

(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、及び (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、陸側モホ面の形状及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行う。

・(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及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、過去及び現在の定常的三次元変動とゆらぎの測定を行う。

【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 24 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】

スラブ傾斜直交方向の亀山 - 御坊測線（2009 年 3 月から観測している 2 点と 2011 年 4 月に観測を開始した 8 観測点の計 10 観測点）において、波形データの蓄積を行った。2012 年 3 月までのデータに対してレシーバ関数解析を行い、亀山 - 御坊測線断面での S 波速度不連続面のイメージを更新した（図 1）。

昨年度は地震波走時トモグラフィにおいて、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、海洋地殻上面及び海洋モホ面の 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。今年度は 40 km 以深の分解能向上を狙って深発地震を加えたトモグラフィを行った（図 2）。ただし、40 km 以深の分解能は期待したほど向上しなかった。これは、深発地震の波線がほとんど鉛直なため、波線同士があまり交わらないためである。40 km 以深の解像度を上げるためには、深発地震に加えて、解析領域を広げて、40 km 以深の領域を通る波線を追加することが必要であることが分かった。読み取り作業では、2009 年 7 月以降のデータの読み取りを行った。これにより紀伊半島東部の臨時観測点でのデータが追加されるので、東部の解像度が向上することが期待される。また、2004 年 5 月から 2009 年 6 月のデータについて深発地震の再読み取りを行った。

【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】

四国中央部及び西部のデータを取得し、これまでと同様に電離層の影響の少ない干渉画像のみをスタッキングして地殻変動を検出した。高知県南東部から四国中央部を縦断し岡山～広島県境付近に至る四国中央部と高知県南西部～愛媛県西部の 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。北行軌道のパス 418 と 420 において、全てのペアのうち時

間基線長ができるだけ長く、かつ垂直基線長が短いペアを解析した。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）と考えられるので、電離層の影響の大きいと考えられる干渉画像を除いてスタッキングした。この結果をこれまでの2つのパスのスタッキング干渉画像とつながるように描いた（図3）。しかしながら、中央部のパス418については、東西方向のトレンドが残っているため、東のパス417から見て、西側のパスの変動速度が大きくなる。個々のペアのアンラップ画像を見ると画像西側の瀬戸内海付近に大きな擾乱が認められるものが多く、電離層の影響が依然残っているものと考えられる。今後、再検討が必要である。なお、西端のパス420については、2010年の豊後水道スローイベントの発生時期を挟む画像をもスタッキングしているが、スムーズな変動速度の分布が得られた。

【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】

今年度は他のテーマを重点的に行った。

（8）平成24年度の成果に関連の深いもので、平成24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・平原和朗・中尾節郎，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，日本地球惑星科学連合2012年大会，2012年5月，千葉市

澁谷拓郎・今井基博・平原和朗・中尾節郎・西村和浩，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（2），日本地震学会2012年秋季大会，2012年10月，函館市

（9）平成25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 - 御坊測線でのレシーバ関数を追加し，イメージを更新する。これまでのデータを解析し，いろいろな断面でのレシーバ関数イメージを作成する。これらのレシーバ関数イメージから海洋モホ面，プレート境界面，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深発地震の走時データを用いたトモグラフィ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】

いくつかの領域を限定し，時系列解析（PS-InSAR）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

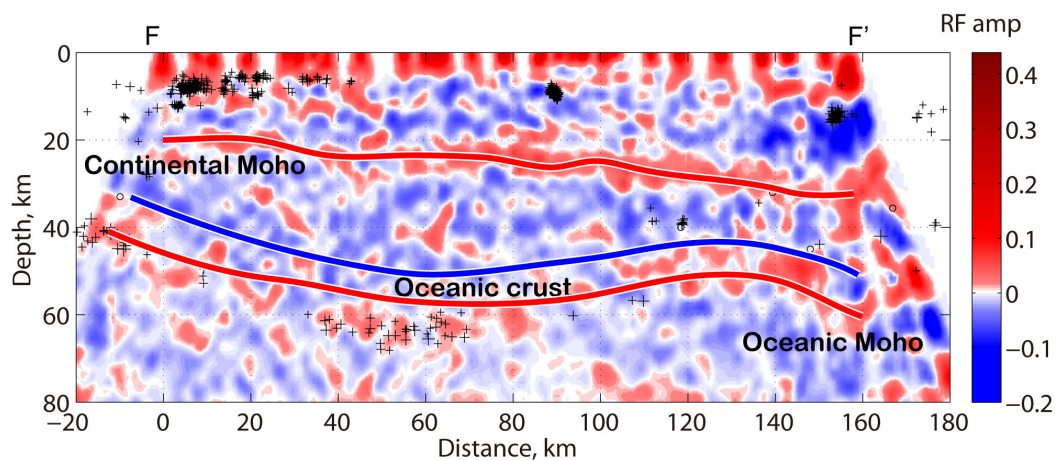


図 1

亀山 - 御坊測線断面でのレシーバ関数イメージとその解釈による S 波速度不連続面．赤線は高速度層上面を，青線は低速度層上面をそれぞれ表す．○は深部低周波地震を，+ は通常地震を表す．

