

ブータン王国
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
中間レビュー調査報告書

平成 27 年 3 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

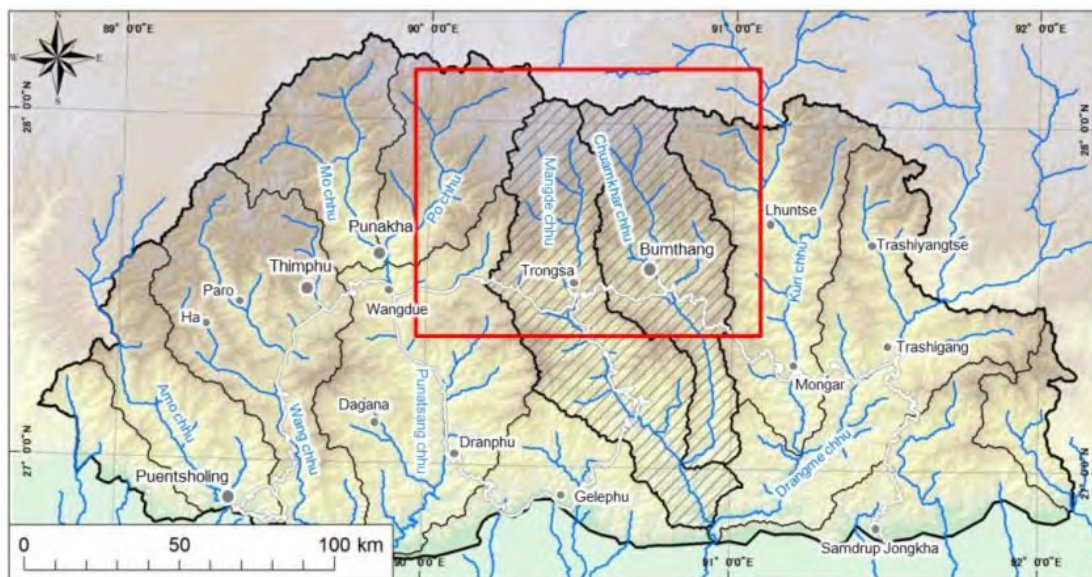
環境
JR
15-084

ブータン王国
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
中間レビュー調査報告書

平成 27 年 3 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

プロジェクトの位置図



対象地域

- Thimphu 市 経済省水文気象局 (DHMS) 首都ティンプー
- Mangdechhu マンデチュー ("chhu"は"河川"の意) • Trongsa トンサ県パイロット流域
- Chamkharchhu チャムカールチュー • Bumthang ブムタン県パイロット流域

写



チャムカールチューの水文観測所（左）と早期警報システムの待受け工事（右）

真



プロジェクトの待受け工事で建設されたマンデチューの Bjizam 観測所



早期予警報システムが設置される予定のマンデチュー水力発電所建設工事現場



ティンプーの DHMS に隣接して建設された国家気象洪水予警報センター（NWFFWC）



合同調整委員会における中間レビュー調査報告書の協議



ブータン側評価委員との中間レビュー調査に係るミニッツの署名

略 語 一 覧

AWLS	Automatic Water Level Station	自動水位観測器
AWS	Automatic Weather Station	自動気象観測器
CBDRM	Community Based Disaster Risk Management	コミュニティ防災
C/P	Counterpart	カウンターパート
DCP	Data Collection Platform	通報局（観測データ送信局）
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
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
EUMETSAT	European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites	ヨーロッパ気象衛星開発機構
EWS	Early Warning System	早期予警報システム
FEMD	Flood Engineering Management Division	洪水技術管理部
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GLOF	Glacial Lake Outburst Flood	氷河湖決壊洪水
GNHC	Gross National Happiness Commission	国民総幸福量委員会
GPS	Global Positioning System	全地球測位網
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
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JST	Japan Science and Technology Agency	日本科学技術振興機構
MHPA	Mangdechhu Hydroelectric Project Authority	マンデチュー水力発電機構
MSS	Message Switching System	メッセージ交換システム
NAPA	National Adaptation Programmes of Action	気候変動適応行動計画
NDMA	National Disaster Management Authority	国家災害管理局
NKRA	National Key Result Areas	国家主要成果
NLCS	National Land Commission Secretariat	国家土地委員会事務局
NWFFWC	National Weather, Flood Forecasting and Warning Center	国家気象洪水予警報センター
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	活動計画
R/D	Record of Discussions	討議議事録
SATAID	Satellite Animation and Interactive Diagnosis	衛星画像解析システム（ソフトウェア）
SOP	Standard Operating Procedure	作業手順書
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関

目 次

地 図	i
写 真	iii
略語一覧	v
目 次	vi
中間レビュー調査結果要約表	ix
第1章 中間レビュー調査の概要	1
1－1 調査団派遣の経緯と目的	1
1－2 評価委員の構成	2
1－2－1 日本側評価委員	2
1－2－2 ブータン側評価委員	2
1－3 調査日程	2
1－4 主要面談者	2
第2章 プロジェクトの概要	3
2－1 基本計画	3
第3章 評価の方法	7
3－1 評価設問と必要なデータ・評価指標	7
3－2 評価実施体制	7
3－3 評価実施方法	7
第4章 実績の確認	9
4－1 投入実績	9
4－2 成果達成状況	10
4－3 プロジェクト目標の達成状況（見込み）	19
4－4 上位目標達成状況（見込み）	19
4－5 実施プロセスに関する特記事項	20
第5章 評価結果	21
5－1 評価5項目による評価	21
5－1－1 妥当性：高い	21
5－1－2 有効性：高い	22
5－1－3 効率性：高い	24
5－1－4 インパクト：高い	26
5－1－5 持続性：やや高い	26
5－2 貢献・阻害要因	28
5－3 結論	29
第6章 提言	31
6－1 提言	31

付属資料

1. 協議議事録
2. プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)
3. プロジェクトの活動計画
4. 専門家派遣実績
5. プロジェクト・カウンターパート
6. 研修員受入れ実績
7. ベースライン調査結果
8. 中間レビュー調査日程
9. 主要面談者リスト
10. 評価グリッド
11. 主な参考文献・資料一覧

中間レビュー調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：ブータン王国	案件名：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
分野：水資源・防災	援助形態：技術協力プロジェクト
所轄部署：地球環境部	協力金額（評価時点）： 268,772 千円（全予定額： 499,454 千円）
協力期間(R/D)： 2013年10月1日～ 2016年9月30日 (3年間)	相手国機関：【実施機関】経済省水文気象局（DHS）、【共同実施機関】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）
	日本側協力機関：地球システム科学
1-1 協力の背景と概要	
<p>ブータンでは、世界的な気候変動の影響を受け、近年、これまでに観測されなかったような、フラッシュ・フラッド、サイクロンを含む暴風雨などの水文・気象に関する災害が多数発生している。また、毎年プレモンスーン期に発生する局所的な豪雨も、年々発生頻度が高まっており、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、近年最悪の暴風雨災害となった。</p> <p>一方、ブータンを含むヒマラヤ山脈の国々では、地球温暖化の影響により山岳氷河の縮退に伴う氷河湖拡大、さらにその決壊による洪水災害（Glacial Lake Outburst Flood：GLOF）がたびたび報告されている。地球温暖化がもたらす脅威であるGLOFに対して、国際協力機構（Japan International Cooperation Agency：JICA）及び科学技術振興機構（Japan Science and Technology Agency：JST）は、2009年から2012年に、氷河湖のインベントリの作成、発生メカニズムの解明等を目的とした、「ブータンヒマラヤにおけるGLOFに関する研究プロジェクト」を実施した。GLOFは通常の洪水とは異なり、前兆現象を伴わず突如下流域に襲来するため、ひとたび発生すれば、流域住民への深刻な被害や、国の基幹産業である水力発電設備の破壊にも繋がりがかねない甚大な災害となるため、継続的なモニタリングと早期警報システムの構築の必要性が上記プロジェクトで提言されている。</p> <p>増加・激甚化する気象災害とGLOF災害に対応するために、ブータンは、2011年に経済省エネルギー局の一部署であった水文気象部を、水文気象局（Department of Hydro-met Service：DHMS）に格上げするとともに、早期警戒を含めた流域監視体制の強化を目的として、DHMS内に国家気象洪水予警報センター（National Weather, Flood Forecasting and Warning Center：NWFFWC）を設置した。しかしながら、DHMS、NWFFWC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、GLOF/降雨洪水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した協力を要請した。</p> <p>本プロジェクトは、マンデチュー及びチャムカールチュー流域において、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。2013年3月18日署名の本プロジェクトの討議議事録（Record of Discussions：R/D）に基づき、JICAはブータン側関連機関と共同で中間レビューを実施するための調査チームを派遣した。</p>	
1-2 協力内容	
(1) 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。	
(2) 成果	
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。	
成果 2: マンデチュー及びチャムカールチュー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（Early Warning System : EWS）が開発・運用される。
 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) 投入（評価時点）

日本側：

専門家派遣： 専門家派遣 7 名
 研修員受入： 本邦研修 3 名 集団研修 7 名
 機材供与： 現地調達 3 百万円、本邦調達 190 百万円
 ローカルコスト負担： 2.4 百万円

ブータン側：

カウンターパート配置： 39 名
 DHMS および DoES による施設と機材の提供
 NWFFWC の建物建設、早期予警報システム用地提供、地理情報データ提供
 プロジェクト事務スペースの提供と維持管理費負担
 ローカルコスト負担： DHMS 等相手国機関による業務費負担

2. 評価調査団の概要

日本側 調査団員	団長・総括	馬場仁志	JICA 国際協力専門員
	評価計画	北村浩一	JICA 地球環境部水資源・防災グループ防災第一チーム副調査役
	評価分析	山口豊	有限会社クランベリー コンサルタント
ブータン側 調査委員	委員	Mr. Karma Tsering	DHMS 局長
	委員	Mr. Karma Dupchu	DHMS 水文部長
調査期間	2015 年 1 月 26 日～2015 年 2 月 14 日		評価種類：中間レビュー

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

(1) プロジェクトの成果

プロジェクトは計画された成果を順調に達成しており、レビュー実施時までに達成された成果は下記のとおり。

1) 成果 1：進展中

プロジェクトは、DHMS、内務文化省防災局（Department of Disaster Management : DDM）、経済省地質鉱山局（Department of Geology and Mines : DGM）、公共事業省土木局（Department of Engineering Service : DoES）、国家土地委員会事務局（National Land Commission Secretariat : NLCS）、公共事業省定住局（Department of Human Settlement : DHS）の実務者レベルのカウンターパート（Counterpart : C/P）による、防災主流化ワーキンググループ（MDRR W/G）を組織し、防災主流化に関連する行政面のプロジェクト活動（連携強化、土地利用改善、組織制度の検討）を進めている。プロジェクトではこれら、洪水リスクに関わる行政・開発関連の組織の状況と課題を調査する目的で、ベースライン・サーベイを実施し、MDRR W/G は課題解決のための触媒の働きを担っている。

またプロジェクトは、上記の実務者レベル C/P によるハザードマップ整備のためのハザードマップ・ワーキンググループ（FHM W/G）を結成し、技術研修を実施するとともに、関係機関間のコンセンサスの醸成に努めている。これらの組織の間では、業務の役割分担や情報の共有がスムーズに実施されるようになっている。プロジェクトでは、パイロット流域の基礎データを収集するとともに、JICA/JST による研究を含め GLOF についての調査結果を検討し、GLOF 及び洪水によるリスク分析を実施した。緊急警報システム、コミュニティ防災、土地利用規制に役立つよう、流出・氾濫解析及びハザードマップの作成・改良作業が行われている。

さらにプロジェクトは、DHMS による既存の水文気象データ収集、モニタリング、警報等について現状を分析し、維持運用可能な統合システム構築を目的として提言を行った。プロジェクトでは、DHMS と世界気象機関（World Meteorological Organization : WMO）加盟国の気象機

関との間を、全球通信システム・メッセージ交換システム（GTS/MSS）を通じて接続し、気象情報の交換を行うことにより、DHMS の気象解析・予測能力の向上を図る支援を実施している。なお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）に関する、予備的な研修が 2014 年 11 月に実施された。

2) 成果 2：進展中

プロジェクトは、GLOF 及び洪水への行政対応という観点から、マンデチュー及びチャムカールチューの二つのパイロット流域の、DHMS の既存の気象水文観測網及び建設中の水力発電所のダム管理に関する現状分析を行った。さらに、早期警報システム設計のための基本データを得る目的で、GLOF 及び洪水の想定流量、高水位、到達時間、その他の水文情報についての解析を実施した。

その後、首都ティンブーの NWFFWC 内に設置されるモニタリング・予報施設、マンデチュー及びチャムカールチュー流域の早期警報施設によって構成される、早期警報システム全体の仕様につき、ブータン側と日本側との間で合意した。作成された技術仕様書案は、2014 年 2 月の合同調整委員会（Joint Coordination Committee：JCC）の合意を得た。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、観測施設の整地やフェンス設置等の土木工事を既に行っており、機材の調達、輸送、設置等は 2015 年 7 月頃に終える見通しである。

3) 成果 3：進展中

プロジェクトは、パイロット流域における GLOF 及び洪水災害に対しての、中央及び地方レベルでの緊急対応能力を強化する活動を計画通り実施している。2014 年 9 月から 10 月にかけて、プロジェクトは DDM 及び DHMS と、トンサ県及びブムタン県において、コミュニティ防災（Community Based Disaster Risk Management：CBDRM）活動のキックオフミーティングを実施した。同県でプロジェクトは、防災担当職員と協力して、県の防災関連の開発計画を確認し、対象コミュニティの状況を調査し、さらにワークショップを開催した。

(2) プロジェクト目標

プロジェクトはプロジェクト期間内にプロジェクト目標を達成することが見込まれる。プロジェクト活動の進展により、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ことが予想され、またマンデチュー及びチャムカールチューの各パイロット流域において早期警報システムが開発・運用されることが期待できる。このため、プロジェクトは計画通り、GLOF 及び洪水に関する予警報を作業手順書に従って発令する体制を完成するとみられる。

また、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も実施され、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と予想される。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性：高い

- 1) プロジェクトは、防災に関するブータン政府の政策と高い整合性がある。五カ年計画（2013-18）では、「防災力の強化と防災の主流化」が 16 の国家主要成果のひとつとして取上げられ、DHMS は水文気象セクターでの主要実績指標として、流域での早期警報システムの設置を設定している。
- 2) プロジェクトはブータン政府の防災政策に合致している。2013 年に施行された防災法は、防災の主流化とコミュニティ参加による防災を重視している。またハザードマップの承認を含め、防災に関する最高政策決定機関として国家災害管理局（National Disaster Management Authority：NDMA）の設置が決められ、DDM がその事務局となっている。
- 3) プロジェクトの裨益機関は、洪水防災関連の主要政府機関を網羅しており適切である。これら

DHMS、DDM、DGM、DoES、NLCS、DHS は裨益機関であると同時に、プロジェクトの実施機関でもある。またトンサ県及びブムタン県の防災担当職員及びコミュニティはプロジェクトのターゲット地域での裨益者である。

- 4) プロジェクトのパイロット流域の選定は適切である。JICA/JST 共同研究及びその後の研究では、マンデチュー及びチャムカールチュー流域をプナツァンチュー流域に次いで GLOF の危険氷河湖の多い流域と指摘されている。プナツァンチュー流域では危険氷河湖の水抜き工事が行われ、また早期警報システムが設置され危険性が低減した一方、マンデチュー及びチャムカールチュー流域での GLOF 対策の必要性は高いままである。
- (2) 有効性：高い
- 1) プロジェクトは計画された成果を達成し、プロジェクト期間内にプロジェクト目標は達成される見込みである。計画通り早期警報システムが設置され、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の向上が見込まれる。
 - 2) プロジェクトが設置する早期警報システムの警報装置は、パイロット流域の 4 つコミュニティ、1 つのダウンタウン地区、2 つの小学校のプロジェクトに設置され、住民の GLOF 及び洪水による災害のリスクを減少することが見込まれる。
 - 3) 早期警報システムは、パイロット流域に建設中の水力発電施設に有益である。マンデチュー流域にはマンデチュー水力発電所が建設中であり、チャムカールチュー流域には水力発電所の建設計画が進んでいる。水力発電はブータン経済最大の財政収入及び外貨の獲得手段であり、その経済的な意義も大きい。早期警報システムは建設中及び建設後の水力発電施設にとって、洪水の警報や水量の観測など重要な役割を果たす。
- (3) 効率性：高い
- 1) プロジェクトには、実施機関の DHS だけでなく、共同実施機関である DDM、DGM、DoES、NLCS、DHS が活発に参加し、プロジェクト活動の効率性を高めている。
 - 2) JICA 側からの技術支援はブータン側から一般に高い評価を得ており、特に流出・氾濫解析及びハザードマップ整備については、技術移転が順調に進展している。
 - 3) DHMS は 2014 年末までに NWFFWC の建物の建設をほぼ終了し、統合システム及び早期警報システムのモニタリング・予報のための機材の設置準備を整えた。
 - 4) 統合システム及び早期警報システムの機材は、調達のための書類準備など一部に遅れがみられたが、ほぼ計画通りに設置が行われる見通しである。
 - 5) ブータンでは 2013 年に防災法が発効し、また近年 DHMS、洪水技術管理部（Flood Engineering Management Division : FEMD）など洪水に関する防災関連の組織が設立され、協力ニーズが高まっていた。プロジェクトの開始は、ブータン側の協力ニーズに合致し、タイミング良く効率的な協力が実施できた。
- (4) インパクト：高い
- 1) DHMS は 2015 年より水文気象観測体制を大幅に拡充する計画である。このためプロジェクトによる技術協力が、洪水予警報の精度改善にさらに役立つ観測体制が整備される。DHMS は、パイロット流域以外についても、GLOF 及び洪水に関する予警報を、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・伝達することができるようになると予想される。なお早期警報システムの他の流域への普及可能性を現段階で判断することは時期尚早であるとみられる。

- 2) 長期的な観点から、プロジェクトによる気象予報分野の技術協力が、DHMS の気象予報サービスの向上に役立つと期待される。プロジェクトにより、DHMS は WMO 加盟国に GTS/MSS を通じて接続し、多くの気象情報へのアクセスが可能となる。また衛星画像を利用した予報技術の改善が計画されている。五カ年計画で DHMS が目標としている、72 時間予報の実現に貢献することが期待される。
- 3) 洪水に関するハザードマップが、ブータンの防災、土地利用、道路建設などの開発計画に取り入れられことによって、今後さらに大きなインパクトを生じる可能性がある。FEMD はプロジェクトと協力して洪水災害のリスクアセスメントを行っており、構造物による防災に役立てる予定である。また DHS は都市計画及び地域開発計画を担当しており、ハザードマップをそれらに利用することが可能である。
- 4) FEMD は既にパイロット流域以外の地域で、プロジェクトの技術を用いた洪水ハザードマップの作成作業を実施しており、プロジェクトの技術の他の流域への拡大がみられる。
- (5) 持続性：比較的高い
 - 1) プロジェクトがパイロット流域に設置する早期警報システムは、防災法のもとで NDMA が管理する防災体制の一部に組み入れられる。このため政策的な持続性が確保される。
 - 2) プロジェクトの運営する MDRR W/G 及び FHM W/G は、NDMA が管理する防災体制の中の省庁間タスクフォースとして、プロジェクト終了後も継続する可能性がある。NDMA ではプロジェクトの MDRR W/G 及び FHM W/G を洪水分野の省庁間タスクフォースとして利用することを検討しており、制度的な持続性の可能性がある。
 - 3) DHMS はプロジェクトの機材の維持管理の責任を負うが、その予算は政府の財政事情に影響され得るため、必ずしも常に十分な額の確保は容易でない。他方、DHMS はブムタンに地域事務所を設立し、早期警報システムを含めた東部地域の観測施設・機材の管理を計画しており、遠隔地の機材の維持管理体制の改善に努めている。
 - 4) 技術面では、これまで流出・氾濫解析及びハザードマップ整備において、オン・ザ・ジョブトレーニング（On-the-Job Training : OJT）や実際の研修が成果を上げており、定着性も高かったとみられる。なお技術協力の多くは今後残りのプロジェクト期間中に実施される予定である。

3－3 効果発現に貢献した要因

- (1) 計画内容に関すること
 - 1) MDRR W/G 及び FHM W/G は、プロジェクト実施機関間の協力関係を促進し、ハザードマップ作成のための各機関の役割を明確にし、さらに土地利用計画の改善に向けた調整に役立っている。
- (2) 実施プロセスに関すること
 - 1) プロジェクトとマンデチュー水力発電機構（Mangdechhu Hydroelectric Project Authority : MHPA）との協力関係は、プロジェクトの有効な実施に貢献している。MHPA には早期警報システムの警報装置 2 カ所が設置される一方、ダムサイト内には早期警報システムのコントロールセンターが建設される予定である。また MHPA は NWFFWC 建物の建設費用の一部を負担するなどの協力も行い、プロジェクトを支援している。

3－4 問題点及び問題を惹起した要因

- (1) 計画内容に関すること

特になし。
- (2) 実施プロセスに関すること

- 1) どの政府機関がハザードマップの作成を担当するか、制度が未だ明確でない。プロジェクトのパイロット流域ではブムタンのマスタープランのために DHS が作成した洪水/地すべりに関するハザードマップに加え、DGM による GLOF ハザードマップが存在し、調整が課題となっている。
- 2) 防災行政のための一部の組織の整備が遅れているか、または不十分である。DDM は、防災の主流化やハザードマップ作成を促進する役割が期待されているが、職員数は少なくその機能は十分でない、また県レベルでは防災担当専任の職員が不在である。

3-5 結論

プロジェクトは、有益な成果とインパクトを生みながら、プロジェクト目標達成に向かって順調に実施されている。例えば、洪水災害関連ステークホルダー間の調整能力は、MDRR W/G 及び FHM W/G の活動によって大きく改善した。また関連機関のハザードマップ整備のための技術的な能力が向上した。今後、パイロット流域の開発計画に、プロジェクトの作成するハザードマップが取入れられることによって、さらに大きなインパクトが期待される。

プロジェクトは、GLOF 及び洪水に関する予警報を作業手順書 (Standard Operating Procedure : SOP) に従って発令するシステムを、プロジェクト期間中に設置することが予想され、高い有効性が期待される。また DHS のみでなく、共同実施機関である DDM、DGM、DoES、NLCS、DHS のプロジェクト活動への活発な参加により、高い効率性がみられる。妥当性はブータンの政策とニーズの合致していることから高く、持続性については政策・制度・組織の面で良好な環境にあるものの、維持管理のための財政的な側面に留意する必要があるとみられる。

3-6 提言

- (1) プロジェクトによる災害に関するリスク情報をより有効に利用するために、プロジェクトのワーキンググループは道路セクターなど、より広い分野のステークホルダーをグループのメンバーに加えるべきである。道路セクターのステークホルダーは災害リスクを道路建設や維持管理に反映させ、災害に強い輸送網のための技術基準設定や計画策定に役立てることができる。
- (2) 本プロジェクトによりリスク情報が高度化し、体制が強化され、技術者の能力も向上する。こうした進歩に見合った気象水文サービスの新たな展開を検討すべきである。例えば、放送セクターなどとも連携して、情報加工や番組制作技術をより高度化する中で、気象水文情報の国民へのより効果的な伝え方を開発する。あるいは Web や携帯等様々なメディアを活用した災害リスク情報の共有と活用を検討するなどの必要がある。
- (3) 水文気象観測データの品質管理はステークホルダーへの信頼性の高い水文気象サービスを提供するために重要である。特に 2015 年に設置される予定のリアルタイム自動水位観測器 (Automatic Water Level Station : AWLS) および自動気象観測装置 (Automatic Weather Station : AWS) は定量的な気象・洪水予警報にとって重要である。このため DHMS はこれらの維持管理のための予算を確保するだけでなく、データの品質管理を改善する必要がある。
- (4) DHMS は、リアルタイム AWLS 及び AWS とプロジェクトによって改善する気象予報能力を利用することによって、リアルタイムの洪水予報能力を開発することが望ましい。

Mid-term Review Summery

1. Outline of the Project	
Country: Kingdom of Bhutan	Project Title: Project for Capacity Development of GLOF and Rainstorm Flood Forecasting and Early Warning in the Kingdom of Bhutan
Issue/Sector: Water resources and Disaster Management	Cooperation Scheme: Technical Cooperation
Division in charge: Global Environment Department, JICA	Total Cost: 268,772 Thousand Yen (at the time of the Mid-term Review)
Period of Cooperation: From October 1, 2013 to November 30, 2016 (3 years)	Partner Country's Implementing Organizations: 【 Main counterpart agency】 Department of Hydro-Met Services (DHMS) of the Ministry of Economic Affairs, 【 Sub-counterpart agencies 】 Department of Disaster Management (DDM) of the Ministry of Home and Cultural Affairs, Department of Geology and Mines (DGM) of the Ministry of Economic Affairs, Department of Engineering Services (DoES) of the Ministry of Works and Human Settlements, National Land Commission Secretariat (NLCS), Department of Human Settlement (DHS) of the Ministry of Works and Human Settlements
	Japanese Cooperation Organization : -
<p>1-1. Background of the Project</p> <p>Bhutan is experiencing an increase in the number of disasters related to hydro-meteorological hazards, such as flash floods and rainstorm including cyclones that were not observed before. Localized torrential downpours have become more common than before in pre-monsoon season. A record rainfall in May 2009 brought by Cyclone Aila has left the worst damage to Bhutan recent years.</p> <p>A number of glacial lake outburst floods (GLOFs) caused by global warming have been recorded concurrently with shrink of glaciers and expansion of glacial lakes over the Himalayan region countries including Bhutan. 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. Considering the catastrophic phenomenon of GLOF, the project recommended continuous monitor of glacier lakes as well as development of early warning system in the basin.</p> <p>With consideration of such situations as mentioned above, Royal Government of Bhutan (RGoB) upgraded the Division of Hydro-Met Service to Department (DHMS) and established “National Weather, Flood Forecasting and Warning Centre” (NWFFWC). However, there is still limited capacity in observation, forecasting and warning systems in NWFFWC of DHMS. In response to such background, RGoB sent a request to the Government of Japan (GOJ) for the Project to establish an early warning system (EWS) and strengthen capacity for forecasting and warning for GLOF and rainfall flood.</p> <p>The Project is to develop a EWS against GLOF/rainstorm flood in the Mangdechhu and the Chamkharchhu basins, enhancing emergency response capacity at central and local level and to strengthen systems to incorporate GLOF/rainstorm flood risk assessment into development planning. Thus the Project aims to establish a society more resilient to natural disasters such as flooding. Based upon the Record of Discussions signed on March 18th, 2013, JICA dispatched a mission to conduct a Mid-term Review jointly with Bhutanese authorities concerned.</p> <p>1-2. Outline of the Project</p> <p>(1) Project Purpose</p> <p>Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is</p>	

enhanced.

