

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

南海トラフ巨大地震の予測高度化を目指したフィリピン海スラブ周辺域での総合的観測研究

(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

- (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 計画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) 本課題の5か年の到達目標：

○四国の新規2測線においてリニアアレイ観測を行う。四国と南九州における既存データも含めたレシーバ関数解析と地震波走時トモグラフィ解析により、フィリピン海スラブの形状モデルと3次元地震波速度構造モデルを更新する。紀伊半島から南九州に至る地域のプレート境界面の状態、およびスラブ起源流体の挙動と地震・火山活動との関係について明らかにする。

○陸上GNSS、地殻変動連続観測（歪計・傾斜計）、海底圧力計、GNSS音響測距結合方式海底地殻変動観測(GNSS-A)などの測地観測データを統合して、幅広い帯域でのプレート境界すべり現象をモニタリングする手法を高度化し、すべり量の小さい短期的SSEからすべり速度の小さい長期的SSEまでSSEの時空間分布を明らかにする。

○紀伊半島と南九州の地殻変動観測点において、これまで蓄積されている地殻変動連続観測のプロマイド記録をデジタル化し、再解析を行う。プロマイド記録のデジタル画像から数値化した上で、現在の観測結果をテンプレートとし、短期的SSEの検出を試みる。前回の南海地震後の短期的SSEの活動度を明らかにできる可能性がある。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

○地震観測による南海トラフ巨大地震の震源域周辺の詳細な不均質構造の推定

四国において、稠密リニアアレイ観測の新規の測線を2本追加し、前期の2測線と合わせて、レシーバ関数解析とトモグラフィ解析を行い、フィリピン海スラブの形状とその周辺の不均質構造を詳細に推定する。南九州においては、前期に取得したデータの再解析によりフィリピン海スラブの形状とその周辺の不均質構造を詳細に推定する。紀伊半島における同様の観測研究から得られた成果と合わせて検討することにより、紀伊半島から南九州までのスラブ形状やその周辺の速度構造を詳細に推定する。その結果から、プレート境界面付近の物性や状態を議論するとともに、強震動予測に寄与できるような速度構造モデルを構築する。

1年次：四国と南九州における既存データの解析。四国における新規測線の観測点の選点調査。

2年次：南九州における既存データの解析。四国における新規1本目の測線での観測開始、および既存データと新規取得データの解析。

3年次：四国における新規2本目の測線での観測開始、既存データと新規取得データの解析、および1本目の測線での観測終了。

4年次：四国における新規取得データの解析、および2本目の測線での観測終了。

5年次：紀伊半島から南九州までのスラブ形状やその周辺の速度構造の総合的な検討。

○測地観測による南海トラフ沿いのSSEモニタリング手法の高度化

GNSSデータや傾斜・歪の連続観測データや海底観測網（水圧計、GNSS-A）のデータを用いて、多様な測地データを解析してSSEを検出する手法の開発を行う。さらに、地域性や継続時間などを考慮してSSEと他のスロー地震（微動、低周波地震、超低周波地震）との関係を明らかにし、スロー地震を用いたモニタリング手法の高度化を行う。また、紀伊水道周辺域や東海地方などの南海トラフ沿岸域における京大防災研独自GNSS観測網の観測を継続する。

1年次：海底観測データを用いたSSE検出手法の開発。GNSS観測の継続及び新規観測点の調査。

2年次：多様な測地データを用いたSSE検出手法の改良。GNSS観測の継続及び新規観測点の設置。

3年次：改良したSSE検出手法の各地域データへの適用。GNSS観測の継続。

4年次：SSE検出手法の適用及びスロー地震間の相互作用に関する考察。GNSS観測の継続。

5年次：SSE検出手法の適用及びスロー地震間の相互作用に関する考察。GNSS観測の継続。

○過去の地殻変動観測記録の再解析

1～5年次：プロマイド記録の撮影をすすめる（紀州観測点および他の観測点の1940年代からのプロマイド記録）。

1～2年次：これまでに撮影したプロマイド記録（紀州観測点、1960年～1974年）のデジタル化と短期的SSEの検出を試みる。またその手法の高度化をはかる。

3～5年次：プロマイド記録（1940年代～1974年）全体の分析と短期的SSEの検出を実施する。

(8) 令和3年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

○地震観測による南海トラフ巨大地震の震源域周辺の詳細な不均質構造の推定

徳島市から愛媛県西予市まで東北東－西南西に延びる測線について、未解析の波形データからレシーバ関数を追加して、レシーバ関数イメージを更新した。フィリピン海スラブの上面の深さは、東側で23 km、西側で34 kmである。測線の中央付近では、海洋地殻がやや厚くなっている（図1）。

四国南西部の土佐清水市から四万十市西土佐奥屋内まで南東－北西に延びる測線上の7か所に設置した地震臨時観測点の保守点検とデータ回収を行った。2020年5月から12月までのレシーバ関数を用いた暫定的なレシーバ関数イメージを作成した。スラブの傾きは、南側では約10°であるが、深部低周波地震の発生域付近より北側では約20°と大きくなる。四国東部の海陽－米子測線でのスラブの傾斜6°よりやや大きいことがわかった。