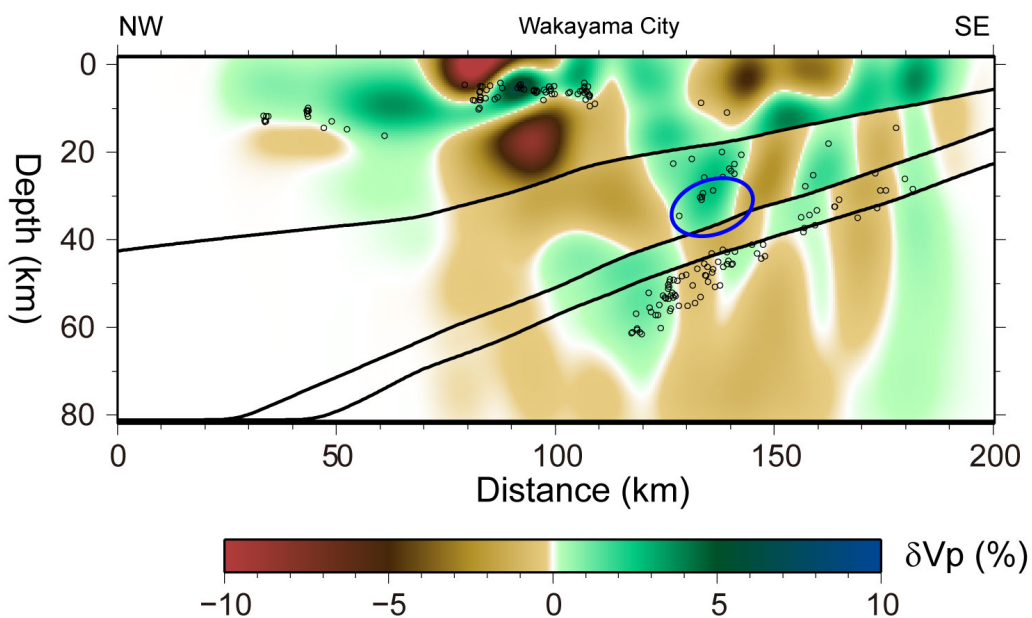


図 2

潮岬 - 田尻測線断面での P 波速度の初期モデルからのパータベーション．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 %，海洋マントルとマントルウェッジの速度を +5 % と与えている．○はトモグラフィに用いた地震のうち断面の近傍で発生したものを表す．太線は上から大陸モホ面，海洋地殻上面，海洋モホ面を示す．

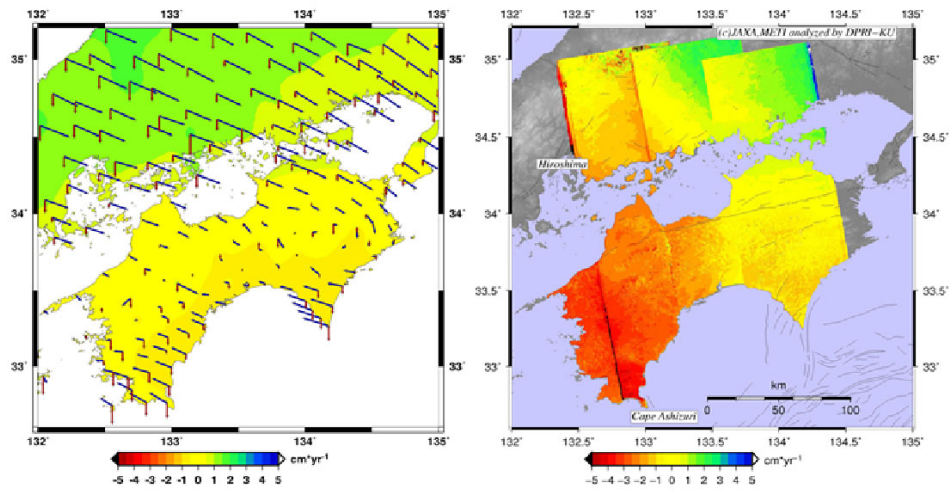


図 3

(左) GEONET データから合成した ALOS の北行軌道に対する平均視線距離変化．衛星が西より南へ約 10° 、仰角約 50° の上空から観測している (右) 四国東部パス 417 から西端のパス 420 までの 4 パスの 4 年間のデータから作成した干渉画像の内、短基線の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．四国北岸がほぼ 0 cm/yr になるように調整している．