

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

スラブ内地震とプレート境界地震の相互作用 A: 海域観測より明らかにするプレート境界地震との連動性 B: 関東下におけるフィリピン海プレートと太平洋プレートの相互作用による内部変形が及ぼす影響

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

エ. スラブ内地震の発生機構

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

ア. アスペリティの実体

(5) 本課題の5か年の到達目標：

A: 紀伊半島沖南海トラフでは5か年度に渡って、また日本海溝沿いでは単年度ごとに場所を移動しつつ根室沖から房総沖に至るまでの海域を網羅するように、長期観測型海底地震計を用いた地震観測を行ってきた。これによって、海域下の地震活動の詳細を知る事が可能となった。本研究ではここで得られたデータを用いて、スラブ内地震について精度の高い震源決定を行う。また陸上地震観測網のデータとあわせてトモグラフィ解析を行う事によって、沈み込むスラブから島弧下の構造まで、その不均質性を詳細に求める。ここで得られた地震活動と構造不均質をあわせて検討し、スラブ内地震の発生メカニズム解明に資する。

B: フィリピン海プレートと太平洋プレートとが接しているフィリピン海プレートの北東縁部で、二つのスラブが衝突することによってフィリピン海スラブ内で変形が進行して、内部変形が、スラブ内地震発生の準備過程を促進・抑制しているという仮説（スラブ内変形仮説）を提案して、この仮説を検証する研究を行う。このために、プレート内の速度 ( $V_p$ ,  $V_s$ )・ $Q$ の分布、震源分布、発震機構分布を空間的に高分解能で調べる。本研究地域は、「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」で平成22年度までに稠密地震観測網 (MeSO-net) が整備されるので、そのデータを用いて、空間分解能 5km 程度の3次元速度分布が得られる。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

A:

平成21年度：紀伊半島沖南海トラフ沿いで長期観測型海底地震計を最大32台用いて平成15年から5か年度に渡って行った繰り返し地震観測の記録について、観測された地震の震源を精度良く決定す

る。気象庁一元化震源リストに記載されている地震については、陸上観測点の検測値を含めた解析を行うことによって、震源と同時に南海トラフ軸から紀伊半島下の陸域を含めた領域における地震波速度構造も精度良く求める。ここで決定された地震について、その震源メカニズムを決定する。一方房総沖において、長期観測型海底地震計 40 台を用いた 1 年間地震観測を始める。

平成 22 年度：紀伊半島沖南海トラフ沿いで行った 5 か年の海域観測点のみで観測された微小地震について、前年度までに決定された地震波速度構造を用いて精度の高い震源を求める。また、これらのうち可能なものについては、震源メカニズムを決定する。房総沖においては、研究課題「アスペリティの実体解明」から、制御震源を用いた構造調査を行う。平成 21 年度に設置した海底地震計 40 台の回収を行い、観測された地震の震源決定および地震波速度構造トモグラフィー解析を始める。

平成 23 年度：紀伊半島沖で観測された地震について、前年度までに決定された震源、地震波速度構造および震源メカニズムをあわせて、スラブ内地震の発生メカニズムについて検討を行う。房総沖で観測された地震については、引き続き震源決定および地震波速度構造トモグラフィー解析を進める。また、震源メカニズムの決定も行う。

平成 24 年度：紀伊半島沖および房総沖で観測された地震について、震源、地震波速度構造および震源メカニズム、さらに制御震源地震波速度構造調査の結果をあわせて、スラブ内地震の発生メカニズムについて検討を行う。これまでに紀伊半島沖南海トラフや日本海溝沿いの海域で行われてきた長期地震観測との連携を考慮し、研究課題「アスペリティの実体解明」から、制御震源を用いた構造調査を行う。

平成 25 年度：紀伊半島沖および房総沖で観測された地震について、スラブ内地震の発生メカニズムについて考察を行い、ここまでの研究をまとめる。平成 24 年度に行った構造調査の結果と、これまでの長期海域地震観測との結果をあわせて、考察を行う。

