

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震発生予測のための島弧-海溝システムの観測-モデリング統合研究

（英文）Integrated modeling of intraplate earthquake occurrence based on geophysical exploration of island arc-trench system structures

(3) 関連の深い建議の項目：

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）

イ. 内陸地震の長期予測

(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

ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

(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

イ. 内陸地震

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

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

(2) 首都直下地震

(4) 内陸で発生する被害地震

(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：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」では、「地震発生予測のための島弧-海溝システムの観測-モデリング統合研究」（ERI-11; 2(1)イ 内陸地震の長期予測に深く関連）において、東北日本・関東地域を対象に日本海溝～日本海の高陸地殻構造探査をプロジェクト研究と統合的に実施しプレート構造・震源断層モデルを構築するとともに、観測データに基づき粘弾性三次元有限要素法モデルを構築し、地殻変動データを元にプレート境界における固着状態と上盤側プレート内部の応力状態、震源断層面上に作用するクーロン応力変化を求め、地震活動と比較・検討を通じて地震発生の長期予測の手法開発を行ってきた。研究成果の一部は、令和4年度の成果の概要で取り上げられた。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

日本列島の上盤側プレートで発生するM7級の地震活動は、プレート沈み込み作用に支配的な影響を受けていると考えられる。西南日本内陸部で発生した歴史地震や、2011年東北地方太平洋沖地震前後の地震・火山現象の変化から、プレート境界における固着状態の変化や発生する巨大地震は、上盤側プレート内の応力状態を数十年スケールで変化させると考えられる。このような上盤側プレート内部の応力状態の時間変化は、過去数回の活動履歴に基づき地震発生確率を推定する現在の長期評価手法では全く考慮されていない。上盤プレート内の応力状態の時間変化はGNSSによる地殻変動・地震活動を用いた定量的なモデル化が可能である。したがって、構造探査等により推定される島弧-海溝系上盤側プレートの構造と震源断層を初期条件として、力学的な数値計算から断層面上に作用する応力を計算し、現在・過去の地震活動を説明することにより、プレート間相互作用を考慮した物理モデルによる

長期予測が可能になると期待される。以上の背景から、現行計画で「地震発生予測のための島弧―海溝システムの観測-モデリング統合研究」(ERI-11)を開始し、東北日本を対象に、海陸地殻構造探査による上盤側プレートの構造推定と粘弾性三次元有限要素法モデルによるプレート境界の固着状態・上盤側プレート内部の応力状態の計算を一体で進める形で地震発生長期予測の手法開発を行ってきた。

そこで、次期計画では、東北日本・関東地域の解析をさらに進めるとともに、主な研究対象領域を西南日本とし、海陸統合の島弧・プレート構造の推定を目的とする(1)陸域自然地震観測および(2)海域自然地震観測と、(3)その結果や既往の構造探査等の再解析に基づくプレート上面モデルや震源断層モデル等の日本列島基本構造モデル構築・改訂および活構造の長期間地殻変動、(4)数値計算による震源断層面上に作用するクーロン応力変化の推定を軸とした、プレート間相互作用を考慮した物理モデルによる長期予測手法の開発をさらに進める。

本課題の成果は、測地的な時間帯域でのプレート沈み込みに支配された上盤プレート内の内陸地震活動や変形メカニズムに基本的な情報を提供するだけでなく、地質学的な時間帯域での日本列島の形成プロセスの理解にも大きく貢献すると期待される。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

主に西南日本を対象に、観測と日本列島基本構造モデルの構築・更新と地殻活動予測を統合的に実行し、地殻活動予測、巨大地震発生予測を含む多様な地殻活動についての定量的な理解を進める。数値モデルによる地震発生ポテンシャルの推定に必要な三次元構造モデルと震源断層モデルの高度化のため、西南日本を横断する海溝から背弧海盆に至る測線を設定し、既存の構造探査・地震観測データを利用しつつ、浅部から深部(リソスフェア・アセノスフェア境界)にいたる構造モデルを構築する。特に不足している西南日本日本海側の深部構造情報を得るために、山陰沖日本海南西部において、海底地震計を用いた広帯域自然地震観測、構造探査実験を実施する。陸域下に沈み込むプレートやマントルウエッジを含む上盤側プレートの不均質構造に関する知見を得る為に、西南日本弧陸域の日本海側から太平洋側に至る島弧横断測線を設定し、自然地震観測を実施する。これらのデータによりプレートの構造とレオロジー特性の解明に資する地震波速度構造などを明らかにする。次に、構造探査の結果に基づき日本列島基本構造モデルの構築・更新を行うとともに、構造モデルを反映させた三次元有限要素法を用いて、東北太平洋沖地震に伴う地殻変動を含むGNSSによる測地データを説明するための数値実験を行い、弾性波速度と岩石物性から推定されたレオロジーモデルの妥当性を検討する。さらに、長期間地殻変動および過去の地震活動のデータを取得・コンパイルし、比較検討してそのレオロジーモデルの妥当性を検討し、モデルに反映させる。震源断層については、浅部構造探査・解析を行うとともに、並行して実施される深部構造探査の観測結果を反映させ、長期間地殻変動等に基づき海陸境界部や平野部などの伏在断層を含めたモデルの更新を行う。これらを踏まえて、更新された日本列島基本構造・震源断層モデルに基づき、西南日本上盤側プレート内における地震活動予測と過去の地震活動の説明を目指す。このほか、これまで実施してきた東北日本・関東地域についても、構造探査等を反映させたプレート構造などの日本列島基本構造モデルの更新を進め、これに基づく上盤側プレート内における地震活動予測と過去の地震活動の説明を目指す。以上の研究を以下の年次計画で進める。

