

## 1 (8) データベースとデータ流通

「データベース・データ流通」計画推進部会長 鶴岡 弘（東京大学地震研究所）  
副部会長 大見士郎（京都大学防災研究所）

データベースおよびデータ流通は、本計画を実行して行く上での、多点・多項目の観測データを安定的かつ継続して生産し、それらの連続データをリアルタイムで流通させる研究基盤の運用・維持・管理を実現している。また、観測データ解析アルゴリズムの高度化も継続して実施している。さらに、研究成果をコミュニティで効率的に共有するシステム開発についても平成28年度に引き続いて実施した。

## 2. 平成29年度成果の概観

以下、平成29年度の主な成果について概観する。

### 1. 地震・火山現象の解明のための研究

#### (1) 低頻度大規模地震・火山現象の解明

気象庁により、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50火山について、地震計、空振計、GNSS等の観測データを常時収集し、解析を行い、蓄積した。全国の火山について、地震観測、GNSS繰り返し観測、熱観測等の調査的な機動観測により得られた観測データを蓄積した。平成29年度に噴火が発生した草津白根山、霧島山（新燃岳）及び桜島のほか、火山活動の高まりがみられた蔵王山、霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）において、緊急観測により収集した火山活動の詳細なデータを解析し、蓄積した。これらのデータ蓄積にあたって、今後の活火山総覧の改訂に活用できるようにデータベース化を行った[課題番号7001]。産業技術総合研究所においては、三重県の一部（津市）、および高知県の一部（南国市、四万十町）について地質柱状図のデータを整備した[課題番号5001]。全国に分布する活断層のうち、大地震の震源となる可能性が高い長さ10km以上の活断層について、これまでの調査情報・研究成果のデータ化とそれぞれの活断層のパラメータに関する情報を整備するとともに、背景地図の多様化と活断層線および調査地点情報の検索方法の修正を行った[課題番号5002]。さらに、監視・観測体制の充実が必要な活火山の地質図整備では、八丈島火山の地質図に関して、陸域と海域を統合する形でとりまとめ印刷中とした。火山地質図作成のため、恵山及び日光白根火山では新たにトレンチ掘削を含めた調査を行い、御嶽火山では引き続き噴火履歴調査を実施した。阿蘇火山・始良火山のカルデラ形成期噴火に至る噴火履歴の詳細化のため、噴出物の分布・層序調査および岩石学的分析を行い、阿蘇カルデラにおいては複数の大規模噴火の間の噴火様式やマグマ組成の変化を解析した。また始良カルデラでは大規模火砕流噴出に至る火道拡大過程の復元を行った。屈斜路カルデラ・摩周カルデラなどの大規模火砕流堆積物の噴出量の再検討をGISを用いて行なった[課題番号5003]。

