

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

(和文) 西南日本と中南米地域における巨大地震の地震津波災害軽減に向けた学際的比較研究
(英文) An interdisciplinary comparative study on earthquake and tsunami hazard mitigations of megathrust earthquakes in Southwest Japan and the Central and South American regions

(3) 関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

(4) その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

- (1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
 - ア. 史料の収集・分析とデータベース化
- (3) 地震発生過程の解明とモデル化
- (5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
 - ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

2 地震・火山噴火の予測のための研究

- (1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
 - ア. プレート境界巨大地震の長期予測
- (2) 地震発生確率の時間更新予測
 - イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

- (1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
 - ア. 強震動の事前評価手法
 - イ. 津波の事前評価手法
 - エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
- (2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
 - イ. 津波の即時予測手法
- (4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震

4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

- (1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
- (2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

6 観測基盤と研究推進体制の整備

- (1) 観測研究基盤の開発・整備
 - イ. 観測・解析技術の開発
- (2) 推進体制の整備
- (3) 関連研究分野の連携強化
- (4) 国際共同研究・国際協力
- (5) 社会への研究成果の還元と防災教育
- (6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

(5) 令和5年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

これまで、南海トラフに加えてメキシコやニュージーランドの沈み込み帯で海陸の地震・地殻変動観測を実施し、スロー地震活動の把握やプレート間固着域とスロー地震発生域との比較研究を進めてきた。特に日向灘では、新たなM8級巨大地震のモデル構築に成功し、成果は2022年に日向灘の地震活動長期評価にも反映された。

また、稠密リニア地震計アレイを紀伊半島や四国で実施し、フィリピン海スラブの形状とその周辺の不均質構造を詳細に推定した。さらに、函館平野で微動アレイ探査を行い、地震学的岩盤までの詳細な速度構造モデルを構築した。得られた速度モデルを用いた数値地震動シミュレーションにより、函館平野西部で観測される地震動の特徴が効果的に再現できることを確認した。平成28年熊本地震の本震で特に大きな被害が生じた熊本県益城町を含む周辺地域の浅部地盤構造を求めて、PGAとPGVの詳細な分布図を作成した。

メキシコ・ゲレロ州を研究対象地域として、理学—工学—人文・社会科学による地震・津波災害軽減に向けた国際研究プロジェクトを2016-2022年に実施した。ここでは、確率論的津波ハザード評価（PTHA）をメキシコ・ゲレロ州のジワタネホ市の沿岸部に適用して、ランダムフェーズアプローチとロジックツリーアプローチの2つの異なるPTHAアプローチを用いて津波高さの超過確率を推定し、津波ハザードモデルを作成した。また、科学的根拠に基づく地震・津波リスクシナリオの効果的な市民への伝達についての方法論の構築、メキシコでの防災活動のアクションリサーチを事例としたビジュアル・エスノグラフィの制作など、社会実装に向けた研究も行った。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

プレート沈み込み帯に位置する国・地域では、将来の大地震と津波の災害の軽減に向けた取り組みとその推進が共通の課題である。本課題では、これまでの拠点間連携やメキシコなどで実施された地震津波災害の軽減に向けた研究で開発された、リスク評価と成果の社会実装のスキームを利活用して、南海トラフ沿いで発生する巨大地震の地震動及び津波に伴う災害の軽減に向けた学際的研究に取り組む。第一に南海トラフにおけるプレート間固着状況、震源モデルの構築、地震動及び津波によるハザード及びリスク評価と防災教育を含む地域社会への実装に向けた観測・調査研究を実施する。第二に、日本および海外で実施された地震・津波災害に関する分野横断型の学際的研究とその成果の比較研究により、南海トラフにおける巨大地震・津波のハザードとリスク評価の高度化とそれに対する自治体等の具体的な対策の提案を図る。

南海トラフ西端の日向灘ではM8級の巨大地震の発生可能性が地震調査研究推進本部から指摘されている。メキシコやエルサルバドルなど北中南米地域の太平洋沿岸部では、南海トラフと類似のテクトニクスと同様の防災研究における課題を有する。しかしながら、これらの巨大地震像と予測される被害は十分に理解されていない。

本課題の5か年では、日向灘及び宮崎県で実施する新たな観測結果に基づき、震源モデルの構築、地震動及び津波浸水に関するハザード評価とそれらによる被害のリスク評価を自治体と連携して実施する。また、リスク評価を適切に反映した防災教育を実施する。さらに、日向灘及び宮崎県など日本で得られる成果と、メキシコやエルサルバドルなどの海外の沈み込み帯で得られる研究事例との比較を行う。特に西南日本と中南米地域の理学、工学、人文・社会科学における地震防災科学の比較研究を実施し、地震・津波現象の理解のさらなる深化と、両地域に顕在、潜在する地震・津波災害の軽減に向けた課題の把握とその解決策の提案を図る。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

日向灘に面する宮崎県において、将来発生が危惧されるM8級の巨大地震の地震像の理解と、それに伴う地震・津波災害の軽減に向けて、国際比較研究を含む以下の4つの小課題を設定し、相互に連携して研究を実施する。