**B:**

平成 21 年度：平成 20 年度までに完成する MeSo-net 観測点（178 点）のデータを用いて得られる房総半島下の 2 次元速度断面から、フィリピン海スラブ内の速度分布の特徴を抽出する。スラブ内変形仮説を具体的に提案する。関連の研究者とのワークショップを開く。

平成 22 年度：平成 21 年度までに完成する MeSo-net 観測点（約 300 点）のデータを用いて得られる関東下の 2 次元速度断面から、フィリピン海スラブ内の速度分布の特徴を抽出して、スラブ内変形の実体を解明する。スラブ内変形仮説を修正する。

平成 23 年度：平成 22 年度までに、MeSO-net が完成し、約 400 観測点のデータが使える。関東全域の高分解法 3 次元速度分布・Q 分布を明らかにして、関東の下のフィリピン海スラブ内の速度分布、スラブ内変形の実体を解明する。新しいデータに基づいて、スラブ内変形仮説の再提案。この新しい仮説によって、観測される速度・Q 分布が説明できるか検討する。

平成 24 年度：関東の 3 次元速度分布と、Q 分布から、スラブ内の「弱面」を推定する。このために、速度・Q と破壊強度の関係を解明する研究グループとの共同研究をすすめる。スラブ内変形仮説と、「弱面」が整合的であるか検討する。

平成 25 年度：スラブ内の強度分布並びに流体の供給・輸送過程を明らかにし、スラブ内地震の発生に至る過程を解明して、スラブ内変形仮説に基づく物理モデルを作成する。

## **(7) 平成 22 年度成果の概要：**

**A: 海域観測より明らかにするプレート境界地震との連動性**

平成 15 年度から 19 年度にかけて東京大学地震研究所で開発された長期観測型海底地震計最大 27 台（32 観測点）を用いて紀伊半島沖東南海・南海地震震源域境界周辺において繰り返し海域地震観測を行った。昨年度までに、この海域地震観測網内で発生した地震について、その P 波および S 波の到達時間を用いたトモグラフィー解析を行い、精度の高い震源と海域観測網下の P 波および S 波の 3 次元地震波速度構造を求めた。また、この 3 次元速度構造を参照して、震源から各観測点までの波線を計算し、P 波初動の押し引き分布から震源メカニズムを決定していた。本年度は昨年度までの結果に陸

域下で発生している地震を加えてトモグラフィー解析を行い、南海トラフ軸周辺から紀伊半島下までにわたる範囲で精度の高い震源を求めた。昨年度までの結果から潮岬沖南海トラフ軸から紀伊半島南西部を結ぶ直線を境界として、震源の主応力軸がおよそ30度回転していることが分かっていたが、この境界を挟んで沈み込むフィリピン海プレートのスラブ内で発生している地震のプレート境界面からの深さも変化していることがわかった。境界より西側ではスラブ内の浅い場所で、一方境界より東側では深い場所で発生している。またこの境界付近の紀伊水道下にあるフィリピン海プレートの海洋性地殻の厚さが、周囲と比べて薄くなっているように見える。

一方、昨年度の7月から8月にかけて行われた白鳳丸航海で、1年間の長期海域観測を目的に房総沖に設置された40台の海底地震計については、10月に行った本計画による備船を用いた航海で全台回収した。さらに、これより北に位置する茨城沖海域にて1年間の長期海域地震観測のための海底地震計24台を設置した。回収した40台の海底地震計については、そのデータ解析を行っている。2011年2月10日からの白鳳丸航海では、茨城沖に設置した24台に加えて10台の長期観測型海底地震計を設置し、計34台の海底地震計を用いて来年度までの観測を行っている。さらに同海域において短期観測型海底地震計およびハイドロホン・ストリーマーを用いて、エアガンを人工震源とした海域構造調査を実施することができた。構造調査データについては現在解析中であり、また来年度に予定されている長期観測型海底地震計の回収を待って、さらに詳細な解析を行うことが可能である。

