangdechhu Hydropower Authority (MHPA)	Confirmed
9	Mr. R.K Chaudhary, Director Technical	Mangdechhu HydroPower Authority	Confirmed
10	Mr. Karma Tsering, Director	Department of Hydro-Met Services (DHMS), MOEA	Confirmed
11	Mr. Karma Dendup, Dzongrab	Trongsa Dzongkhag	Confirmed
12	Mr. Yeshe Dorji, Director	National Land Commission	Confirmed
13	Mr. Karma Toeb , Chief	Department of Geology and Mines (DGM), MOEA	Confirmed



Annual Seminar 2016
JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning
14th June, 2016
Venue: Le Meridien, Thimphu, Bhutan



14	Mr. Karma Dupchu, Chief	Hydrology Division, Department of Hydro-Met Services, MoEA	Confirmed
15	Ms. Tashi Wangmo, Chief	Department of Human Settlement (DHS), MoWHS	Confirmed
16	Ms. Dago Zangmo, Chief	Department of Engineering Services (DES), MoWHS	Confirmed
17	Mr. Phuetscho Namgyal, Chief	Planning Coordination and Research Division, Department of Hydro-Met Services, MoEA	Confirmed
18	Mr. Tayba Buddha Tamang, Offtg. Chief	Meteorology Division, DHMS, MoEA	Confirmed
19	Mr. Tshering Tashi, Offtg. Chief	Snow and glacier Division (SGD), DHMS, MoEA	Confirmed
20	Mr. Cheten Dorji, Chief Engineer	Department of Engineering Services (DES), MoWHS	Confirmed
21	Mr.	National Environment Commission Secretariat.	
22	Mr. Dr. Om Katel, Lecturer	Royal University of Bhutan	Confirmed
23	Mr. Tenzin Norbu, Chief	National Land Commission	Confirmed
24	Ms. Wangmo, Engineer	Department of Hydropower and Power System (DHPS), MoEA	Confirmed
25	Mr. Yang Dorji,	Department of School Education, MoE	Confirmed
26	Mr. Pratigya Pradhan, Engineer	Druk Green Power Corporation (DGPC)	Confirmed
27	Ms. Tshering Choki, Project Officer	Royal Society for Protection of Nature (RSPN)	Confirmed
28	Ms. Nagderl Lhamo	World Wildlife Fund (WWF)	Confirmed
29	Mr. Sonam Dargay		Confirmed
30	Mr. Sandepp Rai, General Manager	Bhutan Power Corporation Limited	Confirmed



Annual Seminar 2016
JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning
14th June, 2016
Venue: Le Meridien, Thimphu, Bhutan



31	Ms. Kezang Dema, Assistant Engineer	Mangdechu Hydropower Authority (MHPA)	Confirmed
32	Ms. Sunita Neopaney, Assistant Engineer		Confirmed
33	Ms. Alisha Rai, Assistant Engineer		Confirmed
34	Mr. Karma Jamtsho, Assistant Engineer		Confirmed
35	Mr. Sonam Gyeltshen, Assistant Engineer		Confirmed
36	Mr. Namgay, Research Officer		Confirmed
37	Mr. Jamyang Chojay, Disaster Focal Person	Trongsa Dzongkhag	Confirmed
38	Mr. Ugyen Dorji, Human Resource Officer	Bumthang Dzongkhag	Confirmed
39	Mr. Somik Mukherjee, TMO	Hydrology Division, Department of Hydro-Met Services, MoEA	Confirmed
39	Mr. Dhendup Tshering, Principal Engineer		Confirmed
40	Mr. Pashupati Sharma, Ex. Engineer		Confirmed
41	Mr. Pema Wangdi, Asst. Engineer		Confirmed
42	Mr. Sangay Tenzin, Engineer		Confirmed
42	Mr. Kush Rai, Asst. Engineer		Confirmed
43	Mr. Bikash Pradhan, Engineer		Confirmed
44	Mr. Tandin Wangchuk, Engineer		Confirmed
45	Mr. Cheki Dorji, Engineer	Meteorology Division, Department of Hydro-Met Services, MoEA	Confirmed
46	Mr. Pema Syelden, Engineer		Confirmed
47	Mr. Chimmi Wangda, Data Manager		Confirmed
48	Mr. Pema Wangyal, Engineer	Planning Coordination and Research Division, Department of Hydro-Met Services, MoEA	Confirmed
49	Mr. Ugyen Chopel, Statistician		Confirmed
50	Mr. Tashi Phuntsho Engineer	Department of Engineering Services (DES), MoWHS	Confirmed



Annual Seminar 2016
JICA Technical Cooperation Project on Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning
14th June, 2016
Venue: Le Meridien, Thimphu, Bhutan



51	Mr. Sonam Lhendup, Planning Officer	Policy and Planning Division, Ministry of Economic Affairs	Confirmed
52	Mr. Krishna Subba,	JICA Bhutan Office	Confirmed
53	Mr. Tshering Peldon	Kuensel	Confirmed
54	Mr. Ashok Tiwari	BBS	Confirmed

B. International Guests:

1	Mr. Koji YAMADA, Chief Representative	Japan International Cooperation Agency (JICA)	Confirmed
2	Mr. Tomoko MIYATA, In charge of the Project		Confirmed
3 4 5 6	Mr. Yasuhiko KATO, Chief Advisor Mr. Junya Yamaguchi, Chief Adviser of the TCP Mr. Torus KOIKE, Vice Chief Advisor Mr. Kenji MINEGISHI, ICT	JICA Experts, JICA Project	Confirmed
6	Mr. Nimah Challier Smith, Dy. Resident Representative	United Nations Development Programme (UNDP)	Confirmed
7	Dr. Nima WANGCHUK	WHO Country Office for Bhutan	Confirmed

C. Supporting Staff

1	Mr. Ajay Pradhan, Data Assistant	Hydrology Division, DHMS, MoEA	
2	Mr. Manila, Sr. Technician		
3	Ms. Thinley Gyem, Adm. Assistant		
4	Ms. Pasang Gem, Data Assistant		

添付資料 9

C/P 本邦研修成果合同発表会 プログラム

The Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning Debrief Session on C/P Trainings in Japan

I. Objectives of the Project

The purpose of the DHMS - JICA Technical Cooperation Project (2013-2016) is “Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is enhanced”.

II. Objectives of the Session

DHMS holds the Session for all the trainees who participated in the counterpart trainings in Japan to present their training outline in order to share the knowledge and experience with other counterpart personnel and related officials.

III. Organization of the Session

DHMS organizes the Session in cooperation and assistance with the JICA Expert Team.

IV. Participants

Around 25 participants will attend the Session from DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, DHS, relevant agencies, JICA Bhutan Office and JICA Expert Team

V. Date, Venue and Facilities

Date : 17th April, 2015
Duration: Half day (9:30~13:00)
Venue : Energy Conference Hall, MoEA
Dress: Comfortable
Equipments: Multimedia Projector, etc.
Language: English

VI. PROGRAM

The program of the Session is as presented in Attachment 1.

Attachment 1

Department of Hydro-met Services (DHMS), Japan International Cooperation Agency (JICA)
Ministry of Economic Affairs

JICA Expert Team for Technical Cooperation
Project on Capacity Development of GLOF and
Rainstorm Flood Forecasting and Early
Warning

Debrief Session on C/P Trainings in Japan

- Thimphu, 17 April, 2015-

Program:

Time	Theme (Name of training course)	Presenter (Training course participants)
9:00 ~ 9:30	Registration	
9:30 ~ 9:40	Opening remarks	Mr. Karma Tsering Director of DHMS, MoEA
9:40 ~ 9:50	Objective of the Session	Mr. Yasuhiko Kato Chief Advisor, JICA Expert Team
9:50 ~ 10:20	Capacity development for flood risk management with IFAS (Jul. 6 – Aug. 2, 2014)	Mr. Karma Dupchu, DHMS and/or Mr. Phuntsho Namgyal, DHMS and/or Mr. Pema Cheda, DoES
10:20 ~ 10:50	Strategy for resilient societies to natural disasters (Jan. 12 – Mar. 7, 2015)	Mr. Tshewang Norbu, DDM and/or Mr. Ugyen M Tenzin, DHS
10:50 ~ 11:00	Coffee Break	
11:00 ~ 11:30	Utilization technology on meteorological satellite data (SATAID) (Oct. 29 – Nov. 8, 2014)	Mr. Kinzang Sonam, DHMS and/or Mr. Sonam Tashi, DHMS and/or Mr. Tshering Peljor, DHMS
11:30 ~ 12:00	Comprehensive disaster risk management administration (Jan. 5 – Feb. 21, 2015)	Ms. Pelden Zangmo, DDM
12:00 ~ 12:30	Reinforcement of meteorological services (Sep. 10 – Dec. 8, 2014)	Mr. Karma Tshewang, DHMS
12:30 ~ 12:55	Free discussion	
12:55 ~ 13:00	Closing remarks	Mr. Karma Tsering Director of DHMS, MoEA
13:00	Lunch	

Note:

- 1) Please note that this is the presentation of the outline of the training course and **NOT the presentation of the Action Plan** you prepared in the course of the training.
- 2) Each group (theme) will make presentation using “ONE” PowerPoint material jointly prepared. The number of presenter is free in each group (theme).

**The Project for Capacity Development of
GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning**

The 2nd Debrief Session on the Counterpart Training Courses in Japan

I. Objectives of the Project

The purpose of the DHMS - JICA Technical Cooperation Project (2013-2016) is “Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is enhanced”.

II. Objectives of the Session

DHMS holds the Session for all the trainees who participated in the counterpart training courses in Japan to present their training outline in order to share their knowledge and experience with other counterpart personnel and related officials.

III. Organization of the Session

DHMS organizes the Session in cooperation and assistance with the JICA Expert Team.

IV. Participants

Around 25 participants will attend the Session from DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, DHS, relevant agencies, JICA Bhutan Office and JICA Expert Team

V. Date, Venue and Facilities

Date : 27 July, 2016
Duration: Half day (9:30~13:00)
Venue : Energy Conference Hall, MoEA
Dress: Comfortable
Equipments: Multimedia Projector, etc.
Language: English

VI. PROGRAM

The program of the Session is as presented in Attachment 1.

