

## 1 (1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

「地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化」計画推進部会長 渡辺俊樹  
(名古屋大学大学院環境学研究科)

地震現象と火山噴火現象の理解を深めるとともに、それらの予測精度の向上を目指し、日本列島全域に稠密な地震・地殻変動等の観測網、および全国の主な火山に地震・地殻変動・重力等の火山活動観測網が整備されてきた。本計画においても、これらの観測網を着実に維持・更新し、得られたデータを活用した地震活動・地殻変動および火山活動のモニタリングが進められている。さらに、諸観測網の高密度化および多項目化といった整備・強化、新たな観測・解析手法の導入、観測データの準実時間での処理システムの開発と運用といったモニタリングシステムの高度化を図る研究が進められている。

各種の観測によって得られた成果は、随時、地震調査委員会や地震予知連絡会・火山噴火予知連絡会などに提供され、会報にまとめられているほか、各機関や関連のウェブで公開され、利用されている。2011年3月の東北地方太平洋沖地震に関して、今年度も観測点の復旧や更新の努力が継続しており、加えて観測網やデータ収集システムの災害に対する強靱化、観測網の拡充にも力が注がれている。それらにより、超巨大地震の余震・誘発地震などの地震活動や余効変動のモニタリングのみならず、地震や火山活動の活発化が懸念されている日本列島における地震活動や地殻変動、火山活動のモニタリングが精力的に行われている。

### ア. 日本列島域

#### (地震観測によるモニタリングシステムの高度化)

日本列島全域に整備された稠密な基盤的地震観測網の維持管理に努めた。東北地方太平洋沖地震による津波で損壊した Hi-net 観測点を移設した。また、地震計の特性を調査し、不調な地震計の更新を行った(防災科学技術研究所 [課題番号: 3001])。震源決定精度の向上のために、観測点高度を考慮した波線追跡を適用した。また、地震多発時の自動決定精度の向上を目指し、複数のアルゴリズムを適用して評価を行った。地震活動を定量的に評価するシステムの適用、自動 CMT 解析処理、遠地実体波および近地強震波形を用いた震源過程解析を実施し、解析結果を地震調査委員会および地震予知連絡会等で報告した(気象庁 [課題番号: 7002, 7003, 7004, 7005])。

地震データ流通システムについては、高速広域ネットワーク JDXnet 上のデータ相互交換システムの改良および多項目観測化について検討を進めており、チャンネル情報管理システム(CIMS)の運用、SINET4 データセンターへの中継拠点の設置実験を行った。地殻変動連続観測等データの流通とデータベースの公開を行った(東京大学 [課題番号: 1401])。

モニタリングシステムについては、震源、マグニチュード、メカニズム解を即時推定する AQUA システム、深部低周波微動や超低周波地震のモニタリングを行う SPA システム、西南日本で繰り返し発生している短期的スロースリップイベント(SSE)自動検出システムの安定な運用を継続した(防災科学技術研究所 [課題番号: 3001])。日本列島規模のデータ流通網で流通する高感度地震観測連続データから震源やメカニズム解などの震源情報をモニタリングし、地殻活動の現況を概観できるウェブ閲覧システムの構築を進め、運用した。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 GRiD MT の改良を進め、

震源速報と W-phase を用いた巨大地震への対応を行った(図 1)(東京大学[課題番号:1401])。

地震波干渉法によるモニタリングを東北地方において実施し、東北地方太平洋沖地震後に東北日本の太平洋岸全域で位相の遅れが見られた(図 2)。地表観測点の自己相関は浅部の構造に敏感であり、深部の構造をモニタリングするためには浅部の影響の補正が必要であることが示唆された(東北大学[課題番号:1201])。

#### (地殻変動観測などによるモニタリングシステムの高度化)

全国の GPS 連続観測網(GEONET)による地殻変動連続観測、水準測量、高度地域基準点測量、絶対重力観測および地磁気連続観測、潮位連続観測を実施し、解析結果を公開した(国土地理院[課題番号:6001, 6002, 6003, 6004, 6005]、気象庁[課題番号:7001, 7007]、海上保安庁[課題番号:8001, 8002])。

