

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

ネパールヒマラヤ巨大地震とその災害軽減の総合研究
(2016年7月～2021年7月)

2. 研究代表者

- 2.1. 日本側研究代表者：瀨藤 一起 (東京大学 名誉教授)
- 2.2. 相手国側研究代表者：Ram Prasad Ghimire (産業・商業・供給省 鉱山地質局 局長)

3. 研究概要

ネパールヒマラヤで今後発生が懸念される巨大地震について、人口が集中して脆弱性が高まっているカトマンズ盆地を対象に、1. ポテンシャル評価、2. 地震動予測、3. ハザード評価、4. 地震観測システム、5. 教育と政策 の研究活動を行い、科学的に高度な地震ハザード情報を提供することと、その情報に基づき地震災害を軽減する基盤を構築することに取り組む。

2015年4月に発生したネパール大地震(ゴルカ地震)のデータや研究成果も活用しつつ、次の巨大地震の震源モデル構築やシナリオ地震動予測、地震観測ネットワークの強化などの成果を統合して、科学的に高度化された地震ハザード情報を創出する。また、それらをネパール社会に伝える人材や政策をもとに、カトマンズ盆地の次の震災を軽減する基盤の確立を目指す。

本プロジェクトは上記の5つの研究題目からなり、以下のサブテーマで構成される。

1. ポテンシャル評価

- 1-1 地殻変動観測と地震・地殻変動の評価
- 1-2 地質学・変動地形学調査による断層活動度の評価
- 1-3 地震ポテンシャルの評価と震源モデルの構築

2. 地震動予測

- 2-1 強震観測と速度構造モデルの検証・高度化
- 2-2 シナリオ地震の検討と地震動予測

3. ハザード評価

- 3-1 速度構造モデル・地盤構造モデルの構築
- 3-2 地震動予測の高度化とハザード評価
- 3-3 地震災害リスクの再評価

4. 地震観測システム

4-1地震観測ネットワークの強化

4-2地震データ処理の強化

5. 教育と政策

5-1地震学の高等教育基盤の構築

5-2地震学および地震工学の専門家研修

5-3地震災害軽減のための政策提案

4. 評価結果

総合評価：A+

(所期の計画をやや上回る取組みが行われ、大きな成果が期待できる)

全体としてそれぞれの調査研究項目が着実に実施され、地震のポテンシャル評価、地震動の予測、ハザード評価、さらには、地震観測システムの構築、成果の高等教育への導入や政策への反映が進められている。とりわけ、地震のポテンシャル評価では、過去の地震の履歴や空白期間の存在が明らかにされるなど、極めて興味深い知見なども得られている。地震観測網を確立していく技術が相手国側に構築されたことから、今後、ネパール国内で他地域への展開も期待される。

ネパールでは、本プロジェクト開始前の2015年4月にゴルカ地震が発生し、建物の倒壊や大規模な雪崩などの甚大な被害が発生したことにより、今後起こりうる更なる大地震に対する防災意識が高揚したことを背景に、ネパール政府・行政機関の期待も大きかった。

このような状況下、本プロジェクトは、リスク評価の基礎となる高精度地震ハザード評価を主に担い、地震災害リスク評価及び災害軽減のための建物の耐震性向上や危険を避けるための土地利用計画などへの展開といった社会実装については、同時期に開始された JICA 技術協力プロジェクトが主として担うように役割が分担された。その結果、本プロジェクトで取り組んだハザード評価等の成果が別のプロジェクトで活用されるとの前提で研究が進められており、今後、実際に活用される見込みは高いものと認識している。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

地震ポテンシャル評価、地震動予測、ハザード評価、地震観測システムの構築、教育と政策の各研究題目において、偏りなく、十分な成果が得られており、プロジェクト全体として高い科学的・技術的インパクトが期待できる。

地震ポテンシャル評価では、過去の地震履歴の解析が行われており、極めて長期間にわたる間隔での地震発生を解明するなど、大変に重要な成果が得られている。防災に対する視点では、シナリオ地震に対する地震動の予測、その結果を用いたハザード評価等が行われてお

り、十分な成果が得られている。

とりわけ、過去に起きた地震の震源域を明らかにすることで、地震の空白域を特定し、3次元地下構造モデルを構築することにより、地盤増幅率マップ（揺れやすさマップ）を可視化したという点で、地震研究の本筋をふまえつつ、着実な成果と新たな発見があったことは大いに評価できる。

ネパール国内では、既に、本プロジェクトの対象地域以外の地域への展開に対する要望も高く、また、隣国インドとの共同作業も行われており、今後、本プロジェクトで得られた成果の周辺地域での活用はもとより、他の援助国から設置された観測点も加えた総合解析が可能であることを示した点からも、プレート境界付近に位置する世界の他地域への展開も大いに期待される。