#### (5) 火山現象のモデル化

海上保安庁においては、海上保安庁のGPS観測点において通年の観測を実施し、得られ

た結果について地震調査委員会，地震予知連絡会及び火山噴火予知連絡会に報告した[課題番号 8004] (図 1)。

#### 4. 研究を推進するための体制の整備

##### (2) 研究基盤の開発・整備

気象庁により，全国地震カタログの作成が実施されているが，海域の地震観測網に対応するため，地震調査委員会の「高感度地震観測データの処理方法の改善に関する小委員会」に海底地震計のデータを用いた震源決定手法の改善に関する資料を提出し，議論を行った。平成 28 年(2016 年)熊本地震の一連の地震活動は非常に活発であったため，M1.7 以上の地震について優先的に処理を行っていたが，M1.7 未満の地震については，溜淵(2017)の波形相関の方法を用いて効率的に処理し，簡易的な確認を行った上で，一元化震源に登録した。さらに，深部低周波地震の自動決定を行うべく，Matched Filter(MF)法を西南日本の南海トラフ沿いで広範に発生する低周波地震に適用し，MF 法によるイベント検出及び震源決定能力について検討を行い，平成 29 年度末から MF 法を用いた深部低周波地震の自動震源決定の運用を開始した。気象庁で解析した国内地震の震源過程解析結果のデジタルデータについて，統一されたフォーマットにて気象庁HPにて公開した。また，過去震源の改訂については，1976 年 7 月～12 月について大学等の検測値を取り込んだ総合的な地震カタログを作成した[課題番号 7019]。地震観測，地殻変動観測，潮位観測，全国の火山観測が継続的に進められた。潮位データの伝送においては二重化(衛星回線によるバックアップ)や，予備電源による稼働時間の長時間化(72 時間以上)が平成 28 年度までに実施され，平成 29 年度においては光回線への変更計画を策定した[課題番号 7014, 7015, 7016, 7017]。柿岡，女満別，鹿屋，父島の 4 地点に，祓川を加えた 5 観測点における地磁気 4 成分連続観測データを，月毎に地磁気観測所データベースに登録し，公開した。さらに，過去の紙媒体による地磁気アナログデータをスキャナでデジタル画像に変換し，計算機で利用可能な高時間分解能のデジタルデータに変換し，データベースに登録して公開した[課題番号 7018]。国土地理院により，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実施した。地震については，東北地方太平洋沖地震後の継続的な余効変動，6 月 20 日に豊後水道で発生した地震，6 月 25 日に長野県南部で発生した地震，7 月 1 日に胆振地方中東部で発生した地震，7 月 2 日に熊本県阿蘇地方で発生した地震，7 月 11 日に鹿児島湾で発生した地震，9 月 8 日に秋田県内陸南部で発生した地震，10 月 6 日に福島県沖で発生した地震に伴う非定常的な地殻変動の有無を確認した。火山についても，硫黄島，桜島周辺等における火山活動に伴う地殻変動を検出する等，防災や地震発生・火山活動のメカニズムに関する研究等に寄与した。また，これらのモニタリング結果は，速やかにホームページ等で公表するとともに，地震調査委員会，火山噴火予知連絡会等に報告した[課題番号 6005]。全国 25 験潮場の潮位連続観測を安定的に実施するため，定期的な保守および監視を実施するとともに，これらの観測データを引き続きホームページで公開した。また，防災情報の発信への活用のため，関係機関と潮位データの共有化を進めた[課題番号 6006]。国土地理院が公開する GNSS 連続観測データに関する所在情報を，引き続きホームページから公開した。最新の地殻変動等の観測結果(GNSS，準測量，潮位観測)を地殻活動総合解析シス