電子基準点の次世代 GNSS への対応及び防災能力向上等を図るため、GNSS アンテナへの更新(1024 点)、GNSS 受信装置への更新(583 点)及び無停電電源装置バッテリーの増強(611 点)等を実施した。GEONET による地殻変動連続観測を実施し、日本列島全域の地殻変動・火山活動のモニタリングを着実にを行った。東北地方太平洋沖地震後の継続的な余効変動を検出し(図 3)、地震の発生メカニズムの解明等に寄与した。また、四国中部で 11 月下旬から 12 月上旬までプレート間ゆっくり滑り(スロースリップ)現象に伴う非定常的な地殻変動を検出した。気象庁等の震源情報を利用して、GEONET による 1 秒毎の地殻変動データを用いて地震発生後 10 分以内にモーメントマグニチュードを推定することができることを確認した(国土地理院[課題番号:6001])。ALOS2 の運用開始後速やかに定常解析を再開するための対応を行った(国土地理院[課題番号:6006])。

#### (火山におけるモニタリング)

全国の活火山について、火山噴火予知連絡会で中長期的に観測体制の充実が必要とされた 47 火山において、地震計、空振計、GPS 等により連続的な監視観測を行っている。

地震計、空振計、傾斜計、GPS 等の観測施設を整備、更新した。全国の火山について調査的な機動観測を実施した(気象庁[課題番号:7006])。南方諸島及び南西諸島の海域火山の定期巡回監視を実施し、地磁気異常を報告した(海上保安庁[課題番号:8003])。火山におけるモニタリングを促進するために、大学、研究機関の地震計・傾斜計・空振計等の観測データの共有化・流通を実施した。

GEONET により、硫黄島、霧島山、桜島周辺等において火山活動にともなう非定常的な地殻変動を検出した(国土地理院[課題番号:6001])。活発な火山活動が続いている桜島(南岳)について、航空機 SAR による観測を平成 24 年 12 月 19 日に実施し、火口の数値標高モデルを作成した(国土地理院[課題番号:6006])。ASTER による緊急火山観測を依頼した。また、火山衛星画像データベースに約 21,000 シーンの衛星画像を追加登録した(産総研[課題番号:5001])。

### イ. 地震発生・火山噴火の可能性の高い地域

#### (日本海溝・千島海溝周辺)

東北地方太平洋沖地震の本震破壊域の最北部にあたる岩手沖の海域で長期観測型海底地震計(LTOBS)6 台と短期観測型海底地震計(STOBS)22~23 台を用いた余震観測を 2 期に渡って実

施した。気象庁一元化震源リストを基にデータを切り出し、観測点直下の堆積層の影響を取り除いて震源決定を行った。東北沖地震の本震・余震時の破壊域と比較すると、本震・余震時に滑りが大きかった領域で余震活動が低いことが明らかとなった（図 4）。また、震源域南端における正確な余震分布を把握することを目的として、茨城沖において海底地震計の設置間隔を 15 km 程度とした密な余震観測を行った。以前の解析と合わせて 617 個の震源分布が求められた。この領域では本震時から連続して観測網が設置されており、余震活動の時間変化を抽出し、破壊過程を理解することが可能なデータが蓄積されている（東京大学 [課題番号：1403]、気象庁 [課題番号：7008]）。

#### （南関東と周辺域・伊豆）

首都圏地震観測網 (MeSO-net) で得られた地震の読み取り値を用いて地震波速度トモグラフィ解析を行い、P 波速度、S 波速度、 $V_p/V_s$  の分布を求めた。また、観測波形のスペクトルから求めたコーナー周波数から観測点ごとの  $t^*$  を求め、減衰構造のトモグラフィ解析を行った。関東下に沈み込むフィリピン海プレートに起因すると考えられる減衰域が求められ、千葉県中部の下に顕著な減衰域の存在が認められた。この場所はフィリピン海プレート下面が太平洋プレートと接する場所であり、地震波速度トモグラフィ解析で得られた速度構造における高  $V_p/V_s$  領域と一致し、地震活動が活発な領域である（東京大学 [課題番号：1402]）。

全磁力観測及び長基線地電位差観測を継続した。全磁力観測は落雷に伴う機器の故障が相次ぎ、安定した観測が実現しなかった。2012 年は全磁力、自然電位ともに顕著な変化が見られず、年周変化的な挙動が見られるにとどまった（東京大学 [課題番号：1402]）。

