

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究課題別事後評価報告書

1. 研究課題名

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

2. 国際共同研究期間

2009年5月～2012年4月

3. 研究代表者

日本側：西村浩一（名古屋大学大学院環境学研究科：教授）

相手側：Sonam Yangley（経済省地質鉱山局(DGM)：局長）

4. 研究概要

現存するブータンおよびネパールの氷河湖について、主に衛星データ解析によって氷河湖の危険度に関する客観的評価・再抽出をおこなう。このデータを元に、特に調査・対策が遅れているモンデチュー流域を対象として、現地調査と決壊時のハザードマップを作成するとともに、早期警戒システムを提案する。また、氷河湖の拡大メカニズムを明らかにすることで、湖が拡大する以前の氷河も含めた対策に資することを目指す。

5. 評価結果

総合評価（A：所期の計画と同等の取組が行われている）

氷河湖危険度の評価指標の提案及びその指標に基づいた調査地域の危険度評価は初期の計画通りに行われた。また、ALOS 衛星画像を用いた氷河湖インベントリの作成なども計画通りであった。インベントリの整備と並行して、現地調査、ブータン側への技術移転など、当初計画通りに研究が遂行されている。インベントリの整備による既存データの見直しや、調査によるブータン側の関心の高まりなどの成果が認められる。

この評価手法を本プロジェクト地域に適用した結果、GLOF (Glacial Lake Outburst Floods：氷河湖決壊洪水) 危険度の高い氷河湖は少ないという科学的知見が得られ、結果として早期警戒システム (EWS) の重要性が低下するという政策上の結論に至っている。ただし、氷河湖の調査地域として本プロジェクト地域のみが相手国により指定されていたという事情があり、ブータン全体の

GLOF 危険度に関する科学的知見を得るには至っていない。また、GLOF 危険度が比較的小さいということのみを成果とするには、サイエンスとしての面白くないという意見もある。

一方、本プロジェクトの成果を受けて、早期警戒システム構築の重視という政策から類似の自然災害としての地滑り・洪水の対策の強化という政策への転換につながりつつあり、ブータン側の評価は高いといえる。

5-1. 国際共同研究目標の達成状況について

衛星データ（とくに ALOS データ）の解析による広域の氷河湖インベントリ作成、および本プロジェクト調査域における氷河湖ボリュームとモレーン構造の解析などによる GLOF 危険度評価手法の確立はかなりのインパクトのある成果といえる。この GLOF 評価手法については、高レベルの論文として発表されている。また、これらの研究は Nature にとりあげられるなど、あまり研究が進展していない分野としては、十分なレベルにある。

この評価手法を本プロジェクト地域に適用した結果、GLOF 危険度の高い氷河湖は少ないという科学的知見が得られ、結果として早期警戒システム（EWS）の重要性が低下するという政策上の結論に至っている。ただし、氷河湖の調査地域として本プロジェクト地域のみが相手国により指定されていたことから、本プロジェクト地域の氷河湖のみを対象とした結論であり、ブータン全体の一般的傾向として捉えることができるかどうかは別途検討が必要であろう。

この結論は、温暖化→氷河の融解→GLOF→EWS という、少なくとも調査域に対する当初の仮説の妥当性に疑問を投げかけるものとなっている。また、危険な氷河湖が少ないことが明らかになった時点で、熱収支の影響を取り込んで氷河湖推移の長期予測を行うなど、別の展開も考えられたのではないか。この意味では、GLOF において重要な災害要素となる下流域の地すべり（地震による影響も含む）への展開、また GLOF による下流域の洪水と豪雨による洪水との比較などへの展開などは適切であったといえる。

衛星画像活用という観点からは、防災における活用という点で具体的な事例であり、リモートセンシングならではの側面が活かされているといえる。

5-2. 研究実施体制について

氷河湖の現地調査にはいろいろな困難があるが、それを的確に判断しつつ、意義の高い調査研究をリードしている。また、制度上の制約で我が国における研修計画が予定通り進まないという状況においても、現地研修計画に切り替えるなど、適切な対応が見られた。

