

(1) 実施機関名：

名古屋大学

(2) 研究課題(または観測項目)名：

駿河 - 南海トラフ周辺における多項目統合モニタリング

(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：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-1) 地震発生先行過程

ア．観測データによる先行現象の評価

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

ア．海底地殻変動観測技術

(3) 観測技術の継続的高度化

ア．地下状態モニタリング技術

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

本研究課題では、駿河-南海トラフでのプレートの収束速度やカップリング状態のモニタリングを行うために、以下のモニタリングに関する研究を行う。

1) 海底地殻変動観測によるモニタリング

海底地殻変動の観測結果を用い、駿河-南海トラフにおける詳細な変位速度場を明らかにする。

2) 伊豆諸島における非弾性変形モニタリング

キャンペーン GPS 観測により銭洲海嶺周辺におけるプレート収束速度を実測し、その他伊豆諸島の GEONET の結果を総合し、伊豆半島周辺の変形が駿河-南海トラフでのプレート収束速度に与える影響を評価する。

3) アクロスによるプレート境界面のモニタリング

プレート境界からの反射波の検出とその時間変動のモニタリングのため、データ蓄積と解析を進めつつ、深部低周波微動など比較的短期間で繰り返す現象を対象として実証実験の事例を積み重ねる。

4) 地殻変動連続観測・地中ガス・地震観測による固着-すべりのモニタリング

和歌山県新宮・静岡県春野・静岡県菊川に設置された深部ボアホール歪み計記録は大変 SN 比が高く、低周波微動にともなう短期的のスロースリップを捉えている。それらの高感度のひずみ計を用いたモニタリング技術の高度化を行う。また、静岡県春野の深部ボアホールにおけるガスのモニタリング

を継続し、深部低周波地震等との関連の解明を進める。さらに愛知県の鳳来に設置した地震計アレイは、ノイズ等の環境も良好であるので、このアレイによる低周波地震のモニタリング技術の高度化を行う。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

5か年で、以下の観測研究を進める。本研究では、駿河・南海トラフの研究を進めている東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・高知大学と、毎年1 - 2回の研究会を開催し、連携しながら進める。

1) 海底地殻変動観測によるモニタリング

駿河湾内および熊野灘に設置した海底局について毎年3回程度くり返し観測を実施することにより得られたデータを用いて、プレート固着状態の解明を進め、後半の年度では固着状態のモデル化を試みる。

2) 伊豆諸島における非弾性変形モニタリング

銭州におけるGPSキャンペーン観測を毎年1回実施する。その観測結果と伊豆半島周辺のGEONETのデータを用いて、伊豆半島周辺のマイクロプレートの分布などの非弾性変形の解明を進める。

3) アクロスによるプレート境界面のモニタリング

プレート境界からの反射波の検出とその時間変動のモニタリングの研究を進める。長期モニタリング実証試験には、地震計アレイによるオフライン連続観測、および、大学、Hi-netなど既存の定常地震観測網による連続地震観測を用い、連続地震波形データの収録・解析を行うシステムを構築する。震源は、豊橋の名古屋大学三河観測所の震源装置の他、気象研と協力し静岡県森町の震源を用いる。さらにJAEAの等の地科学センターの震源の信号を用いる。

愛知県鳳来における地震計アレイは5年間維持し、3箇所の震源からの記録を取得するとともに、アレイ近傍の地形・地殻構造の特性を考慮し、地形・構造がアレイ特性に与える影響を評価する。東濃地科学センターの震源の長期モニタリングを進めるほか、気象研森町の震源からの記録の解析を進める。

三河観測所の震源については、震源近傍からの観測を順次進め、震源周辺の構造特性を解明し、遠地への震動伝達特性の解明を進める。

4) 地殻変動連続観測・地中ガス・地震観測による固着-すべりのモニタリング

和歌山県新宮・静岡県春野・静岡県菊川に設置された深部ボアホールひずみ計による観測を5年間継続する。それらの深部ボアホールひずみ計や地中ガス等の解析を進め、低周波地震・微動とゆっくりすべりとの関係の解明を進める。

愛知県鳳来における地震計アレイ観測は5年間観測を継続し、上記のアクロスの信号以外に、深部低周波地震の分布や震源の詳細について解析を進める。

(7) 平成23年度成果の概要：

1) 海底地殻変動観測によるモニタリング

駿河湾では、駿河トラフの西側に設置しているSNW観測点において3回の観測を行った。駿河トラフの西側に設置しているSNE観測点においても観測を試みたが、海底局のバッテリー切れのため、観測することができなかった。熊野灘では、3つの観測点(KMN, KMS, KME)において計4回の観測を行った。

また、今年度は、駿河湾および熊野灘で取得した過去の全データについて、データの質を向上させ、再解析を実施した。質の向上のために行った処理は以下の通りである：

音響測距波形の再読み取り

海面および船体での反射波が測距信号に混入しており、自動相関処理では反射波の到達時刻を直達波の到達時刻であると誤認識する可能性があるため、正しい直達波の到達時刻を読み直した。

キネマティックGPS測位結果の異常値の削除

衛星受信状態の悪い時間帯等には異常なキネマティック GPS 測位結果が得られることがあるため、そのような時間帯の測位結果を削除した。

姿勢測定データの質の異常値の削除

姿勢測定データにバイアスや船首方向が 0.2 秒間に 1 度以上変動するといった明らかに異常な測定結果が得られている場合があり、そのような時間帯の姿勢測定結果を削除した。

再解析して求めた海底ベンチマーク位置の時系列をもとに、ロバスト推定法によりトレンドを推定し、各観測点におけるアムールプレートに対する変位速度を求めた。駿河湾の SNE 観測点における暫定的な変位速度ベクトルは、東西成分が $-51\pm 9\text{mm/yr}$ 、南北成分が $-8\pm 7\text{mm/yr}$ である(図 1)。この結果を伊豆半島西岸に設置されている GEONET 観測点での変動速度と比較すると、SNE 観測点における変位速度ベクトルがやや南に向いており、大きさもやや大きいものの、誤差を考慮すると伊豆半島西岸と SNE 観測点との間で顕著な変形は見られない。また、駿河トラフの西側の GEONET 観測点での変位速度と比較すると、駿河トラフを挟んだ両側は、少なくとも年間 10mm (~ 30 mm) 程度の有意な収縮傾向にあることが明らかになった。なお、SNW 観測点のデータについては、今年度取得したデータもあわせて上記の処理および再解析を実施しているところである。

熊野灘において求められた変位速度ベクトルは、KMN 観測点で東西成分 $-38\pm 6\text{mm/yr}$ 、南北成分 $15\pm 4\text{mm/yr}$ 、KMS 観測点で東西成分 $-43\pm 6\text{mm/yr}$ 、南北成分 $12\pm 3\text{mm/yr}$ 、KME 観測点で東西成分 $-41\pm 4\text{mm/yr}$ 、南北成分 $11\pm 4\text{mm/yr}$ である(図 2)。これらの観測結果は、いずれも陸上での GPS 観測結果から推定されるバックスリップ分布と整合的であり、熊野海盆下では顕著なカップリングの空間変化は見られない。

2) 伊豆諸島における非弾性変形モニタリング

本年度は、銭洲岩礁におけるキャンペーン GPS 観測を 1 回行う予定であったが、台風による海況悪化のために観測を実施することができなかった。

3) アクロスによるプレート境界面のモニタリング

平成 23 年度は、名古屋大学三河観測所のアクロス震源装置にトラブルが相次いだことと、桜島にアクロス震源装置を設置するために三河観測所で稼働している震源装置の一部改造を行ったことから、三河観測所における稼働がほとんど出来なかった。平成 23 年度中には整備が終了し、平成 24 年度当初より再稼働が可能となる予定である。

平成 23 年度に発生したトラブル及び対策は以下の通り。

- ・震源装置の震動が突然大きくなった(課題 1707 の図 1 参照)。

これは震源装置を地盤に固定している基礎(コアカプラー)と、地盤との間のカップリングが悪くなったと推定される。比較的軟らかい粘土層に設置してあるため長期間の震動により、周辺に隙間が生じたか、底部にすべり面が形成された可能性がある。そのため、コアカプラーの周囲を掘削して珪砂を流し込むことが出来るように工事を行った。

- ・本来固定されているはずの回転するおもり蓋が動き、鉄粉を発生させた。

工場で点検を行い、おもりと蓋をボルトで固定した。

なお、桜島に震源装置を設置するために、従来三河観測所で使用してきた装置の一部を改造する必要が発生し、そのための作業を実施した。

またアクロスの震源を用いた土岐?森町間の地下構造を推定した。

4) 地殻変動連続観測・地中ガス・地震観測による固着?すべりのモニタリング

静岡県の春野観測点における地下水溶存ガスの解析を進め、水素・メタン・ヘリウム・アルゴンの成分の時間変化を調べることで、観測孔掘削以降の成分変化の原因と春野での地下ガスの組成成分を推定した(Miyakawa et al. 2010)。また、地下水中のシリカの濃度変化の原因を考察するため、低温・低圧における石英の圧力溶解現象の実験を行い、石英の溶解量・溶解速度が差応力により有意に増加するか否かを検討した。直径 0.3-0.5mm の石英粒子と 0.002 M の NaHCO_3 水溶液を用い 0.5MPa 程度の低加重でも SiO_2 の溶解速度が無加重と比べて 21%(25 度 C)、17%(35 度 C)、16%(45 度 C) 増加する事を示した。

鳳来地震計アレイデータを用いて 2011 年 7 月下旬に発生した深部低周波微動のアレイ解析を行った。そして、広島大の微動自動震源決定の結果との比較を行った。広島大の震源位置に相当する方向から到来する微動の波動を検出できた。さらに、広島大の結果では報告されていない時間帯においても微動の波動の検出ができた。また、微動の波動の到来方向に数分スケールの揺らぎが見られた。鳳来アレイの北方から西にかけてほぼ同時刻に微動が発生している時期もあることが分かった。よって、同時に複数の震源域で微動が発生している可能性がある。

- (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)：
田所敬一・生田領野・渡部豪・永井悟・江藤周平・奥田隆(2011) 熊野灘における海底地殻変動観測、日本地球惑星科学連合 2011 年大会 SSS035-16
田所敬一・生田領野・渡部豪・永井悟・江藤周平・奥田隆(2011) 東南海地震の想定震源域における海底地殻変動モニタリング 日本地震学会 2011 年秋季大会 D32-10
國友孝洋・吉田康宏・勝間田明男・山岡耕春・渡辺俊樹・加藤愛太郎・飯高隆・生田領野・勝俣啓・岩崎貴哉・酒井慎一・山崎文人・津村紀子・野崎謙治・高橋福助・大久保慎人・鈴木貞臣・平田直(2011) 弾性波アクロスによる土岐?森町?牧ノ原側線下の地殻構造の推定 日本地震学会 2011 年秋季大会 P1-35
山中佳子・吉田沙由美・中道治久・渡辺俊樹・寺川寿子・堀川信一郎(2011) 鳳来アレイ観測による深部低周波微動の検出、日本地球惑星科学連合 2011 年大会 SCG058-04 .
吉田沙由美・山中佳子・中道治久・渡辺俊樹・寺川寿子・堀川信一郎(2011) アレイ観測による深部低周波微動の P 波および移動の検出、日本地球惑星科学連合 2011 年大会 SCG058-05 .

(9)平成 24 年度実施計画の概要：

1) 海底地殻変動観測によるモニタリング

超巨大地震の研究のため、新たに立ち上がる計画に移行する。

2) 伊豆諸島における非弾性変形モニタリング

キャンペーン GPS 観測により銭洲海嶺周辺におけるプレート収束速度を実測し、その他伊豆諸島の GEONET の結果を総合し、伊豆半島周辺の変形が駿河-南海トラフでのプレート収束速度に与える影響を評価する。

3) アクロスによるプレート境界面のモニタリング

三河観測所におけるアクロスの本格稼働を開始する。震源から放射される信号に対する降雨等の影響や地下水の影響について、降雨・地下水位等のデータと観測壕内に設置した地震計の記録とを比較して評価する。また平成 22 年度に震源近傍 10 m 深に設置した加速度計記録を用いた信号の補正方法を検討する。

また時間変化を自動的に計測表示できるシステムの開発を進める。

4) 地殻変動連続観測・地中ガス・地震観測による固着?すべりのモニタリング

鳳来アレイ観測の維持をするのに加え、深部低周波微動の震源位置推定の精度向上を目的として、新規に地震計アレイを設置することを検討する。そこで、新規のアレイ設置のための現地調査を実施する。また、これまでに鳳来アレイにて観測されてきた微動を解析して微動の震源位置の時空間変化を明らかにすることにより、微動発生モデルの検討を行う。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

名古屋大学環境学研究科 山岡耕春・鷲谷威・渡辺俊樹・田所敬一・中道治久・川邊岩夫

他機関との共同研究の有無：有

東濃地震科学研究所・静岡大学・高知大学と連携して進める。

(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：環境学研究科附属地震火山研究センター
電話：052-789-3046
e-mail：
URL：<http://www.seis.nagoya-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：山岡耕春

所属：名古屋大学環境学研究科附属地震火山研究センター

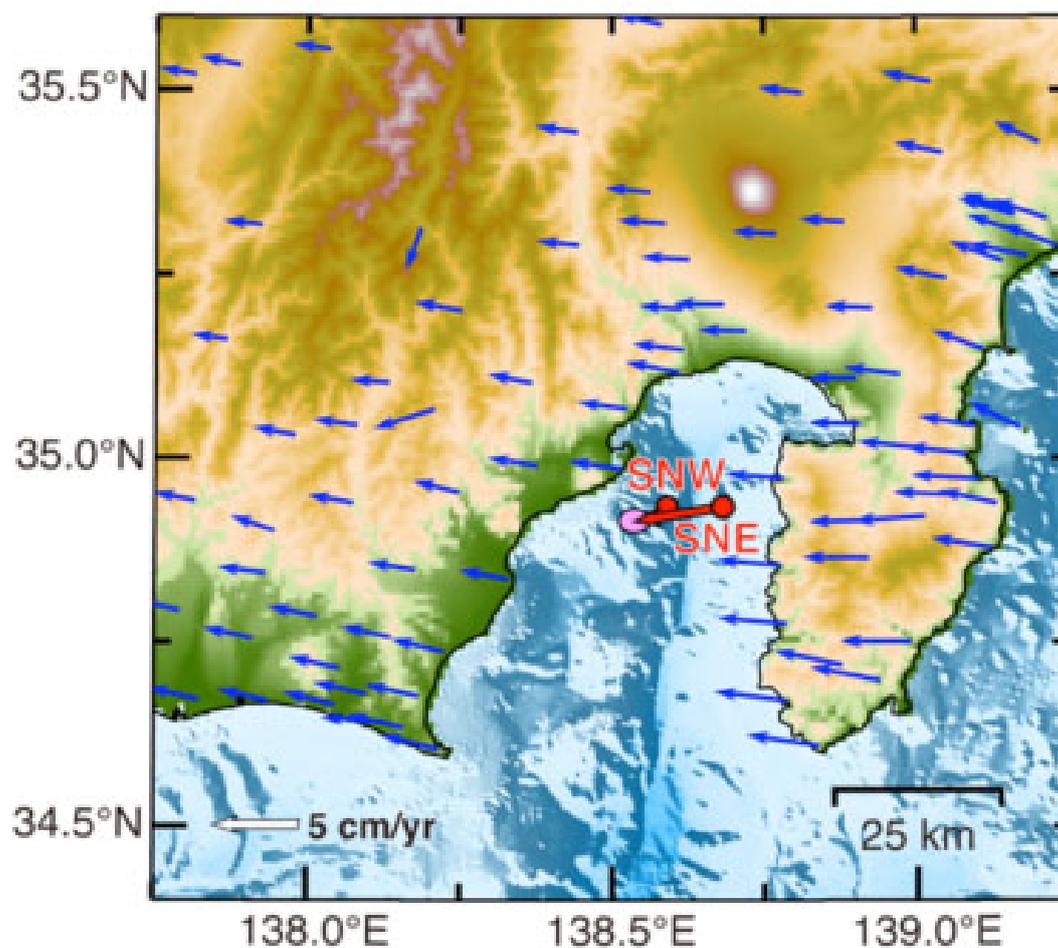


図1 駿河湾 SNE 観測点におけるアムールプレートに対する変位速度ベクトル

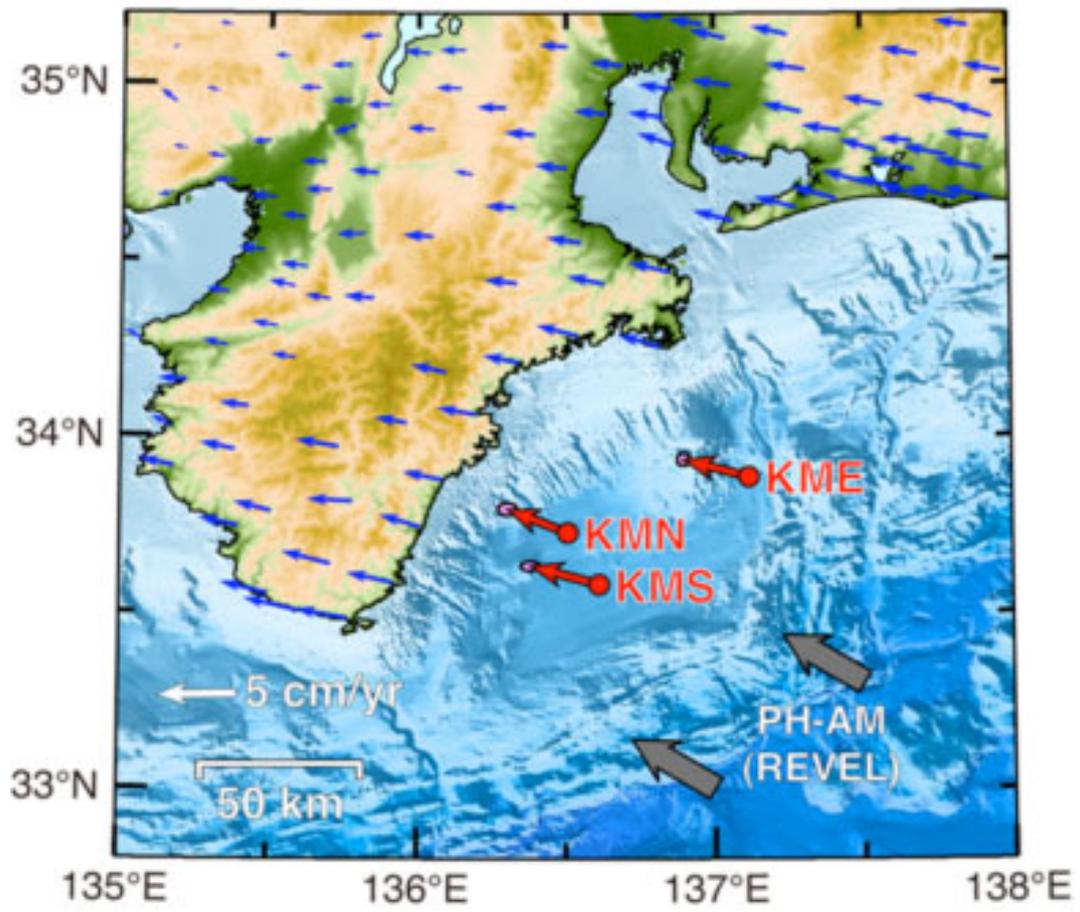


図2 熊野灘の3観測点におけるアムールプレートに対する変位速度ベクトル