

1. プロジェクトの概要

1. プロジェクトの概要

1.1. 東南海・南海地震に関する調査研究

「新世紀重点研究創生プラン～RR2002～」の防災分野におけるプログラムの一つとして、文部科学省が平成 15 年度から開始する、「東南海・南海地震に関する調査研究 - 予測精度向上のための観測研究 - 」を、国立大学法人東京大学地震研究所、国立大学法人名古屋大学及び国立大学法人東北大学並びに独立行政法人海洋科学技術センターの 4 機関が体制を構築し研究を実施する。

(1) 研究内容

「東南海・南海地震を対象とした調査観測の強化に関する計画（第一次報告）」（平成 15 年 6 月、地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会）に基づき、地震（津波）発生可能性の長期評価、強震動（揺れ）や津波の予測を高精度で行うことを目的として、プレートの形状・動きや強震動・津波発生領域を詳細に推定するため、気象庁等関係機関と連携して以下の観測研究を行う。

(a) 東南海・南海地震の想定震源域におけるプレート形状等を把握するための地殻構造調査研究

想定震源域の境界領域、想定されるアスペリティ及びその周辺域を対象として、既存の調査測線を考慮し、海陸を統合した広角反射・屈折法調査を実施し、プレートの巨視的な形状などの大構造や想定震源域と陸域間の地震波速度構造を明らかにする。

また、想定震源域の面的な情報が得られるよう稠密な反射法調査を実施し、分岐断層の分布とその形状、海山などの浅部のプレート境界の形状や地震波の反射強度分布を把握する。

(b) 東南海・南海地震の想定震源域における微小地震分布を把握するための海底地震観測研究

想定震源域の境界領域、想定されるアスペリティ及びその周辺域、地震活動度が相対的に高い領域などの注目すべき領域について、自己浮上式海底地震計により、ある程度長期の観測（20 km 間隔で数年程度）を実施し、より正確な地震活動の把握、詳細なプレート境界の形状の把握や地殻構造と地震活動との対比などを行う。

(c) GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の精度向上のための技術開発

観測システムの安定性の向上と 2～3 cm の繰り返し観測精度を目指して、音速構造の補正手法の高度化及び音響測距技術の高度化に重点を置いた技術開発を行う。平成 15 年度からの 3 年間は、音速構造トモグラフィーにより音速の微細構造と海底の位置を同時に決定する手法、測位装置をブイに搭載して観測する手法など複数の手法を用いて試験観測を行い、平成 18 年度からの 2 年間は、それまでの成果を踏まえ、適切な観測システムの構築を行う。

1. プロジェクトの概要

(2) 研究体制

国立大学法人東京大学地震研究所、国立大学法人名古屋大学及び国立大学法人東北大学並びに独立行政法人海洋科学技術センターの4機関で体制を構築し、関係する研究機関(者)の参加・協力を得て研究を実施する。研究代表機関は、国立大学法人東京大学地震研究所とする。

研究を効果的に推進するため、上記4機関に加え関係する研究機関(者)等により構成する「東南海・南海地震等海溝型地震調査研究運営委員会(事務局は国立大学法人東京大学地震研究所)」を設置する。また、研究成果を東南海・南海地震の長期評価、強震動評価等の予測精度向上に効果的に繋げるため、研究の実施に際し地震調査研究推進本部との連携を十分に図る。

(a) 東南海・南海地震の想定震源域におけるプレート形状等を把握するための地殻構造調査研究

独立行政法人海洋科学技術センターが担当する。加えて、必要に応じ関係する研究機関(者)の参加・協力を得る。

(b) 東南海・南海地震の想定震源域における微小地震分布を把握するための海底地震観測研究

国立大学法人東京大学地震研究所が担当する。加えて、必要に応じ関係する研究機関(者)の参加・協力を得る。

(c) GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の精度向上のための技術開発

国立大学法人名古屋大学及び国立大学法人東北大学が協力して担当する。国立大学法人名古屋大学は、主として、音速構造トモグラフィーにより音速の微細構造と海底の位置を同時に決定する手法を用いた音響測距技術の高度化を行い、国立大学法人東北大学は、主として、測位装置をブイに搭載して観測する手法を用いた音速構造の補正手法の高度化を行う。加えて、必要に応じ関係する研究機関(者)の参加・協力を得る。

(3) 平成 16 年度までの成果の概要

(a) 東南海・南海地震の想定震源域におけるプレート形状等を把握するための地殻構造調査研究

平成 15 年度に紀伊半島沖において独立行政法人海洋科学技術センター海洋調査船「かいよう」と OBS100 台を用いて実施した広角反射・屈折法調査では、フィリピン海プレートの沈み込み前後のプレート形状の変化と想定震源域の境界を規定する構造要因を抽出するため南海トラフ軸に平行な 3 測線で地殻構造データを取得した。その結果、境界付近で沈み込んだ海洋性地殻の厚さが 5km から 8km 以上に急変していること、その直下の最上部マンツルの速度が異状に低速度であること、1946 年南海道地震震源近傍では海洋性地殻が激しく変形・破壊していること、が分かった。

