

(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ー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 23 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、南海トラフ軸から紀伊半島周辺域までの海域から陸域まで含めた領域で発生している地震について、P 波および S 波の 3 次元地震波速度構造を求めた。本年度はこれらの震源について、さらに相対位置決定精度の向上を目的として地震間の相対走時計測精度を良くするために、初めて海底地震計の観測波形について相互相関解析を適用した。海底地震計の観測波形には、陸上の

観測点と比較して単調な雑音が多い。このため、地震間の地震波到達時刻周辺における相互相関の計算結果では、頻繁に単調な雑音部分での相関係数が大きくなることもある。特に、海底地震計観測網でのみ観測されるような小さな地震では、地震波信号に比較して雑音の振幅が大きいため、このようなことが頻繁に発生した。これは、小さな地震に関して到達時刻の計測精度が悪いことも影響していると考えられる。今回は、観測波形からの波形切り出し時間を変化させて波形相関を数回計算することによって、こうした計測誤差が大きい走時を同定し、誤差の大きい走時はデータから外すこととした。相互相関解析によって計算された相対走時差をデータに加えてトモグラフィー解析を行った結果を見ると、紀伊水道から四国東部に沈み込むフィリピン海プレートの海洋性マントル最上部で発生する地震について明瞭な直線的分布が確認できる。ここに沈み込むフィリピン海プレート上には紀南海山列が存在し、海山下のマントル構造との関係について詳細に検討を加えていく。一方、その東側の紀伊半島下に沈み込むフィリピン海プレート内では、数 10 km 程度の規模のクラスター的な発生をしている(図 1)。これらの地震については、フィリピン海プレートの成因過程との関係が考えられるので、今後さらに詳細に調べていく。

平成 22 年度から 23 年度までの一年間、房総沖に設置されていた海底地震計 40 台については、現在も引き続き解析中である(図 2)。40 台のうち日本海溝軸より海側に設置した海底地震計 10 台で決定した震源は、気象庁一元化震源と比較して 50 km 程度浅く、また陸側に求まった。これらの震源は、太平洋プレートの沈み込みに沿って分布している(図 3)。一方、2010 年 9 月および 2011 年 2 月に茨城県沖に設置した計 34 台の海底地震計のうち 31 台の回収をした。現在、各海底地震計における観測点補正値を決定し、波形記録を解析中である。

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 296 点の地震観測網が構築された。これらの観測点によって、首都圏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(図 4)。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下の構造を調べ、フィリピン海プレートの形状を詳細に求めた。その結果、フィリピン海プレートの海洋性地殻が V_p/V_s の高い領域として明確になり、その上部境界面をより高精度に求めることができた。東京湾北部付近の下では従来のモデルより約 10km 浅く、首都圏で発生する地震による地震動の想定を行う際に重要な情報になる。フィリピン海プレートと太平洋プレートが接している部分の直上は V_p/V_s が高い領域になっており、その境界部分に横ずれ型のスラブ地震が分布していて、その周辺のテクトニクスを理解する上で重要な情報が得られつつある。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解像度の結果が得られたことになる。

(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) :

(9)平成 24 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

波形相関解析を適用した、相対位置の精度を上げた震源決定を引き続き行い、また決定する震源数を増やすための解析手法について開発を進める。ここで決定された震源について、3 次元地震波速度構造と震源メカニズム解とを合わせて、スラブ内地震の発生メカニズムについて検討を行う。房総沖にて長期観測型海底地震計 40 台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行う。茨城県沖で回収した 31 台の長期観測型海底地震計で観測された地震を用いて、震源決定およびトモグラフィー解析を進める。

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(296 点)による観測を継続し、観測データを増やし、速度構造解析、減衰構造解析を行って、プレート内部の不均質構造のさらなる高精度化を目指す。これまでに得られた関東下のフィリピン海プレートの形状から、太平洋プレートとの接合部分に注目し、その周辺

の地震活動とプレート内の速度構造との比較を進めていく。

(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 1 1 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>

