

(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：

南海トラフにおける巨大地震発生の予測高度化を目指した複合的モニタリング手法の開発

(3) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ウ．東海・東南海・南海地域

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-1) 地震発生予測システム

イ．地殻活動予測シミュレーションの高度化

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ウ．広域の地殻構造と地殻流体の分布

3. 新たな観測技術の開発

(2) 宇宙技術等の利用の高度化

ア．宇宙測地技術

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

・本課題は、主として次の 3 つのサブテーマで構成される。すなわち、(1) 紀伊半島下に沈み込むフィリピン海プレートとその周辺域の三次元構造の推定、(2) 新しい宇宙測地技術を利用した地表変動を面的にモニタリングするシステムの開発、および (3) 三次元不均質構造モデルを用いたプレート間カップリングの時空間変化の推定である。

・(1) では、引き続き紀伊半島において稠密リニアアレイ地震観測を行い、レシーバ関数解析によってフィリピン海プレート境界面の形状、陸側モホ面の形状および蛇紋岩化ウェッジの分布を 3 次元的に明らかにする。蛇紋岩化ウェッジの上端から東南海・南海地震の固着域の下限を推定する。

・(2) では、合成開口レーダ干渉法 (InSAR) と GPS 連続データを併用することにより、様々な誤差要因を排除し、高空間密度で精密 (mm 精度) な地表変動の時間変化を検出するための技術開発をおこなう。

・(3) では、レシーバ関数解析等の結果に基づき作成された三次元構造モデルを用いて、測地データのインバージョンを行うことにより、南海トラフにおけるプレート間カップリングの時間的・空間的な変化を高精度で推定する。

(6) 本課題の5か年計画の概要 :

【紀伊半島下に沈み込むフィリピン海プレートとその周辺域の三次元構造の推定】

〔平成 21 年度〕前半に観測点を展開する。データの蓄積を開始する。

〔平成 22 年度〕観測を継続するとともに、取得データの解析から暫定的なイメージを作成する。

〔平成 23 年度〕本課題で行う 3 測線でのイメージを改良するとともに、以前行った 3 測線の結果と統合し、紀伊半島下の三次元的イメージを作成する。これを基に三次元構造モデルを作成する。データが不十分と判断された観測点および地域での観測を行う。

〔平成 24 ~ 25 年度〕三次元構造モデルの改良を行う。

【新しい宇宙測地技術を利用した地表変動を面的にモニタリングするシステムの開発】

〔平成 21 年度〕GPS 連続観測網を完成させる。研究対象に最適な InSAR 時系列解析手法を開発する。

〔平成 22 年度〕複数の衛星を用いた InSAR 時系列解析結果と GPS 連続データを融合し三次元変動の時間変化を検出するための GPS+InSAR 時系列解析アルゴリズムを開発する。

〔平成 23 ~ 25 年度〕InSAR+GPS 時系列解析を実データに適用し、過去および現在の定常的三次元変動とゆらぎの測定をおこなう。

【三次元不均質構造モデルを用いたプレート間カップリングの時空間変化の推定】

〔平成 21 年度〕モデル構築に必要な構造研究の文献・資料を収集し、予察的数値モデルを作成する。

〔平成 22 年度〕引き続き文献・資料を収集するとともに、数値モデルの精密化を図る。また、GPS/SAR データをインバージョンし、プレート間カップリング等の推定を試みる。

〔平成 23 年度〕引き続き文献・資料を収集し、モデルの精密化を図るとともに、地殻変動データからカップリング等の推定を行う。

〔平成 24 年度〕文献・資料を収集と地震波および比抵抗構造探査結果をコンパイルし、モデルの精密化を図るとともに、地殻変動データからカップリング等の推定を行う。

〔平成 25 年度〕4 年間の構造探査等研究成果を統合したモデルにより、地殻変動データからカップリング等の推定を行う。

(7) 平成 23 年度成果の概要 :

【紀伊半島下に沈み込むフィリピン海プレートとその周辺域の三次元構造の推定】

2009 年 3 月から 2011 年 2 月まで観測したスラブ傾斜方向の南伊勢 - 信楽測線 (13 臨時観測点) とこれにほぼ直交する松阪 - 白浜測線 (14 臨時観測点) のデータ解析を完了し、レシーバ関数イメージを更新した。

