

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て、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きた。本計画では、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、観測データのリアルタイム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た。

各種の観測によって得られた成果は、各機関や関連のウェブで公開され、会報等にまとめられているとともに、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ている。本計画期間中の2011年3月に東北地方太平洋沖地震が発生し観測網も被災したが、現在に至るまで観測点の復旧や更新が継続して行われており、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や観測網の拡充にも力が注がれている。余震活動や余効変動のモニタリングによるこの巨大地震の全貌解明に加え、誘発地震などの地震活動や火山活動の活発化の懸念から日本列島、特に東日本における地震活動や地殻変動、火山活動のモニタリングとそのため技術開発が精力的に行われている。また、本計画では南海トラフを対象として重点的にモニタリング研究が実施されており、過去の観測データ解析を加えて長期的な活動の解明と理解に向けた研究が行われた。

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で被災したHi-net観測点の改修・移設・更新を継続した。また、地震計のセンサーの稼働状況のモニタリングを行うシステムを開発した(防災科学技術研究所[課題番号:3001])。地震多発時の震源自動決定を行うためにパーティクルフィルタ法の性能評価を行い、一元化震源と比較して良好な結果を得た(図1)。今後次期システムに取り込む検討を進めている。地震活動異常を定量的に評価するシステムの安定運用を行い、伊豆東部の地震活動に関する防災情報を改善した。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高度化し、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を進めており、今年度はSINET4データセンターへの中継拠点を本格運用させた。また、SINETとTDXを直結して強靱化を進めた(図2)。地殻変動連続観測等データの流通を本流通に移行させ、データベースを公開した(東京大学[課題番号:1401])。

日本列島域の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) の自動検出システム、地球潮汐、地震波干渉法などの各種モニタリングシステムの安定な運用を継続した。これにより豊後水道沖および房総半島沖の SSE を検出した (防災科学技術研究所 [課題番号: 3001])。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を構築・運用した。地震の理解や防災・減災に向けた知識普及や広報のために最新の映像表示技術である複合現実感を用いたシステムを構築し、4次元表示のコンテンツ制作を進めた。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 の継続的な運用と巨大地震への対応を行った (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、K-net で記録された近地地震のコーダ波の自己相関を用いて浅部地盤構造の時間変化を検出した。また、岩手山における短周期地震計アレイの地震波干渉法解析から、地球潮汐による地震波速度変化を世界で初めて検出した (図 3) (東北大学 [課題番号: 1201]、高野, 2014)。

(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、観測機器の更新と周辺機器の増強を行った。GEONET による日本列島全域の地殻変動・火山活動のモニタリングでは、東北地方太平洋沖地震直後の地殻変動や継続している余効変動、2014年1月に発生した房総半島沖のスロースリップを検出した。気象庁等の震源情報を利用して、1秒毎の地殻変動データを用いて震源断層モデルの即時推定を行う手法の検証を行い、地震発生後3分以内にモーメントマグニチュードを推定できた (国土地理院 [課題番号: 6001])。解析ソフトの改良により、今後打ち上げ予定の「だいち2号」のデータ解析をより高度に効率的に実施できるようになった (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等により継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、全国の火山について調査的な機動観測を継続して実施した (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た。特に西之島の火山活動について航空機による定期的な目視観測および熱計測を実施した (図 4) (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・流通を継続して実施した。

活発な火山活動が続いている桜島について、航空機 SAR による観測を平成 25 年 9 月 19 日に実施し、火口の数値標高モデルを作成するとともに、平成 24 年の結果との比較を行

い、火口付近の地形変化を捉えた（図5）（国土地理院 [課題番号：6006]）。火山衛星画像データベースに約93,000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、茨城沖で行った海底地震計の設置間隔を15 km程度とした密な余震観測のデータ解析を行った。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。茨城沖では東北沖地震後に震源の深さが5 km程度浅くなり、房総沖ではフィリピン海プレート周辺での地震活動が活発になったことを明らかにした（図6）（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3次元分布が得られた。また、観測波形のスペクトルのコーナー周波数から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、千葉県中部に顕著な減衰域の存在が認められた（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。全磁力観測は機器の不調が散発したが、地電位差観測は安定した観測を行うことができた（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）による連続観測を継続し、樽前山、駒ヶ岳、富士山のREGMOSを高度化した。八甲田山においてGNSS観測、桜島において水準測量および相対重力観測を実施した（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。それぞれの火山において様々な火山活動に伴った地磁気全磁力変化が認められた（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（防災科学技術研究所 [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継続実施した。1次元構造解析の結果、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することが示された、今年度の観測結果からも、小噴火に先立って深部からの火山ガス供給が増加し、熱水だまり中の熱水が気相卓越な状態となっていることが示唆された（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。

地下水等総合観測点を4点整備して計16点とし、観測網全体のバックアップシステムを強化した。産総研・防災科研・気象庁との共同研究により、歪・地下水・傾斜データをリアルタイムで共有して解析するシステムを開発し、東海地域周辺でMw5以上、紀伊半島～四国周辺でMw5.5以上の短期的スロースリップ(SSE)が検知できるようになった。短期的スロースリップに伴う地下水圧変化を世界で初めて検出した(図7)(産総研[課題番号：5002])。タンクモデルを用いた体積ひずみ計の降水応答の補正手法の成果を現業での監視業務へ反映させた(気象庁[課題番号：7010])。

東海地域では2004年から高密度のGPS観測網を展開して観測を行っている。これまでに得られたデータの解析から、プレート間固着の推定と監視、短期スローイベントのGPSによる検出、長期スローイベントの新解釈など多くの成果が得られた。今年度は、50Hzサンプリングによる観測により2013年9月20日の福島県浜通り地震に伴う地震動を検出することに成功した(東京大学[課題番号：1404])。銭洲岩礁においてGPS観測を実施し、これまでに観測されたデータと合わせて再解析を行った。伊豆半島・銭洲岩礁の運動はPH(フィリピン海プレート)-AM(アムールプレート)の剛体運動とは異なり、PHとは独立した剛体の変位速度を有しており、IMP(伊豆マイクロプレート)の存在を支持した(図8)(名古屋大学[課題番号：1701])。

