

(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：

地震活動・火山現象の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

ア．日本列島域

(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

(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

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

各大学との共同研究を進めて、日本列島域を対象とした地震活動・火山現象のモニタリングシステムを高度化する。具体的には、地震だけでなく火山観測点のデータ流通を推進し、基盤的調査観測網や気象庁、大学等の地震・火山観測点の波形データのデータ流通ネットワークを構築する。また、それから得られる震源位置やメカニズム解などの震源情報をモニタリングし地殻活動ならびに火山現象の状況を概観できるシステムを開発する。地震や火山の長周期波動場のモニタリングのための手法、即時的震源情報の提供とそれによる地殻活動・火山現象モニタリング手法等を開発する。火山においては表面現象観測などの地震以外の観測に基づく火山固有のデータによるモニタリング手法を開発する。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

本計画では 5 年間を通して、各大学と共同で以下のテーマについての研究を行う。

- ・高速広域ネットワーク上での地震データ相互交換システムを、より安定かつ高度なものに改良するとともに、多項目観測に対応するデータ交換システムを開発する。(H21-25)
- ・日本列島規模の地震・火山データ流通網から得られる震源位置やメカニズム解などの震源情報をモニタリングし、火山活動を含む地殻活動の状況を概観できるシステムを開発する。(H21-25)
- ・地震や火山の長周期波動場のモニタリングのための手法の開発。(H21-25)
- ・即時的震源情報の提供とそれによる地殻活動・火山現象モニタリング手法の開発。(H21-25)
- ・火山における表面現象観測など、地震以外の観測に基づく火山固有のデータによるモニタリング手法の開発。(H21-25)
- ・衛星テレメタリングシステムの更新による地震・火山機動観測の高度化およびデータ流通の強化。(H21)

(7) 平成 22 年度成果の概要：

観測データ流通のための高速広域ネットワーク JDXnet 上のデータ相互交換システム改良および多項目観測化に関する成果は次の通りである。東大地震研では WIN フォーマットで用いられるチャンネル情報及びその変更履歴を管理するための分散型データベースシステム「チャンネル情報管理システム (CIMS)」の改良を行った。2007 年から運用している CIMS は、各機関に設置したサーバ間で自動的にチャンネル情報を交換するもので、分散型データベースであると同時にミラーデータベースでもある。その最大の特徴はチャンネル情報の変更を過去に遡って正しく反映させることである。当初、登録されたデータの削除を行うコマンドを CIMS には実装しなかったが、実運用では誤入力されたデータを修正する必要が多く生じて不便であった。そのため、今年度はデータの削除を行うコマンドを実装した。誤操作を避けるため、削除には 2 段階の操作を要することとした。また、これに合わせて WEB インタフェースも一部更新し、ユーザが使いやすいメニュー構成とした。これらの改良は 2011 年 1 月に完了し、各機関に設置された CIMS サーバに順次改良版を適用して運用を開始した。また 2011 年 3 月から CIMS のサーバ間通信に JDXnet を利用開始する。北大を中心とするグループでは昨年度開始した JDXnet における地殻変動連続観測等データの試験流通試験を、本年度も継続した。昨年度からの 7 機関に加え、京大防災研・鹿児島大・道立総合研究機構地質研のデータについても試験流通が開始された。現在 74 観測点 506 チャンネルのデータが試験流通中であるが (図 1)、顕著なパケットの欠落などの不具合は確認されておらず、JDXnet 上で安定的なデータ流通が行えることが実証されつつある。2011 年 1 月からの霧島新燃岳の噴火活動では、九大が緊急設置した気泡式傾斜計のデータを、NTT Docomo の公衆パケット通信網により北大のサーバ経由で JDXnet により九大へも転送した。このようにモバイル通信と JDXnet を組み合わせることにより、突発的な大地震・火山噴火時に威力を発揮する機動的な地殻変動観測システムの構築も可能であることが示された。地殻変動連続観測等データの一元的集約を担う地殻変動データベースサーバは開発が継続されており、以前からあった任意時間軸でのデータ描画・フィルタリング・データダウンロード・Baytap-G による潮汐解析機能に加え、任意のパラメータによるフィルタ、任意の方向でのひずみ解析、ストリーミングひずみ解析、積算振幅表示、外部 CMT 解情報への対応、断層モデルから理論歪みの計算など多数の機能を新たに追加した。またユーザー数増加への対応、正副 2 台によるバックアップ機能、ロードバランサの利用など、高負荷環境への対応も進めた。九大では WIN システムの 64 ビット環境対応を継続し、2010 年 8 月までに 20 以上のソフトウェアについて 64 ビット環境対応が完了した。その際、共通関数のライブラリ化や独自の変数型定義を行って移植性を高めた。近年一般的になってきた高性能・大容量メモリの 64 ビット環境のコンピュータ上でも WIN システムが使えることにより、データ解析を効率良く進めたり、大容量のメモリ上での新たなリアルタイムデータ処理ソフトウェアの開発につながる。このほか、平成 22 年度末には JDXnet を構成する高速広域網である SINET3 と JGN2plus が、それぞれ SINET4 と JGN-X に移行し、JDXnet 接続各機関はその対応を行った。また、JDXnet に関する情報交換やさらなる利用促進のため、2011 年 3 月に「データ流通ワークショップ」が東大地震研で開催された。

