

(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：

海域から陸域までの総合的調査・観測によるアスペリティの実体解明

(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

ア．アスペリティの実体

(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

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

イ．上部マントルとマグマの発生場

ウ．広域の地殻構造と地殻流体の分布

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

イ．非地震性滑りの時空間変化とアスペリティの相互作用

エ．スラブ内地震の発生機構

3. 新たな観測技術の開発

(1) 海底における観測技術の開発と高度化

イ．海底地震観測技術

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

本観測研究計画は

1) アスペリティの空間規模及び分布の把握

2) プレート間固着を支配する物理的過程の理解

3) プレート境界近傍で発生する地震の震源と発震機構の高精度推定

を進めることにより、アスペリティの実体を解明することが目的である。さらには、境界での滑りと固着の状態の時間的変化についても研究を行う。このために、様々な分野の観測を有機的に結合し、研究を行う。最終的な目標であるアスペリティの実体把握のために、陸域・海域地殻変動、繰り返し地震などを用いて、プレート間の固着度の分布を精度良く求め、さらに固着が強い領域、弱い領域のプレート境界付近及びこれまでに求められているアスペリティ(大地震震源域)の詳細な構造、地震活動、発震機構解による応力分布を求め、それらの比較検討を行う。

本観測研究計画は大きく次の 5 つの観測研究項目からなる。

1. 大規模制御震源構造調査によるアスペリティ - 非アスペリティ境界域における構造不均質の解明
2. 海底地震観測ネットワークおよび陸上テレメータ観測による、地震活動の解明
3. 海底測地観測によるプレート固着域のマッピングと非地震性滑りの検出
4. 重力および GPS 観測によるプレート境界固着部のマッピング
5. 精密地殻変動観測

(6) 本課題の5か年計画の概要：

本課題の5つのテーマそれぞれについて、全年度にわたって以下の観測研究を実施する。

1. 海陸プレート境界域において、大規模な制御震源地震探査を自然地震観測、海底ケーブル観測、GPS 音響測位等による地殻変動観測及び電磁氣的観測との密接な連携のもとに実施する。平成 22 年度と 25 年度に実施する。

2. 構造探査域およびその周辺において、海底地震計観測網を構築し、長期にわたる地震活動の把握を行う。平成 21 年度は、房総沖に 40 台規模の長期観測型海底地震計観測網を構築し、約 1 年間の連続海底地震観測を行う。また、精度のよい震源決定のために、エアガンを用いた浅部構造探査を実施する。設置した地震計は、平成 22 年度に回収の予定である。また、日向灘沖に短期観測型海底地震計を用いた高密度観測を実施する。得られたデータにより震源決定、繰り返し地震、低周波イベントの検出などを行い、地殻活動の把握に努める。平成 22 年度以降も、各年度において、海底地震計観測網による地震活動の把握を実施する。

3. 広帯域海底地震計等による繰り返し地震観測、海底圧力計、海底傾斜計等による海底地殻変動観測を行い、アスペリティ周辺で発生する非地震性滑りを検出し、その位置を求める。平成 21 年度は、技術開発の研究計画（課題番号 1431）と連携し、広帯域海底地震計に、高精度圧力計を付加し、海底の上下変動を観測する。観測域は、南海トラフ付近とし、1 年程度の長期観測を開始する。平成 22 年度以降も、各年度において、2. の観測と連携しながら、海底地殻変動観測を実施する。

4. 絶対・相対重力測定を、太平洋岸 5 地域（北海道、宮城、東海、四国、九州）で、年数回から 2 年に 1 回程度繰り返し、重力の時空間変動を検出する。粘弾性、地球の曲率を考慮した、重力変動と変位のモデリング計算手法を完成させ、プレート間固着分布を得る。絶対・相対重力測定を牡鹿半島、東海地方、日向灘沿岸（宮崎）で行い、データの蓄積を図る。平成 21 年度は、サブダクションがもたらす変位・重力変動を、粘弾性・水平不均質な地球モデルについて計算するコードの開発に着手する。平成 22 年度は、絶対・相対重力測定を四国（室戸）、東海地方、北海道の東部及び中部の太平洋岸で行い、データの蓄積を図り、計算コードを完成させる。平成 23 年度については、絶対・相対重力測定を牡鹿半島、東海地方、日向灘沿岸（宮崎）で行い、データの蓄積を図る。完成したコードを用いて、過去の経年的な重力変動・GPS 変位データから、宮城県沖、東海、日向灘のプレート境界固着部のマッピングを行う。平成 24 年度については絶対・相対重力測定を四国（室戸）、東海地方、北海道の東部及び中部で行い、データの蓄積を図る。H22 年度に完成したコードを用いて、過去の経年的な重力変動・GPS 変位データから、南海・東海、十勝沖・根室沖のプレート境界固着部のマッピングを行う。平成 25 年度については、絶対・相対重力測定を牡鹿半島、東海地方、日向灘沿岸（宮崎）で行い、データの蓄積を図る。前年度までのすべての重力変動ならびに GPS 変位データから、プレート固着部の時空間的な揺らぎを検出する。