スラブ傾斜直交方向の亀山 - 御坊測線に新規に 8 観測点を 2011 年 4 月に設置した。2009 年 3 月から観測している 2 点と合わせ、計 10 観測点において、波形データの蓄積を行っている。

今まで得られたレシーバ関数イメージから海洋モホ面、海洋地殻上面、大陸モホ面の深さを読み取り、それらの 3 次元的形状を推定した。

地震波走時トモグラフィーにおいて、速度構造モデルに、レシーバ関数解析により推定した大陸モホ面、海洋地殻上面および海洋モホ面の 3 次元的形状を組み込み、さらに、定常観測点に加えて、稠密リニアアレイを構成する臨時観測点の読み取り値も使用して、紀伊半島下の深さ 40 km までの 3 次元速度構造を求めた。臨時観測点の稠密な配置により、高い分解能が得られた。その結果を図 1 に示す。

深さ 40 km では海洋地殻は低速度であり、浅くなるにつれて、その低速度領域はマントルウェッジ、下部地殻へと広がっていくように見える。紀伊半島北西部では深さ 16 km を中心とする大きな低速度領域が存在する。その上方の上部地殻内では地震活動が非常に活発である。また、紀伊半島の東部に比べ、西部の方が低速度の程度が強い。

昨年度報告したように、レシーバ関数イメージにも紀伊半島の中西部と東部とで違いが見られた。中西部では、低速度域がマントルウェッジへ張り出し、海洋モホ面が 40km 以深で不明瞭になり、スラブが上に凸に湾曲しているが、東部では、海洋モホ面は深さ 70km まで一様に明瞭であり、スラブ形状は直線的であった。

トモグラフィやレシーバ関数イメージに見られるこれらの特徴は、海洋地殻の含水鉱物が深部低周波イベント発生域付近で脱水分解して、その結果放出された「水」がマントルウェッジや下部地殻に移動して、低速度域を作り出していることを示している。紀伊半島の中西部と東部に見られるスラブ周辺の構造や形状における違いは、脱水分解で放出される「水」の量や40 km以深の海洋地殻に残留する「水」の量の違いで説明できるのではないかと考えられる。すなわち、中西部のほうが東部に比べて脱水量は大きく、残留量は小さいと考えられる。深部低周波微動の活動間隔は、東部では約6か月であるのに対し、中西部ではそれより短い(Obara, 2010)。スロースリップは東部で多く観測され、中西部ではめったに観測されない。これらの事象を総合的に考えると、紀伊半島下の遷移層の固着の程度は、東部の方が中西部に比べてやや大きいのではないかと推測される。

【新しい宇宙測地技術を利用した地表変動を面的にモニタリングするシステムの開発】

紀伊半島において3か所で1 Hz GPS 連続観測を継続している。ただし、奈良県十津川村の観測点は2011年9月に1 Hz 観測を復旧した。白浜および潮岬はほぼ連続的に観測を継続している。

SAR 解析においては、高知県南西部から高縄半島を通り広島に至る四国中西部(パス419)のALOS/PALSAR データを解析し、スタッキング法を用いて経年的な変動を検出することを試みた。アセンディングのパス419において、全45ペアのうち時間基線長ができるだけ長く、かつ垂直基線長(以下 B_{perp})が670 m以下のペアを解析した。いくつかの干渉画像には、電離層の影響と考えられる擾乱が認められる。10cmを超える変動のほとんどが電離層の影響(伝播性電離層擾乱:TID)と考えられ、スタッキングに使用できない。電離層の影響の大きい干渉画像のみを除いて、解析した24ペア中19ペアの画像を、Gammaのstacking関数を使用しスタッキングした。対流圏の影響は無視している。得られたスタッキング画像は、変動量のオーダーはGPSからの合成干渉画像を同程度の大きさとなるが(図2)、北西-南東方向のトレンドが乗っており、電離層の影響が依然残っているものと考えられる。