#### （火山）

活動的な火山において多項目観測によるモニタリングを継続し強化した。樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳、伊豆大島、富士山、伊豆東部、浅間山、霧島山、硫黄島において、GPS 火山変動観測装置 (REGMOS) による連続観測、伊豆大島において自動光波測距・測角観測装置 (APS) 観測を継続実施した（国土地理院 [課題番号：6007]）。雌阿寒岳、草津白根山、三宅島、伊豆大島、阿蘇山において全磁力連続観測および繰り返し観測を実施した。草津白根山ではリアルタイム伝送が完成した。また、36 年間のデータを精査して熱源の時間的推移を求めたところ、熱源が噴火活動と相関しながら狭い範囲を移動する様子が見られた（気象庁 [課題番号：7009]）。火山観測網の維持管理および火山観測データの流通と公開を実施した（防災科学研究所 [課題番号：3002]）。

阿蘇火山中岳火口周辺において、比抵抗連続観測システム ACTIVE による比抵抗モニタリングを実施した。1 次元構造解析の結果、2011 年 4 月～7 月に見られたレスポンス関数の低周波帯における変化は地下 200～300 m における比抵抗変化に対応し、モデルとの比較から、小噴火に先立つ深部からの火山ガス供給の増加と小規模噴火発生後のガス供給の減少と解釈できる。5 月～7 月の高周波帯の変化は地表～地下数十 m の浅部における比抵抗変化を表し、梅雨期の豪雨を経て湯だまりが再出現した時期に対応している（図 5）（京都大学 [課題番号：1901]）。

#### ウ．東海・東南海・南海地域

本地域においては、定常・臨時の地震観測網、地殻変動観測網が特に密に配置されており、

重点的に観測が実施されている。歪計、傾斜計による地殻変動連続観測（国土地理院〔課題番号：6008〕）、レーザー式変位計、多成分歪計、体積歪計（気象庁〔課題番号：7010, 7011〕）、地下水等総合観測（産総研〔課題番号：5002〕）、精密制御震源（名古屋大学〔課題番号：1701〕、気象庁〔課題番号：7011〕）、海底地震計（東京大学〔課題番号：1403〕）、地磁気、絶対および相対重力観測（東京大学〔課題番号：1404〕）海底地形調査（海上保安庁〔課題番号：8004〕）など多項目の観測を実施している。中でも、多成分ひずみ計で安定したデータが蓄積されてきたことから、潮汐補正の再調査及びパラメータの調整を行い、現業での監視業務へ反映させた（気象庁〔課題番号：7010〕）。

前兆的地下水位変化検出システムを引き続き東海地方で運用した。東南海・南海地震予測のため、愛媛県新居浜市と愛知県西尾市に新たな地下水等総合観測点を各1点整備し、計16点となった。また、地下水等総合観測網全体のバックアップシステムを強化した。産総研の歪データと防災科研の傾斜データに加え、新たに産総研の地下水位データ及び気象庁の歪データを統合した解析を開始し、南海～駿河トラフで発生する巨大地震を予測する鍵となる短期的スロースリップ(SSE)の検出精度をさらに向上させた。四国及び紀伊半島において1946年南海地震前の聞き取り調査を行い、目撃証言を地殻の上下変動量に換算するなどの定量化を行った（産総研〔課題番号：5002〕）。

GPS 大学連合では2004年から東海地域で高密度のGPS 観測網を展開して観測を行っており、今年度も引き続きGPS 観測を実施した。また、2004年以降のデータを統一的に再解析し、最近の東海地方の地殻変動について以下の知見を得た。2005年夏の長期スロースリップ収束前後に、各地の面積歪速度の傾向が大きく変化したことを用い、インバージョンにより沈み込むフィリピン海プレートの表面のアスペリティを推定した。長期スロースリップ終了から2011年東北地方太平洋沖地震発生までの5年強の期間の地殻変動を比べ、長期スロースリップ終了からの時間経過によってフィリピン海プレートとのカップリングが強まったことが示唆された。東北地方太平洋沖地震後の地殻変動は地震発生時の地殻変動と比較して南北での変動量の差が小さかった。これは、地震時の地殻変動の原因となった断層運動より地震後に余効変動や粘性緩和を起こしている範囲のほうが広いという解釈と調和的である（図6）。また、東北地方太平洋沖地震後の地殻変動により、静岡北部から長野県にかけて面積増加、静岡県南部地域では面積減少がみられた。これは東北地方太平洋沖地震の余効変動や粘性緩和によって説明でき、フィリピン海プレートと固着している南部ではその影響が小さいためと考えられる（東京大学〔課題番号：1404〕）。