(12) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名 : 望月公廣

所属 : 東京大学地震研究所 地震地殻変動観測センター

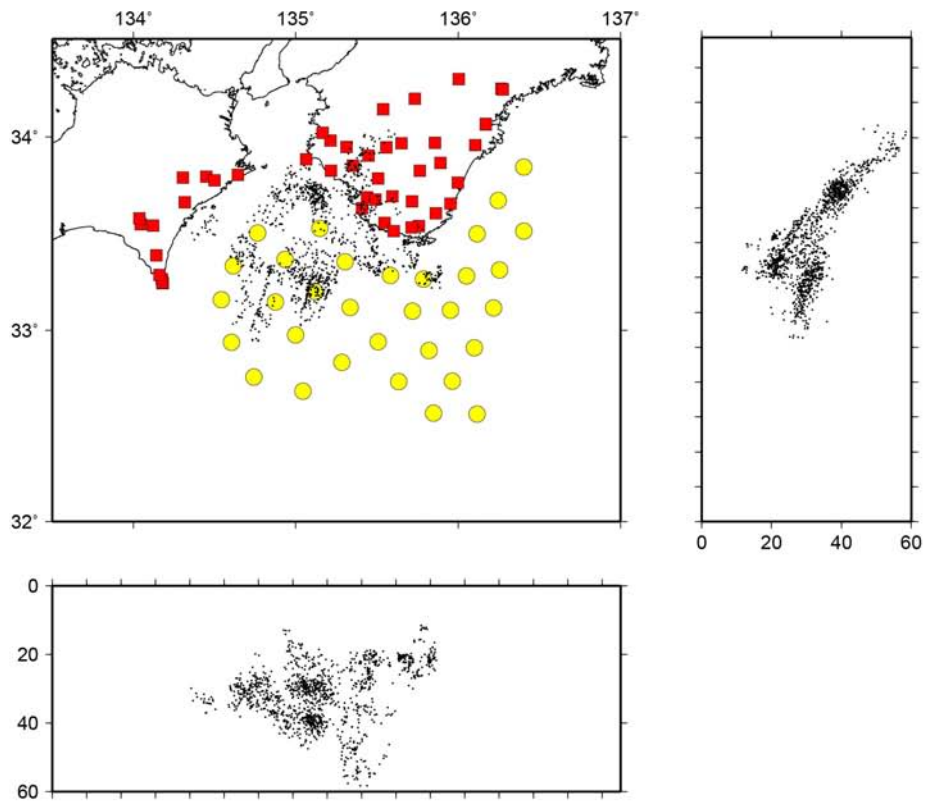


図1 波形相関解析による相対走時差を考慮した震源決定結果

黒点が沈み込むフィリピン海プレート内で発生した地震の震源、黄丸が海底地震計観測点、赤四角が陸上観測点の位置を示す。紀伊水道沖に沈み込む紀南海山列下の海洋性マントル最上部に、線上にならんだ震源がみられる。