【三次元不均質構造モデルを用いたプレート間カップリングの時空間変化の推定】

今年度は他の2テーマを重点的に行った。

- (8) 平成23年度の成果に関連の深いもので、平成23年度に公表された主な成果物(論文・報告書等):
- 澁谷拓郎・福居大志・中川陽一朗・平原和朗・中尾節郎・西村和浩・澤田麻沙代, レシーバ関数解析から推定された紀伊半島下のフィリピン海スラブ周辺の構造, 日本地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月, 千葉市
 - 澁谷拓郎・福居大志・平原和朗・中尾節郎・西村和浩・澤田麻沙代, 紀伊半島下に沈み込むフィリピン海スラブ周辺の3次元地震波速度構造(序報), 日本地震学会2011年秋季大会, 2011年10月, 静岡市
 - Hashimoto, M., Evaluation of the Capability of ALOS/PALSAR to Detect Secular Crustal Deformations in Subduction Zones, 2011-n-12, 28th ISTS, Ginowan, Okinawa, Japan, Jun. 5, 2011.
 - Hashimoto, M., A. Saito, and D. Mineyama, Imaging of Interseismic Deformation With ALOS/PALSAR And the Effect of Traveling Ionospheric Disturbance, #3285, IUGG2011, Melbourne, Australia, Jun. 30, 2011.
 - Hashimoto, M., ALOS/PALSAR Has Changed the Earthquake Science, Asia-Pacific International Conference on Synthetic Aperture Radar, Seoul, Korea, Sept. 28, 2011.

- (9) 平成24年度実施計画の概要:

【紀伊半島下に沈み込むフィリピン海プレートとその周辺域の三次元構造の推定】

亀山-御坊測線での観測を継続し、データを蓄積する。これまでのデータを解析し、暫定的なレシーバ関数イメージを作成する。

レシーバ関数イメージから海洋モホ面、スラブ上面、大陸モホ面の深さを読み取り、それらのコンターマップを更新する。これをもとに不連続面の3次元形状を入れた速度構造モデルを作成し、稠密

アレイ観測点を含む紀伊半島の観測点での近地地震と遠地地震の走時データを用いたトモグラフィー解析を本格的に行う。

【新しい宇宙測地技術を利用した地表変動を面的にモニタリングするシステムの開発】

GPS 連続観測は、紀伊半島内 3 か所において引き続き実施するとともに、観測開始以来の変動速度を得る。

SAR 解析では、四国東部および西部の PALSAR 画像を収集し、平均視線距離変化を推定する。また、GEONET データを活用し、電離層擾乱によるノイズの軽減を試みる。

【三次元不均質構造モデルを用いたプレート間カップリングの時空間変化の推定】

モデル構築に必要な構造研究の文献・資料を収集し、予察的数値モデルを作成する。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

澁谷拓郎、橋本学、福島洋 (京都大学防災研究所)

平原和朗 (京都大学大学院理学研究科)

他機関との共同研究の有無 : 有

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

欧州宇宙機関 (ESA)

(11) 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 : 京都大学防災研究所 地震予知研究センター

電話 :

e-mail :