東海地域における電磁気観測を継続した。2012年は全観測点で全磁力の増加が継続したが、東部ほど増加の傾向が大きい（図7）。東日本から中部日本にかけてのリージョナルな地磁気永年変化が全磁力変化に反映していると考えられ、精察を行っている。御前崎と豊橋における絶対重力測定を継続して実施した。御前崎における重力増加は長期的な傾向と一致している（東京大学〔課題番号：1404〕）。

精密制御震源によるモニタリングについては、(独)日本原子力研究開発機構が岐阜県土岐市に所有していたアクロス震源が名古屋大学に委譲されたことにより観測の継続が可能となり、土岐、豊橋（名古屋大学）、森町（気象庁）の3ヶ所の送信点によるモニタリングを継続した。土岐一鳳来間の走時の時間変動を解析し、2008年以降の定常的な走時の早まりと、東北地方太平洋沖地震時に発生した走時の遅れを見いだした（図8）（名古屋大学〔課題番号：1701〕）。森町送信点の近傍の観測点においても、東北地方太平洋沖地震に伴い、伝達関数の

走時の遅れとゆっくりとした回復が見られ、事例分析を継続した(気象庁[課題番号:7011])。愛知県新城市鳳来に設置した地震計アレイ観測による深部低周波微動のモニタリングを継続した(名古屋大学[課題番号:1701])。

紀伊半島における陸域地震観測(亀山一御坊測線)を継続した。レシーバ関数解析による速度不連続面イメージを更新した。この構造を地震波走時トモグラフィに組み込み、臨時観測点の読み取り値も追加して、深さ40kmまでの3次元速度構造を求めた(図9)。東部の臨時観測点の読み取りを行っており、今後この地域の解像度の向上が期待できる。(京都大学[課題番号:1801])。紀伊半島沖における広帯域海底地震計と長期観測型海底地震計を用いた海底地震観測は機器を回収し終了した。南海トラフ沿いで発生した超低周波地震が記録され、発生数と潮汐との関係が指摘できた。また、平成15年からの5カ年にわたり実施した観測のデータ解析を行い、震源と3次元速度構造を同時決定した。構造は紀伊水道から紀伊半島沖にかけて3つのセグメントに分類でき、そのうち一つのセグメントは低 $V_p/V_s$ 比をもち、その深部で低周波イベント活動が活発である(図10)(東京大学[課題番号:1403])。

広域の地殻変動検出手法であるInSAR解析では、高知県南東部から岡山～広島県境付近に至る四国中央部と高知県南西部～愛媛県西部のALOS/PALSARデータを用い、電離層の影響の少ない干渉画像のみを用いてスタッキングを行った。画像には電離層の影響が依然残っていると考えられ、さらなる検討が必要である(京都大学[課題番号:1801])。紀伊半島における1972年以降の地殻変動について調査し、東海や豊後水道で見られた規模の長期的スロースリップが発生していないことを確認した(図11)(気象庁[課題番号:7011])。

これまでに行った四国周辺域(四国～紀伊半島、中国地方)でのメカニズム解析、多重逆解法によって推定された不均質な応力場の妥当性について、応力状態の差を空間的にマッピングする手法を用いて議論した(高知大学[課題番号:2101])。

## これまでの課題と今後の展望

前計画(第7次火山噴火予知計画)から今計画にかけて、地震・火山観測網の着実な維持・更新が図られてきた。今計画では、諸観測網の高密度化および多項目化に重点を置くとともに、観測データの実時間あるいは逐次処理システムの開発と整備が進み、システムの高度化が進められてきた。

