

令和元年度～令和5年度観測研究計画

課題番号：AORI01

(1) 実施機関名：

東京大学大気海洋研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

巨大津波を引き起こす震源断層の実態解明と流体変動モニタリング

(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

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

オ. 構造共通モデルの構築

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(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

ア. 南海トラフ沿いの巨大地震

(5) 総合的研究との関連：

南海トラフ沿いの巨大地震

(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：

・紀伊半島沖 1944 年東南海地震の震源域で MCS 調査を行い、プレート境界断層から上方へ発達し、上盤プレートの付加体を完全に切断する巨大分岐断層のイメージングに世界で初めて成功した (Park et al., Science, 2002)。巨大分岐断層の構造的特徴や IODP 南海掘削の結果、この巨大分岐断層が津波発生に深く関わっていたことが考えられている。

・2011 年の東北沖地震津波災害以降、南海トラフにおいてもデコルマの地震性滑りによる大津波の発生が懸念されている。MCS データの反射極性 (負・正) 解析結果に ODP/IODP 深海掘削データを加えた詳しい分析で、東西 500 km 以上の南海トラフ浅部沈み込み帯は高間隙水圧デコルマ域と低間隙

水圧デコルマ域に分けられ、デコルマの津波地震挙動を示す新たな仮説を提唱した (Park et al., GRL, 2014)

・海水中のヘリウム同位体比 ($3\text{He}/4\text{He}$) 分析で、2011 年の東北沖地震時に深部流体がプレート境界断層に沿ってマントルから海溝付近まで迅速に移動した可能性を示した (Sano et al., Nat. Commun., 2014)

・MCS データを用いる減衰構造解析を行い、南海トラフで沈み込む海洋プレート内部に発達する正断層群の詳細構造をイメージングするとともに、断層の活動性を評価した (Tsuru et al., EPS, 2018)

(7) 本課題の 5 か年の到達目標 :

南海トラフや日本海溝において既存・新規のマルチチャンネル反射法地震探査 (Multi-channel Seismic : MCS) データおよび深海掘削 (DSDP/ODP/IODP) データを用い、巨大津波を引き起こす震源断層 ((1) 巨大分岐断層、(2) デコルマ、(3) 大規模アウターライズ地震断層) の構造、流体分布、摩擦特性、減衰特性、間隙水圧などを高精度で明らかにする。特に、沈み込みインプットは巨大分岐断層とデコルマの発達過程や間隙水圧変動に最も大きく影響するため、沈み込む直前の深海堆積物と海洋性地殻の 3 次元形状を明らかにする。巨大分岐断層やデコルマに沿った地震性滑りの将来挙動を予測する上で、断層の物性変動の長期モニタリングは極めて重要である。断層の間隙水圧異常が巨大分岐断層やデコルマに沿った地震発生・破壊エネルギーの伝播に重要な役割を果たすと考えられるため、断層面付近の音響インピーダンスのコントラストを示す反射係数に着目し、反射係数から間隙水圧を推定する手法を新たに開発する。さらに、Time-lapse MCS 調査 (繰り返し観測により時間変化を捉える調査) により、反射係数 (間隙水圧) 変動のモニタリング手法を開発する。また、巨大分岐断層や大規模アウターライズ地震断層の海底付近堆積物と海水からヘリウム同位体比 ($3\text{He}/4\text{He}$) を定期的に測定し、断層に沿った流体変動をモニタリングする。

(8) 本課題の 5 か年計画の概要 :

【平成 31 年度】

(1) 断層面付近の音響インピーダンスのコントラストを示す反射係数に着目し、反射係数から間隙水圧を推定する手法の開発に着手する。これは新しいチャレンジである。

(2) 過去に日本海溝や南海トラフで実施された MCS 調査の仕様を検討し、Time-lapse MCS 調査に最適な仕様を決定するため、事前調査モデリング (Pre-survey Modeling) を行う。

(3) 宮城沖日本海溝のアウターライズで高分解能 MCS データを取得する。MCS データの反射極性 (正・負) 分布をマッピングし、正断層に沿った流体分布を推定するとともに、正断層の反射係数 (Warner, Tectonophysics, 1990) を求める。正断層の活動性や断層強度を評価するため、正断層付近の減衰特性 (Tsuru et al., EPS, 2018) を推定する。また、大規模アウターライズ地震断層の付近でマルチプルコアラーによる表層採泥および CTD 採水を行い、海底堆積物試料と海水試料を採取する。希ガス専用質量分析計を用いて海底堆積物・海水試料に含まれる He (ヘリウム) を抽出し、He 濃度および同位体比 ($3\text{He}/4\text{He}$) を測定する。

