

(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及びデータ流通の強化。(H21)

(7) 計画期間中（平成 21 年度～25 年度）の成果の概要：

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及び多項目観測化に関する成果は次の通りである。東大地震研ではデータ交換網等に流通している WIN データの

分散型チャネル情報管理システム (CIMS) を開発し、5 年間運用・改良を継続した。CIMS は WIN データのチャネル情報であれば多項目観測でも利用可能である。高速広域網 JDXnet 自体に関して、平成 22 年度末 SINET3 と JGN2plus から、それぞれ次世代網である SINET4 と JGN-X への移行した。東大地震研は、データ収集経路の耐災害性と信頼性を高めるため、東西 2 か所の SINET4 データセンターに、観測点からデータを直接収集して JDXnet に配信する、データ中継拠点を設ける実験を 2013 年 2 月に開始し、平成 25 年度には本格的な運用に入った。また平成 25 年度には SINET4 と TDX を直結し、また新たに高知大を SINET4 に接続した。図 2 は現在の JDXnet の構成である。北大を中心とする地殻変動グループは、平成 21 年度より開始した 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、平成 24 年より本流通に移行させ、データとデータベースサーバーの研究者・研究機関への公開を行っている。またこの一元的集約を担う地殻変動データベースサーバも開発・改良が継続されている。九大では平成 21 年度から 22 年度にかけて WIN システムの 64 ビット環境対応を、平成 23 年度には IPv6 対応を行って、JDXnet 上における動作検証実験を行った。東大地震研でも平成 25 年度にはパケット表示解析ツール等 WIN システム関連のプログラム開発を継続した。このほか、JDXnet に関する情報交換やさらなる利用促進のため、毎年 3 月に「データ流通ワークショップ」を東大地震研で開催している。

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、東大地震研では平成 22 年度より、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・運用している。東北大でも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ており、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 年以降しだいに固着が強まっていることが分かった。また東北大ではデータ流通網を通じて得られた震源分布やプレート形状等の研究結果の理解をより深めるためや、地震防災・減災に資するための知識普及や広報活動のために、直観的でわかりやすい 3 次元表示システムの開発を進めている。最先端の映像表示技術である複合現実感 (Mixed Reality; MR) を用いたシステムを構築したことで、自分の足で地球内部を自由に歩き回り、さまざまな地殻活動現象を観察する疑似体験が可能となった。その中で平成 25 年度には特に時空間変化する地震活動や地殻変動の 4 次元表示のコンテンツ制作を進めた。

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 5 年間にわたって GRiD MT 法の改良を進めた。GRiD MT 法では、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。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 2 は 2013 年にこのシステムにより決定されたメカニズム ($VR \geq 80$ 以上を選択) である。モニター周期が 20-50sec のため、マグニチュード 7 を超える大地震の検知には対応できていなかったが、平成 23 年度より、震源速報と W-phase を用いることによりモーメントテンソル解を自動決定するシステムも別途開発・運用している。東北大では、データ流通網から得られる波形データを用いた地震活動のモニタリングのため、平成 24 年度より自動処理システムの改良を進め、また繰り返し地震抽出の高速化のため GPU を用いた計算機を導入してプログラムの開発を進めた。平成 25 年度には気象庁一元化震源の 1.5 倍の数の震源決定が可能になっている。

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及びデータ流通の強化に関しては、平成 21 年度までにシステムの更新を完了し、平成 22 年度には地上テレメータ装置とデータロガーの大半が共同利用の枠組みにより各大学へ貸し出された。以降、全国の大学でそれぞれ機動観測に活用されている。

(8) 平成 25 年度の成果に関連の深いもので、平成 25 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Katsumata, K. and S. Sakai, Seismic quiescence and activation anomalies from 2005 to 2008 beneath the Kanto district, central Honshu, Japan, Earth Planets and Space, 65(No. 12), 1463-1475, 2013.

中山貴史・平原聡・河野俊夫・中島淳一・岡田知己・海野徳仁・長谷川昭・堀内茂木・堀内優子, 地震波自動読み取りシステムーその性能評価, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 千葉, 幕張メッセ, 2013 年 5 月 19 日.

海田俊輝・出町知嗣・平原聡・飯沼卓史・太田雄策・内田直希・中島淳一・日野亮太・海野徳仁・長谷川昭, MR(Mixed Reality) を用いた沈み込むプレート形状とその活動の 3 次元表示, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 千葉, 幕張メッセ, 2013 年 5 月 20 日.

中川茂樹・鶴岡弘, WIN パッケージ表示解析ツールの開発, 東京大学地震研究所技術研究報告, 19, 印刷中, 2013.

卜部 卓・鷹野 澄・鶴岡 弘・中川茂樹, JDXnet/SINET4 上に実現した観測データ中継システム, 日本地震学会秋季大会, 横浜市, 2013 年 10 月 7 日.