日本列島規模の地震・火山データ流通網から得られる震源位置やメカニズム解などの震源情報をモニタリングし、火山活動を含む地殻活動の状況を概観できるシステムを開発することに関連して、東北大では、地震・火山データ流通網から得られる波形データにより、北海道から関東地方までの広域の小繰り返し地震の活動のモニタリングを継続し、毎月 web ページ <http://www.aob.geophys.tohoku.ac.jp/aob/info/souzi> で公開した。解析の結果 2008 年から固着が弱まっていた宮城-茨城沖の海溝近くについて、2009 年以降に固着が強まっていることが分かった。長崎大では、1990-1995 年雲仙火山噴火で得られた地震計および傾斜計データを用いて、火山現象モニタリング手法の検討を行った。1991 年 5 月の溶岩ドーム出現前後の記録から、地震活動と傾斜変化の対応関係と相似地震群の検出に成功した (図 2)。この解析手法は、WIN システム (波形の連続収録・自動震源決定) に組み入れることで即時的に結果を得ることも可能であり、地震活動が非常に活発な場合のモニタリング手法として有効と考えられ、地震の発生過程やマグマ上昇過程の即時把握に役立つ可能性が示唆された。東大地震研では、リアルタイムで流通する高感度地震観測連続データの有効活用を図るため、連続あるいはイベント波形データに様々な処理を施し、その結果を随時 WEB にて閲覧可能とすることにより、地殻活動の現況をモ

ニタリングするためのシステムを構築した。連続波形データに対しては、1時間および24時間単位での連続波形画像、複数の観測点列におけるマルチトレース画像、深部低周波微動等の活動状況を把握するためのエンベロープ表示画像等、イベント波形データについては、方位別ペーストアップ波形画像、遠地地震波形画像等の作成を行う。

地震や火山の長周期波動場のモニタリングのための手法の開発、あるいは即時的震源情報の提供とそれによる地殻活動・火山現象モニタリング手法の開発に関連して、東大地震研では引き続き GRiD MT の改良を進めた。GRiD MT は、モニタリング対象領域を 10km 間隔のメッシュに分割し、分割されたメッシュを仮想震源としてその点での MT 解を常時 (1 秒ごとに) 決定し、得られた MT 解から理論波形と観測波形の Variance Reduction (VR) をモニタリングすることによって、地震の発生・位置・メカニズム (モーメントテンソル) 解を完全自動で決定するシステムである。地震活動の高い群発地震活動や余震活動の地震のメカニズム決定に威力を発揮する。図 3 は 2010 年にこのシステムにより決定されたメカニズムである。なお、2010 年 3 月 14 日の茨城沖の地震 (Mj6.7) では、地震発生後およそ 3 分でメカニズムが決定され、4 分後には web ページ <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/GRiD-cgi/trgGRiD.pl?20100314.1708.R0010> において自動的に公開された。

