

国名 ブータン	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
------------	---------------------------------

**I 案件概要**

事業の背景	ブータンでは、過去には観測されなかったような鉄砲水や暴風雨等の水文気象に関する災害が多数発生しており、1960年代以降は、地球温暖化の影響により、山岳氷河の縮退と氷河湖の拡大に伴って、氷河湖決壊洪水（GLOF）がたびたび報告されていた。JICA/科学技術振興機構（JST）の先行案件（「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」（2009年～2012年））は、マンデ川流域のGLOFリスクを評価し、氷河湖の継続的なモニタリングと早期警報システムの確立を提言したが、経済省気象水文サービス局（DHMS）においては、洪水やGLOFの予測・モニタリング能力は限られていた。また、その他の関係者の緊急対応能力も不十分であった。												
事業の目的	本事業は、ブータンにおいて、(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向上、(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けるGLOF及び洪水を対象とした早期警報システムの開発・運用、及び(3)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の緊急対応能力の強化を通して、DHMS及び関係ステークホルダーのGLOF及び洪水に対する緊急対応能力の向上を図り、もって、ブータンにおける気候変動対策として、GLOFや洪水等の自然災害に対する強靱な国を確立することを目指す。												
	1. 上位目標：ブータンにおける気候変動対策として、GLOFや洪水等の自然災害に対する強靱な国が確立する。 2. 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。												
実施内容	1. 事業サイト：ティンプー、マンデ川流域及びチャムカール川流域（パイロット流域） 2. 主な活動：防災主流化に関する議論、パイロット流域におけるGLOF及び洪水リスク地域マップの作成、DHMSの気象及び洪水予報のシステムの改善、中央レベルにおける緊急情報共有のための標準作業手順書（SOP）の作成、パイロット流域におけるGLOF及び洪水の早期警報システムの開発・維持管理、パイロット流域における早期警報システム操作訓練の計画・実施、パイロット流域のハイリスク対象コミュニティ・学校におけるコミュニティ防災を通じた警報・避難訓練の計画・実施とローリスク対象コミュニティにおける早期警報システムに係る意識啓発計画策定 <sup>1</sup> 、及びパイロット流域におけるGLOF及び洪水対応のためのSOP作成。 3. 投入実績 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">日本側</td> <td style="width: 50%;">相手国側</td> </tr> <tr> <td>(1) 専門家派遣 9人</td> <td>(1) カウンターパート配置 46人（DHMSから40人、内務文化省防災局（DDM）・経済省地質鉱山局・国家土地委員会から各1人、公共事業省土木局から3人）</td> </tr> <tr> <td>(2) 研修員受入 29人</td> <td>(2) 建物・施設 DHMSにおける専門家の執務スペース等</td> </tr> <tr> <td>(3) 機材供与 DHMSにおける全球通信システム（GTS）/情報交換システム（MSS）及びHimawariCast受信機用機材、パイロット流域における早期警報システム施設（気象自動観測所（AWS）、水位自動観測所（AWLS）及び避難訓練用機材等</td> <td>(3) ローカルコスト</td> </tr> <tr> <td>(4) ローカルコスト</td> <td></td> </tr> </table>			日本側	相手国側	(1) 専門家派遣 9人	(1) カウンターパート配置 46人（DHMSから40人、内務文化省防災局（DDM）・経済省地質鉱山局・国家土地委員会から各1人、公共事業省土木局から3人）	(2) 研修員受入 29人	(2) 建物・施設 DHMSにおける専門家の執務スペース等	(3) 機材供与 DHMSにおける全球通信システム（GTS）/情報交換システム（MSS）及びHimawariCast受信機用機材、パイロット流域における早期警報システム施設（気象自動観測所（AWS）、水位自動観測所（AWLS）及び避難訓練用機材等	(3) ローカルコスト	(4) ローカルコスト	
日本側	相手国側												
(1) 専門家派遣 9人	(1) カウンターパート配置 46人（DHMSから40人、内務文化省防災局（DDM）・経済省地質鉱山局・国家土地委員会から各1人、公共事業省土木局から3人）												
(2) 研修員受入 29人	(2) 建物・施設 DHMSにおける専門家の執務スペース等												
(3) 機材供与 DHMSにおける全球通信システム（GTS）/情報交換システム（MSS）及びHimawariCast受信機用機材、パイロット流域における早期警報システム施設（気象自動観測所（AWS）、水位自動観測所（AWLS）及び避難訓練用機材等	(3) ローカルコスト												
(4) ローカルコスト													
事業期間	（事前評価時）2013年10月～2016年9月 （実績）2013年10月～2016年9月	事業費	（事前評価時）401百万円、（実績）550百万円										
相手国実施機関	実施機関：経済省気象水文サービス局（DHMS）* サブ実施機関：内務文化省防災局（DDM）、経済省地質鉱山局、公共事業省土木局、国家土地委員会 *事業完了後、DHMSは独立して国立水文気象センター（NCHM）に再編された。												
日本側協力機関	株式会社地球システム科学												

