

(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：

千島海溝・日本海溝における複合海底地震測地観測によるプレート境界の挙動解明とそのモデル化

(3) 関連の深い建議の項目：

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) 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

(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

地震

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

イ. 地震断層滑りのモデル化

(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

ア. 海溝型巨大地震の長期予測

(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

ア. プレート境界滑りの時空間変化の把握に基づく予測

5 研究を推進するための体制の整備

(2) 総合的研究

ウ. 千島海溝沿いの巨大地震

(3) 研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

(5) 総合的研究との関連：

千島海溝沿いの巨大地震

(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 :

日本海溝・相模トラフを対象として、プレート境界で起こる多様なすべり現象を海域観測で捉えるとともに、そのプレート境界でのすべり現象を模した室内実験および数値モデリング研究を行ってきた。以下にこれまでの主な実績をあげる :

- ・日本海溝中～北部陸側斜面での長期地震観測により、2011 年東北地方太平洋沖地震の破壊域外の北側においては、同地震の発生から時間が経過するにつれてプレート境界での低角逆断層型の地震が増加していることが明らかになった。

東北沖地震の地震時変動を震源域直上の海底で GPS/A および海底圧力観測で捉え、本震時のすべりが日本海溝中部に集中することと、巨大なすべりが海溝軸にまで到達したことを示した。

- ・東北沖地震後の海底地殻変動場を広く日本海溝沿いに明らかにし、地震時すべりが大きかった中部では粘弾性緩和による変動が卓越する一方で、南部では海溝軸にちかいプレート境界浅部で余効すべりが発生していることを示した。

- ・GPS/A 観測に基づいて地震後の日本海溝全域における海底地殻変動場の空間分布を明らかにした。

- ・日本海溝沿いのプレート境界においても、周期的スロースリップや VLFE、低周波微動といった多様な「ゆっくり地震」現象が発生しており、東北沖地震の発生前にはその破壊開始点の周辺で顕著な活動があったことを示した。

- ・房総沖相模トラフ陸側斜面での海底圧力観測から、2014 年 1 月頃に発生した房総沖スロースリップによる海底上下変動を検知し、これによりすべりの範囲を精度よく推定した。

東北沖地震の地震時すべり域の北限付近において、同地震の発生前後で人工地震探査を実施し、プレート境界からの地震波反射強度が東北沖地震を境に変化していることが示された。

- ・日本海溝プレート境界断層浅部の性質を理解するため、そこでの温度・圧力条件下での摩擦実験を行い、摩擦特性が粘土鉱物含有量によって系統的に変化し、同一温度でも断層帯を構成する堆積物・岩石の違いにより多様なすべりが起こることが明らかとなった。

- ・粘土鉱物であるスメクタイトの摩擦実験から、デコルマ帯の摩擦特性が深度によって顕著に変化することや、デコルマにおけるすべり特性の温度依存性が、断層帯に存在する流体の組成によって変化する可能性を示した。

- ・日本海溝掘削で得られた断層構成物質が示す低～中速摩擦特性を考慮した東北沖地震の準動的な地震発生サイクルシミュレーションを行い、スーパーサイクル挙動、海溝まで達する巨大地震の頻度、深部のみの大規模地震の頻度、巨大地震時のすべり量と発熱量、長期的摩擦発熱量の全てにおいて観測結果とよく一致するケースが得られた。

(7) 本課題の 5 か年の到達目標 :

日本海溝、房総半島沖相模トラフの沈み込み型プレート境界における多様なすべり現象の時空間分布を長期海底観測により明らかにする。余効すべりがほとんど起こっていない東北沖地震の本震時すべりが大きかった領域において、プレート内地震活動に着目して、そこでの応力状態を推定することを通して、間接的にプレート境界の力学状態の時空間分布の推定を試みる。また、本震破壊域内においてプレート境界型地震の活動が回復する過程を追跡することで、そこでの巨大地震発生後のプレート境界の固着・すべり状態を把握する。また、東北沖地震後に余効すべりが卓越している領域では、それを背景として発生している多様な低周波微動・(超)低周波地震・周期的スロースリップなどに注目して、プレート間すべり速度の時空間発展や、それらすべり現象の相互作用を明らかにする。

日本海溝と対比的に、近い将来に巨大地震が発生する可能性がある千島海溝根室沖では GPS/A 観測点や海底間音響測距からなる海底測地観測によりプレート間固着の実態、特に固着域の上端の位置を明らかにする。これに加えて、海底圧力観測の高度化によって鉛直変動場の把握を図り、プレート境界浅部での固着・すべり状態の連続的な変化の理解を試みる。海底測地観測網と陸域 GNSS 観測網を併合利用することで海域から陸域にかけた長大測地測線を構築し、千島弧のレオロジー構造を考慮することで、より正確なプレート間固着の下端の位置の推定精度を向上させ、来るべき巨大地震の震源域