Attachment 1

Department of Hydro-met Services
(DHMS), Ministry of Economic Affairs

Japan International Cooperation Agency (JICA)

JICA Expert Team for Technical Cooperation
Project on Capacity Development of GLOF and
Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning

The 2nd Debrief Session on the Counterpart Training Courses in Japan

- Thimphu, 27 July, 2016-

Program:

Time	Theme (Name of training course)	Presenter (Training course participants)
9:00 ~ 9:30	Registration	
9:30 ~ 9:40	Opening remarks	Mr. Karma Tsering Director of DHMS, MoEA
9:40 ~ 9:50	Objective of the Session	Mr. Yasuhiko Kato Chief Advisor, JICA Expert Team
9:50 ~ 10:20	Technology on river management, EWS, weather observation and local government (May 10 – 21, 2015)	Mr. Tenzin, Director of DoES Mr. Karma Dupchu, DHMS Mr. Phuntsho Namgyal, DHMS Mr. Pashupati Sharma, DHMS Mr. Bikash Pradhan, DHMS Mr. Tshering Penjor, DGM
10:20 ~ 10:50	Capacity development for flood risk management with IFAS (July 6 – Aug. 2, 2015)	Mr. Pema Wangdi, DHMS
10:50 ~ 11:00	Coffee Break	
11:00 ~ 11:30	Strategy for resilient societies to natural disasters (Jan.11 - Feb. 26, 2016)	Mr. Yeshe Namgyal, DDM Ms. Tashi Wangmo, DHS
11:30 ~ 12:00	Administration on river management, EWS, weather observation and local government (Jan.17 – 28, 2016)	Mr. Kuenzang, DHMS Mr. Tandin Wangchuk, DHMS Mr. Lungten Thinley, DoES Mr. Bobby Pradhan, NLCS Mr. Tashi Penjor, DHS Mr. Jamyang Chogyal, DDMO, Trongsa
12:00 ~ 12:30	Comprehensive disaster risk management administration (Jan. 11 – Feb. 27, 2016)	Mr. Tshewang Rigzin, DHMS Mr. Yang Dorji, DoSE
12:30 ~ 12:55	Free discussion	
12:55 ~ 13:00	Closing remarks	Mr. Karma Tsering Director of DHMS, MoEA
13:00	Lunch	

Note:

- 1) Please note that this is the presentation on **what you learn and see in Japan** and **NOT the presentation of the Action Plan** you prepared in the course of the training.
- 2) Each group (theme) will make presentation using “ONE” PowerPoint material jointly prepared. The number of presenter is free in each group (theme).

添付資料 10

洪水ハザードマップ
ワーキンググループ議事録

JICA Expert Team
February 12, 2014

Memorandum

1st Meeting of FHM Working Group

Purpose of the W/G

The purpose and function of the W/G was explained by Mr. Karma Dupchu, PM and JICA experts.

- ▶ Mr. Koike presented the institutions and regulations on FHM in Japan.
- ▶ The FHMs in Japan are prepared by a strong initiative of Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Truism (MLIT). In Bhutan, however, the necessary functions such as river monitoring, flood protection works, geomorphological survey, Land use, etc... are dispersed to the individual agencies. Therefore preparation of FHM is inter-ministerial issues.
- ▶ W/G members remarked that the Inter-Ministerial Task Force will be formulated according to the National Disaster Prevention Act 2013. The guideline and manual developed by the W/G shall be referred by Inter-Ministerial T/F when launched.

Concept of Flood Zonation Mapping

The basic flow and overall schedule for flood hazard zonation mapping were presented by Dr. Wada. In the project, IFAS and iRIC (or HEC-RAS) will be employed for runoff modeling and flood analysis respectively. In addition, the following technical issues were discussed:

- ▶ Difference between ArcGIS and Quantum GIS
- ▶ Functions of IFAS program and parameters
- ▶ Risk assessment in the training

Activities and Meeting Ahead

- ▶ It was suggested by W/G members that it is not necessary to issue official letters to hold the W/G meetings. The project directly informs to W/G members by email. The date of meeting should be announced before 1 week so that W/G member could arrange the schedule.
- ▶ Dr. Wada demonstrates GPS survey in Thimphu in February. The expected date will be informed to the participants.
- ▶ The FHM related information should be shared within the W/G. Therefore each agency were requested to present their own field in the next meeting. The detail will be requested from JICA experts.



1st Meeting at DHMS

JICA Expert Team
April 30, 2014

Memorandum

2nd Meeting of FHM Working Group

Today's topics

1. Presentation from Mr. Tashi Phuntsho about objective and mandates of Flood Engineering Management Division, Department of Engineering Services
2. Short report about GPS/Total Station survey in Bumthang and Bjizam
Place and period: Bumthang 3/25-29, Bjizam 3/30
3. Schedule of FHM training (in end of June)
 - Steps of basic runoff and flood analysis training
 - i. Data preparing ---- 2 days
 - ii. Runoff analysis ---- 1 day
(runoff analysis by IFAS, calculated discharge will be utilized on flood analysis)
 - iii. Flood analysis ---- 2 days
(flood analysis by HEC-RAS and iRIC)
1D model to estimate water stage of river channel / 2D model to detect inundation area and water level
 - iv. Plotting calculated flood area on settlement data ---- 1 day

Comments and discussion by the participants

- ◆ FEMD and DHMS has similar plan to build runoff model. However, the objective is different (FEMD: for structural countermeasure, DHMS: for extensive purpose such as flood warning)
- ◆ Balance of bank protection and environmental conservation is important. As an example in Japan, three side protections (river banks and bed) is utilized as one of effective structural countermeasure, but this technique causes severe impacts on living environment of aquatic organism and fishes. Countermeasure selection taking into account environmental effect is necessary.
- ◆ Embankment in the Bumthang town is bored for easy river access. Awareness activity for local people is important to improve their mind for disaster management.
- ◆ River bank erosion occurs at some part of farming land beside the Chamkharchhu.
- ◆ Some road side gabions are also damaged along the Chamkharchhu. Countermeasure is needed to protect them from river erosion.

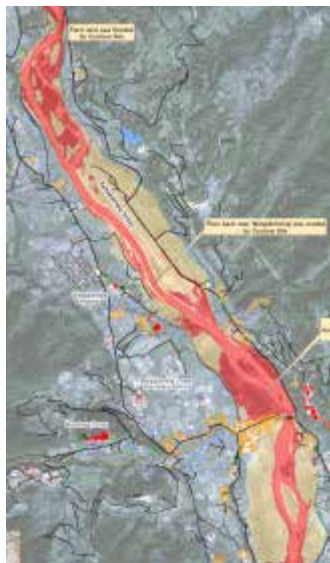


JICA Expert Team
Oct 7, 2014

Memorandum 3rd Meeting of FHM Working Group

Today's topics

Discussion about draft flood hazard maps in Chamkharchhu and Mangdechhu river basin



Flood hazard map (GLOF scenario) in Bumthang valley (left) and Bjizam (right)

Comments and discussion by the participants

- ◆ The draft flood hazard maps prepared by hydrological methods are introduced to FHM W/G members. At the beginning, overall analysis in Chamkharchhu basin (from glacial lake to Bumthang valley) and Mangdechhu basin (from glacial lake to the hydropower plant site) were shown to the members. Subsequently, the detailed hazard maps in Bumthang, Choekhor Toe, Kagthang and Bjizam villages were explained.
- ◆ DHS is preparing the development plan in Bumthang valley based on hazard maps prepared by DHS and DGM. The development plan contains relocation and development protection in the risk area. However, there are small risk area difference between the DHS/DGM flood hazard maps and ours. We need to discuss which map we should use for the plan.
- ◆ Past flood records must be shown in the flood hazard maps. Such kind of information is important for local people and judging the reasonability of the analysis.
- ◆ After finalizing the flood hazard maps, it might be better to explain the maps to the Directors before the maps will be published.

Attendance List

3rd FHMW/G

Date: 7/10/14
Venue: 406 C.H.
Time: 10 am - 11:30 am

*BLOCK LETTER PLEASE

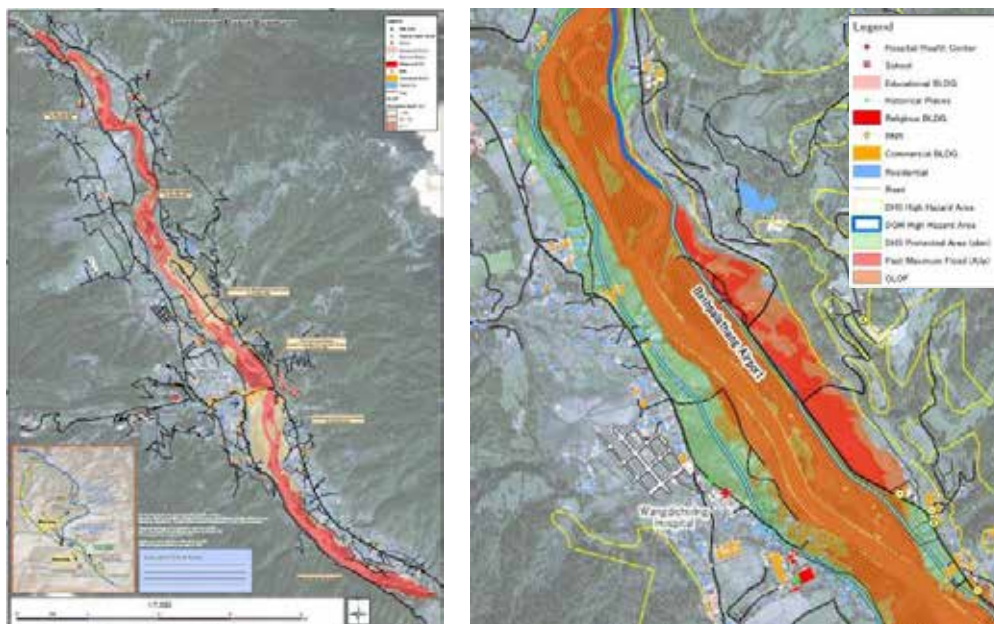
Name	Organization	Position	
THINLEY CHODEN	EGMD, DES, MWD	Executive Engineer	
Toki Phuntsok	EGMD, DES, MWD	Op. Exec. Engineer	
Karma Dondra	HD, DDM, RISA	Chief / PM JICA	
Toru Kishida	JICA	Expert	
Pema Wangdi	HD, DDM, MWD	Civil Engineer	
Norbu Chops	DDM	Volunteer JICA	
Yasuhiko KATO	JICA	Chief Advisor	
Dilipesh Pradhan	HD, DDM, MWD	Civil Engineer	
Ugyen M. Jangchen	RRPD, DHS	CHP	
Tongzaki Nalun	JICA	Expert	

JICA Expert Team
Feb 25, 2015

Memorandum 4th Meeting of FHM Working Group

Today's topics

Finalization of flood hazard maps in Chamkharchhu and Mangdechhu river basin



Flood hazard map (GLOF scenario) in Bumthang valley (left) and comparison between the simulated flood area and the protected area of DHS development plan (right)

Comments and discussion by the participants

- ◆ The past maximum rainstorm flood (Cyclone Aila) and GLOF scenarios are selected for flood hazard maps in the project area.