A. 地震・測地観測によるモニタリングに基づくプレート間固着状況の解明

小課題Aでは、南海トラフ西端部に位置する日向灘におけるプレート間固着状況の理解に向けて、海陸両方で地震・測地観測を実施する。スロー地震（テクトニック微動やスロースリップ）の検出や固着域推定に向けた手法の高度化を進める。波動論的なアプローチに基づくプレート境界の摩擦強度推定手法の開発を進める。観測されたスロー地震・微小地震活動に基づき、地震活動を統計的・物理的

に予測する手法の開発を進める。さらに京都大学防災研究所宮崎観測所が保管する過去の観測記録（レガシー記録）のデータベース化や解析手法の開発及び解析を進める。これらの観測に基づき同地域におけるプレート相対運動とファスト及びスロー地震による地殻活動から固着分布を調べて、日向灘で将来発生しうる地震の震源像の構築及び巨大地震の予測手法の開発を目指す。

令和6年度においては、陸上GNSS観測を実施する。日向灘における過去のスロー地震記録と地震活動記録を比較し、スロー地震による地震活動の誘発効果を調査する。超広帯域・高ダイナミックレンジ海底地震計の開発および試験を行うとともに、次年度実海域に設置する6台の整備を進める。宮崎観測所内の過去の記録媒体の整理を行う。

令和7年度においては、陸上GNSS観測を継続し、GNSSデータから日向灘の固着分布の時間変化を推定する。日向灘におけるスロー地震による地震誘発効果を、既存の地震活動の統計モデルや物理モデルに組み込み、新たなモデルの開発に取り組む。前年度に開発した超広帯域・高ダイナミックレンジ海底地震計6台を日向灘に設置する。宮崎観測所内の過去の記録媒体のバイナリデータをアスキー化する。

令和8年度においては、陸上GNSS観測を継続し、GNSSデータを用いたSSEの検出手法の改良を行う。日向灘で新たに取得された地震・測地観測データに対して、上述のモデルを適用し、地震活動の予測の試行を行う。前年度に日向灘に設置した海底地震計6台について回収及び設置作業を行う。回収したデータの解析を行い、陸上観測点およびN-netとデータを統合した日向灘における高精度地震カタログの作成に着手する。宮崎観測所内の過去のアナログ記録（紙媒体）の電子化を実施する。

令和9年度においては、陸上GNSS観測を継続し、測地データと地震データを組み合わせる固着分布の時間変化を推定する。日向灘で新たに取得された地震・測地観測データに基づいて、地震活動モデルの改良を行い、予測精度の向上を図る。前年度に日向灘に設置した海底地震計6台について回収及び設置作業を行う。回収したデータの解析を進めて日向灘の高精度地震カタログの作成を継続する。宮崎観測所内のアスキー化した過去の記録媒体にメタデータを付与する。

令和10年度においては、陸上GNSS観測を継続する。また、前年度までに引き続き日向灘に設置した海底地震計6台について回収及び設置作業を行い、回収されたデータを解析することで高精度地震カタログを作成する。宮崎観測所の過去の記録を整理したデータの再解析を実施する。本計画の先行の4年間を含む海陸の地震・測地観測データを総合し、日向灘における地震活動発生パターンを整理するとともに、日向灘における最適な地震活動予測モデルを提示し、将来発生しうる地震の震源像を構築する。

B. 地震・津波モデリングに基づく地震・津波シナリオの構築

小課題Bでは、小課題Aで得られる日向灘における巨大地震の震源像に基づき、地盤モデルや水深データを用いて、特に宮崎市の強震動予測地図および津波浸水予測地図、地震・津波シナリオおよびこれらをもとにした強震動・津波浸水による被害の結合ハザードマップの作成を自治体と連携して行う。地震時表層地盤応答モデルの高度化に向けた手法の開発及び調査観測を実施する。宮崎県沿岸部における津波堆積物の調査から過去の大津波の発生履歴の解明と波源域モデルの構築を目指す。津波伝播・遡上シミュレーション高精度化のために、周辺の浅海海底地形および古地形を含む陸上地形の収集及び計測を行う。震源像の基本想定のもと、さまざまな地震の震源過程の不確実性を考慮した確率強震動・津波モデルを構築する。特に得られた確率震源モデルにより、津波の伝播・遡上シミュレーションと強震動評価を実施し、津波災害の被害評価を行う。強震動域と津波浸水域を推定して、地震・津波シナリオおよびハザードマップを構築する。

令和6年度及び令和7年度においては、地震時表層地盤応答モデルの高度化に向けた手法の開発を行う。宮崎県沿岸部の特に県央部において、表層地盤の微動調査と津波堆積物調査を実施する。宮崎県沿岸部の古地形を含む陸上地形の調査を実施する。日向灘における、さまざまな地震の震源過程の不確実性を考慮した確率強震動・津波モデルを構築する。

令和8年度及び令和9年度においては、宮崎県沿岸部の特に県南部において、表層地盤の微動調査と津波堆積物調査及び古地形を含む陸上地形の調査を実施する。日向灘における津波の伝播・遡上シミュレーションと強震動評価を実施する。

