

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

(防災分野「途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」領域)

「コロンビアにおける地震・津波・火山災害の軽減技術に関する研究開発」

(コロンビア)

国際共同研究期間*1

平成27年7月1日から平成32年6月30日まで

JST側研究期間*2

平成26年5月1日から平成32年3月31日まで

(正式契約移行日 平成27年4月1日)

*1 R/D に記載の協力期間

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

平成26年度実施報告書

代表者：熊谷博之
名古屋大学大学院環境学研究科・教授
<平成26年度採択>

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

研究題目・活動	H26 年 度 (10ヶ 月)	H27 年 度	H28年度	H29 年度	H30 年 度	H31 年 度	
1. モニタリング	事前調査、 詳細計画の策定 →						
1-1 高度即時震源解析				▼SWIFT の運用			
1-2 津波監視		機材調達・設置 SWIFT システム開発			SWIFT システム運用		
1-3 火山監視		津波予測システム開発			テスト運用		▼津波予測システムの実現
		ASL システム開発			ASL システム運用		
2. モデリング	事前調査、 詳細計画の策定 →						
2-1 プレート固着分布					▼プレート固着分布の推定		
2-2 シナリオ地震			GPS データ解析			地震発生ポテンシャル評価	
2-3 マグマシステム		機材調達・設置・微動観測				シナリオ地震の構築 と強震動予測	
		データ収集			データ解析		
3. 被害予測	事前調査 詳細計画の策定 →						
3-1 強震動被害予測		地盤情報収集・建物現況調査				▼ボゴタ強震動リスクマップの実現	
3-2 津波被害予測		既往津波被害把握・地形データ整理			津波シミュレーション被害予測		
4. 情報発信	事前調査 詳細計画の策定 →						
4-1 防災情報ポータル		機材調達			ポータルサイトの作成と運用	▼防災情報配信システム	
4-2 ソーシャルメディア		アプリケーション開発				テスト・運用	

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト

(1) プロジェクト全体

平成 26 年度は、本研究課題を実施するために必要な詳細計画策定調査および計画策定を行った。8 月 26 日にグループ全体での会議をキャンパスイノベーションセンター東京（田町）で開催し、プロジェクト計画および詳細計画策定調査についての議論を行った。詳細計画策定調査は、9 月 23 日から 10 月 5 日にわたって実施した。研究代表者とグループリーダー（熊谷、プリード、松岡、越村、鷺谷）が JICA および JST 関係者とともに、コロンビアのプロジェクト関係機関であるコロンビア地質調査所（SGC）、コロンビア危機管理庁（UNGRD）、ボゴタ危機管理庁（IDIGER）、コロンビア海洋研究機構（DIMAR）、ロス・アンデス大学（UA）、コロンビア国立大学（UN）を訪問し、関係者への聞き取り調査及び協議を行った。調査項目としては、地震・津波・測地・火山観測、津波および強震動被害予測、災害情報伝達等に関する現状と課題であった。これらの調査の結果、事前に策定した計画の大幅な変更は必要なかったが、現状を考慮した小幅な修正を行った。さらに PDM および PO の改訂を現地で行った。それらの改訂版に基づくミニッツの署名がコロンビア地質調査所において 10 月 3 日に上記機関の関係者により行われた。RD に関しては JICA による決済が 2 月 13 日に下り、コロンビア JICA 事務所を通して署名手続きが進められている。MoU に関しては、RD が署名され次第、日本とコロンビアの代表機関である名古屋大学とコロンビア地質調査所が署名する予定であり、RD と MoU とともに平成 26 年度内に成立する見込みである。

(2) 地震・火山・地殻変動グループ

ボゴタ市の SGC 本部およびマニサレス市の火山観測所において、地震・火山・GPS 観測およびデータ解析の実施状況を調査した。その結果、SGC が観測機材を保有しており、安定したデータ取得が行われている状況が確認できた。地震観測に関しては、コロンビア全土に 42 の広帯域地震計観測点が設置・運用されており、これらは本プロジェクトで導入を計画している高度即時震源解析システム（SWIFT）を運用する上で、十分な観測点密度を有している。これらに加えて、巨大地震においても振り切れずに、SWIFT による解析が可能な広帯域強震計の導入が必要である。火山観測に関しては、ネバドデルルイス火山やガレラス火山等において、多項目の稠密な観測が行われている。ただし取得されたデータに関しては基本的な解析しか行われておらず、より高度なデータ解析手法を導入し、火山活動監視の高度化及びマグマ・熱水システムの定量的な理解を進めることが課題である。GPS 観測では、当初計画では新たな観測点の追加を予定していたが、SGC の観測の状況を確認した結果、日本側からの機材供与による新規観測点の設置の必要が無いことが明らかとなった。そのため、データ解析の高度化を中心的な課題として進めていくことにした。

