

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究領域「途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」

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」

採択年度：平成26年度/研究期間：5年/相手国名：コロンビア

平成30年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成27年7月1日から 令和2年6月30日まで

JST側研究期間^{*2}

平成26年5月1日から 令和2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に基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：熊谷博之

名古屋大学大学院環境学研究科・教授

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

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	H26 年度 (10 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
				▼火山監視システムの実現			
		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					▼ボゴタ強震動リスクマップの実現		
3-2 津波被害予測		地盤情報収集・建物現況調査			リスクマップ導入と運用		
		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) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

当初計画においては、カリブ海側の津波浸水解析は Cartagena でのみ行うこととしていたが、Cartagena に加え San Andrés 島でも津波の危険性が確認されたことから、San Andrés 島での津波危険度評価についての追加解析を行うこととなった。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

- ・ 成果目標の達成状況とインパクト等

2018 年度は、のべ 17 名の専門家派遣および 14 名の研究員受け入れを通して、下記に述べる各研究課題の活動を行った。それぞれの活動はほぼ計画通りに進んでいる。越村教授が、「リアルタイム津波浸水被害予測システムの開発」により平成 30 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞（開発）を授与された。その中で開発された浸水被害を予測する技術は本プロジェクトにおいても技術移転がなされている。

- ・ プロジェクト全体のねらい、地球規模課題解決に資する重要性等

変更点はなし。

- ・ 研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援の構築(留学生、研修、若手の育成)等

名古屋大学大学院環境学研究科の日本人大学院生 2 名（博士後期課程）が、本プロジェクトの対象火山であるガレラス火山及びネバドデルルイス火山の地震データを用いて研究を行っている。そのうち一名は、2017 年度にガレラス火山のデータを用いた研究で修士号を取得し、博士後期課程に進学した。その修士課程での研究は、名古屋大学とコロンビア地質調査所（SGC）との共同研究として国際誌（Journal of Geophysical Research: Solid Earth）に本年度出版された。その研究紹介を名古屋大学のホームページを通して行った（http://www.eps.nagoya-u.ac.jp/news/news_181102.html）。SGC のカウンターパート研究員 2 名が名古屋大学大学院環境学研究科に SATREPS 枠および大学推薦枠による国費留学生として博士後期課程および博士前期課程で研究を行っている。

(2) 研究題目 1 : 「コロンビアにおける地震・津波・火山監視情報の高度化と地震発生ポテンシャル評価」

地震・火山グループ（リーダー：熊谷博之）

地殻変動グループ（リーダー：鷺谷威）

① 研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

(2-1) 地震・津波監視、地震発生ポテンシャル

SGC に導入された高度即時震源解析システム（SWIFT）の震源情報に基づいて津波波高の予測を行うシステム（SWIFT-TSUNAMI）の運用を開始した（PDM: Output1, Activities 1.2 & 1.3）。SGC の運用する広帯域地震観測網に加え、リアルタイムで公開されているグローバル地震観測網の波形データも用いているので、コロンビアの太平洋沿岸だけでなく、カリブ海で発生した地震についても自動解析を行うことが可能である。その運用の結果、マグニチュード (M_w) が概ね 5 より大きい地震について、地震発生から 10~12 分でメカニズム（セントロイドモーメントテンソル、CMT）解を、15 分で津波波高予測が自動的に出来ることを確認した。ただし地震観測網の周辺部などで発生した

地震は、十分な精度で地震情報を推定できない場合もあった。2019年2月22日にエクアドル・ペルー国境付近で発生したマグニチュード7.5の深発地震では、コロンビアの一部では有感であったが、プロジェクトで導入した広帯域強震計の記録を用いて同システムは正常に稼働して自動的に震源および津波情報を推定した。これらの結果はこのシステムが有効に運用できることを示している。さらにSWIFT-TSUNAMの地震および津波情報をTwitterに自動的にアップロードするシステムの開発を行うとともに、その試験運用を行った(図1)。このシステムでは誤情報が公開されないように、地震情報の決定精度がよい結果のみをアップロードする仕組みを構築した(PDM: Output1, Activity1.1, 1.2, & 1.3)。

これまで分かってなかった1979年コロンビア地震(M_w 8.3)の破壊過程を推定し、主要なすべり領域は本プロジェクトで推定されたプレート間カップリングが0.3程度という比較的小さい領域と一致していること、さらに1906年や他の歴史地震の破壊領域と重なっていないことを示した。この結果は、この沈み込み帯での大地震がそれぞれの震源領域を破壊したという本プロジェクトで示した破壊モデル(Yoshimoto et al., GRL, 44, 2203–2210, 2017)を支持するものである(PDM: Output2, Activity2.2)。

ナスカプレートの沈み込み帯におけるプレート間カップリングの論文がコロンビア地質調査所で発行予定の書籍(Geology of Colombia)に受理され、出版予定である。また、GPSデータの再解析を実施して上下成分も含めた3次元的速度を求めるとともに、ひずみ速度の分布を求めて検討した。その結果、ナスカプレート沈み込みに伴う東西短縮変形、パナマブロックの衝突による北西—南東短縮、カリブ海プレートの沈み込みによる西北西—東南東方向の短縮、アンデス山脈東縁の短縮変形および右横ずれ、などの特徴的な地殻変動の存在が明らかとなった(図2と3)。これらのひずみ速度は 10^{-8} /年のオーダーで、観測精度に対して有意であり、日本列島と比べるとそれほど大きくないが、数百年以上の時間で繰り返し大地震を起こすのに十分な大きさと言える(PDM: Output2, Activity2.1)。

(2-2) 火山監視、マグマシステム推定

2017年度に運用を開始したネバドデルルイス火山における高周波地震波振幅を用いた震源決定システム(ASL)に加えて、ガレラス火山のASLを稼働させた。このシステムでは高周波(5–10 Hz)の地震波振幅を各観測点の増幅特性の補正を行い、S波の等方輻射の仮定に基づいて震源位置とマグニチュードを自動的に推定する。ガレラス火山では2018年5月に群発地震活動が起こったが、このシステムによりそれらの地震の震源情報が自動的に推定され監視に用いられた(PDM: Output1, Activity1.6)。

ネバドデルルイス火山の火山構造性地震の走時を用いたトモグラフィー解析を行い、同火山のP波およびS波速度構造の3次元構造と、2000—2016年におけるそれらの構造の時間変動を推定した。その結果、噴火活動が活発化し始めた2013年以降に速度構造の明瞭な時間変動が推定された(図4)。これらは浅部にマグマが上昇してきたことによるものと解釈された。さらに同火山の火山性構造性地震の高周波地震波形を用いて散乱構造の1次元構造を推定した。その結果、浅部で非常に散乱が強く減衰の大きい層が推定されたが、それらは深さ約1 kmまでという浅部のみで、それ以降は通常の地殻と変わらない程度の弱い散乱構造を示すことが分かった。浅部の散乱が強く減衰が大き

い層は未固結な降下堆積物や変質岩などに対応すると考えられる (PDM: Output2, Activity 2.4)。

②研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

SWIFT-TSUNAMI は SGC によって運用されており、このシステムによって推定された地震情報を SGC のホームページで公開するシステムの開発が SGC によって独自に進んでいる。ASL も SGC により運用されており、火山監視に活用されている。また地震波走時トモグラフィーによる解析も SGC の研究員によって独自に行われている。このように技術移転は順調に進んでおり、さらにカウンターパートによる自立的な運用が行われている。

GPS データ解析、解釈や InSAR 解析等について、現地訪問や日本での研修を通して技術移転を進めている。コロンビア側担当者の博士論文執筆は多忙のために思うように進捗しなかったが、2019 年度中に名古屋大学で学位取得（論文博士）を目指し準備中である。また、国費留学生一般枠により名古屋大学に入学した学生が修士論文の研究を進めており、2020 年 3 月に修士課程を修了する予定である。修了後は博士課程への進学を予定している。

③研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

④研究題目 1 の研究のねらい（参考）

コロンビアにおける地震・津波・火山監視情報を高度化するために観測機材やデータ解析技術の導入を行うとともに、地震および火山噴火の発生過程に関する研究を行う。さらに地殻変動データの解析を進め、コロンビアにおける地震発生ポテンシャルを評価する。

⑤研究題目 1 の研究実施方法（参考）

専門家派遣および研究員の受入を通して、以下の課題に取り組んだ。1) 高度即時震源解析システム (SWIFT の自動セントロイドモーメントテンソル解に基づくコロンビア沿岸における津波波高を自動的に推定する SWIFT-TSUNAMI システムの運用、2) ネバドデルルイス火山およびガレラス火山における地震および空振データを用いた監視システムの高度化、3) 両火山のマグマシステム推定のための地震データ解析、4) 衛星画像データを用いたコロンビアの活動的火山の観測システムの構築、5) GNSS 速度データの逆解析に基づくプレート境界の固着分布やブロック断層モデルの推定。

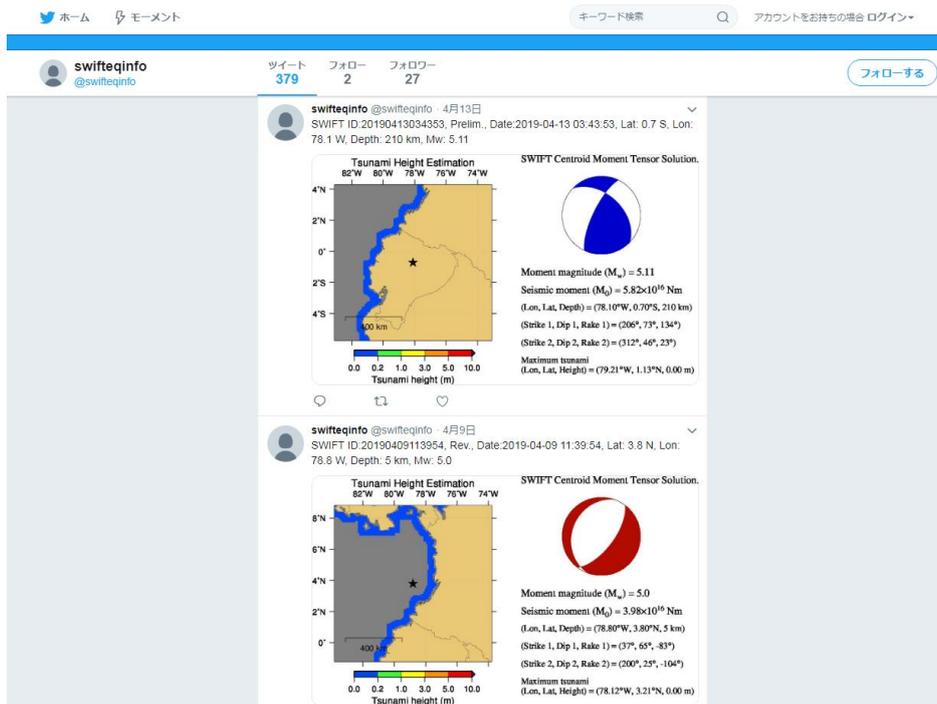


図 1. Twitter に自動的にアップロードされた SWIFT-TSUNAMI による地震および津波情報の例。

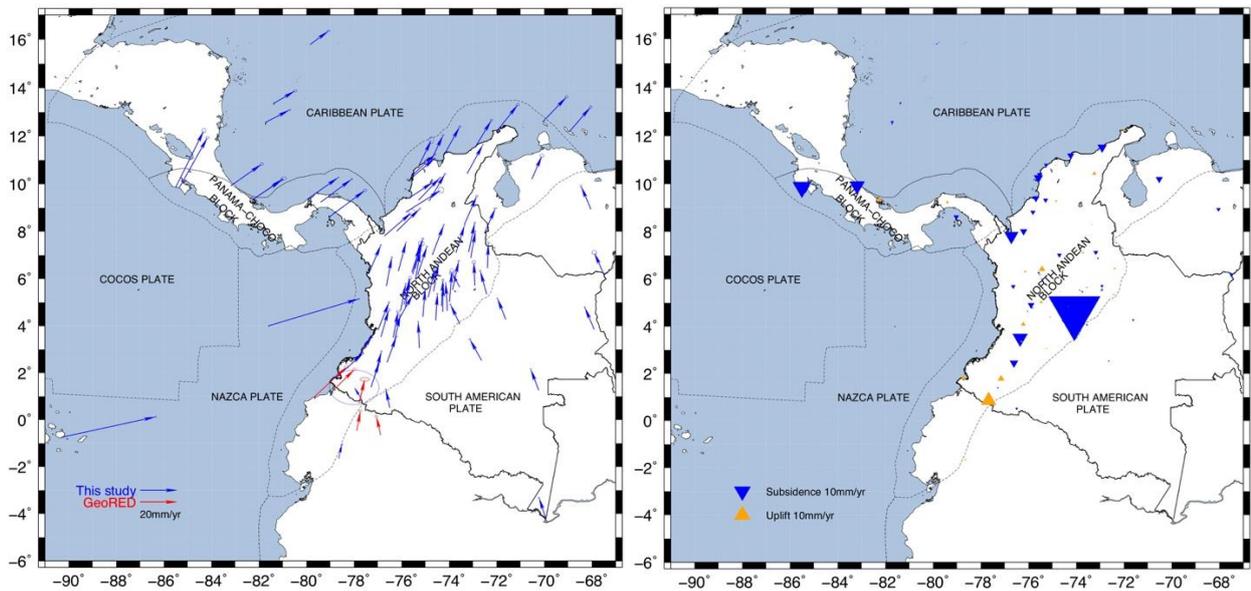


図 2. コロンビアおよび周辺の GPS 速度 (左: 水平成分, 右: 上下成分)。GAMIT/GLOBK による 2008 年~2016 年の再解析結果に基づく。