5. 歪・傾斜の連続観測は横坑で、引き続きデータの蓄積を行うと共に、これらの歪・傾斜データにより、スローイベントの検出しその特性を明らかにする。関東・東海など地震研究所が地殻変動観測点を展開している地域を対象とする。歪・傾斜の連続観測は横坑では 10 年以上、ボアホール観測でも 7 年以上の実績があり、10-9 あるいはそれ以上の高分解能のデータが蓄積されている。平成 21 年度以降も、引き続きデータの蓄積を行うと共に、これらの歪・傾斜データを現在国土地理院が展開している GEONET などのデータと共に解析することにより、スローイベントの検出しその特性を明らかにする。

(7) 平成 22 年度成果の概要 :

1 . 海陸プレート境界域において , 大規模な制御震源地震探査を他の観測との密接な連携のもとに実施する予定であったが、本課題の一部である長期海底地震観測の観測時期、設置回収航海時期などとの関係で、来年度に実施を延期することとした。

2 . 平成 21 年度には、房総沖に 40 台規模の長期観測型海底地震計観測網を構築し、約 1 年間の連続海底地震観測を実施した。また、精度のよい震源決定のために、エアガンを用いた浅部構造探査を設置時に実施した。設置は、東京大学海洋研究所学術調査船「白鳳丸」KH09-3 次航海により、7 月 28 日から 30 日にかけて実施され、地震研究所で開発された 1 年間連続観測可能な長期観測型海底地震計 40 台を用いた。この地震計は、固有周波数 1Hz の地震計センサーを用いている。設置後に、制御震源として総容量 100 リットルのエアガンにより、発震を行った。エアガン発震は、平成 21 年 7 月 30 日から 8 月 4 日にかけて、行った。本年度は、10 月 11 日から 18 日にかけて行われた本研究計画による用船航海により、この 40 台の長期観測型海底地震計を全台回収した。現在、回収された 40 台の海底地震計のデータ解析を行っている。また、本年度の用船航海により、平成 21 年度観測域の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長期観測型海底地震計 24 台を設置し、観測を開始した。さらに、平成 23 年 2 月 10 日から 18 日までの「白鳳丸」航海により、10 台の長期観測型海底地震計を追加設置し、観測網の拡大を行った(図 1)。本年度の長期海底地震観測は、海底地震計の設置間隔を、約 7km と従来の観測のほぼ 1/3 とし、高精度な震源分布を求めることが特徴である。設置した計 24 台の長期観測型海底地震計は、来年度の回収を予定している。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した。

3 . 平成 21 年度は、技術開発の研究計画(課題番号 1431)により開発された高精度圧力計付き広帯域海底地震計を用いた海底の上下変動観測を南海トラフ紀伊水道にて開始した。これは従来の広帯域海底地震計に、高精度水圧計を付加することにより、より広い周波数帯域での観測が行えるようにしたものである。平成 23 年 2 月には、この高精度圧力計付き海底地震計 3 台を回収した。また、観測を継続するために、高精度圧力計付き海底地震計 1 台を設置した(図 2)。回収された高精度圧力計付き海底地震計からの高精度水圧計からは、長期の海底圧力変動データが得られた。現在、解析を進めている。

4 . 当初計画どおり、粘弾性・水平不均質な地球モデルについて、サブダクションがもたらす変位・重力変動を計算するコードの開発に着手し、概略完成させた。重力観測については、概ね予定通りハイブリッド重力測定を実施した(図 3)。まず、北海道太平洋岸東部(釧路～根室)における観測を、2010 年 6 月に実施。牡鹿半島(女川)では、東北大学と協力して 2010 年 5 月に観測を実施した。さらに日向灘地域(宮崎)では、京大防災研究所宮崎観測所において 2010 年 11 月に観測を実施した。さらに南海地域(高知県)では、地震研究所室戸地殻変動観測所において 2011 年 1 月に観測を実施した。今年度の観測結果のうち、南海地域の結果を過去の他機関による測定結果とともに図 4 に示す。また、牡鹿半島・東海(豊橋)・日向灘地域における結果を比較すると、経年的な重力変化の地域差が見えはじめている(図 5)。