(2) Outputs

Output 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.

Output 2: Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.

Output 3: Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.

(4) Inputs (at the time of the Mid-term review)

Japanese Side

- Experts: Dispatched experts 7
- Training opportunities: 3 trainees in Japan in a Project's training course, 7 trainees in Japan in JICA's training courses
- Provision of equipment and materials: 3 million JPY in local and 190 million JPY in Japan
- Local costs: 2.4 million JPY

Bhutanese Side

- Counterpart personnel assigned to the Project: 39
- Facilities and equipment for the implementation of project activities by DHMS and DoES
- Construction of NWFFWC building, Land allocation for EWS, Geometric data
- Office space and facilities for the Project
- Local costs: Operation costs covered by DHMS and other counterpart agencies

2. Mid-term Review Team

Members of the Japanese team	Dr. Hitoshi Baba: Leader, Senior Advisor, JICA Mr. Koichi Kitamura: Cooperation and Coordination, Deputy Assistant Director, Disaster Management Team 1, Water Resources and Disaster Management Group, Global Environment Department, JICA Mr. Yutaka Yamaguchi: Evaluation and Analysis, General Manager, Cranberry, Inc.	
Members of the Bhutanese team	Mr. Karma Tsering: Director, DHMS Mr. Karma Dupchu: Chief of Hydrology Division, DHMS	
Period of Evaluation	From January 26, 2015 to February 14, 2015	Type of Evaluation: Mid-term Review

3. Overview of Evaluation Results

3-1. Project Performance

(1) Achievement of Outputs

The Project is achieving planned Outputs as originally expected. Following are the achievement of the Outputs by the time of the Mid-term Review.

Output 1: In Progress

DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS and DHS organized Mainstreaming Disaster Risk Reduction Working Group (MDRR W/G) by working level counterparts from the six agencies to implement project activities (enhancing coordination between agencies, land use improvement and institutional strengthening). The Project had conducted a baseline survey aiming at understanding basic status and issues on all the counterpart agencies, and it was confirmed that Project activities would work as "Catalyst" to solve some of the issues and challenges of the counterpart agencies.

DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS and DHS also organized Flood Hazard Map working group (FHM W/G) to gather and discuss periodically for runoff/flood analysis and making a flood hazard

map. Training was planned and conducted based on the discussion in the W/G workshops, promoting a consensus for cooperation among themselves. As a result, the related agencies started to promote the activity with more clear demarcation and smooth information sharing resulted from the interaction in the W/G.

The Project collected basic data on the target basins, and reviewed previous studies including those of JICA/JST on the potential risk of glacial lakes, and estimated the magnitude of GLOF as well as possible flood. The Project is conducting runoff/flood analysis models and hazard map preparation for EWS operation, community based disaster risk management (CBDRM) and land use regulation.

In addition, the Project finished analysis on the existing hydro-met data, monitoring and warning of DHMS, and made recommendations to develop a feasible and sustainable integrated platform. The Project is also assisting DHMS in setting up a system to connect between DHMS and WMO member countries to enhance DHMS's capacity for meteorological analysis and forecasting. The system will enable DHMS to access various meteorological information, and DHMS will share and exchange observational meteorological data of Bhutan with the WMO member countries. Preparatory training was conducted for utilizing technology of meteorological Satellite imagery (SATAID) in November 2014.

Output 2: In Progress

The Project reviewed existing hydro-meteorological network of DHMS in Mangdechhu and Chamkharchhu basins. Review was also conducted for the dam operation of the hydropower projects in the two basins, from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood. Then analysis was performed on hydrological information, such as GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, and flood arrival time to be applied for designing of EWS.

The outline of entire system of EWS was agreed between the Bhutanese and Japanese sides, which is comprised of monitoring and forecasting system of NWFFWC in Thimphu and early warning systems installed into the Mangdechhu basin and Chamkharchhu basin. The draft specification has been submitted to JCC meeting and agreed by JCC members in February 2014. The fundamental part of the preparatory construction work such as levelling, fencing and so on was already conducted in the Project to avoid the delay risk of installing the equipment. Procurement, manufacturing, shipping and installation of the equipment are expected to be completed by July 2015.

Output 3: In Progress

Activities are in progress as planned in order to enhance emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level in the pilot basins. DDM in collaboration with JICA experts organized a kick off workshop on CBDRM in Trongsa District in September and in Bumthang District in October. Site visits to communities in the pilot areas were made, and community workshops were conducted in cooperation with District's staff in charge of disaster management.

(2) Achievement of Project Purpose (prospect)

The Project Purpose is expected to be achieved within the project period. With the project activities in progress, capacity of related agencies will be enhanced on GLOF/rainstorm flood risk assessment, development planning, disaster prevention, flood forecasting and warning as well as emergency information sharing among relevant agencies. In addition, EWS for GLOF/rainstorm will be developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu. Therefore, GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning will be in place in accordance with developed Standard Operation Procedure (SOP).

Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is also expected to be enhanced in the pilot basins, as early warning and evacuation drills in the pilot basins are regularly conducted by use of developed EWS.

3-2 Summary of Evaluation Results

(1) Relevance: High

- 1) The Project is consistent with the Bhutanese Government's development policies. The Project is in line with "Eleventh Five Year Plan (2013-18). One of the 16 National Key Result Areas (NKRA) of the Plan is "Improved disaster resilience and management mainstreamed". For the Sectoral Key Result Areas related to the NKRA, DHMS set the construction of basin wise EWSs as its Key Performance Indicator.
- 2) The Project is in line with the Bhutanese Government's disaster management policies. The Disaster Management Act came into force in 2013 for the establishment and strengthening of institutional capacity for disaster management, mainstreaming of disaster risk reduction and an integrated and coordinated disaster management focusing on community participation. According to the Act, the National Disaster Management Authority (NDMA) was established, for which DDM functions as the secretariat.
- 3) The selection of target group of the Project is appropriate. The objective beneficial staff are identified in all the important agencies related to flood disaster reduction; DHMS, DDM, DGM, DoES, DHS and NLCS, which are also implementing agencies of the Project. Staff in charge of disaster management in Trongsa and Bumthang Districts and their communities are beneficiaries in the target areas of the Project.
- 4) The selection of target areas, Mangdechhu and Chamkharchhu basins, is regarded as appropriate. Capacity development for GLOF and rainstorm flood forecasting and early warning is needed to alert residents and reduce possible damages in the downstream regions. JST/JICA Research Project on GLOF risks identified a number of potentially dangerous glacial lakes in Mangdechhu basin and Chamkharchhu basin, while in Punakha- Wangdi valley a EWS system was already installed and measures were taken to lower the water level of Thorthomi Glacier Lake.

(2) Effectiveness: High

- 1) The Project is expected to achieve the Project Purpose, producing the planned Outputs, before the end of the Project. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning will be in place in accordance with developed SOP. Early warning and evacuation drills in the pilot basins will be conducted by use of developed EWS.
- 2) To reduce risks of GLOF and flood, EWS will be installed in the Pilot areas, setting a siren in 4 communities, one down town area and 2 schools in the pilot basins.
- 3) EWS is beneficial for hydro-power plants for flood warning and daily river flow observation. In addition to Mangdechhu hydro-electric power plant under construction, a plan is also underway to construct a hydro-power plant in the Chamkharchhu basin. Hydro-power generation is the largest source of both national revenue and foreign currencies. Installed EWS by the Project will be beneficial to hydro-power plants both during and after the completion of the construction work.

(3) Efficiency: High

- 1) The collaborative relationship among different agencies have been the principal source of efficiency in implementation of the Project. The Project is implemented efficiently by the main counterpart agency, DHMS, with an active inter-ministerial collaboration with DDM, DGM, DoES, NLCS and DHS.
- 2) In general, technical cooperation by JICA is highly evaluated by the Bhutanese agency staff. Especially on runoff/flood analysis and mapping, technical transfer has progressed favorably.

- 3) DHMS timely finished most of the construction work of NWFFWC building by the end of 2014. The NWFFWC building is ready to be equipped with facilities of a monitoring and forecasting system for the integrated platform and the EWS.
- 4) Although the process in installation of equipment for GTS/MSS and EWS has been slightly delayed in preparation of tendering documents, the installation of the equipment would be completed almost as scheduled.
- 5) Timing of the Project implementation was appropriate, since cooperation needs were met by the Project. The Project began with a good timing just after the Disaster Management Act had been put in force 2013 and new government agencies like DHMS and Flood Engineering Management Division (FEMD) in DoES had been created, both of which have important mandate on flood risk management.

(4) Impact: High

- 1) DHMS will improve significantly its national hydro-met observation network since 2015, which enables technical assistance by the Project to be utilized in enhancing capacity to forecast rainstorm flood more accurately. Therefore DHMS is expected to disseminate properly rainstorm flood forecasting based on accumulation of hydro-met data to relevant agencies at central and local level as well as outside of the pilot river basins. It is still early to predict possible impacts on a EWS in other river basins.
- 2) As a longer range goal, the Project is expected to contribute to DHMS to provide better weather forecast services. DHMS will be connected to WMO member countries via the GTS/MSS network, which enables DHMS to access various hydro-metrological information. In addition, the Project plans to improve forecasting technologies by the use of satellite images, which is expected to contribute to the realization of 72 hour forecasting planned in the 5 Year Plan.
- 3) Impacts of the Project will be larger, if its flood hazard zonation is incorporated into development planning including flood mitigation, land use or road construction. FEMD conducts flood risk assessment in cooperation with the Project and works on the structural measures for the flood mitigation in DoES. DHS is in charge of urban and rural planning and can incorporate flood risk assessment into their planning.
- 4) The knowledge obtained through the Project are extended to other river basin than the Project areas. FEMD already applied the knowledge to their preparation of flood hazard maps for other river basins.

(5) Sustainability: Relatively high

- 1) Sustainability of the national policy related to EWS installed by the Project is assured. The EWS put in place by the Project will be officially incorporated as a part of national disaster management system under Disaster Management Act.
- 2) Sustainability of the Project activities can be secured through the establishment of an Inter-Ministerial Task Force on flood hazard for National Disaster Management Authority (NDMA) after the end of the Project. NDMA discussed constitution of the Inter-Ministerial Task Force and proposed to employ the members and the mechanism of the two Working Groups of the Project, MDRR W/G and FHM W/W as Task Force on flood hazard.
- 3) DHMS is responsible for the maintenance of the equipment donated by the Project. However, it will not be always easy to allocate sufficient budget for DHMS to assure the maintenance, since the allocation of the budget can be affected by RGOB's financial situation. However, DHMS has decided to make efforts by establishing a regional office in Bumthang for more efficient maintenance of

DHM's equipment and facilities in the eastern area including EWS, observation stations and equipment.

- 5) From a technical point of view, higher technical sustainability can be expected especially in the field of runoff/flood analysis and mapping, in which so far OJT and practical training have been conducted. A major part of the technical assistance is planned to be conducted for the rest of the project period.

3-3. Promoting Factors

(1) Factors concerning to Planning

- 1) Activities by MDRR W/G and FHM W/G are contributing to promote collaborative relationship among the project implementing agencies, clarifying the situation of relevant agencies to produce hazard maps and enhancing coordination between agencies for land use improvement.

(2) Factors concerning to the Implementation Process

- 1) Collaborative relationship with Mangdechhu Hydroelectric Project Authority (MHPA) is a contributing factor to the achievement of the Project. While two sirens of EWS will be set within MHPA, the Control Center of EWS in Mangdechhu basin plans to be located in the Dam Colony site of MHPA. Further, MHPS co-financed a part of the Project activities conducted by the Bhutanese side, mainly sharing cost of NWFFWC building construction and counterpart expenses.

3-4. Inhibiting Factors

(1) Factors concerning to Planning

None

(2) Factors concerning to the Implementation Process

- 1) It is still not clear which agency will prepare hazard maps. In a case of Project area, DHS had difficulties in reconciling DHS's flood/landslide hazard zonation for Bumthang Master Plan and DGM's GLOF hazard zonation.
- 2) The process of the establishment of a disaster management system is delayed or still underway. The function of DDM is not fully executed as the number of staff is limited, although which is expected to play an important role in mainstreaming of disaster reduction and promoting production of hazard maps. At District level, there exist no professional disaster focal person assigned exclusively for disaster management.

3-5. Conclusion

The Project has been soundly carried out toward achieving its purpose while yielding some positive outputs and impacts. For instance, coordination among the stakeholders has been strengthened by MDRR W/G and FHM W/G activities. Technical capacity of agencies involved in the Project has been improved in flood hazard mapping. Impact will be higher, when the flood hazard zonation is incorporated into development planning in the pilot areas.

Effectiveness will be high, since the Project is expected to put in place GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning in accordance with developed SOP within the project period. Efficiency is also considered as high, the principal sources of which has been active participation by agencies, not only the main counterpart agency (DHS) but also by the sub-counterpart agencies (DDM, DGM, DoES, NLCS and DHS). Relevance of the Project is high being consistent with Bhutanese policies and needs. Although the Project has relatively high sustainability, having continuous supporting environments in policy, institutional and organizational aspects, preparing a good system and securing financial resources for the maintenance of equipment can be a challenge.

3-6. Recommendations

- (1) In order to maximize the benefit of improved disaster risk information, the WG of the project should invite more stakeholders from wide areas such as road sector so that they could reflect disaster risks into construction and maintenance of roads through their planning and setting of technical standards to make resilient transportation networks. Education sector is also a candidate to join WG to improve disaster risk literacy for all the people of Bhutan.
- (2) It is recommendable for DHMS to introduce innovative ways to offer hydro-met services, which would be suitable to its sophisticated risk information. To produce such risk information, the Project has been collaborating to improve the system with advanced technical capacity. For example, DHMS can develop more communicative manners to transmit hydro-met information to people in cooperation with broadcasting sector, improving information processing and program production technique. Information on disaster risks also can be shared and used by people, utilizing various types of media such as web-sites, mobile phones and others.
- (3) Quality control of Hydro-met observation data is essential for more reliable Hydro-met services to stakeholders. Especially the data of real time AWS/AWLS, which are planned to be installed this year under the Project as well as NAPA II of GEF/UNDP will be important for quantitative weather/flood forecasting and warnings. Therefore, DHMS needs to secure the budget for operation and maintenance, but also improve the quality of the data of real time AWS/AWLS.
- (4) It is recommended that the DHMS develops capacity of real time flood forecasting based on the utilization of real time AWS/AWLS and improved weather forecast capacity through the Project.

第1章 中間レビュー調査の概要

1-1 調査団派遣の経緯と目的

ブータンでは、世界的な気候変動の影響を受け、近年、これまでに観測されなかったような、フラッシュ・フラッド、サイクロンを含む暴風雨などの水文・気象に関する災害が多数発生している。また、毎年プレモンスーン期に発生する局所的な豪雨も、年々発生頻度が高まっており、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、近年最悪の暴風雨災害となった。

一方、ブータンを含むヒマラヤ山脈の国々では、地球温暖化の影響により山岳氷河の縮退に伴う氷河湖拡大、さらにその決壊による洪水災害（Glacial Lake Outburst Flood : GLOF）がたびたび報告されている。地球温暖化がもたらす脅威である GLOF に対して、国際協力機構（Japan International Cooperation Agency : JICA）及び科学技術振興機構（Japan Science and Technology Agency : JST）は、2009年から2012年に、氷河湖のインベントリの作成、発生メカニズムの解明等を目的とした、「ブータンヒマラヤにおける GLOF に関する研究プロジェクト」を実施した。GLOF は通常の洪水とは異なり、前兆現象を伴わず突如下流域に襲来するため、ひとたび発生すれば、流域住民への深刻な被害や、国の基幹産業である水力発電設備の破壊にも繋がりがねない甚大な災害となるため、継続的なモニタリングと早期警報システム（Early Warning System : EWS）の構築の必要性が上記プロジェクトで提言されている。

増加・激甚化する気象災害と GLOF 災害に対応するために、ブータンは、2011年に経済省エネルギー局の一部署であった水文気象部を、水文気象局（Department of Hydro-met Service : DHMS）に格上げするとともに、早期警戒を含めた流域監視体制の強化を目的として、DHMS 内に国家気象洪水予警報センター（National Weather, Flood Forecasting and Warning Center : NWFFWC）を設置した。しかしながら、DHMS、NWFFWC 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、GLOF/降雨洪水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した協力を要請した。

本プロジェクトは、マンデチュー及びチャムカールチュー流域において、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。2013年3月18日署名の本プロジェクトの討議議事録（Record of Discussions : R/D）に基づき、JICA はブータン側関連機関と共同で中間レビューを実施するための調査チームを派遣した。

1-2 評価委員の構成

1-2-1 日本側評価委員

担当	氏 名	所 属	派遣期間
団長/総括	馬場 仁志	JICA 国際協力専門員	2015.2.8～2.14
評価計画	北村 浩一	JICA 地球環境部水資源・防災グループ防災 第一チーム副調査役	2015.2.8～2.14
評価分析	山口 豊	(有) クランベリー コンサルタント	2015.1.26～2.14

1-2-2 ブータン側評価委員

担当	氏 名	役職・所属
委員	Mr. Karma Tsering	DHMS 局長
委員	Mr. Karma Dupchu	DHMS 水文部長

1-3 調査日程

現地調査は2015年1月26日から、同年2月14日までの期間で実施された。（詳細は付属資料8．中間レビュー調査日程を参照）

1-4 主要面談者

調査団は下記を訪問しインタビュー調査を実施した。（詳細は付属資料9．主要面談者リストを参照）

- ・プロジェクトの実施機関 経済省水文気象局（DHMS）
- ・共同実施機関
 - 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）
- ・パイロット流域
 - トンサ県（Trongsa District）
 - ブムタン県（Bumthang District）
 - マンデチュー水力発電機構（MHPA）
- ・合同調整委員会メンバー 国民総幸福量委員会（GNHC）
- ・関係援助機関
 - 国連開発計画（UNDP）
 - 世界銀行
- ・プロジェクト専門家
- ・JICA ブータン事務所

第2章 プロジェクトの概要

2-1 基本計画

名 称	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
協力期間	2013.10.1 – 2016.9.30
上位目標	ブータン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。
期待される成果 （アウトプット）	<ol style="list-style-type: none">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。2. マンデチュー及びチャムカールチュー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。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。

PDM による成果と活動の計画

- (1) 成果 1: 関連機関の氷河湖決壊洪水（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氷河湖に関する調査結果を勘案のうえ、経済省地質鉱山局（Department of Geology and Mines : DGM）及び公共事業省土木局（Department of Engineering Service : 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 及び国家土地委員会事務局（National Land Commission Secretariat : 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作業手順書（Standard Operating Procedure : SOP）を策定する。
- (2) 成果 2: マンデチュー及びチャムカールチュー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。
- 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。
- (3) 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. 内務文化省防災局（Department of Disaster Management : 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・避難訓練計画を実施する。
- 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 SOP を作成する。

第3章 評価の方法

3-1 評価設問と必要なデータ・評価指標

本中間レビュー調査では「新 JICA 事業評価ガイドライン第1版」(2010年6月改訂)に準拠し、プロジェクト・デザイン・マトリックス (Project Design Matrix : PDM) と活動計画表 (Plan of Operation : PO) に基づき、関係資料を調べ、事前に評価設問 (調査すべき項目) を検討し、プロジェクトの実績、実施プロセス、評価5項目 (妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性) に関する評価グリッドを作成して調査を行った。なお PDM はプロジェクト開始当初から改訂されていない。(付属資料2. プロジェクト・デザイン・マトリックスを参照)

実績、実施プロセス、評価5項目の定義の概要は以下の通りである。

- (1) 実績：投入、成果、プロジェクト目標、上位目標の達成度または達成予測に関する情報。
- (2) 実施プロセス：活動の実施状況やプロジェクトの現場で起きている事柄に関する情報。
- (3) 評価5項目

妥当性 (relevance)	プロジェクト目標及び上位目標とブータン政府の開発政策、日本の援助政策、ターゲットグループのニーズ、計画の論理的整合性等との一致の度合い。
有効性 (effectiveness)	プロジェクト目標と成果の達成度を測る尺度。
効率性 (efficiency)	プロジェクトのインプットに対するアウトプットを、投入のタイミング等も踏まえ、定性および定量的に計測する。
インパクト (impact)	プロジェクトによって、直接または間接的に、意図的または意図せずに生じる、正・負の変化。
持続性 (sustainability)	政策、制度、財政、技術などの側面から、プロジェクトの効果が持続的に維持される可能性について検討する。

3-2 評価実施体制

本中間レビュー調査は、ブータン側との合同で実施された。評価グリッドに設定された評価設問に沿って評価結果を整理した合同評価レポート案を審議し、評価レポートの最終化・合意に向けて協議を行った。

3-3 評価実施方法

評価グリッドに基づいて以下の方法で、文献・資料調査、直接観察、インタビュー調査を行った。これらの調査により情報・データを収集し、評価分析を実施した。

(1) 文献・資料調査

国内での準備期間において既存の文献・資料等を検討し、さらに現地調査において収集・分析を行い、中間レビュー調査のための参考とした。(付属資料11. 主な参考文献・資料一覧を参照)

(2) 直接観察

マンデチュー及びチャムカールチューの流域にあるプロジェクトのパイロット地域を訪問し、トンサ県及びブムタン県の水文気象観測施設、早期警報システム建設予定地、待受け工事、流域の建物などを視察した。

(3) インタビュー調査

現地調査では、ティンブーのプロジェクト実施機関、共同実施機関、援助関係者だけでなく、トンサ県及びブムタン県の防災担当を訪問し、また建設中の水力発電施設の関係者に対してもインタビューを実施した。

第4章 実績の確認

4-1 投入実績

中間レビュー調査実施時点での、日本側及びブータン側の投入は下記のとおりである。

(1) 日本側投入

長期専門家は、2015年2月の中間レビュー調査実施時点までに、総括（流域防災計画）1名、副総括（洪水予警報）1名、気象水文1名、洪水ハザードマップ/GIS 1名、情報通信/早期警報システム計画1名、コミュニティ防災1名、コミュニティ防災/研修管理業務調整他1名の計7名が計22回に亘って派遣され現地業務を実施している。（付属資料4．専門家派遣実績を参照）