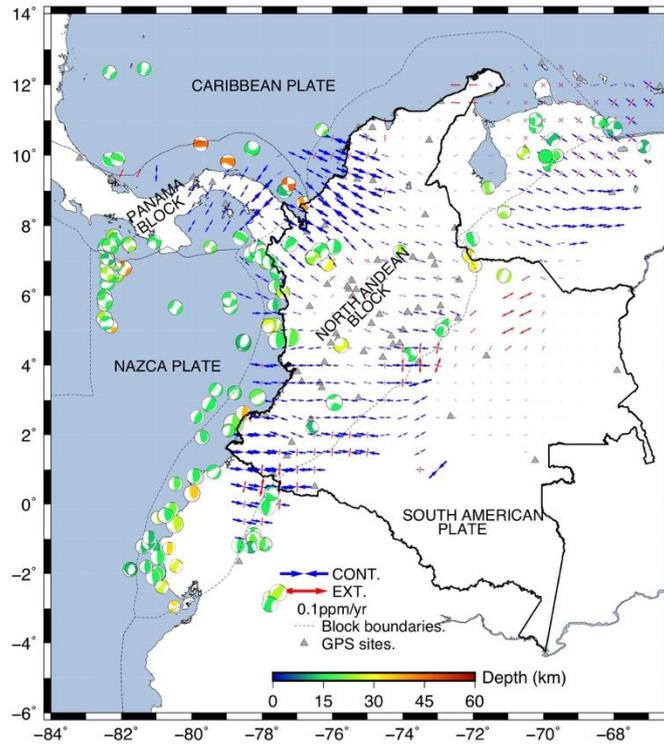


図 3. GPS 速度から計算したコロンビアの地殻ひずみ速度分布。ナスカプレートの沈み込み、パナマブロックの衝突、カリブ海プレートの沈み込み、アンデス山脈東縁などに有意なひずみの蓄積が見られる。

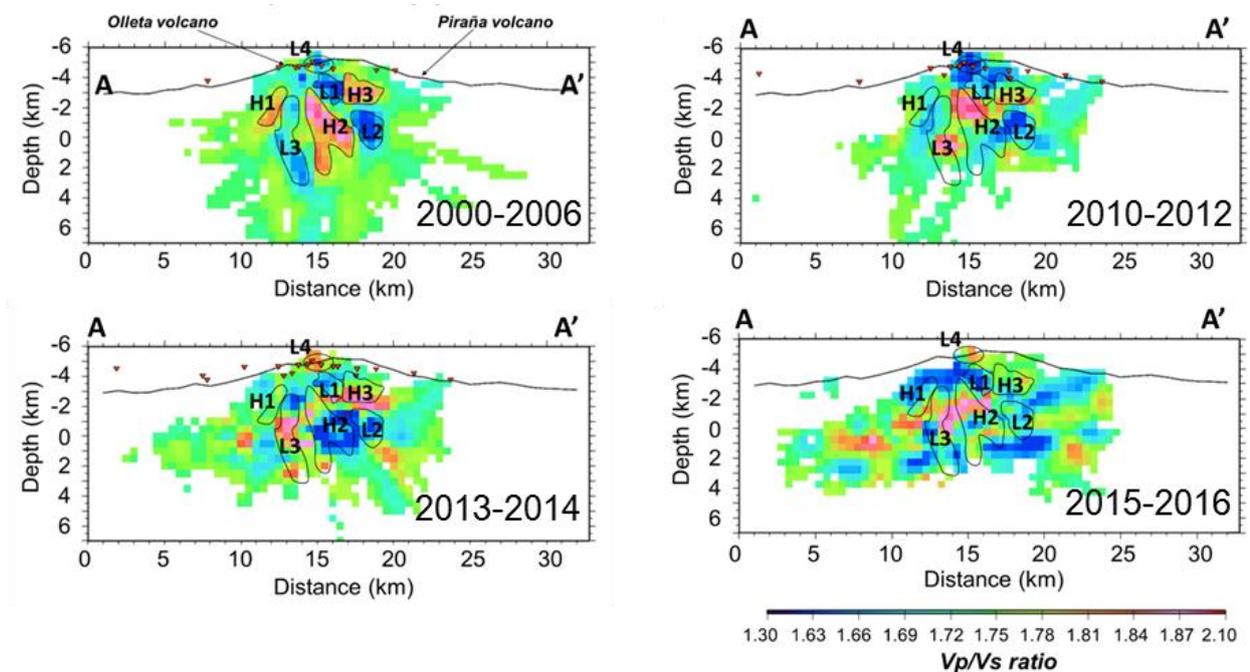


図 4. ネバドデルルイス火山で地震波トモグラフィー法により推定された P 波と S 波速度の比 (V_p/V_s) の 2000 年から 2016 年までの時間変動 (Londoño and Kumagai, JVGR, 358, 105–123, 2018)。2000–2006 年の期間の速度比異常 (H1–3 と L1–4) が時間とともに変化していく様子が見られる。

研究題目 2 : 「コロンビアにおける強震動被害予測」

強震動グループ（リーダー：ネルソン・プリード）

①研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

昨年度まで作成した周密な微動観測データによる地盤の速度構造モデル（2 km メッシュ）を用いて、ボゴタ市の詳細な地盤増幅分布モデルの推定を行い、ボゴタ危機管理庁（IDIGER）が作成した最新の地盤図（2010 年版）を参考に各地盤ゾーンの平均的な周期毎の増幅特性（伝達関数）の推定を行った（図 5）。それらの結果からボゴタの北部と南部の地盤増幅特性が大きく異なり、ボゴタの北部では地盤の増幅のピーク周期が 2~4 秒（図 5a）に対して、南部では 2 秒以下に推定した（図 5b）。このような浅地盤の周期特性の違いはボゴタ北部（柔らかい粘土層）と南部（硬い砂）の地盤ゾーンの違いと調和的である（図 5）。また本プロジェクトで推定したボゴタの深部地盤モデルの深さ分布（各層の深さ）と微動観測による水平上下スペクトル比（HoV）のピーク周波数の関係式を調べたところ（図 6）、S 波速度値 300~500 m/s の層の深さとピーク周波数の関係式の相関が最も高く、これより深い層の深さとピーク周波数の関係式の相関が極めて低いことが分かった（図 6）。このことから 500 m/s の層の下限はボゴタの工学基盤であり、これはボゴタの最も深いボーリング探査（深さ 600 m）で抽出された更新世の層（下限 325 m）（Sabana formation）（Torres et al., PALAEO, 226, 127-148, 2005）に相当するものと考えられる（PDM: Output2, Activity 2.3）。

さらに 1906 年コロンビア・エクアドル地震の新たなすべりモデルの推定を行った。本プロジェクトですでに津波データにおけるすべりモデルを推定されているが（Yoshimoto et al., 2017）、新たなモデルの特徴は津波データのほか、建物被害（震度分布）を再現することである。そのために 1906 年地震のすべり分布（Yoshimoto et al., 2017）及び 1906 年地震の被害分布から推定された震度分布データ（Sarabia and Cifuentes, コロンビア地質調査所報告書, 2007）を用いて、1906 年地震の広帯域波長すべりモデルの推定を行った（図 7a）。津波データによる長波長すべりモデル（図 7a 上）に、フォンカルマン型の自己相関関数に基づく短波長すべり（図 7a 中）を加えた。このようなモデルに基づいて強震動を計算し（図 7b 下）、観測された震度分布を再現する広帯域波長すべりモデルを推定した（図 7a 下）（PDM: Output2, Activity 2.2）。これらの成果は国際誌に投稿中である。

②研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

カウンターパート研究員 3 名に対して、防災科学技術研究所においてボゴタ盆地速度構造モデルの向上やボゴタ市の浅地盤の詳細増幅特性に関する指導を行った。さらに東北大学においてボゴタ断層に関する研究を行った。その結果、盆地の速度構造モデルの向上や表層地盤の増幅マップの作成手法、断層のシナリオ作成に関する技術移転が行われた。

③研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

④研究題目 2 の研究のねらい（参考）

ナスカプレート（太平洋側）の沈み込みに伴うプレート境界固着分布の推定結果や歴史地震及び地震活動の情報を用いて、海溝型巨大地震及び活断層による内陸地震の震源モデルを作成する。さ

らに盆地に位置するボゴタ市の速度構造モデルを構築し、震源モデルに基づいたシナリオ地震の強震動シミュレーションを実施する。

⑤研究題目 2 の研究実施方法（参考）

専門家が現地に訪問するとともに、カウンターパート研究員を防災科学技術研究所に招いし、ボゴタの想定地震による強震動予測の構築に向けて 1) 地盤モデルの構築、2) 震源モデルの推定に取り組んだ。

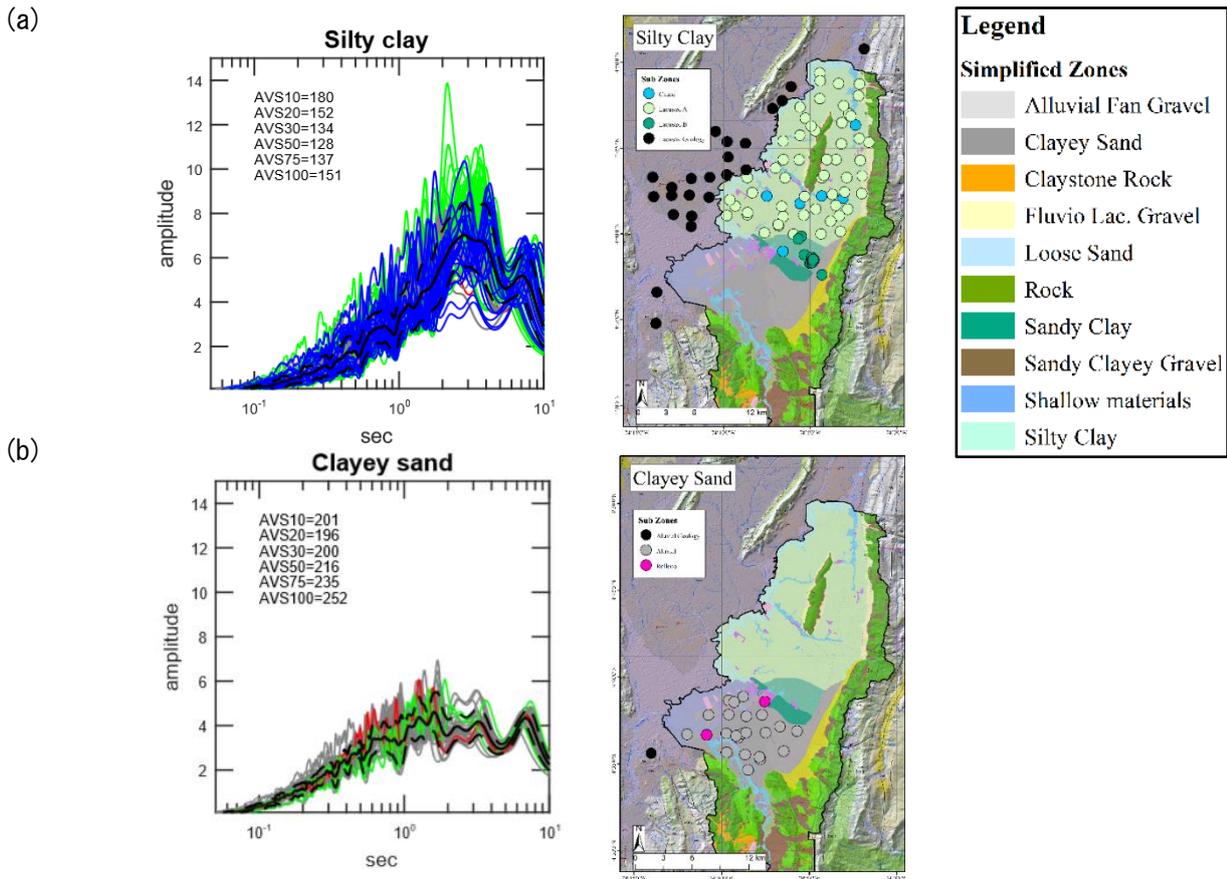


図 5. (a) 地盤地下構造モデルにおけるボゴタ北部 (Silty clay の地盤ゾーン) の伝達関数の平均値 \pm 標準偏差 (黒線) とゾーン内の全伝達関数 (色付) (左)、ボゴタ市の地盤図 (ゾーン内の微動観測点は緑点で表示) (中)、地盤図の凡例 (右)。(b) ボゴタ南部 (Clayey sand の地盤ゾーン) の伝達関数の平均値 \pm 標準偏差 (黒線) とゾーン内の全伝達関数 (色付) (左)、ボゴタ市の地盤図 (ゾーン内の微動観測点は灰点で表示) (右)。