また、平成 15 年度末から 16 年度初めにかけて実施した 30 台の OBS による機動的地震観測は、1946 年南海地震の際に滑り量が少ないあるいはほとんど無かったとされる高知沖の地震活動の詳細を明らかにした。足摺岬沖の DSR (Deep Strong Reflector) 周辺と室戸岬沖では比較的活発な地震活動の存在が確認された一方、四国沖中央部では地震活動があまり活発でないことが分かった。

平成 16 年度は、東南海地震破壊域境界を縦断しトラフ直交方向の 2 測線で広角反射・屈折法探査を実施した。また、志摩半島沖を中心とする東海沖から紀伊半島沖にかけての海域において平成 17 年 3 月より機動的な地震観測を開始した。

(b) 東南海・南海地震の想定震源域における微小地震分布を把握するための海底地震観測研究

平成 15 年度に、長期観測型海底地震計 9 台を約 25 km 間隔に設置して、陸域における高感度地震観測網（陸域観測網）に接続する形で海底地震観測網を構築し、紀伊半島沖において定点的観測を開始した。紀伊半島沖は東南海地震と南海地震の想定震源域の境界部にあたり、地震活動度の相対的に高い領域である。

平成 16 年度は、海底地震計を入れ替えるとともに、14 観測点を新規設置して観測網を東西に拡大し、観測を継続した。また、マグニチュード 7.4 の 2004 年紀伊半島南東沖の地震が東南海地震想定震源域のトラフ軸寄り周辺海域で発生したことから、5 台の海底地震計による緊急観測を実施した。

これらの解析結果から、陸域観測網の南海トラフにおける震源決定能力の限界が明らかとなった。気象庁一元化震源の震央は平均して 5 km ほどトラフ軸寄りに偏って決定されていること、沖合 30 km 以遠の地震については深さ決定精度が急激に悪くなることが分かった。

2004 年紀伊半島南東沖の地震の余震活動は、陸域観測網から見えていたような深さ 40 km 付近のプレート内部の 1 群の活動ではなく、深さ 10 km 付近と深さ 20 km 付近に分かれた 2 群の地震活動であり、プレート境界にほぼ平行な面に分布していることが分かった。余震分布からは、発震機構解と整合的な本震断層面を特定するところまでには至っていない。

紀伊半島沖の長期観測及び 2004 年紀伊半島南東沖の地震の緊急余震観測から、フィ

1. プロジェクトの概要

リピン海プレートは地殻と最上部マントルで地震を起こしやすい構造特性を持っていることが分かって来た。プレート境界での地震活動はきわめて低いことも分かった。

(c)1) 音速構造トモグラフィ手法を用いた GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の精度向上のための技術開発

平成 15 年度に、熊野海盆の 2 カ所に海底ベンチマークを設置して GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測を開始した。平成 16 年度には熊野灘の 1 カ所に海底ベンチマークを新規設置して、熊野灘 3 カ所（昨年度分 2 カ所を含む）での測定を開始した。同一海底局の測定を 3 回実施し、くり返し観測精度は 3 ~ 7cm である。また、2004 年 9 月 5 日に発生した紀伊半島南東沖地震に伴う水平変動（南南東方向に約 21cm）を観測した。

この間、音速構造トモグラフィ手法開発のため、海中音速構造の不均質性の実測を行い、不均質性の特徴を解明した。黒潮本流域では長波長の不均質性が、反流域では短波長の不均質性がそれぞれ卓越していることが明らかになった。また、CTD 測定で得られた海中音速構造に最大約 0.1% の補正を行うという解析方法を確立した。さらに、キネマティック GPS のスライダーを用いた精度実験によって、熊野灘のように基線長が 50km を超えるキネマティック GPS 解析には RTD が有効ではないことが確認された。基線長が 100km におよぶリアルタイム測位の場合には、単独測位ながら衛星補正情報を受ける WADGPS は十分に使用に耐えるものと考えられ、今後検討する。キネマティック GPS 解析ソフトの開発も進行中である。

紀伊半島南東沖地震による地殻変動が海域で観測できたことで、GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測が海域での基盤的観測の一項目として近いうちに実用化できる目処が立ったと言える。

(c)2) ブイ方式を用いた GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の精度向上のための技術開発