**B: 関東下におけるフィリピン海プレートと太平洋プレートの相互作用による内部変形が及ぼす影響**

平成19年から開始した文部科学省委託研究事業「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（代表：平田直）」によって首都圏地域に約300点の地震観測網が構築されつつある。これまでに設置された249観測点によって、首都圏直下から遠地で発生する多くの地震が観測され、様々な成果が出始めている。例えば、これまでに得られたデータを用いてトモグラフィー法によって関東の下の構造を調べ、フィリピン海プレートの形状だけでなくプレート内の速度の不均質を明らかにした(Nakagawa et al., 2010) (図5)。この観測網は観測点間隔が2~3kmと狭く、首都圏のような人工的な雑音が多く地震観測に不向きと思われていた地域においても十分な結果が得られている。

**(8) 平成22年度の成果に関連の深いもので、平成22年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：**  
Ide, S., K. Shiomi, K. Mochizuki, T. Tonegawa and G. Kimura, Split Philippine Sea plate beneath Japan, *GeophysResLett*, L21304, doi:10.1029/2010GL044585, 2010.

**(9) 平成23年度実施計画の概要：**

**A: 海域観測より明らかにするプレート境界地震との連動性**

本年度求められた3次元速度構造と震源および震源メカニズム解を合わせて解釈し、スラブ内地震の発生メカニズムについて検討を行う。特に、震源メカニズム解の主応力軸方向の境界周辺について、構造との関係等について詳しく調べる。房総沖にて長期観測型海底地震計40台で観測された地震を用いて、震源決定および地震波速度構造トモグラフィー解析を行う。茨城沖に設置した34台の長期観測型海底地震計の回収を行い、データの初期処理を始める。また短期観測型海底地震計21台を用いた構造調査のデータ解析も始める。

**B: 関東下におけるフィリピン海プレートと太平洋プレートの相互作用による内部変形が及ぼす影響**

これまでに設置されたMeSO-net(249点)に加えて、47観測点の建設をし、合計296観測点による観測網を構築する。これらの観測点で得られた地震データを用いて、地下構造解析を進める。得られた関東下の二次元速度断面から、フィリピン海スラブ内の速度分布の特徴を抽出して、地震活動と速度構造との比較を行う。

**(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：**

A: 望月公廣・篠原雅尚・山田知朗・金澤敏彦

B: 平田直・佐藤比呂志・酒井慎一・他11名

他機関との共同研究の有無：有

(防災科学技術研究所, 神奈川県温泉地学研究所, 地震研共同利用による公募)

(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：東京大学地震研究所 地震予知研究推進センター

電話：03-5841-5712

e-mail：yotik@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/index-j.html

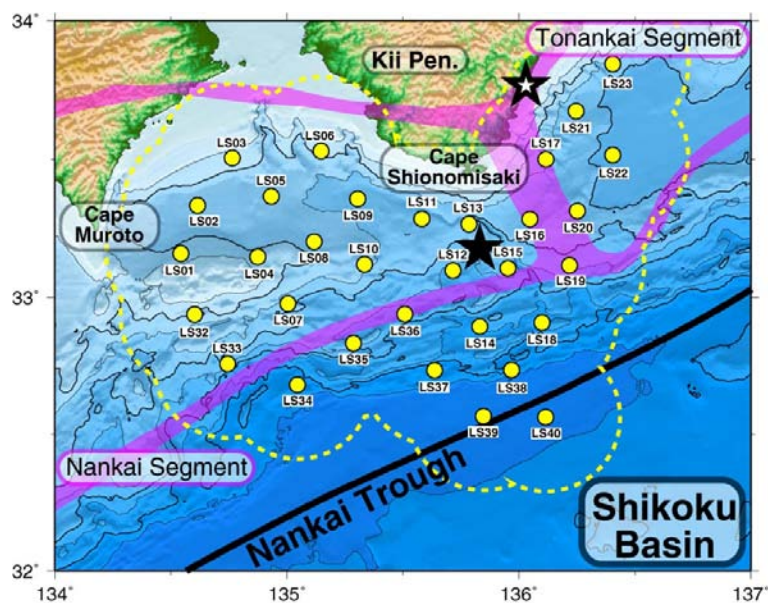


図1 東南海・南海地震震源域境界周辺における繰り返し長期海底地震計の観測点  
平成15年度から19年度にかけて、東京大学地震研究所で開発された長期観測型海底地震計最大27台（32観測点）を用いて紀伊半島沖東南海・南海地震震源域境界周辺において繰り返し海域地震観測を行った。