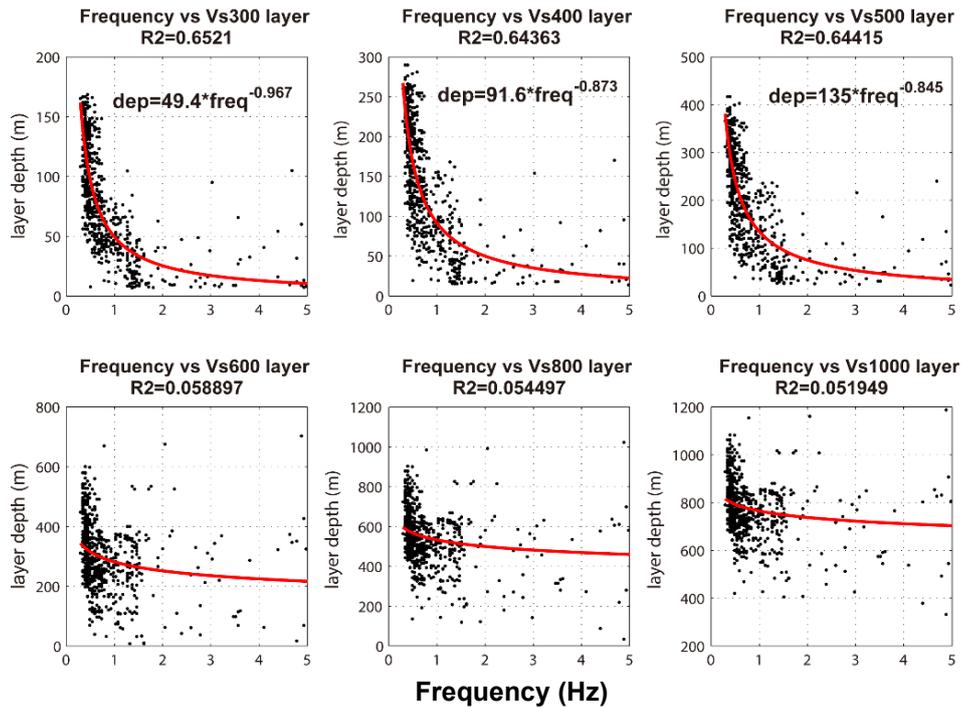


図 6. ボゴタ盆地の HoV ピーク周波数の観測値と盆地の 3 次元速度構造モデルに基づく各点での層の深さの推定値の関係。各層 ($V_s=300, 400$ と 500 m/s) の深さ (dep) と HoV ピーク周波数 (freq) の関係式 (赤線) とその相関係数 (R^2) が表示されている。

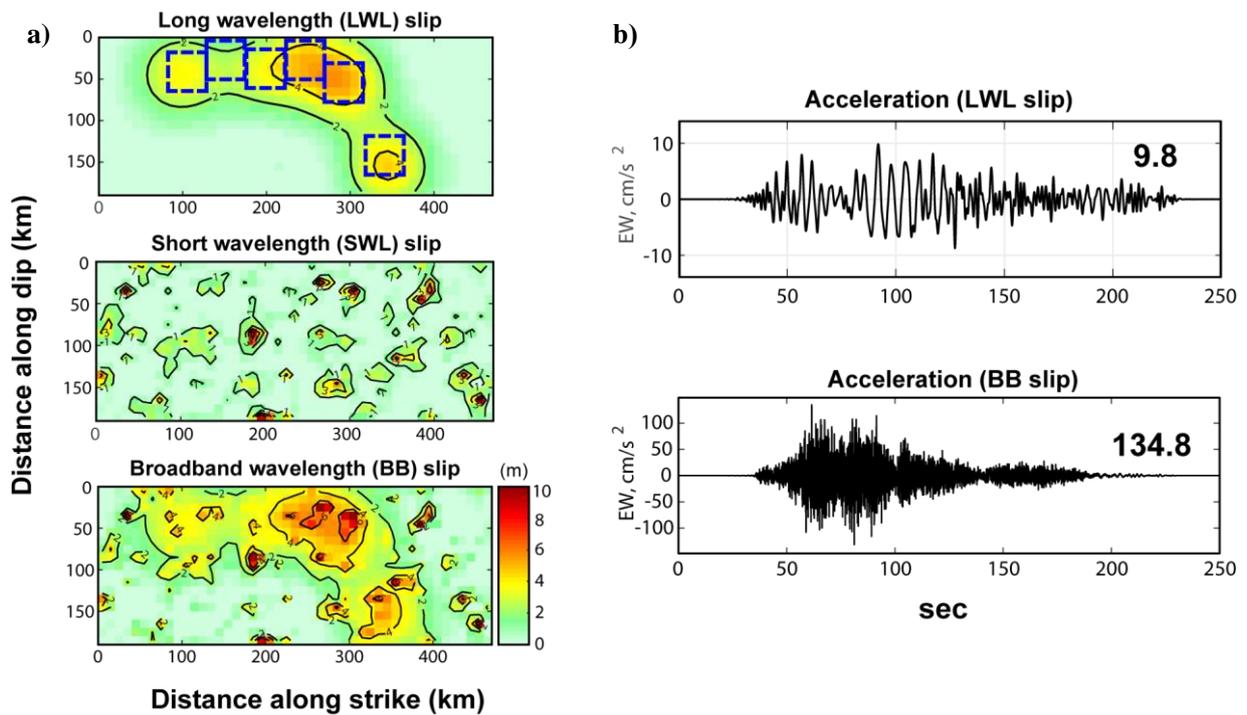


図 7. (a) 1906 年コロンビア・エクアドル地震のすべりモデル (Yoshimoto et al., 2017) (青線) に基づいた長波長すべりモデル(上)、1906 年地震の短波長すべりモデル (中) 及び 1906 年地震の広帯域波長すべりモデル (下)。 (b) 1906 年地震の長波長すべりモデル (上) 及び広帯域波長すべりモデル (下) における Tumaco 市の基盤の強震動シミュレーションの結果 (Pulido et al., 2019 投稿中)。

(3) 研究題目 3 : 「コロンビアにおける防災情報の高度化」

防災情報グループ（リーダー：松岡昌志）

①研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

前年度に提案した Vs30 (表層地盤の平均 S 波速度) に基づく応答スペクトル (地震動の周期特性) の増幅モデルが 2017 年メキシコ Chiapas 地震の観測記録を説明できることを示した (PDM: Output3, Activity3.1)。図 8 に Chiapas 地震の観測記録と応答スペクトルを観測地点の Vs30 に区分して示す。また、既存の距離減衰式とボゴタの応答スペクトル増幅率モデルを組み合わせることで、Quindío 地震や想定地震に対する地震動を簡便に予測できることを提案した。建物被害推定については、ボゴタの建物台帳の整備と被害関数の高度化を行い、これらの手法およびデータを統合した地震動と被害 (リスク) の早期推定システムの構築に関しては、前年度に開発した各種のアルゴリズムを連結させて、IDIGER の強震観測記録サーバーへのアクセスと地震発生の待機、地震発生直後のデータ取得、地震動マップと推定とブラウザでの可視化、建物台帳と被害関数に基づく建物被害推定と可視化までの一連の仕組みをプロトタイプシステムに実装して、地震動から被害推定まで高速に動作することを確認した (PDM: Output3, Activity3.2)。図 9 には地震動分布を可視化した画面を示す。なお、建物台帳データは土地台帳、社会階級情報、一部の現地調査を総合して構築しているため、建物構造、階数、用途などについて建物 1 棟単位で正確に推定しているものではなく、街区単位での概略推定である。そこで、地震動および被害推定システムにおける可視化と出力の単位は 250 m メッシュとし、建物台帳の情報を 250m メッシュに集約している。図 9 にボゴタ市の建物の分布 (価値表示) を示す。

コロンビアの地震動マップ生成情報の国際標準配信および SNS 配信システムについては、SeisComp の導入によってシステム変更されたコロンビア地質調査所 (SGC) の ShakeMap に対しても機能するようにシステムの改良を行った (PDM: Output4, Activity4.2 & 4.3)。また、コロンビア国内の防災情報提供サービス (ポータルサイト) 構築に向けて、コロンビア国内の関係機関が Web で公開・発信している内容をコロンビア危機管理庁 (UNGRD) が整理することに合意した。

②研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

ボゴタ市の建物台帳および被害関数を構築しているコロンビアの関係機関の研究者を研修に迎えて、これらのデータを活用した地震動および建物被害分布を即時推定する手法に教示した。また、IDIGER と SGC にて観測された既往の強震記録に基づき、ボゴタ市の応答スペクトルの地盤増幅特性について明らかにし、共同執筆の論文がアメリカ地震学会の論文誌に受理された。

③研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

SGC が運用している ShakeMap システムの構成 (ハードウェアやデータの格納場所など) が頻繁に変更されるため、本プロジェクトで開発している国際標準配信システムが ShakeMap のデータを参照できないエラーが発生している。2019 年度に実施予定の SGC の研究者への研修において、ShakeMap システム構成を変更した場合の修正方法などを教示する予定にしている。

④研究題目 3 の研究のねらい (参考)

コロンビアおよびボゴタ市の強震観測網等のデータを用いて、地盤の増幅特性を考慮した空間補間処理に基づく最大地動加速度・最大地動速度等の地震動マップと地盤災害危険度マップを自動計算する。さらに、ボゴタ市については建物被害の損害額を推定するリスクマップを生成する。そして、クラウドおよびソーシャルメディアを活用することで、これらの情報を防災関係機関や一般市民に広く防災情報を周知するシステムを構築する。

⑤研究題目 3 の研究実施方法 (参考)

地震発生後にコロンビアおよびボゴタ市内の地震動と被害マップを即時推定するシステムの構築に向けて、以下の課題に取り組んだ。1) SGC が開発したコロンビア全域の ShakeMap システムに用いられている地盤の平均 S 波速度 (V_{S30}) マップの高度化、2) ボゴタ市内の建物の被害推定、3) 地震動と被害マップの即時推定システムの開発、4) 防災情報の発信。

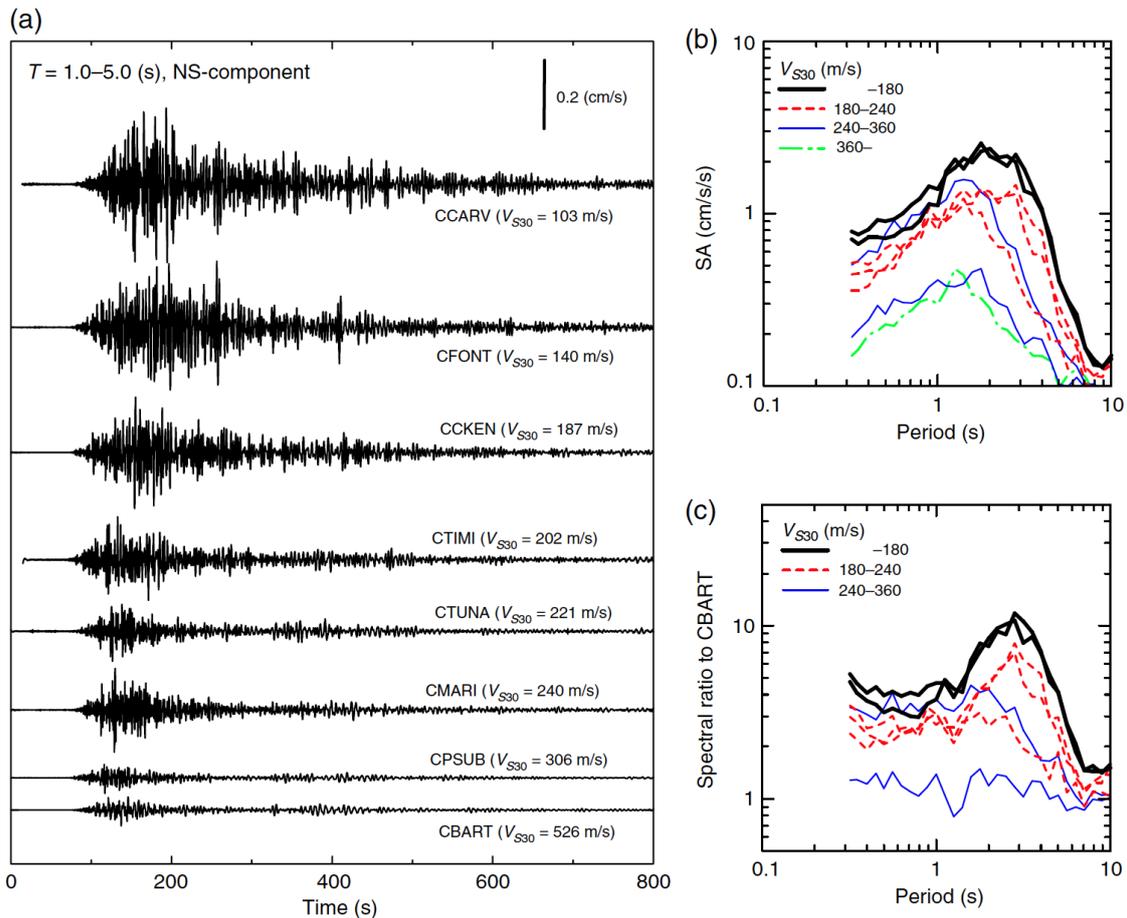
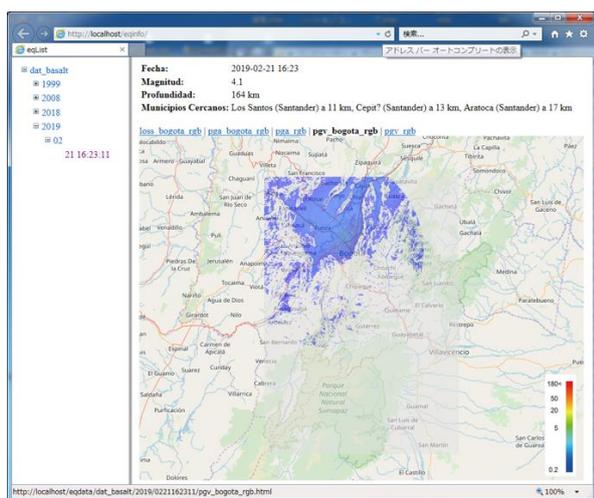
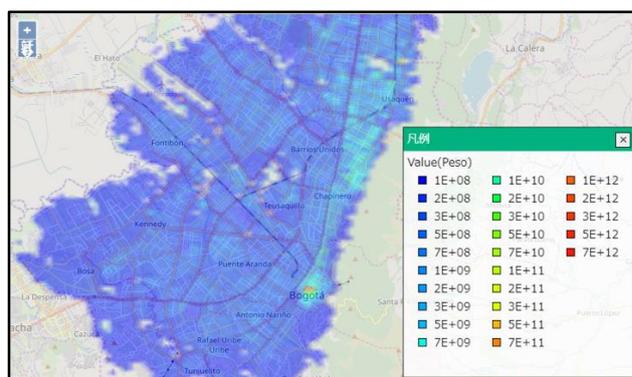