(Peak discharge)	100yrs return period	< <u>past max. (Aila)</u>	< <u>GLOF</u>
(Possibility)	100yrs return period	> <u>past max. (Aila)</u>	> <u>GLOF?</u>
- ◆ We can use those flood hazard maps as basic information when the Government of Bhutan makes development plans or conducts disaster risk management activities.
- ◆ The government should discuss which scenario is suitable for development plan making, considering balance of countermeasure costs, preservation property and possibility of the flood.
- ◆ If the detail of the preservation property in the risk area could be evaluated, the information must be helpful for the government decision making.
- ◆ There is a difference between the simulated flood area and the protected area of DHS development plan near Bathpalathang airport. Discussion is necessary to solve this issue.
- ◆ The flood hazard maps should be introduced to Dzongkhag officers.
- ◆ Japanese standard of flood risk classification (-0.5m: underfloor flooding, 0.5-3.0m: over-floor flooding, 3.0m-: upstairs or higher floor flooding) is also suitable in Bhutan.

Attendance List

Date: 25/2/2015
Venue: DZ Gendun Hall
Time: 2:30 pm - 5:00 pm

*BLOCK LETTER PLEASE

4th Flood Hazard Map Working Group Meeting

Name	Organization	Position	
Yasuhiko KATO	JICA Expert Team	Chief Advisor	
Karna Tenzin	DHMS	Deputy	
Karna Dophu	HD/DHMS	Chief	
Pashupati Sharma	-/-	EE	
KUENZANG	FLS, HD, DHMS	AE-1	
Tshewang Rigzin	PCRD, DHMS	Engineer	
PAUNTSHO NAMGIYAL	DHMS	Chief, PCRD	
Tigma Chogyal	DDM	SRP	
Tshering Penjore	DGIM	Exe Geologist	
Toru Korka	JICA Team	Vic Chief Adv	
Dorjaki Uden	"	FMW/GIP	

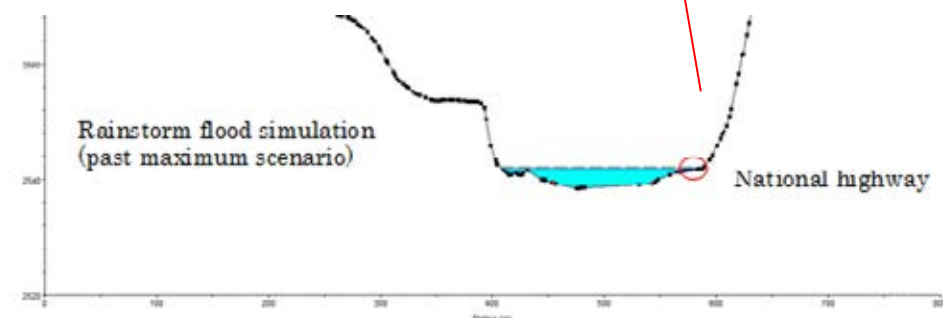
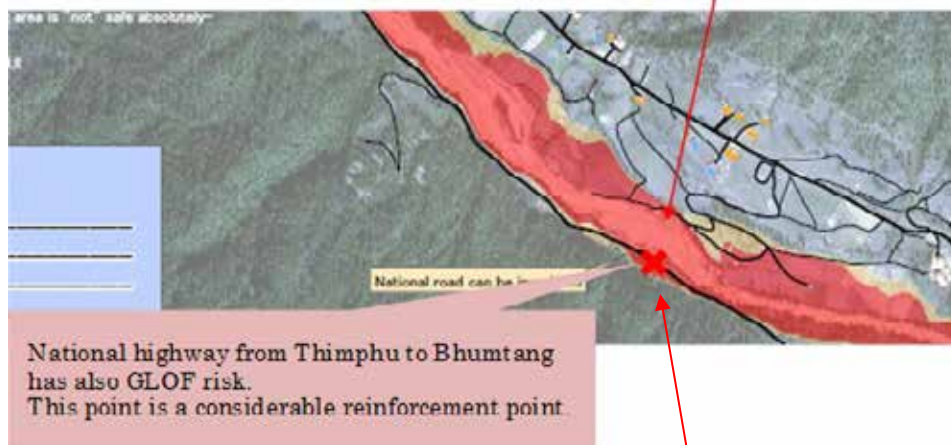
JICA Expert Team
March, 2016

Memorandum 5th Meeting of FHM Working Group

Today's Topics

1. Flood Hazard Map (FHM) preparation manual
 - The draft FHM preparation manual was shared among the members. The manual would be updated considering comments from the members.
 - Roles of relevant agencies and flow of FHM preparation was discussed.
2. Schedule of the next runoff/flood analysis training and target areas
3. Application of the FHM for other sector activities (invite new member from road sector, Department of Road, as an end user of flood hazard maps)
 - FHM is helpful information for structure design works. Thus, Department of Road, MoWHS, was invited as a new member of W/G.
 - Examples of flood risk evaluation by flood analysis are introduced to the members and discussed.

Example of flood simulation result at vulnerable point of national highway



Attendance List

Date: 24/03/2016
Venue: HHAS conference hall
Time: 1:00pm - 1:30pm

*BLOCK LETTER PLEASE

5th FHM w/g workshop

Name	Organization	Position
Jigme Chogyal	DDM	Sr. PO
Karma Dargen	DAMS/AGD	Chief AGD
Phuntsho Namgyal	PERD/DAMS	Chief, PERD
Tashi Sato	JZCA	Director
Tenpa Wangdi	DAMS	Secy/AGD
Bikash Balthan	DHMS	Engineer
Tshering Penjore	DGM	Geologist
Tempa Thinzay	DOR	Dy. EE
Sonam Tshering	DUR	Engineer
Tashi Wangdi	DAMS	Engineer
Tashi Hangmo	DHS	CUP
Tashi Phuntsho	FEND	Dy. E.E.
Tenzin Khen	JZCA	FHM / GDS

添付資料 11

防災主流化ワーキンググループ 議事録

JICA Expert Team
February 27, 2014

Memorandum

1st Meeting of MDRR Working Group

General

The 1st meeting of Mainstreaming of Disaster Risk Reduction (MDRR) Working Group (W/G) was held on Feb. 26 (10:00-11:30) at DHMS conference hall. The participants list is as attached. The followings are the main point discussed.

Purpose of the W/G

The purpose and function of the MDRR W/G was explained by Mr. Karma Dupchu, PM DHMS and Mr. Kato, JICA expert.



1st Meeting at DHMS

Mainstreaming of Disaster Risk Reduction

- ▶ Mr. Kato introduced the examples of the documents on MDRR (Sendai Statement Japan 2012 & UNESCO's Children's Charter).
- ▶ Mr. Jigme, DDM made a presentation on "What is Mainstreaming?".

Present Status of Disaster Management Act 2013

- ▶ Mr. Jigme, DDM also made a presentation on the present status of the DM Act 2013. Important points are:
 - Formation of National Disaster Management Authority (NDMA) in March 2014
 - Endorsement of DM Rules and Regulation by NDMA in March 2014
 - Sensitization on the DM Act, 2013 and DM Rules and Regulation to Dzongkhags & Ministries begin by April 2014
 - Complete the formulation of DM and Contingency planning guidelines by the end of March 2014

Baseline Survey Result

- ▶ Mr. Kato briefed the result of the baseline survey conducted by the questionnaire & interview surveys to 6 W/G agencies. Mr. Kato expressed the gratitude to the W/G members on the kind cooperation to the survey.
- ▶ The baseline survey result will be reviewed and updated by the W/G members in the 3rd W/G meeting (workshop) to be held on May 2014.

Activities and Meeting Ahead

- ▶ It was suggested by W/G members that it is not necessary to issue official letters to hold the W/G meetings. The project directly informs to W/G members by email.
- ▶ The 2nd W/G meeting (workshop) will be held on Mar. 7 (14:30-16:00) to discuss "Land use management against disaster" (Activity 1-6 of the Project). It was decided through discussion that several W/G members will make presentations on this issue in the 2nd W/G meeting to promote mutual understanding as follows:
 - Mr. Tshering Penjor (NLCS): Field land demarcation work with relevant agencies for land use regulation in hazard area (15 min.)
 - Ms. Thinley Choden (DHS): Outline of Bumthang Master Plan (15 min.)
 - Mr. Tshering Penjore (DGM): Hazard zonation map and hazard zone demarcation along Chamkharchhu in Bumthang (15 min.)

Attendance List			Date: 26/2/2019
*BLOCK LETTER PLEASE			Venue: Conference Room, DHMS
Name	Organization	Position	
Jigme Chogyal	DDM	PD	
Norio Ono	DDM	JICA Volunteer	
Thinley Choden	FEMD, DES	Executive Engineer	
Tshering Penjor	NLC	SSE	
Tenzin Norbu	NLC	SE	
TASHI NANGMO	DHS	CUP	
Karma Dorjee	DHMS	Chief	
PHUNTSHO NAMGYAL	PCRD, DHMS	Chief	
TSHERING TASHI	SGD, DHMS	ENGINEER	
Tshering Penjore	DGM	Exe. Geologist	
Yasuhiko KATO	JICA	Chief Advisor	
Tamagaki Wada	JICA	FHM/GIS	

JICA Expert Team
March 10, 2014

Memorandum

2nd Meeting of MDRR Working Group

General

The 2nd meeting of Mainstreaming Disaster Risk Reduction (MDRR) Working Group (W/G) was held on Mar. 7 (14:30-16:00) at DHMS conference hall. The participants list is as attached. The followings are the main point discussed.

