

(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：

特定地域の地殻活動モニタリングシステムの高度化

(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

イ. 地震発生・火山噴火の可能性の高い地域

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-1) 地震発生予測システム

ア. 地殻活動予測シミュレーションとデータ同化

イ. 地殻活動予測シミュレーションの高度化

ウ. 地震活動評価に基づく地震発生予測

(2-2) 火山噴火予測システム

ア. 噴火シナリオの作成

イ. 噴火シナリオに基づく噴火予測

(3) 地震・火山現象に関するデータベースの構築

ア. 地震・火山現象の基礎データベース

イ. 地震・火山現象に関する情報の統合化

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

ア. 列島及び周辺域のプレート運動, 広域応力場

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

エ. 地震活動と火山活動の相互作用

オ. 地震発生サイクルと長期地殻ひずみ

(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

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

ウ. ひずみ集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程

エ．スラブ内地震の発生機構

(2-2) 火山噴火準備過程

ア．マグマ上昇・蓄積過程

イ．噴火履歴とマグマの発達過程

(5) 本課題の5か年の到達目標：

「地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化」の中では、大地震の発生や火山噴火の可能性の高い地域において、活動の予測に有用な情報を数多く収集するために、地震現象、火山現象モニタリングの観測項目の多項目化、観測点の高密度化、実時間処理システムの一層の整備を要請している。この要請に答えるため、宮城県沖地震の震源域及びその周辺域(サブテーマ1)、糸魚川-静岡構造線の震源域及びその周辺域(サブテーマ2)、南関東とその周辺域(サブテーマ3)、伊豆半島東部及び伊豆諸島(サブテーマ4)における自然地震、電磁気、重力の観測からこの地域の地殻活動をモニタリングする。それぞれのモニタリング観測を、通年、ないしは、地震発生、火山噴火時に連続、ないしは機動的に行い、活動の的確な把握に努めると共に、地震発生、火山噴火予測システムに組み込む基礎データを提供する。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

本課題の4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。

宮城県沖地震の震源域及びその周辺の地殻活動モニタリングシステムの高度化

(海底地震観測による詳細な地震活動把握と地殻構造との対比)

平成17年度からの5か年計画で、推進本部の選定する「重点的調査観測」の一環として実施されてきた。この成果を、地震予知研究に活用する。地震予知研究としては、地震発生確率の高い地域で、地殻活動をモニタリングする手法の開発を行い、プロトタイプモデルを作成する。

糸魚川-静岡構造線の震源域及びその周辺の地殻活動モニタリングシステムの高度化

(地震観測による詳細な地震活動把握と精密な震源・発震機構解の決定)

平成17年度からの5か年計画で、推進本部の選定する「重点的調査観測」の一環として糸魚川-静岡構造線周辺の調査観測が実施されてきた。この成果を、地震予知研究に活用する。地震予知研究としては、地震発生確率の高い地域で、地殻活動をモニタリングする手法の開発を行い、プロトタイプモデルを作成する。

南関東とその周辺域の地殻活動モニタリングシステムの高度化

首都圏直下地震防災・減災特別プロジェクトに基づいてモニタリングシステムの高度化を図る。フィリピン海プレート内部(スラブ内)地震のモニタリングを行う手法を開発する。