図 8. ボゴタ市の強震観測地点における 2017 年メキシコ Chiapas 地震の観測記録 (a) と観測地点の V_{S30} の値で区分した応答スペクトル (b)、CBART 地点を基準にした応答スペクトル比 (c)。



(a)



(b)

図 9. 地震被害推定システムの出力結果の一例。(a) 2019 年 2 月 21 日の地震の最大速度分布図、(b) ボゴタ市の建物台帳データから求めた 250 m メッシュごとの建物の価値 (ペソ) の分布。

(4) 研究題目 4 : 「コロンビアにおける津波被害予測」:

津波グループ (リーダー: 越村俊一)

① 研究題目 4 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

相手国研究者と協力して、津波浸水被害予測のための建物データおよび被害予測モデル (Fragility Curve) を整備した。Tumaco を対象として、衛星画像、現地調査、Google Street View により建物データを更新した (図 10)。これにより、津波浸水シミュレーションを用いた建物被害の量的推定が可能になった。この建物情報から構造モデルを構築して、津波作用力に対する耐力の構造解析を実施している (図 11)。入力する津波の浸水深と流速から作用力を計算し、力学モデルの解析を通じて建物の耐力を評価することが可能となった。複数の建物構造パラメータと津波波形の入力のパラメータにより、建物の耐力、被害の有無・程度と浸水深の関係をまとめ、津波被害関数を構築した。実際の津波被害データに基づく経験則としての津波被害関数 (Empirical Tsunami Fragility Curve) ではなく、理論的に導出される津波被害関数 (Analytical Fragility Curve) を構築することができた (図 12)。これにより、過去の津波被害データが十分に整備されていないコロンビアにおいても被害評価を行うことが可能になった (PDM: Output3, Activity3.3 & 3.4)。

コロンビア海洋研究機構 (DIMAR) で構築中のデータベース型津波予報については、データベースの検証および津波警報プロセスに組み込むためのフィージビリティチェックを進めているところである。UNGRD とも協力体制が気づかれており、研究終了時には一定の成果が期待できる。

以上に述べた通り、本グループの活動は PDM における Output1 および 3 に対応し、PO による計画通りに概ね進捗している。2018 年度は国際ジャーナル (Engineering Structures 誌) に投稿、Coastal Engineering Journal 特集号の編集など、成果の蓄積も進んでいる。

カリブ海沿岸の津波については、被害を及ぼしうる既往イベントが確認されていないことから、仮想シナリオでのシミュレーション環境を構築中である。このシミュレーションについては、結果

の位置づけも含めてコロンビア側と協議していく予定である（図 13）。

②研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

これまで、津波計算に係る基礎理論、シミュレーション実行、可視化・地図化について一連の技術移転が終了している。津波数値計算技術移転の成果としては、DIMAR がデータベースに基づいた即時的津波予測手法を構築し、津波警報を発令するプロトコルに組み込むための検討を継続している。

③研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

カリブ海での津波予測について、San Andrés 島での追加解析の実施について 2017 年度 JCC において承認された。

④研究題目 4 の研究のねらい（参考）

ナスカプレートの沈み込みに伴う巨大地震による津波や、カリブプレートの沈み込みやカリブ海の津波に対して津波被害の予測技術の構築を行う。具体的には、津波被害の予測技術の構築に向けて、(a) コロンビアにおける巨大地震津波の履歴と想定津波発生シナリオの検討、(b) コロンビア沿岸部における津波発生・伝播特性の把握、(c) 津波浸水予測と津波被害関数を利用した津波被害想定手法の確立、(d) 人口統計データ等ソーシャルデータとの統合分析による津波曝露人口と人的被害の推定、(e) 津波の被害軽減に資する具体的軽減対策の基盤構築のテーマに取り組む。

⑤研究題目 4 の研究実施方法（参考）

コロンビアに影響を及ぼしうる津波で最も懸念されるのは、ナスカプレートの沈み込みによって発生する巨大地震（太平洋側）であるが、カリビアンプレートの沈み込みにより発生するプレート境界型地震や、カリブ海での遠地津波など、様々な津波事例の整理と防災対策へ備えが必要である。津波グループでは、津波とその被害の予測技術の構築を目標に、1) 津波浸水予測のための海域・陸域の水深・標高メッシュデータの整備と、複数の想定地震シナリオに基づいた津波伝播・浸水解析の実施によるシミュレーションモデルの構築、2) 浸水予測と被害関数（フラジリティカーブ）に基づく建物被害・人的被害の評価手法の確立、3) マルチエージェントシステムによる避難行動シミュレーションの検討とそれに基づいた避難計画の改善に取り組む。

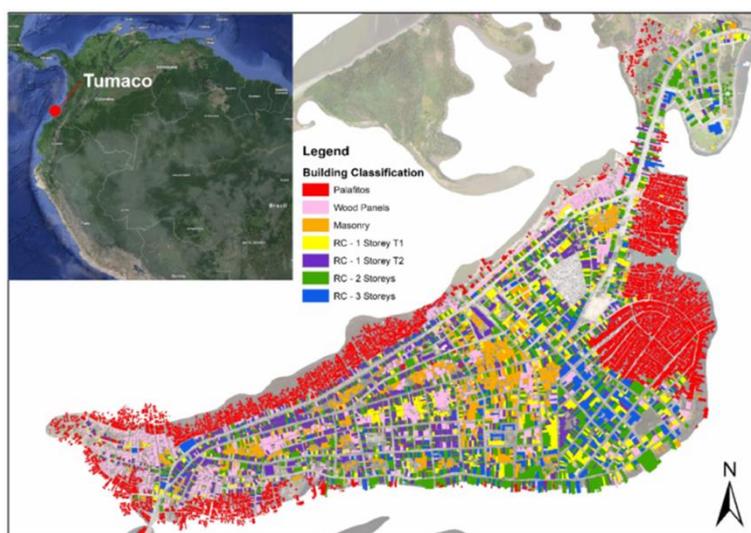


図 10. Tumaco における建物データ。津波浸水シミュレーションと Fragility Curve を利用した統合解析により、建物被害の量的推計が可能になる。

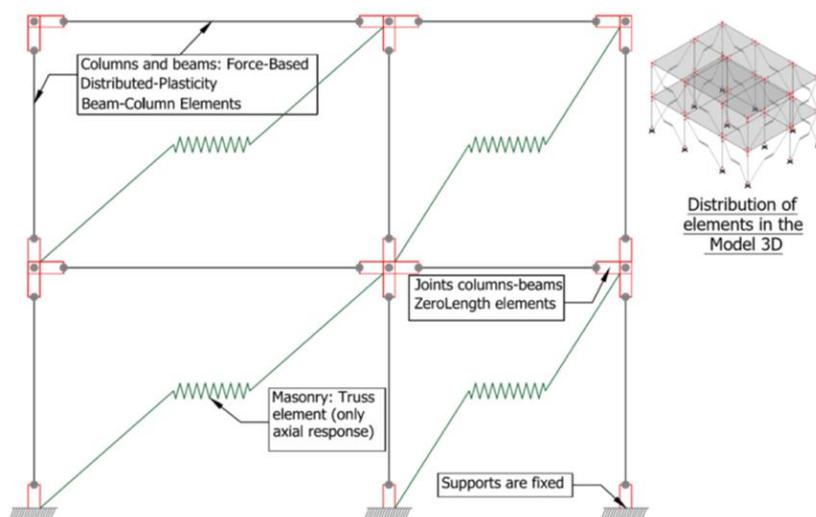


図 11. 津波への耐力と被害評価のための構造力学モデル。建物をモデル化することで、津波の作用力と建物の耐力を推定できるようになり、被害予測モデルの高度化を果たすことができる。

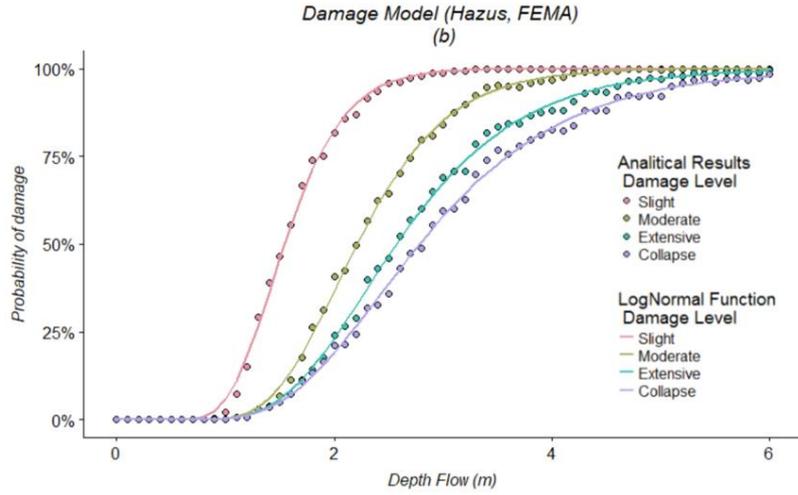


図 12. 津波被害関数の例。シミュレーションにより求まる津波浸水深を説明変数として建物被害率を求めることができ、被害の量的推計を行う。

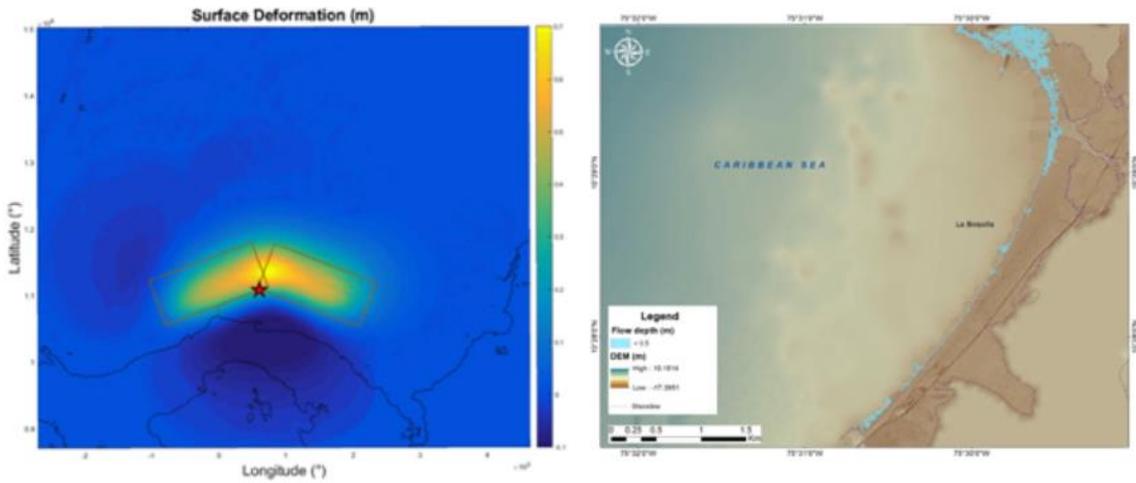


図 13. カリブ海沿岸での仮想津波シナリオと浸水予測計算結果。仮想の地震シナリオ ($M_w 8$) に基づいており、結果の利用・位置づけについては協議が必要。

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

プロジェクト全体としては、ほぼ計画通りに進捗している。技術移転は順調に進んでおり、カウンターパートによる自立的運用も行われている。またコロンビア沈み込み帯での大地震の発生過程の理解が進むなど科学的成果も上がっている。最終年度である 2019 年度は社会実装のための活動と科学的成果のとりまとめを中心にプロジェクトを進めていく予定である。