磁場3成分観測とデータ解析により、従来の全磁力観測では見られなかった地磁気の異常が繰り返し見いだされた。地磁気は数ヶ月規模で緩慢な減少と急激な回復という変化を繰り返し、これらが近傍の地震や長周期地震と同期していることが見いだされた。重力観測を御前崎と豊橋において継続して実施した。地殻流体の挙動を電磁気・重力の統合観測によって捉えることを目的としたモデル構築を行った(東京大学[課題番号：1404])。

精密制御震源によるモニタリングでは、中部・東海地方のHi-net及び大学の約100点の定常地震観測点の連続地震波形データを日々自動処理するシステムを構築した。Hi-net観測点の収録装置のサンプリング・クロックの精度と安定性についての評価を行い、ms以下の年周変化と地震に伴うステップ状の走時変化をより明瞭に認識できた。また、震源-観測点の走時の変化率に方位依存性が見いだされ、PHの沈み込みに伴うテクトニックな応力に起因する異方性である可能性を示唆した(名古屋大学[課題番号：1701])。

紀伊半島における陸域地震観測の解析を継続して進めた。臨時観測点に定常観測点を加えてレーバ関数解析による速度不連続面の2次元イメージングを行い、地震波走時トモグラフィにより紀伊半島下の深さ60kmまでのP波速度(V_p)、S波速度(V_s)の3次元構造と V_p/V_s の3次元分布を推定した。深部低周波イベントの発生域周辺では、 V_p 、 V_s とも低速度異常を示し、 V_p/V_s が比較的大きな値を取ることから、流体が存在することが示唆された。また、紀伊半島北西部の下部地殻に強い低速度異常域が見られ、下部地殻の低速度域から上昇する流体により上部地殻内で地震活動が非常に活発になっていることが示唆された(京都大学[課題番号：1801])。平成20年からの5カ年にわたり実施した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のデータには、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示唆された(図9)(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、紀伊半島と四国を対象に ALOS/PALSAR データの解析を継続して行った。電離層擾乱の影響を目視で除去した上で、GNSS の変位と比較して系統誤差を評価し補正した結果、おおむね GEONET の変位場に整合的な結果を得た(図11)(京都大学[課題番号:1801])。東海～四国にかけて水準測量と潮位を解析し、紀伊半島において1980年以降に Mw6.5以上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(気象庁[課題番号:7011])。四国周辺域(四国～紀伊半島、中国地方)での応力多重逆解法によって推定された不均質な応力場の特徴と GPS の速度場から求めたひずみ場の特徴が合致することがわかった(高知大学[課題番号:2101])。

これまでの課題と今後の展望

地震・火山噴火現象の解明と予測において、活動の長期定常的なモニタリングは最重要の項目であり、今計画に至るまで、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、特に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、観測データのリアルタイム処理あるいは逐次処理システムの開発と整備を進め、システムを高度化した。新たな観測技術やデータ処理手法が実際にモニタリング手法としてシステムに実装されるなど技術開発が着実に進展した。その結果、多くの科学的成果や新しい知見が得られた。

地震・火山現象のモニタリングの成果を現象の予測へとつなげるためにも、個別の研究課題を着実に進展させるばかりでなく、研究者・研究機関の連携をさらに進め、観測網のデータを交換・共有し最大限に活用することが必要である。データ交換・共有は地震や GPS 等のデータ流通として実現しているだけでなく、今計画でも、新たに地殻変動データの流通・公開システムや研究機関の共同研究といった試みが実現した。データ交換によってモニタリングの検知能力を向上させることが可能であることも明らかとなった。また、今計画では、プレート境界の構造や物性、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って、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められた。

東北地方太平洋沖地震により観測網やデータ収集システムも被災した。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、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、科学的に重要なデータを確実に取得するために、また、防災や減災に役立つ事前予測・即時予測の情報発信を行うために、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。特に、これまで観測が十分でなかった海域における連続データのリアルタイム収集が可能な観測網の構築とそれによるモニタリングは重要である。地震発生前とは異なる応力状態となったとされる日本列島において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科学的にも社会的にも重要である。

今後の課題として、モニタリングを長期安定して行うための技術開発と体制の整備を検討する必要があると考えられる。観測網の拡充によって観測データ量は増大し続けており、今後、かつてない大量の観測データを観測・収集・流通・解析・保存することになるが、これを有効に活用するには新しい発想によるデータの扱いと解析の自動化の検

討が必要である。また、インフラ化した観測網の維持管理、老朽化の対応や観測技術の継承など課題は多く、研究基盤を維持していく体制の整備が不可欠である。また、各種の観測データや科学的知見を、地震・火山現象の解明と理解、予測に向けた研究へとつなげていくために、研究者間で積極的に議論を進めていく必要がある。リアルタイムで送られてくる観測データを瞬時に処理・解析して即座に情報発信し、防災や減災に役立つ事前予測・即時予測のための技術開発や体制の整備が必要であるとともに、受け手を考慮した適切な情報発信のあり方などこれまでの科学的観点では扱えない社会的な観点を視野に入れる必要があるものと考えられる。