伊豆半島東部及び伊豆諸島での地殻活動モニタリングシステムの高度化

まず伊豆半島東部では、連続観測(地電位差、全磁力)データの変化量の地球電磁気的な統合的解釈を5か年の到達目標としている。変化の原因として、直接には比抵抗、磁化、異常電流等の分布の変化を推定し、さらにその原因として応力変化、熱変化、地殻内部流体の移動等の地球物理的過程が、群発地震活動の盛衰と持つ関連の解明を目指す。そのために必要な観測点の補充(地電位差、全磁力、地磁気三成分変化等の観測)を行うとともに既存観測点が質の良いデータを引き続き取得するための保守を行う。データを過去にさかのぼり、新たな解析手法を取り入れ、地殻活動モニタリングシステムとしての実績の評価をより高精度化する。異なる機関で実施されてきた全磁力観測とデータ整理を一元化する。観測点の補充の最初として、地磁気三成分変化観測点を既存の一全磁力観測点に近接させて設ける。地電位差、全磁力の連続観測を引き続き実施し、地磁気三成分変化の連続観測を新たに開始することにより、これらの変化量の地球電磁気的統合的解釈の下位手法(比抵抗、磁化、異常電流等の分布の推定手法)を開発する。更にこの解釈を補助するために、相対重力の連続観測を可能とする新たな重力計の同地域への展開を視野に、重力計開発を進める。

次に伊豆大島においては、前計画より引き続いて3成分磁場、長基線地電位差連続観測を実施し、比抵抗、異常電流等の分布の変化を推定するとともに、火山活動との関連性を調査する。

(7) 平成22年度成果の概要：

サブテーマ1 宮城県沖地震の震源域及びその周辺域

プレート境界型大地震が過去繰り返し発生している宮城県沖において、長期観測型海底地震計を用いた繰り返し観測を平成14年度から平成21年度まで実施した。この観測では、同一の観測点配置による観測を長期間継続して実施することにより、データの蓄積を図るとともに、地震活動の時間変化を検出することが目的である。推進本部による「重点的調査観測」は、平成21年度に完了し、取得した記録の整理および震源決定を行った。平成14年度から平成21年度までの8年間について、宮城県沖地震の震源域周辺のより正確な微小地震活動の分布が得られた。これらの長期間のデータにより、地震活動の時間的推移が明らかになった。

サブテーマ2 糸魚川-静岡構造線の震源域及びその周辺域

平成21年度に、地震調査研究推進本部による、「今後の重点的な調査観測計画について(- 活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方 -)」に基づき、平成17年度から行われていた、糸魚川-静岡構造線断層帯における重点的な調査観測は完了した。各調査観測は5ヶ年にわたり順調に進行し、糸魚川-静岡構造線断層帯の性状や活動履歴、周辺の地震・地殻変動活動について幾つもの重要な知見を得ることができた。その一つとして、諏訪湖をはさんで、この断層帯の形状が大きくなるということが直接的に判明した。また、本断層帯周辺の人口密集地域である松本・諏訪及び長野盆地の地下構造調査及びモデリングも進展した。

サブテーマ3 南関東とその周辺域

平成19年から開始した文部科学省委託研究事業「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(代表：平田直)」によって首都圏地域に約300点の地震観測網が構築されつつある。これまでに設置された249観測点によって、首都圏直下から遠地で発生する多くの地震が観測され、様々な成果が出始めている(図1)。例えば、2010年7月23日に千葉県北部で発生した逆断層型の地震(M4.9)は、その後いくつかの余震を発生させた。これらは規模が小さいが、密な観測網を利用して、P波初動の押し引き分布から発震機構解を精度良く求めることができた(図2)。それによると、M3級の大きめの余震は、本震と同様に北西-南東方向に圧縮軸をもった逆断層型の地震であった。その一方で、M2級の小さめの余震では、北東-南西方向に張力軸をもつ正断層型の地震が多かった(Sakai et al., 2010)。地震波トモグラフィ解析による速度構造の不連続面(Nakagawa et al., 2010)や人工地震探査によるフィリピン海プレートの上面(Sato et al., 2010)付近に本震やM3級の大きめの余震は並ぶが、M2級の小さめの余震は沈み込むプレート内にばらばらに位置することがわかった。プレート境界で発生した逆断層型の地震によって周辺の応力場に変化が生じ、プレート内で正断層型の地震が誘発したと考えられる。この結果は、この観測網の観測点間隔が2~3kmと狭く、首都圏のような人工的な雑音が多く地震観測に不向きと思われていた地域においても十分な結果が得られることを示している。