(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) : 中東和夫、桑野亜佐子、山田知朗、望月公廣、篠原雅尚、金沢敏彦、村井芳夫、高波鐵夫、伊藤喜宏、日野亮太、佐藤利典、植平賢司、茨城・房総半島沖の地震波速度構造、日本地球惑星科学連合 2010 年大会、SSS023-04、幕張、2010

Tanaka Y., V. Klemann and Z. Martinec, 2010, Spectral finite-element approach to three-dimensional viscoelastic relaxation in a spherical earth -extension for material compressibility, European Geosciences Union General Assembly 2010, Vienna (Austria), May 2-7 (poster presented on May 6)

Tanaka, Y., A. Kato, T. Sugano, G. Fu, X., Zhang, M. Furuya, W. Sun, S. Okubo, S. Matsumoto, M. Honda, Y. Sugawara, I. Ueda, M. Kusaka and M. Ishihara, 2010, Gravity change observed during 2004-2009 in the

Tokai slow slip area and the possibility of detecting high-pressure-fluid flow, 2010 American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 13-17 (poster presented on Dec. 14).

田中愛幸・加藤愛太郎・菅野貴之・付広裕・張新林・古屋正人・孫文科・大久保修平・松本滋夫・本田昌樹・菅原安宏・植田勲・日下正明・石原操, 2010, 東海スロースリップ域で2004年から2009年に観測された重力変化と高圧流体の流れの検出可能性, 日本測地学会, 京都, Nov. 8-10, 2010.

田中愛幸・加藤愛太郎・菅野貴之・付広裕・張新林・古屋正人・孫文科・大久保修平・松本滋夫・本田昌樹・菅原安宏・植田勲・日下正明・石原操, 2010, 東海スロースリップ域で2004年から2009年に観測された重力変化と高圧流体の流れの検出可能性, 日本地震学会, 広島, Oct. 27-29, 2010.

田中愛幸, 2010, 3次元粘性構造を考慮した球体地球モデルの加重変形に対する圧縮性の導入について, 日本地球惑星科学連合2010年度連合大会, 幕張市, May 23-28, 2010.

(9) 平成23年度実施計画の概要:

1. 海陸プレート境界域において, 大規模な制御震源地震探査を自然地震観測、海底ケーブル観測、GPS音響測位等による地殻変動観測及び電磁氣的観測との密接な連携のもとに実施する。対象域は、本年度に長期の海底地震観測を行っている茨城沖を想定している。

2. 茨城沖に平成22年度に設置した長期観測型海底地震計34台を回収する。得られたデータにより震源決定、繰り返し地震、低周波イベントの検出などを行い、地殻活動の把握を行う。また、長期観測型海底地震計と今年度回収した短期型海底地震計のデータを併せて解析し、対象域の地殻構造を求める。平成23年度も、引き続き長期観測型海底地震計を設置し、長期の海底地震観測を実施し、地殻活動の把握に努める。

3. 平成22年度に紀伊水道に設置した圧力計付広帯域海底地震計1台を回収し、そのデータから、低周波イベント等の検出などを含めた地殻変動を求める解析を行い、地殻活動を把握する。平成23年度も引き続き、南海トラフ付近に、高精度圧力計付広帯域地震計を再設置し、海底地殻変動観測を実施する。

4. 東海地方、西表島でのハイブリッド重力観測を年1回実施し、データの蓄積を図る。北海道東部、宮崎については、可能な限り、23年度も実施する。また、サブダクションがもたらす変位・重力変動を、粘弾性・水平不均質な地球モデルについて計算するコードの確認をする。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名:

1. 篠原雅尚・金沢敏彦・望月公廣・山田知朗
2. 篠原雅尚・金沢敏彦・篠原雅尚・望月公廣・山田知朗
3. 篠原雅尚・塩原肇・金沢敏彦・篠原雅尚・望月公廣・山田知朗
4. 大久保修平・加藤照之・孫文科
5. 佐野修

