

(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：

東海地方における地殻活動モニタリングの高度化

(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

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ウ. 広域の地殻構造と地殻流体の分布

(5) 本課題の5か年の到達目標：

これまでの観測研究の結果は、東海地域における観測研究の継続的実施の重要性を如実に示している。そこで、今次5か年計画においても東海地域における地殻変動、電磁気及び重力の観測を継続実施し、この地域の地殻活動を連続的にモニタリングする。特に GPS 及び電磁気観測においてはテレメータ方式を増設し、モニタリングの高度化並びに観測にかかる労力の軽減を実現して、データのより高度な数理解析への展開を計る。

1) 東海地方において稠密 GPS アレイ観測を実施し、詳細な地殻変動をモニタリングする。

東海地方に設置されている高密度 GPS 観測網の観測を継続し、GEONET データと併合処理することにより東海地方の地殻変動を詳細にモニタリングする。また、テレメータ化した観測点では 10Hz の高頻度サンプリング観測を実施し、地震波等の高速の現象が検出できるか試験的な研究観測を実施する。得られたデータに基づき沈み込むフィリピン海プレートの固着の時間変化を明らかにする。相良においては地殻活動総合観測装置による観測を継続し、富士川観測所などの石英管伸縮計、水管傾斜計およびボアホール歪計などの連続観測から得られる歪・傾斜変化と比較し、地殻活動の時間変化を連続的にとらえる。

2) 東海地方において電磁気変化をモニタリングする。

東海地方において、広域的応力場変化、地殻内流体の移動をモニターするための、全磁力、3成分磁場連続観測を実施する。観測点項目ないし配置の見直しにより、地殻活動に関連した電磁気現象の検知能力を高める。

3) 東海地方において重力観測を実施する。

東海地方の複数点で絶対重力観測を年間3回程度繰り返すとともに、その周辺域で相対重力観測を同時に実施して、重力値の時間変化を面的に捉える。

4) 地殻変動・地磁気及び重力変化を統合した東海地域のプレート運動とそれに伴う各種現象のモデル化の試みにチャレンジする。

## (6) 本課題の5か年計画の概要：

平成21年度においては以下の観測研究を実施する：

### 1) GPS 観測の継続実施

高頻度サンプリング GPS 観測の導入

相良におけるボアホール連続観測の継続実施

観測データの整理・解析と解析処理によるプレート固着変化及び短期スローイベントの検出

### 2) 地磁気観測の継続実施

観測データの整理・解析と東海地方の地磁気活動の解明

### 3) 絶対及び相対重力観測の継続実施

観測データの整理・解析とプレート運動に伴う重力変化の検出とモデル化

4) フィリピン海北縁部（東海・東南海・南海）で実施している観測網のデータの総合的解析とモデル化を推進するため、関連研究者による研究集会を実施する。

平成22年度においては以下の観測研究を実施する：

### 1) GPS 及び連続観測の継続実施

観測データの整理・解析と解析処理によるプレート固着変化及び短期スローイベントの検出

### 2) 地磁気観測の継続実施

観測データの整理・解析と東海地方の地磁気活動の解明

### 3) 絶対及び相対重力観測の継続実施

観測データの整理・解析とプレート運動に伴う重力変化の検出とモデル化

4) フィリピン海北縁部（東海・東南海・南海）で実施している観測網のデータの総合的解析とモデル化を進める。また、関連研究者による研究集会を実施する。

平成23年度においては以下の観測研究を実施する：

### 1) GPS 及び連続観測の継続実施

観測データの整理・解析と解析処理によるプレート固着変化及び短期スローイベントの検出

### 2) 地磁気観測の継続実施

観測データの整理・解析と東海地方の地磁気活動の解明

### 3) 絶対及び相対重力観測の継続実施

観測データの整理・解析とプレート運動に伴う重力変化の検出とモデル化

4) フィリピン海北縁部（東海・東南海・南海）で実施している観測網のデータの総合的解析とモデル化を進める。関連研究者による研究集会を実施する。

平成24年度においては以下の観測研究を実施する：

### 1) GPS 及び連続観測の継続実施

観測データの整理・解析と解析処理によるプレート固着変化及び短期スローイベントの検出

### 2) 地磁気観測の継続実施

観測データの整理・解析と東海地方の地磁気活動の解明

### 3) 絶対及び相対重力観測の継続実施

観測データの整理・解析とプレート運動に伴う重力変化の検出とモデル化

4) 関連研究者による研究集会を実施し、フィリピン海北縁部（東海・東南海・南海）で実施している観測網のデータの総合的解析とモデル化を推進すると共に次期計画に向けての課題を洗い出す。