令和6(2024)年度

- ・陸域地震観測：東北日本弧で取得されている既存海陸統合地震観測データの解析を継続して実施し、日本海から東北日本弧を経て日本海溝へ至る海陸統合地殻構造モデルのさらなる精緻化をはかる(~2028年度)。2025年度から予定している西南日本弧陸域の日本海側から太平洋側に至る測線での現地踏査を実施し、臨時地震観測点の設置場所を選定する。また、既存の西南日本弧陸域横断地殻構造探査データの再解析を実施する(~2028年度)。
- ・海域地震観測：東北日本西方沖日本海の深部構造を求めるために、2022年に当該域に設置した小型広帯域海底地震計を回収する。なお、回収には共同利用研究航海を利用する予定である。得られたデータから背弧海盆の深部構造を求める解析を開始する。
- ・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本(中部地方)を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により活構造の長期間地殻変動を推定する。

・数値計算：日本列島域の三次元有限要素モデルを構築する。これまでの研究の進展を考慮し、柔軟に種々の粘性構造を取り入れることを可能なモデルにする。

令和7(2025)年度

- ・陸域地震観測：前年度に選定した臨時地震観測点の設置場所に地震観測装置を設置し、観測を開始する。
- ・海域地震観測：2025年に日本海から回収した広帯域海底地震観測データの解析を継続して、精度のよい深部構造、特にアセノスフェアリソスフェア境界の位置を精度よく決定する。
- ・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本（中部地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により活構造の長期間地殻変動を推定する。
- ・数値計算：南海トラフ-琉球海溝におけるプレート境界プロセス、および東北沖地震による西南日本域の震源断層面上のクーロン応力変化を検討する。

令和8(2026)年度

- ・陸域地震観測：前年度に設置した臨時地震観測点を撤収する。得られたデータから測線下の構造を求める解析を開始する。
- ・海域地震観測：島弧のより精密な上部マントル地殻モデルを構築するために、東北日本に続き、西南日本において浅部から深部までの島弧断面を作成する。その一環として、西南日本北方沖の日本海に小型広帯域海底地震計を設置して、広帯域海底地震観測を開始する。なお、設置のための備船について、費用の一部を本研究で負担する。
- ・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：引き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本（近畿地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により構造の長期間地殻変動を推定する。
- ・数値計算：相模トラフ、伊豆小笠原海溝のプレート境界プロセスと東北沖地震の影響を考慮し、関東地方および伊豆小笠原弧の応力状態を検討する。

令和9(2027)年度

- ・陸域地震観測：陸上臨時地震観測点で取得したデータに対して、地震波速度構造解析等を適応し、陸域測線下の構造を明らかにする。
- ・海域地震観測：前年度に設置した小型広帯域海底地震計による広帯域海底地震観測を継続する。これまでに得られている広帯域海底地震観測データを利用して、島弧全体の深部構造解析を開始する。
- ・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：引き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクトによる反射法探査等の成果に基づき、西南日本（近畿地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により、活構造の長期間地殻変動を推定する。
- ・数値計算：東北地方太平洋沖地震後10年間の測地データを用い、東北日本下の粘性構造と上盤プレート内の震源断層の応力変化を評価する。

令和10(2028)年度

- ・陸・海域地震観測：2026年に西南日本北方沖の日本海に設置した小型広帯域海底地震計を回収する。なお、回収のための備船について、費用の一部を本研究で負担する。得られたデータを用いて、西南日本北方沖日本海の深部構造を求めるとともに、陸域測線下の構造と日本海側や太平洋側の海域で得られている構造とを統合した島弧全体の海陸統合地殻構造モデルの構築を実施する。
- ・日本列島基本構造モデル：引き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本を中心に震源断層モデルの構築・更新についてまとめを行う。また、西南日本の活構造を中心に、第四紀後期の長期間地殻変動のとりまとめを行う。
- ・数値計算：4年目までに検討した各地域のプレート境界プロセス間の相互作用を検討し、今後数十年スケールの応力変化についてまとめを行う。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

篠原雅尚（東京大学地震研究所）,蔵下英司（東京大学地震研究所）,石山達也（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
東京学芸大学,地震予知総合研究振興会,静岡大学防災総合センター,防災科学技術研究所,弘前大学

(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：東京大学地震研究所

電話：

e-mail：

URL：

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：篠原雅尚

所属：東京大学地震研究所