4-2. 相手国ニーズの充足

ネパールでは建物の耐震性が低く、脆弱建物の耐震化向上への期待は大きい。本プロジェクトの地震ハザード評価はその基礎をなすものであり、地震空白域を特定するとともに、シナリオ地震に対して地震動ハザードマップを作成し、それらの成果が耐震指針に導入されるなど、相手国のニーズに対して十分なインパクトがあったと考える。

具体的には、安価なフェロセメントによる耐震補強技術やピロティ化建物の耐震性能評価法を提案するとともに、ワークショップや意見交換会を繰り返して、揺れやすさマップやハザードマップを公知したことにより、次期の耐震規定改定に備えた技術解説として出版することが建築行政の当局と合意されているなど、今後の実装に向けた進展が期待される。

一方で、日本人専門家が不在となった後、これらの研究成果が防災、減災に向けて、実際にどのように社会実装されていくかについては、やや不明な点が残されている。

相手国側の人材育成の面では、日本の大学で博士号を取得した者が1名、取得を目指して指導中の者が1名いるなど、熱心に取り組まれている。また、相手国側において、日本から提供した機材の維持管理を可能にするための予算獲得が軌道に乗りつつあるなど、本プロジェクトの継続的發展を見通すことができる点は評価できる。

4-3. 付随的成果

本プロジェクトでは、インドユーラシアプレートのテクトニクスによって生ずるネパール国内の地震が対象になっており、わが国の状況に類似していることから、わが国への貢献も大きいものがある。

地震のポテンシャル評価、地震動の予測、ハザード評価の他に、地震観測システムの構築、高等教育への導入及び政策への導入が科学的基盤に沿って十分なレベルにまで行われており、研究目標はほぼ達成されている。地震ポテンシャル評価では、過去の地震の履歴が得られ、

極めて長い空白期間が存在するなど、耐震技術の開発にとどまらない、極めて興味深い事実なども得られている。地震観測網を確立していく技術が構築されたことから、今後、ネパール国内で他地域の展開も要望されている。ただし、現段階では、相手側技術者だけでは達成できないこともあり、今後の継続した連携が強く望まれる。

また、コロナ禍で停滞してはいるものの、トリプバン大学に高等教育に関するシステムが構築されたことで、今後、継続的な人的ネットワークの構築が期待できる。

4-4. プロジェクトの運営

研究面においては、概ね当初の計画通りに遂行され、また、大きな成果が上がっている。相手国の行政の適切な担当部署が参画し、また、研究機関としてもトリプバン大学の適切な人材が配置されているなど、プロジェクトは適切な推進体制で進められた。終了後も継続した展開が可能になるように、研究幹事を置いたり、民間会社の研究者を含めているなど、効率的な体制が整えられている。

本プロジェクトの採択直前にゴルカ地震が発生したことから、その調査等を含め、当初の計画になかったものに対しても、研究者代表者のリーダーシップが発揮され、研究チームの研究執行の状況などにおいて優れた対処が行われた。アジアの最貧国の一つで、しかもコロナ禍の中で、様々な困難に直面しながらも研究代表者と参加企業等の連携で克服した実績は高く評価できる。

社会実装に向けては、防災教育、地域計画などを含めて考えると、さらに、建築関係、教育関係、地域計画関係の研究者とのネットワークが必要と考えられる。

情報発信については、論文執筆、ワークショップ、シンポジウムの開催が、適切に行われている。マスコミで取り上げられた件数は必ずしも多くないが、今後のさらなる情報発信を期待したい。

人材・機材・予算の活用については、相手側人材、機材、予算等、極めて効率的に活用されている。機器の補修技術も伝授されており、今後も継続していくことが期待される。

5. 今後の研究に向けての要改善点及び要望事項

本プロジェクトを契機として、ネパールにおける地震災害の軽減がさらに進展していくために、以下のような事項について引き続き尽力されたい。

- (1) 本プロジェクトの成果が現地の防災対策に反映されるように、今後も人的ネットワークを活用し働きかけていただきたい。日本人専門家が不在となった後、本プロジェクトの研究成果が現地での防災、減災に向けて、実際にどのように社会実装されていくかについて、道筋を明らかにしておくことが肝要と考える。

- (2) ネパールにおけるプレート境界大地震発生の長期評価は困難な課題であるが、本プロジェクトで築いた研究者ネットワークを活用し、地震歴、地殻変動調査、地形調査及び活断層トレンチ調査などが何らかの形で継続されることを期待したい。
- (3) プロジェクトで得られた成果が、現地ネパールでの防災計画の中に取り込まれていくことが望まれる。ハザード評価に基づいた土地利用計画や建築基準への応用なども求められる。英語で出版された教科書についてはネパール語で翻訳するなど、より多くのネパール研究者や実務者の知的資源として普及されることを願う。