令和10年度においては、令和9年度までの調査結果を精査し、日向灘M8級巨大地震の発生履歴を明らかにした上で、強震動域と津波浸水域を推定した地震・津波シナリオおよびハザードマップを構築する。

C. リスク評価と自治体の要望に即した地震・津波減災教育プログラムの開発と実施

小課題Bで得られる地震・津波シナリオ及びハザードマップに基づき、建築構造物や地形情報を考慮したリスクシナリオおよびリスクマップを作成する。リスクコミュニケーションの研究として、宮崎県や宮崎市が有するM8級の巨大地震に対する行政の対応の現状とニーズの把握に向けてインタビューを実施する。沿岸地域住民（自主防災組織等）や学校教育関係者からも同様のヒアリングを行う。その上で、小課題AやBで得られる最新の知見を行政・住民それぞれにどのように生かす事ができるか、成果の社会実装の視点から検討する。また、沿岸部の小中学校にIT強震計を設置するとともに津波避難訓練の結果を記録するアプリを活用し、地震計記録を生かした地域の震度モニタリングと避難行動記録を生かした津波避難戦略のプランニングを実施し、防災リテラシーの向上と学校教育・地域防災の教材開発にも取り組む。

令和6年度及び令和7年度においては、突発的な巨大地震・津波の発生シナリオや、南海トラフ東側での先行地震に伴う「臨時情報」の発表シナリオなど、さまざまな発災シナリオに応じた津波避難行動について、沿岸地域の住民等関係者からの聞き取り調査、避難訓練アプリ「逃げトレ」を用いた訓練や、同アプリによって収集したデータを地域ごとに分析するためのツール「逃げトレView」を用いた解析を実施する。また、IT強震計を宮崎市沿岸部の小中学校に設置するための準備および手続きを進め、準備が整い次第設置を進める。

令和8年度及び令和9年度においては、上記の訓練と解析から得られた実証的なエビデンスを用いて、沿岸地域住民や地元自治体職員を対象とした避難戦略立案ワークショップ、災害対応訓練を実施し、地震・津波災害に関する防災リテラシーの向上と、地震対応・津波避難戦略を地域社会への実装を行う。また、設置したIT強震計データを収録する為のサーバーを立ち上げ、学校関係者や地域住民向けにデータを可視化したWebサイトの開発に着手する。開発したWebサイトについてユーザーからのフィードバックを収集し、Webサイトによる情報提供の在り方を検討する。

令和10年度においては、先行の4年間の成果を総括し、地震・津波に関する理学・工学的研究の成果を効果的に社会実装するためのプログラムを学際的な研究を通して体系化する。この際、「臨時情報」など、大きな減災効果をもたらす反面、不確実性や社会的混乱を招く可能性のある災害情報に関するリスクコミュニケーションに特に焦点を当てる。構築したIT強震観測網を維持する上での問題点を整理して、継続して維持できるよう対策を施すとともに、将来的な自治体への移管を視野にパッケージ化を行う。

D. 比較研究による地震・津波防災科学の推進

上記3つの小課題A、B、Cを組み合わせさせた類似の研究は、これまでに日本国内のみならず、海外でも多く実施されてきた。特に中南米地域では日本の技術協力により、これまで多くの地震・津波防災に関する研究が実施された。本課題では、これらの成果に着目して理学—工学—人文・社会科学を総合した「比較沈み込み帯防災科学」として情報を集約して沈み込み帯における各地域間の比較研究を行う。比較研究を通じて、地域毎に顕在化する課題・問題点の整理を通して潜在化する問題点の把握を図る。顕在・潜在する問題の解決法を比較研究により見出す。これらの成果に基づき、地震・津波防災科学における「モニタリング・モデリング・リスク評価及び成果の社会実装」の一連のスキームの高度化を図る。5か年では特に、メキシコ及びエルサルバドルを中心として、地震・津波災害の軽減に向けた調査・観測研究の実施と社会実測の事例との比較研究に取り組む。

令和6-8年度においては、メキシコとエルサルバドルにおける地震活動及び地殻変動の調査観測を実施する。メキシコ及びエルサルバドルとの研究者らとの協力により、現地における地震・津波シナリオの把握とその高度化を進める。地震・津波リスクの理解とリスク軽減に向けた中央及び地方行政の取り組みと実施上の問題点に関する情報を集約する。

令和9年度及び令和10年度においては、前3か年の調査を継続しつつ、日本国内の研究事例も含めて、比較研究により地域毎の課題・問題点を整理する。日本、メキシコ、エルサルバドルにおける地震・津波災害軽減に向けた課題の解決策を自治体等に提示する。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

伊藤喜宏, 矢守克也, 松島信一, 森信人, 西村卓也, 宮澤理稔, 浅野公之, 長嶋史明, 山崎健一, 山下裕亮, 西川友章, 中野元太, 宮下卓也（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

平石哲也（一般財団法人 沿岸技術研究センター）,篠原雅尚（東京大学地震研究所）

(9) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所

電話：0774-38-4240

e-mail：ito.yoshihiro.4w@kyoto-u.ac.jp

URL：http://www.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/yito/index.html

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：伊藤喜宏

所属：京都大学防災研究所