

( 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：

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

( 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

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

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

ア. 地震発生機構の解明

(4) 火山現象の解明とモデル化

ア. 火山現象の定量化と解明

(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

ア. 海溝型巨大地震の長期予測

(4) 中長期的な火山活動の評価

ア. 火山噴火の長期活動の評価

( 5 ) 総合的研究との関連：

( 6 ) 平成 30 年度までの関連する研究成果(または観測実績)の概要：

平成 30 年度まで実施された災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画「日本列島基本構造モデルの構築」では、日本列島基本構造モデルを構築し、これらを共有・更新していくことにより、地殻活動予測、巨大地震発生にいたるプロセスの定量的な理解など、火山噴火予測を含む多様な地殻活動についての定量的な理解を深めることを目的とした研究を行ってきた。以下に成果をあげる。

(1) 千島-日本-伊豆小笠原海溝及び相模トラフ、駿河トラフ-南海トラフ-琉球海溝の位置と水深モデル、フィリピン海プレート西縁部の Manila trench 及び Philippine trench model を海底地形データから求めた。

(2) プレート境界モデルの構築については、日本列島周辺における構造探査・tomography 解析等の既往成果をコンパイルし、自然地震に基づく広域モデル (base model) を修正する形でプレート境界モデル (regional model) を構築するとともに、フィリピン海プレート東部の既往探査データ・tomography の結果を再吟味して、太平洋プレート接合部までの形状モデルの試作を行った。

(3) 日本列島及びその周辺の震源断層モデルの構築については、日本列島及びその周辺域の Moho 面形状のモデル化のため、日本列島直下で提出されているモホ面構造と広域的なモホ面構造 (Crust 1.0) を接続したモデルを試作した。更に Hi-net による地震波トモグラフィーの成果を用いて、地殻下部から上部マントルの地震波速度の変化について検討した結果、P 波速度の変化が大きく、かつ制御震源によるモホ面とよく一致する 7.2 km/s の等速度面を Moho 面の proxy とした。また、既存の地下構造データを基に、北陸・関東・九州地域の震源断層モデルを作成・更新した。

(4) 日本海におけるリソスフェア・アセノスフェア境界 (LAB) モデル構築を目的として、2001 年から 2003 年にかけて、日本海大和海盆で実施された広帯域海底地震計による長期地震観測結果を収集した。また、2013 年から、文部科学省委託研究により行われている大和海盆における長期広帯域海底地震観測から、LAB を求めるため、レシーバー解析を実施中であり、従来想定されていた深度よりも、LAB が深い可能性が示唆されている。一方、紀伊半島沖南海トラフ陸側斜面下のプレート境界形状を震源分布、実体波トモグラフィー・レシーバー関数解析で明らかにし、さらにレシーバー関数の振幅情報を用いて、プレート境界の性質を推定した。

(5) 日本列島下の岩石モデル・レオロジーモデルの構築を目的として、西南日本列島下の地殻構成岩石に関する初期モデルを検討するため、九州北部、高島 (300 万年前) と黒瀬 (110 万年前) のアルカリ玄武岩火成活動に伴う苦鉄質・超苦鉄質捕獲岩を実験試料として P 波・S 波速度を測定すると共に、地震波トモグラフィーと比較して、最上部マントルがかんらん岩で、また low-Vp である北九州・宗像・直方では最上部マントルの low-Vp はパイロキシナイトで構成されると推定した。

#### (7) 本課題の 5 か年の到達目標 :

本課題は、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、火山噴火予測を含む多様な地殻活動についての定量的な理解を深めることを目的としており、数値計算、海陸地震観測、日本列島基本構造モデル、長期間地殻変動の 4 つの研究を実施する。

数値計算：前計画までの成果を踏まえ、日本列島を含む広範な領域 (千島弧、東北日本弧、西南日本弧、伊豆小笠原弧、琉球弧、および朝鮮半島、ロシア沿海州、中国沿岸部) を対象として三次元有限要素モデルを構築する。稠密な地殻変動データを用いて、各プレート境界領域で進行するすべり状態と地下の粘性構造を推定する。地殻変動データとしては、国土地理院の GNSS データに加えて、アメリカのネバダ大学が公開している全世界の地殻変動データが利用可能である。特に、大陸部のデータは深部の粘性構造を推定する上で重要である。推定した粘性構造とすべり速度欠損分布を用いて内部応力状態を求め、地震活動データと比較検討しながら、観測された地殻変動・応力状態と調和的なモデルを求める。このモデルの中に震源断層を置き、それぞれの断層面上に作用するクーロン応力変化を求め、上盤プレート内の地震発生の長期予測を行う。上記で用いた地下構造モデル、震源断層モデルは観測の進展・データの集積に応じて適宜更新し、長期予測も随時更新していく。

海陸地震観測：日本海から日本列島を横切り日本海溝または南海トラフに抜ける長大な測線を設定する。海域部の測線上に長期観測型海底地震計を設置し、長期海底地震観測を実施する。また、陸上には地震観測点を設置して、海陸にまたがる測線で地震観測を行う。得られた地震データについて、実体波トモグラフィー・レシーバー関数解析・表面波解析を実施して、深部までの構造を求める。この測線上で大容量エアガンアレイ、ハイドロフォンストリーマ、海底地震計による地震波速度構造探査実験を行い、深部構造の解析に必要な測線下の構造の情報を得ることも目標である。

日本列島基本構造モデル：前計画で作成されたプレートモデルを基礎として、本課題の大規模構造探査の観測結果を反映させる。これに加えて、海底ケーブル観測網による海域の震源再決定、Hi-net の震源再決定の結果を用いた広域の地震発生層下限深度を反映させた震源断層モデル・レオロジーモデルの更新など、データの集積に応じたモデルの更新を行う。また、同時に進行するプロジェクトによる反射法探査、活断層・変動地形学的研究などの成果に基づき震源断層モデルの更新を行う。