平成 15 年度に海底地殻変動観測システム一式を開発し、浅海における動作試験により所定の性能を確認した。熊野灘中央部において 4 台の海底局を設置してその応答を確認するとともに音速場の観測を行った。平成 16 年度には本格的な観測を開始し、ブイを用いた観測システムにより長時間にわたり安定した海底測位観測ができることを確認した。倒立音響測深機により、海洋の音速構造の 4 次元モニターができる可能性を示唆する観測結果も得られた。

海底局アレイの中心付近において平成 16 年 9 月上旬に発生したマグニチュード 7.4 の地震（2004 年紀伊半島沖南東沖の地震）が発生した。地震前後の測定結果から南向き 30cm 弱の海底地殻変動を検出した。GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の重要性と有用可能性を示した計測結果であるが、観測サイトの直下付近まで紀伊半島南東沖の地震の余震活動が延びており、本震に伴う地殻変動のほかに余震による地殻変動も考慮した精度評価の必要がある。

日本海溝・千島海溝沿いで発生する海溝型地震を対象とした海底地殻変動観測を実現するため、日本海溝を横断する測線に沿った海底地殻変動観測を平成 17 年度から開始することを計画しており、海底局を 3 台導入するとともに、観測予定海域における KGPS

1. プロジェクトの概要

測位の試験観測を行った。

1. プロジェクトの概要

1.2. 日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震に関する調査研究

「新世紀重点研究創生プラン～RR2002～」の防災分野におけるプログラムの一つとして、文部科学省が平成16年度から開始する、「日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震に関する調査研究」を、国立大学法人東京大学地震研究所、国立大学法人北海道大学及び国立大学法人東北大学並びに独立行政法人防災科学技術研究所の4機関が体制を構築し研究を実施する。

(1) 研究内容

(a)1) より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究

日本海溝・千島海溝周辺を対象として、自己浮上式海底地震計により、ある程度長期の観測（20 km間隔で1年程度）を実施し、より正確な地震活動の把握、より詳細なプレート境界の形状の把握や地殻構造と地震活動との対比などを行う。観測点配置等の観測の詳細については、関係機関（者）との調整を図って、円滑かつ効果的に研究を推進する。

(a)2) プレート境界及びその周辺域の3次元地殻不均質構造の推定

日本海溝・千島海溝周辺を対象として実施する長期海底地震観測に参加してデータ処理を分担すると共に、プレート間結合特性と比較検討してプレート間結合を規定する要因を探るため、プレート境界及びその周辺域の3次元地殻不均質構造を推定する。また、プレート間結合特性の情報を抽出するため、相似地震解析も合わせて行う。

(a)3) アスペリティ周辺の地震活動の特性に関する研究

日本海溝・千島海溝周辺を対象として実施する長期海底地震観測に参加してデータ処理を分担すると共に、根室半島周辺から房総沖周辺までの太平洋プレート上に想定された震源域でのアスペリティおよびその周辺域を対象として、プレート上面付近およびプレート内部に発生する地震の活動度の時空間分布をZMAP (Wiemer and Wyss, 1994)等により把握する。

(b) 過去の地震活動などの調査

想定震源域及びその境界領域における過去の地震活動の状況を明らかにし、過去に発生していた地震のアスペリティの位置等を把握し、現在の地震活動の状況を正確に把握するために、散逸が懸念される過去（明治時代以降）の地震観測データを体系的に整理し、長期保存可能な状態を実現する手法を開発する。また、観測点情報、データの所在、観測機器の特性などの情報を一元的に得ることができるシステムの開発を目指す。

(c) 広帯域高ダイナミックレンジ孔井式地震計の開発

海溝型の巨大地震では、その地震動は広帯域かつ大振幅である。また、スロースリッ

1. プロジェクトの概要

プ、プレスリップ、余効変動といった、超長周期の地震波をともなう可能性が高い。これらの現象を高精度観測することができれば、海溝型地震の発生プロセスの解明や、長大構造物に被害をもたらす長周期地震動に関する研究が大きく進展することが期待される。既存の地震計をベースに広帯域・高ダイナミックレンジ化を図りかつ安定運用が可能な新型地震計を開発する。

(2) 研究体制

国立大学法人東京大学地震研究所、国立大学法人北海道大学及び国立大学法人東北大学並びに独立行政法人防災科学技術研究所の4機関で体制を構築し、関係する研究機関(者)の参加・協力を得て研究を実施する。研究代表機関は、国立大学法人東京大学地震研究所とする。

研究を効果的に推進するため、上記4機関に加え関係する研究機関(者)等により構成する「東南海・南海地震等海溝型地震調査研究運営委員会(事務局は国立大学法人東京大学地震研究所)」を設置する。また、研究成果を海溝型地震の長期評価、強震動評価等の予測精度向上に効果的に繋げるため、研究の実施に際し地震調査研究推進本部との連携を十分に図る。