【平成 32 年度】

(1) デコルマの強い固着 (Yokota et al., Nature, 2016) を示す四国の足摺岬沖南海トラフに直交する測線上で、デコルマを対象とする新規 MCS データを取得する。また、南海トラフ隣接の四国海盆で沈み込みインプットを対象に、トラフに平行する測線上で新規 MCS データを取得する。

(2) 既存の四国海盆 MCS データを用いた堆積層の岩相層序解析を行い、デコルマ相当層準をマッピングする。また、四国海盆の海洋性地殻最上部の 3 次元形状を求め、デコルマの発達過程において沈み込む海洋性地殻の影響を解明する。

(3) 既存の四国海盆 MCS データと深海掘削データとの統合解析を行い、堆積層の間隙率と間隙水圧を求め、デコルマ相当層準の剪断強度を明らかにする。

(4) 海底地形データと既存 MCS 断面図を用い、南海トラフ付加体の傾斜角度とデコルマの傾斜角度を

求めることで、Coulomb Wedge Theory に基づくデコルマの摩擦係数を推定する。

(5) 巨大分岐断層の海底面付近で海底堆積物試料と海水試料を採取し、He 濃度および同位体比($3\text{He}/4\text{He}$) を測定する。

【平成 33 年度】

(1) 宮城沖日本海溝のアウトサイズで高分解能 Time-lapse MCS 調査を行い、大規模アウトサイズ地震断層の反射係数を求めることで、間隙水圧の時間変動を推定する。

(2) 大規模アウトサイズ地震断層の付近でマルチプルコアラーによる表層採泥および CTD 採水を行い、海底堆積物試料と海水試料を採取する。希ガス専用質量分析計を用いて海底堆積物・海水試料に含まれる He (ヘリウム) を抽出し、He 濃度および同位体比($3\text{He}/4\text{He}$) を測定するとともに、平成 31 年度の測定値との比較を行う。大規模アウトサイズ地震断層に沿ったマントル起源流体のフラックスを推定し、大規模アウトサイズ地震断層の挙動について流体循環の影響を評価する。

【平成 34 年度】

(1) デコルマの強い固着 (Yokota et al., Nature, 2016) を示す四国の足摺岬沖南海トラフで高分解能 Time-lapse MCS 調査を行い、デコルマの反射係数を求める。平成 32 年度の MCS データから求めた反射係数(間隙水圧) と比較し、デコルマに沿った間隙水圧の時間変動を推定する。

(2) 巨大分岐断層の海底面付近で海底堆積物試料と海水試料を採取し、He 濃度および同位体比($3\text{He}/4\text{He}$) を測定する。平成 32 年度に測定した He 濃度および同位体比($3\text{He}/4\text{He}$) と比較し、巨大分岐断層に沿った流体移動の時間変化を推定する。

【平成 35 年度】

(1) 宮城沖日本海溝のアウトサイズで高分解能 Time-lapse MCS 調査を行い、大規模アウトサイズ地震断層の反射係数を求める。平成 31 年度や 33 年度の MCS データから求めた反射係数(間隙水圧) と比較し、大規模アウトサイズ地震断層に沿った間隙水圧の時間変動をモニタリングする。

(2) 大規模アウトサイズ地震断層の海底面付近で海底堆積物試料と海水試料を採取し、He 濃度および同位体比($3\text{He}/4\text{He}$) を測定する。平成 31 年度や 33 年度に測定した He 濃度および同位体比($3\text{He}/4\text{He}$) と比較し、大規模アウトサイズ地震断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

朴進午、芦寿一郎、山口飛鳥、佐野有司、高畑直人、鹿児島涉悟

他機関との共同研究の有無 : 無

(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 : 東京大学大気海洋研究所 国際・研究推進チーム

電話 : 04-7136-6009

e-mail : iarp@ori.u-tokyo.ac.jp

URL : <http://www.ori.u-tokyo.ac.jp/>

(11) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名 : 朴進午

所属 : 東京大学大気海洋研究所