地震・火山現象のモニタリングをさらに高度化し、研究の成果を上げるためには、個別の研究課題を着実に進展させるばかりでなく、研究機関の連携をさらに進め、各機関で観測網のデータを交換・共有して最大限に活用することが必要である。この試みは今計画ですでに一部実現しており、これによってモニタリングの検知能力を高めることが可能となることが明らかとなっている。また、プレート境界の固着・すべりに関する解析が集中的に進められたことにより、同一地域における複数の観測データの総合的解析とモデル化への試みが始まりつつあり、さらに研究者間で積極的に議論を進めていく必要がある。また、新たな観測やデータ処理によるモニタリング手法の開発も着実に進展している。これらにより得られた各種の観測データおよび科学的知見を、地震および火山現象の解明に向けた研究へ提供し役立てなければならない。また、これらのデータをリアルタイムに情報発信し、防災や減災に役立てるための技術開発も必要である。

東北地方太平洋沖地震の発生により、地震および地殻変動などの観測点やデータ収集システムにも甚大な被害が発生した。観測点の復旧には可能な限り速やかな対応がとられたが、

現在でも影響が残り、観測点の復旧や更新の努力が継続されている。地震や火山噴火発生時にもモニタリングシステムを維持し、重要なデータを取り逃がさないために、観測点や通信網、データ収集システムの災害に対する強靱化を図る必要がある。また、迅速な緊急観測の体制の整備といった観点からの検討も必要である。

東北地方太平洋沖地震の余震や余効変動は現在でも継続している。日本列島では超巨大地震の発生により地震発生前とは異なる応力状態となったとされ、地震や火山活動の活発化が懸念されている。進行している地殻活動現象をモニタリングし、今後の活動の推移を予測することは重要である。地震や火山噴火の発生が予想される地域において、連続かつ稠密な観測が急務であり、モニタリングを強化する必要があると考えられる。特に、観測が困難であるためこれまで観測が十分でなかった海域における観測、中でも、連続データのリアルタイム収集が可能な観測網によるモニタリングが必要である。

一方で、観測網の拡充によって観測データ量は増大し続けている。今後、かつてない大量の観測データを観測・収集・流通・保存・解析することになる。膨大なデータを有効に活用していくには新しい発想によるデータの扱いと解析の自動化が不可欠であり、今後検討が必要であろう。また、インフラ化した観測網の今後の維持管理、老朽化への対応など課題は山積みであり、研究を支える基盤を維持していく努力が不可欠であろう。

## 成果リスト

(地震予知連絡会・火山噴火予知連絡会会報への報告数は多数に上るため成果リストでは割愛する。)

Akuhara, T., K. Mochizuki, K. Nakahigashi, T. Yamada, M. Shinohara, S. Sakai, T. Kanazawa, K. Uehira, and H. Shimizu, 2013, Segmentation of Vp/Vs ratio and low frequency earthquake distribution around the fault boundary of the Tonankai and Nankai earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, in press.

浅野陽一・岡田知己・中山貴史・伊藤喜宏・堀修一郎・河野俊夫・松澤 暢・海野徳仁・伊東明彦・小原一成, 2012, 1990年代の広帯域地震観測記録からみた千島海溝-日本海溝会合部付近の超低周波地震活動, 日本地震学会2012年度秋季大会, C31-08.

藤田明男, 2012, GEONETデータによる西南日本の固着分布とスロースリップイベントの連続モニタリング, 静岡大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻修士論文.

藤田明男・里村幹夫・生田領野・島田誠一・加藤照之, 2012, GEONETを用いた西南日本のスロースリップイベントのモニタリング, 日本地球惑星科学連合2012年大会.

橋本武志他, 2012, 道東地域の地磁気永年変化と三成分絶対測量, 北海道大学地球物理学研究報告, 75, 117-132.

Hirano, T., and K. Hattori, 2012, ULF geomagnetic changes possibly associated with the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake, *Journal of Asian Earth Sciences* 41, 442-449.

Hirose, H., H. Kimura, B. Enescu, and S. Aoi, 2012, Recurrent slow slip event likely hastened by the 2011 Tohoku earthquake, *PNAS*, 109, 15157-15161, doi:10.1073/pnas.1202709109.

Imakiire, T., and T. Kobayasi, 2012, The Crustal Deformation and Fault Model of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, *Bulletin of the GSI*, 59, 21-30.

岩切一宏・溜淵功史・川添安之・中村雅基, 2012, 東北地方太平洋沖地震後の宮城県気仙沼市沖M6クラスの繰り返し地震, 日本地震学会2012年秋季大会, P1-61.