(3) 強震動グループ

SGC、UNGRD、IDIGER 及び UA において、ボゴタの既存のサイスミック・マイクロゾネーション及びボゴタの強震動観測の状況について調査した。さらに、プロジェクトで導入する微動計の適切なものを選ぶために 2 種類の微動計を日本から現地に運び、単点微動観測を 6 箇所で行った。その結果下記のことが明らかになった。(1) 巨大海溝型地震のポテンシャルについての情報は不十分。(2) ボゴタの浅い地盤モデルの情報がある程度あるが（深さ < 200 m、 V_s < ~400 m/s）、盆地のより深い速度構造モデル（400 m/s < V_s < 3000 m/s）の情報は殆ど存在しない。(3) ボゴタの速度

構造モデルの推定のために微動物アレー観測はこれまで行われていない。(4) ボゴタでは確率論地震動評価が行われているが、本プロジェクトで計画しているシナリオ型強震動シミュレーションはこれまで実施されていない。(5) ボゴタの基盤が深いと推定される地点での微動の H/V の振幅は 4 秒に明瞭なピークが見られ、このような盆地の特徴によって強震度の振幅は大きく増幅する可能性が考えられる。以上の結果より、ボゴタの地盤は強震動による非線形効果の可能性、特に液状化の危険度を持つ地域があり、これを評価することが重要であることが分かった。

(4) 防災情報グループ

現地調査により以下のことが明らかになった。コロンビア全域については、SGC が USGS の ShakeMap に準じた地震動マップの即時推定システムを構築して Web 配信している。ボゴタ市については、強震観測網がリアルタイム化されていないため、地震動マップの即時推定ができる環境ではないが、被害予測をするための台帳データは IDIGER が所有しており、被害想定計算の実績が UA にある。つまり、リスクマップについても即時推定できる基礎データや要素技術が整っている。防災情報配信については、UNGRD が Web サイトや E メール、ソーシャルメディアを使ってコミュニティに情報提供を行っている。また、各種アラート配信や地図表示のためにクラウド (Google サービス) の利用を開始しており、防災情報の効果的な配信に努めている。

地震動やリスクマップの推定に必要なデータと要素技術の整備状況が順調であることがわかったが、一方、液状化や地盤沈下等の地盤災害の評価が課題のひとつとしてあげられた。コロンビアにおける微地形分類マップを構築して ShakeMap の基礎データとして活用するだけでなく、液状化危険度推定にも活用することが考えられる。地盤沈下についてはリモートセンシング技術の活用を視野に入れて課題解決を試みる。

(5) 津波グループ

DIMAR の訪問、研究者との打ち合わせを通じて、津波観測・監視体制およびハザードマップ作成技術についての調査を行った。DIMAR では、現在国内 23 カ所に設置した潮位観測施設により津波監視を行っている。また、太平洋側とカリブ海側に NOAA (米国海洋大気局) の DART を導入予定であることが分かった。津波の浸水予想は、Buenaventura、Tumaco において実施済みのようであった。使用モデルは、東北大開発の TUNAMI コードであり、浸水予測・被害予測のための一連のシミュレーション技術の移転を図る必要があることが分かった。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し (公開)

(1) プロジェクト全体

本年度の活動により策定した研究計画に基づき、来年度から本格的なプロジェクトの活動を始める。予定している機材を早く現地に設置できるように、機材の入札手続きを早急に始める。さらに専門家派遣や研究員の受入を円滑に行い、成果の効果的な創出に努める。

(2) 地震・火山・地殻変動グループ

SGC が保有する既存データの解析を共同で行い、解析手法や技術の移転を進める。さらに供与機

材の導入を進め、地震および火山監視システムの高度化を図る。地震に関しては、SWIFTによる自動震源解析とその震源情報を用いた津波予測システムの構築を進める。火山に関しては、ネバドデルルイス火山等の活動的な火山の活動状況を把握するとともに、低周波地震や微動等のマグマ・熱水活動に関連する波形データの解析を進める。地殻変動に関しては、GPSデータ解析を共同して進め、今後2、3年をかけてプレート間カップリングやブロック断層モデルの構築を進めていく。これらの活動のために、年に2回程度、日本の専門家が現地を訪問して共同研究や講義を行うとともに、SGCの若手を日本に招いて共同研究を実施する予定である。SGCには将来有望な若手研究者がおり、協力して進めることで十分成果は達成できると考えられる。