サブテーマ4 伊豆半島東部及び伊豆諸島

伊豆半島東部地域における、NTT電話回線を用いた長基線地電位差連続観測とプロトン磁力計を用いた全磁力連続観測の観測点分布を図3に示す。地殻活動に伴う、それぞれ流体移動から界面動電現象に起因する電氣的シグナルや、熱磁気・ピエゾ磁気効果に起因する磁氣的シグナルの検出を目指すものである。図4には長基線地電位差の、また図5には全磁力のIKE(池観測点)を基準とした各観測点の差の毎日深夜2時から4時までの夜間平均値のプロットをそれぞれ示す。長基線地電位差には潮汐起源と考えられる変動が顕著に含まれるため、15日移動平均値を表しているが、地殻活動の静穏だった2010年には、基準点であるIKEにおいて7月頃に50mV程度の電位の上昇と下降が見られた。単一の観測点における、年周変化とは異なる電位変化であり、原因特定は現時点では困難である。一方、全磁力差では2009年の群発地震の震央の北のARI(新井観測点)と南のYOB(与望島観測点)とで地震活動の静穏化に伴って全磁力のそれぞれ5nT程度の急減と漸増の停止とが見られたが、2010年に

はこの状態で変化が停止したまま推移した。熱供給の停止に伴う冷却や応力解放などの終了などの過程が、これらの観測点の間隔に相応な深さ 2km 程度で生じた結果と想定されるが、定性モデルの構築は未解明な磁化構造に依存した議論を要するため未了である。

また 2010 年には ARI、YOB 両観測点に近接した OKA (岡観測点) を新設した一方、OSS (御石ヶ沢南観測点、OIS (御石ヶ沢観測点)・OSK (大崎観測点) 間に位置) を廃止した。なお全磁力観測点のうち ARI、SGH (菅引観測点)、YKW (湯川観測点)、OIS に測定系の電源系統起源のノイズが全磁力計測値に擾乱を与える測器仕様となっている状態が判明し、データ収録・転送系機器の更新 (新規製作を含む) による改修を進めた。ARI は 2010 年 5 月に完了し、SGH は更新と落雷被害とが相前後したため進捗せず 2011 年 1 月に完了、YKW は同 2 月に完了した結果、OIS の更新を残した。

(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) :

(9) 平成 23 年度実施計画の概要 :

サブテーマ 3 南関東とその周辺域

これまでに設置された MeSO-net (249 点) に加えて、47 観測点の建設をし、合計 296 観測点による観測網を構築する。これらの観測点で得られた地震データを用いて、地下構造解析を進める。得られた関東下の二次元速度断面から、フィリピン海スラブ内の速度分布の特徴を抽出して、地震活動と速度構造との比較を行う。

サブテーマ 4 伊豆半島東部及び伊豆諸島

全磁力観測点の測定系の更新を優先的に実施した結果、平成 22 年度の実施計画を順延したため、これを改めて平成 23 年度実施計画とする。伊豆半島では地電位差変化、全磁力変化のより詳細な解析を可能とするために、次の手法開発及び解析を開始する。地電位差変化が見かけ比抵抗変化に起因する、電流源の発生によらない見かけ上の現象である可能性の検証のために、見かけ比抵抗分布とその時間変化を推定する。表層付近では、伊東市奥野で実施しているシュランベルジャー法連続観測の人工送信電流により生成される電場が長基線地電位差観測網で受信されているので、各基線の見かけ比抵抗とその時間変化を同定するための手法開発を行う。また長基線地電位差観測網をネットワーク MT 観測網として、MT 応答関数を推定しその時間変化を同定する。全磁力変化の定量的議論のために、熱磁気・ピエゾ磁気のいずれを起源としてもともに変化を規定する磁化構造を、空中磁気探査データを用いた 3 次元インバージョンに着手する。正帯磁・逆帯磁の双方の火山岩が入り組んで分布する地域であることを考慮し、特に短波長構造の推定精度に注意を払いながら、推定された磁化構造と地磁気永年変化の双方に基づいて、全磁力連続観測点で得られる全磁力変化データの中の地殻内部起源変化成分を分離抽出できる手法の確立を目指す。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