成果リスト

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

- Aizawa K., W. Kanda, Y. Ogawa, A. Yokoo, and M. Iguchi, 2009, Shallow resistivity changes of Sakurajima volcano from magnetotelluric continuous observation, CA 研究会2010 年論文集, 80.
- Akuhara, T., K. Mochizuki, K. Nakahigashi, T. Yamada, M. Shinohara, S. Sakai, T. Kanazawa, K. Uehira, 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., 40, 1306, doi:10. 1002/grl. 50223-1310.
- Fujie, G., S. Miura, S. Kodaira, Y. Kaneda, M. Shinohara, K., Mochizuki, T. Kanazawa, Y. Murai, R. Hino, T. Sato, and K. Uehira, 2013, Along-trench structural variation and seismic coupling in the northern Japan trench subduction zone, Earth Planets Space, 65(2), 75-83, doi:10. 5047/eps.2012.06.003.
- Hashimoto, M., 2013, Application of InSAR to the Detection of Interseismic Deformation of Subduction Zones:A Case Study of Southwest Japan, AGU 2013 Fall Meeting, G31A-0931.
- 長谷川嘉臣・岩切一宏, 2013, 地震波形を用いた震源過程解析による気象庁の断層すべり分布のスケーリング則, 日本地震学会2013年秋季大会, P3-65.
- Imai, M., T. Shibutani, K. Hirahara, S. Nakao, 2013, Structure around Philippine Sea slab beneath Kii Peninsula, Japan inferred from receiver function analyses, AGU 2013 Fall Meeting, DI33A-2230.
- 今井基博・澁谷拓郎・平原和朗・中尾節郎, 2013, レシーバ関数解析から推定された紀伊半島下のフィリピン海スラブ周辺の構造(2), 日本地震学会2013年秋季大会, P1-29.
- 伊藤弘志・鈴木 晃・小野寺健英・緒方克司, 2013, 西之島火山の地球科学的特徴, 日本火山学会講演予稿集, 90.
- 伊藤裕之・藤原博行・笹川啓・大野裕幸, 2013, 新型航空機SAR等の精度検証及びMMSによる道路更新用データ取得方法に関する研究(第2年次), 国土地理院平成24年度調査研究年報, 56-59.
- 岩渕 洋・笹原 昇・小野智三・伊藤弘志, 2014, 南方諸島海底火山の監視, 火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究成果報告書, (印刷中).
- 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, 2013, 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.

- 加藤照之, 2013, GPS: 次の“夢”に向けて～「GPS大学連合」の視点から～, 測地学会誌, 59(3), 87-97.
- Kato, T., A. Fujita, M. Satomura, R. Ikuta, and Y. Harada, 2013, Analysis of detailed crustal strains due to the dense GPS array in the Tokai region, central Japan, Abstract No.:S503PS.12, Joint Assembly IAHS-IAPS0-IASPEI.
- Katumata, K. and S. Sakai, 2013, 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.
- Kitagawa, Y. and N. Koizumi, 2013, Detection of short-term slow slip events along the Nankai Trough via groundwater observations, Geophys. Res. Lett., 40, 6079-6083, doi:10.1002/2013GL058322.
- 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, 77, 31-38.
- 小林昭夫, 2013, 水準測量と潮位による紀伊半島の地殻上下変動(1972~2009年), 地震2, 66, 15-25.
- Kobayashi, A., 2014, A Long-term Slow Slip Event from 1996 to 1997 in the Kii Channel, Japan, Earth, Planets and Space, 印刷中.
- Koizumi, N., 2013, Earthquake prediction research based on observation of groundwater --- Earthquake forecasting based on crustal deformation estimated from groundwater level change ---[Translation from Synthesiology, Vol. 6 No. 1, pp. 24-33(2013)], Synthesiology English Edition, 6, 1, 27-37.
- 國友孝洋, 2014, Hi-netデータによる走時変化計測の高精度化. 地震2.
- 森下遊・鈴木啓・小林知勝, 2013, 干渉SAR時系列解析による微小な変位量で進行する地盤変動監視の実用化へ向けて, 国土地理院時報, 124, 125-132.
- 中川茂樹・鶴岡弘, 2013, 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.
- 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, 2013, 地震波自動読み取りシステム—その性能評価, 日本地球惑星科学連合2013年大会.
- Ochi, T. and T. Kato, 2013, Depth extent of the long-term slow slip event in the Tokai district, central Japan: A new insight, J. Geophys. Res., 118, 1-14, doi:10.1002/jgrb.50355.
- 岡村盛司, 2013, 新しい日本重力基準網2011の公表について, 日本地球惑星科学連合2013年大会予稿集, S-GD22-P01.
- 小野智三・小山 薫・内田 徹・笹原 昇, 2013, 三宅島火山における航空磁気測量, 日本火山学会講演予稿集, 160.
- Panayotopoulos, Y., N. Hirata, H. Sato, A. Kato, K. Imanishi, Y. Kuwahara, I. Chou, T. Takeda, and Y. Asano, 2014, Investigating the role of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line towards the evolution of the Northern Fossa Magna rift basin, Tectonophysics, In Press 2014, Available online 29 December 2, 2013.
- 澁谷拓郎・今井基博・平原和朗・中尾節郎, 2013, 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(3), 日本地球惑星科学連合2013年大会, SSS26-08.
- 澁谷拓郎・今井基博・平原和朗・中尾節郎, 2013, 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(4), 日本地震学会2013年秋季大会.
- Shibutani, T., M. Imai, K. Hirahara, S. Nakao, 2013, 3D Seismic Velocity Structure Around Philippine Sea Slab Subducting Beneath Kii Peninsula, Japan, AGU 2013 Fall Meeting, DI33A-2229.
- Takagi, R., H. Nakahara, T. Kono, and T. Okada, 2014, Separating body and Rayleigh waves with cross terms of the cross-correlation tensor of ambient noise, J. Geophys. Res., doi: 10. 1002/2013JB010824.
- 高橋幸祐, 藤井郁子, 2013, 全磁力観測から推定される草津白根山の長期的な熱活動の推移, 日本火山学会2013年度秋季大会.
- 高橋幸祐, 松島喜雄, 高倉伸一, 山谷祐介, 有田真, 長町信吾, 大石雅之, 風早竜之介, 藤井郁子, 2014, AMT探査から推定される雌阿寒岳浅部の比抵抗構造, 平成25年度Conductivity Anomaly研究会.
- 高野智也, 地震波干渉法に基づく地球潮汐による地震波速度変化の検出, 2014, 東北大学修士論文.
- 棚田俊收・鶴川元雄, 2013, 防災科学技術研究所における火山防災研究の取り組み, 防災科学技術研究所資料, 380, 65-68.
- 田中愛幸・張新林・付広裕・菅野貴之・松本滋夫・古家正人・孫文科・大久保修平, 2012, 地震研究所彙報, 87, 1-6.
- 溜渕功史, 2013, パーティクルフィルタを利用した自動震源決定, 日本地球惑星連合2013年大会.
- ト部 卓・鷹野 澄・鶴岡 弘・中川茂樹, 2013, 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.
- Urai, M., 2014, Time series analysis of discolored seawater reflectance observed by Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 (AVNIR-2) at Fukutoku-Okonaba submarine volcano, Japan. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 269, 23-27.
- 碓井勇二・山内崇彦・瀬戸博巳, 2013, 気象庁におけるCMT解析の改良, 験震時報, 77, 39-45.
- 碓井勇二・山内崇彦, 2013, 気象庁における国内広帯域地震計を用いた自動Wphase解析, 験震時報, 77, 55-62.
- Yamamoto Y, K Obana, S. Kodaira, R. Hino, and M. Shinohara, 2014, Structural heterogeneities around the megathrust zone of the 2011 Tohoku earthquake from tomographic inversion of onshore and offshore seismic observations,, J. Geophys. Res., DOI: 10. 1002/2013JB010582.
- 山中雅之, 2013, 干渉SARによる効率的な火山監視手法の研究, 国土地理院平成24年度調査研究年報, 24-27.
- 山内崇彦・碓井勇二, 2013, 解析初期値の推定にグリッドサーチを用いた自動CMT解析, 験震時報, 77, 47-53.