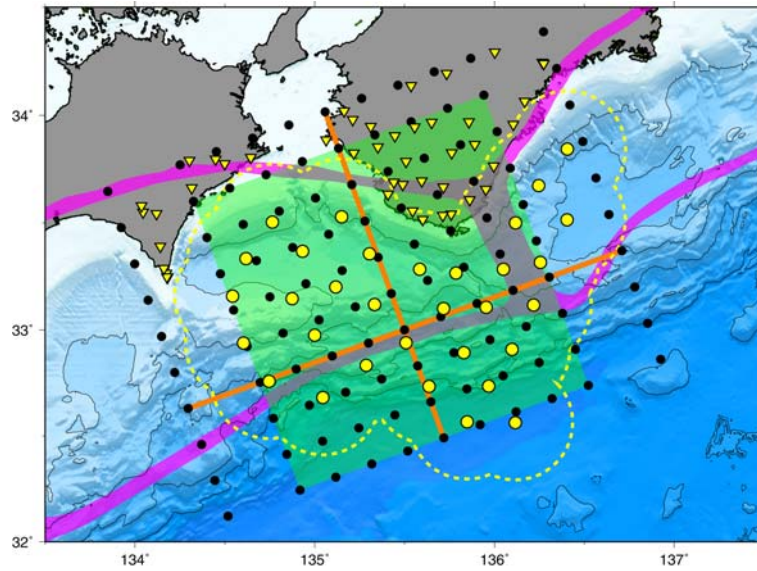


図2 海域から陸域までを含めたトモグラフィー解析のグリッド配置  
南海トラフ軸周辺から紀伊半島下までにわたって発生している地震を用いてトモグラフィー解析を行うためのグリッド配置を示す。

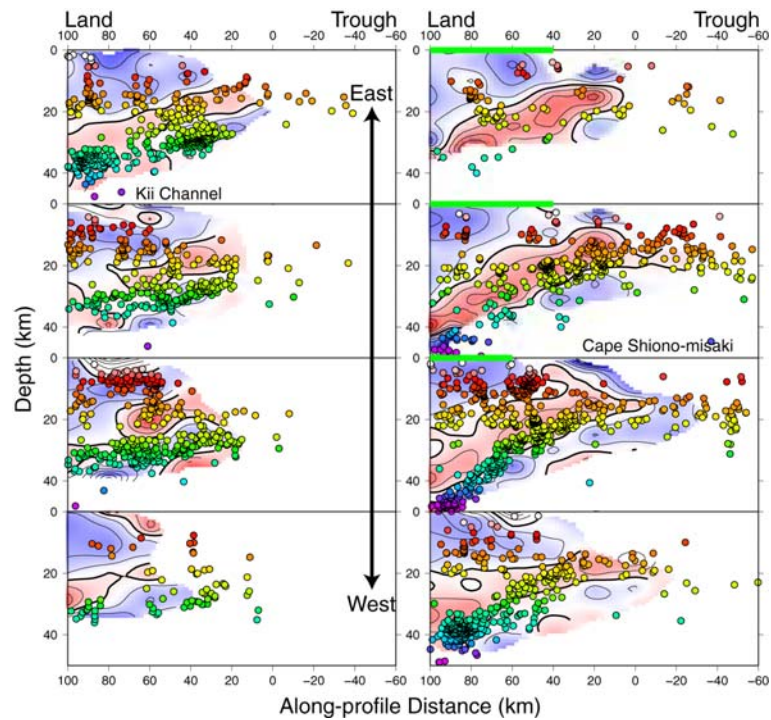


図3 トモグラフィー解析の結果 ( $V_p/V_s$ ) と精度よく決定された震源  
南海トラフ軸周辺から紀伊半島下までにわたって発生している地震を用いたトモグラフィー解析の結果について、 $V_p/V_s$  分布を海溝軸直行方向の断面図として示す。また精度よく決定された震源もプロットした。横軸右側が南海トラフ軸方向、左側が陸域方向である。また左下の図が解析範囲西側、右上に向かって東側の断面図を示す。震源の色は深さ分布を表す。左側上の断面が紀伊水道下にあたり、その周辺で沈み込むフィリピン海プレートの地殻が薄くなっており、また地震発生の深さも急激に変化していることがわかる。