(2) 研究題目 1 : 「コロンビアにおける地震・津波・火山監視情報の高度化と地震発生ポテンシャル評価」

SWIFT-TSUNAMI および Twitter システムの運用を行うとともに、SGC のホームページ等から本システムによる地震情報を発信する。さらに、新規にサーバーを購入してバックアップシステムの整備を進める。ネバドデルルイス火山とガレラス火山の ASL を運用するとともに、ASL の決定精度を向上させるための研究を行う。ガレラス火山およびプラセ火山で発生した LP イベントの波形解析を行い、それらの地震の発生に關与した流体とその状態の推定を行う。さらにガレラス火山の火山構造成地震を用いた走時トモグラフィを行い 3 次元の速度分布とその時間変動を推定する。地殻変動に関しては、2018 年度に得た GPS の 3 次元的速度データおよびひずみ速度に基づいて、①ナスカプレート沈み込み帯におけるプレート間カップリングの改訂、②カリブ海プレートの沈み込みのカップリング評価、③北アンデスブロックの運動モデルの再評価を実施する。また、測地データに基づく火山活動監視の試験解析を実施する。

(3) 研究題目 2 : 「コロンビアにおける強震動被害予測」

ボゴタ盆地の 3 次元速度構造モデルの精度向上のために短点微動観測による HoV と微動アレーデータによる分散曲線のジョイントインバージョン解析を行う。また、表層地盤の精度向上のためにボゴタ市の強震動観測網の記録やボゴタ市のボーリング情報などを用いてボゴタのサイト特性評価を行う。

ボゴタ盆地の強震動予測及びコロンビアの太平洋の沿岸の津波ハザード評価のために、海溝型巨大地震の複数の地震シナリオの作成を行う。地震シナリオの作成のために、本プロジェクトで推定されているエクアドル・コロンビアにおけるナスカプレートのカップリングモデル及び 1906 年、1979 年のコロンビア大地震のすべりモデルとコロンビアの歴史地震の情報を用いて、津波予測及び強震動シミュレーションのための統一的な震源モデルを作成する。ボゴタ盆地の深部と浅部地盤モデル及びシナリオ地震モデルを用いてボゴタ盆地の 3 次元強震動波動伝播シミュレーション及び表層地盤の増幅特性を含まれた強震動シミュレーションを行う。

(4) 研究題目 3 : 「コロンビアにおける防災情報の高度化」

強震動グループが実施したシナリオ地震に対するボゴタの強震動シミュレーション結果を用いて、ボゴタの建物（リスク）の被害推定を行う。地震動と被害（リスク）の早期推定システムの構築に関しては、ボゴタ市の強震観測データと震源情報を対応付けて、震源情報と距離減衰モデルを平均トレンドとした Kriging による空間処理機能を実装することで地震動マップの高精度化を行う。さらに、IDIGER の職員にシステムの仕組みや運用を教示する研修を行い、実際に IDIGER にシステムを移管して実運用を

開始する。地震動マップ生成情報の国際標準配信および SNS 配信システムを SGC のクラウドに実装して、システム運用を開始する。そのため、SGC 職員に対するシステムのインストールや運用に係る研修を実施する。また、コロンビア国内の防災情報提供サービス（ポータルサイト）を公開する。

(5) 研究題目 4 : 「コロンビアにおける津波被害予測」

PDM における Output 1 および 3（津波の予測およびリスク評価の向上）に対応し、PO による計画通りに概ね進捗している。日本側チームは太平洋岸のフィールドでの活動はできないが、DIMAR および UN のチームが Tumaco をフィールドにして、浸水予測・被害予測のモデル化を行うなど順調に進んでおり、津波波源モデルの設定、津波伝播・浸水予測、津波被害関数との統合解析による建物被害推定、結果の可視化といった一連の解析を実施することが可能になった。

研究成果の社会実装（出口戦略）として、標準化した津波浸水予測・被害予測手法による対象領域の津波浸水予測の実施とハザードマップの更新、および被害予測結果を踏まえた対象フィールドにおける津波避難訓練の実施、津波警報プロトコルへの貢献、および減災策の立案（コロンビア側が実施する避難計画の改善、避難施設の評価）を見込んでいる。

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

SGC のカウンターパート研究員 2 名が、国費留学の SATREPS 枠と大学推薦枠を用いて、名古屋大学大学院環境学研究所の博士後期課程と博士前期課程で研究・教育活動を行っている（PDM: Output1 & 2, Activities1.2, 1.4, 2.1, & 2.2）。

(2) 研究題目 1 : 「コロンビアにおける地震・津波・火山監視情報の高度化と地震発生ポテンシャル評価」

地震・火山グループ（リーダー：熊谷博之）

地殻変動グループ（リーダー：鷺谷威）

SGC の職員は業務が多く、研究成果を取りまとめるための時間を確保することが難しい場合があった。日本での研修を複数回行うことでそのための時間の確保した（PDM: Output1, Activity1.2）。エクアドルの研究員をコロンビアに招へいし、SWIFT-TSUNAMI の運用とシステム改良に関する技術を共有した（PDM: Output1, Activity1.2 & 1.3）。

SGC において人事異動が多く、GPS グループの活動を継続できるか危ぶまれる。現在名古屋大学で指導しているコロンビア人の大学院生には、将来活動の中核を担えるよう意識した教育を行っているが、博士課程修了までには少なくともあと 4 年かかる。また、コロンビア側代表者について学位取得をサポートしているのも、大学等で後継人材を育成できるようにする意図がある（PDM: Output2, Activity2.1）。

(3) 研究題目 2 : 「コロンビアにおける強震動被害予測」

強震動グループ（リーダー：ネルソン・プリード）

コロンビア側の研究機関と協力してボゴタ盆地の速度構造モデル構築を予定通りに行っている。速度構造モデルの較正を行うためには、ボゴタの既存の地震記録では不十分であり、本プロジェクトで設置した強震計の記録の蓄積が重要となる。ボゴタで行っている強震動予測のノウハウは日本の先端技術であり、この技術をボゴタのような地震ハザードの高い南米の大都市への適用が期待出来る（PDM: Output2, Activity2.2 & 2.3）。

(4) 研究題目3：「コロンビアにおける防災情報の高度化」

強震動グループ（リーダー：松岡昌志）

建物被害の推定には建物台帳データを整備する必要があるが、コロンビアのみならず多くの国や都市では数値化されたものがないのが現状である。そこで本プロジェクトでは土地管理局が所有する土地台帳データを基盤とし、一部の地域においては現地調査を実施することで、建物構造や用途などを類推して、その類推モデルをボゴタ市全域に拡張する方法がロスアンデス大学（UA）により提案され、ボゴタ市の建物台帳データを整備した（PDM: Output3, Activity3.2）。類似の方法は SATREPS ペルー（2010～2015）において、リマ市の建物台帳データ構築においても採用されており、大都市の建物台帳データ整備方法の標準手法となり得る。また、強震観測網あるいはシミュレーションによる強震動データが得られた場合の地震動分布および建物被害分布のリアルタイム推定システムの基本要素についても共通する部分が多いことから、本プロジェクトにて構築したシステムは他の国や都市に移管できる可能性が高い（PDM: Output4, Activity4.2）。

(5) 研究題目4：「コロンビアにおける津波被害予測」

強震動グループ（リーダー：越村俊一）

ハザードマップの更新、リスク評価、避難計画の立案、避難訓練・啓発活動について共同研究に取り組むとことにたいし DIMAR および UN と合意している。Tumaco をフィールドとした社会実装は重要な課題であるが、日本側研究者は現地に行くことができないが、コロンビア国立大学の共同研究者と UNGRD が連携して避難訓練を実施するなど、活動は活発に行われている。浸水予測や被害軽減への取り組みの成果について、コロンビア側の研究者が主体的に取り組んだ結果として国際共著論文として投稿する成果が得られたことが重要な進展であり、成果の達成が可能であると考えている（PDM: Output3, Activity3.3）。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

SWIFT は、エクアドル地球物理研究所およびフィリピン火山地震研究所において運用されており、それぞれの国の地震監視に活用されている。システムの改良に関する情報は、コロンビアとエクアドルでは研究員の交流により共有されている。フィリピンに関しては、それらの情報は日本人専門家を通して共有されている。

(2) 社会実装に向けた取り組み

SWIFT-TSUNAMI による地震情報および ASL による火山性地震・微動の震源情報は SGC の地震および火山監視にすでに活用されている。SWIFT-TSUNAMI による地震情報は SGC の公式ホームページから一般向けに提供するためのシステムの開発を行っており、来年度中には情報提供が行われる予定である。

微動観測システムによるボゴタ盆地の 3 次元地下構造モデルの構築を行い、シナリオ地震における強震動予測を行っている。この結果をボゴタのリスク評価を担当する IDIGER に共有する予定である。

DIMAR への津波浸水予測計算技術の移転が完了し、現在津波警報に用いる予測データベースを構築しているところである。数多くの地震シナリオに基づく検証を踏まえて社会実装が可能となる。

地震発生後に強震観測網で得られるデータを取得し、ボゴタ市における地震動と建物被害の分布を即時推定するシステムを IDIGER に実装して、実運用を開始する。また、SGC の ShakeMap システムから生成されるコロンビアの地震動分布について、ユーザが利用しやすいよう国際標準形式で配信し、SNS を用いて結果を通知するシステムを SGC のクラウドに実装して、運用を開始する。

ボゴタにあるロスアンデス大学に日本センターが設立され 2018 年 12 月に一般向けに公開された。この日本センターに本プロジェクトを紹介する展示を設置することが決まった。ロスアンデス大学のカウンターパートおよびこのセンターの職員と連携してその準備を進めている。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

本プロジェクトの地震監視で連携しているエクアドル地球物理研究所が JICA 理事長賞を受賞し、2019 年 3 月 7 日にエクアドルのキトで JICA 理事長賞受賞記念『防災グッドプラクティス共有のための国際会議』が開催された。この会議に熊谷が招待され講演を行ったが、その中で本プロジェクトの概要とエクアドルとの連携に関して紹介を行った。エクアドル国の防災関係者（中央省庁、地方自治体）、国際ドナー、JICA ボランティア及びボランティアカウンターパート、ペルーとチリの専門家等、合計 99 名がこの会議に参加した (https://www.jica.go.jp/information/seminar/2018/20190307_01.html)。

SGC が編集した書籍（Geology of Colombia）の 1 章を鷲谷が筆頭著者として執筆した (<https://www2.sgc.gov.co/LibroGeologiaColombia/Paginas/>)。日本との協力が将来にわたってコロンビアで広く認知される可能性が広がった。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	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	発表済 /in press /acceptedの別	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。)
2016	Pulido, N., S. Senna, T. Sekiguchi, H. Yamanaka, J. Eraso, N. Perico, J. C. Reyes, H. Garcia, P. Pedraza, C. Dimaté, H. Nakagawa and K. Chimoto, Estimation of velocity model of Bogota basin (Colombia) based on microtremors array measurements, Proceedings of the 16th World Conference on Earthquake Engineering, 2017, Paper N° 4614		国際誌	発表済	
2016	Koshimura, S., Mas, E., Adriano, B., Puentes, M., Giraldo-Gómez, H., Peña, D.F., Assessing potential tsunami hazards in Colombia. Proceedings of the 16th World Conference on Earthquake Engineering, 2017, Paper N° 3418		国際誌	発表済	
2016	Adriano, B., Arcila, M., Sanchez, R., Mas, E., Koshimura S., Arreaga, P., Pulido, N., Estimation of the tsunami source of the 1979 Great Tumaco earthquake using tsunami numerical modeling. Proceedings of the 16th World Conference on Earthquake Engineering, 2017, Paper N° 1903		国際誌	発表済	
2016	Mas, E., Adriano, B., Sanchez, R., Murao, O., Koshimura S., Tsunami evacuation in the Pacific and Caribbean coast of Colombia, Proceedings of the 16th World Conference on Earthquake Engineering, 2017, Paper N° 2743		国際誌	発表済	
2016	Miura, H., Matsuoka, M., Eraso, J.: Estimation of Ground Shaking Distribution Based on Empirical Models and Vs30 Map in Bogota, Colombia, 16th World Conference on Earthquake Engineering, 2017, Paper N° 4706		国際誌	発表済	
2016	Yoshimoto, M., H. Kumagai, W. Acero, G. Ponce, F. Vásconez, S. Arrais, M. Ruiz, A. Alvarado, P. Pedraza García, V. Dionicio, O. Chamorro, Y. Maeda, and M. Nakano, Depth-dependent rupture mode along the Ecuador-Colombia subduction zone, Geophys. Res. Lett., 2017, 44	doi:10.1002/2016GL071929	国際誌	発表済	
2017	Riaño A.C., J. C. Reyes, L. E. Yamin, J. S. Montejó, J. L. Bustamante, J. Bielak, N. Pulido, C. E. Molano, and A. Huguett, Development of a first 3D crustal velocity model for the region of Bogotá, Colombia, Ingeniería e Investigación, 2017, 37, 42-51, 2017	doi:10.15446/ing.investig.v37n2.64097	国際誌	発表済	
2018	John Makario Londoño, Hiroyuki Kumagai, "4D seismic tomography of Nevado del Ruiz Volcano, Colombia, 2000-2016", Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2018.06, vol. 358-, pp.105-123	10.1016/j.jvolgeores.2018.02.015	国際誌	発表済	
2018	Hiroyuki Kumagai, John Makario Londoño, Yuta Maeda, Cristian Mauricio Lopez, Velez, Rudy Lacson Jr, "Envelope widths of volcano-seismic events and seismic scattering characteristics beneath volcanoes", Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2018.11, vol. 123No. 11, pp.9764-9777	10.1029/2018JB015557	国際誌	発表済	
2018	Kimiko Taguchi, Hiroyuki Kumagai, Yuta Maeda, Roberto Torres, "Source Properties and Triggering Processes of Long-Period Events Beneath Volcanoes Inferred From an Analytical Formula for Crack Resonance Frequencies", Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2018.09, vol. 123No. 9, pp.7550-7565	10.1029/2018JB015866	国際誌	発表済	
2018	Miura, H., Okamura, T., Matsuoka, M., Leal, M., Garcia, H., Pulido, N., "Empirical Models for Surface- and Body-Wave Amplifications of Response Spectra in the Bogotá Basin, Colombia", Bulletin of the Seismological Society of America, 2019.	10.1785/0120180154	国際誌	accepted	