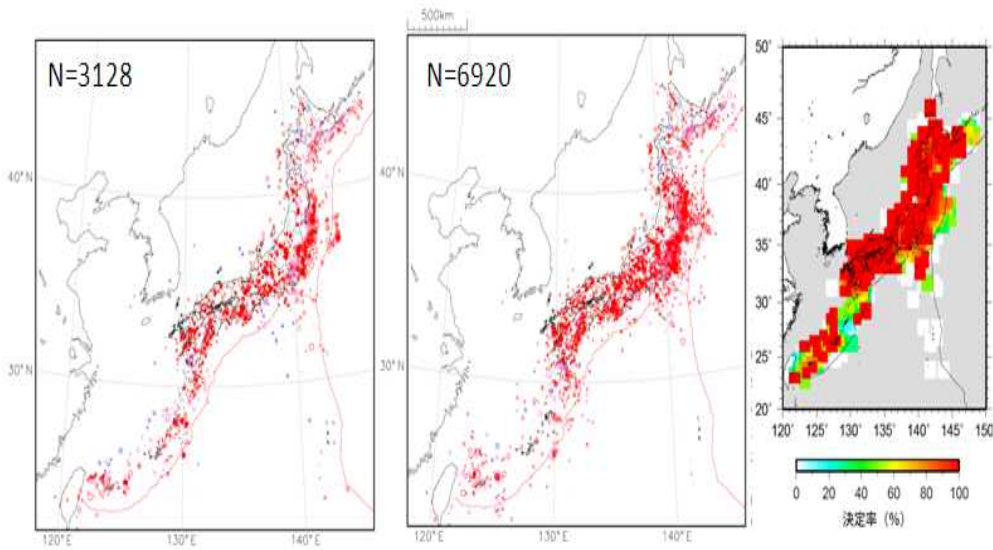


図1. 一元化震源とパーティクルフィルタ法による震源の比較 (気象庁 [課題番号: 7002])
 2013年12月1日～7日の一元化震源 (左)、パーティクルフィルタ法による震源 (中央) の震央分布と一元化震源に対するパーティクルフィルタ法の領域毎の震源決定率 (右)。震源決定率の分布において、青色は震源決定率が低いことを、赤色は高いことを示す。