平成25年度においては以下の観測研究を実施する：

### 1) GPS 及び連続観測の継続実施

観測データの整理・解析と解析処理によるプレート固着変化及び短期スローイベントの検出

### 2) 地磁気観測の継続実施

観測データの整理・解析と東海地方の地磁気活動の解明

### 3) 絶対及び相対重力観測の継続実施

観測データの整理・解析とプレート運動に伴う重力変化の検出とモデル化

4) 関連研究者による研究集会を実施し、5年間の研究を総括すると共に成果をとりまとめる。

## (7) 平成 22 年度成果の概要：

### 1) GPS 観測

平成 21 年度においては GPS 観測を継続するとともに、データを解析し、以下の成果を得た。

(1) 前年度に引き続き、東海地域のひずみ解析を行った。より信頼性の高いひずみ分布を調べるために、解析観測点を前年度より 30 点近く増やしてひずみ解析を行った。解析期間は 2004 年 1 月～2006 年 12 月とし、スローイベント発生中と終了後の期間に分けて変位速度場とひずみ分布を算出した。スローイベント発生中と終了後ではひずみの空間分布が明瞭に異なるなど昨年と同様の結果となった。インバージョンを行ってアスペリティ分布を推定したが、想定されているアスペリティ分布とは異なって一様の固着を示した。この結果については今後より詳細な検討が必要と考えられる。

(2) 短期スローイベント (SSE) の発生過程を明らかにするため、GPS 観測データから短期スローイベントが検出できるか検討した。観測点の時系列から地域全体の平均的な変動を除去し各観測点固有の変動を算出した。そのうえで、7 日間の移動平均の操作を行って時系列を平滑化し、短期スローイベント前後の平均値を比較した。この解析を 2006 年の観測データに適用した。この期間には 1 月 16-22 日と 8 月 27 日-9 月 1 日の二回 SSE が発生しているが、時系列上では両方の SSE によると思われる 2~3mm 程度のステップが検出された。インバージョン解析を行って滑り領域を推定したが、1 月の SSE については推定すべり領域が低周波微動発生域よりもやや南西に発生したと推定された。また、8 月の SSE については低周波微動発生域に適合するようすべり領域は見いだせなかった。いずれにせよ、GPS データから短期スローイベントによる 2mm 程度の変位が確認されたことは特筆に値すると思われる。

### 2) 地磁気観測

既存の電磁気観測点 (分布は図 2 (左) 参照) の全磁力の深夜 2 時から 4 時までの毎分値の、YAT (八ヶ岳地球電磁気観測所) における全磁力との差の日別平均値の時間変化を図 2 (右) に示す。SHN/FJM (篠坂・富士宮観測点) を含む以東では 2005 年以降系統的な増加傾向が継続する一方、OKY (奥山観測点) を含む以西ではこのような増加傾向は見られない。FNK (舟ヶ久保観測点) は 2008 年以降、また SAG (相良観測点) では 2009 年以降、それまでの停滞ないし漸減傾向にあった全磁力差変化が顕著な増加傾向を示したのに続き、2010 年は HRN (春野観測点) で顕著な増加傾向を示すに至った。図 3 にこの一年間の全磁力変化の平均レート of 空間分布図を示す。定性的には 2009 年同様、流体移動による流動電位起源が、2010 年の平均では HRN・TAW (俵峰観測点) 間の南向き電流による誘導磁場がこのような全磁力差変化の原因と考えることができる。質量移動による重力異常の時間変化、そのモデルとの対比が喫緊の課題である。

一方、駿河湾を囲む 4 観測点 (SAG、TAW、SHN/FJM、KWZ (河津観測点)) における三成分変化計 10Hz サンプリング磁場観測を継続した。

### 3) 重力観測

当初計画通り、東海地域において、絶対及び相対重力観測を実施した (図 4)。すなわち、

(1) 御前崎における絶対重力測定を平成 22 年 10 月に実施し、同地の沈降速度から期待される重力増加の半分以下の重力変化しか生じていないことを再確認した (図 5)

(2) 豊橋と菊川における絶対重力測定を平成 22 年 10 月および 23 年 2 月に実施した。2004 年以降の豊橋における変動と今回のデータと合わせて、-1.1 microGal/yr の経年変化を確認した (図 6)

これらの観測結果を説明するため、プレート運動およびスロースリップから期待される地殻変動と重力変化を計算するモデルの改良に着手した。

### 4) 観測網データの総合的解析とモデル化

研究を推進するため、平成 23 年 2 月 14 日に研究集会を実施した。その結果、3 種のデータを統合的に処理することが有益であることが判明し、今後統合処理化を進めることとした。

**(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）：**

Ochi, T., and T. Kato, The plate coupling in the Tokai district, the Central Japan, inferred from the different data using triangular dislocation elements, Tectonophysics, 497, 15-22, 2011.