以上

研究課題名	ネパールヒマラヤ巨大地震とその災害軽減の総合研究
研究代表者名 (所属機関)	纈纈 一起 (東京大学)
研究期間	H27採択(平成28年4月1日～令和3年6月30日)
相手国名/主要相手国研究機関	ネパール連邦民主共和国/産業省 鉦山地質局

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 安全・安心な社会へ向け活動する国際パートナー機関の中でプレゼンスが向上 日本企業(防災コンサルタント)による新産業創出・社会貢献
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 地震ハザード評価法の高度化 地震データ処理法の強化 地震荷重評価法の最適化 地震学発展のための人材育成
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 巨大地震による災害の軽減という地球規模課題の解決に向けた戦略
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 開発途上国を舞台に国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 日本-ネパール両国の研究者間の人的ネットワークと技術移転
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> 研究論文・資料集 高度化された地震ハザード情報 強化された地震観測システム 災害軽減のための人材・政策

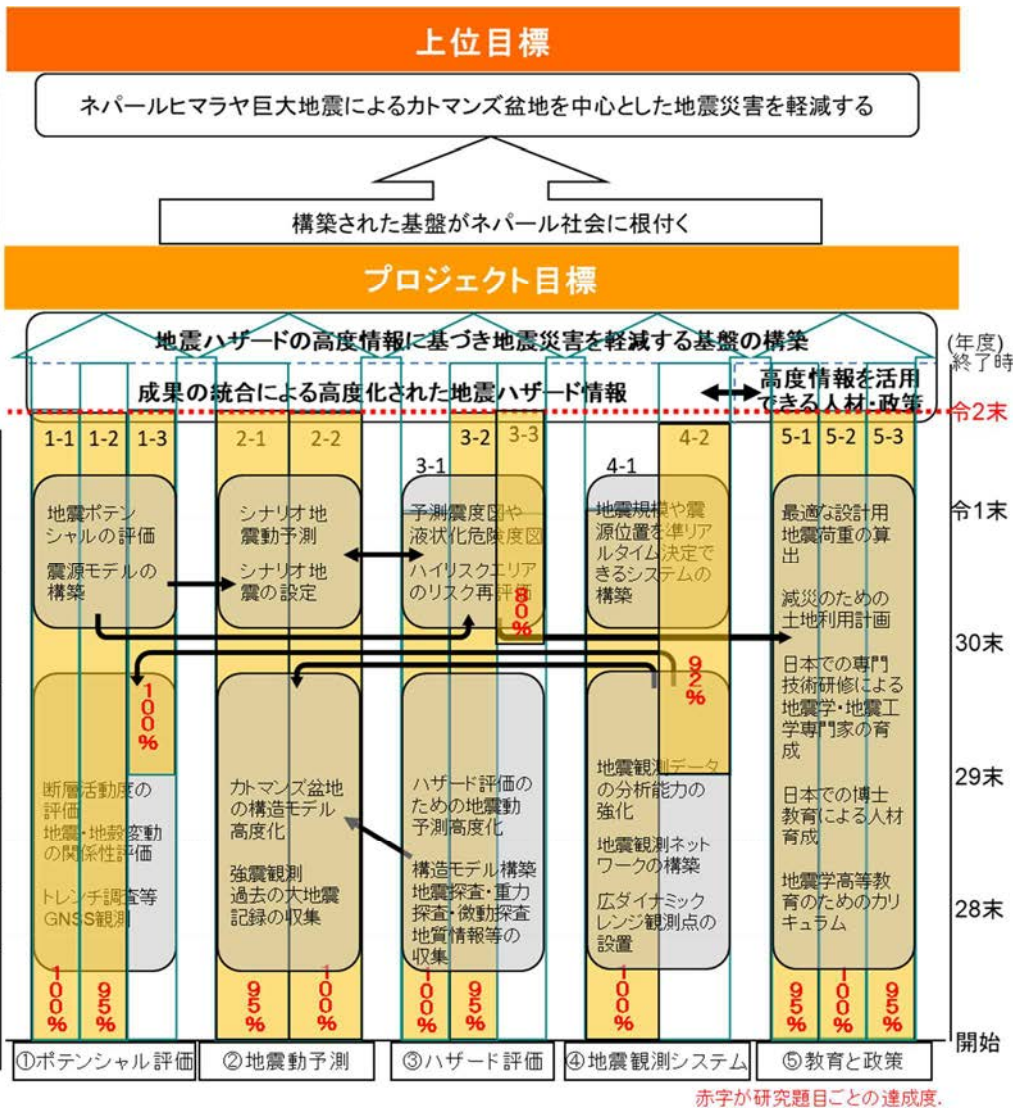


図1 成果目標シートと達成状況 (2021年12月時点)