

# 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

## 研究課題別中間評価報告書

### 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」

(2015年6月～2021年3月)

### 2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：瀧 一起（東京大学地震研究所 教授）

2. 2. 相手国側研究代表者：Soma Nath Sapkota（産業省 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と、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。

本研究課題は上記の5つの研究グループからなり、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（所期の計画と同等の取組みが行われている。）

本プロジェクトは、巨大地震の発生が懸念されるネパールにおいて、地震ハザードの高度情報に基づきカトマンズ盆地を中心とした将来の地震災害を軽減する基盤を構築することを目指している。その目標達成に向けてこれまでに所定の研究題目においてそれぞれ観測機器の設置を完了するとともに、観測及びデータ解析や、プロジェクトの開始直前に発生したゴルカ地震に関する研究などで成果が出始めているなど、全体としてほぼ当初の予定どおり順調にプロジェクトが進捗している。

他方、現段階では高度な地震ハザード情報を基にした建物の耐震化や土地利用計画といった被害軽減政策への貢献に向けた道筋が不透明であるなど懸念される点がある。今後は地震ハザード評価を確定しその利活用を各方面に働きかけるなど、関係する JICA プロジェクトとの調整を視野に入れつつ、社会実装のための取組みを充実・強化することが望まれる。

### 4-1. 国際共同研究の進捗状況について

これまで観測点の設置や各種の調査・探査などの活動を進めてきており、順調な進捗状況である。それらと並行して、プロジェクト開始の直前に発生したゴルカ地震の地震動や被害に関する研究も継続的に行っている。中でも、それらの研究成果を活用しつつ平成 29 年度及び 30 年度にかけて重力探査及び反射法探査を実施できたことから、一部の研究題目では予定に比べてやや進んだ達成状況であると評価できる。

研究題目 1（ポテンシャル評価）では、ネパール中部の主前縁断層帯沿いの地震空白域に GNSS 連続観測点 10 点からなる地殻変動精密観測網を設営するとともに、カトマンズ盆地においてトレンチ発掘調査を行い、ソラウリ地区で見つけた最新の地震に伴う地層の変形が 1344 年の地震によるものであることを推定するなど、順調に進捗している。

研究題目 2（地震動予測）では、カトマンズ盆地での 10 地点の強震観測点設置を完了するとともに、2015 年ゴルカ地震を詳しく解析した結果、同地震の震源域の西部と南部で大地震発生の可能性を高めていることを確認するなど、順調に進捗している。

研究題目 3（ハザード評価）では、重力探査と反射法探査を実施した結果、カトマンズ盆地の

湖成層内の構造を示す複数の反射面を確認するとともに、微動探査及びゴルカ地震の余震などの解析からS波速度構造を得るなど、順調に進捗している。

研究題目4（地震観測システム）では、主前縁断層帯沿いの地震空白域に地震観測点（8カ所）の設置を計画より1年早く完了するとともに、全観測点からの波形データを用いて自動震源決定を行うシステムを構築し運用を進めるなど、順調に進捗している。

研究題目5（教育と政策）では、ネパールにおける設計用地震荷重及び土地利用計画に関する基準等について、ネパール側関係省庁と意見交換を行うとともに、ネパール側の大学教育システムや地震関連教育・研究に関する調査が行われた。あわせて、長短期研修に研修員を受け入れている。しかしながら、研究題目1～4の成果を踏まえ、今後いかにネパールの地震災害軽減のための政策提言につなげていくかという点において、現時点では具体的な道筋が見いだせない。

これらの各研究題目における研究の成果として、日本側・ネパール側共著の国際誌原著論文が平成27年度から計7編となった。そのほか、前記以外の国際誌原著論文が平成27年度以来計9編となった。また、平成28年4月には毎日新聞において本研究の本格的な開始が報道された。平成29年9月には重力探査がBBC Nepali Radioでラジオ報道され、同年11月には強震観測と速度構造モデルの検証・高度化の活動がBBC Nepalでテレビニュース報道された。

#### 4-2. 国際共同研究の実施体制について

日本側の研究体制については、研究代表者を中心として各研究グループに大学や民間企業の実績のある研究者らを配置しており、それぞれのグループリーダーがイニシアティブを発揮している。