平田直 (代表)、金沢敏彦、篠原雅尚、上嶋誠、小河勉、小山茂、望月裕峰
他機関との共同研究の有無 : 有
東北大学、千葉大学、京大防災研、防災科技研、東海大等

(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 : 03-3818-3697
e-mail : hirata@eri.u-tokyo.ac.jp
URL :

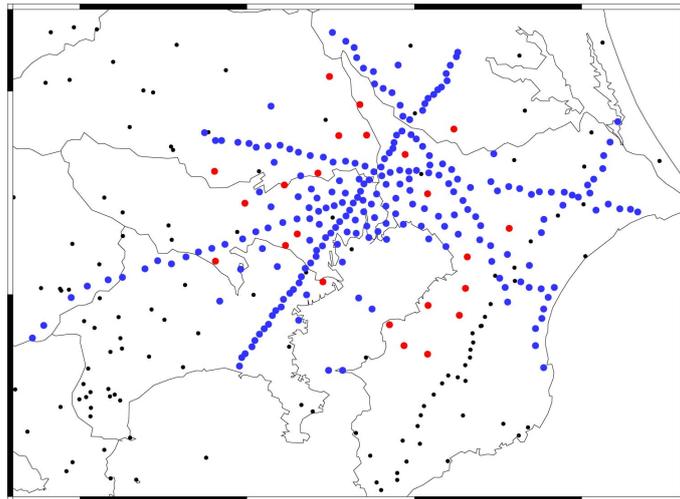