機材供与は主に、現地調達された全地球測位網（Global Positioning System：GPS）などの機材が中心であり、JICAが一般競争入札によって調達した統合システム及びEWSなどの機材は中間レビュー後に現地に到着し、DHMSに引き渡される予定である。

また、プロジェクトによる本邦研修3名、JICAによる集団研修を利用した本邦研修による7名の計10名のカウンターパートに対して、研修員受入れが実施された。プロジェクトによる研修は気象衛星画像利用技術に関するもので、JICAの集団研修は防災及び気象業務に関するものであった。（付属資料6．研修員受入れ実績を参照）

日本側のローカルコスト負担は研修・ワークショップの実施費用などに利用されている。

① 専門家派遣 7名

② 研修員受入

・ 本邦研修 10名（プロジェクトによる研修3名、JICAによる集団研修7名）

③ 機材供与 3百万円

④ ローカルコスト負担 2.4百万円

(2) ブータン側投入

ブータン側の実施機関であるDHMS及び共同実施機関であるDDM、DGM、DoES、NLCS、公共事業省定住局（Department of Human Settlement：DHS）はカウンターパート（Counterpart：C/P）として、プロジェクトに活発に参加している。C/Pはこれらの実施機関の他に、パイロット流域の県庁から防災担当が参加し、また防災主流化及びハザードマップの2つのワーキンググループを通して実務レベルの参加があり、C/Pの数は計39名にのぼる。（付属資料5．プロジェクトのカウンターパートを参照）

さらにDHMSはプロジェクトにEWSのための用地を提供し、またEWS及び統合システムの機材を収容するNWFFWCの建物を新たに建設した。この他にDHMSはプロジェクトの事務スペースを提供しその維持管理費を負担している。

なおDHMS及びDoES等の共同実施機関の一部は研修のための機材・施設を提供してお

り、またプロジェクト活動のための人件費等は実施機関及び共同実施機関の経常予算から支給されている。

- ① カウンターパートの配置 39 名
- ② 早期警報システムの用地の提供
- ③ 国家気象洪水予警報センターの建物の建設
- ④ 研修のための施設と機材の提供
- ⑤ プロジェクト事務スペースの提供と維持管理費負担
- ⑥ プロジェクト活動のための人件費等の支給

4-2 成果達成状況

成果 1:	関連機関の氷河湖決壊洪水（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。
成果 2:	マンデチュー及びチャムカールチュー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。
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。

- (1) 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。」

【指標 1-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。

【達成度】進展中

【活動】

- 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。
- 1-6. 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。

プロジェクトは、主要な実施機関である DHMS 及び、共同実施機関である DDM、DGM、DoES、NLCS、DHS の実務者レベルの C/P による、防災主流化ワーキンググループ（MDRR W/G）を組織し、防災主流化に関連する行政面のプロジェクト活動（連携強化、土地利用改善、組織制度の検討）を進めている。MDRR W/G は 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を促進する協議を行っている。

表 4-1 防災主流化ワーキンググループ会合開催記録

会合	開催日
第 1 回	2014 年 2 月 27 日
第 2 回	2014 年 3 月 10 日
第 3 回	2014 年 6 月 9 日

出所：プロジェクト資料

プロジェクトではこれら洪水リスクに関わる行政・開発関連の組織の状況と課題を調査する目的で、ベースライン・サーベイを実施し、その調査結果を上記 MDRR W/G での討議を通じて最終化した。(付属資料ベースライン調査結果参照) なお、開発計画にリスクアセスメントの観点を盛り込むため、地域開発計画の推進機関である DHS も共同実施機関とすることが 2013 年 10 月のプロジェクトのインセプションレポート会議において合意された。MDRR W/G は、これら関係機関の課題解決のための触媒の働きを担っている。

また、プロジェクトはプロジェクト対象地域のブムタンを含む地域開発計画を管轄する DHS から土地利用（及び開発）の現状及び将来の法制度と活動についての情報を収集し、NLCS から土地利用規制にかかる制度について聴取した。これらの調査をもとに、2014 年 3 月に、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 回会合を開催し、DHS によるブムタン・マスタープラン（地域開発計画）の土地利用計画及び NLCS による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について討議した。さらに、第 3 回 MDRR W/G 会合では、ベースライン調査結果のレビュー・アップデートを行い、ブムタン・マスタープランによる洪水地滑り危険区域図と DGM による GLOF 危険区域図の調整の必要性について話合った。

【指標 1-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。

【達成度】 進展中

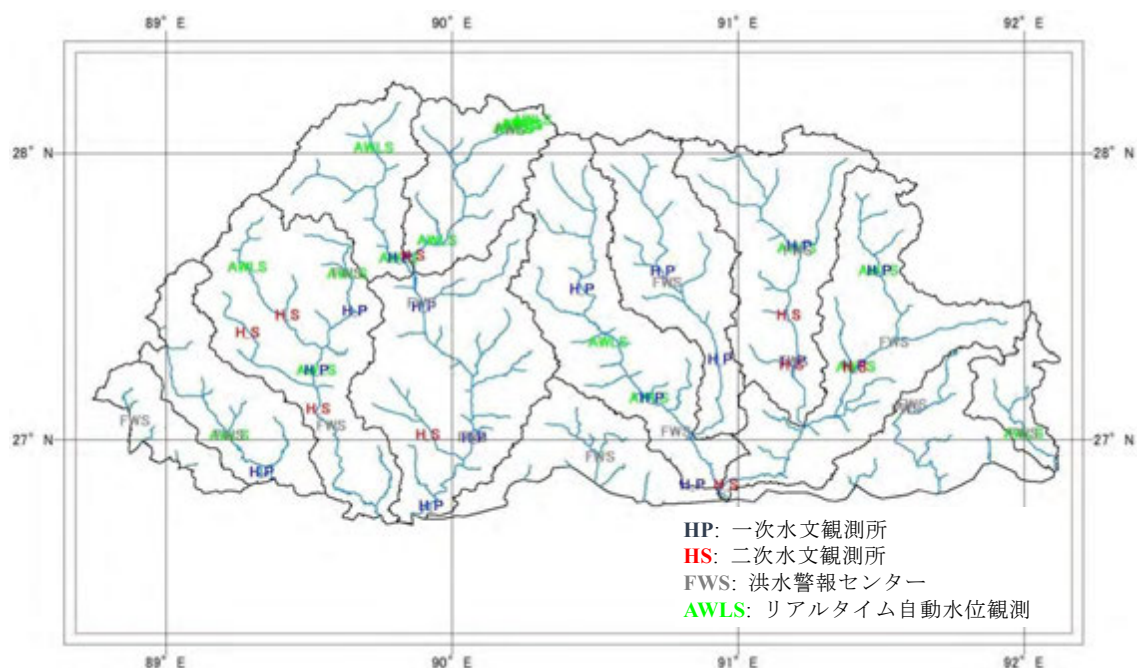
【活動】

- 1-1. 維持運用可能な統合システム構築を目的として、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。

プロジェクトは、DHMS による既存の水文気象データ収集、モニタリング、警報等について現状を分析し、維持運用可能な統合システム構築を目的として提言を行った。まず DHMS の水文気象観測のネットワークを調査し、それらの観測所、リアルタイム自動水位観測器（Automatic Water Level Station : AWLS）、リアルタイム自動気象観測器（Automatic Weather Station : AWS）の機器設置・観測・保守点検状況・データ処理状況の確認と評価を行った。

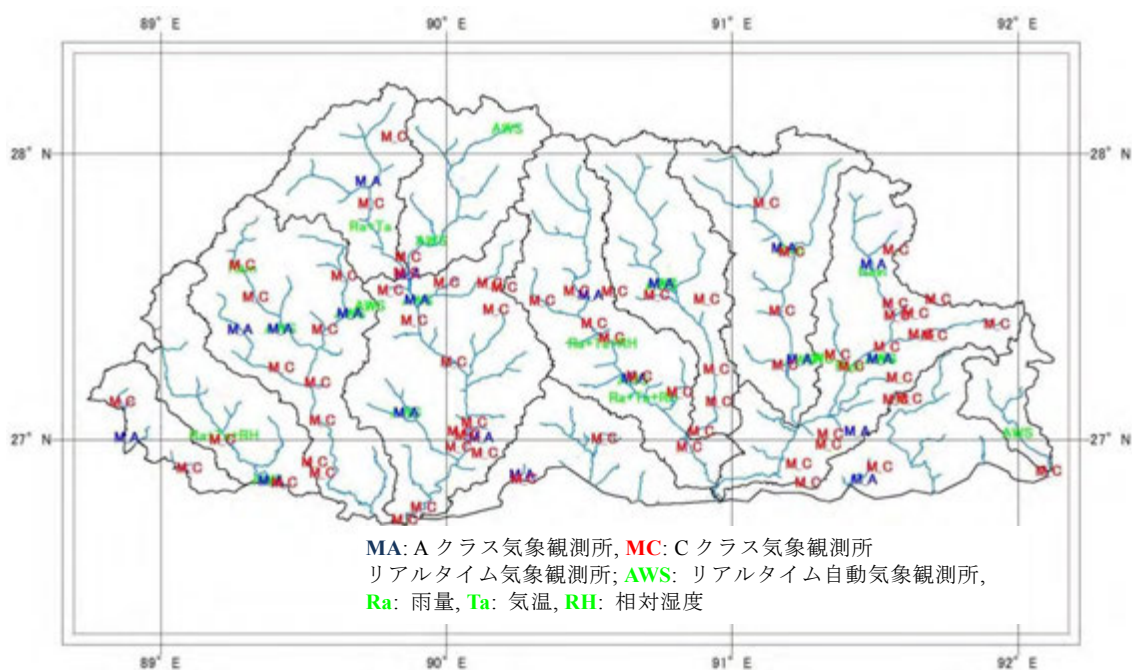
その結果、水文観測ネットワークは主要都市への洪水警報のために、さらに上流での観測を増やす必要があり、気象面では山地での特に雨量観測を増加させる必要があることが分かった。またリアルタイム AWLS 及びリアルタイム AWS は今後の観測体制の主流となるべ

きものだが、DHMS では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おり統合的な管理がなされていない、水文部と気象部でデータが共有されていない、データの品質管理が不十分であるなどの問題が指摘された。



出所：第1次事業進捗報告書

図 4-1 水文観測ネットワーク



出所：第1次事業進捗報告書

図 4-2 気象観測ネットワーク

さらにプロジェクトは DHMS と世界気象機関 (World Meteorological Organization : WMO)

加盟国の気象機関との間を、全球通信システム・メッセージ交換システム（GTS/MSS）を通じて接続し、気象情報の交換を行うことにより、DHMS の気象解析・予測能力の向上を図る支援を開始した。アジア地区の GTS/MSS ネットワークの中で現在未接続となっているティンブーと WMO 加盟国を結ぶために、インドのニューデリー間を主回線とし、ティンブーとタイのバンコク間をバックアップ回線として接続する準備を進めた。衛星画像受信は、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）を導入することとした。

DHMS の NWFFWC に導入する GTS/MSS 関連資機材の英文仕様書を、2013 年 10 月に実施した NWFFWC、マンデチュー及びチャムカールチュー流域の現状調査に基づき作成し、2014 年 2 月の第 1 回合同調整委員会（Joint Coordination Committee : JCC）で合意を得て、さらに JICA の様式に従った調達のための仕様書および関連資料を作成した。

【指標 1-c】 GLOF 及び洪水危険区域図が作成される。

【達成度】 進展中

【活動】

- 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。
- 1-5. 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。

プロジェクトは、DHMS、DDM、DGM、DoES、NLCS、DHS の実務者レベルカウンターパートで構成されるハザードマップ整備のためのハザードマップ・ワーキンググループ（FHM W/G）を結成し、技術研修を実施するとともに、関係機関間のコンセンサスの醸成に努めている。これらの組織の間では、業務の役割分担や情報の共有がスムーズに行われるようになっている。FHM W/G では、今後さらに洪水ハザードマップの作成/展開に関する各省庁の役割分担の議論及びガイドラインの作成を進めていく予定である。

表 4-2 ハザードマップ・ワーキンググループ会合開催記録

会合	開催日
準備会合	2014 年 1 月 30 日
第 1 回	2014 年 2 月 12 日
第 2 回	2014 年 4 月 30 日
第 3 回	2014 年 10 月 7 日

出所：プロジェクト資料

ハザードマップ・ワーキンググループ（FHM W/G）は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、GPS 測量から洪水流出/氾濫解析、マッピングに至る一連の流れに沿った研修及び実習を実施している。（下記の表 4-3 参照）またプロジェクトでは効果的な技術の定着のために、オン・ザ・ジョブトレーニング（On-the-Job Training : OJT）により地理情報システム（Geographic Information System : GIS）操作が必要となる C/P の業務及び流出/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

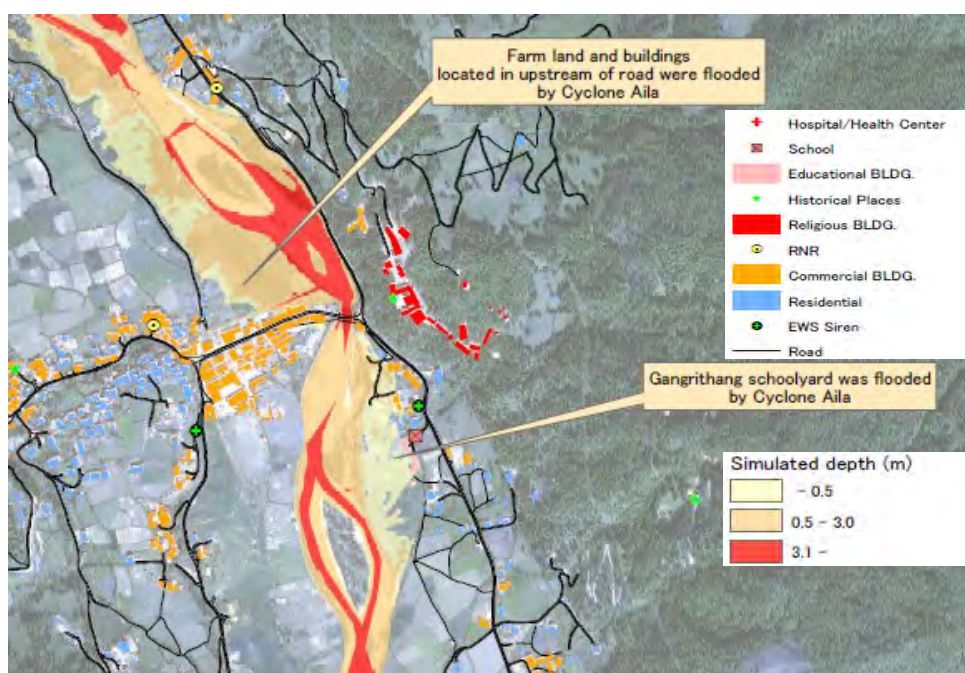
した。これらの研修や実習によって、DHMS や DoES の洪水技術管理部（Flood Engineering Management Division : FEMD）では、測量や解析の一部については独自に実施できるまでに技術移転が進んだ。

表 4-3 ハザードマップ・ワーキンググループ研修・測量実施記録

年月	2014 年 2 月	3 月	4 月	5 月
研修 GPS, 解析	GPS 24 日 DHMS, DDM 26 日 DHMS	GPS 8 日 DHMS 20 日 FEMD, DHMS	解析 8 日, 9 日 FEMD, DHMS	
測量 サイト実習		測量 24 - 31 日 DHMS, FEMD		測量 18 - 25 日 DHMS
6 月	8 月	10 月	12 月	2015 年 1 月
解析 23-27 日 グループ全体	解析 技術支援 DHMS, FEMD	解析 FHM OJT DHMS	解析 FHM OJT, 技術支援 DHMS, FEMD	
	測量 28 日 - 1 日 DHMS			

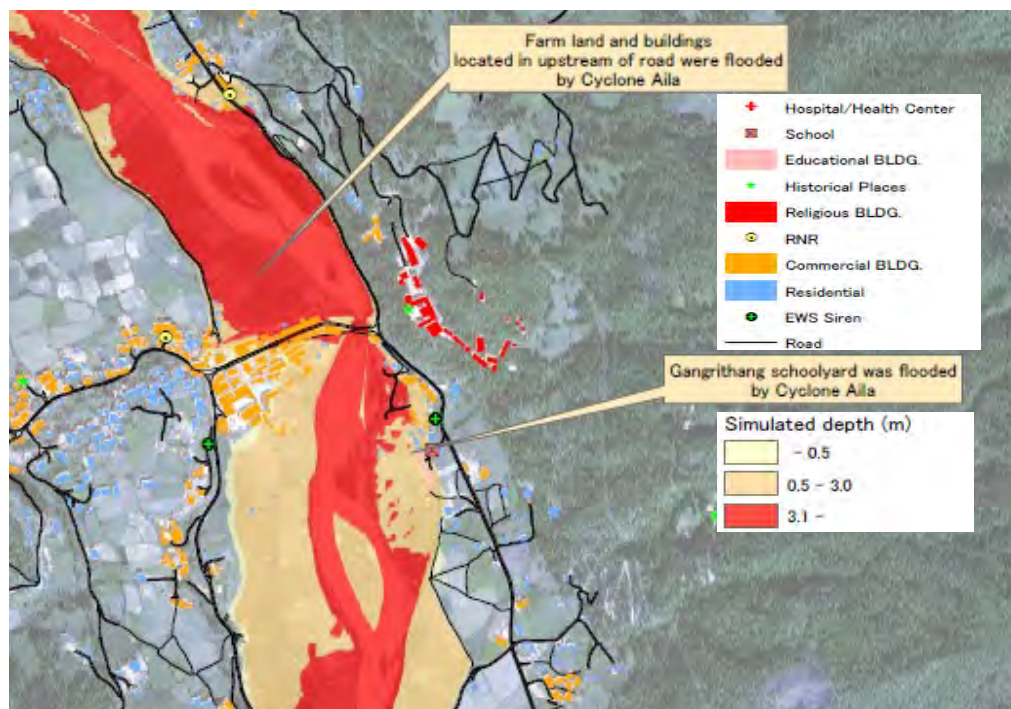
出所：プロジェクト資料をもとに作成

プロジェクトでは、マンデチュー及びチャムカールチューのパイロット流域の基礎データを収集するとともに、JICA と JST による研究を含め氷河湖決壊洪水（Glacial Lake Outburst Flood : GLOF）についての調査結果を検討し、GLOF 及び洪水によるリスク分析を実施している。EWS、コミュニティ防災（Community Based Disaster Risk Management : CBDRM）、土地利用規制に役立つよう、洪水流出・氾濫解析及びハザードマップの作成・改良作業を C/P とともにを行っている。（図 4-3 及び図 4-4 参照）



出所：プロジェクト資料、中間レビュー時点での暫定版

図 4-3 洪水によるBUMTANの想定浸水域



出所：プロジェクト資料、中間レビュー時点での暫定版

図 4-4 GLOF によるBUMTANの想定浸水域

【指標 1-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。

【達成度】進展中

【活動】

- 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。

プロジェクトは、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。また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) に関する、予備的な研修を 2014 年 11 月に実施した。SATAID に関する現地研修及び全球気象予報データ (Grid Point Value : GPV) データ活用による研修は、中間レビュー後に実施の予定である。

【指標 1-e】緊急情報共有のための SOP が作成される。

【達成度】第 2 年次 (2015 年 9 月以降) に実施予定

【活動】

- 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。

- (2) 成果 2: 「マンデチュー及びチャムカルチューの各パイロット流域において、氷河湖決壊洪水 (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。」

【指標 2-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。

【達成度】進展中

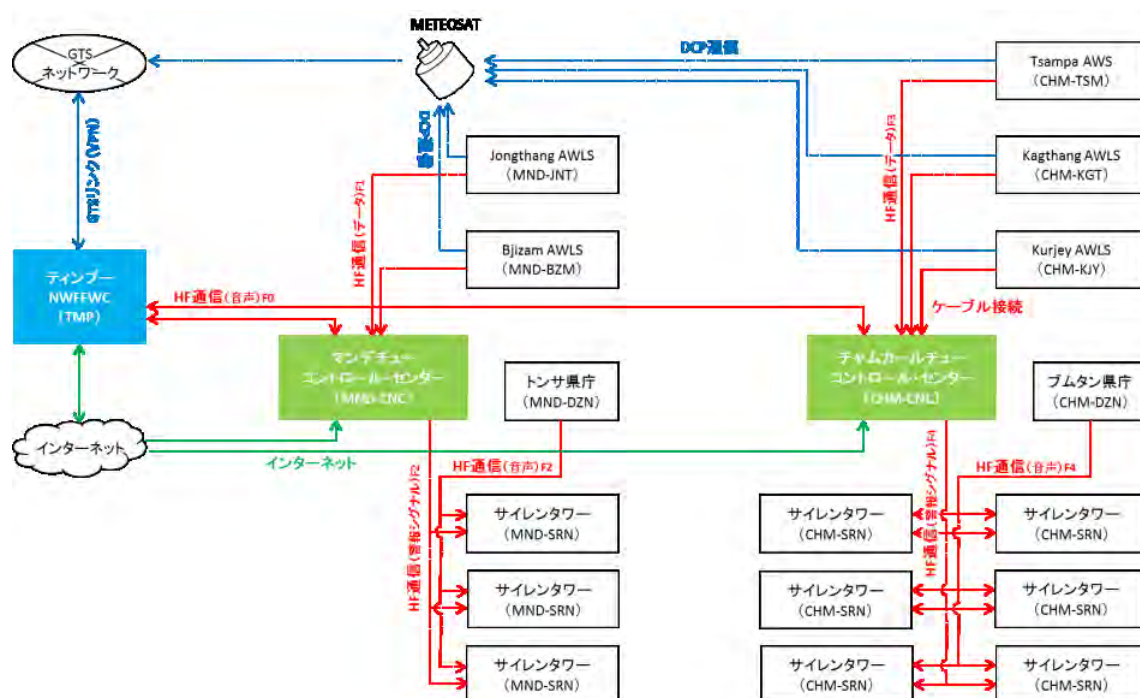
【活動】

- 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 NWFFWC 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。

プロジェクトは既に上記の活動 2-1, 2-2 及び 2-3 を終了し、現在は活動 2-4 を実施中である。プロジェクトはマンデチュー及びチャムカールチューの流域での GLOF 及び洪水への対応という観点から DHMS の気象水文観測網の調査を行い、さらにマンデチューで現在建設中、チャムカールチューで計画中の 2 つの発電施設に関する調査を実施した。マンデチュー水力発電所の建設は進展しておりダム堤体の建設が開始され、チャムカールチューでは道路など一部建設準備が行われている。またプロジェクトでは既存のダム施設も参考に、今後策定されるパイロット流域のダムの洪水時ゲート操作及び緊急行動計画についても調査した。

また、プロジェクトは GLOF 及び洪水の想定流量、高水位、到達時間等の水文情報について解析し、EWS 設計を行い、DHMS 側との共同作業により資機材の英文技術仕様書案を作成し、2014 年 2 月に開催された JCC 会議の合意を得た。

早期予警報システムは、首都ティンブーの DHMS 内の NWFFWC に設置されるモニタリング・予報施設、マンデチュー流域及びチャムカールチュー流域の EWS で構成される。ティンブーの NWFFWC は、気象・水文観測データを国内外から受信することにより降雨及び洪水予報解析を行い、また必要な予報情報を流域の EWS のコントロールセンターに伝える。流域の EWS は、気象・水位状況を監視するための自動観測システム（AWLS 及び AWS）、それらを統括管理するコントロールセンター、住民に警報を発出する警報サイレントタワーから成る。（下記の図 4-5 及び図 4-6 を参照）



出所：第1次事業進捗報告書

図 4-5 統合システム（GTS/MSS）及び早期警報システム（EWS）の全体構成図



図 6. 流域早期警報システム（EWS）

出所：プロジェクト資料

出所：プロジェクト資料

図 4-6 流域早期警報システム（EWS）

なおマンデチューおよびチャムカルチャー流域に設置する、EWS の 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 を経由してティ

ンプーで受信する計画であり、このためプロジェクトの C/P とともに、ヨーロッパ気象衛星開発機構 (European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites : EUMETSAT) とそのための必要な調整を継続中である。

またプロジェクトは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、マンデチャーおよびチャムカールチャー流域の観測施設の整地やフェンス設置等の土木工事(待受け工事)を既に行っており、機材の調達、輸送、設置等は 2015 年 7 月頃に終える見通しである。