の幅を制約する。

実験・モデル研究では、深海掘削により得られた試料などを用いてプレート境界の状態を再現した摩擦実験により、摩擦構成則パラメータの温度・変位速度・間隙水圧・物質（粘土鉱物含有量など）依存性を明らかにし、それらを反映した数値モデリングによって浅部から深部までのプレート境界のすべり挙動を再現する。さらに、観測により得られた知見と併せて、日本海溝や相模トラフにおけるプレート境界断層の多様なすべりの空間分布、相互作用や時間発展を明らかにするモデルの高度化を行う。

(8) 本課題の5か年計画の概要：

2019年度：

- ・千島海溝根室沖において、GNSS/A装置及び海底間音響測距装置による海底地殻変動観測を開始する。また根室沖におけるプレート間固着の定量把握のために当該地域のレオロジー構造の検討を開始する。
- ・日本海溝北部東北沖地震震源域外側領域における日本海溝北部におけるGNSS/A観測を実施する。また宮城沖において、長期観測型自己浮上式海底地震計による海底地震観測を実施する。
- ・これまでに得られた海底データを用いて、スロー地震現象の探索やプレート内応力状態の時空間変化推定を行う。
- ・深海掘削により得られた試料などを用いてプレート境界状況を再現した摩擦実験を継続する。

2020年度：

- ・千島海溝根室沖における海底地殻変動観測を継続するとともに、ドリフト自己校正機能付海底圧力観測を実施する。広域地殻変動モデリングのためのレオロジー構造のプロトタイプモデルを構築する。
- ・日本海溝におけるGNSS/A観測を継続・実施する。また、宮城沖における海底地震観測を継続する。
- ・これまでに得られた海底データを用いて、スロー地震現象の探索やプレート内応力状態の時空間変化推定を継続する。
- ・房総半島沖相模トラフ陸側斜面における自己浮上式海底圧力計の回収再設置をおこない、長期にわたる海底上下地殻変動観測を実施する。
- ・初年度に引き続き、深海掘削により得られた試料などを用いてプレート境界状況を再現した摩擦実験を継続する。

2021年度

- ・千島海溝根室沖における海底地殻変動観測を継続し、初期的な水平変位場の検出を試みる。得られた地殻変動場を説明するプレート間固着の予察的モデルを得る。2020年度に設置したドリフト自己校正機能付海底圧力計を回収し、その精度検証を実施する。
- ・日本海溝におけるGNSS/A観測を継続する。また、宮城沖における海底地震観測を継続する。
- ・スロー地震現象の探索およびプレート内応力状態の時空間変化推定を継続する。

引き続き深海掘削やコアリングにより得られた資料を用いたプレート境界状況再現実験を継続する。

2022年度：

- ・千島海溝根室沖における海底地殻変動観測を継続する。機能を改良したドリフト自己校正機能付海底圧力計を海底ケーブル式観測点のごく近傍に投入し、その精度検証を行う。
- ・日本海溝におけるGNSS/A観測を継続する。また、宮城沖における海底地震観測を継続し、地震活動の回復の時空間分布を把握する。
- ・房総半島沖相模トラフ陸側斜面における自己浮上式海底圧力計の回収再設置をおこない、長期にわたる海底上下地殻変動観測を継続する。
- ・前年度に引き続き、深海掘削により得られた試料などを用いてプレート境界状況を再現した摩擦実験を継続しつつ、観測により得られた知見と併せて、実際のすべり現象を説明する予察的なモデルの構築を行う。

2023年度：

- ・千島海溝根室沖における海底地殻変動観測を終了して、成果のとりまとめを行う。また地殻変動場を説明するプレート間固着モデルを構築する。前年度投入したドリフト自己校正機能付き海底圧力計を用いた観測との比較から、海底ケーブル式観測点の水圧計の長期ドリフト特性の抽出を行う。
- ・日本海溝における GNSS/A 観測を継続し、変位速度ゆらぎの有無について検証を行う。また、宮城沖における海底地震観測を継続し、東北沖地震以降の地震活動の回復の時空間分布を明らかにする。
- ・房総半島沖相模トラフ陸側斜面における海底上下地殻変動観測の結果をとりまとめ、プレート間滑りを推定する。
- ・過去 4 年間に実施したプレート境界状況を再現した摩擦実験の結果と、観測により得られた観測により得られた知見と併せて、実際のすべり現象を説明するモデルを提示する。

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

篠原雅尚・塩原肇・望月公廣・山田知朗・一瀬建日・悪原岳 (東京大学地震研究所)

他機関との共同研究の有無 : 有

海域観測班 : 日野亮太・木戸元之・太田雄策・東龍介 (東北大学)・高橋浩晃・村井芳夫・大園真子 (北海道大学)・佐藤利典 (千葉大学) 伊藤喜宏・山下裕亮 (京都大学防災研究所)・八木原寛・仲谷幸浩 (鹿児島大学)・気象庁

実験・モデリング班 : 金川久一・澤井みち代 (千葉大学)・平内健一 (静岡大学)・廣瀬文洋・谷川亘 (海洋研究開発機構)・芝崎文一郎 (建築研究所)・野田博之 (京都大学)・安藤亮輔 (東京大学)

(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 : <https://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