図1 MeSO-net 観測点

赤丸：2010年に設置した観測点、青丸：2007年～2009年に設置した観測点、黒丸：既存観測点

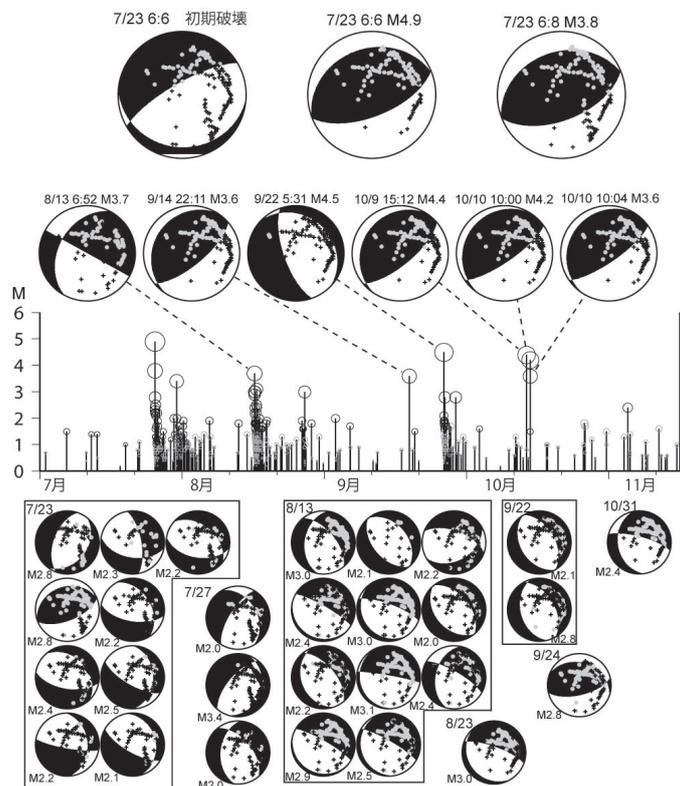


図2 千葉県北部の地震とその余震の発震機構解

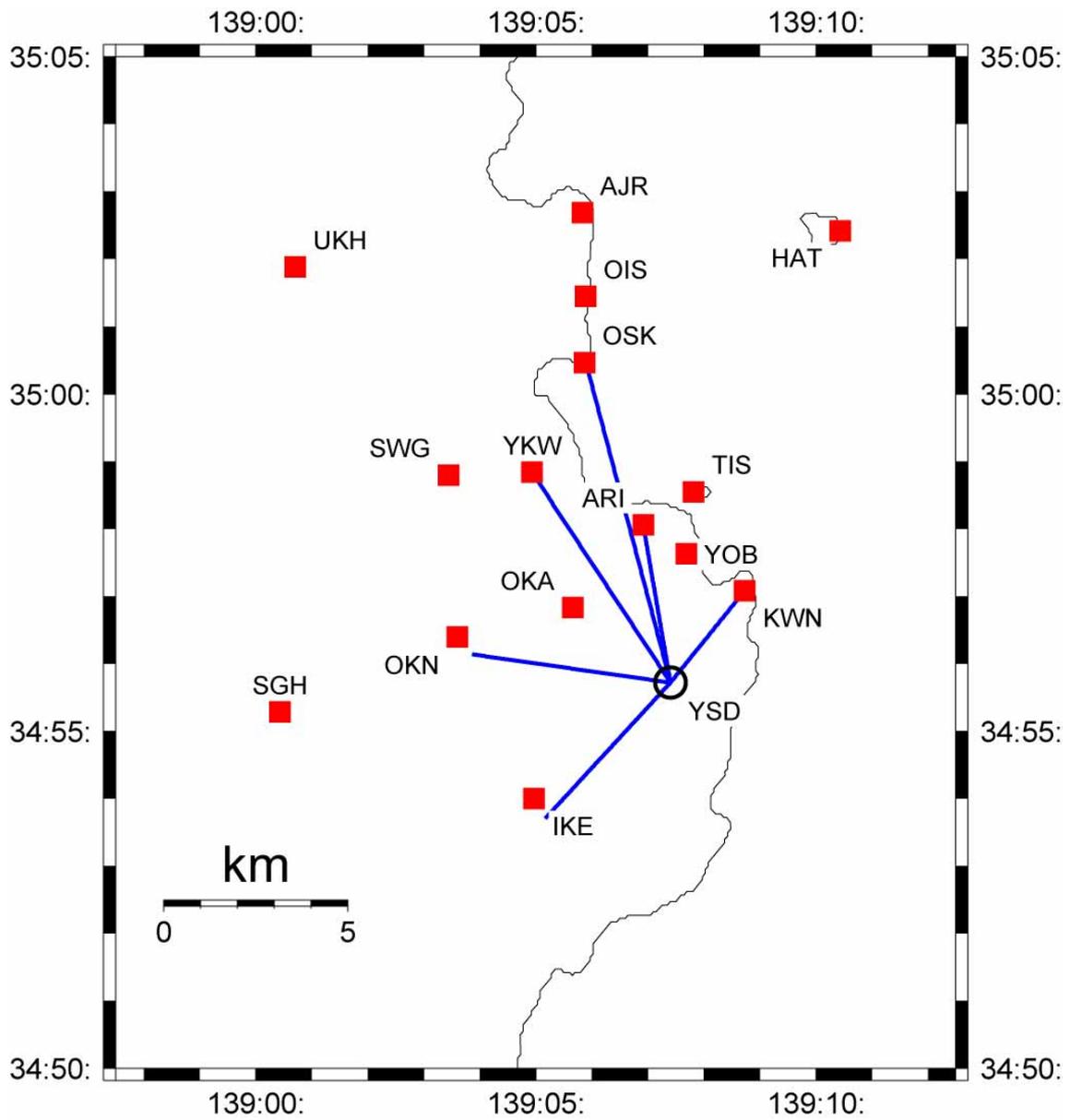


図3 地電位差観測基線と全磁力観測点
 伊豆半島東部における、長基線地電位差観測基線（青線）と全磁力観測点（赤）の分布。