【指標 2-b】 EWS の維持管理マニュアルが作成される。

【指標 2-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。)

【達成度】 中間レビュー後に実施予定の活動

【活動】

- 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。

(3) 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。」

【指標 3-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。

【達成度】 進展中

【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。

プロジェクトは、パイロット流域における GLOF 及び洪水災害に対する、中央及び地方レベルでの緊急対応能力を強化する活動を計画通り実施している。2014 年 9 月から 10 月にかけて、プロジェクトは DDM 及び DHMS と、トンサ県及びブムタン県において、CBDRM 活動のキックオフミーティングを実施した。両県においてプロジェクトは、防災担当職員と協力して県の防災関連の開発計画を確認し、小学校を含む対象コミュニティの状況を調査しワークショップを開催した。調査対象は、Bjizam コミュニティ (トンサ県)、Choekhor Toe 小学校、Gangrithang 小学校、Kurjey、Gyelkhar Wangdicholing、Bumthang Downtown の 3 コミュニティ (ブムタン県) の計 6 カ所であった。

【指標 3-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。

【達成度】 中間レビュー後に実施予定の活動

【活動】

- 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。

【指標 3-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。

【達成度】第 2 年次（2015 年 9 月以降）に実施予定

【活動】

- 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 SOP を作成する。

4-3 プロジェクト目標の達成状況（見込み）

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。」

【指標 a】GLOF 及び洪水に関する予警報が、SOP に従って発令される。

【指標 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）

【達成度】進展中

プロジェクトはプロジェクト期間内にプロジェクト目標を達成することが見込まれる。プロジェクト活動の順調な進展により、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ことが予想される。またマンデチュー及びチャムカールチューの各パイロット流域において早期警報システムが開発・運用されることが期待できる。このため、プロジェクトは計画通り、GLOF 及び洪水に関する予警報を作業手順書に従って発令する体制を整備するとみられる。

さらに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を実施する準備がされつつあり、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計画通り向上すると予想される。

4-4 上位目標達成状況（見込み）

上位目標「ブータン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】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。

【指標 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。

【達成度】達成の見通し

DHMS は、パイロット流域以外を含む全国の水文気象観測体制を大幅に拡充しており、また同時に水文気象データの統合的な管理を計画しており、気象・水文データの蓄積が大きく改善することが見込まれる。このためプロジェクトによる水文気象分野での技術協力が活用され、より精度の高い GLOF 及び洪水に関する予警報が、全国の中央・地方政府機関及びダム管理者を含む関係セクターに対し、NWFFWC から発信・伝達されることが期待できる。なお早期警報システムの他の流域への普及可能性を中間レビューの現段階で判断することは時期尚早であるとみられる。

4-5 実施プロセスに関する特記事項

(1) 計画された活動の実施状況

プロジェクトは、EWS 関連資機材の一般競争入札による調達のための公示図書作成の遅れなど、一部のプロジェクトが直接実施できなかったこと除き、ほとんどの活動をほぼ計画通りに実施している。(付属資料3. プロジェクトの活動計画を参照)

(2) プロジェクトの管理

プロジェクトはプロジェクト・ダイレクターである DHMS 局長 プロジェクト・マネージャーである DHMS 水文部長、プロジェクトのチーフアドバイザーである総括担当専門家によって運営されており、これを JCC が監理する体制になっている。予定通り JCC は 2014 年 2 月に開催されており、プロジェクトによる報告書も、開始時にインセプションレポートが、また開始後 1 年の 2014 年 9 月に第 1 次事業進捗報告書が作成されプロジェクト関係者に周知された。

プロジェクトの管理部門は、DHMS 以外の他の共同実施機関のプロジェクトへの参加促進に良く配慮しており、またブータン内外でプロジェクトが実施する研修への共同実施機関からの参加を促し、プロジェクトの有効な実施に貢献している。

なおプロジェクト・マネージャーは信託基金の地球環境ファシリティ (Global Environment Facility : GEF) の供与を受けて、DHMS が国連開発計画 (United Nations Development Programme : UNDP) と実施したプナツァンチュウ流域における GLOF に対する早期警報システムの設置プロジェクトにおいて、既にプロジェクト・マネージャーを経験している。本プロジェクトのブータン側による実施管理には、その経験も生かされているとみられる。

第5章 評価結果

5-1 評価5項目による評価

5-1-1 妥当性：高い

(1) 開発政策との整合性

プロジェクトは、防災に関するブータン政府の政策と高い整合性がある。ブータンの開発政策である五カ年計画（2013-18）では、「防災力の強化と防災の主流化」が16の国家主要成果（National Key Result Areas：NKRA）のひとつとして取上げられている。このためDHMSは水文気象セクターでの主要実績指標として、流域での早期警報システムの設置を設定している。

(2) 防災政策との合致

プロジェクトはブータン政府の防災政策に合致している。2013年に施行された防災法は、防災の主流化とコミュニティ参加による防災管理を重視し、防災のための制度的なキャパシティ・ビルディングを目指している。防災法では、ハザードマップの承認を含め、防災に関する最高政策決定機関として国家災害管理局（National Disaster Management Authority：NDMA）の設置が決められ、プロジェクトに参加しているDDMがその事務局と定められている。

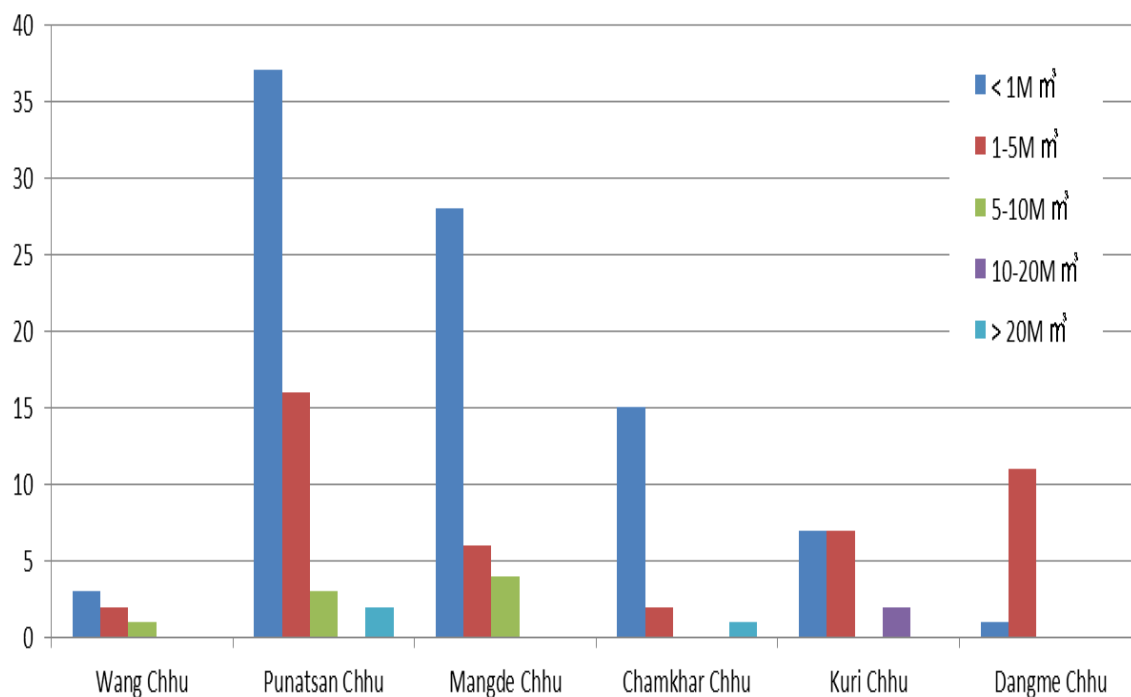
(3) プロジェクトの裨益機関

プロジェクトの裨益機関は、洪水防災関連の主要政府機関を網羅しており適切である。DHMS、DDM、DGM、DoES、NLCS、DHSは裨益機関であると同時に、プロジェクトの主要実施機関及び共同実施機関でもある。これらの機関の現状や役割・職責や課題を、プロジェクトはベースライン調査によって把握しており、プロジェクトはそれらの課題を解決する触媒の働きを目指していると言える。（付属資料7．ベースライン調査結果を参照）なおトンサ県及びブムタン県の防災担当職員及びコミュニティは、プロジェクトのターゲット地域での裨益者である。

(4) パイロット流域の選択

プロジェクトのパイロット流域の選定は適切である。JICA/JST 共同研究及びその後の研究では、マンデチュー及びチャムカールチュー流域はプナツァンチュー（Punatsan chhu）流域に次いでGLOFの危険氷河湖の多い流域と指摘されている。（図5-1参照）

プナツァンチュー流域では危険氷河湖のトルトミ氷河湖の水抜き工事が行われ、またEWSがプナカ・ワンディ（Punakha-Wngdi）溪谷に設置されGLOFの危険が低減した一方で、マンデチュー及びチャムカールチュー流域でのGLOFの危険性は高いままである。GLOFを含む洪水対策としてEWS設置が役立つ。このためパイロット流域でのプロジェクトの実施は、ブータンのニーズに合致している。



出所：名古屋大学藤田准教授の非公開データより許可を受けプロジェクトの詳細計画策定調査が作成

図 5-1 ブータン国内の各流域の危険氷河湖数

(5) 日本の援助政策との整合性

プロジェクトは、日本の援助の対ブータン王国事業展開計画に合致している。同計画はブータンでは地球温暖化によって GLOF や洪水を含めて自然災害の危険性が高まっており、日本の防災に関する豊富な知見と経験がブータンの防災の取組みに対しても役立つとしている。また JICA の課題別指針防災（2009）では防災に対する効果的なアプローチとして開発戦略目標として「災害に強いコミュニティ・社会づくり」が掲げられそのための中間目標として「災害リスクの把握（防災マップの整備）」が取上げられている。なお前述のように洪水関連の協力として、ブータンでは 2009 年から 2012 年に、氷河湖のインベントリ作成、発生メカニズム解明等を目的とした、「ブータンヒマラヤにおける氷河湖決壊洪水（GLOF）に関する研究プロジェクト」が実施されている。

5-1-2 有効性：高い

(1) プロジェクト目標達成の可能性

プロジェクトは計画された成果を生み、プロジェクト期間内にプロジェクト目標を達成する見込みである。マンデチュー及びチャムカールチューのパイロット流域に計画通り早期警報システムが設置され、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の向上が見込まれる。

(2) 早期警報装置のコミュニティへの裨益効果

プロジェクトが設置する早期警報システムの警報装置は、パイロット流域の住民に対する GLOF 及び洪水による災害リスクを減少することが期待される。特にチャムカールチュ

一川流域では、3 つコミュニティ、1 つのダウンタウン地区、2 つの小学校にサイレン塔が設置される予定であり、住民に対する裨益効果は大きい。

(3) 水力発電施設への裨益効果

早期警報システムは、パイロット流域に建設・計画中の水力発電施設に有益である。早期警報システムは建設中及び建設後の水力発電施設にとって、洪水の警報や水量の観測など重要な役割を果たす。マンデチュー流域にはマンデチュー水力発電機構（Mangdechhu Hydroelectric Project Authority : MHPA）によって水力発電所が建設中であり、2017 年に完成が予定されている。また、チャムカールチュー流域にはインド政府との合弁事業によって水力発電所の建設計画が進んでおり、準備のための道路建設が開始された。

ブータンは水力発電を中心として経済開発戦略を取っており、下記のとおりパイロット流域を含め、現在多くの大規模水力発電プロジェクトが推進されている。水力発電は既にブータン経済最大の財政収入及び外貨の獲得手段であり、経済的な意義は大きい。2013-14 年度のブータンの財政収入の 20%は水力発電産業によるものであり、その外貨収入は GDP の 9.8%に達している。¹

表 5-1 ブータンの水力発電施設

プロジェクト	発電能力 MW	建設工事済	
操業中の発電施設		開始	終了
Tala	1020	1997	2007
Chhukha	336	1974	1988
Basochu	64	1997	2001 & 04
Kurichhu	60	1995	2001
建設中の発電施設		工事計画	
Punatsangchhu I	1200	2009	2017
Punatsangchhu II	1020	2010	2017
*Mangdechhu /MHPA	720	2010	2017
Dagachhu	126	2009	2015
契約署名済の発電施設		建設契約	
*Chamkharchhu	770	2014 年 4 月 22 日、ブータン政府とインド政府は、合弁事業として 4 件の水力発電プロジェクトの建設に合意した。	
Kholungchhu	600		
Wangchhu	570		
Bunakha Storage	180		

出所：ブータン中央銀行 Royal Authority of Bhutan, 2013/2014 年報をもとに作成

(4) 上流域への観測ネットワークの拡充

洪水の予警報の精度を改善するためには、上流域に AWLS 及び AWS を設置する必要がある。プロジェクトはマンデチュー及びチャムカールチューの上流域に、AWLS 4 カ所（マンデチューの Jongthang 及び Bjizam、チャムカールチューの Kagthang 及び Kurjey）を設置し、上流域の水文観測ネットワークを改善する。またチャムカールチューの上流には AWS（Tsampa）もプロジェクトによって設置される。

¹ ブータン中央銀行、2013/2014 年報

5-1-3 効率性：高い

(1) プロジェクトへの参加

プロジェクトには、実施機関の DHMS だけでなく、共同実施機関である DDM、DGM、DoES、NLCS、DHS が活発に参加し、良好なプロジェクト管理体制とともにプロジェクト活動の効率性を高めている。またパイロット流域のトンサ県庁及びブムタン県庁もプロジェクトの活動に協力的である。

(2) プロジェクトによる技術支援

JICA 専門家による技術支援はブータン側から一般に高い評価を得ており、特に流出・氾濫解析及びハザードマップ整備については、技術移転が順調に進展している。中間レビューの調査を通して良好な評価結果が得られた。またプロジェクトは、プロジェクト独自の本邦研修の実施に加えて、JICA による防災及び気象分野の集団研修を積極的に、C/P の研修に利用しており、プロジェクトによる技術支援を促進している。なお GTS/MSS 及び EWS の機材の設置後には、今後さらに本格的なプロジェクトによる技術支援の実施が予定されている。

(3) 水文気象局（DHMS）による NWFFWC の建設

DHMS は 2014 年末までに NWFFWC の建物の建設をほぼ終了し、プロジェクトによる統合システム及び早期警報システムのモニタリング・予報のための機材の設置準備を整えた。NWFFWC は DHMS に隣接して建設され、DHMS の重要な観測・分析の機能がここで管理される。パイロット流域を含めて DHMS の AWLS および AWS のデータはリアルタイムで NWFFWC に転送され加工・分析され、洪水予警報・気象予報サービスとして発信される予定である。

(4) 水文気象局（DHMS）による地域事務所の設立計画

さらに DHMS は、地方における水文気象観測網の維持管理改善のために、新たに東部の地域事務所をブータンに建設することを計画している。ブムタンの地域事務所には、将来的には EWS のコントロールセンターを移転し、地域事務所職員が EWS を担当・管理する計画である。地域事務所が建設されるまでは、ブムタンの Kujey 観測所がコントロールセンターとして機能する予定である。

(5) 機材の調達と設置の予定

統合システム及び早期警報システムの機材は、調達のための書類準備などに一部に遅れがみられたが、調達に先立って待受け工事も終了しており、ほぼ計画通りに設置が行われる見通しである。

(6) 防災管理体制の整備

プロジェクトの開始は、ブータンにおける本格的な防災管理体制の整備が始まった直後であり防災分野への協力のニーズが高まった時期にあたる。ブータンでは 2013 年に防災法が発効し NDMA を頂点とし DDM をその事務局とする防災制度の整備が開始された。また近年は DHMS、FEMD など洪水防災に関連する組織が設立され、それらの機関への協力ニーズが高くなっていた。プロジェクト開始は、ブータン側の協力ニーズに合致し、タイミン

グ良く効率的な協力が可能となっている。

(7) 国連開発計画（UNDP）プロジェクトとの相乗効果

DHMS は UNDP/GEF との気候変動対応行動計画プロジェクト 2（National Adaptation Programmes of Action : NAPA）² によって AWLS 及び AWS を 2015 年より大幅に増設し、大規模な水文気象観測ネットワーク整備を予定している。³ UNDP/GEF の援助による水文気象観測ネットワークの整備は機材購入のための資金供与が中心であり、プロジェクトによる水文気象分野の技術協力と相乗効果によって、DHMS はより精度の高い気象・水文データの蓄積と分析の実施が可能となることが期待される。機材供与が中心の UNDP/GEF によるプロジェクトと比較的大きな技術協力のコンポーネントを持った本プロジェクトは相互に補完的で効率的な協力の実施となっている。

(8) データシステムの統合

DHMS は現在、これまで異なる協力プロジェクトによって作成された異なる AWLS 及び AWS の水文気象観測のデータシステムを、ひとつの観測データとして統合するシステムを導入する計画をすすめている。また DHMS はプロジェクトが推奨する WMO の標準規格の採用を計画しており、プロジェクトが設置する早期警報システムや水文気象分野の技術協力が、より効率的に利用されるデータ管理の体制に整備されつつある。

(9) 過去のプロジェクトの経験の活用

プロジェクトの実施にあたって、過去のプロジェクトの実施経験や調査結果を利用することで効率的なプロジェクトの実施が可能となっている。DHMS は UNDP/GEF による NAPA プロジェクトによって既に他の流域で早期警報システムの設置を経験しており、DDM は CBDRM をいくつかの他の防災プロジェクトで実施している。また JICA は JST との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プロジェクトの実施経験があり、氷河湖に関するデータが利用されている。

なお、CBDRM については、DDM は現在、CBDRM 標準マニュアルの策定をすすめており、DDM ではプロジェクトが導入する CBDRM からのインプットを歓迎している。またブータンでの標準 CBDRM とプロジェクトの実施する CBDRM の間に整合性があることも望ましい。

(10) 機材等の効率的な投入

プロジェクトは実施にあたって効率的な投入を行うよう配慮している。プロジェクトが導入する衛星データ収集システム（Data Collection Platform : DCP）は安価であるが安定した通信回線として長年の実績があり信頼できる技術である。また、流出/氾濫解析には多数のプロジェクト研修参加機関が利用できるよう、フリーの解析ソフトウェアを選定するなどの配慮がなされている。

² “Addressing the Risks of Climate-induced Disasters” (National Adaptation Programmes of Action 2)

³ UNDP/GEF との気候変動対応プロジェクトは、39 のリアルタイム AWLS、60 のリアルタイム AWS を設置する予定で、これらのために DHMS は US\$5,908,000 の資金供与を受ける。

5-1-4 インパクト：高い

(1) 上位目標の達成見通し

DHMS は 2015 年より水文気象観測体制を大幅に拡充する計画である。このためプロジェクトによる技術協力が、洪水予警報の精度改善にさらに役立つ観測体制が整備される。DHMS はパイロット流域以外についても、気象・水文データを蓄積し、より精度の高い状態で GLOF 及び洪水に関する予警報を NWFFWC から発信・伝達することができるようになると予想される。なお EWS の他の流域への普及可能性を現段階で判断することは中間レビューの現時点では時期尚早であるとみられる。

(2) 気象予報サービスの向上

長期的な観点から、プロジェクトによる気象予報分野の技術協力が、DHMS の気象予報サービスの向上に役立つと期待される。プロジェクトにより、DHMS は WMO 加盟国に GTS/MSS を通じて接続し、多くの気象情報へのアクセスが可能となる。また衛星画像や GPV を利用した予報技術の改善が計画されている。現在 DHMS では 24 時間以内の天気予報が公表されているのみであるが、今後の気象予報能力の向上により、五カ年計画で DHMS が目標としている、72 時間予報の実現に貢献することが期待される。

(3) 開発計画へのリスクアセスメントの導入

洪水に関するハザードマップが、ブータンの防災、土地利用、道路建設などの開発計画に取り入れられことによって、今後さらに大きなインパクトを生じる可能性がある。DoES の FEMD は既にプロジェクトと協力して洪水災害のリスクアセスメントを行っており、構造物による防災に役立てる予定である。また DHS は都市計画及び地域開発計画を担当しており、ハザードマップをそれらに利用することが可能である。さらに、今後は道路局なども洪水リスクアセスメントを道路建設やメンテナンスの計画・技術標準の設定に役立てることも期待できる。

(4) パイロット流域以外への拡大

DoES の FEMD は既にパイロット流域以外のシェムガン（Zhemgang）などの地域で、プロジェクトの技術を用いた洪水ハザードマップの作成作業を実施しており、プロジェクトの技術の他の流域への拡大がみられる。FEMD はブータン全国の洪水リスク分析を職務としており、その作業を開始している。このため、FEMD の業務を通じてプロジェクトの流出/氾濫解析やハザードマッピングの技術は、パイロット流域以外への拡大していく見通しである。この他、プロジェクトはプロジェクト終了後の技術の展開促進のために、洪水ハザードマッピング作成のためのセミナーを今後ティンプーでも実施する予定である。

5-1-5 持続性：やや高い

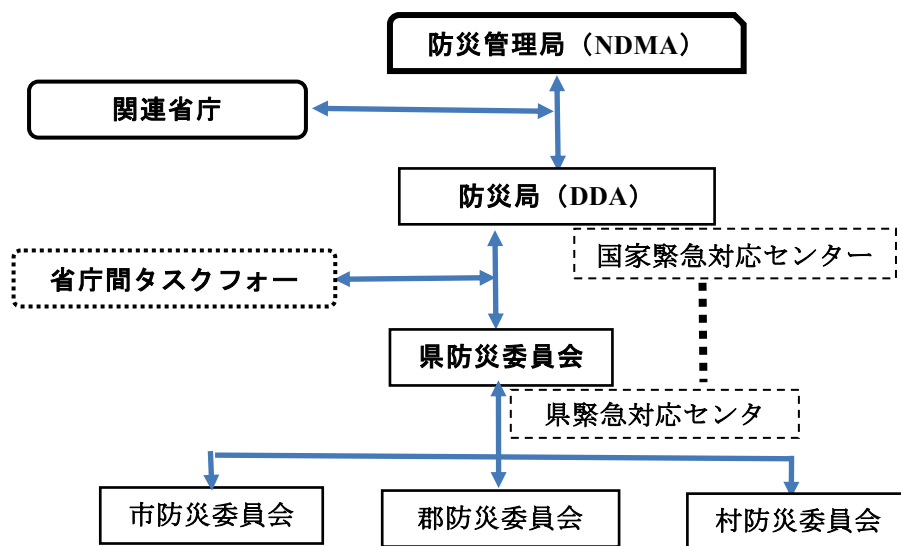
(1) 政策的側面

プロジェクトがパイロット流域に設置する EWS は、現行の防災法のもとで NDMA が管理する防災体制の一部に組み入れられる。防災法では EWS を、被災する可能性のある住民と政府関係部局に対し、災害を認識し伝達するためモニタリングや報告を行う重要なツールとみなしており、NDMA の防災管理体制に組み込まれる予定である。このため政策的な持

続性は確保されていると言える。

(2) 制度的側面

プロジェクトの運営する防災主流化ワーキンググループ（MDRR W/G）及びハザードマッピング・ワーキンググループ（FHM W/G）は、NDMA が管理する防災制度の中の省庁間タスクフォースとして、プロジェクト終了後も継続する可能性がある。NDMA ではプロジェクトの MDRR W/G 及び FHM W/G を洪水分野の省庁間タスクフォースとして利用することを検討しており、制度的な持続性の可能性がある。省庁間タスクフォースは、防災法により設置が決められており、現在 NDMA でそのデザインについて検討が行われている。防災タスクフォースの役割は、ハザードマップ、防災活動などを検討し、防災計画や緊急対応計画について関係機関にアドバイスを与えることを含む。ブータンの防災制度は現在、整備途上にあり、防災法によって計画された制度の全体像の概要は下記のとおりである。



出所：防災局資料（2013）をもとに作成、上記のうち 2015 年 2 月までに設立されたのは、防災管理局、防災局、県防災委員会である。なおゾンカ語での名称は、市（Thromde）、郡（Dungkhag）、村（Gewog）。

図 5-2 ブータン防災制度整備計画の概要

(3) 組織的側面

GLOF 及び洪水の予報の促進や EWS の設置は、DHMS の五カ年計画（2013-18）の中の開発プログラム「水資源アセスメントのための水文観測ネットワークの向上及び洪水・GLOF 早期警報システムの改善」に含まれる。この DHMS のプログラムはプロジェクトが生み出す成果と一致しており、プロジェクトは DHMS の組織としての長期的目標に沿っているため持続性が見込まれる。同プログラムを実施するための戦略として NWFFWC の改善とその人材育成があり、またプログラムの成果のひとつは EWS の設置である。