テムのデータベースに追加した。また、システムの操作性の向上を図るための地図表示機能の改良等を行った[課題番号 6011]。精密単独測位法を用いた電子基準点リアルタイム解析のプロトタイプシステムを構築し、安定的に高精度(水平のばらつきが2cm以下)でリアルタイム解析ができることを確認した。また、電子基準点と他機関が保有するGNSS観測点について、精密単独測位法を用いた後処理キネマティック解析を行うシステムを構築した[課題番号 6012]。また、重力測量については、南海・東南海地域を含む全国で基準重力1点の絶対重力観測、一等重力点等98点で相対重力観測を実施し、日本重力基準網に準じた重力値を得るとともに、重力値の時間的な変化を把握した。過去に整備した二等重力データ(約14,000点)の日本重力基準網2016への整合を図るため、必要な観測や整合手法の検討を実施した。地磁気測量については、鹿野山測地観測所、水沢測地観測所、江刺観測場及び全国11点の地磁気連続観測点で地磁気連続観測を実施した。また、地磁気連続観測点10点及び一・二等磁気点4点で地磁気絶対観測等を実施し、日本全国の地磁気の時間変化及び地理的分布を把握した。さらに、富士山中腹において、全磁力の連続観測を実施した[課題番号 6007]。ALOS-2のSARデータを用いて北方四島を含む国土全域を対象にSAR干渉解析を行い、国内の火山や海外で発生した地震において変動を検出した。雌阿寒岳・雄阿寒岳では、2016年10月～2017年5月の異なる方向からのSAR干渉画像とGEONETデータを用いて、地下膨張源モデルを作成した[課題番号 6008]。干渉SAR時系列解析をGUI操作で行うソフトウェアの改造を実施し、位相最適化処理や3Dアンラップ機能等を実装した。また、Range Split - spectrum法による電離層起因の誤差を低減処理する機能を開発した。さらに、位相最適化処理を組み込んだ干渉SAR時系列解析をCバンドデータに適用し、非都市域における効果を確認した[課題番号 6013]。火山基本図「西之島」「弥陀ヶ原」「霧島山」「口永良部島」「鳥海山」「吾妻山」の数値データを整備した[課題番号 6009]。平成28年度に調査を実施した屏風山恵那山断層帯及び猿投山断層帯とその周辺「中津川」「恵那」、鈴鹿西縁断層帯とその周辺「彦根東部」「御在所山」、別府一万年山断層帯とその周辺「豊岡」、布田川・日奈久断層帯とその周辺「阿蘇」「熊本改訂版」7面を整備・公開及び、糸魚川-静岡構造線断層帯北部、濃尾断層帯、山田断層帯北部、布田川・日奈久断層帯北部、布田川・日奈久断層帯南部の調査を実施した[課題番号 6010]。海上保安庁においては、国土交通省水管理・国土保全局及び港湾局、国土地理院、気象庁と連携し、インターネットによるリアルタイム験潮データの公開を引き続き実施した[課題番号 8005]。また、沿岸海域での海底地形の調査を実施した[課題番号 8006]。防災科学技術研究所においては、高感度地震観測網(Hi-net)・広帯域観測網(F-net)・強震観測網(KiK-net, K-NET)の陸域の基盤的地震観測網を安定的に運用した。これらの良質な地震等の観測データの流通を図り、関係機関における研究、その他の業務の遂行や国の地震調査研究の発展に貢献した。さらに日本海溝海底地震津波観測網(S-net)の日本海溝軸外側の25観測点の試験運用を開始し、気象庁へのデータ配信も始めた。これにより、S-netは全150観測点での試験運用並びに気象庁へのデータ配信が行われることとなった。平成28年度に海洋研究開発機構から移管された地震・津波観測監視システム(DONET)については、防災科研つくば本所のデータセンターにて、波形の蓄積、品質確認を行う体制を整えた。観測網の機能を向上させるため昨年度から引き続き残り9点の地震計筐体の埋設作業を実施し、埋設作業を完了させた。データの品質確認を行った後、

DONET2の強震計及び広帯域地震計の観測データについても地震観測網データダウンロードページより公開を開始した。これらを併せて、陸海統合地震火山津波観測網(MOWALS)統合処理体制の基盤を構築するとともに、今後の利活用を発展させる準備を整えた。さらに、東京大学地震研究所により整備された首都圏地震観測網(MeSO-net)が平成29年4月1日から防災科研に移管され、運用を開始した。重点的に観測を強化すべき火山に整備した基盤的火山観測網(V-net)について、故障、老朽化した観測機器の更新を行い安定運用に努め、観測データの大学や気象庁への流通を図り、関係機関の研究や火山監視業務等に貢献した。これらの防災科研の地震・火山観測網及び大学・気象庁等の関係機関により得られた波形データを定常的に蓄積し、防災科研のホームページから公開した[課題番号3004]。産業技術総合研究所は、東アジア地域地震火山災害情報図の作成し、2016年5月より出版している。この災害情報図には、完新世火山の分布、大規模火山噴火(VEI6以上)の噴火による降下テフラ分布域、主要カルデラの位置、大規模火砕流の分布、大規模火山噴火による犠牲者数、M6以上の地震の震源分布、大規模地震の震源域、主要活断層の分布、大規模津波の分布、津波の最大到達高度、地震の犠牲者数やその要因等がまとめられている。平成29年度においては、これらのデータの数値化(GIS化)を進め、アジア太平洋地域地震火山ハザード情報システム上で閲覧検索ができるように整備を行った[課題番号5009](図2)。