長期間地殻変動：断層深部形状を考慮し、第四紀後期の西南日本・東北地方の長期間地殻変動を求め

る。また、過去約1万年間の東北・西南日本のM7級の地震・地殻活動について、スリッププレートなどの新規データの取得と既存研究により明らかにする。

(8) 本課題の5か年計画の概要：

平成31(令和1)(2019)年度

・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。千島海溝の固着の進行にともなう北海道地域の震源断層の応力蓄積速度を求める。

・海陸地震観測：他プロジェクトにより、東北日本日本海側を主な対象域とした構造探査実験が計画されており、この構造探査と連携する形で、東北日本太平洋側の地震地殻上部マントル構造をもとめる実験を実施する。

・日本列島基本構造モデル：同時進行のプロジェクトによる反射法探査、活断層・変動地形学的研究などの成果に基づき震源断層モデルの更新を行う。

・長期間地殻変動：反射法地震探査断面に現れた深部断層形状を考慮し、東北日本・日本海側の第四紀後期の長期間地殻変動を求める。また、過去約1万年間の東北・西南日本のM7級の地震・地殻活動について、スリッププレートなどの新規データの取得と既存研究により明らかにする。

令和2年(2020)度

・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。

・海陸地震観測：想定する測線上の海域部に長期観測型海底地震計を設置し、長期海底地震観測を実施する。また、陸上には地震観測点を設置して、海陸にまたがる測線で地震観測を行う。

・日本列島基本構造モデル：前計画で作成されたプレートモデルに本課題の大規模構造探査の観測結果を反映させる。また、同時進行のプロジェクトによる反射法探査、活断層・変動地形学的研究などの成果に基づき震源断層モデルの更新を行う。

・長期間地殻変動：深部断層形状を考慮し、東北日本太平洋側の第四紀後期の長期間地殻変動を求める。また、過去約1万年間の東北・西南日本のM7級の地震・地殻活動について、スリッププレートなどの新規データの取得と既存研究により明らかにする。

令和3(2021)年度

・数値計算：東北地方太平洋沖地震後10年間の粘性緩和にともなう上盤プレート内の震源断層の応力変化を評価する。

・海陸地震観測：前年度に設置した長期海底地震計および陸上の地震観測点を回収する。

・日本列島基本構造モデル：プレートモデルに大規模構造探査の観測結果の集積に応じてこれを反映させる。また、海底ケーブル観測網による海域の震源再決定がなされた場合のモデルの更新、Hi-netの震源再決定の結果を用いた地震発生層下限深度を反映させた震源断層モデル・レオロジーモデルの更新を行う。また、同時に進行のプロジェクトによる反射法探査、活断層・変動地形学的研究などの成果に基づき震源断層モデルの更新を行う。

・長期間地殻変動：深部断層形状を考慮し、西南日本の第四紀後期の長期間地殻変動を求める。また、過去約1万年間の東北・西南日本のM7級の地震・地殻活動について、スリッププレートなどの新規データの取得と既存研究により明らかにする。

令和4(2022)年度

・数値計算：関東地方および伊豆小笠原弧の応力状態について、東北沖地震、相模トラフ、伊豆小笠原海溝のプレート境界プロセスの影響を検討する。

・海陸地震観測：前年度までに得られた地震データについて、実体波トモグラフィー・レーザー関数解析・表面波解析などを実施して、深部までの構造を求める。

・日本列島基本構造モデル：プレートモデルに大規模構造探査の観測結果の集積に応じてこれを反映させる。また、海底ケーブル観測網による海域の震源再決定がなされた場合のモデルの更新、Hi-netの震源再決定の結果を用いた地震発生層下限深度を反映させた震源断層モデル・レオロジーモデルの

更新を行う。また、同時進行のプロジェクトによる反射法探査、活断層・変動地形学的研究などの成果に基づき震源断層モデルの更新を行う。

・長期間地殻変動：反射法地震探査断面に現れた深部断層形状を考慮し、西南日本の第四紀後期の長期間地殻変動を求める。また、過去約1万年間の東北・西南日本のM7級の地震・地殻活動について、スリップレートなどの新規データの取得と既存研究により明らかにする。

令和5(2023)年度

・数値計算：4年目までに検討した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。

・海陸地震観測：数値モデルによる地震発生ポテンシャルの検討に向けて、これまでの解析結果をとりまとめて、日本列島の基本構造の構築・更新を行う。

・日本列島基本構造モデル：大規模構造探査の観測結果や海底ケーブル観測網による海域の震源再決定を反映させたプレートモデルと、同時進行のプロジェクトによる反射法探査、活断層・変動地形学的研究、Hi-netの震源再決定結果を用いた地震発生層下限深度を反映させた震源断層・レオロジーモデルの更新についてまとめを行う。

・長期間地殻変動：西南日本の第四紀後期の長期間地殻変動と、過去約1万年間の東北・西南日本のM7級の地震・地殻活動について、スリップレートのとりまとめを行う。

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

篠原雅尚・飯高隆・望月公廣・山田知朗・石山達也・橋間昭徳・悪原岳・佐藤比呂志(東京大学地震研究所)

他機関との共同研究の有無：有

海域地震観測：東北大学・北海道大学・千葉大学・京都大学防災研究所・鹿児島大学

震源断層モデルの更新および長期間地殻変動：防災科学技術研究所・横浜国立大学・東北大学・信州大学・富山大学・岡山大学・広島大学

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会 企画部

電話：03-5841-5787

e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

(11) 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