**II 評価結果**

**【留意点】**

- プロジェクト目標指標1の対象地域はロジカルフレームワークに個別の記載はないが、ロジカルフレームワークの「対象地域」の記述からパイロット流域であると解釈した。
- プロジェクト目標指標2（「パイロット流域において、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実施される（最低年1回）」）については、パイロット流域における早期警報及び避難訓練は当初/最終スケジュール通りに事業最終年に1回のみ計画されていたため、実現不可能であった。本事業の終了時評価は、訓練の定期的な実施を確認することは困難/時期尚早であると指摘し、本事業の前と後の変化に基づく定期的な実施の見込みを考慮に入れて、評価判断を行った。本事後評価では、終了時評価と同様の視点で指標を確認した。
- 上位目標の目標年は、事業完了報告書で同目標を事業完了後3～5年後に達成すべき目標と定義していたことから、事業完了5年後の2021年9月とした。

<sup>1</sup> ハイリスク対象コミュニティ/学校は、マンデ川流域の1カ所のコミュニティ及びチャムカール川流域の2カ所のコミュニティと2カ所の学校であり、ローリスク対象コミュニティはチャムカール川流域の2カ所のコミュニティであった。

- 公式版である英文の上位目標の指標 1（「中央・地方の関連機関及びパイロット流域以外に対し、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、より適切に伝達される」）は、「パイロット流域以外を含む中央・地方の関連機関に対し、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、より適切に伝達される」と解釈した。また、「より適切に伝達される」の定義が本事業の既存資料で明確ではなかったため、現地調査時に確認した本事業実施時の NCHM の理解に基づき、「開発された SOP の手順に従って信頼性の高い情報が共有される」と定義した。

## 1 妥当性

### 【事前評価時のブータン政府の開発政策との整合性】

事前評価時、本事業は、「第 10 次 5 カ年計画」（2008 年～2013 年）の優先課題に GLOF を掲げるブータン政府の開発政策と整合性があった。また、「国家適応行動計画（NAPA）」（2006 年）や「国家防災枠組」（2006 年）において GLOF 対策が最優先事項とされていた。

### 【事前評価時のブータンにおける開発ニーズとの整合性】

事前評価時、本事業は、「事業の背景」に示したように、GLOF 及び洪水の予報・警報能力向上に係るブータンのニーズと整合性があった。

### 【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

事前評価時、南アジア地域に対する援助の基本方針に、人口増加や経済成長に伴って発生した環境問題や気候変動問題の解決に向けた支援が含まれており、本事業は日本の援助方針と整合性があった<sup>2</sup>。