東京大学地震研究所において、データ蓄積機能を包含するデータ流通システムの開発を行い、安定的運用が可能であることを確認した。長期連続データ解析のための大規模解析システムにおいては、過去の地震波形データの保存をさらに進めた[課題番号1518]。研究成果共有サーバにおいて、データ共有のためのオープンプラットフォームのowncloudを実装した[課題番号1519](図3)。北海道大学においては、GNSSデータ流通公開保存管理システムの本体の開発を継続した。平成29年度においては、観測点諸元情報管理機能、観測データ管理機能、リアルタイムデータ受配信蓄積解析機能の実装を行った[課題番号1007](図4)。京都大学防災研究所においては、阿蘇の火山研究センターで保管されているウィーヘルト地震計の1936年～1945年に記録された煤書き記録305枚をスキャンして、ハードディスクに格納した[課題番号1915]。

### これまでの課題と今後の展望

データ・データ流通部会における課題は、(1)各研究機関において蓄積されているそれぞれのデータおよびデータベースを有機的に統合化すること(2)研究成果共有システムの開発(3)安定かつ多点・多項目連続データのリアルタイム集配信システムの基盤整備(4)新たな情報技術等に対応したデータ解析プラットフォームの構築などがある。特に(4)についてはオープンデータ、オープンサイエンスがキーワードとなるが、本計画においては慎重に取り組む必要があると考えられる。特に本計画で取得したデータのデータ公開ポリシーの策定を急ぐ必要がある。また、(3)については、火山のデータ流通を効率的に進めるために必要な体制を強化する点が、今後の課題である。

基礎データベースの構築は着実に進んでいるので、それらを効率的に解析できる情報基盤の整備が今後ますます必要になると考えられる。そのためには、データベースと高速計算機環境が高速のネットワークで結合された研究基盤を構築する必要がある。いずれにし

てもデータベースの構築やデータ流通環境を構築・維持していくためには、時間とコストが必要である。効率化と共有化を図っていくことを様々な側面から検討していくことが今後の展望である。

## 成果リスト

- 高橋浩晃・日本地殻活動科学連合, 地殻変動連続観測/GNSS等のデータ流通の現状と今後, 日本測地学会第128回講演予稿集, S3, 2017.
- Kubota, T., T. Saito, W. Suzuki, and R. Hino, 2017, Estimation of Seismic Centroid Moment Tensor Using Ocean Bottom Pressure Gauges as Seismometers *Geophysical Research Letters*, 44, 10907 - 10915, doi: 10.1002/2017GL075386.
- Matsubara, M., H. Sato, K. Uehira, M. Mochizuki, and T. Kanazawa, 2017a, Three-dimensional seismic velocity structure beneath Japanese Islands and surroundings based on NIED seismic networks using both inland and offshore events, *Journal of Disaster Research*, 12, 844-857.
- Matsubara, M., H. Sato, T. Ishiyama and A. D. Van Horne, 2017b, Configuration of the Moho discontinuity beneath the Japanese Islands derived from three-dimensional seismic tomography, *Tectonophysics*, 710-711, 97-107.
- Miyoshi, T., Masayuki Obayashi, Daniel Peter, Yoko Tono and Seiji Tsuboi, 2017, Adjoint tomography of the crust and upper mantle structure beneath the Kanto region using broadband seismograms, *Progress in Earth and Planetary Science*, 4, 29, DOI 10.1186/s40645-017-0143-8.
- Shiomi, K., 2017, Dissimilar receiver functions observed at very close stations in the Kii Peninsula, central Japan: features and causes, *Earth, Planets and Space*, 69, 48- doi:10.1186/s40623-017-0631-5.
- Takahashi, N., K. Imai, M. Ishibashi, K. Sueki, R. Obayashi, T. Tanabe, F. Tamazawa, T. Baba and Y. Kaneda, 2017, Real-time tsunami prediction system using DONET, *J. Disaster Research*, 12, 4, 766-774.
- Takemura, S., M. Kobayashi and K. Yoshimoto, 2017, High-frequency seismic wave propagation within the heterogeneous crust: Effects of seismic scattering and intrinsic attenuation on ground motion modelling, *Geophys. J. Int.*, 210 (3), 1806-1822, doi:10.1093/gji/ggx269 <https://doi.org/10.1093/gji/ggx269>
- Yano, T. E., T. Takeda, M. Matsubara and K. Shiomi, 2017a, Effect of newly refined hypocenter locations on the seismic activity recorded during the 2016 Kumamoto Earthquake sequence, *Earth, Planets and Space*, 69, 74.
- Yano, T. E., T. Takeda, M. Matsubara and K. Shiomi, 2017b, Japan unified high-resolution relocated catalog for earthquakes (JUICE): Crustal seismicity beneath the Japanese Islands, *Tectonophysics*, 702, 19-28, doi:10.1016/j.tecto.2017.02.017.
- Emoto, K., T. Saito and K. Shiomi, 2017, Statistical parameters of random heterogeneity estimated by analysing coda waves based on finite difference method, *Geophysical Journal International*, 211, 1575-1584-doi: 10.1093/gji/ggx387.
- Ishiyama T., H. Sato, N. Kato, S. Koshiya, S. Abe, K. Shiraishi, and M. Matsubara, 2017,