一方、相手国側の体制は、地質調査や鉱物資源探査に関する規制等を所掌し地震観測や地震ハザードマップの作成なども担う産業省鉱山局（DMG）、一般住宅や学校建築などの地震防災を所管する都市開発省都市開発建築省（DUDBC）、ネパールの最高学府であるトリブバン大学及びネパールを代表する地震防災の研究・実践を担う国際NPOであるネパール地震技術協会（NSET）から構成されている。いずれもネパールヒマラヤ巨大地震による災害軽減の社会実装を担うにふさわしい機関がプロジェクトの当初から深く関わっていることから、研究実施体制は優れていると評価できる。

本プロジェクトでは、研究題目1（ポテンシャル評価）と研究題目2（地震動予測）で得られたデータや知見を研究題目3（ハザード評価）に生かし、研究題目4（地震観測システム）の成果と相まって研究題目5（教育と政策）へとつなげていく構想である。これまでは各研究題目において成果をあげることが主眼であったが、今後プロジェクト後半に向けては、それぞれの研究グループの成果を統合し、ネパールにおける政策提言に結びつけていくために、研究代表者がより強力なリーダーシップを発揮することが求められる。

### 4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

本プロジェクトの目標である地震ハザードの高度情報に基づく地震災害軽減に向けては、地震動予測のためのカトマンズ盆地の地下構造やS波速度構造の解明が重要であるが、地震観測データの公開に向けた準備作業も含めて順調に進捗している。

地震ハザード評価は地震災害リスクアセスメントの基礎をなすものであり、ネパール側への科学技術面での貢献は顕著である。とりわけ、のべ100名を超える人材交流、ネパール人研究者の育成のための研修、ネパール国内での地震学/地震工学の定着のための取り組みなどを通じた科学技術面での貢献は大いに期待できる。また、日本人研究者の育成についても、若手研究者の学会発表などに配慮されており期待は大きい。さらに、今後見込まれる成果については、これまでに設置が完了した観測機器から着実に観測結果が得られることが期待できる。

一方で、本研究においてはカトマンズ盆地の高度なハザード評価に重点が置かれているが、社会実装の観点から、地震災害リスク評価並びに災害軽減のための耐震性向上及び危険を避けるための土地利用計画などへの展開が望まれる。これらについては JICA が並行して推進している技術協力プロジェクトと協調しつつ社会実装に取り組む工夫が求められる。

### 4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

活発な研究者交流が行われており、ネパール側研究機関や研究者の自立性・自主性を含め人的交流には今後とも期待できる。また、本研究で意図している地震学の高等教育基盤の構築に関して、研究代表者のこれまでの研究・教育成果を盛り込んだ教科書の日本語版作成が完了し、翻訳も手配するなどの進捗が見られる。これらの取り組みを通じて現地の大学に地球物理学の講座が開設されて地震学を専攻する人材が輩出されれば、ネパールに自立した地震学者が出現することになり人的交流が一層進む可能性が高い。

研究代表者のリーダーシップにより、地震動予測研究グループと政策提言グループとの密接な交流が今後進めば、そこから生み出される成果に基づいた政策への反映などが持続的に発展していくことが見込まれる。

本研究の成果としてのハザード評価の利活用を今後持続的に発展させるためには、カトマンズ盆地における地震災害リスクアセスメントに関する JICA プロジェクトとの協力・協調を進めていくことが重要である。

## 5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

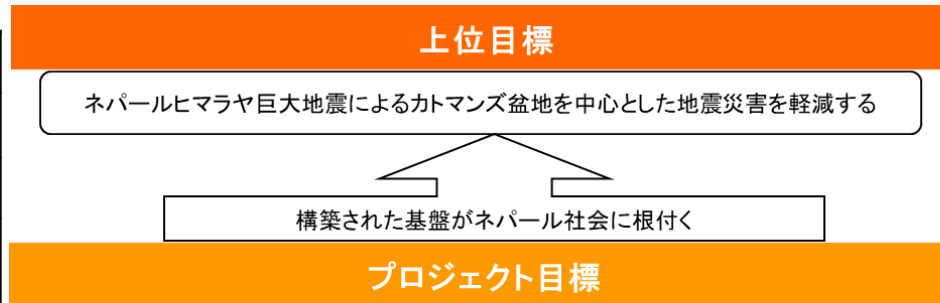
- 1) 巨大地震の発生が懸念されるネパールにおいてカトマンズ盆地での地震被害を軽減する基盤を地震ハザードの高度情報に基づき構築するためには、相手国に地震学教育の基盤を確立するとともに、それぞれの研究グループの成果を相手国の政策提言にいかにつなげてい