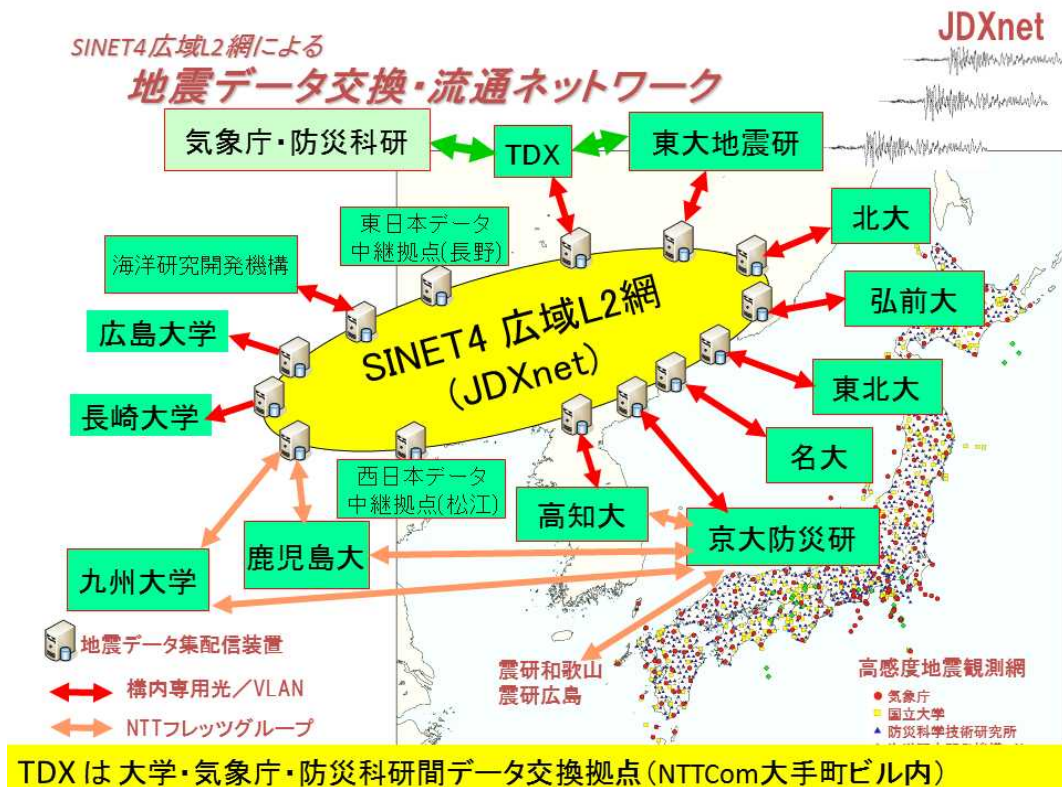


図2. SINET4によるJDXnetの概念図 (JGN-X部分は省略) (東京大学 [課題番号: 1401])

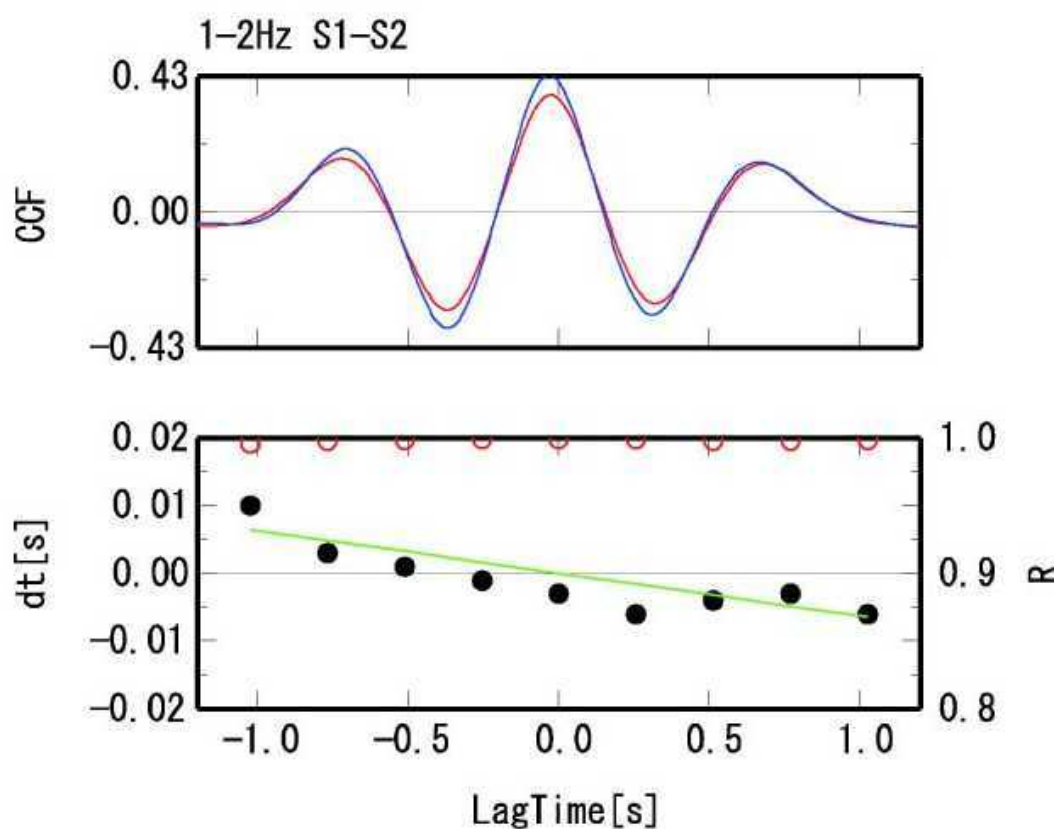


図 3. 岩手山北東山麓におけるアレイ観測データを用いた地球潮汐に伴う地震波速度変化検出の結果（東北大学 [課題番号：1201]）

上：地球潮汐による膨張時と収縮時の微動の相互相関関数（CCF）の比較（観測点 1 と観測点 2 のペア、周波数 1-2Hz）。赤が膨張時の CCF，青が収縮時の CCF。収縮時の方が位相が遅れているように見える。