- Configuration of the Moho discontinuity beneath the Japanese Islands derived from three-dimensional seismic tomography, *Tectonophysics*, 710-711, 21-36.
- Kono, A., T. Sato, M. Shinohara, K. Mochizuki, T. Yamada, K. Uehira, T. Shinbo, Y. Machida, R. Hino, R. Azuma, 2017, Geometry and spatial variations of seismic reflection intensity of the upper surface of the Philippine Sea plate off the Boso Peninsula, Japan, *Tectonophysics*, 709, 44-54.
- Maeda, T., S. Takemura and T. Furumura, 2017, OpenSWPC: An open-source integrated parallel simulation code for modeling seismic wave propagation in 3D heterogeneous viscoelastic media, *Earth Planets Space*, 69:102, doi:10.1186/s40623-017-0687-2.
- Saade, M., J.P. Montagner, P. Roux, K. Shiomi, B. Enescu, and F. Brenguier, 2017, Monitoring of seismic anisotropy at the time of the 2008 Iwate-Miyagi (Japan) earthquake, *Geophysical Journal International*, 211, 483-497-doi:10.1093/gji/ggx321.
- 吾妻 崇, 2017, 講座「地盤に刻まれた巨大地震の痕跡 7. 活断層データベースとその活用」. *地盤工学会誌*, 65(9), 2-9.
- Takarada, S. (2017) The Volcanic Hazards Assessment Support System for the Online Hazard Assessment and Risk Mitigation of Quaternary Volcanoes in the World. *Front. Earth Sci.* 5:102. doi: 10.3389/feart.2017.00102.
- 宝田晋治 (2017) G-EVER 火山災害予測支援システムによる火山重力流と降下テフラのハザード評価. *Proceedings of the International Meeting on Eruption History and Informatics*, 2017-1, 44-54.
- 高橋伸也・菅原安宏・矢萩智裕, 2017, 偏角 (予測値) 計算手法の構築, 2017 年度 CA 研究会論文集
- Kobayashi, T., Y. Morishita and H. Yarai, SAR-revealed slip partitioning on a bending fault plane for the 2014 Northern Nagano earthquake at the northern Itoigawa-Shizuoka tectonic line, *Tectonophysics*, in press, doi:10.1016/j.tecto.2017.12.001.
- Fujiwara, S., Y. Morishita, T. Nakano, T. Kobayashi, and H. Yarai (2017), Non-tectonic liquefaction-induced large surface displacements in the Aso Valley, Japan, caused by the 2016 Kumamoto earthquake, revealed by ALOS-2 SAR, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 474, 457-465, doi:10.1016/j.epsl.2017.07.001.
- Fujiwara, S., M. Murakami, T. Nishimura, M. Tobita, H. Yarai, and T. Kobayashi (2017), Volcanic deformation of Atosanupuri volcanic complex in the Kussharo caldera, Japan, from 1993 to 2016 revealed by JERS-1, ALOS, and ALOS-2 radar interferometry, *Earth Planets Space*, 69: 78, doi:10.1186/s40623-017-0662-y.
- Kobayashi, T., H. Yarai, Y. Morishita, S. Kawamoto, S. Fujiwara and T. Nakano (2017), Detailed ground surface displacement and fault ruptures of the 2016 Kumamoto Earthquake Sequence revealed by SAR and GNSS data, in *Proc. 11th UJNR 2016*, California, 31-32, doi:10.3133/ofr20171133.
- Fujiwara, S., H. Yarai, T. Kobayashi, Y. Morishita, T. Nakano, B. Miyahara, H. Nakai, Y. Miura, H. Ueshiba, Y. Kakiage and H. Une, Small (2017) Small displacement surface linear ruptures of the 2016 Kumamoto Earthquake Sequence detected by ALOS-2 SAR interferometry, in