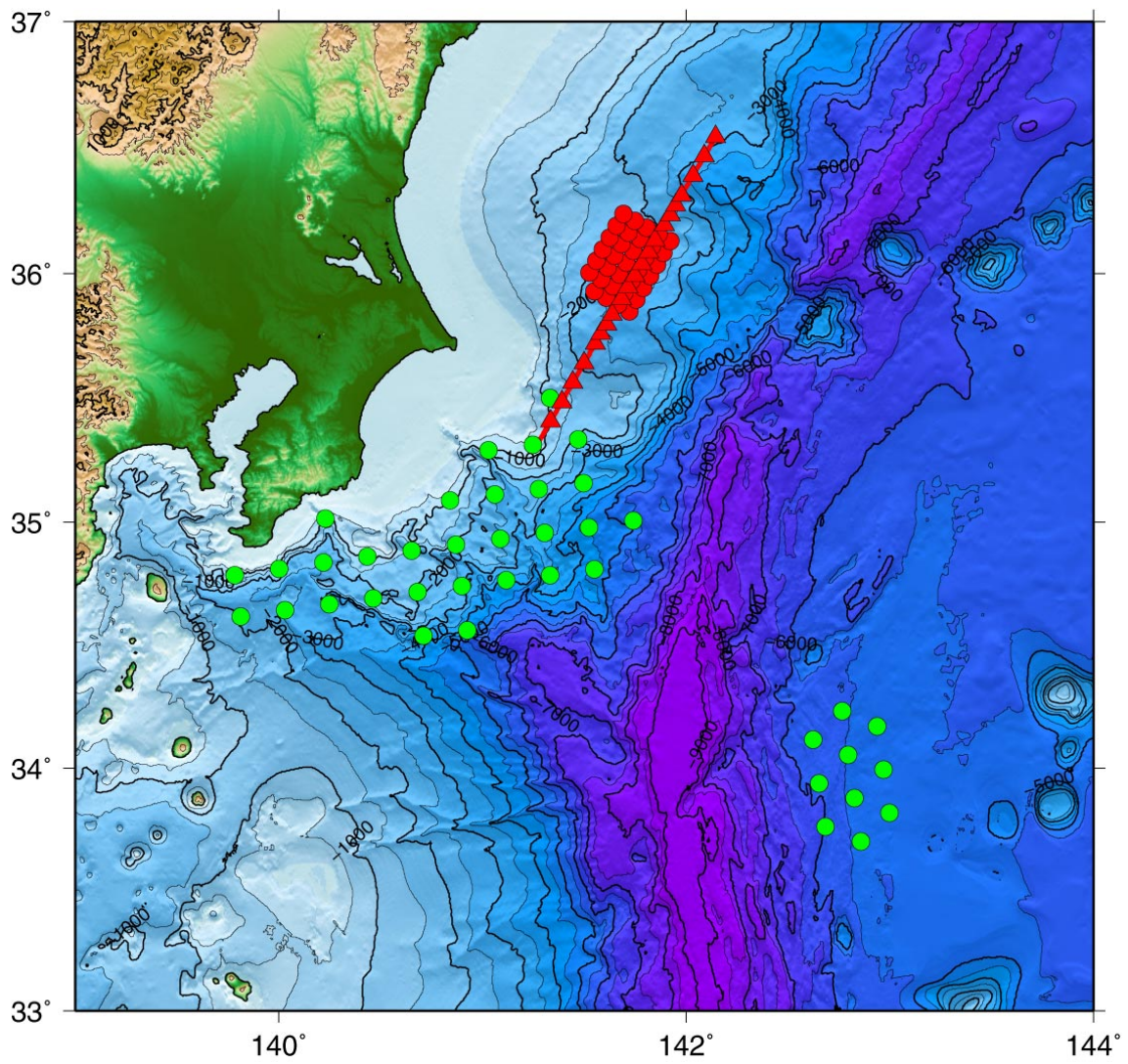


図2 茨城県から房総の沖合に設置された長期観測型海底地震計の観測点
赤い三角は短期観測型海底地震計の観測点。日本海溝外側には 10 台の海底地震計を設置した。

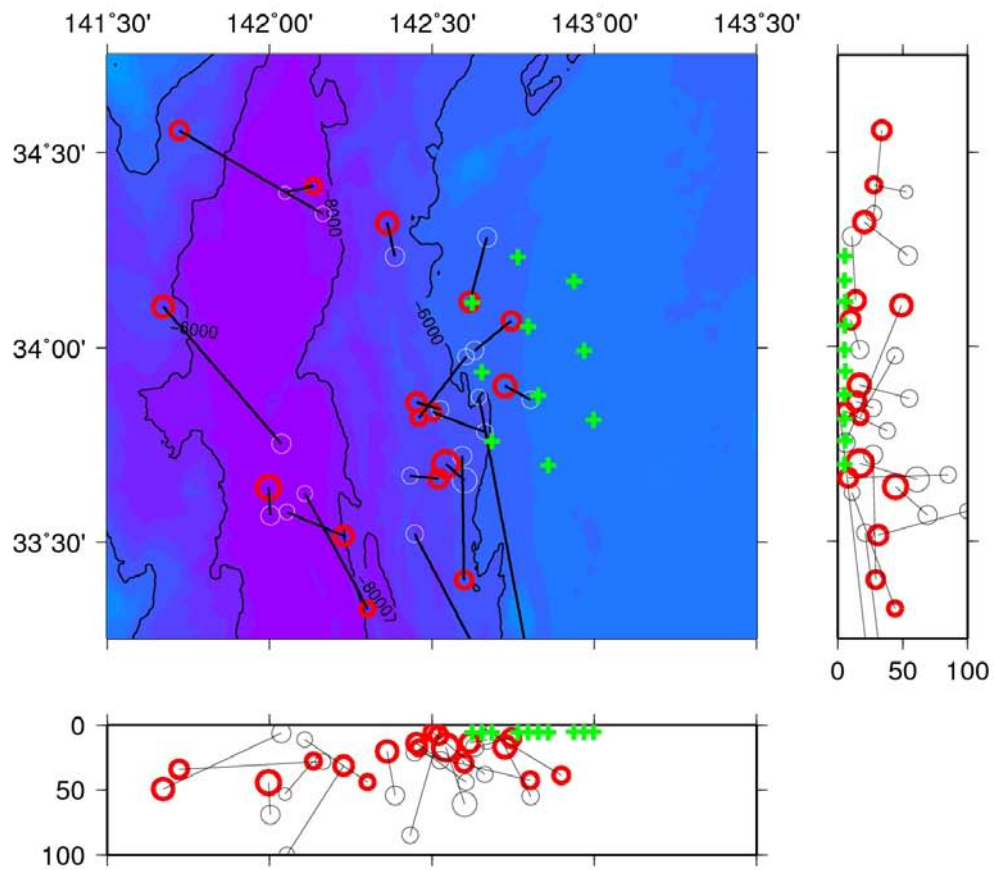


図3 房総沖日本海溝外側に設置した海底地震計で決定された震源分布
 黒丸が気象庁一元化震源、赤丸が海底地震計で決定された震源を表し、線で結ばれた震源同士が同一の地震の震源である。

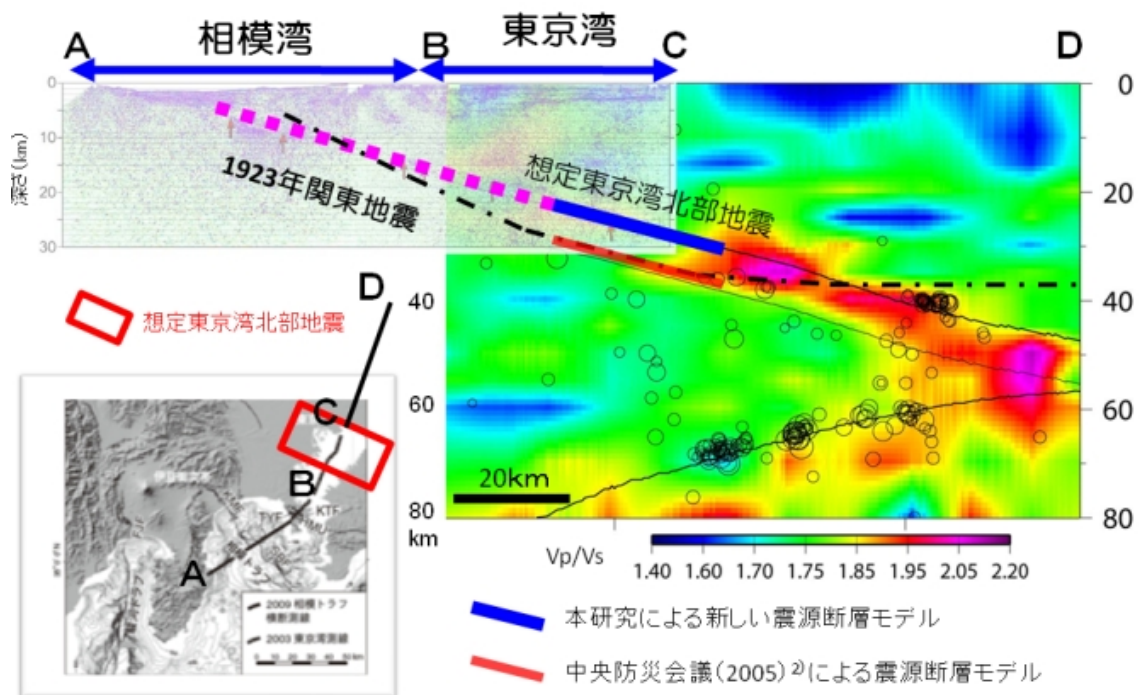


図4 反射法断面図(左上、A-B-C)と V_p/V_s 構造の断面図(右、B-C-D)

右図の実線は、フィリピン海プレートの上境界面、フィリピン海プレートの海洋性地殻の下面、太平洋プレートの上境界面を示す。一点鎖線は、Ishida(1992)のフィリピン海プレート上境界面。丸印は2008年4月から2011年8月に発生した地震で、この速度構造を求めるときに使用した震源の内この断面図の幅約10 kmに含まれるもの。暖色は V_p/V_s が高い領域。赤線で示す中央防災会議(2005)による東京湾北部の地震の断層モデルにくらべて、本研究のモデル(青線)は約10 km浅く、その領域の V_p/V_s は普通の値を示す。