下：黒丸は膨張時に対する収縮時の時間差のラグタイム依存性を示し、直線フィットの結果が緑線である。赤丸は相互相関係数を示す[高野，2014]。



図4.「西之島」活動状況（海上保安庁〔課題番号：8003〕）

左：空中写真。コックステールジェットが確認できる（平成25年11月20日）

右：熱計測結果。溶岩流の状況が確認できる（平成26年2月11日）

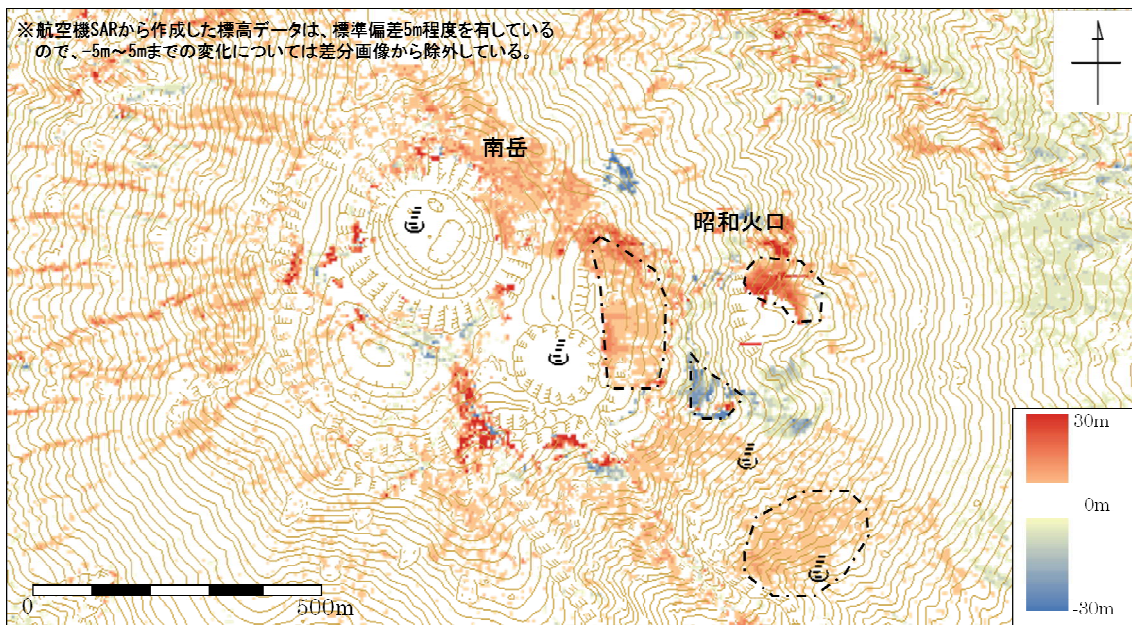


図5. 航空機SARで把握した桜島の火口付近の地形変化（国土地理院〔課題番号：6006〕）

航空機SARから作成した平成24年と平成25年の標高データを比較し、南岳東壁部、昭和火口北壁部、昭和火口南斜面に5m以上の変化が生じていることが確認できた。

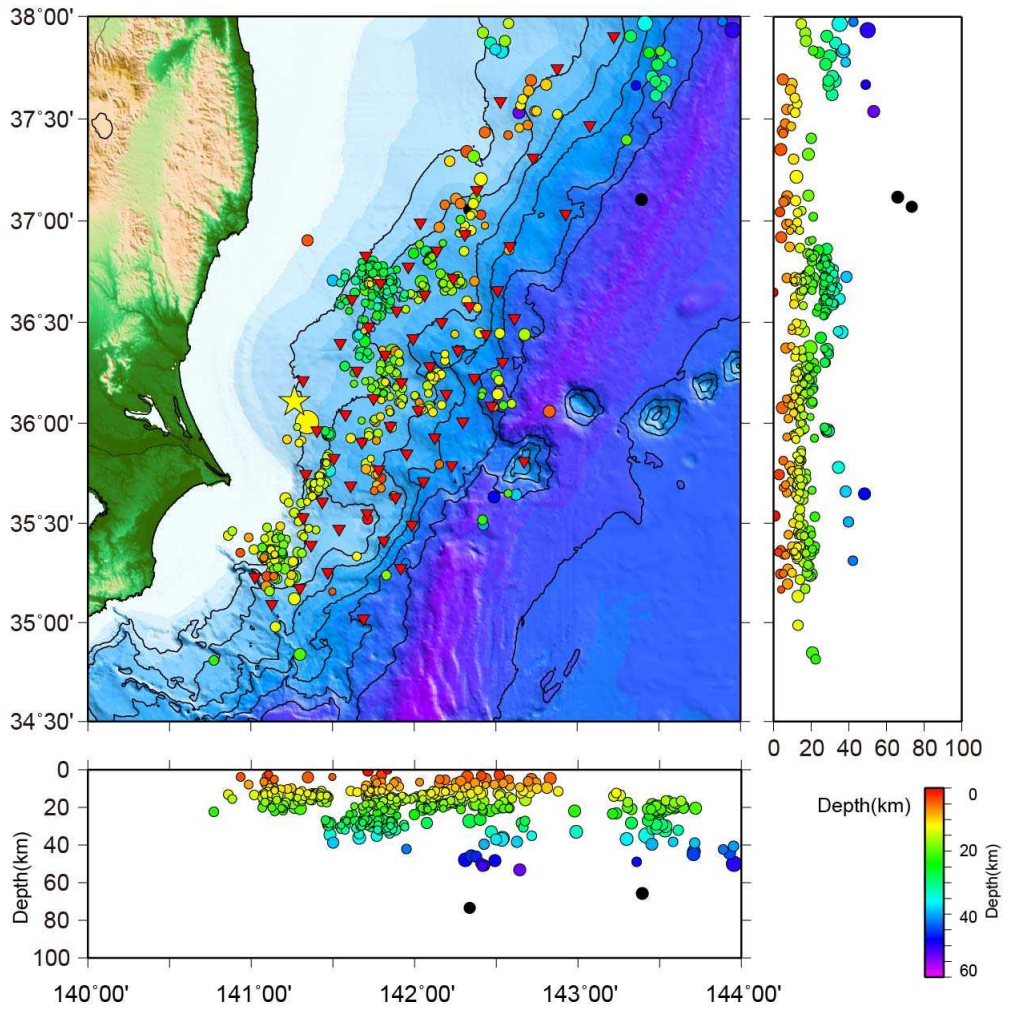


図 6 . 震源域南部における余震活動 (東京大学 [課題番号 : 1403])

2011 年 10 月から 2012 年 11 月上旬までの 1606 個の地震に対して震源決定を行い、水平方向で 5km、深さ方向で 3km 以下の誤差で 458 個の再決定震源を得た。