(9) 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

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・松島 健

鹿児島大学・八木原 寛

(10) 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/

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：卜部卓

所属：東京大学地震研究所

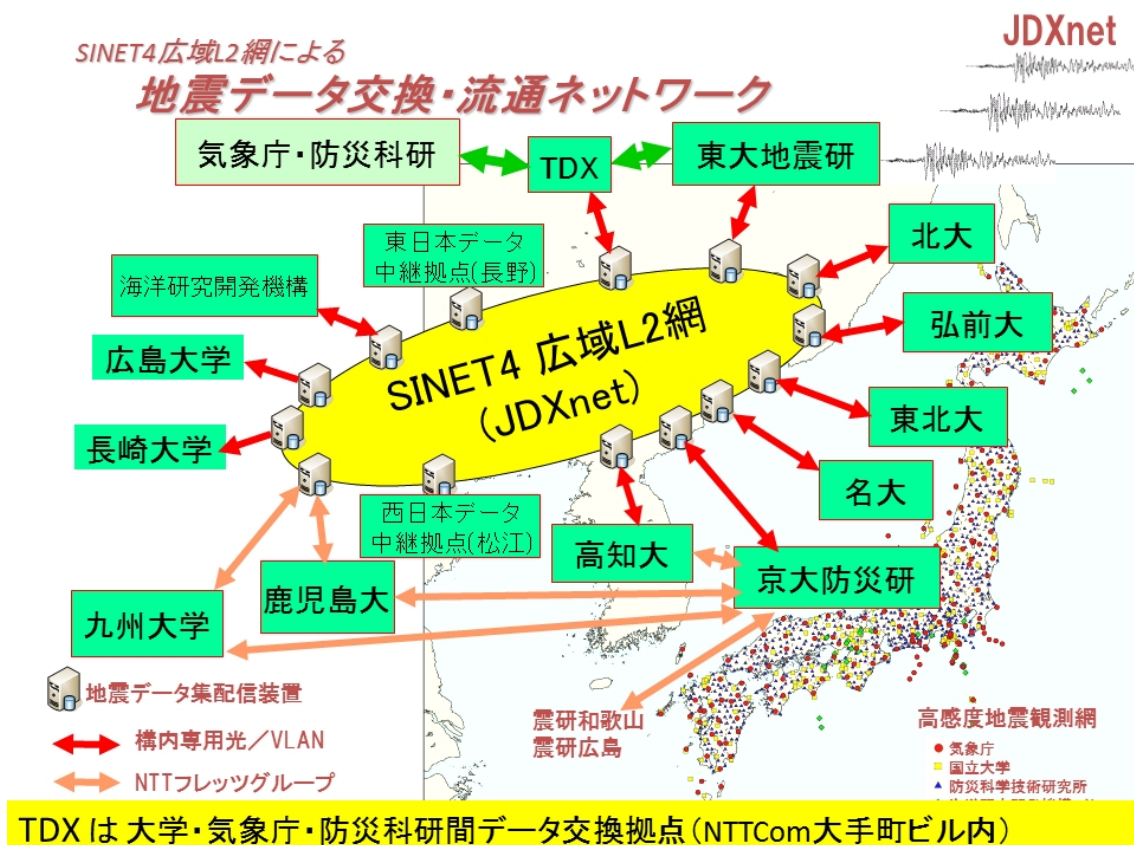


図 1

SINET4 による JDXnet 概念図 (JGN-X 部分は省略)

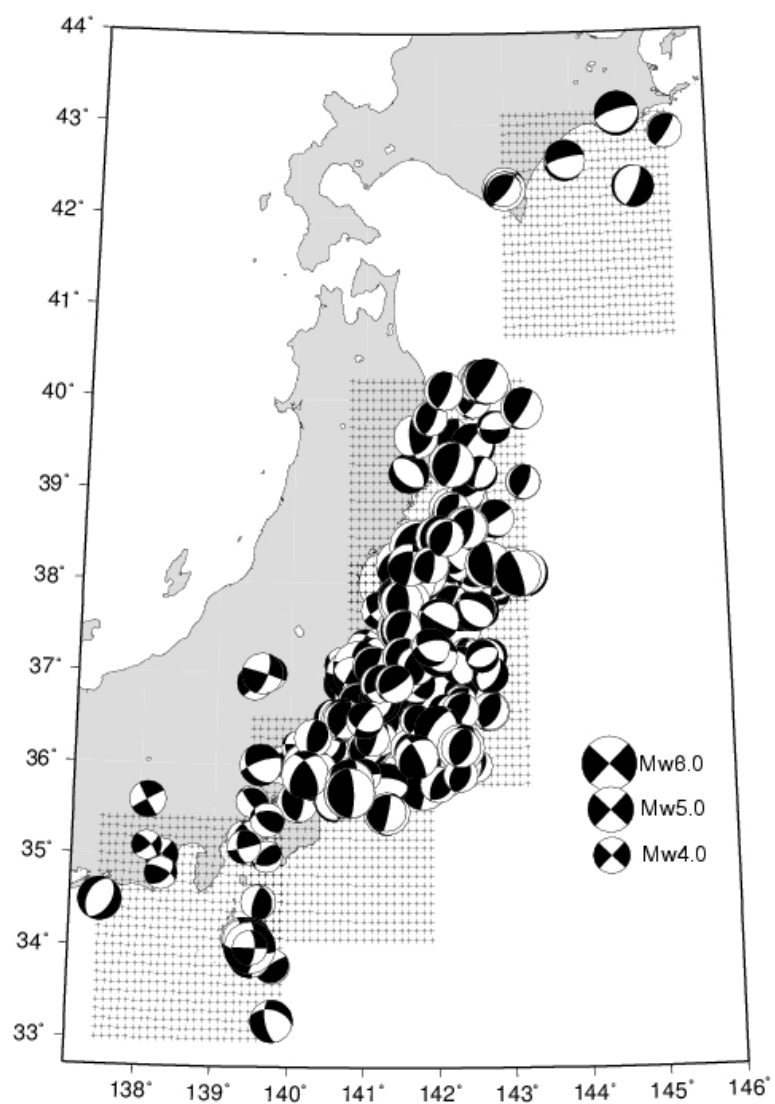


図 2
GRiD MT のモニタリング領域と 2013 年の解析結果