(4) 財政的側面

DHMS はプロジェクトの機材の維持管理の責任を負うが、その予算は政府の財政事情に影響され得るため、必ずしも常に十分な額の確保は容易とは言えない。他方で、DHMS はブータンに地域事務所を設立し、早期警報システムを含めた東部地域の観測施設と機材のより有効な管理を行うことを計画しており、遠隔地の機材の維持管理体制の改善に努める姿勢

を示している。

(5) 技術的側面

技術面では、これまで流出・氾濫解析及びハザードマップ整備において、OJT や実地的な研修が成果を上げており、定着性も高かったとみられる。なお技術協力の多くは今後残りのプロジェクト期間中、機材の設置終了後に実施される予定であり、現段階では未だ持続性を判断するのは時期尚早とみられる。

5-2 貢献・阻害要因

(1) 効果発現に貢献した要因の分析

① 計画内容に関すること

- 1) 防災主流化ワーキンググループ（MDRR W/G）及びハザードマップ・ワーキンググループ（FHM W/G）による活動は、実務者レベルの参加者間の交流を生み、プロジェクト実施機関間の情報交換を進め、組織間の協力関係を促進してきた。このためハザードマップ作成のための各機関の役割をより明確にし、さらに土地利用計画の改善に向けた調整に役立っている。また FHM W/G ではハザードマップ作成のための、測量技術及び流出/氾濫解析の技術移転が進んでいる。
- 2) 気象分野への協力は、洪水予警報のための観測・分析能力の向上に役立つプロジェクトの重要なコンポーネントであり、DHMS は WMO 加盟国のネットワークへの接続による気象情報の入手や WMO 基準の導入による気象水文データの統合的な管理の重要性を強く認識しそのための活動を推進している。

② 実施プロセスに関すること

- 1) プロジェクトと MHPA との協力関係は、プロジェクトの有効な実施に貢献している。MHPA には早期警報システムの警報装置 2 カ所が設置される一方、ダムサイト内には早期警報システムのコントロールセンターが建設される予定である。また MHPA は NWFFWC の建物建設費用の一部を負担するなどの協力も行い、プロジェクトの実施を支援している。
- 2) DDM はプロジェクトの MDRR W/G 及び FHM W/G に積極的に参加し、プロジェクトの実施に貢献している。防災法による NDMA の制度のもとで DDM は災害リスクアセスメントに基づく土地利用と、関係機関によるハザードマップ作成を推進する重要な役割を担っている。またプロジェクトでは、成果 3 によるパイロット流域における緊急対応能力強化も担当している。

(2) 効果発現を阻害した要因の分析

① 計画内容に関すること

特になし。

② 実施プロセスに関すること

- 1) どの政府機関がハザードマップの作成を担当するか、制度が未だ明確でない。プ

プロジェクトのパイロット流域ではブムタンのマスタープランのために DHS が作成した洪水/地すべりに関するハザードマップに加え、DGM による GLOF ハザードマップが存在し、調整が課題となっている。

- 2) 防災行政のための一部の組織の整備が遅れているか、または不十分である。DDM はプロジェクトに積極的に参加し、防災の主流化やハザードマップ作成を促進する役割が期待されているが、職員数は少なくその組織としての機能は未だ十分でない、また県レベルでも防災を担当する職員は不足しており、防災担当専任の職員が不在である。

5-3 結論

プロジェクトは、有益な成果とインパクトを生みながら、プロジェクト目標達成に向かって順調に実施されている。例えば、洪水災害関連ステークホルダー間の調整能力は、防災主流化ワーキンググループ（MDRR W/G）及びハザードマップ・ワーキンググループ（FHM W/G）の二つのワーキンググループの活動によって大きく改善した。また関連機関のハザードマップ整備のための技術的な能力が向上している。FEMD は既にプロジェクトの技術を用いて、パイロット以外の流域でのハザードマップ作成業務を開始している。今後はパイロット流域の開発計画に、プロジェクトの作成するハザードマップが取入れられることによって、さらに大きなインパクトが期待される。

プロジェクトは GLOF 及び洪水に関する予警報を SOP に従って発令するシステムを、プロジェクト期間中に設置することが予想され、高い有効性が期待される。また主たる実施機関である DHMS のみでなく、共同実施機関である DDM、DGM、DoES、NLCS、DHS のプロジェクト活動への活発な参加により、高い効率性がみられる。妥当性はプロジェクトがブータンの政策とニーズに合致していることから高い。持続性については政策・制度・組織の面で良好な環境にあるものの、維持管理のための財政的な側面に留意する必要があるとみられる。

第6章 提言

6-1 提言

- (1) プロジェクトによる災害に関するリスク情報をより有効に利用するために、プロジェクトのワーキンググループは道路セクターなど、より広い分野のステークホルダーをグループのメンバーに加えるべきである。道路セクターのステークホルダーは災害リスクを道路建設や維持管理に反映させ、災害に強い輸送網のための技術基準設定や計画策定に役立てることができる。
- (2) 本プロジェクトによりリスク情報が高度化し、体制が強化され、技術者の能力も向上する。こうした進歩に見合った気象水文サービスの新たな展開を検討すべきである。例えば、放送セクターなどとも連携して、情報加工や番組制作技術をより高度化する中で、気象水文情報の国民へのより効果的な伝え方を開発する。あるいは Web や携帯等様々なメディアを活用した災害リスク情報の共有と活用を検討するなどの必要がある。
- (3) 水文気象観測データの品質管理はステークホルダーへの信頼性の高い水文気象サービスを提供するために重要である。特に 2015 年に設置される予定のリアルタイム AWLS および AWS は定量的な気象・洪水予警報にとって重要である。このため DHMS はこれらの維持管理のための予算を確保するだけでなく、データの品質管理を改善する必要がある。
- (4) DHMS は、リアルタイム AWLS 及び AWS とプロジェクトによって改善する気象予報能力を利用することによって、リアルタイムの洪水予報能力を開発することが望ましい。

付 属 資 料

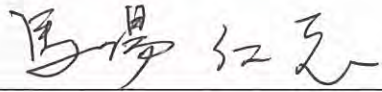
1. 協議議事録（Minutes of Meetings：M/M）
2. プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）
3. プロジェクトの活動計画
4. 専門家派遣実績
5. プロジェクト・カウンターパート
6. 研修員受入れ実績
7. ベースライン調査結果
8. 中間レビュー調査日程
9. 主要面談者リスト
10. 評価グリッド
11. 主な参考文献・資料一覧

**MINUTES OF MEETING
BETWEEN
THE JAPANESE MID-TERM REVIEW TEAM
AND
THE AUTHORITIES CONCERNED
OF THE GOVERNMENT OF KINGDOM OF THE 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 Mid-term Review Team (hereinafter referred to as “the Team”), organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and headed by Dr. Hitoshi Baba, visited the Kingdom of Bhutan (hereinafter referred to as “Bhutan”) from January 26 to February 13, 2015 for the purpose of conducting the mid-term review of 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 in Bhutan, the Team exchanged views through a series of discussions with the authorities concerned on the progress of the Project. As a result of the discussions, both sides agreed upon the matters referred to in the document attached hereto.

Thimphu, February 13, 2015



Dr. Hitoshi Baba
Leader
Japanese Mid-term Review Team
Japan International Cooperation
Agency
Japan



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

THE KINGDOM OF BHUTAN

THE PROJECT FOR

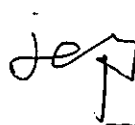
CAPACITY DEVELOPMENT OF

GLOF AND RAINSTORM FLOOD

FORECASTING AND EARLY

WARNING

Joint Mid-term Review Report



Thimphu, 13 February 2015

TABLE OF CONTENTS

List of Abbreviations and Acrony

1. Introduction.....	1
1-1. Preface	
1-2. Objectives of the Review	
1-3. Schedule of the Team	
1-4. Members concerned to the Mid-term Review	
1-5. Methodology of the Review	
2. Results of the Review.....	4
2-1. Achievement of the Project	
2-2. Implementation Process	
2-3. Review by the Five Criteria	
2-4. Conclusion	
3. Recommendations.....	21

Annexes

List of Abbreviations and Acronyms

AWLS	Automatic Water Level Station
AWS	Automatic Weather Station
CBDRM	Community Based Disaster Risk Management
C/P	Counterpart
DCP	Data Collection Platform
DDM	Department of Disaster Management
DGM	Department of Geology and Mines
DHMS	Department of Hydro-met Service
DHS	Department of Human Settlement
DoES	Department of Engineering Service
EAP	Emergency Action Plan
EWS	Early Warning System
FEMD	Flood Engineering Management Division
GIS	Geographic Information System
GLOF	Glacial Lake Outburst Flood
GPV	Grid Point Value
GTS	Global Telecommunication System
JCC	Joint Coordination Committee
JICA	Japan International Cooperation Agency
MHCA	Ministry of Home and Cultural Affairs
MHPA	Mangdechhu Hydroelectric Project Authority
NAPA	National Adaptation Programmes of Action
NLCS	National Land Commission Secretariat
NWFFWC	National Weather, Flood Forecasting and Warning Center
PDGLs	Potentially Dangerous Glacial lakes
PDM	Project Design Matrix
PO	Plan of Operation
PR1	Progress report 1
R/D	Record of Discussions
RGoB	Royal Government of Bhutan
SATAID	Satellite Animation and Interactive Diagnosis
SOP	Standard Operating Procedure
UNDP	United Nations Development Programme
VHF	Very High Frequency
WB	World Bank
WMO	World Meteorological Organization

1. Introduction

1-1. Preface

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 Royal Government of Bhutan (RGoB) US\$ 15.8 million.

Since 1960s, a number of glacial lake outburst floods (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. Considering the catastrophic phenomenon of GLOF, 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 Centre” (NWFFWC). However, there is limited climate monitoring stations in the northern region where most of the aforementioned disasters have the roots. Moreover, the existing stations are mainly manually operated, where data are observed leaving some missing data which are not suitable for climate modelling and related analysis.

In response to such background, upon the request of RGoB, the Government of Japan decided to implement 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”).

The Project started from September 2013 and will be completed in September 2016. JICA dispatched the Japanese Mid-term Review Team (hereinafter referred to as “ the Team”) to Bhutan for the purpose of conducting the Mid-term Review (hereinafter referred to as “ the Review”) which has been undertaken jointly by the Team and Bhutanese authorities concerned.

1-2. Objectives of the Review

The objectives of the Review are as follows:

- (1) To review the inputs and activities of the Project;
- (2) To evaluate the achievements of the Project from the viewpoint of the five evaluation criteria of the Development Assistance Committee (DAC) in the Organization of Economic Co-operation and Development (OECD);
- (3) To summarize the progress of the Project;
- (4) To make recommendations on the measures to be taken in order that the Project will achieve the Project purpose; and
- (5) To review and revise the Project Design Matrix (PDM) and Plan of Operation (PO).

1-3. Schedule of the Team

The Review has been conducted as below from January 26 to February 13, 2015.

1-4. Members concerned to the Mid-term Review

The Review was jointly conducted by both Bhutanese and Japanese sides. The members concerned are shown below.

1-4-1. Bhutanese side**Department of Hydro-met Service, Ministry of Economic Affairs**

Mr. Karma Tsering	Director, DHMS
Mr. Karma Dupchu	Chief of Hydrology Division, DHMS
Mr. Phuntsho Namgyal	Chief of Planning Coordination Division, DHMS
Mr. Tayba Buddha Tamang	Offtg. Chief of Meteorology Division, DHMS
Mr. Tsering Tashi	Offtg. Chief of Snow & Glacier Division, DHMS

Project Experts

Mr. Yasuhiko Kato	Chief Advisor/ Basin Disaster Management Planning
Mr. Tomoyuki Wada	Flood Hazard Map/ GIS

1-4-2. Japanese side**(1) Mid-term Review Team**

Dr. Hitoshi Baba	Leader, Senior Advisor, JICA
Mr. Koichi Kitamura	Cooperation and Coordination, Deputy Assistant Director, Disaster Management Team 1, Water Resources and Disaster Management Group, Global Environment Department, JICA

Mr. Yutaka Yamaguchi

Evaluation and Analysis,
General Manager, Cranberry, Inc.

1-5. Methodology of the Review

Based on PDM and PO signed on March 18, 2013, the Review is designed to clarify the following issues and aspects:

- 1) Achievements of the Project based on the PDM indicators;
- 2) Implementation process; and
- 3) Five evaluation criteria of DAC

Definitions of the criteria are as follows:

Relevance	Relevance of the Project is reviewed in terms of the validity of the Project purpose and the Overall goal in connection with the development policy of the Government of Bhutan, aid policy of the Government of Japan, needs of beneficiaries, and by logical consistency of the Project design.
Effectiveness	Effectiveness of the Project is assessed by evaluating the extent to which the Project has achieved its purpose and outputs.
Efficiency	Efficiency of the Project is analysed the extent to which the outputs are yielded in terms of quality, quantity, and timing of the inputs.
Impact	Impact of the Project is assessed based on the size of both positive and negative influences caused by the Project.
Sustainability	Sustainability of the Project is assessed in terms of policy, institutional, financial and technical aspects by examining the extent to which the achievements of the Project would be sustained or extended after the Project period.

Conclusions are drawn from the results of the Review, and recommendations are made by both sides.

2. Results of the Review

2-1. Achievements of the Project

2-1-1. 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.**
- (2) Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.**
- (3) Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.**

Output (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.

【Indicator 1-a】 Plan of institutional strengthening for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans is formulated.

【Result】 Achievement level: In Progress

【Activities】

- 1-4. Facilitate the discussion in enhancing coordination between GLOF/rainstorm flood risk assessment sector and development sector.
- 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.

DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS and DHS organized Mainstreaming Disaster Risk Reduction Working Group (MDRR W/G) by working level counterparts from the six agencies to implement project Activity 1-4 (enhancing coordination between agencies), Activity 1-6 (land use improvement), Activity 1-7 (institutional strengthening) and Activity 1-9 (information sharing SOP).

The Project had conducted a baseline survey aiming at understanding basic status and issues on all the counterpart agencies in 2013, and the survey result of which was checked and updated

through the discussion in the workshops. It was confirmed that Project activities worked as “Catalyst” (or Trigger) to solve some of the issues and challenges of the C/P agencies.

The MDRR W/G created a mechanism to facilitate the discussion in enhancing coordination among related agencies in GLOF/rainstorm disaster management sector and development sector. The members of the W/G share common understanding of MDRR declared in Disaster Management Act. MDRR W/G also fosters the common sense of land use management among related agencies. The 2nd MDRR W/G workshop dealt with issues on land use management in hazard areas by W/G members. The 3rd MDRR discussed issues on coordination between agencies in hazard zonation. (See attached list of the Activities of MDRR W/G)

【Indicator 1-b】 Equipment and facilities for NWFFWC are installed as scheduled and utilized as planned.

【Result】 Achievement level: In Progress

【Activities】

- 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.

The Project finished analysis on the following existing hydro-met data, monitoring and warning by DHMS in 2014. Recommendations were made to develop feasible and sustainable integrated platform.

- Hydrological observation: a) Hydrology observation network, b) Primary, Secondary and Flood Warning Stations and c) Real Time AWLS
- Meteorological Observation: a) Meteorological Observation Network, b) Class A and Class C Stations and c) Real Time AWS

With regard to setting up a system to connect between DHMS and WMO member countries, DHMS is in the process of taking necessary procedures for the connection via the GTS/MSS network. The system will enable DHMS to access various meteorological information, and DHMS will share and exchange observational meteorological data of Bhutan with the WMO member countries.

The specifications of GTS/MSS were drafted and DHMS and JICA experts agreed on the

specification in December 2013, which was officially accepted at the First JCC meeting. DHMS agreed to introduce satellite image receiving from the Japanese satellite New Himawari through the Internet and direct image receiver.

【Indicator 1-c】 GLOF/rainstorm flood risk zonation maps are developed.

【Result】 Achievement level: In Progress

【Activities】

- 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.
- 1-5. 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.

DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS and DHS organized Flood Hazard Map working group (FHM W/G) to gather and discuss periodically for runoff/flood analysis and making a flood hazard map. Trainings were planned and conducted based on the discussion in the W/G workshops. As a result, the related agencies started to promote the activity with more clear demarcation and smooth information sharing resulted from the interaction in the W/G.

The FHM W/G conducted practical training on topographic surveys, runoff/flood analysis and GIS mapping. Additionally, in order to transfer techniques, the JICA Expert supported C/P's routine works with GIS operation and/or runoff/flood analysis such as making maps of observation sites and calculating the basin boundary/area. The technical transfer already made DHMS and FEMD, DoES C/Ps possible to apply GIS operation and flood analysis in other sites.

The Project reviewed previous studies including those of JICA/JST on the potential risk of glacial lakes, and estimates the magnitude of GLOF as well as possible flood. The Project is conducting runoff/flood analysis models and hazard map preparation for EWS operation, CBDRM and land use regulation, cooperating with C/P and JICA Experts. For that purpose, basic data collection, survey in the target basin, and runoff/flood analysis were conducted.

【Indicator 1-d】 Flood and weather forecasting is delivered daily by utilizing improved forecasting system.

【Result】 Achievement level: Preparation in Progress

【Activities】

- 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).

The Project conducted a survey on DHMS services and prepared the terms of reference for the short term JICA expert for weather forecasting, planned to be dispatched in 2015 and 2016. In addition, preparatory training was conducted for utilizing technology of meteorological Satellite imagery (SATAID) in November 2014 in Japan. The main part of the activities are to be implemented in 2015 and 2016.

【Indicator 1-e】 SOP on emergency information sharing is developed.

【Result】 Achievement level: Planned to be implemented in 2015 and 2016

【Activities】

- 1-9. Develop SOP 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.

【Indicator 2-a】 Equipment and facilities for EWS are installed as scheduled and utilized as planned.

【Result】 Achievement level: In Progress

【Activities】

- 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 in both pilot basins and NWFFWC with necessary provisions of spare parts and maintenance tools.

The Project already completed all the Activities numbered 2-1, 2-2 and 2-3 described as above. Activity 2-4 is in progress. The procurement, manufacturing, shipping and installation are expected to be completed by July 2015.

The Project reviewed existing hydro-meteorological network of DHMS in Mangdechhu and Chamkharchhu basins. Review was also conducted for the dam operation of hydropower projects in the two basins, from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood. Then analysis was conducted on hydrological information, such as GLOF/rainstorm flood discharge, high-water level, and flood arrival time to be applied for designing of EWS.

The outline of entire system of EWS was agreed between the Bhutanese and Japanese sides, which is comprised of monitoring and forecasting system of DHMS in Thimphu (TMP) and early warning systems installed into the Mangdechhu basin (MND) and Chamkharchhu basin (CHM). The system installed into the basins is composed of (a) Observation stations (AWS and AWLS), (b) Control Centre which integrates data from observation stations, and (c) Siren Towers to warn the floods to the residents.

The draft specification has been submitted to JCC meeting and agreed by JCC members in February 2014. The fundamental part of the preparatory construction work such as levelling, fencing and so on was already conducted in the Project to avoid the delay risk of installing the equipment. The procurement, manufacturing, shipping and installation are expected to be completed by July 2015.

【Indicator 2-b】 EWS operation and maintenance manual is developed.

【Indicator 2-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).

【Result】 Achievement level: Planned to be implemented in 2015 and 2016

【Activities】

- 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.

【Indicator 3-a】 Workshops for flood emergency response on warning and evacuation are held with the stakeholders in the target sub-districts.

【Result】 Achievement level: In progress

【Activities】

- 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.

DDM in collaboration with JICA experts organized a kick off workshop on CBDRM in Trongsa District in September 30th and in Bumthang District in October 1st. Site visits to communities in the pilot areas were made, and community workshops were conducted. Currently DDM and JICA experts are preparing a plan for CBDRM to be implemented in the sites.

【Indicator 3-b】 Evacuation drill by use of developed EWS is planned and conducted in the pilot basins.

【Result】 Achievement level: Planned to be implemented in 2015

【Activities】

- 3-2. List 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.

【Indicator 3-c】 SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins is developed.

【Result】 Achievement level: Planned to be implemented in 2015 and 2016

【Activities】

- 3-4. Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.

2-1-2. Project Purpose

Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF/rainstorm flood is enhanced.

【Indicator a】 GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning is in place in

accordance with developed Standard Operation Procedure (SOP).

【Result】 Achievement level: In Progress

The Project Purpose is expected to be achieved within the project period, as it is expected that following Output 1. and Output 2. of the Project will be duly achieved during the period. Therefore, GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning will be in place in accordance with developed Standard Operation Procedure (SOP).

Output 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.

Output 2. Early Warning System (EWS) for GLOF/rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu.

【Indicator b】 Early warning and evacuation drills in the pilot basins are regularly conducted by use of developed EWS (at least once in a year).

【Result】 Achievement level: In Progress

The Project Purpose is also expected to be achieved within the period of the Project, as it is expected that following Output 3 2 of the Project will be duly achieved during the period. Therefore early warning and evacuation drills in the pilot basins are regularly conducted by use of developed EWS at least once in a year.

Output 3. Emergency response capacity against GLOF/rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins.

2-1-3. Overall goal

Nationwide disaster resilient society against natural disasters such as GLOF and rainstorm flood for Climate Change Adaptation is realized in Bhutan.

【Indicator 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.

【Indicator b】 Evacuation drills are conducted at least one community outside of pilot river basin with EWS.

【Result】 Prospect for achievement: In Progress

With increased nation-wide capacity of observation and analysis in meteorology and hydrology, flood forecasting by DHMS will be extended to outside of pilot river basin. Flood forecasting

will be nationally improved by DHMS's efforts to strengthen NWFFWC's observation network, combined with technical cooperation and equipment provision by the Project. As to dissemination of EWS, it is still early to predict, at this stage of Mid-term Review.

2-2. Implementation Process

(1) Implementation of Planned Activities

Most of the project activities planned are being conducted as planned, except some adjustments needed in the schedule such as preparations of tendering documents for the installation of the equipment for GTS/MSS and EWS due to partly external conditions that the Project could not control.

(2) Management of the Project

The Project has been effectively managed by the Project Director who is the Director of DHMS, and by the Project Manager who is the Chief of Hydrology Division, who was also the national project manager for Installation of GLOF Early Warning System along the Punatsahgchhu basin (NAPA-I project funded by GEF/UNDP) in cooperation with the Chief Advisor of the JICA Expert Team. The Progress Report (1) of the Project was produced and reported on September 2014. Joint Coordinating Committee (JCC) has properly facilitated inter-organizational coordination, the first meeting of which was held in February 2014.

2-3. Review by the Five Criteria

Results of the review by the Five Criteria are summarized below.

2-3-1 Relevance

Relevance of the Project is considered to be high with consistent both Bhutanese policies and needs.

(1) Consistency with development policies

The Project is consistent with the Bhutanese Government's development policies. The Project is in line with "Eleventh Five Year Plan (2013-18)". One of the 16 National Key Result Areas (NKRA) of the plan is "Improved disaster resilience and management mainstreamed". As a Sectoral Key Result Areas for the NKRA, DHMS set the construction of basin wise EWSs as

its Key Performance Indicator.

(2) Consistency with disaster management policies

The Project is in line with the Bhutanese Government's disaster management policies. The Disaster Management Act came into force in 2013 for the establishment and strengthening of institutional capacity for disaster management, mainstreaming of disaster risk reduction and an integrated and coordinated disaster management focusing on community participation. According to the Act, the National Disaster Management Authority (NDMA) was established, which includes Secretaries of all the Ministries as members. One of the important functions of NDMA is to approve hazard zonation and vulnerability map.

(3) Beneficiary

Selection of target group of the Project is appropriate. The objective beneficiaries are identified in all the important agencies related to flood disaster reduction; DHMS, DDM, DGM, DoES, DHS and NLCS, which are also implementing agencies of the Project. The functions and services provided by the organizations are analyzed by the Baseline Survey conducted by the Project. Staff in charge of disaster management in Trongsa and Bumthang Districts and their communities are beneficiaries in the target areas of the Project.

(4) Pilot areas

The selection of target areas, Mangdechhu and Chamkharchhu basins, is regarded as appropriate. Capacity development of GLOF and rainstorm flood forecasting and early warning is needed to alert residents and reduce possible damages in the downstream regions. JST/JICA Research Project on GLOF risks identified a number of potentially dangerous glacial lakes in Mangdechhu basin and Chamkharchhu basin, after Punakha- Wangdi valley where an EWS system was already installed and measures were taken to lower the water level of Thorthomi Glacier Lake. For GLOF and rainstorm flood, it is necessary to expand upstream the hydrological observation network for flood warnings to possible areas affected in Trongsa and Bumthang Districts.