### 【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

## 2 有効性・インパクト

### 【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】

事業完了時にプロジェクト目標は達成された（2つの指標の達成状況（「達成」及び「一部達成」）に基づく判断）。2016年3月に国家気象予報・警報センター（NWFWC）/DHMS（現 NCHM）に GTS/MSS 及び HimawariCast 受信システムが設置され、2カ所のパイロット流域に GLOF 及び洪水用の早期警報システムが設置された<sup>3</sup>。設置されたシステムに係る研修を経て、DHCM（現 NCHM）は、2016年5月に2カ所のパイロット流域において早期警報システムの運用を開始し、以降、本事業で策定した SOP に基づいて、GLOF 及び洪水の予報・警報が 24 時間 365 日体制で行われた<sup>4</sup>（指標 1）。2カ所のパイロット流域内のコミュニティ防災活動対象コミュニティ・学校において、本事業で構築した早期警報システムを用いた避難訓練が、計画通り、本事業最終年の 2016 年 3 月に 1 回実施された（指標の目標：パイロット流域 2カ所における定期的な実施）。定期的な避難訓練に向けた進捗状況は確認されたものの、定期的な実施を確認することは困難/時期尚早であった。しかしながら、対象コミュニティは、訓練の準備を含めたコミュニティ防災活動の継続を約束しており、チャムカール川流域では、DDM が、定期的な訓練実施を含む避難計画を、同流域が位置するブムタン県の防災計画に組み込むことを計画していた。以上のような現地関係者の前向きな姿勢は、今後、パイロット流域 2カ所における避難訓練が、本事業の経験に基づいて定期的実施される可能性を示唆していた（指標 2）。

### 【プロジェクト目標の事後評価時における継続状況】

事後評価時において、本事業の効果は継続していた。本事業実施中の関係機関の協議を受けて、2018年に「省庁間タスクフォース」が設置され、災害リスク評価情報を開発計画に主流化するための機関として機能していた。2カ所のパイロット流域において、本事業で構築した早期警報システムを用いて、24時間365日体制のGLOF及び洪水の予報・警報が、本事業で策定した SOP に基づいて継続的に行われていた<sup>5</sup>。GLOF及び洪水の早期警報・避難訓練については、マンデ川流域では、対象コミュニティで2018年に1回実施されたのみであった。NCHMが他の年に早期警報・避難訓練を調整できなかった主な理由は、同流域の位置するトンサ県の県庁が直近に発生した/直近にリスクを認知した災害（地震、火災等）の避難訓練を優先したこと、また、2020年に交代した県防災担当官<sup>6</sup>がGLOF及び洪水の避難訓練の重要性を十分認識していなかったことであった。ただし、本事業後に策定された同県の防災緊急対策計画（旧県防災計画）（【事後評価時に確認されたその他のインパクト】も参照）には他の災害と並んでGLOF及び洪水が含まれており、定期的な避難訓練の代わりに、本事業の経験を活かしたGLOF及び洪水災害に関する意識啓発キャンペーン<sup>7</sup>が定期的に行われていた。県防災担当官によると、同キャンペーンを通じて対象コミュニティ住民のGLOF及び洪水に対する意識が高まっていたことが、2020年10月に発生した鉄砲水の際に住民が安全に避難できた重要な要因の1つとして考えられるとのことだった。また、過去に早期警報・避難訓練を経験していたことも、対象コミュニティ住民の安全な避難につながった。この件で、県防災担当官はGLOF及び洪水の早期警報・避難訓練の重要性を認識し、現会計年度（2021年7月～2022年6月）において、雨季前の早期警報・避難訓練か、あるいは少なくとも啓発活動の実施を県庁に提案することを計画していた。一方、チャムカール川流域では、事業完了時の計画通り、定期的な避難訓練が県防災緊急対策計画に組み込まれていた。同計画に基づき、早期警報・避難訓練は対象2校において年1回実施されてきたが、対象コミュニティ2カ所においては、2018年はブムタン県の防災担当官の交代、また、2020年は新型コロナウイルス感染症の拡大による集会の制限で実施できなかった。ただし、県防災緊急対策計画に定期訓練が組み込まれていることや新型コロナウイルス感染症拡大前の傾向から、