論文数 11 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 11 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	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	発表済 /in press /acceptedの別	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。)
2015	Kumagai, H., P. Mothes, M. Ruiz, and Y. Maeda, An approach to source characterization of tremor signals associated with eruptions and lahars, Earth Planets Space, 2015, 67:178	doi:10.1186/s40623-015-0349-1	国際誌	発表済	
2015	Ichihara, M., T. Kusakabe, N. Kame, and H. Kumagai, On volume-source representations based on the representation theorem, Earth Planets Space, 2016, 68:14	doi:10.1186/s40623-016-0387-3	国際誌	発表済	
2015	Yoshimoto M., S. Watada, Y. Fujii, and K. Satake, Source estimate and tsunami forecast from far-field deep-ocean tsunami waveforms-The 27 February 2010 Mw 8.8 Maule earthquake, Geophys. Res. Lett., 43, 659-665	doi:10.1002/2015GL067181	国際誌	発表済	
2016	Sakai, T., H. Kumagai, N. Pulido, J. Bonita, M. Nakano, Discriminating non-seismic long-period pulses and noise to improve earthquake source inversion, Earth Planets Space, 2016, 68:50	doi:10.1186/s40623-016-0426-0	国際誌	発表済	
2016	Inazu, D., N. Pulido, E. Fukuyama, T. Saito, J. Senda, and H. Kumagai, Near-field tsunami forecast system based on near real-time seismic moment tensor estimation in the regions of Indonesia, the Philippines, and Chile, Earth Planets Space, 2016, 68:73	doi:10.1186/s40623-016-0445-x	国際誌	発表済	
2016	Mora-Páez, H., D. J. Mencin, P. Molnar, H. Diederix, L. Cardona-Piedrahita, J.-R. Peláez-Gaviria, and Y. Corchuelo-Cuervo, GPS velocities and the construction of the Eastern Cordillera of the Colombian Andes, Geophys. Res. Lett., 2016, 43, 8407-8416	doi:10.1002/2016GL069795	国際誌	発表済	
2016	John Makario Londoño, Evidence of recent deep magmatic activity at Cerro Bravo-Cerro Machín volcanic complex, central Colombia. Implications for future volcanic activity at Nevado del Ruiz, Cerro Machín and other volcanoes, J. Volcano. Geotherm. Res., 2016, 324, 156-168	doi:10.1016/j.jvolgeores.2016.06.003	国際誌	発表済	

2016	Adriano, B., Hayashi, S., Gokon, H., Mas, E., & Koshimura, S., Understanding the Extreme Tsunami Inundation in Onagawa Town by the 2011 Tohoku Earthquake, Its Effects in Urban Structures and Coastal Facilities. Coastal Engineering Journal, 2016, 58(4), 1640013	http://doi.org/10.1142/S0578563416400131	国際誌	発表済	
2016	Madea, Y. and H. Kumagai, A generalized equation for the resonance frequencies of a fluid-filled crack, Geophys. J. Int., 2017, 209, 192-201	doi:10.1093/gji/ggx019	国際誌	発表済	
2016	Meneses-Gutierrez, A., and T. Sagiya, Persistent inelastic deformation in central Japan revealed by GPS observation before and after the Tohoku-oki earthquake, Earth Planets. Sci. Lett., 450, 366-371, 2016.	doi:10.1016/j.epsl.2016.06.055	国際誌	発表済	
2017	Zhang, X. and T. Sagiya, Shear strain concentration mechanism in the lower crust below an intraplate strike-slip fault based on rheological laws of rocks, Earth Planets Space, 2017, 69:82	doi:10.1186/s40623-017-0668-5	国際誌	発表済	
2017	Morioka, H., H. Kumagai, and T. Maeda, Theoretical basis of the amplitude source location method for volcano-seismic signals, J. Geophys. Res. Solid Earth, 122, 6538-6551.	doi:10.1002/2017JB013997	国際誌	発表済	
2017	Adriano, B., Y. Fujii, S. Koshimura, E. Mas, A. Ruiz-Angulo, M. Estrada, Tsunami Source Inversion Using Tide Gauge and DART Tsunami Waveforms of the 2017 Mw8.2 Mexico Earthquake, Pure and Applied Geophysics, 2018, 175, 35-48	doi:10.1007/s00024-017-1760-2	国際誌	発表済	
2017	Youichiro Takada, Takeshi Sagiya, and Takuya Nishimura, Interseismic crustal deformation in and around the Atotsugawa fault system, central Japan, detected by InSAR and GNSS, Earth Planets and Space, 2018, 70:32	10.1186/s40623-018-0801-0	国際誌	発表済	
2018	Sagiya, T., N. Matta, and Y. Ohta, Triangulation scale error caused by the 1894 Shonai earthquake: a possible cause of erroneous interpretation of seismic potential along the Japan Trench, Earth Planets and Space, 2018.	10.1186/s40623-018-0890-9	国際誌	発表済	
2018	Takada, Y., T. Sagiya, and T. Nishimura, Interseismic crustal deformation in and around the Atotsugawa fault system, central Japan, detected by InSAR and GNSS, Earth Planets Space, 2018, 70:32	10.1186/s40623-018-0801-0	国際誌	発表済	
2018	Meneses-Gutierrez, A., T. Sagiya, and S. Sekine, Crustal deformation process in the Mid-Niigata region of the Niigata-Kobe Tectonic Zone as observed by dense GPS network before, during and after the Tohoku-oki earthquake, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2018.	10.1029/2018JB015567	国際誌	発表済	
2018	Zhang, X., and T. Sagiya, Intraplate strike-slip faulting, stress accumulation, and shear localization of a crust-upper mantle system with nonlinear viscoelastic material, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2018.	10.1029/2018JB016421	国際誌	発表済	
2018	Kumagai, K. and T. Sagiya, Topographic effects on crustal stress around the Atera Fault, central Japan, Earth, Planets and Space, 70:186, 2018.	10.1186/s40623-018-0961-y	国際誌	発表済	
2018	Endra Gunawan, Sri Widiyantoro, Shindy Rosalia, Mudrik Rahmawan Daryono, Irwan Meilano, Pepen Supendi, Takeo Ito, Takao Tabei, Fumiaki Kimata, Yusaku Ohta, and Nazli Ismai, Coseismic Slip Distribution of the 2 July 2013 Mw 6.1 Aceh, Indonesia, Earthquake and Its Tectonic Implications, Bulletin of the Seismological Society of America, 108, 1918-1928, 2018	10.1785/0120180035	国際誌	発表済	
2018	Pratama, C., T. Ito, T. Tabei, F. Kimata, E. Gunawan, Y. Ohta, T. Yamashina, I. Nurdning, D. Sugiyanto, U. Muksin, N. Ismail, I. Meilano, Evaluation of the 2012 Indian Ocean coseismic fault model in 3-D heterogeneous structure based on vertical and horizontal GNSS observation, AIP Conference Proceedings, 1987, 020011, 2018	10.1063/1.5047296	国際誌	発表済	
2018	Ito, T., S. Suzuki, K. Kachishige, M. Hyodo, Spatio-temporal afterslip distribution following the 2011 Tohoku-Oki earthquake using 3D viscoelastic Green's functions, AIP Conference Proceedings, 1987, 020056, 2018	10.1063/1.5047341	国際誌	発表済	
2018	Bruno Adriano, Junshi Xia, Gerald Baier, Naoto Yokoya, Shunichi Koshimura, Multi-source Data Fusion Based on Ensemble Learning for Rapid Building Damage Mapping during the 2018 Sulawesi Earthquake and Tsunami in Palu, Indonesia, Remote Sensing		国際誌	accepted	IF3.406, Google Scholar MetricsにおけるRemote Sensing分野のジャーナル第3位

論文数	23 件
うち国内誌	0 件
うち国際誌	23 件
公開すべきでない論文	0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年	出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2018	Takeshi Sagiya, Hector Mora-Paez, Interplate coupling along the Nazca subduction zone on the Pacific coast of Colombia deduced from GeoRED GPS observation data, Geology of Colombia Book, Vol. 4, 305-321, 2019	書籍	in press	

著作物数 1 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	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	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2015	日下部哲也, 亀伸樹, 市原美恵, 熊谷博之, 表現定理とグリーン関数(2)―体積震源のモーメントテンソル表現―, 地震第2輯, 2016, 68, 169-176	総説	発表済	
2016	熊谷博之, 火山性地震と微動を用いた火山監視, 土と岩, 2016, 64, 24-31	総説	発表済	
2016	Bruno Adriano, Erick Mas, Shunichi Koshimura, Yushiro Fujii, Hideaki Yanagisawa, Miguel Estrada, Revisiting the 2001 Peruvian Earthquake and Tsunami Impact Along Camana Beach and the Coastline Using Numerical Modeling and Satellite Imaging, Tsunamis and Earthquakes in Coastal Environments, 2016, Volume 14 of the series Coastal Research Library pp. 1-16	書籍	発表済	
2017	Santiago-Fandiño V., Mas E., The Coastal Environment and the Reconstruction Process After the Great East Japan Earthquake: A Few Notes, The 2011 Japan Earthquake and Tsunami: Reconstruction and Restoration, Advances in Natural and Technological Hazards Research, vol 47, pp 291-338, 2018, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-58691-5_18	書籍	発表済	
2017	鷲谷威, 大震法の見直しをめぐる, 消防防災の科学, 2017, 128, 4-5	総説	発表済	
2017	鷲谷威, 島弧の地殻変動と活断層地震のメカニズム, 土と水, 2017, 65, 14-21.	総説	発表済	
2017	鳥海光弘・入松徹男・岩森光・ウォリスサイモン・小平秀一・小宮剛・坂口秀・鷲谷威・末次大輔・中川貴司・宮本英昭(編) 図説地球科学の事典, 朝倉書店, 248頁	書籍	発表済	
2018	鷲谷威・大坪誠, 日本列島の地殻ひずみ速度: 測地的データと地質・地形学的データの統一的理解, 地学雑誌	総説	accepted	

著作物数 8 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

年度	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
2015	地震学の基礎(1)(地震観測に関する講義,コロンビア地質調査所の研究者対象,2016年3月4日及び11日に実施,参加者19名)		
2015	ルイス火山観測網のオペレーション(マニサレス火山観測所の研究者対象,2016年3月11日に実施,参加者7名)	Multi-parameter observation network at Ruiz volcano, Colombia	
2017		SWIFT manual for SGC	