2-3-2 Effectiveness

The Project Purpose will be duly achieved and effectiveness of the Project is considered to be high with the following reasons.

(1) Prospect for achieving Project Purpose

The Project is expected to achieve the Project Purpose before the end of the Project. GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning will be in place in accordance with developed SOP. Early warning and evacuation drills in the pilot basins will be conducted by use of developed EWS.

(2) Benefits and beneficiaries of the Project

- EWS

To reduce risks against communities and infrastructure, EWS will be installed in the Pilot areas by July 2015. The Project will set 3 sirens (dam site, power plant, one village) in Mangdechhu basin in Trongsa District and 6 sirens (3 villages, 2 schools and down town area) in Chamkharchhu basin in Bumthang District.

- Hydro-power facilities

EWS is beneficial for hydro-power plants for flood warning and daily river flow observation. Hydro-power generation is the largest source of both national revenue and foreign currencies. In addition to Mangdechhu hydro-electric power plant under construction, the RGoB and the government of India signed an agreement on the construction of the Chamkharchhu hydro-power projects in the pilot basin in April 2014.

- Expansion of observation network

To improve DHMS observation system, it is necessary to expand upstream the hydrological network with real time AWLS upstream for flood warnings to possible areas affected in Trongsa and Bumthang Districts. The Project will install two AWLS in each of the Mangdechhu river basin (Jongthang and Bjizam) and the Chamkharchhu river basin (Kagthang and Kurjey), in addition to one AWL (Tsampa) in the latter basin.

(3) Contributing factors

- Mainstreaming Disaster Risk Reduction Working Group

Activities by Mainstreaming Disaster Risk Reduction Working Group (MDRR W/G) are contributing to discuss project activities on administrative issues such as enhancing coordination between agencies and land use improvement. Institutional strengthening for disaster mainstreaming and information sharing SOP will also be treated by the W/G. Representatives from collaborating agencies of the Project set up the W/G and actively

discussed the issues.

- Flood Hazard Mapping Working Group and training

The implementation of project activities are supported by a Flood Hazard Mapping Working Group (FHM W/G) clarifying the situation of relevant agencies and trying to create a consensus among themselves. The members of the W/G also attended training on flood hazard mapping. The W/G is helping in the transfer of knowledge to the participants amongst themselves.

- Improvement in Meteorology

Technical cooperation in Meteorology is expected to be an important factor for the Project. DHMS considers it useful to introduce WMO standard and to be connected to GTS/MSS, having an integral data base. There seems to be plenty of room for introducing modern technology for more accurate weather and flood forecasting.

- Role of DDM

Contribution of DDM to the Project is essential, and which actively participated in both Flood Hazard Mapping Working Group and Mainstreaming Reduction Working Group. As the Secretariat of NDMA, DDM facilitates the formulation of hazard zonation and vulnerability map by relevant agencies. In the Project, DDM is also responsible for the implementation of activities of Output 3 for enhanced capacity against GLOF and rainstorm flood in the pilot river basins.

- Collaboration with MHPA

Collaborative relationship with MHPA is a contributing factor to the achievement of the Project. MHPA co-financed a part of the Project activities conducted by the Bhutanese side, mainly sharing cost of NWFFWC building construction and counterpart expenses. Further, the Control Center of EWS in Mangdechhu basin plans to be located in the Dam Colony site of MHPA.

The construction of Mangdechhu Hydropower plant is expected to be completed by February 2017. Installed EWS by the Project will be beneficially for both during and after the completion of the construction work. Daily river flow observation by the system is also useful to the hydro power plant's water resource management.

(4) Inhibiting factor

- Problem on Flood hazard zonation

It is still not clear which agency will prepare hazard maps. In a case of Project area, DHS had difficulties in reconciling DHS's flood/landslide hazard zonation for Bumthang Master Plan and DGM's GLOF hazard zonation.

- Organizational issues in disaster management

There are organizational issues to be addressed related to the Project. The number of staff in DDM is limited, which may produce some difficulty in coordinating a wide variety of disaster management activities. At District level, there exist no professional disaster focal person assigned exclusively for disaster management. In addition, both in DDM and Districts, experienced staff in disaster management are transferred periodically to other sections, making it difficult to foster professional staff.

2-3-3 Efficiency

Efficiency is considered to be high with the following reasons. Special efforts are being made by JICA and the Project for a proper timing in the installation of the equipment.

(1) Inputs of the Project

- Participation

The management of the Project and collaborative relationship among different agencies have been the principal source of efficiency in implementation of the Project. The Project is implemented by DHMS under MoEA and JICA, with an active inter-ministerial collaboration with DDM under MHCA, DGM under MoEA, DoES and DHS under MWHS, NLCS and local governments in Trongsa and Bumthang Districts.

- Technical Cooperation by JICA experts

In general positive comments were given to technical cooperation throughout the process of Mid-term Review. Especially OJT and practical training for those on runoff/flood analysis and mapping were highly evaluated by the Bhutanese agency staff. Increased technical cooperation is planned after the installation of GTS/MSS and EWS.

- Utilization of JICA ready-made training in Japan

The Project has efficiently incorporated JICA ready-made training courses on related issues. This has significantly increased opportunities to offer training services in Japan. Courses offered in this manner to Bhutanese C/P included those on “Flood risk management with IFAS”, “Meteorological services”, “Disaster risk management administration” and “Strategy for Disaster Resilient Societies to Natural Disasters”.

- Construction of NWFFWC

DHMS timely finished most of the construction work of the building of NWFFWC, an annex building to DHMS Thimphu Office, in the end of 2014. NWFFWC will manage the DHMS’s system for GTS/MSS and GLOF/rainstorm flood EWS. The flood detection system consisting of AWLS and AWS located in Trongsa and Bumthang will relay the data to NWFFWC on a real time basis. Hydrology and meteorological data will be processed and analyzed to provide information and services.

- Establishment of Regional DHMS Office in Bumthang

DHMS is preparing for the establishment of its first Regional Office in Bumthang, where the Control Center for EWS in Chamkharchhu basin will be located and staff in charge of EWS will be posted. Until the construction of the Regional Office is finished, the EWS Control Center will be located DHMS’s site office in Kurjey, Bumthang.

- Installation of equipment by JICA

The process in installation of equipment for GTS/MSS and EWS has been slightly delayed, partly because of external conditions that the Project could not control in preparation of tendering documents. Since the civil works for the observation stations have already been done prior to the bidding, the installation of the equipment would be completed almost as scheduled.

(2) Contributing factors

- Improvement in disaster management system in Bhutan

Timing of the Project implementation was appropriate. The Project began with a good timing just after the Disaster Management Act had been put in force to set up a new disaster management system NDMA, in which DDM functions as secretariat of the system. In addition, a new government agencies like Department of Hydro-met Services (DHMS) under MoEA and DoES, FEMD under MWHS was created in 2011 and in 2012 respectively, both have important mandate on flood risk management.

- Coordination with the UNDP Project

Efficiency will be increased considerably with coordination between the Project and GEF/UNDP offered project “Addressing the Risks of Climate-induced Disasters” NAPA 2. While the Project has a strong component of technical cooperation, the DHMS’s Project with UNDP will invest substantially in equipment to realize a nation-wide hydro-met observation network.

Project’s investment in flood warning and forecasting will be efficiently utilized by DHMS’s efforts to create an integrated data system for hydro-met observation. DHMS plans to integrate different data systems introduced by past and current projects into single data system for better data processing and analysis. In addition, the UNDP Project is expected to employ WMO standard format for data collection compatible to that of the Project, which will serve for creating the integrated data system in NWFFWC.

- Experience in the past projects

Implementation has been made easier with experiences and accumulated knowledge in projects on similar or related issues. DHMS had already an experience of setting up an EWS in Punatsancchu basin with NAPA 1 project with GEF/UNDP. DDM had introduced CBDRM and applied it in several projects. JICA and JST conducted a project for the study on GLOF.

- Coordination in CBDRM methods

For a more efficient way of implementing CBDRM in Bhutan, DDM expects coordination on Project’s CBDRM methods with those of CBDRM being developed by DDM. Meanwhile DDM highly acknowledges the capacity on CBDRM of JICA experts, DDM is in the process of finalizing its Standard Manual for CBDRM in Bhutan. DDM expects exchanges of ideas between the two CBDRM.

- Efficient investment in equipment

Consideration has been paid to realize an efficient investment in cooperation by the Project. An example of which is that the Project will introduce a reliable but economic data collection system DCP as a satellite communication circuit. In addition, the Project employs free software for runoff/flood analysis so that all the C/P agencies can use the same software.

2-3-4 Impacts

Impacts of the Projects are expected to be high during and after the end of the Project period with the following reasons.

(1) Nation-wide flood forecasting

DHMS will improve significantly its national hydro-met observation network since 2015 and will be able to enhance its capacity to forecast rainstorm flood more accurately. Therefore DHMS is expected to disseminate properly rainstorm flood forecasting based on accumulation of hydro-met data to relevant agencies at central and local level as well as outside of the pilot river basins.

(2) Early warning systems in other river basins

It is still early to predict possible impacts on an EWS in other river basins. Currently there isn't any specific plan for establishing an EWS other than those in the pilot river basins of the Project.

(3) Better weather forecast

As a longer range goal, the Project is expected to contribute to DHMS to provide better weather forecast services. DHMS will be connected to WMO member countries via the GTS/MSS network, which enables DHMS to access various hydro-metrological information. In this Project, training are planned and partially already conducted for the use of numerical weather prediction data and satellite images (SATAID), taking advantage of information which can be obtained through the GTS/MSS network. It will contribute to the realization of 72 hour forecasting planned in the 5 Year Plan.

(4) Impacts on development planning

Impacts of the Project will be larger, if its flood hazard zonation is incorporated into development planning including flood mitigation, land use or road construction. FEMD conducts flood risk assessment in cooperation with the Project and works on the structural measures for the flood mitigation in DoES. DHS is in charge of urban and rural planning and incorporates flood risk assessment into their planning. Department of Roads can also consider flood disaster risks in construction and maintenance of roads through their planning and setting of technical standards.

(5) Extension to other basins than pilot areas

The Project is planning to conduct training for Hazard Mapping in Thimphu. In addition, the knowledge obtained through the Flood Hazard Mapping W/G were extended to other river basin than the Project areas. FEMD already applied the knowledge to their preparation of flood hazard map for Zhemgang. Since FEMD is mandated to carry out flood risk analysis in all 20 Districts, the extension of the knowledge will be extended accordingly.

(6) Future impact

Impact of the Project will be even larger, if there is additional technical cooperation in the future. The Project is expected to finish offering the planned technical assistance within the project period. However, the room for technical cooperation will still remain large, since the challenge requires long term efforts to cope with risk management for flooding and improvement in hydro-met services for that purpose. DHMS was created just recently in 2011, and is in the process of improvement in collecting data and sophisticating analysis technique. Other important agencies involved in the Project, such as DDM, FEMD of DoES and DHS are also newly established, possessing a room for further development.

2-3-5 Sustainability

Sustainability of the Project is considered to be relatively high. The Project can expect continuous supporting environments in policy, institutional and organizational aspects. Preparing a system and securing financial resources for the maintenance of equipment can be considered as a challenge in current economic conditions.

(1) Policy aspects

Sustainability of the national policy related to EWS installed by the Project is assured. According to Disaster Management Act 2013, EWS is one of critical disaster management facilities as a monitoring and advisory tool to identify hazard and notify all vulnerable population and responding agencies. The EWS put in place by the Project will be officially incorporated as a part of national disaster management system under the NDMA.

(2) Institutional aspect

Sustainability of the Project activities can be secured through the establishment of an

Inter-Ministerial Task Force on flood hazard for NDMA. During the 2nd meeting of NDMA, constitution of the Inter-Ministerial Task Force was discussed and proposed to employ the members and the mechanism of the two Working Groups of the Project as Task Force on flood hazard. NDMA is in the process of setting up Inter-Ministerial Task Force comprising technical experts from relevant agencies. The function of the Task Force include reviewing hazard zonation and vulnerability map and providing necessary technical assistance in the preparation of Disaster Management and Contingency Plan.

(3) Organizational aspect

Promotion of GLOF/flood forecasting and early warning is included in a DHMS's program for Eleventh Five Year Plan (2013-18). The program is titled "Enhancing Hydrological Network for Water Resources Assessment and Improvement of Flood Information/GLOF Early Warning System". One of the strategies to implement this long term program is to further develop and improve NWFFWC and to train its man power. The Outcomes of the program include the installation and operation of a new real time flood warning system, which totally coincides with the Outputs of the Project.

(4) Financial aspect

DHMS and the other agencies participating in the Project will secure the financial resources to sustain their personnel to continue and further develop their activities related to the Project. However, it will not be always easy to allocate sufficient budget for DHMS to assure the maintenance of the equipment for the system introduced with the Project, since the allocation of the budget can be affected by RGOB's development policies in other sectors and recent tight economic situation of the country. However, DHMS has decided to establish two regional offices in Central and Eastern regions for more efficient maintenance services for DHMS's equipment and facilities in remote areas. Technical support is expected during the implementation of the Project, which may reduce the financial burden incurred in operating the system.

(5) Technical aspect

It is still early to predict technical sustainability of techniques EWS, since most of the installation of equipment and training for the system have not been initiated. Currently higher technical sustainability can be expected especially in the field of runoff/flood analysis and mapping, in which so far relatively intensive and practical training have been conducted.

2-4 Conclusion

The management of the Project has been effective and practical in implementing the planned activities. The Project has been soundly carried out toward achieving its purpose while yielding some positive outputs and impacts. For instance, coordination among the stakeholders has been strengthened by MDRR W/G and FHM W/G activities. Technical capacity of agencies involved in the Project has been improved in flood hazard mapping. FEMD already applied the knowledge to their preparation of flood hazard maps for other basins. Impact will be higher, when the flood hazard zonation is incorporated into development planning in the pilot areas.

Effectiveness will be high, since the Project is expected to put in place GLOF/rainstorm flood forecasting and early warning in accordance with developed SOP within the project period. Efficiency is also considered as high, the principal sources of which have been the management of the Project and collaborative relationship among different agencies. Relevance of the Project is high being consistent with Bhutanese policies and needs. The Project has relatively high sustainability, having continuous supporting environments in policy, institutional and organizational aspects. Preparing a good system and securing financial resources for the maintenance of equipment can be a challenge, if difficult economic conditions arise.

3. Recommendations

- (1) In order to maximize the benefit of improved disaster risk information, the WG of the project should invite more stakeholders from wide areas such as road sector so that they could reflect disaster risks into construction and maintenance of roads through their planning and setting of technical standards to make resilient transportation networks. Education sector is also a candidate to join WG to improve disaster risk literacy for all the people of Bhutan.
- (2) It is recommendable for DHMS to introduce innovative ways to offer hydro-met services, which would be suitable to its sophisticated risk information. To produce such risk information, the Project has been collaborating to improve the system with advanced

technical capacity. For example, DHMS can develop more communicative manners to transmit hydro-met information to people in cooperation with broadcasting sector, improving information processing and program production technique. Information on disaster risks also can be shared and used by people, utilizing various types of media such as web-sites, mobile phones and others.

- (3) Quality control of Hydro-met observation data is essential for more reliable Hydro-met services to stakeholders. Especially the data of real time AWS/AWLS, which are planned to be installed this year under the Project as well as NAPA II of GEF/UNDP will be important for quantitative weather/flood forecasting and warnings. Therefore, DHMS needs to secure the budget for operation and maintenance, but also improve the quality of the data of real time AWS/AWLS.
- (4) It is recommended that the DHMS develops capacity of real time flood forecasting based on the utilization of real time AWS/AWLS and improved weather forecast capacity through the Project.

ANNEXES

Annex-1: Project Design Matrix

Annex-2: Project Implementation Schedule(Plan and Actual)

Annex-3: Project Implementation Schedule of Each Agency

Annex-4: Structure of Joint Coordinating Committee

Annex-5: Project Counterparts and Japanese Experts

Annex-6: Mainstreaming Disaster Risk Reduction Working Group

Annex-7: Flood Hazard Map Working Group and Training Members

Annex-8: Training conducted in Japan

Annex-9: Project Site Location Maps

Annex-10: Graphical User Interface of Flood Forecasting and
Weather Forecasting System

Annex-11: Outline of GTS/MMS and EWS

Annex-12: Mid-term Review Team's Schedule

Annex-1

Project Design Matrix (PDM) (Annex of the R/D on the Project agreed and signed on May 14, 2013)

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. 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 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	
<p><Output 1></p> <p>1-1. Analyze the existing data accumulation and monitoring/alert system in DHMS /NWFFWC to develop feasible and sustainable integrated platform.</p> <p>1-2. Set up necessary system and facilities for the integrated platform and train DHMS/NWFFWC staff to operate and maintain the system.</p> <p>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.</p> <p>1-4. Facilitate the discussion in enhancing coordination between GLOF/rainstorm flood risk assessment sector and development sector.</p> <p>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.</p> <p>1-6. Foster the sense of land use management among related agencies through workshops etc.</p> <p>1-7. Identify and propose institutions necessary for mainstreaming disaster risk assessment information into development plans.</p> <p>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).</p> <p>1-9. Develop SOP on emergency information sharing through discussion and workshops with relevant agencies.</p> <p><Output 2></p> <p>2-1. Review existing hydro-meteorological network and planned hydropower plants from the view point of administrative response on GLOF/rainstorm flood.</p> <p>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.</p> <p>2-3. Design the location and specification of EWS composed of detection system, network, data management protocol and information sharing.</p> <p>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.</p> <p>2-5. Prepare EWS operation and maintenance manual to train central and local DHMS staff on its testing, operation and maintenance.</p> <p><Output 3></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>3-3. Plan and conduct warning and evacuation drills as well as EWS operation drill in the pilot basins.</p> <p>3-4. Develop SOP for GLOF/rainstorm flood in the pilot basins through evaluation of activity 3-1 to 3-3.</p>	<p>【Japanese side】</p> <p>(1) Dispatch of Experts Experts(7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Watershed Disaster Management (Chief Advisor) - Meteorology / Climate Change Adaptation - Hydrology / Glaciology - Flood Hazard Map / GIS - Weather Forecasting - Information Network / EWS - Community Disaster Management <p>(2) Provision of Equipment</p> <ul style="list-style-type: none"> - Detailed contents will be determined through the implementation of the Project. <p>(3) C/P Training in Japan</p> <p>(4) Local cost shared by Japanese side</p> <ul style="list-style-type: none"> - If necessity arises 	<p>【Bhutanese side】</p> <p>(1) Counterpart(C/P) personnel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Project Director - Project Manager - Counterparts <p>(2) Office space and facilities for the Project</p> <ul style="list-style-type: none"> - Office space / facilities - Electricity, Water supply and Internet connection <p>(3) Necessary data</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geometric data - Hydro-Meteorological data - Socio-economic data etc. <p>(4) Necessary arrangement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Land allocation for EWS <p>(5) Local cost shared by Bhutanese side</p>
		<p>- Necessary budget for the Project is allocated without any significant delay.</p> <p>- Necessary equipment for the Project is procured without significant delay.</p>
		<p>[Pre-condition]</p> <p>Political situation of Bhutan is stable.</p>

Annex-2 Project Implementation Schedule (Plan and Actual)

		2014												2015								2016																
		1st Phase												2nd Phase								2nd Phase																
		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	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	JCC																																					
	Seminar and W/S in Central																																					
	W/S in Local																																					
	Counterpart Training																																					
	Report																																					
Explanation and Discussion of IC/R																																						
Implementation of Baseline Survey																																						
Output 1	Capacity of DHMS and relevant stakeholders on emergency response against GLOF rainstorm flood is enhanced																																					
[1-1] Analysis of Present State of NWFFWC on Existing Hydro-Met Data, Monitoring and Warning																																						
[1-2] Installation of Necessary Facilities to Develop Integrated Platform and Beginning Its Operation																																						
a. Preparation of TOR to procure equipment for the integrated platform																																						
b. Announcement, tendering, order, delivery and shipping																																						
c. Settlement of the equipment into NWFFWC																																						
d. Test operation and bug fixing of the system																																						
e. Preparation of manuals for operation and maintenance of the integrated platform																																						
f. Training based on the above manuals to NWFFWC staff																																						
[1-3] Run-off and Flood Analyses based on Potential GLOF and Climate Change																																						
[1-4] Discussion to Enhance Coordination between GLOF/ Flood Risk Assessment and Development																																						
[1-5] Preparation and Improvement of Hazard Map through Training for Relevant Agencies																																						
[1-6] Awareness Raising in Relating Agencies on Land Use Management against Disaster																																						
[1-7] Proposal of Institution and Legal System for Mainstreaming Disaster Risk Assessment into																																						
[1-8] Improvement of Flood and Weather Forecasting System utilizing GPV																																						
[1-9] Development of SOP on Emergency Information Sharing through Discussion and Workshop																																						
Output 2	Early Warning System (EWS) for GLOF rainstorm is developed and maintained in the pilot basins of Mangdechhu and the Chamkharchhu																																					
[2-1] Analysis of Current Condition on Existing Meteorological and Hydrological Observation Network																																						
[2-2] Collecting and Analyzing Fundamental Information for Design of Early Warning System in																																						
[2-3] Distribution Plan and Specification of EWS in Pilot Basins																																						
[2-4] Installation of Equipment and Facilities in Pilot Basins and NWFFWC																																						
a. Preparation of TOR to procure equipment for the integrated platform																																						
b. Announcement, tendering, order, delivery and shipping for EWS																																						
c. Construction of EWS facilities (AWS and AWLS)																																						
d. Construction of EWS facilities (control station, siren tower, etc.)																																						
e. Test operation and bug fixing of the EWS																																						
[2-5] Preparation of Manual for EWS Operation and Maintenance and Training for DHMS Staff																																						
Output 3	Emergency response capacity against GLOF rainstorm flood at central and local level is enhanced in the pilot basins																																					
[3-1] Holding Workshops to Review Flood Emergency Response on Warning and Evacuation in the																																						
[3-2] List Target Communities and Examine Flood Warning Criteria in Pilot Basins																																						
[3-3] Plan Warning and Evacuation Drills as well as EWS Operation Drill in the Pilot Basins																																						
[3-4] Develop SOP for GLOF/Rainstorm Flood in Pilot Basins																																						

Work in Bhutan: As of Sep. 2013 (IC/R)

As of Sep. 2014 (PR1)

Annex-3 Project Implementation Schedule of Each Agency

[illegible]

Annex-4

Structure of Joint Coordinating Committee

Bhutanese side

Director of Department of Hydro-met Services (DHMS), Ministry of Economic Affairs (Chairperson)
 Project Manager, Hydrology Division, Department of Hydro-met Services, Ministry of Economic Affairs
 Representative of Department of Disaster Management (DDM), Ministry of Home and Cultural Affairs,
 Representative of National Land Commission Secretariat
 Representative of Department of Engineering Services (DoES), Ministry of Home and Cultural Affairs,
 Representative of Department of Human Settlement (DHS), Ministry of Works and Human Settlement
 Representative of Department of Geology and Mines (DGM), Ministry of Economic Affairs
 Representative of Gross National Happiness Commission Happiness (GNHC)
 Representative of Trongsa District (Mangdechhu basin)
 Representative of Bumthang District (Chamkharchhu basin)

Japanese side

Chief Representative of JICA Bhutan Office
 JICA Experts

Annex-5

Project Counterparts from DHMS, MoEA

Mr. Karma Tsering	Director, DHMS, Project Director
Mr. Karma Dupchu	Chief of Hydrology Division, DHMS, Project Manager
Mr. Pema Wangdi	Engineer, HD, DHMS, Deputy Project Manager
Mr. Phuntsho Namgyal	Chief of Planning Coordination and Research Division, DHMS
Mr. Tayba Buddha Tamang	Offg. Chief of Meteorology Division, DHMS
Mr. Tsering Tashi	Offg. Chief of Snow & Glacier Division, DHMS
Mr. Sangay Tenzin	Engineer, FWS, HD, DHMS
Mr. Sangay Tashi	ICT Officer, PCRD, DHMS (Study)
Mr. Ngawang Namgyal	Hydro-met Technician (ICT)
Ms. Kuenzang	Engineer, FWS, HD, DHMS
Mr. Kush Rai	Engineer, FWS, HD, DHMS
Mr. Chhmi Wangda	Asst, Meteorologist Officer, MD, DHMS
Mr. Ajay Pradham	HD, DHMS
Mr. Manila	Sr. Hydro-met Technician, HD, DHMS
Mr. Bikash Pradhan	Engineer/Hydro-met officer, HD, DHMS
Mr. PP Sharma	Executive Engineer, HD, DHMS
Mr. Tshewang Rinzin	Engineer, PCRD, DHMS
Ms. Dema Yangzom	Engineer, PCRD, DHMS

Project Counterparts from Sub-counterpart Agencies

Mr. Nima Tshering	Topographic Division, NLC, Head/Chief
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. Jigme Chogyal	DDM, MHCA, Program Officer
Ms. Tashi Wangmo	DHS, MoWHS, Chief of Survey and GIS

*Working Group members in Annex 6 and Annex 7 are the project counterparts.