<sup>2</sup> ODA 国別データ集(2013 年)。

<sup>3</sup> 設置された早期警報システムは、自動水文気象観測所（AWS/AWLS）、観測所のデータを統合するコントロールルーム、及び対象コミュニティ・学校に警報を鳴らすサイレン塔から構成された。

<sup>4</sup> チャムカール川流域において、2016 年 7 月 26 日、雨季の異常な長雨で水位が警報水位を突破し、早期警報システムの全警報サイレンが鳴動した。本事業で策定したマニュアルに基づいて早期警報システムは適切に操作され、本事業で策定した SOP に基づいて県政府や DDM 地方事務所に緊急情報が共有された。その適切な手順が、対象コミュニティ住民の安全な避難実施に結びついた。

<sup>5</sup> マンデ川流域に設置された 2 台の AWLS のうち 1 台は、2020 年 10 月に発生した鉄砲水で損傷したため、機能していなかった。損傷した AWLS は洪水の予報・警報のために使われていた。損傷した AWLS を交換するまでの暫定手段として、NCHM は目視による洪水観測を 24 時間 365 日体制で行い、水位が上昇した際には、本事業で策定した SOP に従って、コントロールルームに連絡していた。

<sup>6</sup> 県防災担当官は県レベルの防災のフォーカルパーソンであった。DDM に雇用され、県庁に出向していたが、DDM にも報告を行っていた。本事業においては、パイロット流域を管轄する県防災担当官（当時）が早期警報・避難訓練の計画・実施に参加していた。

<sup>7</sup> 意識啓発キャンペーンでは、GLOF 及び洪水の際の避難場所・経路、その他の注意事項等、本事業で得られたすべての関連情報が提供された。

新型コロナウイルスの感染拡大がなければ、対象コミュニティにおいても定期訓練は継続されていたと考えるのが合理的である。また、訓練が実施できなかった年には、代替手段として、県防災担当官がボランティアとともに、GLOF及び洪水災害に対する啓発活動を、本事業の経験及び資料・人材を活用して行ってきたことも特筆すべき点である。

【上位目標の事後評価時における達成状況】

事後評価時、上位目標は達成されていた。中央及びパイロット流域以外を含めた地方の関連機関に対し、GLOF及び洪水に関する予報・警報が気象・水文データの蓄積により、適切に伝達されていた。2カ所のパイロット流域では、GLOF及び洪水の予報・警報が本事業のSOPの手順に従って関連機関に共有された。パイロット流域以外では、NCHMとDDMが協力して、アモ川流域において新たに建設されたシェルターの暫定的再定住コミュニティのために、本事業で得た能力と経験を活用して、暫定的なコミュニティ洪水早期警報システムを2020年に開発し<sup>8</sup>、同システムのためのSOPを作成した。その後、作成したSOPの手順に従って、洪水の予報・警報を関連機関に共有していた<sup>9</sup>。NCHMの予報・警報に係る職員は、NFWFC及び早期警報システムの継続的な観測と24時間365日の運用、さらにフィールドから得られる時系列水文データの蓄積の増加を通して、関係機関への勧告・警報発令時期の判断に役立つ実践的な経験を得ていたため、上記3流域の関連機関に共有された情報は信頼性が高いものとなっていた（指標1）。上記アモ川流域の再定住コミュニティに対して、NCHMとDDMは、毎年、雨季の前に早期警報・避難訓練を行うことを計画しており、2020年に、本事業で得られた経験を用いて、早期警報・避難訓練を行った。その際、洪水災害に係る意識啓発活動も行った。NCHMとDDMは2021年にも訓練を計画していたが、同年は新型コロナウイルス感染症の拡大で集会が制限されたために実行できなかった。新型コロナウイルス感染症の流行がなければ、2021年の訓練は実施されていたと考えられる（指標の目標：パイロット流域以外の最低1つのコミュニティにおける避難訓練の実施）（指標2）。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