藤田明男, GPS 観測による深部低周波微動発生時の東海地域の地殻変動検出, 2011 年卒業論文.

橋本祐匡, 東海スロースリップイベント前後のひずみ変化と想定東海地震のアスペリティの再検討, 2011 年卒業論文.

国土地理院・東京大学地震研究所, 2011, 第 189 回地震予知連絡会資料, 御前崎における絶対重力変化  
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, Gravity changes observed between 2004 and 2009 near the Tokai slow-slip area and prospects for detecting fluid flow during future slow-slip events, Earth Planets Space, 62, 965-913, 2011.

**(9) 平成 23 年度実施計画の概要：**

1) GPS 観測

GPS 観測網における GPS 観測を継続する。ひずみ場の解析を進め、想定東海地震震源のアスペリティ分布の推定の高精度化を図る。GPS 以外の測地データを用いたインバージョン解析を実施し、ひずみ場解析に基づくアスペリティ分布との整合性について調査を進める。

2) 地磁気観測

現今の電磁気観測を継続する。遅れていた二等磁気儀の検定を終えたので、三成分変化計の基線値の同定を 4 観測点で順次進める。磁場変化を流動電位起源として評価する計算コードを確立し、磁場・重力変化の観測事実との対比検証の環境を整備する。

3) 重力観測

御前崎・豊橋・菊川における絶対・相対重力観測を 1 回以上実施し、重力の経年変化および中期的な揺らぎについてさらにデータの蓄積をすすめる。また、プレート運動およびスロースリップから期待される地殻変動と重力変化を計算するモデルの改良に取り組む。