Disaster Related Land Use Management

- ▶ W/G members made the following presentations promote mutual understanding and raise awareness on this issue:
 - Ms. Tashi Wangmo (DHS): Incorporating disaster risk reduction in Bumthang Master Plan preparation
 - ✧ The Master Plan formulation was completed in Oct. 2013 and the local (detailed) plan is now under preparation.
 - ✧ The Plan was formulated taking into consideration the flood and landslide hazard risk zonation as prerequisite.
 - Mr. Tenzin Norbu (NLCS): Field land demarcation work for allotted land through various processes
 - ✧ Local (detailed) area plan formulated by agency will be demarcated and validated by NLCS.
- ▶ Free discussion was held based on the presentations as follows:
 - Hazard zonation is not the mandate of DHS in formulating Bumthang Master Plan, however, DHS had to conduct it by outsourcing to Bhutanese local consultant, since DGM was too busy to do it.
 - The local plan of Bumthang Master Plan will be “validated” by NLCS with the cooperation of DHS and Dzongkhag (neither approval nor endorsement).
 - According to DoES, The flood embankment along Chamkharchhu in front of Bumthang airport was constructed by Department of Aviation as attached structure.
 - Harmonization of the following 2 flood hazard zonation in Bumthang will be important:
 - ✧ by DHS by geomorphological analysis in Bumthang Master Plan
 - ✧ by DHMS/JICA Project by hydrological/ hydraulic analyses to be conducted through FHM Working Group



2nd Meeting at DHMS

Activities and Meeting Ahead

- ▶ The 3rd W/G meeting (workshop) will be held on May 2014 (date to be announced). The agenda will be as follows:
 - Presentation by Mr. Tshering Penjore (DGM): Hazard zonation map and hazard zone demarcation along Chamkharchhu in Bumthang (15 min.) <postponed from 2nd to 3rd meeting>
 - Review and update of the baseline survey result (already distributed in the 1st meeting) by W/G members

Attendance List

Date: 7/03/2014
Venue: DoE conference
Hall

*BLOCK LETTER PLEASE

Name	Organization	Position	
TASHI HANGMO	DHS	Chief Urban Planner	
THINLEY CHODEN	DES	Executive Engineer	
Norzo Dnyo	DDM	JICA Volunteer	
Karma Dnyen	HD, DHMS	Chief / In JICA	
DEMA YANGZOM	PCRD, DHMS	Engineer	
TENZIN NORBU	TOPO, NLCS	Survey Engineer	
Jigmu Chogyal	DDM	PO	
Tsuguyuki Wada	JICA	FHM/GIS	
Yasuhiko Kato	JICA	Chief Advisor	

JICA Expert Team
June 9, 2014

Memorandum

3rd MDRR Working Group Workshop

General

The 3rd workshop of Mainstreaming Disaster Risk Reduction (MDRR) Working Group (W/G) was held on June 6, 2014 from 10:00 to 11:45 at DHMS conference hall with the attendance of the Director of DHMS. The participants list is as attached. The followings are the main issue discussed.

Review and Update of Baseline Survey Result

- ▶ All the participants jointly reviewed and updated the baseline survey result prepared based on the questionnaire and interview surveys to 6 agencies, which was distributed in the 1st W/G workshop on Feb. 26, 2014 as follows:
- ▶ Jointly updated baseline survey result will be disseminated to all the participants upon compiled.
- ▶ In promoting Bumthang Master Plan, DHS raised the difficulties in the coordination between DHS's flood/landslide hazard zonation and DGM's GLOF hazard zonation.



3rd Meeting at DHMS

Activities and Meeting Ahead

- ▶ The 4th W/G workshop will be held on October 2014 (date to be announced). The agenda will be as follows:
 - Preparation for the formulation of an action plan on the Bumthang land use planning against disaster by harmonizing the following 3 hazard zonation in Bumthang. The focal person of Bumthang Dzongkhag will be invited to the meeting.
 - ✧ DHS's flood and landslide hazard zonation
 - ✧ DGM's GLOF hazard zonation
 - ✧ JICA's GLOF/flood hazard zonation (to be drafted by Sep. 2014)
 - Presentation by Mr. Tshering Penjore (DGM): Hazard zonation map and hazard zone demarcation along Bumthang valley (15 min.) <postponed from 2nd to 4th meeting>

Attendance List

Date: 2014/6/6
Venue: DHMS conference room

*BLOCK LETTER PLEASE

Name	Organization	Position	
Yasuhiko KATO	JICA Expert Team	Chief Advisor	
PHUNTSHO NAMGYAL	CHIEF, PCRD	PCRD, DHMS	
Karan Dugche	Chief, PHD	HD/DHMS	
Pshering Tashi	SGD, DHMS	Engg	
Toru Koike	JICA Team	Vice Chief Ad.	
Toli Phuntscho	FEMD, DESMATHS	Dy. Eng. Engineer	
TASHI WANGMO	DOS, DHMS	Chief Urban Planner	
Bikash Pradhan	HD, DHMS	Engineer	
Sonam Dorjee	NLCS, 7/pd	SCSR	
Kama Tenzin	DHMS	Dev	
Jigme Chogyal	DDM	PD	

DHMS & JICA Expert Team
April 17, 2015

Memorandum

4thMDRR Working Group Workshop

General

The 4th workshop of Mainstreaming Disaster Risk Reduction (MDRR) Working Group (W/G) was held on April 10, 2015 from 14:30 to 16:00 at DHMS conference hall. 14 working members from all the counterpart agencies, DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS and DHS including the Director of DHMS attended the workshop. The participants list is as attached as annexure. The main issues discussed are as follows:

Review of GLOF Hazard Map along Bumthang Valley by DGM

- ▶ Mr. Tshering Penjore (DGM) presented the process carried out in developing the GLOF hazard map. (postponed from 2nd to 4th workshop)
 - GLOF hazard map was developed by DGM in 2007 based on the topographic survey and soil condition (not based on hydrological/hydraulic analysis).
 - Based on the request from DDM to DGM, DGM carried out the demarcation of hazard map in December 2011. Further, DGM also identified safe evacuation areas and DDM created awareness to people on how to get to the evacuation areas during the times of disaster.

Incorporating Hazard Zonation in the preparation of Bumthang Valley Development Plan by DHS

- ▶ Ms. Tashi Wangmo (DHS) presented on the usage of hazard map in the preparation of human settlement plans citing an example of Bumthang Valley Development Plan.
 - Bumthang Valley Development Plan (Structure Plan as general concept) was prepared by DHS in collaboration with the City of Zurich, Switzerland in 2013. The preparation of plan took into account the multi hazard map so as to mainstream disaster risk reduction.
 - Detailed Plans (Local Area Plan as Action Plan) for specific areas identified in the Valley Development Plan are also drafted by DHS in 2014 in order to implement detailed planning and zonation including land use demarcation.
 - The issue was raised since there are two hazard maps (one prepared by JICA through the Flood Hazard Map Working Group and the one by DHS) and the high hazard zones do not match.



4th Workshop at DHMS

Free Discussion (Activity 1-6 of the Project)

- ▶ (The coordination between the following three hazard zonation and the DHS's Draft Local Area Plans (Action Plan) at Wangdicholing in Bumthang were discussed.
 - DHS flood and geo hazard zonation
 - DGM GLOF hazard zonation
 - JICA GLOF/flood hazard zonation
- ▶ It was confirmed that JICA and DGM hazard zonation was almost the same at the Draft Local Area Plan site at Wangdicholing and DHS decided to apply the zonation into the Plan.
- ▶ It was confirmed that DHS hazard zonation covered wider area (safer side) than JICA/ DGM zonation taking into account not only GLOF/flood hazard but also other geo hazard.
- ▶ It was confirmed that there was no conflict between JICA flood hazard zonation and DHS Draft Local Area Plan at Wangdicholing.
- ▶ DDM suggested the Local Area Plan be finalized by applying JICA GLOF/flood hazard zonation and DHS geo hazard zonation.

Activities and Workshop Ahead

- ▶ The 5th W/G Workshop will be held on November 2015 (date to be announced). Department of Roads, MoWHS and Department of School Education, Ministry of Education will be invited as observers. The agenda will be as follows:
 - Presentation by Mr. Jigme Chogyal (DDM): Update on the disaster management administration in Bhutan after the enactment of Disaster Management Act 2013 (Activity 1-4)
 - Discussion on the proposal of institutional and legal system necessary for Mainstreaming Disaster Risk Reduction into Development Plan (Activity 1-7) <refer to P20 of Project Inception Report (Sep. 2013)>

Attendance List

Date: Apr. 10th 2015
Venue: BOF conference hall
Time: 2:30 pm - 4:00 pm

*BLOCK LETTER PLEASE

Name	Organization	Position	
TASHI HANGMO	DHS	Chief Urban Planner	
Kam Dophi	DHMS	Chf.	
Pema Wangdi	HO, DHMS	sy. project manager	
Bikash Pradhan	HO, DHMS	Engineer	
Tshering Pungne	DGM	Exe. Geologist	
Norio Omfo	DDM	JICA	
Tenzin Norbu	NLCS	Survey Engineer	
Tashi Phuntsho	FEMD, DES.	DY. Exe. Engineer	
TSHERING TASHI	DHMS	OFFIC. CHIEF, S&D	
Yasuhiko KATO	JICA	Chief Advisor	
Tonoyuki Wada	JICA	THM/GLS	
Jigme Chogyal	DDM	Sec. PO	
HUNTSO NAMGYAL	PLRD, DHMS	Chief, PLRD	
Karma Tsering	DHMS	Dir	

DHMS & JICA Expert Team
February 24, 2016

Memorandum

5thMDRR Working Group Workshop

General

The 5th workshop of Mainstreaming Disaster Risk Reduction (MDRR) Working Group (W/G) was held on February 24, 2016 from 11:00 to 12:30 at DHMS conference hall. The objective is to discuss the Project Activity 1-7, "Identify and propose institutions necessary for mainstreaming disaster risk reduction (MDRR) into development" <refer to P24 of Project Inception Report (Sep. 2013)>.

The W/G members from the counterpart agencies, DHMS, DDM, DGM, DoES attended the workshop. In addition, a representative from the Department of School Education (DoSE), Ministry of Education also attended the workshop as a new W/G member. The participants list is as attached as annexure. The main issues discussed are as follows:

Outline of the Inter-Ministerial Task Force (IMTF)

- ▶ Mr. Jigme Chogyal (DDM) explained the outline of the Inter-Ministerial Task Force (IMTF) to be established according to the Disaster Management Act of Bhutan 2014.