その他の正のインパクトが見受けられた。例えば、NCHMは、本事業で得た技術・知識を活用して、洪水ハザードマップ作成のために、ティンブー川、パロ川、ハー川の水路調査を行った。また、マンデ川流域では、マンデ川水力発電プロジェクト機構（MHPA）<sup>10</sup>が、同機構に義務づけられている避難訓練を、本事業で構築した早期警報システムを用いて行っていた。本事業と国連開発計画（UNDP）を通じた後発開発途上国基金（LDCF）による「NAPA II プロジェクト」（2014年～2018年）との間には、相乗効果があった。「NAPA II プロジェクト」の下でDDMが実施した研修にはトンサ県の防災緊急対策計画策定やコミュニティ防災活動のためのSOP策定が含まれており、研修には、本事業にプロジェクトマネージャーとして参加していたNCHMの職員及び県レベルの防災責任者として参加していたトンサ県防災担当官（当時）が参加した。一方、負のインパクトは見受けられなかった。

【評価判断】

以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。

プロジェクト目標及び上位目標の達成度

目標	指標 <sup>11</sup>	実績	出所																					
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1) GLOF及び洪水に関する予報・警報がSOPに従って行われる。	達成状況（継続状況）：達成（継続） （事業完了時） ・本事業で開発した早期警報システムを使って、2016年から、パイロット流域2カ所において、GLOF及び洪水に関する予報・警報が、緊急情報共有に係るSOPに従って行われた。 （事後評価時） ・本事業で開発した早期警報システムを使って、パイロット流域2カ所において、GLOF及び洪水に関する予報・警報が、本事業のSOPに従って、継続的に24時間365日体制で行われていた。	事業完了報告書、NCHMへの質問票及び聞き取り調査。																					
	(指標2) パイロット流域において、開発された早期警報システムを活用した早期警報・避難訓練が定期的（最低年1回）に実施される。	達成状況（継続状況）：一部達成（一部継続） （事業完了時） ・パイロット流域2カ所の対象コミュニティ・学校において、本事業で構築した早期警報システムを活用した早期警報・避難訓練が、予定通り本事業最終年（2016年3月）に1回実施された。定期的な訓練に向けた進捗はみられたが、定期的な実施を検証することは困難/時期尚早であった。 ・パイロット流域2カ所の対象コミュニティ・学校は、避難訓練の準備を含むコミュニティ防災活動の継続を約束しており、さらに、チャムカール川流域ではDDMが県防災計画に定期訓練を含む避難計画を組み込むことを計画していた。このような現地関係者の前向きな姿勢は、今後、パイロット流域における避難訓練が本事業の経験に基づいて定期的（最低年1回）に実施される可能性を示唆していた。 （事後評価時）	終了時評価報告書、DDMへの質問票及び聞き取り調査。																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>パイロット流域</th> <th>対象コミュニティ・学校</th> <th colspan="5">早期警報・避難訓練実施回数</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>2017</th> <th>2018</th> <th>2019</th> <th>2020</th> <th>2021</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	パイロット流域	対象コミュニティ・学校	早期警報・避難訓練実施回数							2017	2018	2019	2020	2021								
パイロット流域	対象コミュニティ・学校	早期警報・避難訓練実施回数																						
		2017	2018	2019	2020	2021																		

<sup>8</sup> 暫定早期警報システムは、雨季時の緊急性に鑑みて、アモ川上流の既存の水文・気象観測所のネットワークや本事業で供与したGTS/MSS及びHimawariCast受信システムを利用して構築された。洪水警戒水位（Alert及びAlarmの閾値）は2カ所の橋に刻まれた。また、24時間体制の暫定コントロールルームが設置され、上流の観測所のモニタリング・通信を行っていた。同システムは、5月から10月まで雨季に運用され、警報は、地方政府その他の拠点を通じてコミュニティに伝達されていた。