(3) 強震動グループ

まず、ボゴタの速度構造モデルの構築のために地震・連続微動観測を行い、特にプロジェクトの前半に出来るだけ多くの地震記録・微動データを取得する。このためにIDIGERと共同で、プロジェクトで導入する予定の地震計のサイトの選定・設置を行う。微動アレー観測に関してはSGCと共同で行い、そのためにSGCのスタッフの研修を行う上でプロジェクトの3年目まで多くの点で観測を実施する。

(4) 防災情報グループ

喫緊の課題としては、ボゴタ市についてリアルタイムで強震観測データ取得が可能な強震観測網の設置と既存強震観測網のリアルタイム化とIDIGERにて地震動マップおよび建物被害等のリスクマップ生成ができるよう自動処理システムを構築・設置することである。また、防災情報配信システムの継続的な運用を考えた場合、新たなシステムを構築するよりもIDIGER等が所有する既存のポータルサイトやクラウド（Google サービス）、ソーシャルメディアを活用すべく本研究プロジェクトの成果を加工していくことが考えられる。なお、現在は地理空間情報の国際標準に準拠した情報配信をしていないので、地震動やリスク等のマップを国際標準配信することで、関係機関の防災情報利用がより促進されると考えられる。

(5) 津波グループ

(1)津波数値計算技術の移転（既往津波の検証も含む）、(2)ハザードマップの更新、リスク評価、(3)避難計画の立案、(4)避難訓練・啓発活動について共同研究に取り組むということでDIMARと基本合意を得た。ただし、浸水予測や被害軽減への取り組みは、DIMARの研究者が主体的に取り組む必要がある。DIMARの文民研究者のうちSATREPSに参加できる研究者は複数いると見込むことができ、若手研究者を日本に派遣して、津波に関する総合的な知識を得ることができれば成果の達成が可能であると考えている。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

本プロジェクトには、コロンビアの多くの機関が参画しており、それらの有機的な連携を取ることが課題となる。そのためには、コロンビアの代表機関であるSGCの積極的な関与と、JCC等に

おける定期的な研究集会の開催が必要である。

(2) 地震・火山・地殻変動グループ

SGC は充実した観測網を有しており、これらの供与機材を追加して、地震および火山監視情報の高度化を行うだけでなく、地震発生・火山噴火・沈み込み過程に関する基礎研究を行い、SGC の研究能力を高めることも必要である。そのためには短期の研究員受入だけでなく、留学制度を積極的に活用することで SGC の研究者を長期にわたって受け入れ、教育・研究を行うことが重要である。また、一部の担当者は英語力が不足して十分なコミュニケーションが取れない場合がある。こうしたケースでは、議論の際に時間をかけて相手の意図を汲み取る必要がある。また、インターネットの翻訳機能（英語⇄スペイン語）は大変役に立った。コロンビア側の担当者は研究面でも高い潜在能力を有しており、研究上の役割分担について、双方にメリットのある形を取れるよう注意する必要がある。

(3) 強震動グループ

短期研修及び長期国費留学の取り組みを使用して現地の若手研究者を受け入れるとともに、微動アレー観測データを用いた速度構造モデルの推定技術や強震動予測技術を SGC・UN・UA の研究者に移転することが重要と考えられる。強震動グループのリーダー（プリード）はコロンビア出身でスペイン語を母国語としており、現地でのスムーズなコミュニケーションを行うための中心的な役割を果たしている。

(4) 防災情報グループ

日本からの専門家派遣だけでなく、現地の若手の研究員を国費留学の仕組みにて長期に受け入れて、人的交流を基礎とした信頼関係を築くことが重要と思われる。防災情報配信の仕組みを効率良く構築するためには、コロンビア全域を担当する UNGRD とボゴタ市を担当する IDIGER との協調が重要である。