Topics of interest on the draft TOR of IMTF

- ▶ Mr. Yasuhiko Kato, Chief Advisor of the JICA Expert Team present the topics of interest
 - DDM regarded IMTF as appropriate institutions for the MDRR into development.
 - Therefore, existing 2 W/G will be upgraded to the IMTF as it is.
 - ✧ Flood Hazard Map (FHM) W/G
 - ✧ Mainstreaming Disaster Risk Reduction (MDRR) W/G
 - The terms of reference (TOR) of the IMTF will be submitted to NDMA by DDM in 2016
 - The contents of the draft TOR of the IMTF will be as follows:
 - ✧ Permanent IMTF
 - ✧ Hazard based Temporal IMTFs
 - ✧ Exceptional crisis
 - ✧ Member list
 - ✧ Interval



5th Workshop at DHMS

✧ Venue

Free Discussion (brainstorming) on the Draft IMTF TOR

- ▶ It was informed that JAXA/ AIT have interest in the Flood Hazard Map (FHM) W/G of the Project and had a meeting with the W/G members on Feb. 18 to promote future cooperation.
- ▶ It was proposed to use “Technical Working Group” instead of IMTF, however, it was agreed to use IMTF as it is considering the consistency with the DM Act 2013
- ▶ It was proposed that IMTFs should be hazard based such as Hydrological hazard (flood and windstorm, landslide? and draught) IMTF, Earthquake IMTF, Forest Fire IMTF and Epidemic IMTF
- ▶ It was proposed that the number of IMTFs will be 4 to 5 (Not too many IMTFs).
- ▶ It was proposed that the Permanent IMTF to discuss general DM issues will not be necessary.
- ▶ It was proposed to add City Corporation and the Department of Culture as the member of the IMTF for Earthquake.
- ▶ It was proposed to add the Department of Livestock as the member of the IMTF for Epidemic.
- ▶ Mr. Jigme Chogyal (DDM) agreed to prepare the Draft TOR of the IMTF as the basis for the continuous discussion on the next (6th) MDRR W/G Workshop to be held on May 2016.

Activities and Workshop Ahead

- ▶ The 6th W/G Workshop will be held on May 2016 (date to be announced). The agenda will be as follows:
 - Project Activity 1-7: Continuous discussion on the Draft TOR of the IMTF to be prepared by Mr. Jigme Chogyal (DDM)
 - Project Activity 1-9: Discussion on “Develop SOP on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies”.<refer to P25 of Project Inception Report (Sep. 2013)>

Attendance List

Date:
Venue:

*BLOCK LETTER PLEASE

Name	Organization	Position		
Yasuhiko KATA	JICA	Chief Advisor		
Jigawa Chogyal	DDM	Sr. PD		
Karna Dupahe	DHMS	Chief/JICA PM Desk		
Tona Wangdi	DHMS	Dy. Project manager		
Tshering Penjor	DGM	Exec. Geologist		
Toru Koike	JICA	Vice Chief Adv.		
Bikash Pradhan	DHMS	Engineer/Hd DHMS		
Yeshay Khendup	DSE	Dy. Program Officer		
Tob. Phuntsok	FEMD, MoHHS	Dy. Exec. Engineer		

DHMS & JICA Expert Team
June 7, 2016

Memorandum

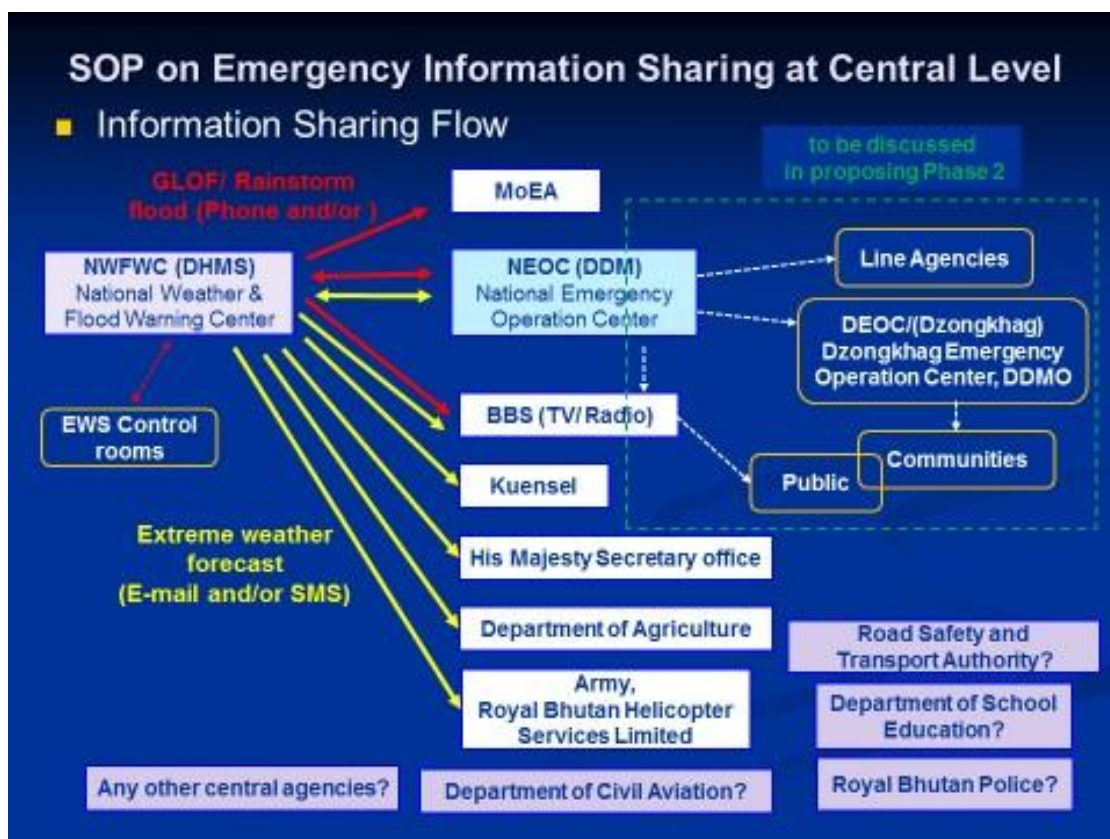
6th MDRR Working Group Workshop

General

The 6th workshop of Mainstreaming Disaster Risk Reduction (MDRR) Working Group (W/G) was held on June 7, 2016 from 11:00 to 12:40 at DHMS conference hall. The objective of the Workshop is to discuss the Project Activity 1-9, "Develop SOP (Standard Operation Procedure) on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies" in central level described in the PDM of the Project. 10 W/G members from the counterpart agencies, DHMS, DDM, DHS, DoSE and the JICA Expert Team attended the workshop. The participants list is as attached as annexure. The main issues discussed are as follows:

Topics of interest on the Emergency Information Sharing in Central Level

- ▶ Mr. Yasuhiko Kato, Chief Advisor of the JICA Expert Team presented the current status of the emergency information sharing in central level as a basis for the discussion to prepare the SOP.
- The objective emergency information issued by NWFWC, DHMS will be
 - ✧ GLOF/rainstorm flood (hydrological information) and
 - ✧ Extrema weather forecast (meteorological information).
- Current emergency information sharing flow between central agencies in Thimphu



Visit to NFWWC

To have more clear image on the emergency information source, all the participants visited NFWWC to see the GLOF/Rainstorm Early Warning Systems (EWS) in three river basins (GLOF/flood information) and the GTS and HimawariCast receiver (Extreme weather forecast) installed by the Project.



Free Discussion (brainstorming) on emergency information sharing in central level

- ▶ It was proposed that the SOP be divided into two part as follows because of the reason as below:
 - GLOF/rainstorm food (happens in specific basin wide, information sharing will be limited)
 - Extreme weather forecast (general and covering whole Bhutan, information sharing will be broader than GLOF/flood)
- ▶ Several problems on the sharing method were reported and discussed as below:
 - SMS: sometime delay (maximum around 1 day)
 - E-mail: Almost nobody could access after office hour
 - Web site: It is difficult to know the timing to access (Some may not know approaching emergency at all.)
- ▶ It was reported by, DHMS that, a new weather and flood alert apps is under development under the support of G2C (government to citizen) project. It is expected to launch soon.
- ▶ It was proposed that SNS (Social Networking Service) will also be one of the useful tool for the sharing.
- ▶ It was proposed that SMS, E-mail and other method should be official (for example issuing SMS from personal mobile will not be recommended.)
- ▶ It was reported by the Department of School Education (DoSE) that around 25 % of Bhutanese population is in school during daytime. (DoSE should be included in the information sharing as a new stakeholder.)
- ▶ It was proposed that the Road Safety and Transport Authority (RSTA) and Royal Bhutan Police (RBP) be included in the information sharing as a new stakeholder, as RSTA and RBP are directly responsible of monitoring of vehicles movements.
- ▶ It was agreed that the SOP be formulation by July 2016 as the project will be terminated by September 2016.



Activities and Workshop Ahead

- ▶ The 7th W/G Workshop will be held on July 2016 (date to be announced). The agenda will be as follows:
 - Project Activity 1-7: Continuous discussion on the Draft TOR of the IMTF by Mr. Jigme Chogyal (DDM)
 - Project Activity 1-9: Continuous discussion on “Develop SOP on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies” based on the draft SOP.

Attendance List

Date: June 7, 2016
Venue: Conference Hall, MoEA

*BLOCK LETTER PLEASE

	Name	Organization	Position	
1	Karma Dendup	DHMS	Chief/PM (JICA)	
2	Yasuhiko KATO	JICA Expert Team	Chief Advisor	
3	Pema Wangyel	HB, DHMS	Dp. Project Manager/Civil Engineer	
4	Tayla Buddha Tamang	MD, DHMS	Offg. Chief/Sr. Meteorologist	
5	Endre Wangchuk	HD, DHMS	Geo	
6	Bikash Pradhan	HD, DHMS	Envy	
7	Yeshey Khendup	DSE, MoE	Dp CPO	
8	Keshav Mahajan	IDM, MoEA	Program offta	
9	Toru Koike	JICA Exp.	Vice Chief	
10	TASHI Wangmo	DHS	Chief Urban Planner	

DHMS & JICA Expert Team
Aug 2, 2016

Memorandum

7th MDRR Working Group Workshop

General

The 7th workshop of Mainstreaming Disaster Risk Reduction (MDRR) Working Group (W/G) was held on Aug 2, 2016 from 11:00 to 12:45 at DHMS conference hall. The objective of the Workshop is to discuss the following issues described in the PDM of the Project:

1. Project Activity 1-7, "Identify and propose institutions necessary for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans." and,
2. Project Activity 1-9, "Develop SOP (Standard Operation Procedure) on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies" in central agencies.