高知県須崎市から愛媛県今治市までの南南東－北北西に延びる測線沿いに7観測点を選点した。

○測地観測による南海トラフ沿いのSSEモニタリング手法の高度化

GNSSデータを用いた短期的SSEの検出解析手法の改良及び高度化を行い、テンプレートマッチングとプレート境界すべりを仮定した相関係数の重み付けによる手法を新たに開発した（図2）。新手法を西南日本のGNSSデータに適用し、23年間に280個のSSEの検出と断層モデル及び継続期間の推定に成功した。検出されたSSEのすべり量と継続期間から計算した平均すべり速度には地域性が存在し、四国西部での平均すべり速度は四国東部と比べ約2倍大きく、九州でのすべり速度は南海沈み込み帯のなかで最も小さいという結果が得られた。南海沈み込み帯におけるすべり速度の地域性は、沈み込む海

洋プレートの傾斜角に起因する可能性が考えられる。

○過去の地殻変動観測記録の再解析

阿武山観測所に残る記録の整理を行った。紀伊半島における地殻変動観測のプロマイド記録のデジタルアーカイブの構築について、東京大学地震研究所技術研究報告において発表した。また、そのデータに機関リポジトリに登録しDOIを付与した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況

「日本周辺及びニュージーランドなどの海外の沈み込み帯において、プレート境界面の形状とプレート境界周辺の地下構造及び応力場，ならびに通常の地震活動とスロー地震活動の分布等を明らかにする」という目標に対して、レシーバ関数解析により四国下のフィリピン海プレート境界面の形状を推定すること、およびGNSSデータを用いて短期的SSEを検出解析する新手法により23年間に280個のSSEを検出し、その断層モデルと継続期間を推定することにより貢献した。

(9) 令和3年度の成果に関連の深いもので、令和3年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

加納靖之,2021,紀伊半島における土地傾斜プロマイド記録のデジタルアーカイブ構築,東京大学地震研究所技術研究報告,26,16-19

Okada, Y., T. Nishimura, T. Tabei, T. Matsushima, and H. Hirose,2022,Development of a detection method for short-term slow slip events using GNSS data and its application to the Nankai subduction zone,Earth Planets Space,doi:10.1186/s40623-022-01576-8

・学会・シンポジウム等での発表

澁谷拓郎・中川潤・長岡愛理・三浦勉・山下裕亮・山崎健一・小松信太郎,2022,南海トラフ巨大地震の予測高度化を目指した地震学的構造研究：四国地域（3）,京都大学防災研究所令和3年度研究発表講演会,B215

Yutaro Okada, Takuya Nishimura, Takao Tabei, Takeshi Matsushima, Hitoshi Hirose,2021,Development of the detection method for short-term slow slip events using GNSS data and its application to the Nankai subduction zone,日本地球惑星科学連合2021年連合大会,SCG39-13

(10) 令和3年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

項目：ソフトウェア開発（データベース）

概要：紀伊半島における地殻変動観測のプロマイド記録のデジタルアーカイブ

既存データベースとの関係：doi:10.15083/0002002255

調査・観測地域：

調査・観測期間：

公開状況：

項目：地震：地殻変動：GNSS観測

概要：主に東海地方のプレート間固着やSSEの推定の高度化のために、GNSS連続観測を行なっている。もともと東海稠密GPS観測網として設置されたもの。

既存データベースとの関係：

調査・観測地域：静岡県浜松市北区 34.8988 137.6553

調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定

公開状況：公開留保中（協議のうえ共同研究として提供可）

項目：地震：地震：短周期地震観測

概要：レシーバ関数解析によるフィリピン海プレート形状推定のためのリニアアレイ観測

既存データベースとの関係：

調査・観測地域：高知県土佐清水市大岐 32.8126 132.9407

調査・観測期間：2020/4/21-2022/1/29

公開状況：公開留保中（協議のうえ共同研究として提供可）

(11) 令和4年度実施計画の概要：

○地震観測による南海トラフ巨大地震の震源域周辺の詳細な不均質構造の推定

四国西部の土佐清水ー八幡浜測線の未解析期間のレーザ関数を追加して、レーザ関数イメージを更新する。四国中西部の須崎ー今治測線の7観測点において、地震臨時観測を行い、レーザ関数解析およびトモグラフィ解析に資する波形データを蓄積する。

○測地観測による南海トラフ沿いのSSEモニタリング手法の高度化

引き続き南海トラフ沿いのGNSS観測を継続し、GNSSや海底データ、陸上のひずみ・傾斜データも用いた短期的SSEの観測解析手法の高度化と他のスロー地震との関係に関する考察を行う。

○過去の地殻変動観測記録の再解析

阿武山観測所に所蔵されている過去の地殻変動記録を撮影する。これまで撮影した記録画像を用いたデジタル数値化と短期的SSEの検出を試みる。公開したデジタルアーカイブに順次記録を追加する。