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

(12) 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 地震予知研究センター

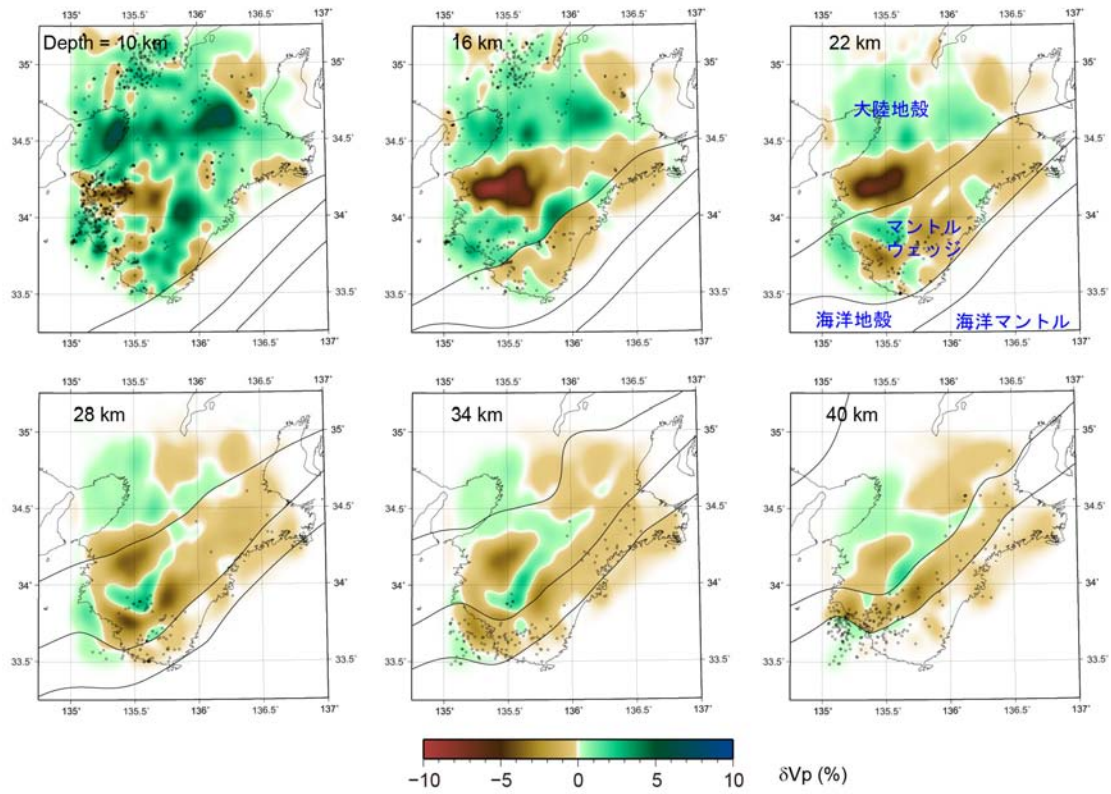


図 1

P 波速度の初期モデルからのパータベーションを深さ 10, 16, 22, 28, 34, 40 km において示す。初期モデルは JMA2001 (上野・他, 2002) を基準とし, 海洋地殻の速度を-5%, 海洋マンテルとマンテルウェッジの速度を+5%と与えている。○はトモグラフィーに用いた地震のうち各深さ断面の近傍で発生したものを表す。太線は北から大陸モホ面, 海洋地殻上面, 海洋モホ面を示す。

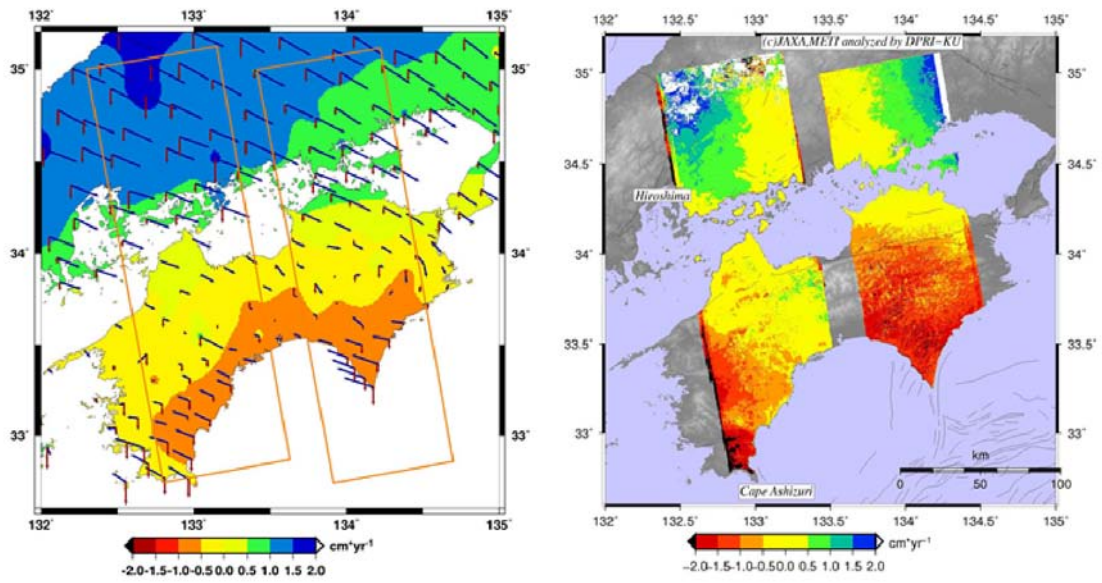


図 2

四国東部パス 417 および 419 の 4 年間のデータから作成した干渉画像の内、短基線のもの 19 ペアをスタッキングして得られた平均視線距離変化の分布。(左) GEONET データから合成した平均視線距離変化。(右) PALSAR 干渉画像から作成したもの。四国北岸がほぼ 0 cm/yr となるように調整している。