くかが重要な鍵となっている。本プロジェクトの各研究グループには実績のある研究者が配置されそれぞれ順調な進捗が見られるが、研究代表者のリーダーシップにより各グループ間のコミュニケーションをさらに深めることで政策提言に向けた取り組みをさらに推進していただきたい。

- 2) 本研究の成果は地震学にとどまらず、トリバン大学の既存の学科である水文学や地質学などの理学系学科及び工学系の学科にとっても興味深いものになりうる。単に地震学ということではなく、さらに広い視野で研究成果をアピールしていくことが望ましい。地震学に関する高等教育の基盤を構築するための地球物理学講座の設置に向けては、このような既存の学科との連携がプラス要因として働くことも考えられる。
- 3) プロジェクト後半では地震ハザード評価を確定し、その利活用を関係方面に働きかける活動が望まれる。JICA プロジェクトとの調整においては重複を避ける一方で補完できる点を中心に再検討し、可能な限り社会実装に向けた展開を図ることが望まれる。
- 4) 地震の空白地域における行政や住民の awareness や preparedness を高めるというような、防災的観点からの展開も可能な限り進めてほしい。
- 5) 各種探査方法、解析方法などの相手国側への技術移転を確実に行ってほしい。

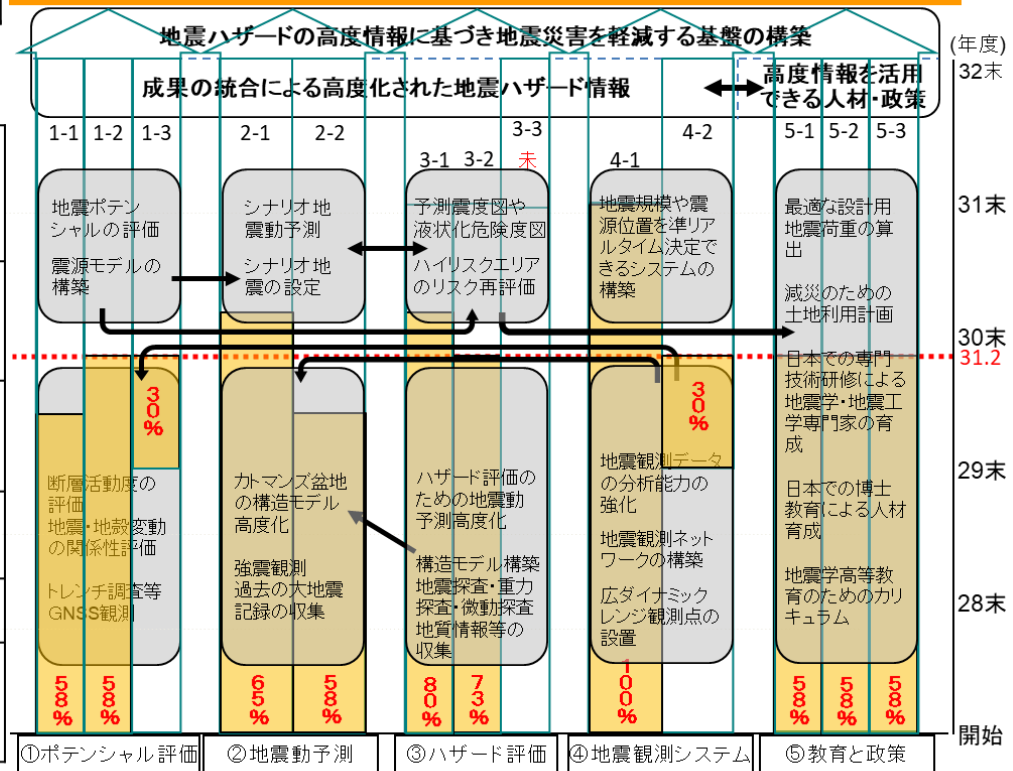
以上

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)	縦縷 一起 (東京大学)
研究期間	H27採択(平成28年4月1日～平成33年3月31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 鉱山地質局



**付随的成果**

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全・安心な社会へ向け活動する国際ドナー機関の中でプレゼンスが向上</li> <li>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</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震ハザード評価法の高度化</li> <li>地震データ処理法の強化</li> <li>地震荷重評価法の最適化</li> <li>地震学発展のための人材育成</li> </ul>
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"> <li>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</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>
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"> <li>研究論文・資料集</li> <li>高度化された地震ハザード情報</li> <li>強化された地震観測システム</li> <li>災害軽減のための人材・政策</li> </ul>



赤字が研究題目ごとの達成度。「未」は後年に開始。

図1 成果目標シートと達成状況 (2019年2月時点)