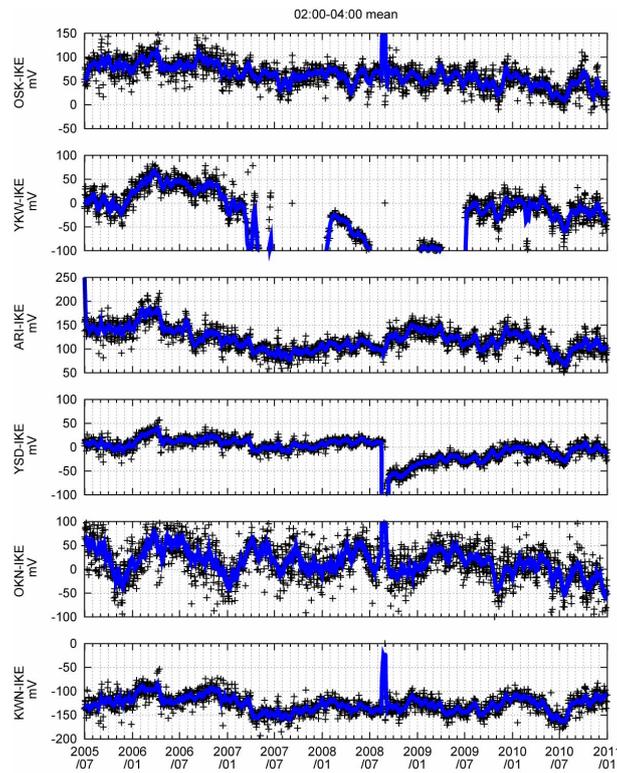


図4 地電位差の夜間平均値とその15日移動平均値
 IKE (池観測点) 基準の各観測点の地電位差の深夜2時から4時までの夜間平均値 (黒) とその15日移動平均値 (青線) の時間変化。

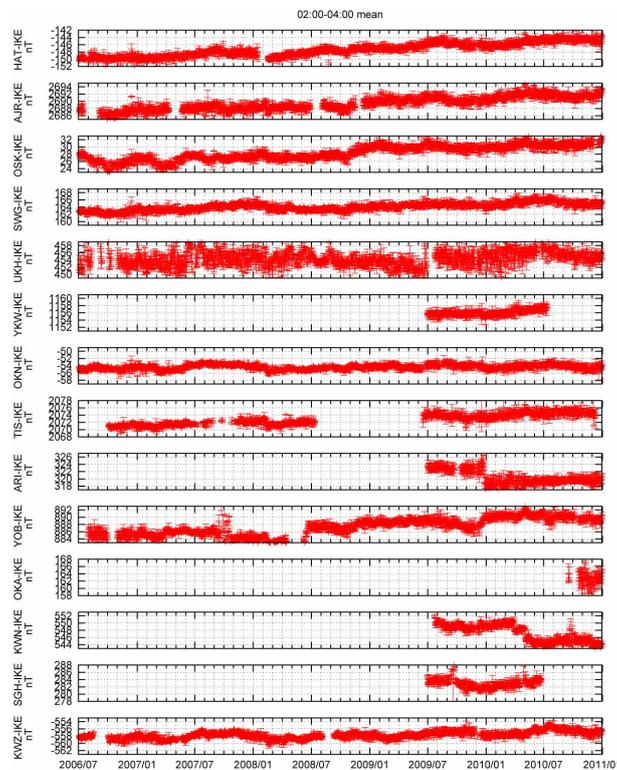


図5 全磁力差の夜間平均値
 IKE 基準の各観測点の全磁力差の深夜2時から4時までの夜間平均値 (誤差棒はその標準偏差) の時間変化。