4) 統合処理

研究集会を実施するとともに、データの共有化を図り、東海地域の沈み込み帯におけるプレート間固着やスローイベントに伴う地殻活動発生メカニズムに関する考察を行う。

**(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：**

東京大学地震研究所 加藤照之・上嶋誠・小河勉・小山茂・大久保修平・田中愛幸

他機関との共同研究の有無：有

静岡大学 里村幹夫

東海大学 長尾年恭

**(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 地震火山噴火予知研究推進センター

電話：03-5841-5796

e-mail：teru@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：

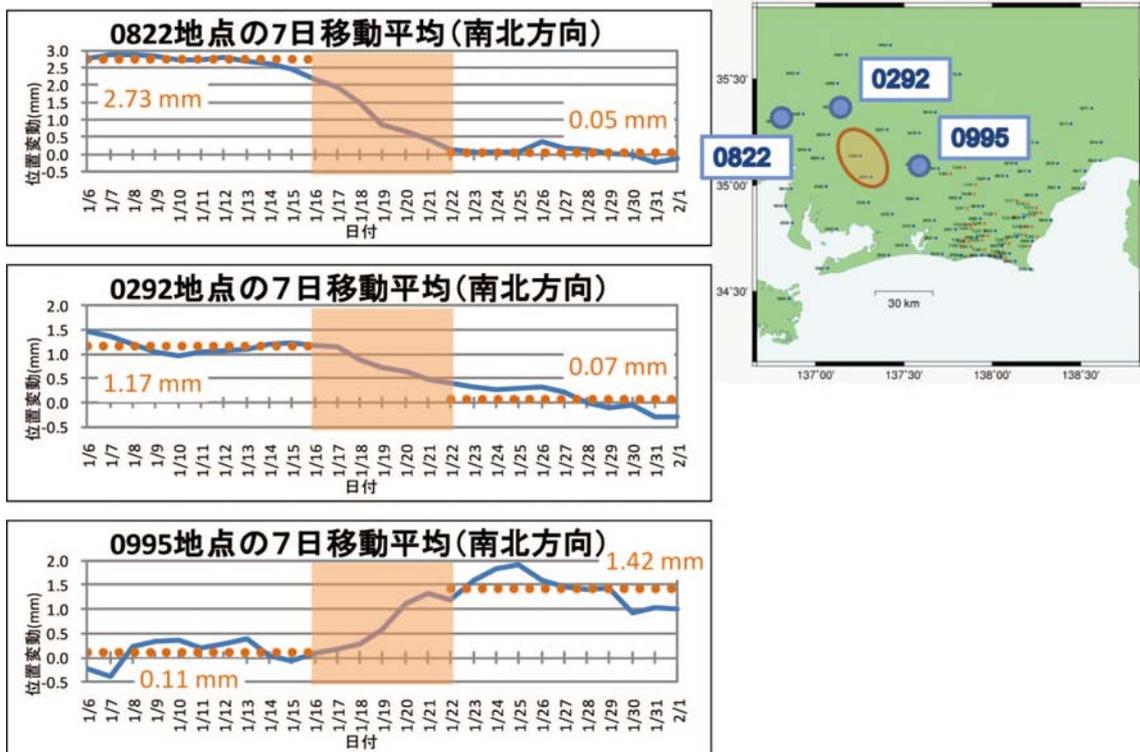


図1：2006年1月16-22日に発生した短周期スローイベント前後のGPS時系列（7日移動平均操作後）。オレンジ色で示した部分は低周波微動発生時期。右図は東海地域の地図とGPS観測点分布。時系列で示した観測点を示す。右図オレンジ色の楕円は低周波微動発生領域。

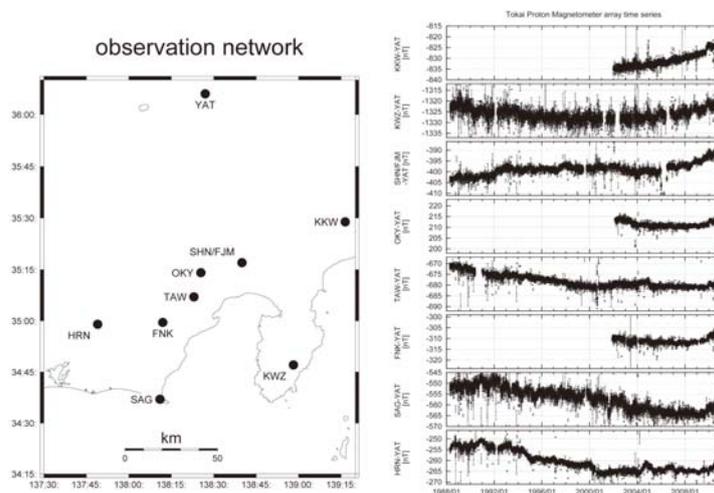


図2：(左) 東海地方の地磁気観測点。(右) 各観測点における全磁力の時間変化。

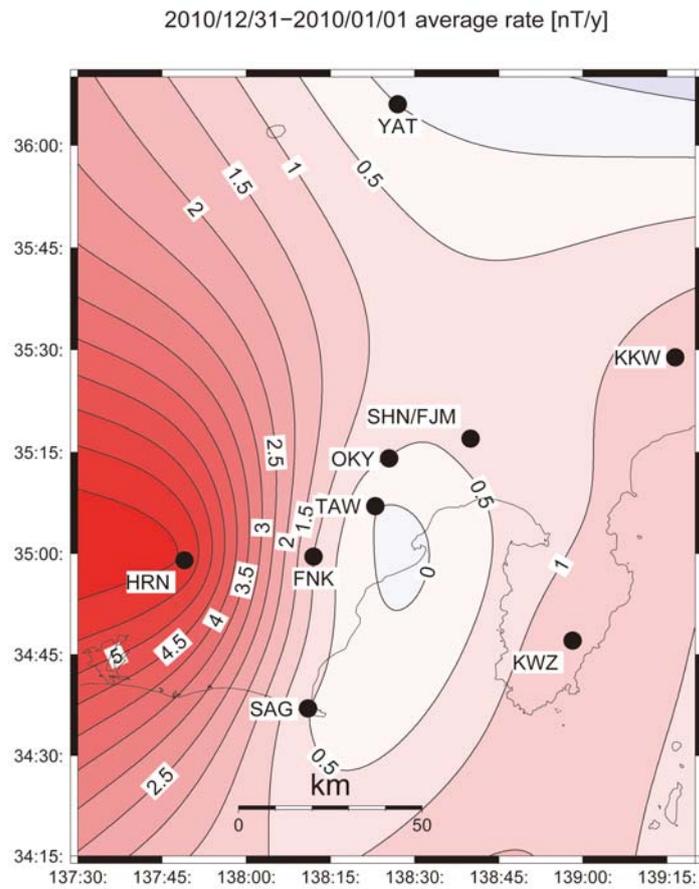


図 3 : 2010 年一年間の全磁力変化の平均レートの空間分布.