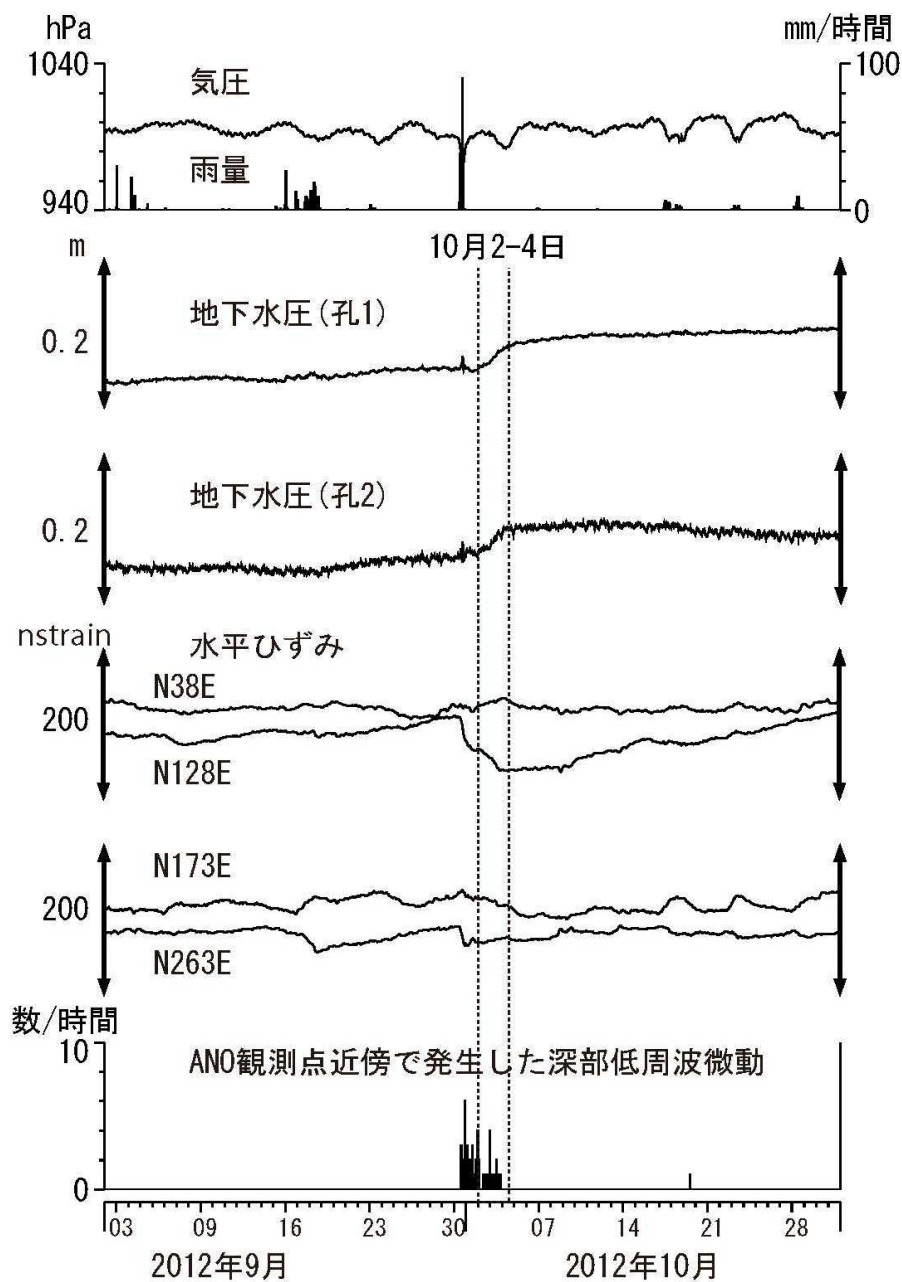


図 7. 2012年10月に三重県直下で発生した短期的ゆっくり滑りに伴う産総研のANO観測点（三重県津市）での地下水圧変化（産総研 [課題番号：5002]）

ANO観測点には観測井戸が3つあり、その内の孔1(ストレーナ深さ：499-514m)と孔2(ストレーナ深さ：196-209m)で地下水圧が10月2-4日に顕著に変化した。孔1と孔2は地下水位が地表より上に来るので孔を密閉して水圧で測定を行なっている。水平ひずみのnstrainは 10^{-9} のひずみを意味する。N38Eは北から東まわりに38度回転した方向という意味。地下水圧と水平ひずみは潮汐・気圧・影響を除去してある。地下水圧についてはさらに降雨の影響も除去してある (Kitagawa and Koizumi, 2013)。