(12) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

澁谷拓郎（京都大学防災研究所）,西村卓也（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

加納靖之（東京大学地震研究）

(13) 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：京都大学防災研究所

電話：0774-38-4192

e-mail：shibutani.takuo.4r@kyoto-u.ac.jp

URL：http://www.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/

(14) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：澁谷拓郎

所属：京都大学防災研究所

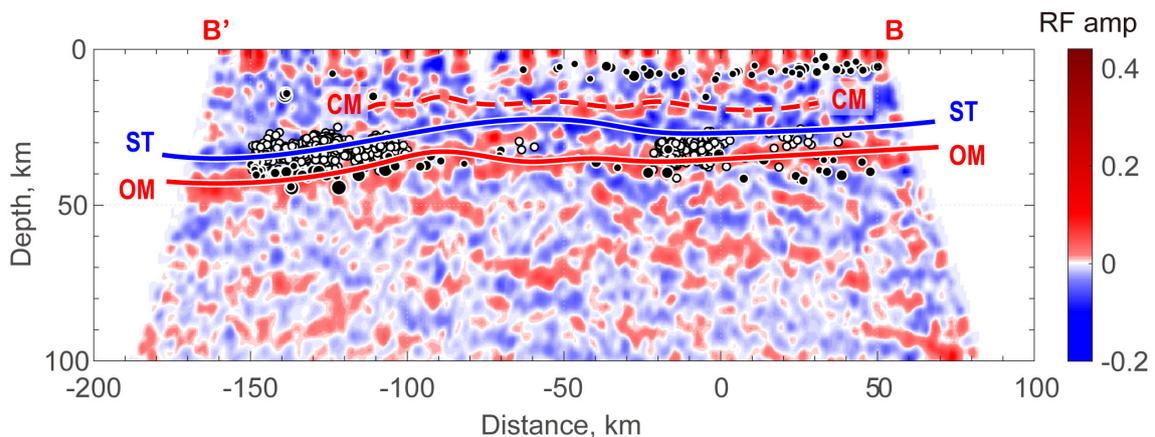


図1 徳島ー西予測線でのレーザ関数イメージ

Bが徳島市側、B'が愛媛県西予市側。STはスラブ上面、OMは海洋モホ、CMは大陸モホを示す。黒丸は通常の地震、白丸は深部低周波地震を示す。

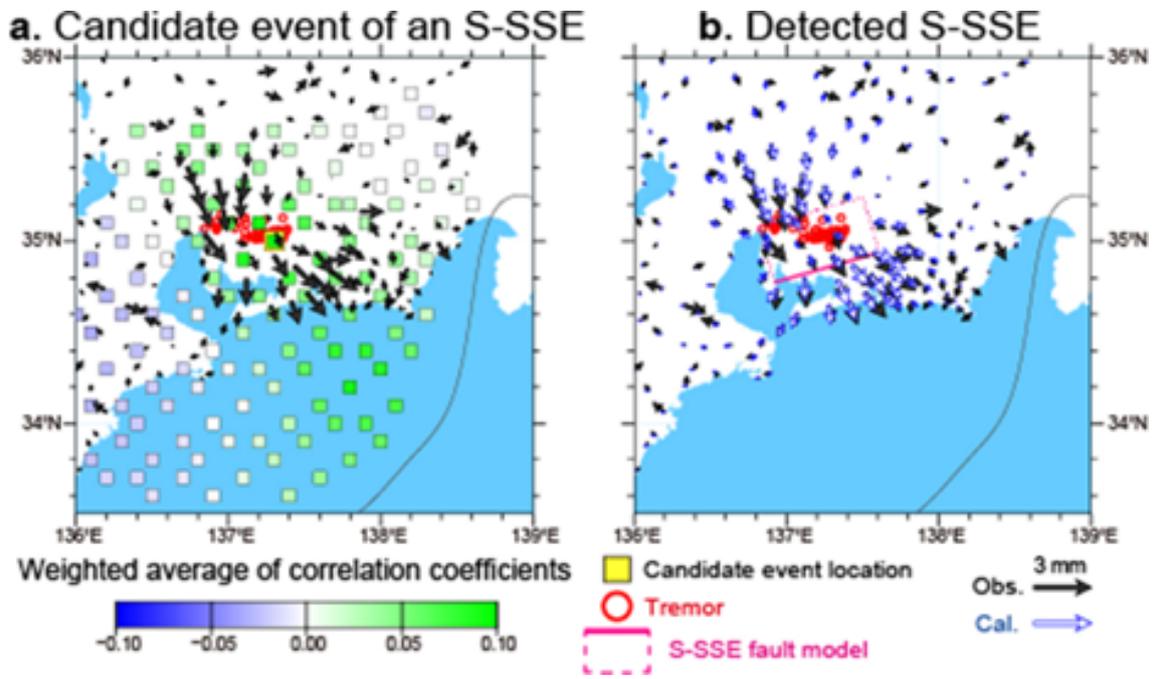


図2 西南日本のGNSSに対する新たに開発した短期的SSE検出手法の適用例 (Okada et al., 2022)
 (a)短期的SSE の断層中心位置の探索結果。(b)推定された短期的SSEの断層モデル。