泉 紀明・堀内大嗣・西澤あずさ・木戸ゆかり・中田 高・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘, 2012,

- 150mグリッドDEM から作成した日本海溝付近の3D 海底地形, 海洋情報部研究報告, 48.
- 鍵山恒臣・吉川 慎・宇津木 充・浅野 剛, 2012, 阿蘇カルデラ北部における表層電気伝導度分布, 月刊地球, 34, 11, 650-658.
- 木村一洋・潟山弘明・藤松 淳・菅沼一成・赤司貴則, 2013, 地殻変動観測原簿のしくみについて, 験震時報, 77, 印刷中.
- Kimura, T., S. Tanaka, and T. Saito, 2012, Ground tilt changes in Japan caused by the 2010 Maule, Chile, earthquake tsunami, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2012JB009657, in press.
- 小林昭夫, 2013, GNSS日値による面的監視の通常変動値調査, 験震時報, 投稿中.
- Kobayashi, T., M. Tobita, M. Koarai, T. Okatani, A. Suzuki, Y. Noguchi, M. Yamanaka, and B. Miyahara, 2012, InSAR-derived crustal deformation and fault models of normal faulting earthquake (Mj7.0) in Fukushima-Hamadori area, *Earth Planets Space*, 64, 1209-1221.
- 小泉尚嗣, 2013, 地震時および地震後の地下水圧変化, 地学雑誌, 122, 159-169.
- 小泉尚嗣, 2013, 地下水観測による地震予知研究—地下水位変化から地殻変動を推定することによる地震予測—, シンセシオロジー, 6, 1, 24-33.
- 小泉尚嗣・佐藤隆司・北川有一・佐藤 努・高橋 誠・松本則夫・板場智史・梅田康弘・武田直人・桑原保人・今西和俊・木口 努・山口和雄, 2012, 愛媛県新居浜市と愛知県西尾市における東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備, *GSJ地質ニュース*, 1, 6, 188-190.
- 国土地理院, 2011, 地球磁気観測報告(水沢・江刺・鹿野山平成22年 一等磁気点昭和24年—平成22年), 国土地理院技術資料.
- 三浦優司・川元智司, 2012, 験潮場のGPS連続観測点を用いた潮位データ解析手法の検討, 国土地理院時報, 123, 21-33.
- 宮岡一樹・横田 崇, 2012, 地殻変動検出のためのスタッキング手法の開発—東海地域のひずみ計データによるプレート境界すべり早期検知への適用—, 地震2, 65, 205-218.
- 中川茂樹・鶴岡 弘・鷹野 澄・酒井慎一, 2012, チャンネル情報管理システムの開発, 東京大学地震研究所技術研究報告, 18, 1-8.
- 中原 恒, 2013, 地震波干渉法により減衰構造を求めるための理論的背景, 地震2, 65, 243-249.
- Nakahara, H., 2012, Formulation of the spatial auto-correlation (SPAC) method in dissipative media, *Geophys. J. Int.*, 190, 1777-1783.
- Nakahigashi, K., M. Shinohara, K. Mochizuki, T. Yamada, R. Hino, T. Sato, K. Uehira, Y. Ito, Y. Murai, and T. Kanazawa, 2012, P-wave velocity structure in the southernmost source region of the 2011 Tohoku earthquakes, off the Boso Peninsula deduced by an ocean bottom seismographic survey, *Earth Planets Space*, 64, 1149-1156.
- 中埜貴元・小荒井 衛・乙井康成・小林知勝, 2012, 2011年3月12日長野県・新潟県県境付近の地震に伴う災害の特徴, 国土地理院時報, 123, 35-48.
- 野村晋一・里村幹夫・生田領野・島田誠一・加藤照之・原田 靖・鷺谷 威, 2012, 2011年東北地方太平洋沖地震による東海地域の地殻変動への影響, 日本地球惑星科学連合2012年大会.
- 岡村盛司, 2011, 「日本重力基準系2010(案)の提案」, 日本地球惑星科学連合2011年大会, SGD022-01.
- Sofyan Y., 吉川 慎・鍵山恒臣・大倉敬宏, 2012, 阿蘇火山における繰り返し重力測定による熱

水流動のモニタリング, 月刊地球, 34, 11, 691-699.