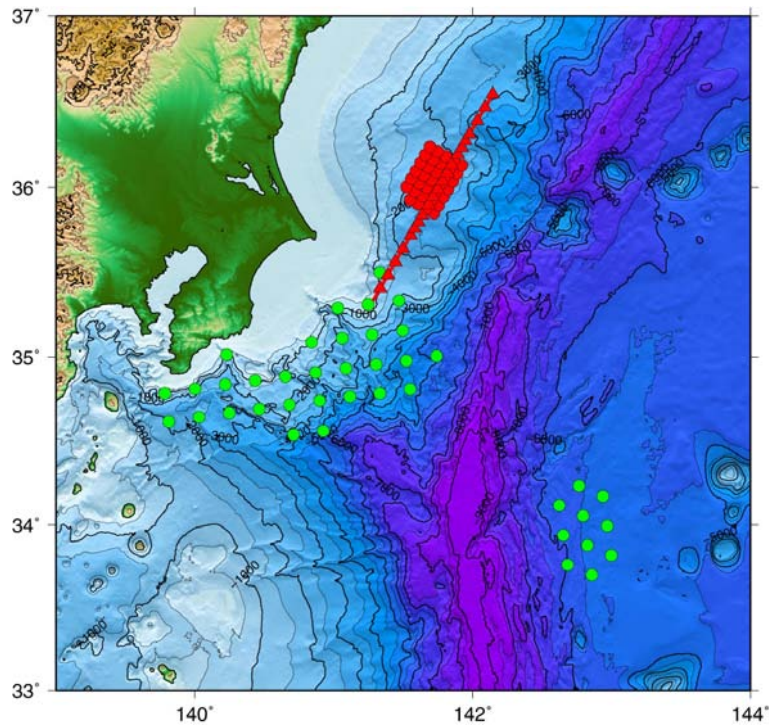


図4 22年度に観測を行った海底地震計の観測点

昨年度に房総沖に設置した長期観測型海底地震計40台(緑丸)を、全台回収した。また茨城沖には新たに総数34台の長期観測型海底地震計(赤丸)を設置し、来年度までの観測を行っている。さらに2011年2月には、茨城沖観測点を通る海溝軸平衡測線(測線長152km)で短期観測型海底地震計21台を設置し、エアガンを人工震源とした構造調査を行った。

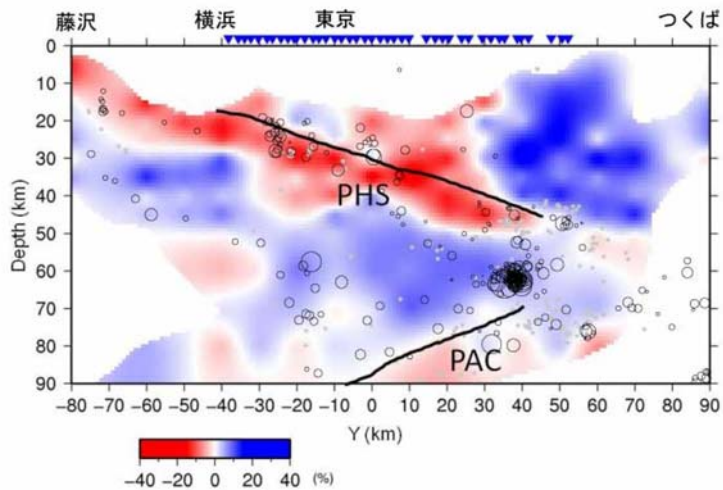


図5 地震波トモグラフィー解析によるP波速度構造(つくば-藤沢測線)

赤色：低速度、青色：高速度。○：2009年につくば-藤沢測線で観測された地震。沈み込むフィリピン海プレート内の海洋性地殻の低速度領域が確認できる。