相手側メンバーは現業機関担当者が多く、両国を含めた研究体制というには

元々難しい状況にある中で、現地常駐の日本人研究者を置き、共同研究を進めていった体制は評価される。

本プロジェクトの中核をなす衛星データ解析には大量の衛星画像が欠かせない。その取得にかなりの研究費を集中させたことは適切であったといえる。

相手国の事情を尊重しつつ、また相手国機関との連携をとりつつ調査研究が行われている。その意味ではコンプライアンスに反すると思われるものは見られない。

5-3. 科学技術の発展と今後の研究について

氷河湖インベントリの改良という面でのインパクトは大きい。また、GLOF から、氷河湖の消長のモニタリングなど氷河全体への研究の展開も期待できる。ただし、相手国への科学技術向上への貢献は、相手国の研究者が少ないという事情のため、萌芽は見られるが、当面は大きな成果は期待できないと思われる。今後も連携を続けていくことで、より貢献度を上げていくことが必要であろう。

日本の科学技術向上への貢献では、永久凍土の融解といったより一般性を高めていくことで、今後の温暖化を睨んだ科学技術の向上への貢献が期待できる。

ALOS の応用で情報収集はよく行われているが、ここで得られている範囲では、まだ現状のブータンでの予測にとどまっており、温暖化が進んだ将来の予測、他地域へ展開可能な技術など、重要な課題が残されている。

5-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

現状では、相手国側に必ずしも十分なシステムが構築されているとはいえないが、そうしたレベルの下では大きく前進したと考えられる。とくに、ワークショップなどを通じた人材育成は、相手側の調査能力向上に貢献しており、人材育成効果が今後具体化される見込みがある。

地元新聞紙での説明など学術・一般の両面で成果が発表され、GLOF、地滑り、洪水などに対するブータン社会の関心が大いに高まったものの、相手国側に必ずしも十分なシステムがつくられていないことから、差し迫った問題は少ないという点を除けば、氷河湖の調査データが十分活用されるかどうかには不安が残る。しかし、今後、連携を続けて、相手側の組織が十分力をつければ期待度は高まる。

5-5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

GLOF に限らず、氷河変動全体の最先端研究活動へと展開し、地球規模課題へのさらなる貢献に期待する。また、世界的な氷河湖の科学的評価、判定につながるためにも、インベントリに加え、なるべく一次データに近いその他基盤デー

タ公開が望まれる。

相手国のニーズ（地すべり、洪水、地震など）への展開にも期待したい。

5-6. 付随的成果

<政策への反映>

氷河湖決壊洪水対策の観点からは、危険度が比較的低いことから、早期警戒システムの構築という政策から、地滑り・洪水対策の強化という政策への転換につながりつつあるといえる。また、GNHC（Gross National Happiness Commission）による洪水早期警戒システム提案の採用や、DGM（Department of Geology and Mines：地質鉱山局）の専門職員の増員など一定の成果が認められる。全体として今後政策へ反映していくためには、今回の活動だけでなく、特に相手側の人材育成を中心にした、継続的な活動が必要であろう。

<地球規模での貢献>

ブータンの現時点での氷河湖の現状に関する情報の集約、GLOFメカニズムの解明等に関する貢献は大きい。ただ、今回の氷河湖が多少特殊なものであった可能性もあり、他地域の氷河湖へそのまま適用できるかどうかについては疑問が残り、一般化の作業は継続して行う必要があるだろう。今後は、ヒマラヤ全域において氷河湖の存在（正確な位置測定も含め）と危険性評価の研究への展開が期待できる。地球温暖化という観点からは、氷河湖の拡大に関する研究により貢献しているといえる。また、広域の氷河湖インベントリが作成されたことで、こうした地球規模課題の他機関データの見直しや交流が図られている点で貢献がみられる。

<レビュー付雑誌への掲載>

研究者が少ないこともあって、国内外のレビュー付雑誌への掲載数は全体としては少ないように思えるものの、研究年数を考えると不十分とは言えない。ただし、Natureに取り上げられるなど、雑誌掲載論文数という指標によらずとも十分な成果はあがっている。

<人材育成>

研究者数が少ないこともあって、若手研究者が少なく、人材育成面では十分とは言えないが、現地に常駐し、プロジェクトを推進した若手研究者の活動は高く評価される。しかし、研究体制が確立されたかどうかは疑問で、とくに氷河の融解流出モデルの人材は見当たらない。

