

(1) 実施機関名：

東北大学理学研究科

(2) 研究課題（または観測項目）名：

スラブ内地震の発生メカニズムに関する研究

(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

- (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

(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
イ. 地震断層滑りのモデル化

5 研究を推進するための体制の整備

- (2) 総合的研究
イ. 首都直下地震
ウ. 千島海溝沿いの巨大地震

(5) 総合的研究との関連：

首都直下地震
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：

従来のスラブ内地震研究は地震波速度不均質構造の推定による地震発生場の研究が中心であったが、平成26～30年度にかけては高精度震源決定や断層パラメータの推定により、上面地震の活動度がスラブモホ面付近で高いこと、上面と面間の起震応力場は空間的に大きく変化すること、深発相似地震は既存弱面が再活動して起こりそれらの破壊域が相補的であることなど、地震発生の物理的理解に寄与する成果を得ることができた。また、北西太平洋海域での地震探査によって沈み込む前の海洋地殻第3層が速度逆転層を有することを明らかにしたほか、海底圧力観測からはスラブ内地震津波に伴う海底圧力変動の解析によってスラブ内応力中立面の深さを把握できる可能性を示した。室内実験においては、石膏の脱水摩擦変形試験では脱水に伴う強度低下が観測され、脱水過程とクラック周りの水理特性が地震の分布や発生様式をコントロールする可能性を指摘した。さらに、放射光施設でのローソナイト変形実験からは、脱水を伴わない高封圧下でも脆性的な挙動を示すことを明らかにし、脱水前でも地震につながるような不安定すべりを引き起こす可能性があることを指摘した。上面と面間の地震に対する理解が深まった一方で、下面地震に対する理解が及んでいない。そのため、下面地震活動の実態とその発生メカニズム、下面地震帯深度への含水化メカニズムや含水鉱物の挙動の把握といった基礎研究がスラブ内地震の基本的枠組みを理解するうえで重要である。

(7) 本課題の5か年の到達目標：

本課題は海陸の地震観測と室内実験によって、スラブ内地震の発生する場所、条件、様式、それらの

スラブごとの差異といった、スラブ内地震の基本的枠組みの包括的な理解を目指す。海域観測では、日本海溝海側での海底地震観測網で観測された東北地方下の地震を解析することで、沈み込む海洋プレート内に存在しうる断層の広がりやの把握を目指す。また、東北地方の二重深発地震面の下面に沿う地震波速度・減衰構造やスラブ内地震の応力降下量、地震波エネルギー放射効率といった断層運動に関する物理量を精査し、上面地震と下面地震との発生要因の相違を明らかにする。さらに、室内実験では、スラブ構成岩石を主として相転移断層形成・脱水脆化・塑性不安定性に伴う断層形成機構を実験的に検証し、温度・圧力・岩石種ごとの主要断層形成機構を把握する。

(8) 本課題の5か年計画の概要：

海域地震観測：アウターライズ正断層地震の断層下端深さの把握を目的とし、1933年昭和三陸地震および2011年宮城県沖地震の震源域直上での海底地震観測網で観測された稍深発地震の解析を行う。解析で用いる稍深発地震震源－観測点間波線経路は、余震活動を用いた地震波トモグラフィでは推定が難しい大地震断層の深部側を通るため、仮に破碎や含水化が断層の深部に及んでいれば、それに関連した低速度異常の検知が期待される。平成31、32年度では、1933年地震震源域の海底自然地震観測記録から稍深発地震波の見かけ速度の変化を調べ、波線追跡法を用いて1933年地震断層にかかわる走時異常の下端深さの把握を試みる。平成33、34年度は、2011年地震震源域での地震観測記録について同様の手順を踏んだ解析を行う。ここでの観測点分布は1933年震源域とほぼ同じだが、断層サイズが異なるので検出される走時異常の分布の広がりも異なることが予想される。平成34年度以降は、三陸沖と宮城県沖で得られた結果と既往の地震波速度研究とを総合して比較し、大断層形成にかかわる構造改変の様子を明らかにする。2011、1933年地震震源域での海底観測記録は海洋研究開発機構から提供を受ける。

陸域地震観測：平成31、32年度は、日本列島で発生するスラブ内地震の波形解析により、静的応力降下量や地震波エネルギー放射効率を推定し、震源パラメータに地域変化や深さ変化、規模依存があるかを確認する。また、深発地震の走時活動の抽出も行う。平成33、34年度には、太平洋スラブの下面地震発生場の理解を深めることを目的として、北海道・東北地方で得られた稍深発～深発地震波形を解析する。その際、スラブの異方性を考慮した速度構造、およびS波減衰構造の推定を行うことで、スラブ内不均質構造を明らかにする。平成34年度以降は、一連の解析で得られた結果を総合的に解釈し、上面地震と下面地震との発生要因の相違を明らかにするとともに、スラブ内地震の発生モデルを高度化する。

室内実験：含水鉱物（蛇紋石、緑泥石、ローソナイトなど）の脱水反応やオリビン－スピネル相転移に伴う断層形成機構の把握を目的として、稍深発～深発地震発生域の温度・圧力条件が発生可能な岩石変形試験機（固体圧変形試験装置およびD-DIA型変形試験装置）を用いて高温高圧実験を行う。鉱物種ごとに異なる温度・圧力条件化での摩擦不安定性や降伏強度および不安定すべり時の応力降下量の変化、変形特性を調べる。先の研究成果によりローソナイトは脱水を伴わずとも破壊が生じることが明らかとなり、鉱物種によって異なる変形・破壊特性を示すことが予想された。そこで、平成31年度では、ローソナイトや他の含水鉱物でも同様の実験を行い、脱水前後、どのタイミングで不安定すべりを引き起こすかの検証を行う。平成32～34年度では、間隙水圧を制御したセル（金属ジャケット使用）を開発し、脱水脆性化の有無を調べる。こちらも鉱物種による違いを検討する。平成35年度では、スラブ内に存在する岩石を作成し、多相系での脱水脆性化について検証を行う。また、オリビン－スピネル相転移についても、実際のマントルに存在するオリビンを出発物質として用いた相転移を伴う変形実験を行い、断層形成が起こるか検討をする。

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

東北大学（松澤暢、日野亮太、内田直希、矢部康夫、鈴木昭夫、武藤潤、白石（益戸）令、東龍介、趙大鵬）

他機関との共同研究の有無：有

東京工業大学（中島淳一、麻生尚文）

海洋研究開発機構（小平秀一、尾鼻浩一郎、藤江剛）

愛媛大学（大内智博）

東京農工大学（澤燦道）

(10) 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：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター

電話：022-225-1950

e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp

URL：http://www.aob.geophys.tohoku.ac.jp

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：東龍介

所属：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター