

様式 G-2

共同利用実施報告書(研究実績報告書)
(一般共同研究)

1. 課題番号 2014-G-19

2. 研究課題名 (和文、英文の両方をご記入ください)

和文：稠密 GPS 観測に基づく東海地方下の歪場とプレート境界のすべり分布の解明

英文：Strain and inter-plate slip distribution beneath Tokai region based on dense GPS observation

3. 研究代表者所属・氏名 静岡大学理学部・生田領野

(地震研究所担当教員名) 加藤 照之

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	参加内容
生田領野	静岡大学理学部・助教	GPS 観測網の維持管理・GPS と人工震源記録の解析
原田靖	東海大学海洋学部・講師	GPS 観測網の維持管理
向山遼	静岡大学大学院理学研究科・ 修士 2 年	GPS 観測網の維持管理・GPS と人工震源記録の解析
藤田明男	東京大学地震研究所・博士後 期課程 2 年	GPS 解析

5. 研究計画の概要（申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。）

研究目的：

本研究課題の目的は、静岡県中西部に展開しているGPS大学連合による**東海GPS稠密アレイ**観測点を維持、更新し、このデータを用いて微小な地殻変動から**1. プレート境界の詳細なすべり分布**および**2. 沈み込み帯上盤地殻内の変形構造**を明らかにすることである。

研究計画：

1. 静岡県中西部は、南海トラフのプレート境界地震の震源域の東端である。この場所において、沈み込みの進行に伴う固着分布の時間変化を調べ、**常に固着している固着域・定常的なすべり域・固着が変化する遷移域**の区分をすることで、将来のプレート境界地震において強い地震波を出す**アスペリティの詳細な分布**を明らかにすることができる。静岡県中西部では沈み込むフィリピン海スラブの上面が海岸線で**深さ10km~20km**程度と浅いため、特に駿河湾の沿岸部では、約20kmに1点のスパンで設置されている国土地理院によるGEONETに加えて、稠密に展開した**東海GPSアレイ**を用いることで、地表の観測からプレート境界における**詳細なすべり/すべり欠損分布**を求められる。更に、プレート境界が深いためにすべりの空間分解能に対するアレイの稠密化の寄与がほとんど無い内陸部においても、**東海GPSアレイ**により観測点の冗長性を確保することにより、**1~2点の観測点の異常値による見かけ上のすべり推定を抑制できる点**でも意義深い。
2. GPS観測点の稠密さは、プレート境界のすべり以上に、地殻内の弾性・非弾性物性の不均質に基づく変形を調べる上で大きな効果を発揮する。本研究では、2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動による、平常時に比べて急速な歪場の生成を利用し、静岡県下の詳細な歪分布を求める。特に県西部においては、この歪と、愛知県豊橋市、静岡県森町に設置された**人工震源システム ACROSS**による地震波速度の変化の空間分布を比較することにより、歪の分布を作り出している**地殻の弾性・非弾性物性の空間分布を明らかにする**。

6. 研究成果の概要 (図を含めて1頁で記入してください。)

キーワード (3~5 程度) : GPS、人工震源、歪分布、地震波速度変動

<<概要>>

研究計画で述べた2台のACROSS震源のうち、本年度は静岡県森町に設置されたACROSS震源の地震波記録についてS波到達時刻の時間変化の解析を行った。3年間の記録を元にした走時解析の結果から、経年的な速度の速まりが見られた。この結果をテクトニックな歪場の圧縮傾向と合わせて考えると、沈み込むプレートとの収束による上盤側地殻での応力の高まりに相当する変化が得られていることが期待される。

<<詳細>>

震源の運転期間は2009年1月1日から2014年7月31日まで、用いた地震観測点は震源から50km以内の防災科学技術研究所Hi-net39点の連続地震観測データである(図1)。

24時間365日、微弱な地震波信号の送信を続けているACROSS震源に対して、得られた地震観測データを30日間スタックして信号-ノイズ比を高め、更に記録の位相の足し引きを行って、震源-観測点ベクトル方向に平行な方向(SV波が卓越)へ振動する震源に対する各観測点の伝達関数を取得した。伝達関数からJMA2001走時表にもとづき、それぞれの観測点でのS波到達時刻周辺の波形を抜き出し、これらの地震波走時の時間変動をクロススペクトル法を用いて解析した。

結果、震源距離およそ30km以内の15観測点で十分な信号-ノイズ比の伝達関数が得られた。それらのすべての観測点について、年周変動が卓越したS波の走時変動が得られた(図2)。また、多くのHi-net観測点で、記録のタイムスタンプに、時折(多いもので観測期間中5回)数ミリ秒のオフセットが生じていることが、毎朝9時の校正信号の波形相関から明らかになったためこれを補正した。