相手国側の人材育成に関しては、ブータン側への技術移転など、人材育成と

交流について一定の成果が認められるものの、今後も継続して人材育成を図る必要がある。

<日本の宇宙開発技術の普及>

ALOS データによる氷河湖の位置標定を GPS 踏査で検証した成果は、衛星の観測・解析精度を誇れる成果である。こうした地球規模課題への利用拡大に向けた具体的な ALOS の活用事例により、ALOS データの重要性、優位性を世界にアピールしたことは、今後のさらなる日本の技術普及に貢献するものと思われる。

(地球規模課題国際科学技術協力) 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

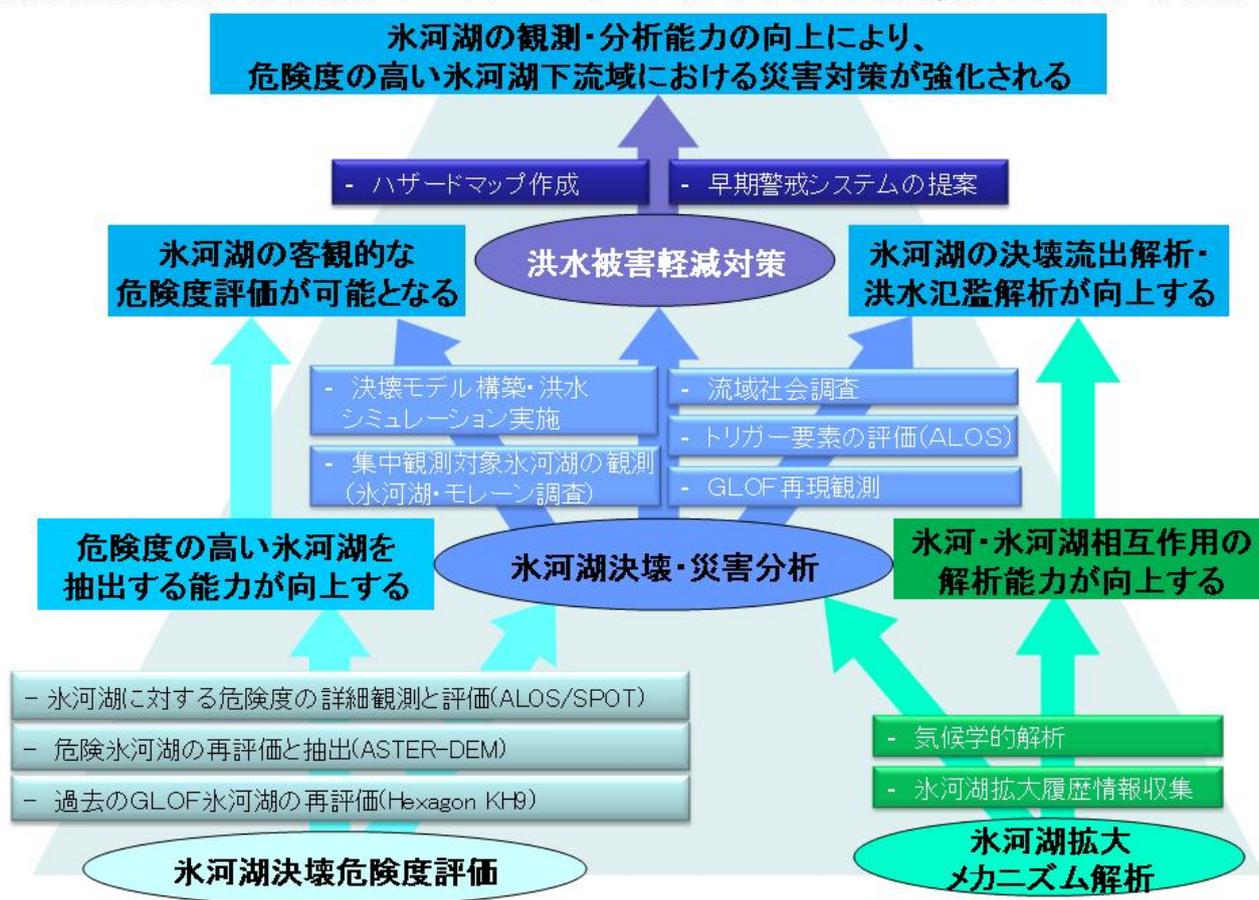
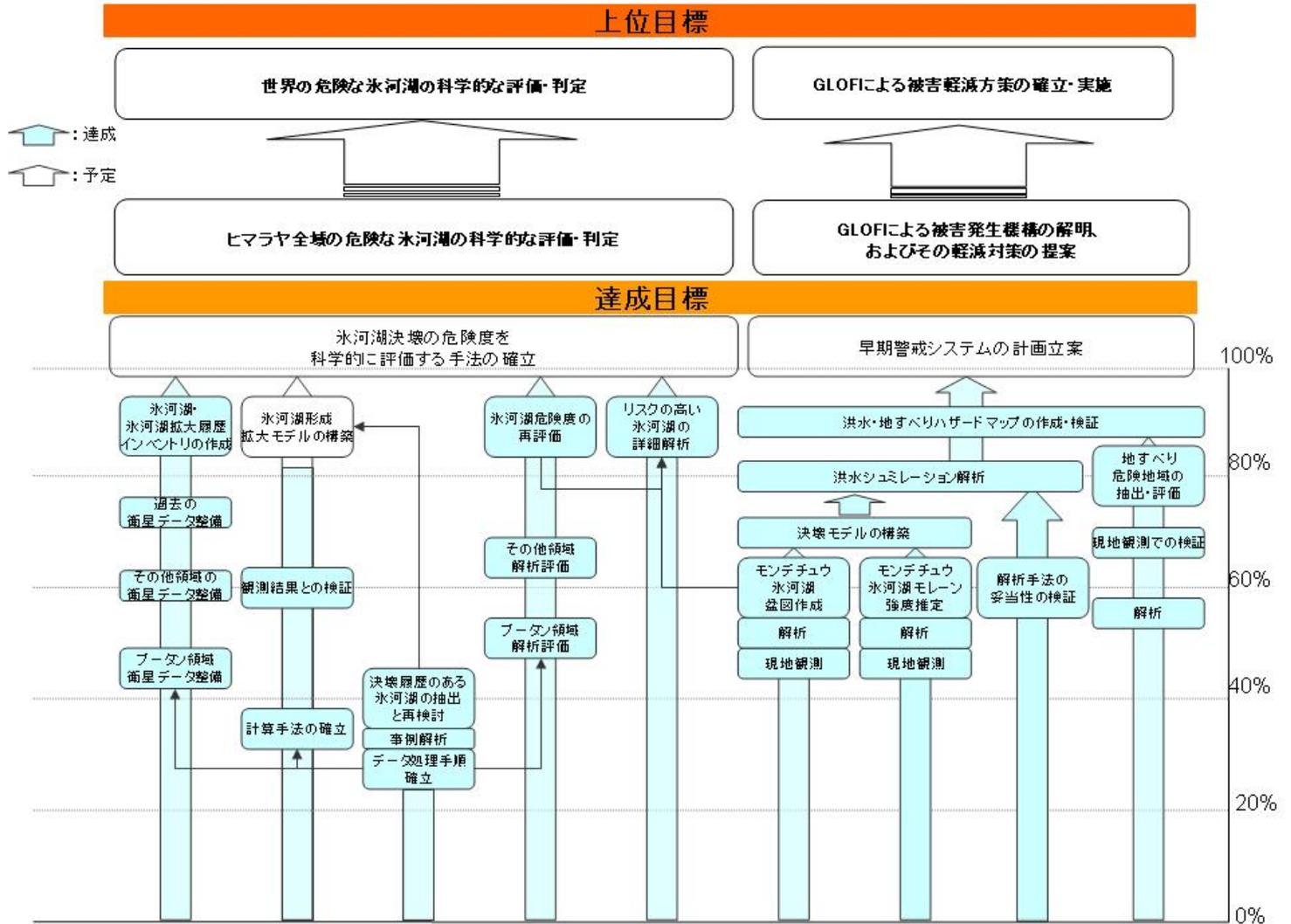


図1 プロジェクト概要



付随的成果

政策への反映
地球規模での貢献
レビュー付雑誌への掲載
人材育成
日本の宇宙開発技術の普及

図2 成果目標シートと達成状況(2012年1月時点)