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2015	国内学会	熊谷博之(名大), クリスチャン ロペス(コロンビア地質調査所), ジョン ロンドニョ(コロンビア地質調査所), マリオ ルイス(エクアドル地球物研究所), パトリシア モテス(エクアドル地球物研究所), 前田裕太(名大), "高周波振幅を用いた火山性地震・微動の震源・伝播特性の解析", 日本地震学会2015年度秋季大会, 神戸市, 2015年10月	口頭発表
2015	国際学会	Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), John Londono (SGC, Colombia), Cristian Lopez (SGC, Colombia), Mario Ruiz (IG, Ecuador), Patricia Mothes (IG, Ecuador), Yuta Maeda (Nagoya Univ.), "Characterization of Source and Wave Propagation Effects of Volcano-seismic Events and Tremor Using the Amplitude Source Location Method", AGU Fall Meeting, San Francisco, December 2015	口頭発表
2016	国内学会	鷺谷威(名大), Hector Mora Paez (コロンビア地質調査所), 伊藤武男(名大), コロンビアにおけるGNSS観測網(GEORED)とナスカプレートの沈み込みに伴う地殻変動, 日本測地学会, 奥州市, 2016年10月	口頭発表
2016	国内学会	吉本 昌弘, 熊谷 博之(名大), Blanco José (SGC, Colombia), 前田 裕太(名大), Dionicio Viviana (コロンビア地質調査所), コロンビアにおけるSWIFTを用いたCMT解の推定と複雑な沈み込みに伴う地震活動の特徴, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 千葉市, 2016年6月	ポスター発表
2016	国内学会	熊谷 博之(名大), ロペス クリスチャン(コロンビア地質調査所), 前田 裕太, 森岡 英恵(名大), ロンドニョ ジョン(コロンビア地質調査所), 火山性地震のエンベロープ幅から推定される火山の散乱・減衰特性, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 千葉市, 2016年6月	口頭発表
2016	国内学会	熊谷 博之, 吉本 昌弘(名大), Wilson Acero, Gabliera Ponce, Freddy Vásconez, Santiago Arrais, Mario Ruiz, Alexandra Alvarado (IG-EPN, Ecuador), Patricia Pedraza García, Viviana Dionicio, Orland Chamorro (コロンビア地質調査所), 前田裕太(名大), 中野優(JAMSTEC), 2016年エクアドル地震とエクアドル・コロンビア沈み込み帯における破壊様式, 日本地震学会2016年度秋季大会, 名古屋市, 2016年10月	口頭発表
2016	国内学会	田口 貴美子, 熊谷 博之, 前田 裕太(名大), Roberto Torres (コロンビア地質調査所), クラック振動の解析式に基づくガレラス火山(コロンビア)および草津白根山のLPイベントの比較, 日本火山学会2016年度秋季大会, 富士吉田市, 2016年10月	ポスター発表
2016	国際学会	Kimiko Taguchi, Hiroyuki Kumagai, Yuta Maeda (Nagoya Univ.), Roberto Torres (SGC, Colombia), A simple approach to quantify crack geometry and fluid properties at the long-period seismic source, AGU Fall Meeting, San Francisco, December 2016	ポスター発表
2016	国際学会	Kumagai, H. Yoshimoto, M. (Nagoya Univ.), W. Acero, G. Ponce, F. Vásconez, S. Arrais, M. Ruiz, A. Alvarado (IG-EPN, Ecuador), P. Pedraza García, V. Dionicio, O. Chamorro (SGC, Colombia), Y. Maeda (Nagoya Univ.), and M. Nakano (JAMSTEC), 2016 Ecuador earthquake and rupture mode along the Ecuador-Colombia subduction zone, AGU Fall Meeting, San Francisco, December 2016	口頭発表
2016	国際学会	Pulido, N., S. Senna, H. Garcia and P. Pedraza, Estimation of strong ground motion of Bogotá basin (Colombia) from scenario earthquakes (part I) Elaboration of a velocity model of the basin based on microtremors array measurements, The sixth Workshop: 2016 Japan-New Zealand-Taiwan Seismic Hazard Assessment (NIED), Beppu, 2016/10.	ポスター発表
2017	国内学会	田口 貴美子, 熊谷 博之, 前田 裕太(名大), Torres Roberto(コロンビア地質調査所), LPイベントの振動体サイズおよび流体特性の時間変動: 草津白根山とガレラス山の比較, 日本地球惑星科学連合2017年大会, 千葉市, 2017年5月	口頭発表
2017	国内学会	熊谷 博之, 前田 裕太(名大), ロンドニョ マカリオ, ロペス クリスチャン(コロンビア地質調査所), ネバドデルルイス火山(コロンビア)の監視強化と地震波形解析から推定されるマグマシステム, 日本地球惑星科学連合2017年大会, 千葉市, 2017年5月	口頭発表
2017	国際学会	Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), Cristian Lopez, John Londono (SGC), Yuta Maeda (Nagoya Univ.), and Rudy Lacson (PHIVOLCS), Scattering and attenuation structures beneath volcanoes inferred from envelope widths of volcano-seismic events, IAG-IASPEI2017, Kobe, August 2017	口頭発表
2017	国際学会	Hiroyuki Kumagai, Yuta Maeda (Nagoya Univ.), John M. Londoño, Cristian M. Lopez, Lina M. Gastaño, Beatriz Galvis, Lina García (SGC), Magma conduit system beneath Nevado del Ruiz volcano, Colombia, inferred from seismic waveform analyses, IAVCEI2017, Portland, August 2017	口頭発表
2017	国際学会	John M. Londoño (SGC) and Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), 4D seismic tomography for Nevado del Ruiz Volcano 2000-2016, IAVCEI2017, Portland, August 2017	ポスター発表
2017	国際学会	Kimiko Taguchi, Hiroyuki Kumagai, Yuta Maeda (Nagoya Univ.), Roberto Torres (SGC), Resonator size and fluid properties of long-period events inferred from an analytical formula for crack resonance frequencies, IAVCEI2017, Portland, August 2017	ポスター発表
2017	国際学会	Yuta Maeda, Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), John Makario Londono, Cristian M Lopez, Lina M Gastaño, Beatriz Beatriz and Lina García (SGC), An Oscillation of the Crack-like Conduit at Nevado del Ruiz Volcano, Colombia, Inferred from Multi-band Analyses of Very Long Period Seismic Events, AGU Fall Meeting, New Orleans, December 2017	ポスター発表
2017	国内学会	伊藤 武男(名大), Paez Hector Mora, Juan Ramon Pelaez (SGC), 鷺谷 威(名大), Block motion model in Colombia, using GNSS Observation network (GEORED), 日本地球惑星科学連合2017年大会, 千葉市, 2017年5月	口頭発表
2017	国際学会	Takeo Ito (Nagoya Univ.), Hector Mora Paez, Juan Ramon Pelaez Gaviria (SGC), Takeshi Sagiya (Nagoya Univ.), Crustal blocks motion model and interplate coupling in Colombia based on GNSS observation network (GEORED), IAG-IASPEI2017, Kobe, August 2017	口頭発表

2017	国際学会	Hector Mora-Paez (SGC), Takeshi Sagiya, Takeo Ito (Nagoya Univ.), Estelle Chaussard (Univ. Buffalo), Shimon Wdowinski (Florida Int'l Univ.), Detection and Measurement of Land Subsidence Using InSAR and GPS in the Sabana de Bogota, Colombia, South America, IAG-IASPEI2017, Kobe, August 2017.	口頭発表
2017	国際学会	Takeo Ito (Nagoya Univ.), Héctor Mora-Páez, Juan-Ramón Peláez-Gaviria (SGC), Hiroshi Kimura, Takeshi Sagiya (Nagoya Univ.) Crustal block motion model and interplate coupling along Ecuador-Colombia trench based on GNSS observation network, AGU Fall Meeting, New Orleans, December 2017	ポスター発表
2017	国際学会	Pulido, N., S. Senna, H. Garcia, S. Montejó, and J. C. Reyes, Elaboration of a velocity model of the Bogota basin (Colombia) based on microtremors arrays measurements, gravity data, and geological information, AGU Fall meeting, December 2017	口頭発表
2018	国内学会	森 亜津紗, 熊谷 博之(名大), Galvis Beatriz, Londono John (SGC), 高周波地震波の震源振幅に基づく噴煙高度推定システムの開発, 日本地球惑星科学連合2018年大会, 千葉市, 2018年5月	口頭発表
2018	国内学会	田口 貴美子, 熊谷 博之, 前田 裕太(名大), Torres Roberto (SGC), クラックモデルに基づく周波数解析から推定されるLPイベントの励起過程, 日本地球惑星科学連合2018年大会, 千葉市, 2018年5月	口頭発表
2018	国際学会	Azusa Mori, Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), John Makario Londono, Beatriz Galvis (SGC), Relation Between High-frequency Seismic Source Amplitudes of Eruption Tremors and Eruption Volume Flux, AGU Fall Meeting, Washington DC, December 2018	ポスター発表
2018	国際学会	Kimiko Taguchi, Hiroyuki Kumagai, Yuta Maeda (Nagoya Univ.), Roberto Armando Torres (SGC), Triggering Processes of Long-period Seismic Events beneath Volcanoes: Vapor Condensation and Magma Fragmentation in Shallow Cracks, AGU Fall Meeting, Washington DC, December 2018	ポスター発表
2018	国際学会	Hiroyuki Kumagai, John Makario Londono, Yuta Maeda, Cristian M Lopez, Rudy Lacson, Characterization of the Envelope Widths of Volcano-seismic Events and Their Use to Investigate Scattering Structures Beneath Volcanoes, AGU Fall Meeting, Washington DC, December 2018	口頭発表
2018	国際学会	John Makario Londono (SGC), Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), Temporal Variation of Seismic Wave Attenuation Associated with the Activity of Nevado del Ruiz Volcano, Colombia, 2010-2018, AGU Fall Meeting, Washington DC, December 2018	ポスター発表
2018	国内学会	熊谷博之, 吉本昌弘(名大), V. Dionicio (SGC), 前田裕太(名大), W. Acero, G.Ponce (IG-EPN, Ecuador), J.C. Bermudez, O. Chamorro (SGC), コロンビアとエクアドルにおける自動CMT解および津波波高推定システムの導入と運用, 日本地震学会2018年度秋季大会, 郡山市, 2018年10月	口頭発表
2018	国内学会	熊谷 博之(名大), ロンドニョ ジョン(SGC), 前田 裕太(名大), ロペス クリスチャン(SGC), ラクソン ルディー(PIVOLCS, Philippines), 火山性地震のエンベロープ幅から推定される火山の散乱特性の深さ分布, 日本地球惑星科学連合2018年大会, 千葉市, 2018年5月	口頭発表
30	国際学会	Pulido N., Yoshimoto, M., Sarabia M., Sagita, T., Mora-Paez H., and Arcila M., Source model of the 1906 Ecuador-Colombia earthquake (Mw8.4) based on tsunami waveforms and seismic intensity data; Implications for megathrust earthquake potential in Northern South-America, AGU Fall meeting, Washington D.C., December 10-14, 2018	ポスター発表
30	国際学会	Pulido N., Yoshimoto, M., Sarabia M., and Arcila M., Source model of the 1906 Ecuador-Colombia earthquake (Mw8.4) based on tsunami waveforms and seismic intensity data, 10th ACES International Workshop, Awaji Island, Japan, September 25-28, 2018	ポスター発表
30	国際学会	Villafuerte, C., Cruz-Atienza, V., Diaz-Mojica, J., Tago, J., and Pulido N., Towards Ground Motions Prediction for Hazard Assessment Associated with large Subduction Earthquakes in the Guerrero Seismic Gap, Mexico, AGU Fall meeting, Washington D.C., December 10-14, 2018	ポスター発表
30	国内学会	ブリード・ネルソン, 吉本昌弘, サラビア・ミレーナ, アルセーラ・モーニカ, 津波記録及び震度データに基づいた1906年エクアドル・コロンビア地震(Mw8.4)の震源モデル, 日本地震学会2018年秋季大会, 2018/10	口頭発表
30	国内学会	アギーレ・ルイス, アマヤ・アレハンドラ, 遠田晋次, ブリード・ネルソン, ローペス・ミリアム, トーレス・エリアーナ, パーバ, カルロス, ポオルケス・オルガ, ボゴタ(コロンビア)における地震シナリオの評価のための内陸断層の調査, 日本活断層学会2018年秋季学術大会, 2018/11.	ポスター発表

招待講演 0 件
口頭発表 20 件
ポスター発表 15 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2015	国内学会	熊谷博之(名大), ルイス マリオ(エクアドル地球物研究所), モテス パトリシア(エクアドル地球物理研究所), “噴火および土石流に伴う微動の規模指標”, 日本地球惑星科学連合2015年大会, 千葉市, 2015年5月	口頭発表
2015	国内学会	酒井孝英(名大), 熊谷博之(名大), ブリードネルソン(防災科研), 中野優(海洋研究開発機構), “長周期地震波動場の特徴を利用した自動CMT解の精度向上のための手法開発”, 日本地球惑星科学連合2015年大会, 千葉市, 2015年5月	口頭発表
2015	国際学会	Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), Mario Ruiz (IG, Ecuador), Patricia Mothes (IG, Ecuador), “New Measures of Tremor Signals Associated with Eruptions and Lahars”, 26th IUGG, Prague, Czech Republic, June 2015	口頭発表
2015	国内学会	Erick Mas (Tohoku Univ.), Bruno Adriano (Tohoku Univ.), Shunichi Koshimura (Tohoku Univ.), “Tsunami Evacuation Planning and Response Supported by Simulation Tools”, International Symposium on Earthquake Engineering, Japan Association on Earthquake Engineering, Tokyo, Japan. Special Session (B). November 19-20, 2015	口頭発表
2015	国際学会	Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), “Volcano-seismic Signals and Their Use in Volcano Monitoring”, International Conference of Conservation and Management on Urban Protected Areas, Taipei, December 2015	招待講演