他機関との共同研究の有無: 有

1. 北海道大学(村井芳夫) 東北大学(日野亮太・伊藤喜宏) 九州大学(植平賢司) 鹿児島大学(八木原寛) 千葉大学(佐藤利典)
2. 北海道大学(村井芳夫) 東北大学(日野亮太・伊藤喜宏) 九州大学(植平賢司) 鹿児島大学(八木原寛) 千葉大学(佐藤利典)
3. 北海道大学(村井芳夫) 東北大学(日野亮太・伊藤喜宏) 九州大学(植平賢司) 鹿児島大学(八木原寛) 千葉大学(佐藤利典)

(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

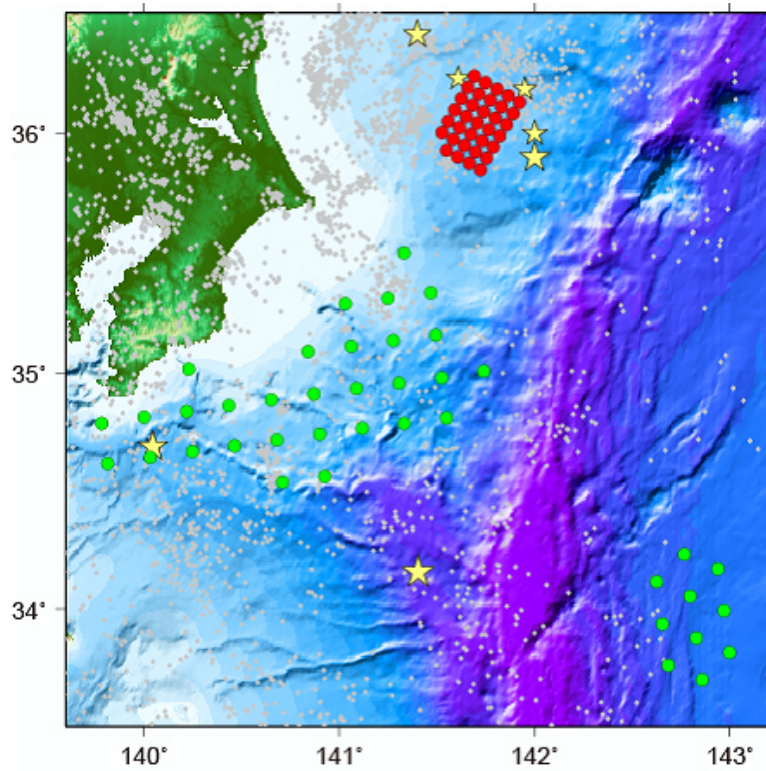


図1

昨年度に設置し、本年度に回収した房総沖の40台および本年度に茨城沖に設置した34台の長期観測型海底地震計の設置位置。茨城沖に設置された長期観測型海底地震計は、平成23年度に回収の予定である。星は、1923年以降のM7よりも大きい地震の震央、点は2010年1年間に発生したM1.5よりも大きい地震の震央を示す。

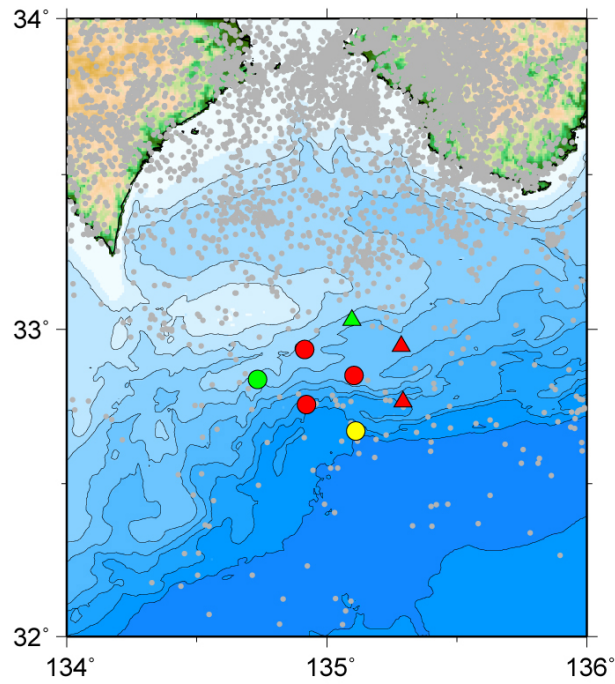


図 2

南海トラフ紀伊水道に設置した長期海底地震計の設置位置。丸は、平成 21 年および平成 22 年に地震計を設置した位置、三角は平成 21 年度のみ観測点位置を示す。黄色は、平成 21 年および平成 22 年に精密絶対水圧計付広帯域海底地震計を設置した位置、緑は、平成 21 年度 1 年間観測を行った精密絶対水圧計付広帯域海底地震計を設置した位置を示す。点は、2009 年 1 月から 2010 年 11 月までの微小地震の震央位置を示す。