これらの走時変動を、周期1年の正弦波と時間の一次関数で近似したところ、震源距離におよそ比例した変動傾向が見られた。震源距離に比例した変動は、震源-観測点間で一樣な速度変化を反映していると解釈される。速度変化率に直すと $2.0 \times 10^{-2}\%$ 程度の速度の速まりが得られたが、方位依存性は見られなかった(図3)。

また、東北地方太平洋沖地震時のオフセットについては、ほぼ全ての観測点で遅れが見られた(図4)。

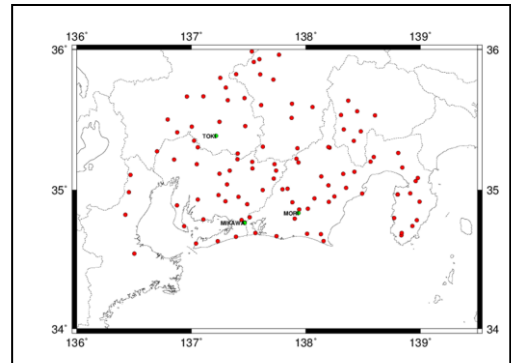


図1. 観測点分布(●)。黄緑の●がACROSS震源。今回はMORI震源のデータを解析した。

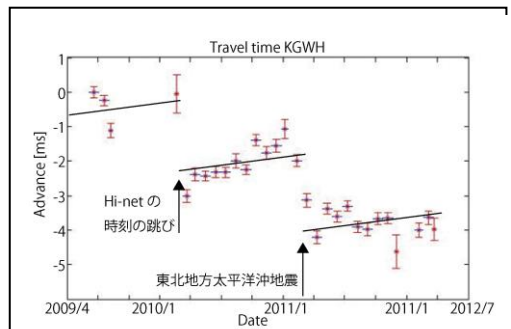


図2. 震源から9kmの掛川観測点での走時変化。※=計測値。黒線=地震計ロガーの時刻補正後、東北沖地震時のステップと年収変動を取り除いた変動直線。

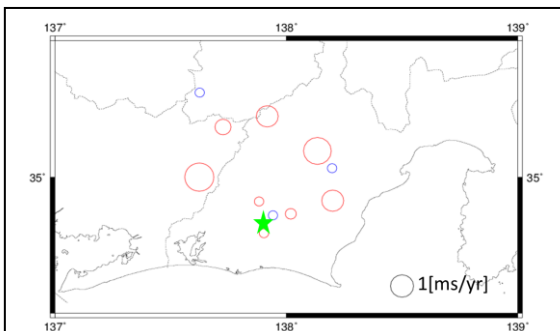


図3. 震源(星)と周辺の観測点間での地震波到達時刻の経年変化率。赤が速まり、青が遅れ。

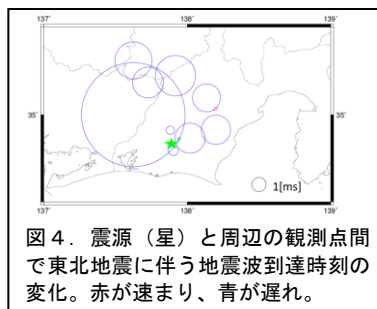


図4. 震源(星)と周辺の観測点間で東北地震に伴う地震波到達時刻の変化。赤が速まり、青が遅れ。

当該時期のGPSの変位記録から、研究領域の歪変化率を求めると、図5のようにフィリピン海プレートの沈み込みを反映して北西南東の卓越した圧縮場である。全体の圧縮場を反映して地震波速度が速まっている可能性がある。

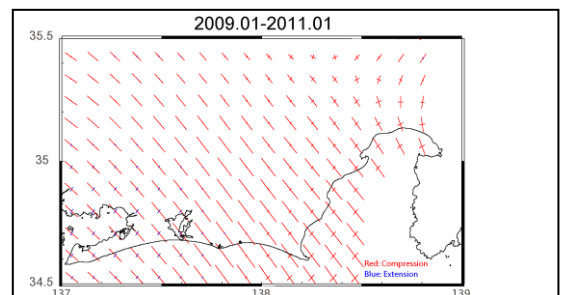


図5. 2009年から2010年末までの歪速度場。研究領域全域で圧縮を示している。

現状では時間空間ともにデータが不足しており、まだ確定的な議論ができる段階ではない。今後震源-観測点の組み合わせを増やして時間・空間分解能を上げ、その時々での場所毎の歪速度との比較を行いたい。更に、東北沖地震前と東北沖地震後の速度変動を別々のものとして扱い(現在は後だけの地震波速度変化をフィッティングするのはデータが少なく難しい)、歪場との対応を見たい。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

◆「アクロスで見る地震波速度変化」（松井万季）2014年度静岡大学理学部地球科学科卒業論文
残念ながら学会、学術誌学会へは未発表であるが、2015年度日本地震学会秋季大会にて学会発表を行
うつもりであり、更に観測点・震源を増やして学術雑誌への投稿を目指す（謝辞への記載予定有り）。