Focal Persons in Pilot Districts

Mr. Jamyang Chojuy	Disaster Focal Person, Trongsa District
Mr. Tshewang Dorji	Disaster Focal Person, Bumthang District

Dispatched Japanese Experts

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
Ms. Lolita Garcia	CBDRM 1
Ms. Kaoru Sasaoka	CBDRM 2/ Training

Annex-6

Mainstreaming Disaster Risk Reduction Working Group (MDRR W/G)

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

Working Group Meeting Group (MDRR W/G)

1st Meeting	February 27, 2014
2nd Meeting	March 10, 2014
3rd Meeting	June 9, 2014

Annex-7

Flood Hazard Map Working Group (FHM W/G) and Training Members

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 Neopaney	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

Working Group Meeting Group (FHM W/G)

Pre-Meeting	January 30, 2014
1st Meeting	February 12, 2014
2nd Meeting	April 30, 2014
3rd Meeting	October 7, 2014

Schedule of Training of Flood Hazard Mapping
By Flood Hazard Map Working Group

	Feb/ 2014	Mar	Apr	May	Jun	Jul
Training (GPS, Analysis)	24 th (DHMS,DD M), 26 th (DHMS)	8 th (DHMS) 20 th (FEMD , DHMS)	8 th ,9 th (F EMD,D HMS)		23 rd -27 th (all)	
Survey at Pilot Site		24 th -31 st (D HMS,FEM D)		18 th -25 th (DHMS)		
	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan/ 2015
Training (GPS, Analysis)	Technical operation support(DHMS,FEMD)		FHM OJT (DHMS)		FHM OJT, Technical operation support (DHMS,FEMD)	
Survey at Pilot Site	28 th - 1 st (DHMS)					

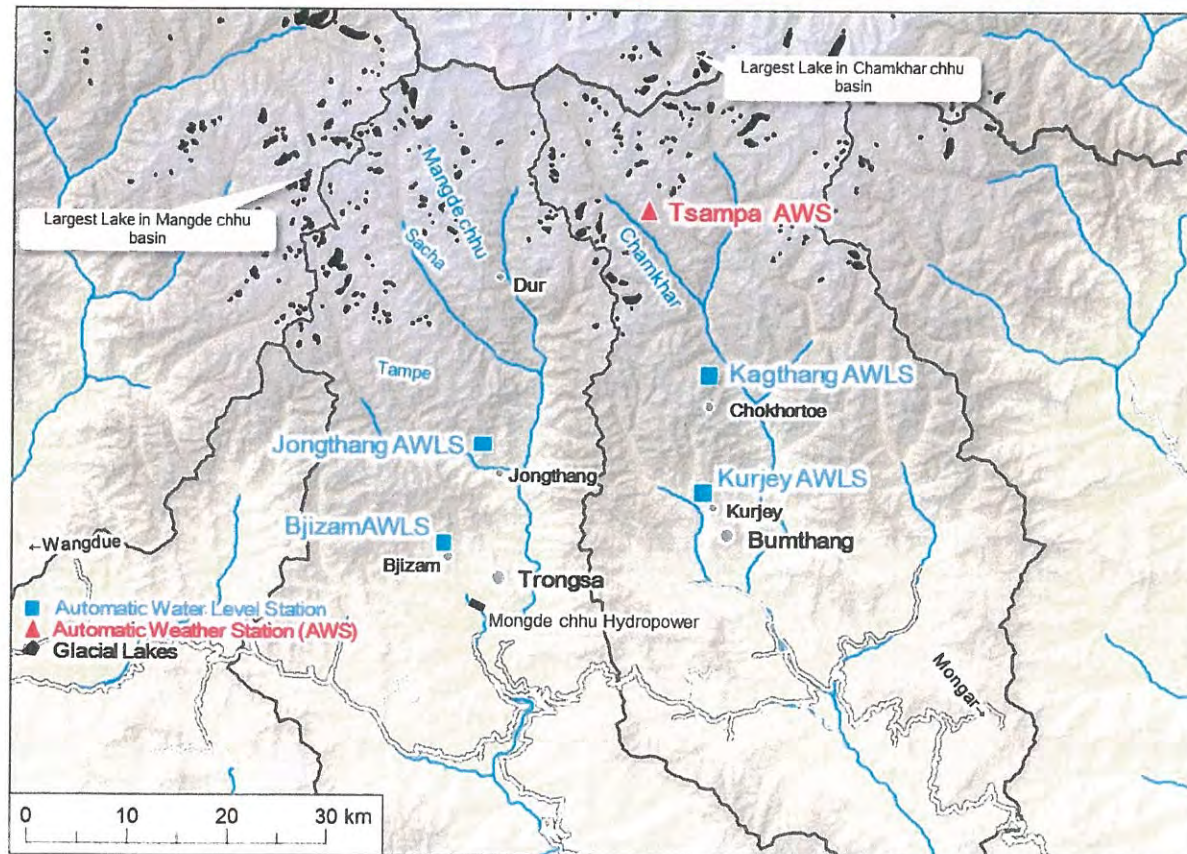
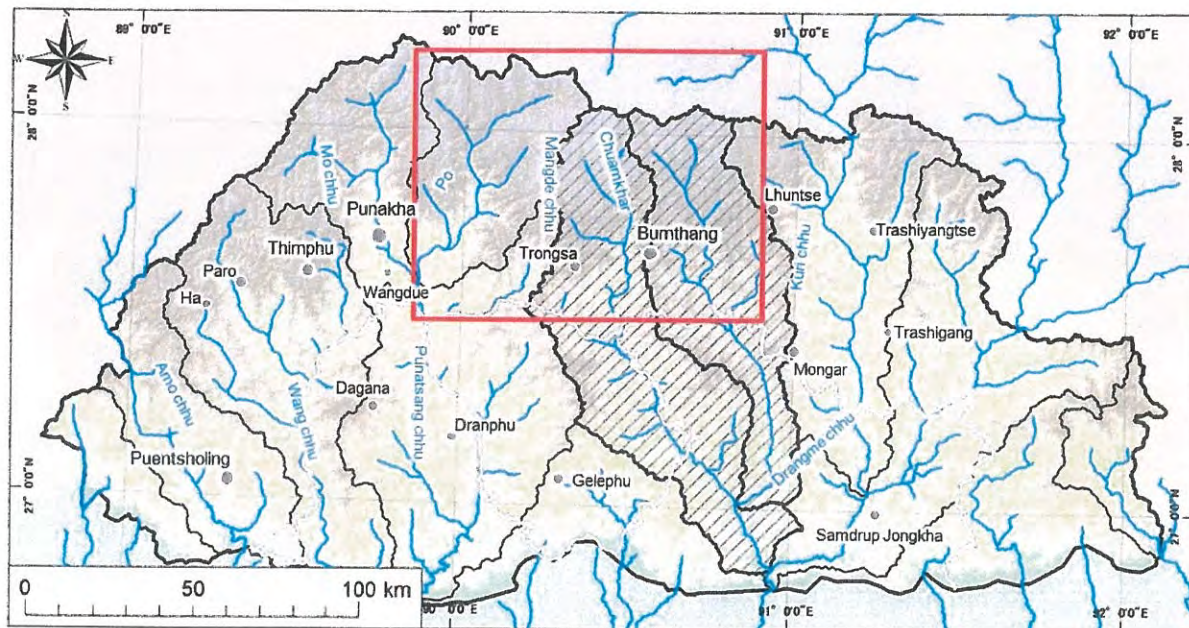
Annex-8

Training conducted in Japan

Type of training	Name of training	Period		Trainee	
		Duration (day)	Date	Number	Organization
Project custom-made	Utilization technology on meteorological satellite data (SATAID)	12	Oct. 29 - Nov. 8, 2014	3	DHMS
JICA ready-made	Capacity development for flood risk management with IFAS	28	Jul. 6- Aug. 2, 2014	3	DHMS (2) DoES (1)
	Reinforcement of meteorological services	90	Sep. 10 - Dec. 8, 2014	1	DHMS
	Comprehensive disaster risk management administration	48	Jan. 7 - Feb. 23, 2015	1	DDM
	Strategy for resilient societies to natural disasters	55	Jan. 12 - Mar. 7, 2015	2	DDM DHS

Annex-9

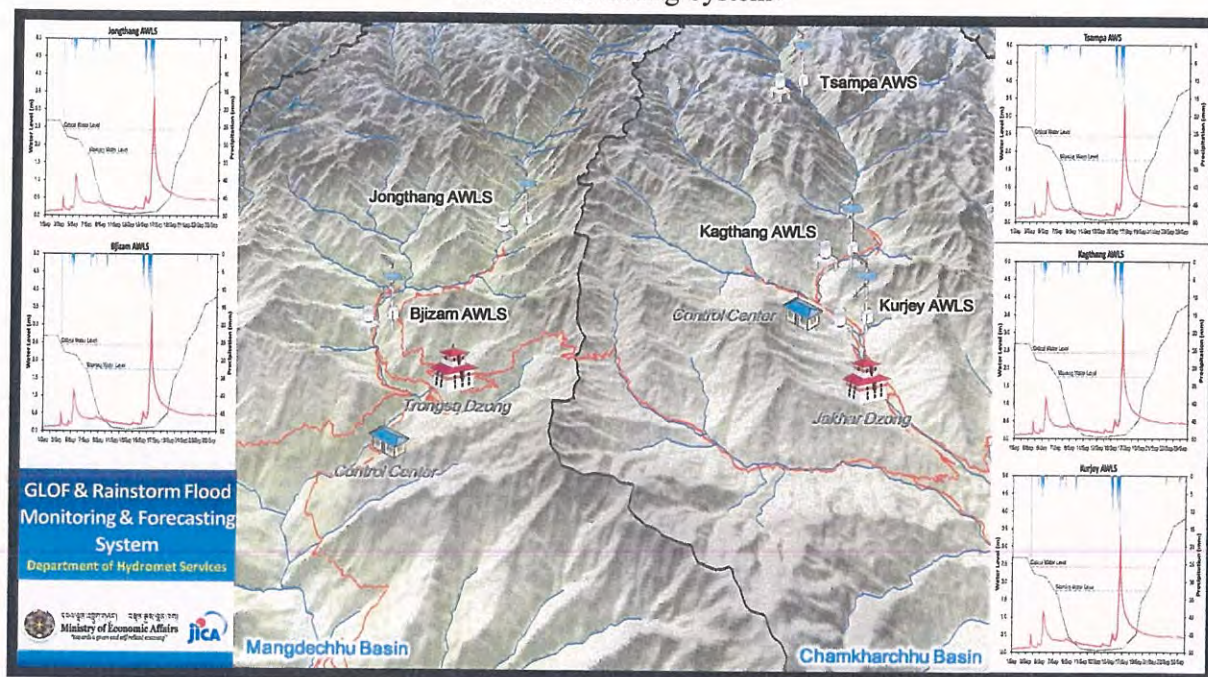
Project Site Location Maps



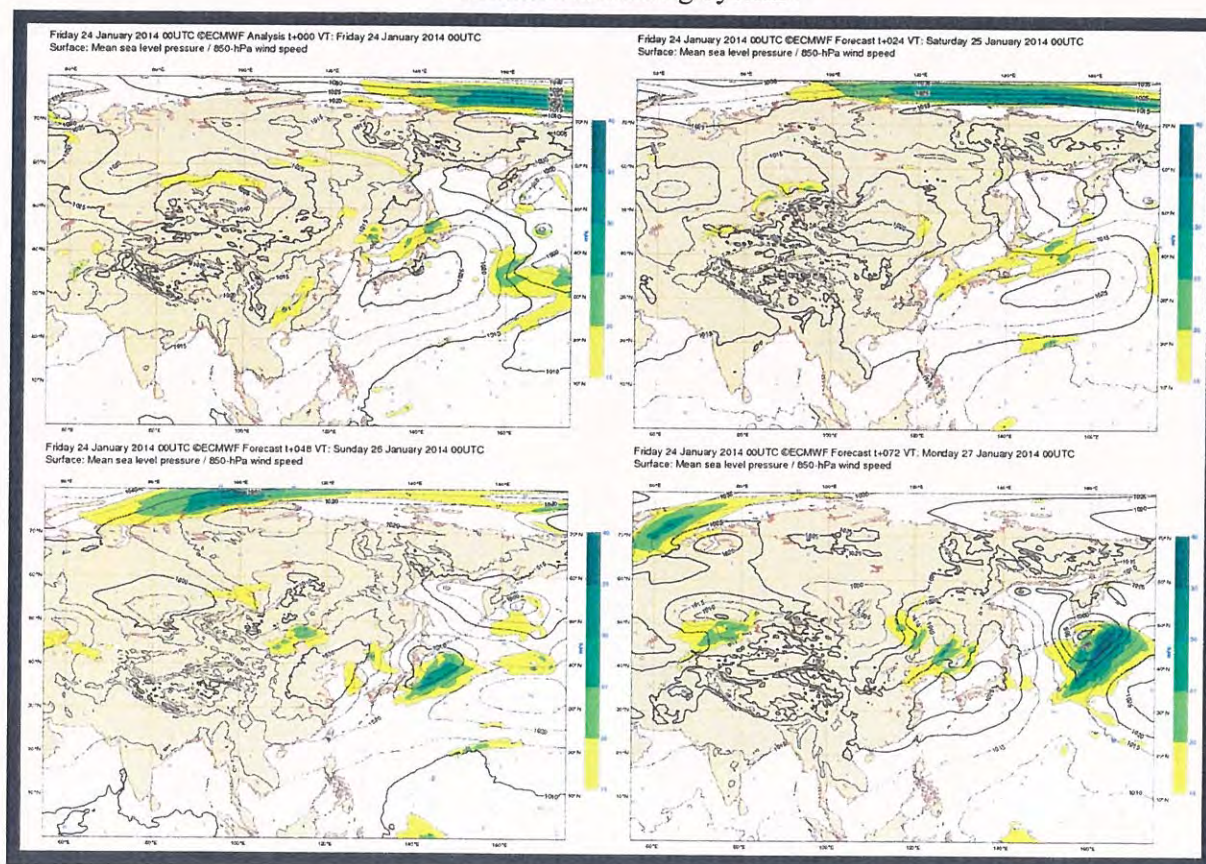
Annex-10

Graphical User Interface of Flood Forecasting and Weather Forecasting System

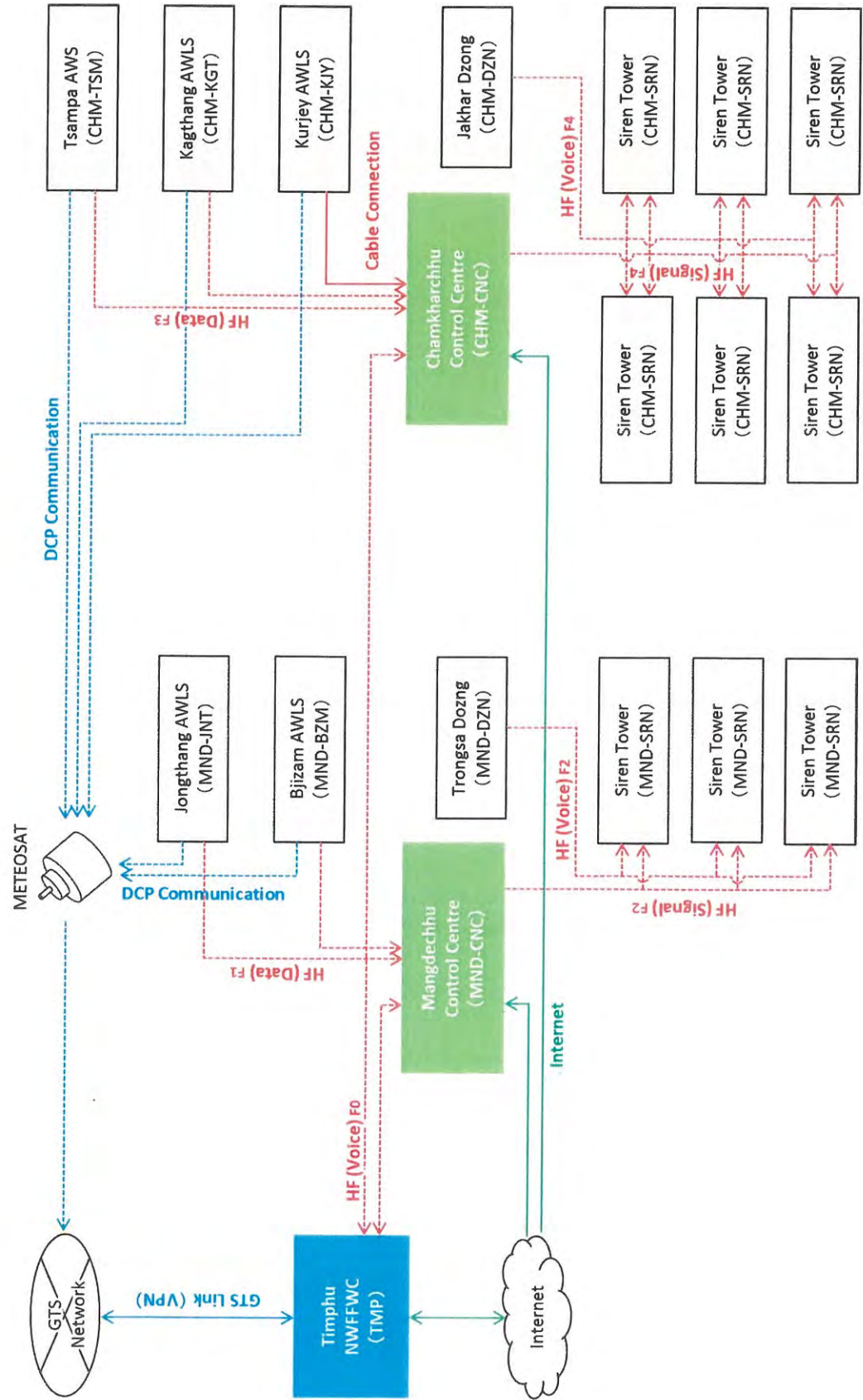
< Flood Forecasting System >



< Weather Forecasting System >



Outline of GTS/MSS and EWS



Annex-12

Mid-term Review Team's Schedule

Date	Day	Activities
26 Jan.	Mon	Arriving at Paro (Mr. Yutaka YAMAGUCHI) Meeting with JICA Experts Meeting with DHMS
27 Jan.	Tue	Meeting with JICA Bhutan Office Meeting with DHMS
28 Jan.	Wed	Meeting with DHMS
29 Jan.	Thu	Meeting with DDM Meeting with NLCS
30 Jan.	Fri	Meeting with DoES Meeting with DHS Meeting with DGM
31 Jan.	Sat	Review reporting
1 Feb.	Sun	Move (Thimphu - Trongsa)
2 Feb.	Mon	Meeting with Trongsa District Meeting with MHPA Move (Trongsa - Bumthang)
3 Feb.	Tue	Meeting with Bumthang District Site visits
4 Feb.	Wed	Site visits Move (Bumthang - Thimphu)
5 Feb.	Thu	Meeting with DHMS Meeting with UNDP Meeting with World Bank
6 Feb.	Fri	Review reporting
7 Feb.	Sat	Review reporting
8 Feb.	Sun	Arriving at Paro (Dr. Hitoshi BABA, Mr. Koichi KITAMURA) Internal meeting
9 Feb.	Mon	Interview with DHMS Courtesy call to GNHC
10 Feb.	Tue	Meeting with DHMS Meeting with DHMS, DGM, DoES, NLCS and DHS (Working Group members)
11 Apr.	Wed	Meeting with UNDP Meeting with World Bank Discussion and revision of draft review report and M/M with Bhutanese side
12 Feb.	Thu	Discussion and revision of draft review report and M/M with Bhutanese side
13 Feb.	Fri	JCC meeting Signing of M/M Report to JICA
14 Feb.	Sat	Departing from Paro (Dr. Hitoshi BABA, Mr. Koichi KITAMURA, Mr. Yutaka YAMAGUCHI)

付属資料2.プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

プロジェクト名：ブータン国水河湖決壊洪水（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	入手手段	外部条件
<p>[上位目標]</p> <p>ブータン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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p>	<p>a. 第12次5カ年計画</p> <p>b. DHMS/DDM 報告書</p>	
<p>[プロジェクト目標]</p> <p>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。</p>	<p>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。</p> <p>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の実施される（最低年1回）</p>	<p>a. 第11次5カ年計画中間評価</p> <p>b. プロジェクト文書</p>	<ul style="list-style-type: none">- 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。- ブータン国の防災分野の政策に、大きな変化がない。
<p>[成 果]</p> <p>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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>c. GLOF 及び洪水危険区域図が作成される。</p> <p>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。</p> <p>e. 緊急情報共有のための SOP が作成される。</p>	<p>a. 組織制度強化計画</p> <p>b. プロジェクト文書</p> <p>c. 区域図</p> <p>d. DHMS 気象予警報報告書</p> <p>e. 中央レベルの SOP</p>	<ul style="list-style-type: none">- 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。

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。 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	
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/ 水河学 - 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。	【「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	- 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。

<p><成果 2></p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p><成果 3></p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>(3) C/P 本邦研修</p> <p>(4) 日本側が分担するローカルコスト</p> <p>- 必要に応じて</p>	<p>(4) 必要な準備</p> <p>- EWS のための用地確保</p> <p>(5) ブータン側が分担するローカルコスト</p>	<p>[前提条件]</p> <p>ブータン国の政治情勢が安定している。</p>
--	--	---	---

付属資料4. 専門家派遣実績

氏名/担当	派遣回数	派遣時期	日数
加藤 泰彦 総括／流域防災計画	1	2013 年 10 月 8 日 - 12 月 26 日	80 日
	2	2014 年 1 月 26 日 - 3 月 12 日	46 日
	3	2014 年 5 月 5 日 - 6 月 28 日	55 日
	4	2014 年 8 月 30 日 - 10 月 30 日	62 日
	5	2015 年 1 月 21 日-2015 年 3 月 4 日（予定）	43 日
小池 徹 副総括／洪水予警報	1	2013 年 10 月 8 日 - 11 月 6 日	30 日
	2	2014 年 1 月 26 日 - 2 月 14 日	20 日
	3	2014 年 6 月 1 日 - 6 月 19 日	19 日
	4	2014 年 9 月 3 日 - 10 月 17 日	45 日
水津 重雄 気象水文	1	2013 年 10 月 8 日 - 12 月 21 日	75 日
	2	2014 年 1 月 26 日 - 3 月 16 日	50 日
	3	2014 年 5 月 14 日 - 6 月 19 日	37 日
和田 知之 洪水ハザードマップ／ GIS	1	2014 年 1 月 26 日 - 4 月 10 日	75 日
	2	2014 年 4 月 23 日 - 6 月 30 日	69 日
	3	2014 年 8 月 11 日 - 10 月 9 日	60 日
	4	2014 年 12 月 9 日 - 2015 年 2 月 28 日（予定）	82 日
福井 徹郎 情報通信／早期警報シ ステム計画	1	2013 年 10 月 8 日 - 12 月 21 日	75 日
	2	2014 年 1 月 26 日 - 3 月 15 日	49 日
	3	2014 年 9 月 23 日 - 10 月 24 日	32 日
ロリータ ガルシア コミュニティ防災 1	1	2014 年 9 月 20 日 - 10 月 18 日	29 日
笹岡 かおる コミュニティ防災 2 ／研修管理	1	2013 年 10 月 8 日 - 11 月 6 日	30 日
	2	2014 年 9 月 19 日 - 10 月 18 日	30 日

付属資料5. プロジェクト・カウンターパート

5－1. 経済省水文気象局 (DHMS)