Satomura, M., R. Ikuta, A. Fujita, Y. Hashimoto, S. Shimada, T. Kato, Y. Harada, S. Nomura, 2012, Micro displacement obtained from very dense GPS network in the Tokai District, central Japan, AGU 2012 Fall meeting.

澁谷拓郎・福居大志・平原和朗・中尾節郎, 2012, 紀伊半島下に沈み込むフィリピン海スラブ周辺の3次元地震波速度構造, 日本地球惑星科学連合2012年大会.

澁谷拓郎・今井基博・平原和朗・中尾節郎・西村和浩, 紀伊半島下に沈み込むフィリピン海スラブ周辺の3次元地震波速度構造(2), 日本地震学会2012年秋季大会.

眞城亮成・高橋浩晃, 2012, ひずみ計を用いた即時Mw推定手法の開発, 日本地球惑星連合2012年大会予稿集, SSS40-P05.

眞城亮成・高橋浩晃, 2012, ひずみ計を用いたMw即時推定手法の開発(その2), 日本地震学会秋季大会予稿集, C22-13.

Shinohara, M., Y. Machida, T. Yamada, K. Nakahigashi, T. Shinbo, K. Mochizuki, Y. Murai, R. Hino, Y. Ito, T. Sato, H. Shiobara, K. Uehira, H. Yakiwara, K. Obana, N. Takahashi, S. Kodaira, K. Hirata, H. Tsushima, and T. Iwasaki, 2012, Precise aftershock distribution of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake revealed by ocean bottom seismometer network, Earth Planets Space, 64, 1137-1148.

水藤 尚・西村卓也・小林知勝・小沢慎三郎・飛田幹男・今給黎哲郎, 2012, 2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震に伴う地震時および地震後の地殻変動と断層モデル, 地震, 65, 2, 95-121.

田口陽介・増子徳道・山崎 明・三島稔明, 2013, 伊豆大島の地磁気全磁力にみられる周期数ヶ月の変動, 地磁気観測所テクニカルレポート, 投稿中

高橋浩晃・山口照寛・中尾 茂・松島 健・加納靖之・山崎健一・寺石眞弘・伊藤武男・鷺谷 威・大久保慎人・浅井康広・原田昌武・本多 亮・加藤照之・三浦 哲・横田 崇・勝間田明男・小林昭夫・吉田康宏・木村一洋・太田雄策・田村良明・柴田智郎, 2012, 全国ひずみ傾斜データの流通一元化と公開, 日本地球惑星科学連合2012年大会, STT59-P04.

Tanaka, S., 2012, Tidal triggering of earthquakes prior to the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw9.1), Geophys. Res. Lett., doi:10.1029/2012GL051179, in press.

高橋幸祐・藤井郁子・有田 真, 2013, 全磁力観測から推定される草津白根山の長期的な熱的活動の推移, 2012年度Conductivity Anomaly研究会.

寺田暁彦, 2012, 阿蘇火山中岳の火口湖「湯だまり」の火山学的理解, 月刊地球, 34, 12, 712-721.

Ueno, T., T. Saito, K. Shiomi, B. Enescu, H. Hirose, and K. Obara, 2012, Fractional seismic velocity change related to magma intrusions during earthquake swarms in the eastern Izu peninsula, central Japan, J. Geophys. Res., 117, B12305, doi:10.1029/2012JB009580.

上野友岳・齊藤竜彦・汐見勝彦・針生義勝, 2012, Hi-net地震計特性の時間変化, 日本地震学会2012年度秋季大会, P1-07.

Urai, M., 2012, Monitoring Active Submarine Volcanoes with ALOS AVNIR-2 Image - A Case Study of Fukutoku-Okanoba, Japan, CD ROM Proceedings of ISRS 2012 ICSANE, 1-4.

Utada, H., et al., 2012, Geomagnetic field changes in response to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake and Tsunami, Earth and Planetary Science Letters, 311,



11-27.

宇津木充・徳本直明・鍵山恒臣・井上寛之・小森省吾・浅野剛・小山崇夫, 2012, Active観測から見た阿蘇中岳火口周辺の浅部比抵抗変化, 月刊地球, 34, 12, 738-744.

山崎明・福井敬一・山崎伸行・小林徹・石井邦男・築田高広, 2012, 吾妻火山の大穴火口下で発生している熱消磁について, 日本地球惑星科学連合2012年大会.