(5) 津波グループ

南米諸国の津波対策に係る機関と共通した課題（文民研究者の確保）があった。DIMAR は少なくとも、2 名の若手の文民研究者をアサインし、津波についての総合的な知識を有する技術者を育成する機会を検討してもらう必要がある。日本における JICA 研修や国別研修を活用しながら、まずは津波解析・予測の専門家を育成することが急務である。一方、SGC や UNGRD の研究者にも、津波解析・予測技術の移転を進めることは望ましいと考える。特に SGC-DIMAR-UNGRD の連携は極めて重要であるため、DIMAR は SGC から提供される震源情報から津波の予警報を国の機関に伝える責務を有すると同時に、Social Vulnerability を考慮した災害対応計画立案（災害対応のシナリオ作成、被害予測、ハザードマップ）や迅速な避難に向けての啓発活動を、3 者連携して展開する必要があることが分かった。

IV。社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

本年度は詳細計画策定のみのため該当なし。

(2) 社会実装に向けた取り組み

本年度は詳細計画策定のみのため該当なし。

V。日本のプレゼンスの向上（公開）

2014年10月3日に行われたミニッツ署名がコロンビア国際協力庁のホームページで紹介された (<https://www.apccolombia.gov.co/?idcategoria=1845#&panel1-6>)。

VI。成果発表等（公開）

VII。投入実績（非公開）

VIII。その他（公開）

以上

VI(1)(公開)論文発表等

	国内	国際
原著論文 本プロジェクト期間累積件数		

①原著論文(相手側研究チームとの共著論文)

著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ—おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表日 ・出版日	特記事項 (分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 件

②原著論文(相手側研究チームとの共著でない論文)

著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ—おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表日 ・出版日	特記事項 (分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 件

その他の著作物 本プロジェクト期間累積件数	国内	国際

③その他の著作物(相手側研究チームとの共著のみ)(総説、書籍など)

著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年	出版物の種類	発表日・出版日	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(相手側研究チームとの共著でないもの)(総説、書籍など)

著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	出版物の種類	発表日・出版日	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI(3) (特許出願した発明件数のみを公開し、他は非公開) 特許出願

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
記載例	2012-123456	2012/4/1	○○○○						戦略太郎	○○大学 ◎◎研究 科△△専	PCT/JP2012/123456
No.1											
No.2											
No.3											
No.4											
No.5											
No.6											
No.7											
No.8											
No.9											
No.10											

※関連する外国出願があれば、その出願番号を記入ください。

国内特許出願数
公開すべきでない特許出願数

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
記載例	PCT/JP2012/123456	2012/9/20	○○○○						戦略太郎	○○大学 ◎◎研究 科△△専	特願2010-123456
No.1											
No.2											
No.3											
No.4											
No.5											
No.6											
No.7											
No.8											
No.9											
No.10											

※関連する国内出願があれば、その出願番号を記入ください。

外国特許出願数
公開すべきでない特許出願数

VI(5) (公開)ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動

①ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
		(開催国)	(相手国からの招聘者数)	

②合同調整委員会開催記録(開催日、出席者、議題、協議概要等)

年月日	出席者	議題	概要

JST成果目標シート

研究課題名	コロンビアにおける地震・津波・火山災害の軽減技術に関する研究開発
研究代表者名 (所属機関)	熊谷博之 (名古屋大学大学院環境学研究科 地球環境科学専攻)
研究期間	H26採択(平成27年4月1日～平成32年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	コロンビア共和国／コロンビア地質調査所、コロンビア危機管理庁、ボゴタ危機管理庁、コロンビア海洋研究機構、ロス・アンデス大学、コロンビア国立大学

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・防災研究分野における世界的なプレゼンスの向上 ・日本に影響のある遠地津波予測情報の高精度化
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> ・発展途上国に適した災害軽減技術の開発 ・地震・津波・火山現象の理解の深化
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"> ・地震・津波・火山監視技術の他の発展途上国への活用
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(国際会議での発表、レビュー付雑誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ・エクアドルなど南米諸国との地震・津波情報の共有化
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"> ・地震・津波・火山監視システム ・防災情報配信システム ・コロンビアの地震・津波・火山に関する研究成果論文

上位目標

コロンビアの地震・津波・火山噴火において住民の避難や被害対応が適切に行われることにより災害を軽減する

プロジェクトによって導入・開発された技術が持続的・発展的にコロンビアの関係機関によって維持される。

プロジェクト目標

地震・津波・火山監視能力の高度化、強震動・津波被害の定量的予測、防災情報配信システムの構築