衛星テレメタリングシステムの更新による地震・火山機動観測の高度化およびデータ流通の強化 (平成 21 年度) に関連しては、平成 22 年度には地上通信回線や現地記録方式による機動観測機器の大半が、共同利用の枠組みにより、各大学へ貸し出しされた。これらと低消費電力で帯域利用効率の高い VSAT を組み合わせることにより、全国の大学で新世代の機動観測が可能になっている。

(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) :
山口照寛・笠原稔・高橋浩晃・岡山宗夫・高田真秀・一柳昌義, 2010, 地殻変動データベース - 2007 年からの改良, 日本測地学会講演予稿集。

山口照寛・笠原 稔・高橋浩晃・岡山宗夫・高田真秀・一柳昌義, 2010, 地殻変動データベースシステムの開発, 測地学会誌, 56, 47-58。

Umakoshi, K., N. Itasaka, H. Shimizu, 2010, High-frequency earthquake swarm associated with the May 1991 dome extrusion at Unzen Volcano, Japan, Journal of Volcanology and Geothermal Research (submitted).

(9) 平成 23 年度実施計画の概要:

・高速広域ネットワーク上での地震データ相互交換システムの改良および多項目観測への対応を引き続き進める。(H21-25)

・日本列島規模の地震・火山データ流通網から得られる震源位置やメカニズム解などの震源情報をモニタリングし、火山活動を含む地殻活動の状況を概観できるシステムを開発する。(H21-25)

・地震や火山の長周期波動場のモニタリングのための手法の開発。(H21-25)

・即時的震源情報の提供とそれによる地殻活動・火山現象モニタリング手法の開発。(H21-25)

・火山における表面現象観測など、地震以外の観測に基づく火山固有のデータによるモニタリング手法の開発。(H21-25)

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名:

卜部 卓・鶴岡 弘・中川茂樹・鷹野 澄・平田 直・大湊隆雄・金子隆之

他機関との共同研究の有無: 有

北海道大学・高橋浩晃・勝俣 啓

弘前大学・小菅正裕

東北大学・内田直希

名古屋大学・山中佳子・中道治久

京都大学防災研究所・加納靖之・大見士朗

高知大学・久保篤規
九州大学・植平賢司・松島 健
鹿児島大学・八木原 寛

(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

電話：03-5841-5790

e-mail：urabe@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/

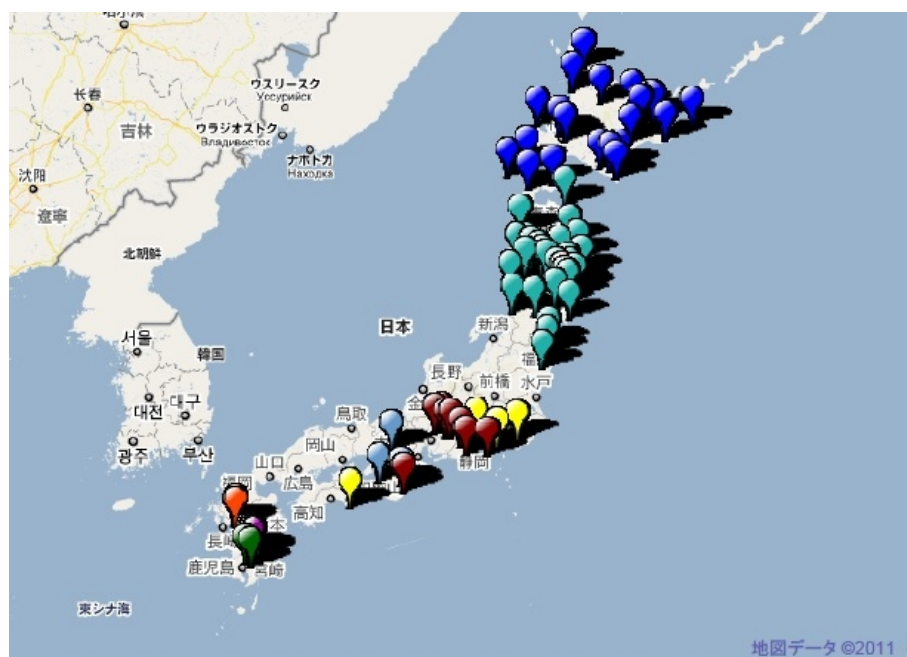


図 1

流通一元化されている地殻変動等観測点分布図．74 観測点のデータが試験流通している．

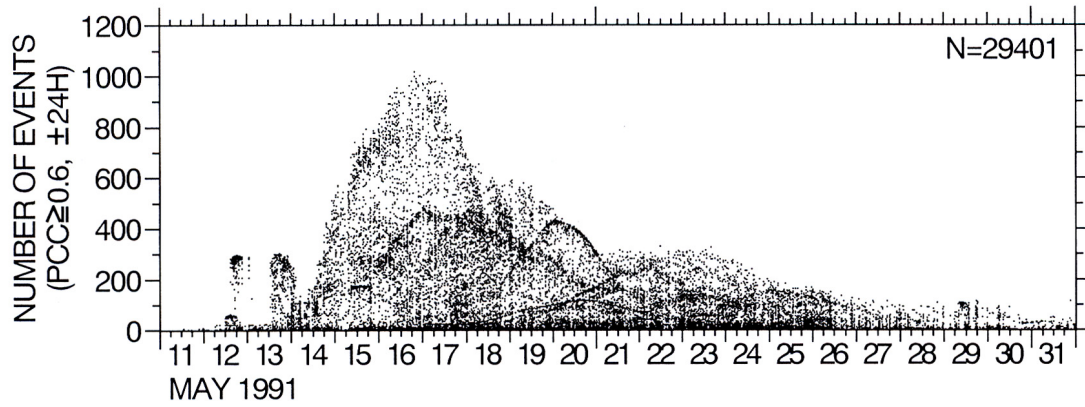


図 2

各地震において、その発生時刻の ± 24 時間以内に発生した地震との相関係数 (peak cross correlation[PCC]) を求め、その値が 0.6 以上であった地震の数をプロットしたものを。山型に分布したそれぞれが、地震群の発生を示唆する。

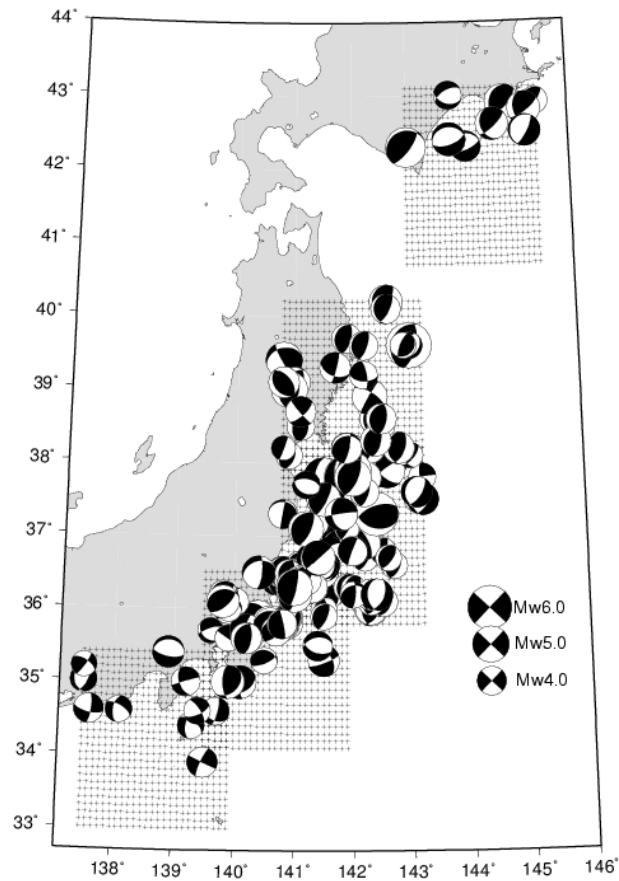


図 3

GRiD MT のモニタリング領域と 2010 年の解析結果 .