氏名	所属	職位
Mr. Karma Tsering	DHMS	Director, Project Director
Mr. Karma Dupchu	Hydrology Division	Division Chief, DHMS, Project Manager
Mr. Pema Wangdi	Hydrology Division	Engineer, Deputy Project Manager
Mr. Phuntsho Namgyal	PCRD	Division Chief
Mr. Tayba Buddha Tamang	Meteorology Division	Offig. Chief of Division
Mr. Tsering Tashi	Snow & Glacier Division	Offtg. Chief of Division
Mr. Sangay Tenzin	Hydrology Division, FWS	Engineer
Mr. Sangay Tashi	PCRD	ICT Officer
Mr. Ngawang Namgyal	ICT	Hydro-met Technician
Ms. Kuenzang	Hydrology Division, FWS	Engineer
Mr. Kush Rai	Hydrology Division, FWS	Engineer
Mr. Chhmi Wangda	Meteorology Division	Asst, Meteorologist Officer
Mr. Ajay Pradham	Hydrology Division	
Mr. Manila	Hydrology Division	Sr. Hydro-met Technician
Mr. Bikash Pradhan	Hydrology Division	Engineer/Hydro-met officer
Mr. PP Sharma	Hydrology Division	Executive Engineer
Mr. Tshewang Rinzin	PCRD	Engineer
Ms. Dema Yangzom	PCRD	Engineer

5－2. 共同実施機関

氏名	所属	職位
Mr. Nima Tshering	Topographic Division, NLC	Head/Chief
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. Jigme Chogyal	DDM, MHCA	Program Officer
Ms. Tashi Wangmo	DHS, MoWHS	Chief of Survey and GIS

5－3．パイロット流域の県庁

氏名	所属	職位
Mr. Jamyang Chojuy	Trongsa District	Disaster Focal Person
Mr. Tshewang Dorji	Bumthang District	Disaster Focal Person

5－4．防災主流化ワーキンググループ（MDRR W/G）

氏名	所属	職位
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

5－5．ハザードマップ・ワーキンググループ（FHM W/G）

氏名	所属	職位
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 Neopaney	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

注：防災主流化及びハザードマップのワーキンググループのブータン側メンバーは、プロジェクトのカウンターパートのメンバーに含まれる。

付属資料6. 研修員受入れ実績

研修のタイプ	研修コース名	期間		研修員	
		日数	期日	人数	所属
プロジェクト による研修	気象衛星画像利用技術（SATAID）	12	2014年10月29日－ 2014年11月8日	3	DHMS
JICA 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 (2) DoES (1)
	気象業務能力向上	90	2014年9月10日－ 12月8日	1	DHMS
	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

付属資料 7. ベースライン調査結果

7-1. 機関別調査結果

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) (*:洪水リスクアセス関連)	*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) (*:氾濫原資産情報関連)	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	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。(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	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。

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)				理解析に基づくものではない。)	はない。)		
	情報共有	<ul style="list-style-type: none"> ・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) 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。
	DHMS		洪水時の気象予警報情報の受領	Punakha-Wang di 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-Wang di 流域における GLOF EWS の設置	Punakha-Wang di 流域における 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	地質科学的調査のためのベースマップ及	GIS ベース調査のための数値標高モデル		・計画策定後、土地の境界策定は両者が共

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)
			ンバーである。	び航空写真の受領	(DEM)の受領		同して行う。 ・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學報告書の共有	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して行う。	
地方(県)行政との連携と役割分担		<ul style="list-style-type: none"> ・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。
解決すべき課題	社会制度レベル	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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

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)
	組織レベル	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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

7-2. テーマ別調査結果

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	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 関連組織における具体的な政策や予算の現時点での欠如 主流化にかかわる省庁間調整及び組織的コミュニケーションの不足 	現時点における認識の欠如
	考えられる解決策	<ul style="list-style-type: none"> 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) 	<ul style="list-style-type: none"> リスクアセスメントセクターと開発セクター間の連携強化に向けた協議と公式伝達 (活動 1-4) 関係機関における災害に対する土地利用の意識醸成のためのワークショップ (活動 1-6) 	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)

	テーマ	社会・制度レベル	組織レベル	個人レベル	
2	ハザードマップ	解決すべき課題	<ul style="list-style-type: none">・ハザードマップ作成に関わる技術官庁の間に明確な調整のしくみが存在しない。・この種の技術的活動を検討する省庁間タスクフォースがまだ組織されていない。・他官庁が必要とする時にハザードマップを作成できる特定の官庁を明確に定める強いニーズがある。・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の不在・長期の手続きを要さずにリスク及びハザード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	<p>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。</p> <p>DDM: GIS 技術ノウハウ及びスキルの不足</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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。</p>	<p>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</p>
		考えられる解決策	<ul style="list-style-type: none">・ブムタンでのように同じエリア内でのハザードマップの重複と不整合を回避するための関係機関のデマケとマンドレートを明確にするためのこの問題にかかる DDM による関係機関との調整の促進・この問題を検討するための省庁間タスクフォースの設立	<ul style="list-style-type: none">・Mangdechhu 及び Chamkharchhu 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)	<p>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)</p>
3	地域防災・緊急対応計画	解決すべき課題	<ul style="list-style-type: none">・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。	<p>計画を策定した県がまだ一つも存在しない</p>	<ul style="list-style-type: none">・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	<ul style="list-style-type: none">・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。	<ul style="list-style-type: none">・DDM が Trongsa 県(Mangdechhu 流域)及び Paro 県に対し計画策定への支援を行う予定である。・本プロジェクトの洪水リスクアセスメント(活動 1-3)及び DDM と共同での CBDRM 活動(活動 3-1～3)を通じて収集される Trongsa 県のハザード情報は DDM にとって有用である。	<p>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)</p>

	テーマ		社会・制度レベル	組織レベル	個人レベル
4	洪水予警報システム	解決すべき課題	<ul style="list-style-type: none"> ・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はない見受けられる ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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カ年計画に沿ったMangdechhu及びChamkharchhu流域への新規EWSの設置(活動1-2及び2-1～4)	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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
		決 策 考えられる解決	<ul style="list-style-type: none"> ・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及びChamkharchhu流域における新たなSOPの開発(活動3-4)	<ul style="list-style-type: none"> ・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

付属資料8．中間レビュー調査日程

月日	曜日	業務行程
1月26日	月	パロ到着（山口団員） プロジェクト専門家との打合せ DHMS へのインタビュー調査
1月27日	火	JICA 事務所との打合せ DHMS へのインタビュー調査
1月28日	水	DHMS へのインタビュー調査
1月29日	木	DDM へのインタビュー調査 NLCS へのインタビュー調査
1月30日	金	DoES へのインタビュー調査 DHS へのインタビュー調査 DGM へのインタビュー調査
1月31日	土	資料整理・報告書案作成
2月1日	日	移動（ティンブー→トンサ県）
2月2日	月	トンサ県庁へのインタビュー調査 MHPA へのインタビュー調査 移動（トンサ県→ブムタン県）
2月3日	火	ブムタン県庁へのインタビュー調査 プロジェクトサイト訪問
2月4日	水	プロジェクトサイト訪問 移動（ブムタン県→ティンブー）
2月5日	木	DHMS へのインタビュー調査 UNDP へのインタビュー調査 世界銀行へのインタビュー調査
2月6日	金	資料整理・報告書案作成
2月7日	土	資料整理・報告書案作成
2月8日	日	パロ到着（馬場団長、北村団員） 団内ミーティング
2月9日	月	DHMS へのインタビュー調査 GNHC への表敬訪問
2月10日	火	DHMS へのインタビュー調査 ワーキンググループ・メンバー（DHMS, DGM, DoES, NLCS, DHS） へのインタビュー調査
2月11日	水	UNDP へのインタビュー調査 世界銀行へのインタビュー調査 ブータン側とのミニッツ案及び中間レビュー報告書案協議
2月12日	木	ブータン側とのミニッツ案及び中間レビュー報告書案協議
2月13日	金	合同調整委員会、ミニッツ署名 JICA 事務所報告
2月14日	土	パロ発（馬場団長、北村団員、山口団員）

付属資料9．主要面談者リスト

(1) 経済省水文気象局（DHMS）

Mr. Karma Tsering	水文気象局長
Mr. Karma Dupchu	水文部長
Mr. Phuntsho Namgyal	計画調査部長
Mr. Tayba Buddha Tamang	気象部長代理
Mr. Tsering Tashi	雪氷部長代理
Mr. Bikash Pradhan	水文部技師
Mr. Icizang Sonam	気象部職員

(2) 内務文化省防災局（DDM）

Mr. Chhador Wangdi	防災局長
Mr. Jigme Chogyel	プログラムオフィサー
園城 典雄	DDM 派遣シニボランティア

(3) 経済省地質鉱山局（DGM）

Mr. Tshering Penjore	氷河部技師
----------------------	-------

(4) 公共事業省土木局（DoES）

Ms. Thinley Choden	洪水土木管理部技師長代理
Mr. Tashi Phuntsho	洪水土木管理部技師

(5) 国家土地委員会（NLCS）

Mr. Yeshi Dorji	都市土地部長
Mr. Tshering Penjor	調査技師長

(6) 公共事業省定住局（DHS）

Ms. Tashi Wangmo	定住局測量 GIS 部長
------------------	--------------

(7) トンサ県

Mr. Tshewang Rinzin	トンサ県知事
Mr. Jamyang Chojuy	県議会書記、防災担当

(8) ブムタン県

Mr. Tshering Dendup	ブムタン県建築技師
Mr. Rinchen Wangdi	県森林担当、県防災委員会委員

- (9) マンデチュー水力発電機構 (MHPA)
Mr. Karma Chhophel 主任技師
- (10) 国民総幸福量委員会 (GNHC)
Mr. Rinchen Wangdi 開発協力部プログラムコーディネーター長
- (11) 国連開発計画 (UNDP)
Mr. Karma Lodey Rapten 事務所代表補佐、エネルギー環境防災担当
- (12) 世界銀行
Ms. Poonam Pillai 南アジア地域、環境水気候変動課シニア環境専門家
Ms. Dechen Tshering 南アジア地域防災気候変動課、ブータン事務所防災専門家
- (13) プロジェクト専門家
加藤 泰彦 総括/流域防災計画
和田 知之 洪水ハザードマップ・GIS
- (14) JICA ブータン事務所
朝熊 由美子 所長
高野 翔 所長代理
宮田 智子 企画調査員

付属資料10．評価グリップ

ブータン国 永河湖決壊洪水（GLOF）を含む洪水予警報能力向上プロジェクト

1．実施プロセス

評価設問		判断基準方法	必要なデータ	情報源	データ収集方法
大項目	小項目				
プロジェクト活動の実施状況	現在までに実施された活動	実施された活動と活動計画の比較	<ul style="list-style-type: none">活動計画（PO）プロジェクトによる実施スケジュール表現在までに実施された活動今後の活動計画	プロジェクト報告書（詳細計画策定調査報告書、インセンションレポート 2013、事業進捗報告書 2014、月例報告） ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュー
	今後の活動計画				
技術移転	技術移転の方法	技術移転の方法の適正さ	<ul style="list-style-type: none">プロジェクトによるブータン国内での研修年次セミナーとサイエンスワークショップ（2015 年予定）JICA 集団研修コースの利用DHMS での OJT	プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュー
プロジェクト管理	プロジェクト管理の方法	プロジェクト管理システムの適正さ	<ul style="list-style-type: none">JCC によるモニタリングインセンション及び事業進捗報告プロジェクト内のコミュニケーション	プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュー
オーナーシップ	ブータン側及び日本側によるプロジェクトのオーナーシップ	ブータン側 C/P (DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, DHS) 及び JICA 側によるプロジェクトへの参加の度合い	<ul style="list-style-type: none">プロジェクト活動への参加物的及び資金面でのプロジェクトへの投入人的資源の投入	ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュー

2. 妥当性

大項目	評価設定		判断基準方法	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	小項目					
ブータンの政策との整合性	開発政策との整合性	関連政策及び制度の変更の有無		<ul style="list-style-type: none"> 開発計画 防災に関する法と規則 	第11次5か年計画 (2013-2018) 国家防災法 (2013 年) その他の関連政策文書	資料レビュー
	防災関連政策との整合性		プロジェクト参加機関 (DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, DHS) によるサービスの提供	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト参加機関の制度上の役割 プロジェクト参加機関の現状 	プロジェクトによるベースラインサーベイ ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュー
日本の協力政策との整合性	ターゲット地域	マンデュー川およびチャムカール川流域のニーズとプロジェクト対象地域としての適正さ		<ul style="list-style-type: none"> 対象流域の気象水文観測の状況と課題 トンサ県庁およびブムタン県庁の洪水関連の防災における役割 ターゲット流域のコミュニティの状況 ダム建設プロジェクトの現状 (建設工事実施中マンデュー川流域、建設計画中チャムカール川流域) 	ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P トンサ県庁およびブムタン県庁担当者 JICA 専門家	資料レビュー インタビュー サイト訪問
		日本対ブータン援助政策のなかでのプロジェクトの重要性	日本対ブータン協力政策のなかでのプロジェクトの重要性	日本の対ブータン援助政策	外務省 ODA 国別データブック	資料レビュー
技術的な優位性	防災分野での援助方針	防災分野での援助政策とプロジェクト目標及びプロジェクトのアブローチの関係		防災分野での協力の実施指針	JICA 課題別指針 防災 (2009)	資料レビュー
	ブータン及び日本の水河川決壊洪水及び洪水予警報における技術的な優位性	水河川決壊洪水及び洪水予警報に関連したプロジェクトの経験		<ul style="list-style-type: none"> ブータンでの関連プロジェクト 水河川決壊洪水及び洪水予警報に関連したプロジェクト 洪水予警報及び水文気象観測面での日本の技術的な蓄積 	NAPA プロジェクト文書 ブータンヒマラヤにおける GLOF 研究プロジェクト報告書 SATREPS ブータン側及び日本側関係資料	資料レビュー

3. 有効性

評価設問		判断基準方法	必要なデータ	情報源	データ収集方法
大項目	小項目				
プロジェクト目標達成の見通し 「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。」	プロジェクト目標の見通し	プロジェクト実施期間中のプロジェクト目標の指標の達成度 プロジェクトの指標の設定は適正か	<ul style="list-style-type: none">プロジェクト目標の指標の達成の見通し成果の達成状況と達成見通し計画された成果以外の貢献要因	プータン側資料 プロジェクト報告書 プータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュー
	成果のプロジェクト目標達成への貢献	成果のプロジェクト目標達成への因果関係 成果以外の指標達成への貢献要因の有無			
	プロジェクト達成への貢献または阻害要因	政策・制度・組織の防災関連政策・制度・組織の変化の影響 プロジェクトへの影響			
	関係機関との調整	調整努力によるプロジェクト目標達成への影響	<ul style="list-style-type: none">防災法 (2013) の施行状況土地利用法 (2007) と土地管理の施行状況DHMS の組織整備 (NWFFWC 及び地域水文気象事務所)プロジェクト目標に影響を与えるその他の政策・制度・組織の変化	プータン側資料 プロジェクト報告書 プータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュー
			<ul style="list-style-type: none">マンデデチュー水力発電機構との協力		
	関係機関の能力向上	プロジェクト参加者の能力向上	<ul style="list-style-type: none">DMM による調整	プロジェクト関係機関職員、JICA 専門家	
	機材の活用	今後の設置及び利用の計画	<ul style="list-style-type: none">研修の成果についての意見	DMHS 職員 JICA 専門家	
	その他の要因の影響	その他の貢献・阻害要因の検討	<ul style="list-style-type: none">他のプロジェクトの影響 (NAPAI)、世銀等による技術協力の可能性)その他の重要な影響要因の可能性	プータンの UNDP 及び世界銀行関係者	

4. 効率性

評価項目		判断基準方法	必要なデータ	情報源	データ収集方法
大項目	小項目				
成果の達成と投入の適正さ(投入の量、質、タイミング)	ブータン側による投入と成果への貢献	投入と達成された成果と投入の比較 実施された投入と投入計画の比較 実施された投入と成果の因果関係 (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。」 (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。」 (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。」	<ul style="list-style-type: none"> 達成された成果 投入の計画と実績 <p>プロジェクトの C/P</p> <p>DHMS (水文部、気象部、雪氷部、計画調整部), DDM, DGM, DoES, NLCS, DHS</p> <p>JICA 専門家</p> <p>総括/流域防災計画、副総括/洪水予警報、気象水文、洪水ハザードマップ/GIS、情報通信/早期警報システム計画、コミュニティ防災研修</p> <p>ブータン国内での研修実施</p> <p>集団研修コースへの派遣</p> <p>機材及び施設</p> <p>DHMS 国家気象洪水予報センターでの統合システム構築 (GTS/MSS)</p> <p>パイロット 2 河川流域での早期予警報システム (EWS) 構築</p> <p>2014 年 3～6 月待ち受け工事実施</p> <p>2015 年 3 月機材ティンブー到着予定</p> <p>2015 年 7 月頃までに設置の見通し</p> <p>プロジェクト活動経費</p> <p>C/P 機関による活動経費</p> <p>プロジェクトの現地業務費</p> <p>DHMS による執務スペースと設備提供</p>	ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュー サイト訪問
	日本側による投入と成果への貢献	実施プロジェクトがどのようにブータンに貢献しているか 実施プロジェクトがブータンに与える影響 実施プロジェクトがブータンに与える影響 実施プロジェクトがブータンに与える影響	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトの管理とモニタリング ハザードマップ・ワーキンググループの活動 防災主流化ワーキンググループの活動 機材導入プロセス DDM 派遣シニアボランティアとの連携 その他の影響要因 	ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュー
プロジェクトの効率性に与える影響要因と阻害要因	プロジェクトの実施プロセスが成果の達成に与える要因	プロジェクトの実施プロセスがどのようにブータンに貢献しているか 実施プロジェクトがブータンに与える影響 実施プロジェクトがブータンに与える影響 実施プロジェクトがブータンに与える影響			
	その他の効率性に与える要因	プロジェクトの成果に影響を与えるようなその他の要因の可能性の検討			

5. インパクト

評価設問		判断基準方法	必要なデータ	情報源	データ収集方法
大項目	小項目				
上位目標達成の見通し 「ブータン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。」	上位目標の指標達成の見通し	プロジェクト終了後 3～5 年後の上位目標の指標の達成度 上位目標の指標の設定は適正か	<ul style="list-style-type: none">上位目標の指標達成の見通しプロジェクト目標の達成見通しプロジェクト終了後の DHMS 及び DDM による EWS 維持管理のための予算確保の見通しブータンの防災分野での長期的な政策計画されたプロジェクト目標以外の貢献要因	ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュー インタビュアー
	プロジェクト目標の上位目標達成への貢献	プロジェクト目標の上位目標達成への因果関係 現時点での外部条件の検討 プロジェクト目標以外の指標達成への貢献要因の有無			
	気象予報能力の向上	DHMS による気象分析・予報能力の向上見通し		DHMS 職員 JICA 専門家	資料レビュー インタビュアー
その他のインパクトの可能性	ブータンの水力発電施設に対する GLOF 及び洪水による被害の可能性の減少	ブータンの水力発電施設と早期警報システムの関係	<ul style="list-style-type: none">将来の水力発電施設と早期警報システムの状況についての関係者の意見ブータン経済における水力発電産業の重要性	DHMS 及び MHPA 職員 JICA 専門家 ブータン側資料	
	防災関連の制度や仕組みへのインパクト	防災関連の制度や仕組みに對しての影響	<ul style="list-style-type: none">プロジェクトの実施によって生じる影響	DDM 及び DHMS 職員 ハザードマップ及び防災主流化ワーキンググループ	
	その他のインパクト	プロジェクトの実施によって生じるその他の重要なインパクト	<ul style="list-style-type: none">プロジェクトによって発生する可能性のあるインパクトについての情報	ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	

6. 持続性

大項目	評価設問		判断基準方法	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	小項目					
政策および制度的側面	防災分野 気象・水文分野 地方政府への分権化 その他の関連分野	防災分野	政策・法・規則・規則制度の策定及び実施面での将来的な変化	<ul style="list-style-type: none">防災法の適用および実施のための細則の決定気象・水文関連の政策防災に関する地方政府の役割その他	ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュ インタビュ サイト訪問
		気象・水文分野				
		地方政府への分権化				
		その他の関連分野				
組織及び財政的側面	プロジェクトに関連する組織の機能		関連組織の機能の変化	<ul style="list-style-type: none">防災主流化ワーキンググループ及びハザードマップ・ワーキンググループの動向関連組織の将来的な組織的变化 (NWFFWCを含む DHMS, DDM, DGM, DoES, NLCS, DHS, トンサ県, ブムタン県)ハザードマップ作成、防災主流化、コミュニティ防災のための関連組織の機能の変化	ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P トンサ県、ブムタン県 JICA 専門家	資料レビュ インタビュ サイト訪問
		GLOF 及び洪水に関する予警報のシステムを維持するための財政資源	人件費及び機材のための費用 (運用費、修繕費、スぺアパーツ及び消耗品費) の確保	NWFFWC での統合システム及びパイロット 2 河川流域での EWS の維持管理費用の確保の見通し	ブータン側資料 DHMS C/P JICA 専門家	資料レビュ インタビュ
技術的な側面	GLOF 及び洪水に関する予警報のための技術		技術水準の維持と更なる改善	<ul style="list-style-type: none">流出洪水氾濫解析技術 (実施中)ハザードマップ作成のための技術 (実施中)統合システム運用・維持管理のための技術 (今後の活動)全球気象予報データを活用した洪水気象予報システムの改善 (今後の活動)EWS の運用・維持管理のための技術 (今後の活動)	ブータン側資料 プロジェクト報告書 ブータン側 C/P JICA 専門家	資料レビュ インタビュ

付属資料 1 1. 主な参考文献・資料一覧

1) プロジェクト関係報告書

- ・ 国際協力機構地球環境部（2012）、『氷河湖決壊洪水（GLOF）及び洪水予警報能力向上プロジェクト詳細計画策定調査報告書』
- ・ 国際協力機構地球環境部水資源・防災グループ防災第一課『事業事前評価表、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』
- ・ 株式会社地球システム科学（2013）『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業務計画書 2013 年 9 月』
- ・ 株式会社地球システム科学（2013）『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インセプション・レポート 2013 年 9 月』
- ・ 国際協力機構『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ブリーフノート 2013 年 9 月』
- ・ 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『月例進捗報告』 2013 年 10 月～2014 年 12 月
- ・ 株式会社地球システム科学（2014）『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第 1 次事業進捗報告書 2014 年 9 月』
- ・ 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（2014）『コミュニティ防災キックオフミーティング協議議事録及びフィールドノート』 2014 年 9～10 月

2) SATREPS プロジェクト

- ・ 日本科学技術振興機構(2011)『地球規模課題対応国際科学技術協力、防災研究分野「開発途上国のニーズを踏まえた防災科学技術」領域「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、終了報告書」

3) ホームページ

- ・ ブータン経済省水文気象局（DHMS）ホームページ

4) ブータン政府資料

- ・ Royal Government of Bhutan, The Water Act of Bhutan 2011
- ・ Royal Government of Bhutan, Disaster Management Act of Bhutan 2013
- ・ Gross National Happiness Commission, Eleventh Five Year Plan 2013-2018 (2013)
- ・ Ministry of Economic Affairs, Department of Hydro-met Services, “NAPAII-PPG Assessment Report/ Component 3: Enhanced Capacity of Managing Climate Risks”, March 2013
- ・ Memorandum of Understanding (MOU) between Gross National Happiness Commission (RGOB) and Mangdechhu Hydroelectric Project Authority (MHPA) regarding Co-financing of the Project “Institutional strengthening and Setting up of GLOF Early Warning and Rainstorm Flood Forecasting in Mangdechhu and Chamkharchhu Basin”, February 20th, 2014
- ・ Royal Monetary Authority of Bhutan, “Annual Report 2013/14”, 2014

5) 他ドナー関係資料

- ・ United Nations Development Programme, “Addressing the Risks of Climate-induced Disasters through Enhanced National and Local Capacity for Effective Actions”, September 2013
- ・ Finish Meteorological Institute and Department of Hydro-Met Services Bhutan, “Socio-Economic Study on Improved Hydro-Meteorological Services in the Kingdom of Bhutan”, 2014
- ・ The World Bank Group, “Bhutan Country Snapshot”, October 2014

- 6) 日本の援助関連資料
- ・ 国際協力機構 (2009) 課題別指針防災
 - ・ 外務省 (2011) 『対ブータン王国事業展開計画 2011 年 6 月』
 - ・ 外務省 (2014) 『政府開発援助 (ODA) 国別データブック 2013』