<sup>9</sup> さらに、本事業の後継案件であるJICAの「ティンブー川・パロ川流域における災害事前準備・対応のための気象観測予報・洪水警報能力強化プロジェクト」（2020年～2023年）の下、本事業で得た能力と経験を活用して、上記流域において2カ所の洪水早期警報システムを構築中であり、2023年に運用が開始される見込みであった。

<sup>10</sup> 本事業で、マンデ川流域の早期警戒システムのコントロールルームがMHPAのダムコロニーに設置され、MHPAはGLOF及び洪水のSOPのためのワークショップに参加した。

<sup>11</sup> 指標の表現については、公式版である英文により合致するように、和文報告書に記載されたものの表現を一部調整している。

		年	年	年	年	年														
	マンデ川	Bjiezam 村	0* <sup>1</sup>	1	0* <sup>1</sup>	0* <sup>1</sup>	0* <sup>1</sup>													
	チャムカール川	Wangdicholing 村	1	0* <sup>1</sup>	1	0* <sup>1, 2</sup>	0* <sup>1</sup>													
		Chamkhar 町	1	0* <sup>1</sup>	1	0* <sup>1, 2</sup>	0* <sup>1, 2</sup>													
		Chokhortoe 小学校	1	1	1	1	1													
		Gangrithang 小学校	1	1	1	1	1													
	<p>*1:代替手段として GLOF 及び洪水災害に係る意識啓発活動が行われた。</p> <p>*2:雨季の前に訓練が計画されたが、新型コロナウイルス感染拡大に伴う集会の制限によって実施できなかった。</p>																			
上位目標	<p>(指標 1)パイロット流域以外を含めた*中央・地方の関連機関に対し、GLOF 及び洪水に関する予報・警報が気象・水文データの蓄積により、適切に伝達される。</p> <p>*【留意点】の4つ目の項目を参照。</p>	<p>(事後評価時)達成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2カ所のパイロット流域では、蓄積された気象・水文データに基づく GLOF 及び洪水に関する予報・警報が、本事業で開発した SOP の手順に従って、中央・地方の関連機関に共有された。</li> <li>・2020年、NCHM は DDM と共同で、本事業で得た能力と経験を活用して、アモ川流域の一時的な再定住コミュニティのために暫定的なコミュニティ洪水早期警報システムを設置し、同システムのための SOP を開発した。雨季には、蓄積された気象・水文データに基づく洪水予報・警報が、開発した SOP の手順に従って中央・地方の関連機関に共有された。</li> <li>・NCHM の職員は、NWFCs 及び早期警報システムの継続的観測と 24 時間 365 日の運用、並びにフィールドからの時系列水文・気象データの蓄積の増加を通して、勧告・警報の発令時期の判断に役立つ実践的な経験を得ており、上記 3 カ所の流域の関係者に共有された情報は信頼性が高いものであった。</li> </ul>					NCHM への質問票及び聞き取り調査。													
	<p>(指標 2)パイロット流域外で早期警報システムが導入された流域で、最低1つのコミュニティにおいて避難訓練が実施される。</p>	<p>(事後評価時)達成</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">パイロット流域外の流域</th> <th rowspan="2">早期警報システムが構築された年</th> <th rowspan="2">コミュニティ</th> <th colspan="2">(参考) 訓練実施回数</th> </tr> <tr> <th>2020年</th> <th>2021年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アモ川</td> <td>2020年</td> <td>Phuentsholing 市内の一時的再定住コミュニティ</td> <td>1</td> <td>0*</td> </tr> </tbody> </table> <p>*NCHM と DDM は 2021 年の雨季前に訓練を計画したが、新型コロナウイルス感染症拡大に伴う集会の制限によって実行できなかった。</p>					パイロット流域外の流域	早期警報システムが構築された年	コミュニティ	(参考) 訓練実施回数		2020年	2021年	アモ川	2020年	Phuentsholing 市内の一時的再定住コミュニティ	1	0*	NCHM 及び DDM への質問票及び聞き取り調査。	
パイロット流域外の流域	早期警報システムが構築された年	コミュニティ	(参考) 訓練実施回数																	
			2020年	2021年																
アモ川	2020年	Phuentsholing 市内の一時的再定住コミュニティ	1	0*																