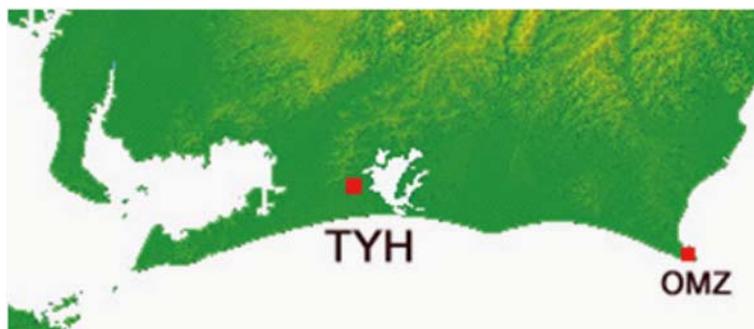


図 4 : 観測点配置. 御前崎 OMZ および豊橋 TYH.

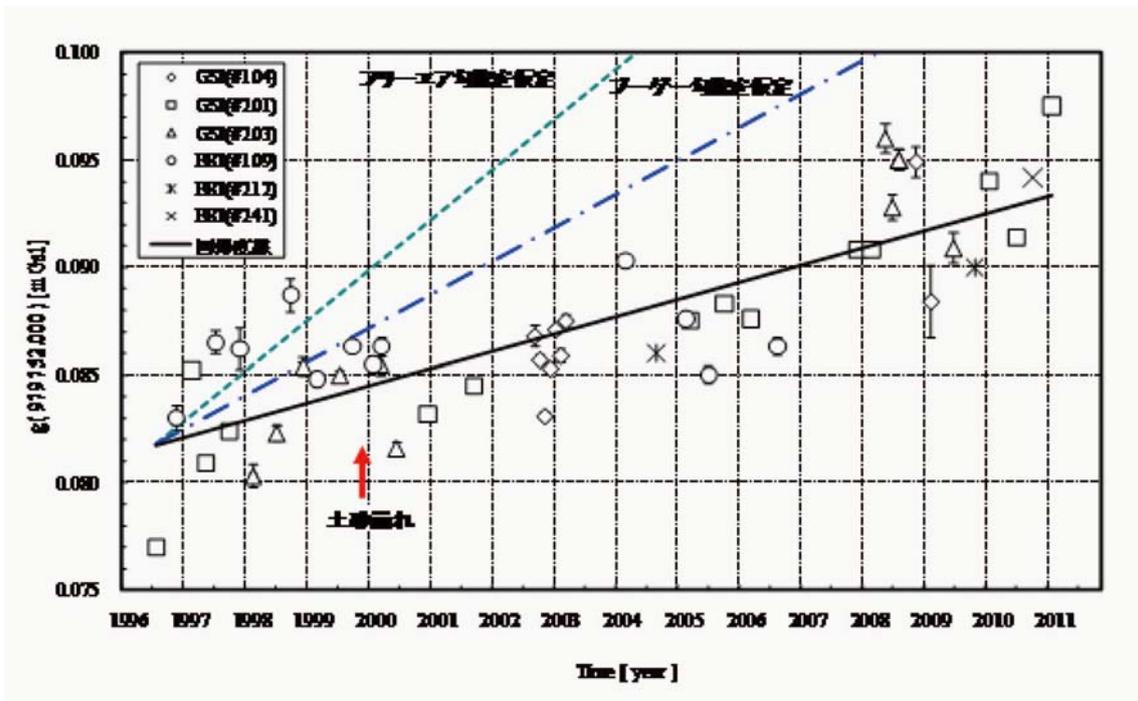


図5：1996年7月以降の御前崎基準重力点における絶対重力変化.

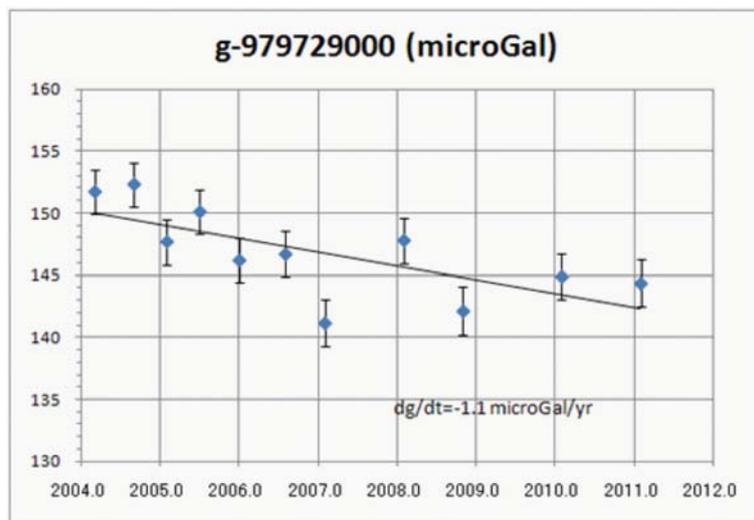


図6：豊橋重力点における絶対重力変化.