(a) より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究

国立大学法人東京大学地震研究所、国立大学法人北海道大学及び国立大学法人東北大学が担当する。加えて、必要に応じ関係する研究機関(者)の参加・協力を得る。

(a)1) より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究

国立大学法人東京大学地震研究所が担当する。

(a)2) プレート境界及びその周辺域の3次元地殻不均質構造の推定

国立大学法人東北大学が担当する。

(a)3) アスペリティ周辺の地震活動の特性に関する研究

国立大学法人北海道大学が担当する。

(b) 過去の地震活動などの調査

国立大学法人東北大学が担当する。加えて、必要に応じ関係する研究機関(者)の参加・協力を得る。

(c) 広帯域高ダイナミックレンジ孔井式地震計の開発

独立行政法人防災科学技術研究所が担当する。加えて、必要に応じ関係する研究機関(者)の参加・協力を得る。

(3) 平成 16 年度までの成果の概要

(a)1) より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究

平成 16 年度は、地震調査研究推進本部地震調査委員会による海溝型地震の長期評価を踏まえて、地震発生確率が高い領域から観測を行うという考え方にに基づき、三陸沖北部において地震観測を開始した。国立大学法人北海道大学および国立大学法人東北大学と協力して、水深が 1,000 m より深い海底に、陸域の高感度地震観測網と同じに 20 km から 25 km 間隔で 18 観測点に長期観測型海底地震計を設置した。17 年度の 10 月末頃まで観測を継続する。また、海陸データ統合解析のために、観測対象領域および周辺で発生する地震について陸域観測網の地震データの収集を行った。

(a)2) プレート境界及びその周辺域の 3 次元地殻不均質構造の推定

平成 16 年度は、過去に実施した海底地震観測のデータを用いてプレート境界地震発生領域における 3 次元地震波速度構造を推定する手法について検討し、少なくとも 20km 程度の空間分解能の不均質構造を解像することが可能であることを明らかとした。M7 以上の地震のアスペリティに対応する不均質構造が技術的に検出可能となる。さらに、陸上地震観測網により蓄積されたデータを用いた相似地震の解析により、大地震のアスペリティ周辺における準静的すべりの時空間的な変動を捉えることが可能であることが明らかとなった。

(a)3) アスペリティ周辺の地震活動の特性に関する研究

平成 16 年度においては、陸域観測網データから均質地震カタログを作成して、千島海溝と日本海溝との会合部付近での地震活動の時空間分布について、ZMAP 法を適用した。その結果、2003 年十勝沖地震 (M8.0) のアスペリティ周辺で地震活動の静穏化現象が確認され、その静穏化が 1998 年後半から始まっていたことが示唆された。また、この大地震発生直前に実施していた海底地震観測のデータを詳細に解析した結果、2003 年十勝沖地震の余震域内で幾つかの微小クラスター地震群を確認した。しかし本震アスペリティ内ではこの種の地震をまったく確認できなかった。これらの地震現象が大地震直前の普遍的現象であるかどうかは明らかでないが、今後の海溝型地震活動調査にとって極めて重要な結果である。

(b) 過去の地震活動などの調査

全国大学等の関係者および有識者を構成員とする専門委員会を設置して、すす書き記録紙のデジタル化手法について検討した。従来のマイクロフィルムに撮影する手法では光学系の持つ画像ひずみ、撮影時の光量調整など問題点があることが指摘され、大型スキャナーを用いて原記録紙全体を画像化する手法が現時点での最適解であるとの結論を得た。

記録紙の保管・整理が整っている旧水沢緯度観測所の 1902 年から 1910 年までの期間に発生した地震のすす書き記録について必要な記録紙を大型スキャナーにより画像化した。また、国立大学法人東京大学地震研究所筑波地震観測所の 1961 年から 1966 年ま

1. プロジェクトの概要

での期間に発生した地震のフィルム記録の中から必要な記録をフィルムスキャナーにより画像化した。これらの画像ファイルは DVD-R に保存した。

また、全国の大学等にある明治時代以降のすす書き記録紙、フィルム記録の在庫状況を調査した。

(c) 広帯域高ダイナミックレンジ孔井式地震計の開発

平成 16 年度は、基盤地震観測網で用いられている高感度加速度計及び低感度加速度計（強震計）の広帯域・高ダイナミックレンジ化をはかった。短周期で振り切れを押さえる対策をおこなった結果、高感度加速度計は短周期では地震計の出力が地動速度に比例する（速度平坦の特性をもつ）タイプの地震計が実現できた。強震計についても同じ改良を行った。また、温度変化の激しい地表で発生する長周期ノイズ（直流成分ドリフト）を抑制するため、直流成分を安定化させる回路を組み込んだ。本業務において行ったこれらの改良により、期待される特性を持つことを確認した。