Seven W/G members from the counterpart agencies, DHMS, DDM, DHS and the JICA Expert Team attended the workshop. The participants list is as attached as annexure. The main issues discussed are as follows:

Project Activity 1-7, "Identify and propose institutions necessary for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans."

- ▶ Presentation
 - Mr. Jigme Chogyal, DDM presented the draft Terms of Reference (TRO) for Flood Hazard Technical Working Group - Bhutan (FTWG) of Inter-Ministerial Task Force (IMTF)
- ▶ Discussion
 - The original idea of organizing IMTF with 15 members will not be useful, practical and functioning.
 - A Technical Working Group (W/G) under IMTF will be organized for each disaster as necessary.
 - It is suggested that the W/G is for review and advice and not for carrying out practical work like hazard mapping.
 - The W/G will review and advice not only the flood hazard map prepared by the technical agencies in charge but also the Disaster Management and Contingency Plan prepared by each Dzongkhag.
 - Almost the same W/G members will be able to deal with landslide.



- Mr. Jigme Chogyal, DDM will update and distribute the TOR to today's participants based on this discussion
- DDM will submit the final TOR to next NDMA

Project Activity 1-9, "Develop SOP (Standard Operation Procedure) on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies"

- ▶ Presentation
 - Mr. Yasuhiko Kato, Chief Advisor of the JICA Expert Team presented draft "Standard Operation Procedure (SOP) on Emergency Information Sharing in Central Agencies" prepared based on the discussion in the last (6th) MDRR W/G Workshop held on June 7, 2016.
- ▶ Discussion
 - Other than SNS, the effectiveness of the group information sharing using chatting application, especially "WeChat" (very popular in Bhutan) is introduced. "WeChat" group is used for the communication between DDM and the DDMO in 20 Dzongkhag.
 - The point of contact of NFWFC should be official telephone number and should not be only personal mobile number.

Attendance List

Date: 21/6/2016
Venue: DZ Conference Hall
Time: 10:00-13:00

*BLOCK LETTER PLEASE

7th work shop on MDRR W/G

Name	Organization	Position	
Karna Tamang	DDM S	Director	
Tashi Wangmo	DHS	Chief	
Jigme Chogyal	DDM	S.P.O	
Pema Wangchuk	AD, DDM	Deputy P.O. DDM	
Tenzin Panchen Tamang	MD, DDM	officer-in-charge	
Karna Dargachin	HD/DHM	Chief	
Yasuhiko KATO	JICA Expert Team	Chief Advisor	
Tomoyuki Wada	JICA Expert Team	FHM/G2S	

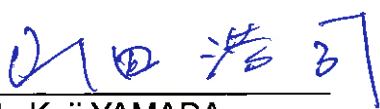
添付資料 12

供与資機材引渡書

CERTIFICATE OF HANDOVER

PROJECT TITLE: "The Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan"

This is to certify that the equipment in the attached list for above-mentioned project have been handed over properly as of 26, August, 2016 to the Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs.



Mr. Koji YAMADA
Chief Representative
JICA Bhutan Office



Mr. Karma Tsering
Director
Department of Hydro-Met Services
Ministry of Economic Affairs

26, August, 2016

(Department of Hydro-Met Services)

List of Equipment Provided by the Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan (1/3)

No.	Name of Equipment	Amount
1	Equipment for the Global Telecommunication System (GTS)/ Message Switching System (MSS) (including the operating system and manual)	1
2	Equipment for the GLOF/Rainstorm Early Warning System (EWS) along the Mangdechhu and Chamkharchhu River Basins (including AWLS, AWS, control room, warning siren, communication system and the operating system and manual)	1

Undertakings of the Department of Hydro-Met Services, MoEA

The above-listed equipment (GTS/MSS and EWS) shall be operated and maintained properly and sustainably under the responsibility of the Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs by securing sufficient budget as proposed in the Project Completion Report of the Project (refer to Section 4.3.2).

Warranty against Defects by Japanese Side

The Contractor (Helicom Corporation Inc.) is required to warrant the quality of above-listed equipment (GTS/MSS and EWS) during one (1) year from the date of the completion officially certified by JICA Headquarter on March 23, 2016. Defects to be warranted are as follows:

- 1) Malfunctioning or breaking of the equipment due to use of improper equipment or materials
- 2) Malfunctioning or breaking of the equipment due to use of improper software

Notwithstanding above, the Contractor will be exempted from the responsibility of warranty, if the malfunctioning or breaking are caused by a third party, modification from the original installation condition, improper operation and maintenance, force majeure such as landslide, earthquake or extraordinarily big flood.




JICA Bhutan Office

Doybum Lam, Above Memorial Chorten, P.O. Box 217, Thimphu, BHUTAN
TEL: 322030, 323218, 328074 FAX: 323089, E-mail: bt_oso_rep@jica.go.jp
URL: <http://www.jica.go.jp/bhutan>

List of Equipment Provided by the Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan (2/3)

No.	Name of Equipment	Amount
3	Equipment for the HimawariCast Receiving System (including the operating system and manual)	1

Undertakings of the Department of Hydro-Met Services, MoEA

The above-listed equipment (GTS/MSS and EWS) shall be operated and maintained properly and sustainably under the responsibility of the Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs by securing sufficient budget.

Warranty against Defects

The Contractor (Oriental Electronics, Inc.) is required to warrant the quality of above-listed equipment (HimawariCast Receiving System) during one (1) year from the date of the official completion certified by JICA Expert Team on March 11, 2016. Defects to be warranted are as follows:

- 1) Malfunctioning or breaking of the equipment due to use of improper equipment or materials
- 2) Malfunctioning or breaking of the equipment due to use of improper software

Notwithstanding above, the Contractor will be exempted from the responsibility of warranty, if the malfunctioning or breaking are caused by a third party, modification from the original installation condition, improper operation and maintenance or earthquake.




JICA Bhutan Office

Doybum Lam, Above Memorial Chorten, P.O. Box 217, Thimphu, BHUTAN
 TEL: 322030, 323218, 328074 FAX: 323089, E-mail: bt_oso_rep@jica.go.jp
 URL: <http://www.jica.go.jp/bhutan>

List of Equipment Provided by the Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan (3/3)

No.	Name of Equipment	Amount
4	Backup Generator for the GTS/MSS and the EWS	3
5	Equipment for the flood evacuation drills (including head lamp, reflectorized vest, megaphone, stretcher, first aid kit, tarpaulin and rope) for the following target communities: - Mangdechhu basin; Bjizam community - Chamkharchhu basin: Wangdicholing and Chamkhar Town communities and Gangrithang and Chokhortoe primary schools	1
6	Computer (DELL Latitude E6440)	1
7	Multifunction Photocopier (bizhub C224e/Konica Minolta)	1
8	A0 Plotter (HP Designjet T520)	1
9	Projector (XJA141/CASIO)	1
10	GPS (Promark120/Spectra Precision)	2
11	Range finder (True Pulse 200/Laser Technology, Inc.)	2

Warranty against Defects

(Above-listed equipment are exempted from warranty against defects.)




JICA Bhutan Office

Doybum Lam, Above Memorial Chorten, P.O. Box 217, Thimphu, BHUTAN
 TEL: 322030, 323218, 328074 FAX: 323089, E-mail: bt_oso_rep@jica.go.jp
 URL: <http://www.jica.go.jp/bhutan>

添付資料 13

事業完了報告書協議議事録

**MINUTES OF MEETINGS
ON
THE PROJECT COMPLETION REPORT
FOR
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF
GLOF AND RAINSTORM FLOOD FORECASTING AND EARLY WARNING**

**AGREED UPON BETWEEN
THE AUTHORITIES CONCERNED
OF THE GOVERNMENT OF KINGDOM OF BHUTAN
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

Thimphu, August 29, 2016



Mr. Yasuhiko Kato
Chief Advisor, Expert Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)



Mr. Karma Tsering
Director
Department of Hydro-Met Services
Ministry of Economic Affairs

In response to the request of the Government of Kingdom of Bhutan, the Government of Japan has decided to conduct the technical cooperation concerning the "Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Warning"(hereinafter referred to as "the Project"). The Japanese side and the Bhutanese side came to an agreement on the Record of Discussion (hereinafter referred to as "R/D") which was signed on 14 May 2013 between Gross National Happiness Commission and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"). Based on the R/D, JICA dispatched the Expert Team (hereinafter referred to as "the Team") headed by Mr. Yasuhiko Kato from 9 October 2013 for the commencement of the Project.

The Project Completion Report (hereinafter referred to as "the Report") meeting was held on August 26, 2016 with main counterpart agency, Department of Hydro-Met Services, Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as "DHMS") and five sub counterpart agencies concerned with the Project to discuss the contents of the Report compiling all the progress and achievements of the Project for 3 years from October 2013 to August 2016. The list of the participants is attached as Annex 1.

The Report was accepted by the Bhutanese side in principle. The following are the main points discussed and agreed by the both sides.

1. Achievements of the Project

The achievements of the Project which were carried out for 3 years from October 2013 to August 2016 by predominantly the counterpart personnel with support from the Team was agreed upon and accepted by the Bhutanese side.

2. Active involvement of DHMS staff to the equipment installation work

The team expressed deep gratitude to DHMS for dispatching may staff for several months, at its own expenses, to support the installation work of the GTS/MSS, EWS and Himawari Cast Receiving System conducted by JICA Contractor in Thimphu, Mangdechhu and Chamkharchhu river basins.

3. Official handover of the equipment

All the equipment provided and installed (GTS/MSS, EWS, HimawariCast Receiving System and others) have been officially handed over from JICA to DHMS as of 26, August, 2016. The Team requested that the equipment be operated and maintained properly and sustainably under the responsibility of DHMS by securing sufficient budget as proposed in the Section 4.3.2 of the Report. The Team informed that JICA Headquarter has officially requested JICA Contractor to come to Bhutan to fix several minor malfunctioning of the EWS as soon as possible based on the warranty against defects. The Bhutanese side agreed with the request and information.