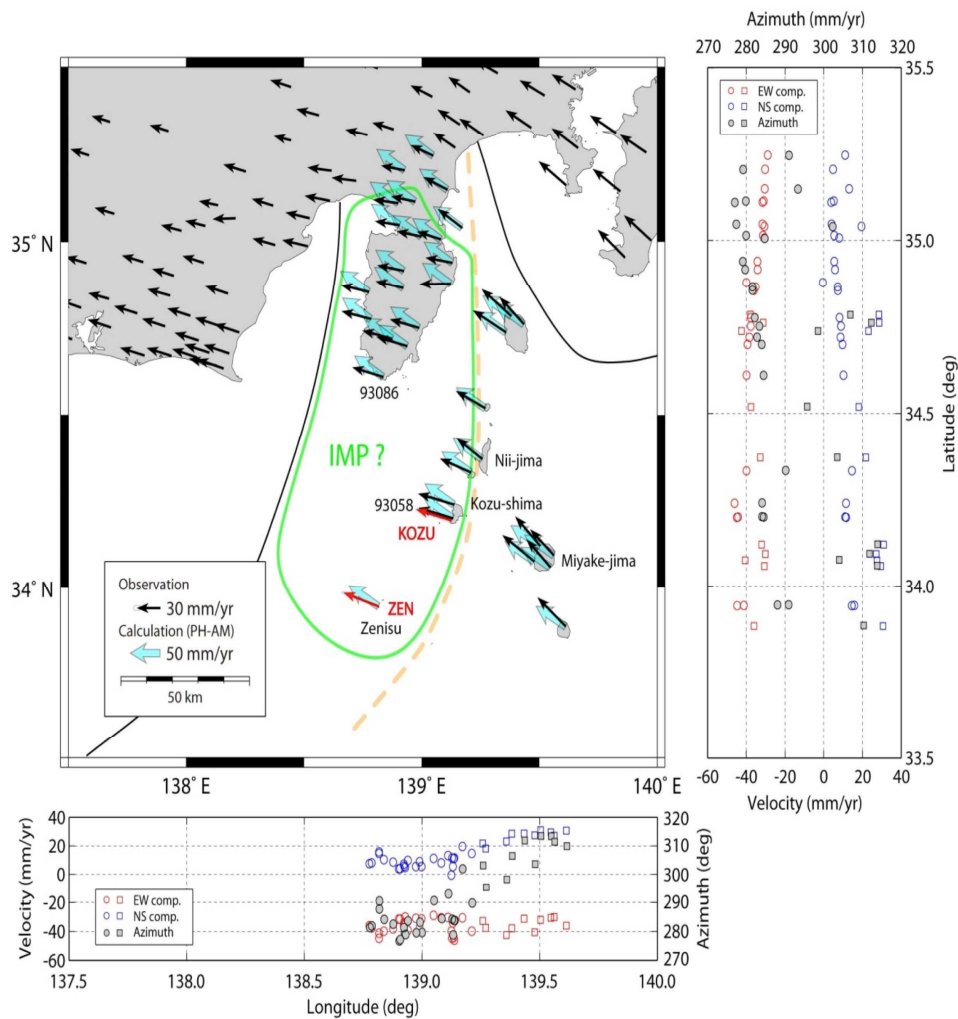


図 8. AM準拠の速度場とPH-AMの剛体運動（名古屋大学 [課題番号：1701]）

変位速度の推定期間は2004年5月31日より2010年8月25日。黒・赤矢印でAMに対する変位速度を、Sella et al. (2002) のオイラーベクトルより計算されるPH-AMの剛体運動を水色太矢印で示した。橙色の破線はNishimura (2011) によって示されたPHとIMPの境界を示す。緑線で囲んだ領域をIMPと仮定し、その領域内の20観測点の速度ベクトルを用いてIMP-AMの剛体運動を推定した。観測値の速度成分および速度の方位角の経度・緯度方向の変化には伊豆半島および伊豆諸島の観測点データを用いた。それぞれ、赤・青・灰色の丸はIMP境界より西部に位置する観測点データを、赤・青・灰色の四角はIMP境界より東部に位置する観測点データであることを示す。

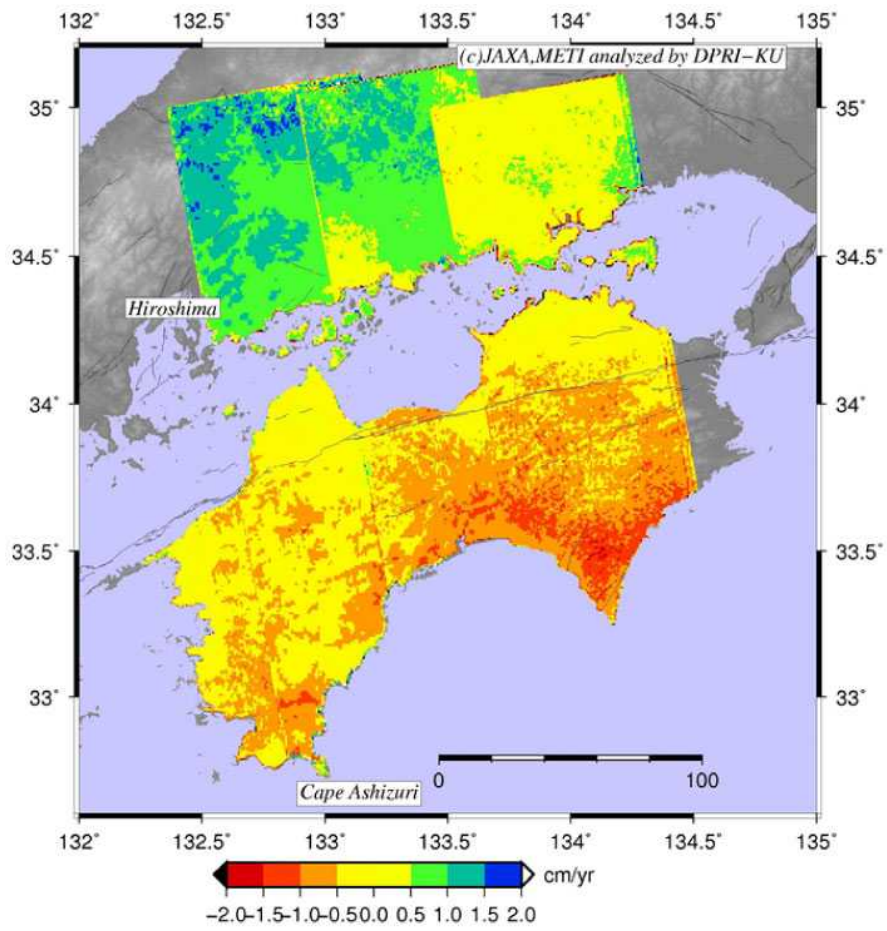


図 9 . GEONET変位を用いて補正したスタッキング干渉画像 (京都大学 [課題番号 : 1801])
東からパス417～420。