### 3 効率性

本事業の事業費は計画を上回った（計画比：137%）であったが、事業期間は計画内に収まった（計画比：100%）。本事業のアウトプットは計画通り産出された。よって、本事業の効率性は中程度である。

### 4 持続性

#### 【政策面】

「妥当性」で述べた NAPA（2016 年）や「国家防災枠組」（2006 年）は引き続き有効であった。さらに、第 12 次 5 年計画においても、「カーボンニュートラル、気候変動及び災害対応」が国家主要成果領域(NKRAs)の1つに挙げられており、GLOF 及び洪水への緊急対応の推進が支持されていた。

#### 【制度・体制面】

2018年に設置された「省庁間タスクフォース」は、開発計画における災害リスク評価情報の主流化のための機関として機能していた。DHMSからNCHMへの改組後、GLOF及び洪水の予報・警報に係る役割は、2019年の首相令によってNCHMが国内の「水文災害早期警報サービスの提供機関」に指定されたことで強化されていた。DDMにおいて、自然災害に対する緊急対応準備に係る組織構造に変更はなく、機能していた。NCHMの職員数はDHMS時代より増加していた。2021年8月現在、NCHMの職員数は192名で定員の87%であったが、NCHMによれば、DHMS時代に比べて、職員数は基本的な業務を遂行する上で十分であるとのことだった。DDMも、本局と県事務所の双方で人的資源を拡大しており、職員数は十分であるとみなしていた。

#### 【技術面】

NCHMでは、本事業で習得した技術や知識を、日常業務における活用やフィールドワーク、ワークショップ、実地訓練を通して維持・更新していた。長期の研究休暇を取る職員には、後任職員に対して必要な研修・実地訓練を行うことが義務付けられていた。DDMも、NCHMと協力して避難訓練や災害啓発活動を実施することによって、本事業で習得した技術や知識を維持していた。本事業で開発したマニュアルや資料も継続的に活用されていた。本事業の供与機材については、マンデ川流域に設置された AWLS のうち 1 台が 2020 年 10 月の突然の鉄砲水で破損したことを除いて、良好な状態に維持され、活用されていた。破損した AWLS はまだ交換されていなかったが、これは、NCHM が AWLS の新たな設置場所を特定するためにフルシーズンサイクルの現地調査を行っていたからであった<sup>12</sup>。一方で、NCHM は既に日本のメーカーと連絡を取ると同時に、政府や MHPA と損傷した AWLS の交換について協議を行っており、AWLS の新しい設置場所が決まれば、予算を詳細に検討し、交換に係る本格的な協議が開始されることになっていた。なお、マンデ川流域では AWLS の交換までの暫定措置として目視による観察が行われていたため、早期警報システムは引き続き機能しており、破損による影響は最小限に抑えられていた<sup>13</sup>。

#### 【財務面】

NCHM の予算は、GLOF 及び洪水の予報・警報に係る活動の推進のために、2016 年から増加しており、NCHM は、パイロット流域 2 カ所及びアモン川流域に設置された早期警報システムの運用・維持管理予算等、本事業の効果の持続に必要な予算を確保

<sup>12</sup> この鉄砲水によって、AWLS が破損しただけでなく、川の流れや形状が変わったため、機材の交換費用だけでなく、AWLS の新しい設置場所の実行可能性を確認するための現地調査が必要となった。

<sup>13</sup> 脚注 5 も参照。

していた。DDM は、全 20 県において、GLOF や豪雨洪水を含む自然災害全般に係る緊急時対応準備のための予算を、国家予算だけでなく、LDCF/UNDP、世界食糧計画、セーブ・ザ・チルドレン等の国際組織から確保していた。

#### 【評価判断】

以上より、本事業は、政策面、制度・体制面、技術面、財務面、いずれも問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