12

11

4. **Support of DDM and DHMS for Bumthang District Office on future EWS Sensitization**

It was acknowledged by the participants that one of the important lessons learned from the last big monsoon flood in Bumthang on July 26, 2016 is the importance and necessity of further and continuous sensitization by Bumthang District Office on the EWS installed by the Project, which will not only be the periodical evacuation mock drill at vulnerable communities but also the general awareness raising for other general public inhabited in entire Bumthang valley. In this context, DDM and DHMS agreed to support Bumthang District Office financially and technically for their future sensitization activities.



Annex-1

Participant List of Project Completion Report Meeting

Bhutanese Side:

Mr. Karma Tshering	Director, DHMS (Project Director)
Mr. Karma Dupchu	Chief of Hydrology Division, DHMS (Project Manager)
Mr. Pema Wangdi	Engineer, Hydrology Division, DHMS (Deputy Project Manager)
Mr. Bikash Pradhan	Engineer, Hydrology Division, DHMS
Mr. Sangay Tenzin	Assistant Engineer, Hydrology Division, DHMS
Mr. Kunzang	Assistant Engineer, Hydrology Division, DHMS
Mr. Tayba B Tamang	Off. Chief of Meteorology Division, DHMS
Mr. Cheki Dorji	Engineer, Meteorology Division, DHMS
Ms. Pema Syldon	Engineer, Meteorology Division, DHMS
Mr. Chhimi Wangda	Asst. Meteorologist Officer, Meteorology Division, DHMS
Mr. Ranjit Tamang	Senior. Technician, Meteorology Division, DHMS
Mr. Karma Tenzin	Senior. Technician, Meteorology Division, DHMS
Mr. Tshering Tashi	Off. Chief of Snow & Glacier Division, DHMS
Mr. Somik Mukherjee	Head/TMO, Flood Warning Section, DHMS
Mr. Jigme Chogyal	Program Officer, DDM
Mr. Tshering Penjore	Executive Geologist, DGM
Mr. Tashi Phuntsho	Dy. Executive Engineer, Flood Engineering Management Division, DoES
Ms. Tashi Wangmo	Chief Urban Planner, Survey & GIS Division, DHS
Mr. Dorji Pelzang	Sr. Survey Engineer, NLCS

Japanese Side:

Ms. Kazumi Shimaoka	Project Formulation Advisor, JICA Bhutan Office
Mr. Yasuhiko Kato	Chief Advisor/ Basin Disaster Management Planning
Mr. Toru Koike	Vice Chief Advisor/ Flood Forecasting and Warning
Mr. Tomoyuki Wada	Flood Hazard Map/ GIS





添付資料 14

ブータン国国別防災情報一覧

ブータンの防災情報一覧

現状および課題

1.災害の特徴

ブータンは、若いヒマラヤ山脈に位置し、世界で最も地震活動の活発な地域に位置していると考えられている。また過去の地震活動から分かる通り、地震は最も差し迫った問題となっている。地球温暖化により、氷河湖決壊洪水（GLOF）はブータンにとってもう一つの脅威となっている。気候変動が原因の季節性の強風はブータンにおけるハザードの一つとなっており、地方の家屋に深刻な被害を与えている。2011 年と 2013 年には暴風が発生し、地方の家屋に被害がでた。他の災害で言えば、地すべり、鉄砲水、暴風、森林及び建造物火災が発生し、財産や人命に深刻な被害を与えている。*1

1900 年から 2016 年に発生した自然災害のうち死者数でみた 10 大災害は以下のとおりである。*2

1900 年から 2016 年に発生した自然災害のうち死者数でみた 10 大災害*2

災害	災害発生年月日	死者数
洪水	2000 年 08 月 02 日	200
疫病	1985 年 09 月	41
洪水	1994 年 10 月 06 日	22
暴風雨	1994 年 05 月	17
暴風雨	2009 年 05 月 25 日	12
地震	2009 年 09 月 21 日	11
洪水	2016 年 07 月 20 日	5

(注) データの収集期間が短い、ED-DAT の選定条件を満たしていない場合、表示件数が 10 件に満たない場合がある。

2016 年 7 月 15 日から 29 日まで続いたモンスーンの長雨により、ブータン全土（特に南部）で河川氾濫、土砂崩れ、河岸浸食、道路崩壊、橋梁流失など甚大な被害が発生した。2009 年のサイクロン・アイラと比較すると死者は少ないものの、インフラの被害は（8 月時点で被害額が明らかでないが）サイクロン・アイラを遙かに上回ると言われている。

2009 年 5 月に襲来したサイクロン・アイラは、ブータン全土で観測史上最大雨量を記録するとともに、死者 12 名、被害総額 17 百万 US ドルの近年最悪の暴風雨災害となった。*3

2000 年 8 月の洪水では、7 月 31 日から降り続いた雨によって、インドとの国境近くで洪水や地滑りが発生し、死者 200 人、被災者 1,000 人のブータン史上最大規模の災害が発生した。*1

1994 年 10 月の洪水では、北西部の氷河湖ルゲ（Lugge）が決壊し、Punatsangchhu 川流域の鉄砲水と土石流によって、22 人が死亡、600 人が被災した。*1

2.行政区分

ブータンには 20 のゾンカク（県、Dzongkhag）がある。ゾンカクはドゥンカク（郡、Dungkahag）、チョンデ（町、Thromde）とゲオク（村の集合体、Gewog）、村という行政単位によって構成されている。2015 年時点で、全国に 15 のドゥンカク、205 のゲオクがある。*4

3. 災害予防(被害抑止/軽減)

災害リスクの把握(HFA2)

内務文化省防災局（DDM）とリスクアセスメント関係技術省庁との連携によるマルチハザードアトラスの整備は長年の懸案であるが、具体的な整備は全く進んでいないのが実態である。

経済省地質鉱山局（DGM）が、GLOF の発生危険度が最も高い 2 つの河川流域（Punatsangchhu 及び Chamkharchhu）において、2007～2008 年に GLOF ハザードマップを作成した。しかし、これらは地形等から間接的に推定したもので、水文/水理モデル解析に基づくものではない。

7 項に記載の JICA 技術協力プロジェクトにより

全てのリスクアセス実施機関で、ハザードマッピング、リスク評価を実施するための技術的能力がまだ充分ではない。

	経済省水文気象局（Department of Hydro-met Services, DHMS）及び公共事業定住省土木局（Department of Engineering Services, DoES）が 2015 年に Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域において、水文/水理モデル解析に基づく GLOF/洪水ハザードマップを作成した。	
災害リスクの地域・コミュニティとの共有 (HFA2)	- DDM の支援を受け、教育省学校教育局 (Department of School Education, Ministry of Education) の指導のもと、全国の小学校が地震防災計画を策定し、月に 1 回、地震避難訓練を実施している。 7 項に記載の JICA 技術協力プロジェクトにより Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域において、DDM と DHMS が連携し、GLOF/洪水危険度が高いコミュニティにおいて、2015 年に意識啓発、避難計画策定のためのワークショップを開催、策定した計画に基づき 2016 年に避難訓練を実施した。	- 地震のみならず、洪水・土砂災害に脆弱な学校において計画策定及び避難訓練を実施する必要がある。 - 避難訓練のみならず学校防災教育を通じて児童・生徒が防災にかかる基礎を学び、それを家庭に伝える必要がある (TCP アプローチ)。
法整備／政策方針／計画策定 (HFA1)	法整備： 2006 年に国家防災枠組（NDRMF）が採択されたが、災害の頻発を受けて、体系的な防災アプローチや災害対応の必要性が強く求められるようになった。 - これを受け、防災法が 2013 年 3 月 18 日に施行された。*1 - DDM が同法の実施細則（Rules and Regulations）を制定し、2014 年に施行された。 政策方針/計画策定： - ブータン 5 カ年計画：災害に対するレジリエンスや防災の主流化は、第 11 期 5 カ年計画 (2013-2018) の中での国家優先エリア 16 項目のうちの一つとして取り上げられている。 - 防災及び緊急対応計画（Disaster Management and Contingency Plan）：防災法に基づき、DDM が県や防災関連機関を支援して、今後策定予定。DDM が県防災計画策定ガイドラインを UNDP の技術支援を受け 2012 年に作成済み。 - 学校防災計画指針：DDM と学校教育局の連携で学校防災計画策定指針が作成・配布された。	防災法及びその実施細則の具体的かつ迅速な実施に基づく、早期の実効性のある全国防災体制の確立・整備が必要であるが、防災行政全般にかかる DDM の経験・能力が不足している。
防災体制の確立・強化(HFA1)	組織体制 <u>国家防災委員会 (National Disaster Management Authority, NDMA)：</u> 2013 年に制定された防災法第 8 項で規定する、ブータンにおける防災の最高意思決定機関である。*1 - 首相が議長を内務文化大臣が副議長を務める。防災法に規定の 20 名以内のメンバーで構成され、原則として年に 2 回開催される。*5 - DDM が事務局を務める。*3 <u>県防災委員会 (Dzongkhag Disaster Management Committee, DDMC)</u> - 防災法に基づき国内全 20 県に設置された。 - 県知事が議長を務め、防災法に規定の 25 名以内のメンバーで構成される。*5 - 必要に応じて、県下のダウンカク (郡、Dungkhag)、	DDMO は DDMC の事務局を務める。県には DDM の支援なしに自力で県防災及び緊急対応計画を策定する能力がない。