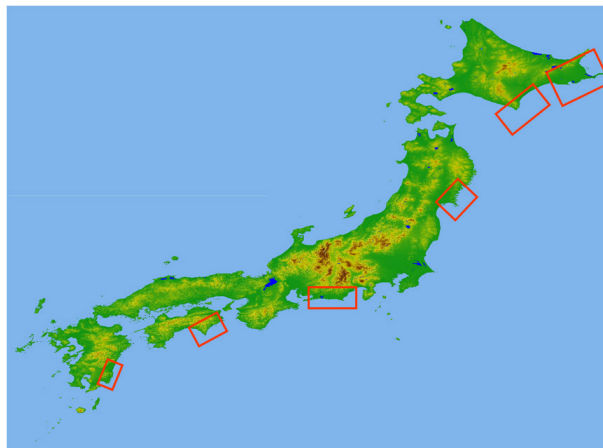


図 3

サブダクションゾーン陸側での絶対重力観測地域

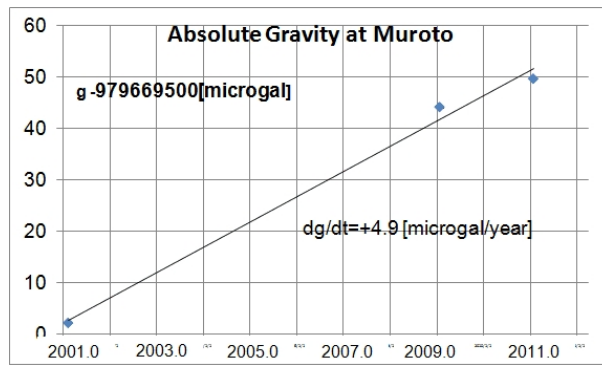


図 4
南海地域（室戸）における重力永年変化。2001 年は京都大学、2009 年は国土地理院による結果。

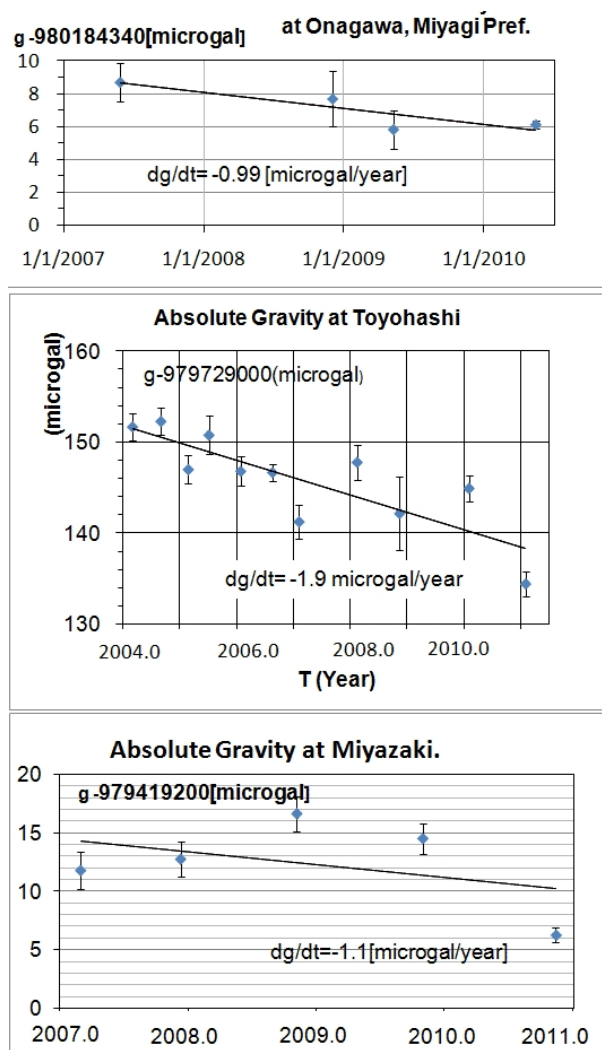


図 5
各地の経年的重力変動（上）牡鹿半島（女川）（中）東海（豊橋）（下）日向灘（宮崎）