

(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：

（和文）巨大地震・津波を引き起こす海底活断層の学際的観測研究

（英文）Multidisciplinary observational research on active submarine faults generating huge earthquakes and tsunamis

(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：

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

(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

(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：

(1) 紀伊半島の熊野沖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., 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。(2)熊野沖南海トラフの前弧海盆で巨大分岐断層に沿ったマントル流体上昇を示唆するヘリウム同位体比（ $3\text{He}/4\text{He}$ ）を検出した（Tomonaga et al., 2020）。(3) 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., 2014）。(4) 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., 2014）。(5) 東北沖の日本海溝に沈み込む前の海洋地殻を断ち切る大規模正断層の構造と物性を明らかにし、その断層に沿ったマントル流体の上昇を発見した（Park et al., 2021）。海溝の海側に発達する正断層に沿ったマントル流体上昇と海水浸透の証拠が初めて得られ、マントルと海洋を結ぶ大規模な流体循環モデルを構築した。(6) 東北沖日本海溝のデコルマの構造と物性を調査した結果、デコルマに沿った間隙水圧が異常に高いことを初めて発見した（Jamali Hondori and Park, 2022）。デコルマの高い間隙水圧は断層面の強度低下をもたらし、2011年東北沖地震（M 9.0）の巨大津波を引き起こした可能性が高い。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

(1) 巨大分岐断層がマントル流体上昇の通路となる可能性が指摘されている（Tomonaga et al., 2020）熊野沖南海トラフの前弧海盆で、マルチチャンネル反射法地震探査（Multi-channel Seismic : MCS）データを繰り返し取得し（Time-lapse調査：繰り返し観測により時間変化を捉える調査）、断層に沿っ

た流体変動を調査する。また、巨大分岐断層の海底付近堆積物と海水から、マントル流体存在の優れたトレーサーであるヘリウム同位体比 ($3\text{He}/4\text{He}$) 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。(2) 沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に人工知能の深層学習 (Deep Learning) アルゴリズムを導入し、既存・新規のMCSデータおよび深海掘削 (DSDP/ODP/IODP) データを加え、南海トラフにおいてデコルマの地震性すべりに影響する間隙水圧の広域分布を高精度で明らかにする。また、千島海溝のデコルマの間隙水圧を推定し、南海トラフや日本海溝と比較する。(3) 日本海溝沖や千島海溝沖のアウターライズにおいて既存・新規のMCSデータを海底地形や地震応力場データと組み合わせ、大規模アウターライズ断層の活動性を表すSlip Tendencyの広域分布を推定する。また、海洋地殻を断ち切る断層がマントル流体上昇の通路となる可能性が指摘された (Park et al., 2021) 宮城沖のアウターライズで、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。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

【令和6年度】

- (1) 宮城沖日本海溝海側の大規模アウターライズ断層付近でピストン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。
- (2) 日本海溝アウターライズの広域で高分解能MCSデータを取得する。
- (3) 南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に深層学習 (Deep Learning) アルゴリズムを導入する (手法開発開始)。
- (4) 過去にJAMSTECが千島海溝で取得したMCSデータを用い、重合前深度マイグレーション処理を行うことで、P波速度構造モデルを構築し、デコルマに沿った間隙水圧を推定する。この結果を南海トラフや日本海溝の結果と比較する。

【令和7年度】

- (1) 熊野沖南海トラフの前弧海盆でTime-lapse MCSデータを取得する。
- (2) 熊野沖南海トラフの前弧海盆で海底堆積物・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。
- (3) 南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に深層学習 (Deep Learning) アルゴリズムを導入する (手法開発継続)。

【令和8年度】

- (1) 宮城沖日本海溝海側の大規模アウターライズ断層付近でHe (ヘリウム) 濃度および同位体比 ($3\text{He}/4\text{He}$) を測定し、過去の測定値 (Park et al., 2021) や令和6年度の測定値と比較する。
- (2) 日本海溝沖アウターライズの広域で高分解能MCSデータを取得し、過去に大気海洋研究所とJAMSTECが取得したMCSデータと統合し、大規模アウターライズ断層の広域Slip Tendencyマップを作成する。
- (3) 南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に深層学習 (Deep Learning) アルゴリズムを導入する (手法完成)。

【令和9年度】

- (1) 熊野沖南海トラフの前弧海盆でTime-lapse MCSデータを取得することで、既存MCSデータや令和7年度 MCSデータと比較し、巨大分岐断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。
- (2) 熊野沖南海トラフの前弧海盆で海底堆積物・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 ($3\text{He}/4\text{He}$) を測定することで、過去の測定値 (Tomonaga et al., 2020) や令和7年度の測定値と比較し、巨大分岐断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。
- (3) 過去にJAMSTECが南海トラフ沈み込み帯で取得した稠密MCSデータを用いる重合前深度マイグレーション処理に、深層学習 (Deep Learning) アルゴリズムを利用し、広域のP波速度構造モデルを高精度で構築する。

【令和10年度】

- (1) 宮城沖日本海溝海側の大規模アウターライズ断層付近でHe (ヘリウム) 濃度および同位体比 ($3\text{He}/4\text{He}$) を測定することで、過去の測定値や令和6・8年度の測定値と比較し、大規模アウターライズ断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。
- (2) 千島海溝沖アウターライズの広域で高分解能MCSデータを取得し、過去にJAMSTECが取得し

たMCSデータと統合し、大規模アウターライズ断層の広域Slip Tendencyマップを作成する。

(3) 南海トラフ沈み込み帯で構築した高精度の広域P波速度構造モデルを深海掘削

(DSDP/ODP/IODP) データと組み合わせ、デコルマに沿った間隙水圧の広域マップを作成する。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

朴進午（東京大学大気海洋研究所）, 芦寿一郎（東京大学大気海洋研究所）, 山口飛鳥（東京大学大気海洋研究所）, 高畑直人（東京大学大気海洋研究所）

他機関との共同研究の有無：有

佐野有司（高知大学海洋コア国際研究所）, 鹿児島渉悟（富山大学学術研究部理学系）

(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：東京大学大気海洋研究所 国際・研究推進チーム

電話：04-7136-6009

e-mail：iarp@aori.u-tokyo.ac.jp

URL：http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/

(10) 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