	チョンデ (町、Thromde)、ゲオク (村の集合体、Gewog) レベルでも防災委員会を構成し、県防災委員会を補佐する。*5 <u>県防災担当官 (Dzongkhag Disaster Management Officer, DDMO)</u> - 防災法に基づき、2015 年に国内全 20 県庁に防災専門職として各県 1 名ずつ配置された。(以前の兼務の県防災担当者とは根本的に異なる。) <u>省庁間タスクフォース (Inter-Ministerial task Force, IMTF)</u> 7 項に記載の JICA 技術協力プロジェクト (GLOF/洪水予警報) で組織された省庁間ワーキンググループが、2016 年にそのまま防災法に規定の IMTF として扱われる事を DDM が公式に決定した。今後、必要に応じて、災害種別に、必要な省庁で、必要な期間、IMTF が組織される予定。 <防災関連機関> <u>防災局 (Department of Disaster Management, DDM)</u> 2004 年に内務文化省 (Ministry of Home and Cultural Affairs, MoHCA) 内に防災部として設立され、2008 年に防災局に昇格した。職員数 25 名。防災法に規定される防災行政全般を推進、管轄、調整する。 <u>水文気象局 (Department of Hydro-met Services)</u> - 経済省 (Ministry of Economic Affairs, MoEA) の一部局として 2011 年に設立された。近い将来、経済省から独立しどの省にも属さない機関となる予定がある。職員数 148 名。洪水予報や天気予報に必要となる水文・気象観測所ネットワークの運用維持管理をマンデートとする。近年は洪水流出解析、洪水ハザードマップ作成にも取り組み、下記 FEMD との業務デマケの明確化が必要。 - 収集水文・気象データ、GLOF/洪水の早期警戒システム (EWS) 情報を DDM 等関係省庁に伝達する。 2011 年から Punatsangchhu 川流域で GLOF 早期警戒システム (EWS) を稼働させている。 7 項に記載の JICA 技術協力プロジェクト (GLOF/洪水予警報) により、2016 年 5 月から Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域で GLOF/洪水早期警戒システム (EWS) を 24 時間体制で稼働させている。 7 項に記載の JICA 技術協力プロジェクト (GLOF/洪水予警報) により、2016 年 3 月から全球通信システム (Global Telecommunication System, GTS) 及び 20 ひまわり衛星画像受信装置 (HimawariCast 受信装置) を 24 時間体制で稼働させている。 <u>地質鉱山局 (Department of Geology and Mines, DGM)</u> 1981 年に設立され、現在は経済省の一部局である。職員数 148 名だが、鉱山系がメインで、災害リスクアクセスにかかるのは 6 名のみ。GLOF、地震、土砂災害などの自然災害の科学研究やモニタリング、ハザードマップ作成をマンデートとする。 <u>土木局 (Department of Engineering Services, DoES)</u> - 公共事業定住省 (Ministry of Works and Human	- DDMO は DDMC の事務局をつとめる。 - マンデートの多さに鑑み、職員数が恒常的に不足し、実務の遂行が遅延しがちである。他省庁からの異動、他省庁への異動が多く、専属職員が少なく、組織としての防災行政経験の蓄積が困難である。 - DHMS 気象部による天気予報は国立テレビ局 BBS により放送されるが、気象部作成原稿の棒読みで視聴者への訴求力に欠ける。 - リスクアクセスにかかる職員数が少なく、関係機関からのハザードマップ作成などの要望に応えられない場合が多い。 - FEMD は、7 項に記載の JICA 技術協力プロジェクト (GLOF/洪水予警報) を
--	--	--

	Settlement, MoWHS) の一部局で 2012 年に設立された。職員数 41 名。特に洪水技術管理部 (Flood Engineering Management Division, FEMD、職員数 7 名) が洪水リスク分析及び構造物対策をマンドートとする - 洪水リスク分析 (ハザードマップ作成) に関して、7 項に記載の JICA 技術協力プロジェクト (GLOF/洪水予警報) を通じ、DHMS とのデマケを明確にした。 <u>定住局 (Department of Human Settlement, DHS)</u> - 公共事業定住省の一部局で 2011 年に設立された。職員数 51 名。地方政府を支援しての都市及び地域開発計画策定をマンドートとする。防災主流化の動きとして、Bumthang マスタープラン策定に当たって洪水及び土砂災害ハザードを考慮している。 <u>国家土地委員会 (National Land Commission Secretariat, NLCS)</u> 2007 年設立。職員数 225 名。ハザードマップ作成のための GIS ベースの地図、航空写真、測量コントロールポイント等の基礎データを提供する。 - DHS による都市・地域計画策定後の災害土地利用規制を含む境界策定を DHS 及び地方政府の三者で実施する。 <u>道路局 (Department of Roads, DOR)</u> - 公共事業定住省の一部局で、道路の計画設計・施工・維持管理を担当し、さらに小規模な土砂災害の対策工の調査や建設を実施する。 <u>自然環境委員会 (National Environment Commission)</u> - ブータンの環境に関する全ての事項を扱い、気候変動も担当する。 <u>農業省 (Ministry of Agriculture)</u> - ブータンの農業セクターは災害に脆弱であり、各種の対策を実施する。 <u>学校教育局 (Department of School Education, Ministry of Education)</u> - DDM や NGO (Save the Children 等) と連携し、各種の防災主流化活動を推進している。	通じ、基礎的な洪水リスク分析の手法は身につけたものの、自力での洪水防御計画の立案は、経験が乏しく現時点では困難である。 ハザードマップ作成は DHS のマンドートではない。このため Bumthang の事例では、DHS が DGM に依頼したが、DGM は対応出来るスタッフ不在で、やむなく DHS は地元コンサルタントに作成を外注した経緯がある。
ハード対策／土地利用規制等による抑止力の向上(HFA4)	<構造物対策> - 洪水や土砂災害危険区域で限定的な施設対策がなされている。 <土地利用規制> - DHS が県を支援して策定の都市・地域開発計画の中で災害危険区域を設定し、県及び NLCS の協力を得て、土地利用規制のための境界策定を行っている。	建設された施設の設計根拠が曖昧で対処療法的な対応に限られる。体系的な調査・計画・設計に基づく構造物対策を行う知識・経験が不足している。
予警報／避難体制の整備 (HFA2,3)	- NAPA I (GEF/UNDP) により DHMS が 2011 年に Punatsangchhu 川流域に GLOF 早期警報システム (EWS) を設置するとともに避難体制を整備した。 7 項に記載の JICA 技術協力プロジェクトにより DHMS が 2015 年に Mangdechhu 川及び Chamkharchhu 川流域に GLOF/洪水早期警報システム (EWS) を設置するとともに避難体制を整備した。 2016 年 7 月洪水では Chamkhar 川が警報水位を突	ブータンでは氷河湖決壊洪水 (GLOF) 及び洪水に対する早期警報システム (EWS) の導入が最も重要である。

		破し警報サイレンが鳴動、サイレンを聞いた住民が無事に指定の避難場所に避難した。 DHMS は今後ティンブー川及びパロ川流域など、より人口・資産が集積する流域に GLOF/洪水の EWS を設置する意向を有する。	EWS 資機材調達・設置のための自国予算措置が現時点では不明。		
	経済的な備え (HFA1)				
課題への支援	4.応急対応(HFA5)	【現状】 <u>緊急対応センター (Emergency Operation Centre)</u> - 防災法に基づき、今後 DDM 内の国家センター (National Emergency Operation Centre, NEOC) 及び各県のセンターを設置予定。*6 - 国家センターは 4 名の職員が 24 時間常駐、県センターは 2 名の職員が 24 時間常駐を予定している。*7 <u>捜索救助チーム (Search and Rescue Team)</u> - 防災法に基づき、20 名のメンバーからなる国家チームを設立した。今後県捜索救助チーム (Local SAR) を設立予定である。*6	【課題】 2015 年 4 月 25 日のネパール大地震発生を受け、EOC 設立は国家的急務となったが、DDM がセンター運営のノウハウを持っていない。明確な SOP が存在しない。		
	- 応急対応体制の確立 - 人命救助 - 被災者支援				
	5.コミュニティ防災の位置づけ	- 防災法の中で、県災害管理委員会 (DDMC) が、DDM の支援を受け、コミュニティ防災を推進する事が規定されている。*5 - DDM が各県を巡回し DDMC メンバーを対象にコミュニティ防災研修を実施中。	DDMC の能力を向上させる必要がある。		
	6.気候変動適応	気候変動・地球温暖化の影響で氷河湖決壊洪水 (GLOF) の危険性が高まっている。*3			
課題への支援	7.JICA 支援実績	<青年海外協力隊>			
		プロジェクト名	開始年度	終了年度	金額 (億円)
		ティンブー河川・道路	2002	2004	-
		<シニア海外ボランティア>			
		プロジェクト名	開始年度	終了年度	金額 (億円)
		防災局 (GIS 技術支援)	2012	2015	-
		ティンブー市役所 (防災災害対策)	2013	2015	-
		<SATREPS プロジェクト>			
		プロジェクト名	開始年度	終了年度	金額 (億円)
		ブータンヒマラヤにおける氷河湖決壊洪水に関する研究	2009	2011	-
		<技術協力プロジェクト>			
		プロジェクト名	開始年度	終了年度	金額 (億円)
氷河湖決壊洪水 (GLOF) を含む洪水予警報能力向上プロジェクト	2013	2016	-		
道路斜面管理マスタープラン調査プロジェクト	2014	2016	-		
8.他ドナー、NGO、産官学団体の支援戦略と支援実績	- UNDP による「Thimphu Valley Earthquake risk Management Project, 2005」 - UNDP による「Preparatory Assistance for Disaster Management, 2005」 - 世銀 GEF/UNDP による「Reducing Climate Change-Induced Risks and Vulnerabilities from Glacial Lake Outburst Floods in the Punakha, Wangdue and Chamkhar Valleys (GLOF)」(NAPA I), 2008 - 2013」 - UNDP (日本の資金) による「Earthquake Risk Reduction and Recovery Preparedness for Bhutan, 2010」 - Finish Meteorological Institute による「Strengthening Hydro-Meteorological Services, Brochure, 2013 – 2016」 - UNDP による「Addressing the Risk of Climate-induced Disasters through Enhanced National and Local Capacity for Effective Actions (NAPA II), 2014-2017」				
9.既存ネットワーク	ADRCによる防災局職員受け入れ等の支援を受け、				

(ADRC、ISDR 等)の課題や連携・活用状況	防災局が Country Report (2013)、HFA 進捗報告書 (2013-2015)等の報告書をとりとまとめた。	
--------------------------	--	--

出典：

- *1 ADRC: ウェブサイト
(http://www.adrc.asia/nationinformation_j.php?NationCode=64&Lang=jp&NationNum=33)
(accessed on 15 April 2015)
- *2 EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, Universite Catholique de Louvain – Brussels (<http://www.emdat.be>) (accessed on 1 August 2016)
- *3 ADRC: Country Report (2013)
- *4 National Statistics Bureau, Bhutan: Bhutan at a Glance 2014
- *5 Disaster Management Act of Bhutan 2013
- *6 DDM: National progress report on the implementation of the Hyogo Framework for Action (2013-2015) – Interim, Bhutan
- *7 DDM: Draft Disaster Management Rules and Regulations, 2013