2015	国内学会	岡村大昇(広島大学), 三浦弘之(広島大学): キャパシティスペクトル法によるコロンビアの建物群に対する地震被害予測, 2015年度日本建築学会中国支部研究発表会, 近畿大学工学部, 2016年3月	口頭発表
2016	国内学会	森 亜津紗, 熊谷 博之(名大), 噴火微動・爆発地震の高周波地震波から推定される震源振幅と噴煙高度との関係性, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 千葉市, 2016年6月	ポスター発表
2016	国内学会	田口 貴美子, 熊谷 博之, 前田 裕太(名大), クラック振動の解析式を用いたLPイベントの周波数解析に基づく流体特性の推定, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 千葉市, 2016年6月	口頭発表
2016	国内学会	森岡 英恵, 熊谷 博之(名大), 前田 拓人(東大), 火山におけるS波等方輻射: 高周波地震波形シミュレーションによる検討, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 千葉市, 2016年6月	口頭発表
2016	国内学会	稲津 大祐, プリード ネルソン, 福山 英一, 齊藤 竜彦, 仙田 丈二(防災科研), 熊谷 博之(名大), インドネシア、フィリピン、チリ周辺における即時地震CMT推定に基づく近地津波予測システム, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 千葉市, 2016年6月	口頭発表
2016	国内学会	吉本 昌弘, 熊谷 博之(名大), 遠地津波波形から推定される1906年エクアドル・コロンビア地震の規模と波源域, 日本地震学会2016年度秋季大会, 名古屋市, 2016年10月	口頭発表
2016	国内学会	西澤勇祐(東京工業大学), 松岡昌志(東京工業大学), パチャラバティ タマラ(東京工業大学), 岩崎純子(国土地理院): 数値標高モデルを用いた機械学習によるコロンビアの地形分類手法の検討, 地域安全学会梗概集, 高知, 2016年11月	口頭発表
2016	国際学会	Azusa Mori, Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), Relationship between eruption plume heights and seismic source amplitudes of eruption tremors and explosion events, AGU Fall Meeting, San Francisco, December 2016	ポスター発表
2016	国際学会	Yuta Maeda, Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), A generalized equation for the longitudinal and transverse resonance frequencies of a fluid-filled crack, AGU Fall Meeting, San Francisco, December 2016	ポスター発表
2016	国際学会	Hanae Morioka, Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), Takuto Maeda (Univ. Tokyo), Numerical and theoretical investigation of isotropic radiation of S waves at volcanoes, AGU Fall Meeting, San Francisco, December 2016	ポスター発表
2016	国際学会	Masahiro Yoshimoto, Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), Tsunami source estimate of the 1906 Ecuador-Colombia earthquake, AGU Fall Meeting, San Francisco, December 2016	ポスター発表
2016	国内学会	高宮奎志朗(広島大学), 三浦弘之(広島大学): コロンビアにおける地震動強さの距離減衰特性と地盤増幅特性の評価, 2016年度日本建築学会中国支部研究発表会, 島根大学, 2017年3月	口頭発表
2016	国際学会	Adriano, B. (Tohoku Univ.), Fujii, Y. (BRI), and Koshimura, S. (Tohoku Univ.), Tsunami source of the 2016 Muisne, Ecuador Earthquake inferred from tide gauge and DART records. American Geoscience Union Fall Meeting (AGU 2016), San Francisco, USA, December 12-16, 2016	ポスター発表
2017	国内学会	前田 裕太, 熊谷 博之(名大), 流体で満たされたクラックの共鳴周波数の一般化解析式, 日本地球惑星科学連合2017年大会, 千葉市, 2017年6月	ポスター発表
2017	国内学会	吉本 昌弘, 熊谷 博之(名大), プリード ネルソン(防災科研), 1979年トマコ(コロンビア)地震の震源過程とエクアドル・コロンビア沈み込み帯における破壊の特徴, 日本地球惑星科学連合2017年大会, 千葉市, 2017年5月	ポスター発表
2017	国内学会	森 亜津紗, 熊谷 博之(名大), 高周波地震波を用いた噴火規模の即時推定: 噴火微動の震源振幅に基づく噴煙高度の予測式, 日本地球惑星科学連合2017年大会, 千葉市, 2017年5月	口頭発表
2017	国際学会	Yusuke Nishizawa, Masashi Matsuoka, Patcharavadee Thamarux (Tokyo Tech), Junko Iwahashi (GSI), Geomorphologic Classification of Colombia by Machine Learning with Digital Elevation Model, International Symposium on Remote Sensing 2017, Nagoya, pp.830-833, 2017.5.	ポスター発表
2017	国際学会	Masahiro Yoshimoto, Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), Nelson Pulido (NIED), Rupture process of the 1979 Tumaco, Colombia, earthquake using teleseismic body waves, IAG-IASPEI2017, Kobe, August 2017	ポスター発表
2017	国際学会	Azusa Mori, Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), High-frequency seismic source amplitude of eruption tremor and its use for estimating eruption plume height, IAVCEI2017, Portland, August 2017	口頭発表
2017	国内学会	森亜津紗, 熊谷博之(名大), 噴火微動の高周波地震波の振幅に基づく噴煙高度予測式: 横風の影響の評価, 日本火山学会2017年度秋季大会, 熊本市, 2017年9月	ポスター発表
2017	国際学会	Bruno Adriano (IRIDeS, Tohoku Univ.) and Shunichi. Koshimura (IRIDeS, Tohoku Univ.), Developing a Rapid Tsunami Response System: Application to South America Region, IAG-IASPEI2017, Kobe, August 2017	口頭発表

2017	国際学会	Bruno Adriano (IRIDeS, Tohoku Univ.), Yushiro Fujii (IISEE, BRI), Masahiro Yoshimoto (Nagiya Univ.), and Shunichi Koshimura (IRIDeS, Tohoku Univ.), Tsunami source of the 1979 Tumaco Earthquake estimated from historical tide gauge records and geodetic data, IAG-IASPEI2017, Kobe, August 2017	口頭発表
2017	国際学会	Mas, E., Das, R., Moya, L., Adriano, B., Urra, L., & Koshimura, S. (IRIDeS, Tohoku Univ.), Integrated Modeling of Disaster Damage and Relief Demand Estimation in Urban Areas. In Proceedings of the 15th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM) (pp. 1-23). Adelaide, Australia.	口頭発表
2017	国内学会	Pulido, N., S. Senna, H. Yamanaka, H. Garcia, L. Quinones, C. Kosuke, C. Dimate, and M. Leal, Elaboration of a velocity model of the Bogota basin (Colombia) based on microtremors arrays measurements, gravity data, and strong motion records, JpGU, Chiba, May 2017	ポスター発表
2017	国際学会	Yusuke Nishizawa, Masashi Matsuoka, Patcharavadee Thamarux (Tokyo Tech), Junko Iwahashi (GSI), Geomorphologic Classification of Colombia by Machine Learning with Digital Elevation Model, International Symposium on Remote Sensing 2017, Nagoya, May 2017	ポスター発表
2017	国内学会	岡村大昇, 三浦弘之: コロンビア・ボゴタにおけるVs30を用いた加速度応答スペクトルの地盤増幅率の評価, 日本建築学会中国支部研究報告会, 呉市, 2018年3月	口頭発表
2018	国際学会	Masahiro Yoshimoto, Hiroyuki Kumagai (Nagoya Univ.), Tsunami source of the 1906 Ecuador-Colombia earthquake revisited, AGU Fall Meeting, Washington DC, December 2018	ポスター発表
2018	国内学会	鷺谷 威, Meneses-Gutierrez Angela, 熊谷 光起, Geodetic exploration of the elastic/inelastic behavior of the Earth's crust: resolution of mechanical response using interseismic, coseismic, and postseismic deformation, 日本地球惑星科学連合2018年大会, 幕張メッセ国際会議場, 2018年5月	口頭発表
2018	国際学会	Takeshi Sagiya, Yo Kawashima, The pre-slip controversy: a review of the 1944 Tonankai and the 2011 Tohoku-oki cases and their implications (or no implication) for short-term prediction, International Symposium on Earthquake Forecast / 5th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting -, 千葉大学, 2018年5月	招待講演
2018	国際学会	Takeshi Sagiya, Angela Meneses-Gutierrez, Crustal strain rate paradoxes of intraplate Japan: their solutions and implications, 10th ACES International Workshop - Toward Comprehensive Understanding of Earthquake Physics -, 南あわじ市, 2018年9月	口頭発表
2018	国内学会	鷺谷威, Angela Meneses-Gutierrez, 測地データに基づく非弾性変形抽出の試み: 北海道, 日本測地学会第130回講演会, 高知市, 2018年10月	口頭発表
2018	国際学会	Takeshi Sagiya, Angela Meneses-Gutierrez, Geodetic exploration of the elastic/inelastic behavior of the Earth's crust: resolution of mechanical response using interseismic, coseismic, and postseismic deformation, AGU Fall Meeting, December 2018	口頭発表
2018	国際学会	Shunichi Koshimura, Paradigm shift of Japan's tsunami disaster management for enhancing disaster resilience, 12th International Symposium on Disaster Risk Management, Lima Convention Center, Lima, Peru, 5-8 September, 2018	招待講演
2018	国際学会	Erick MAS, Research experiences on international collaboration for tsunami DRR with Latin American countries, International Seminar on Disaster Risk Reduction, 13 September, 2018, Mexico City, Mexico	招待講演

招待講演	4 件
口頭発表	21 件
ポスター発表	14 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2018	2018/4/17	科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(開発部門)	リアルタイム津波浸水被害予測システムの開発	越村俊一, 小林広明, 日野亮太, 撫佐昭裕, 村嶋陽一	文部科学省	3.一部当課題研究の成果が含まれる	

1 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2017	2017/4/26	EurekAlert (https://www.eurekalert.org/pub_releases/2017-04/nu-nmc042617.php)	New model could help predict major earthquakes	web	1.当課題研究の成果である	
2017	2017/4/26	AlphaGalileo (http://www.alphagalileo.org/ViewItem.aspx?ItemId=174772&CultureCode=en)	New model could help predict major earthquakes	web	1.当課題研究の成果である	
2017	2017/4/26	Phys.org (https://phys.org/news/2017-04-major-earthquakes.html)	New model could help predict major earthquakes	web	1.当課題研究の成果である	
2017	2017/4/26	UPI (http://www.upi.com/Science_News/2017/04/26/South-American-quake-survey-could-help-predict-future-big-ones/1271493214787/)	South American quake survey could help predict future big ones	web	1.当課題研究の成果である	
2017	2017/4/26	ScienceDaily (https://www.sciencedaily.com/releases/2017/04/170426092332.htm)	New model could help predict major earthquakes	web	1.当課題研究の成果である	

2017	2017/4/26	ScienceNewsline Nature & Earth (http://www.sciencenewsline.com/news/2017042617490035.html)	New model could help predict major earthquakes	web	1.当課題研究の成果である	
2017	2017/4/26	ScienceBlog (https://scienceblog.com/493720/new-model-help-predict-major-earthquakes/)	New model could help predict major earthquakes	web	1.当課題研究の成果である	
2017	2017/4/26	Asia Research News (http://www.researchsea.com/html/article.php/aid/10649/cid/6/research/medicine/nagoya_university/new_model_help_predict_major_earthquakes.html)	New model could help predict major earthquakes	web	1.当課題研究の成果である	

9 件

VI. 成果発表等

(5) 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【研究開始～現在の全期間】(公開)

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

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2015	2015/7/27	Seismic, infrasonic, geodetic, and remote sensing approaches to advanced volcano monitoring	マニサレス火山観測所(コロンビア)	20	非公開	地震・空振・測地・リモートセンシング手法を用いた火山観測の高度化に関するセミナーを行った。
2015	2015/9/10	Microtremor seminar	コロンビア地質調査所(コロンビア)	20	非公開	強震動予測手法および微動解析についてのセミナーを行った。
2015	2015/10/23	Developing Tsunami Damage Estimation and Mitigation Technologies	コロンビア国立大学(コロンビア)	14	非公開	津波解析のための理論, プログラミング技法についてのセミナーを行った。
2015	2016/3/8	Tsunami Source Modeling and Waveform Inversion	コロンビア国立大学(コロンビア)	13	非公開	津波発生予測のためのモデリングおよび津波観測波形を用いた逆解析についてのセミナーを行った。
2016	2016/7/22	グループミーティング	ボゴタ(コロンビア)	20	非公開	津波解析グループの研究進捗状況の報告と今後の課題に関する協議、津波解析技術移転の状況についての確認を行った。
2016	2016/11/18～24	VII Taller "Aplicaciones científicas GNSS en Colombia"	ボゴタ(コロンビア)	約100名	公開	GNSSおよびその地球科学への応用に関する講演、レクチャー、子供向け教室などを開催した。鷺谷は基調講演およびレクチャー2件を行った。
2016	2017/2/23	津波解析技術セミナー	ボゴタ(コロンビア)	10	非公開	津波浸水シミュレーションを用いた被害予測手法、津波シミュレーションの可視化手法の技術移転を目的としたセミナーを開催した。
2016	2017/3/14～16	国際ワークショップ『地震・津波・火山監視、ハザード評価、災害マネジメントの中南米地域における進展』	エクアドル国立理工科大学(エクアドル)	65	公開	中南米地域での防災分野のSATREPSおよびJICAプロジェクトの関係者を招へいし、成果を共有するとともに今後の協力に関する協議を行った。

2017	2018/3/8	火山地震学セミナー	ボゴタ(コロンビア)	15	非公開	火山性地震・微動の波形解析に基づく流体の状態把握や噴煙高度の推定に関する研究成果の共有と議論を行った。
2018	2019/3/15	地震学セミナー	ボゴタ(コロンビア)	15	非公開	コロンビアで発生した大地震の発生過程とコロンビアにおける強震動・津波リスクに関する議論を行った。

10 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2015	2015/7/24	第1回合同調整委員会	70	プロジェクト計画に関する議論を行いPDMおよびPOの改訂を行った。
2016	2016/8/12	第2回合同調整委員会	60	プロジェクトの成果に関する発表と今後の計画に関する議論を行いPDMおよびPOの改訂を行った。
2017	2017/9/6	第3回合同調整委員会	60	プロジェクトの成果に関する発表と今後の計画に関する議論を行いPDMおよびPOの改訂を行った。
2018	2018/9/7	第4回合同調整委員会	60	プロジェクトの成果に関する発表と今後の計画に関する議論を行いPDMおよびPOの改訂を行った。

4 件

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～令和2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