#### 5 総合評価

本事業は、DHMS（現 NCHM）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というプロジェクト目標を達成した。本事業の効果は継続しており、ブータンの気候変動対策として、GLOF や洪水等の自然災害に対する強靱な国が確立するという上位目標も達成した。持続性については、政策面、制度・体制面、技術面、財務面、いずれも問題は見られなかった。効率性については、事業費が計画を上回った。以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は非常に高いといえる。

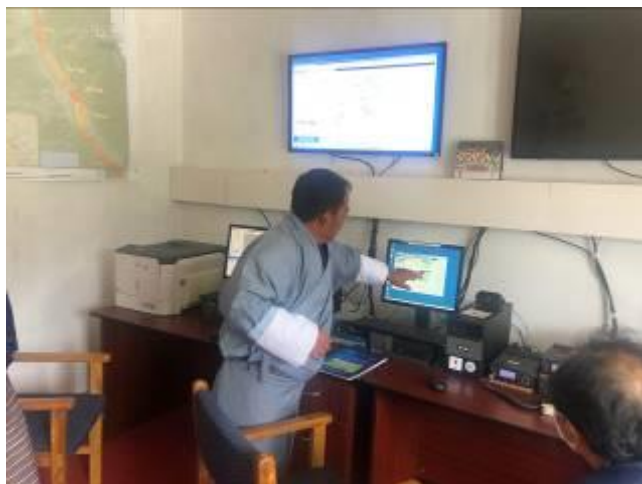
### III 提言・教訓

#### 実施機関への提言：

・NCHM 及び DDM は、新型コロナウイルス感染症の流行による制限緩和後、トンサ県庁と協力して、マンデ川流域のハイリスクのコミュニティ（Bi je zam 村）で早期警報・避難訓練を定期的を実施し、GLOF 及び水災害に対するコミュニティの対応能力を強化すること。そのために、新任の県防災担当官を支援して、GLOF 及び洪水のリスクと早期警報・避難訓練の重要性に係る県防災委員会の意識を啓発すること。それには、2020 年 10 月 1 日に Bi je zam で発生した鉄砲水の例を再検討することが効果的であろう。このような意識啓発は、県防災委員会が GLOF 及び洪水災害と他の災害の避難訓練とともに重視することにつながる。さらに、今後、県防災担当官が交代した際には、NCHM 及び DDM は後任の県防災担当官と GLOF 及び洪水のリスクと早期警報・避難訓練の必要性について協議し、避難訓練が少なくとも意識啓発キャンペーンが確実に継続されるようにすること。あるいは、DDM がトンサ県の防災緊急対策計画を修正して定期的な早期警報・避難訓練と意識啓発キャンペーンを組み込み、今後、県防災担当官が交代しても定期的な訓練と意識啓発キャンペーンが継続できるようにすること。

#### JICA への教訓：

・ブータンにおける災害準備に係る事業においては、本事業のように対象県における活動計画に避難訓練や意識啓発活動を組み込むことが重要である。また、本事業の対象県の 1 つであるブムタン県のように、事業完了までに、避難訓練や啓発活動の重要性を対象県の防災緊急対策計画（あるいは対象災害に係る同等の文書）に盛り込むべきである。この教訓は、例えば、現在進行中の技術協力事業「ティンパー川・パロ川流域における災害事前準備・対応のための気象観測予報・洪水警報能力強化プロジェクト」（2020 年～2023 年）に適用すべきである。JICA の専門家及び DDM や NCHM 等の中央レベルの実施機関は避難訓練や意識啓発活動の観点（ハザードマップの理解促進、避難センターの特定、避難におけるコミュニティの役割等）を、同事業で策定する県の洪水災害管理のための SOP に盛り込み、事業完了後もこれらの活動が確実に継続するようになることが必要である。



チャムカール川流域の Kurjev に設置された  
24 時間 365 日体制のコントロールルーム



マンデ川流域の MHPA のダムコロニーに設置された  
24 時間 365 日体制のコントロールルーム