- Proc. 11th UJNR 2016, California, 33-34, doi:10.3133/ofr20171133.
- Kobayashi, T. (2017), Earthquake Rupture Properties of the 2016 Kumamoto Earthquake Foreshocks (Mj 6.5 and Mj 6.4) Revealed by Conventional and Multiple-aperture InSAR, in Proc. 11th UJNR 2016, California, 131-132, doi:10.3133/ofr20171133.
- Wakasugi, T., M. Umei, T. Toyoda, M. Ishimoto, R. Kawabata and B. Miyahara, 2017, VGOS Development for Ishioka 13-m Antenna, Proceedings of the 23rd European VLBI Group for Geodesy and Astrometry Working Meeting, 84-87, ISBN: 978-91-88041-10-4.
- 仲井博之・三浦優司・山下達也・攪上泰亮・宮原伐折羅・島崎久実・菅富美男・小林知勝・中埜貴元・宇根寛・吉田一希・飯村元紀, GEONET 及び SAR 干渉解析による茨城県北部の地震に伴う地殻変動と地表変形, 国土地理院時報, 129, 印刷中.
- 宗包浩志, 2017, 電子基準点精密単独測位キネマティック解析プロトタイプシステムの構築, 国土地理院時報, 129 (印刷中)
- 宗包浩志, 2018, キネマティック GNSS 時系列に含まれる微小信号の抽出, 測地学会誌 (印刷中)
- Munekane, H., 2018, A GNSS Kinematic Analysis System for Japanese GEONET Stations, Journal of Disaster Research (in press)
- Kawamoto, S., Y. Ohta, Y. Hiyama, M. Todoriki, T. Nishimura, T. Furuya, Y. Sato, T. Yahagi, and K. Miyagawa, 2017, REGARD: A new GNSS-based real-time finite fault modeling system for GEONET, J. Geophys. Res. Solid Earth, 122, 1324-1349, doi:10.1002/2016JB013485.
- 川元智司, 2017, GNSS の GGOS への貢献と今後の展望, 測地学会誌, 63 (印刷中)
- Kawamoto, S., N. Takamatsu, S. Abe, K. Miyagawa, Y. Ohta, M. Todoriki, and T. Nishimura, 2018, Real-time GNSS analysis system REGARD: an overview and recent results, Journal of Disaster Research (in press)
- 溜瀧功史, 2017, 波形相関による自動震源分類の効率化, 験震時報, 81:6.
- 森脇 健, 2017, Matched Filter 法を用いた西南日本の深部低周波地震の自動検出, 験震時報, 81:3.

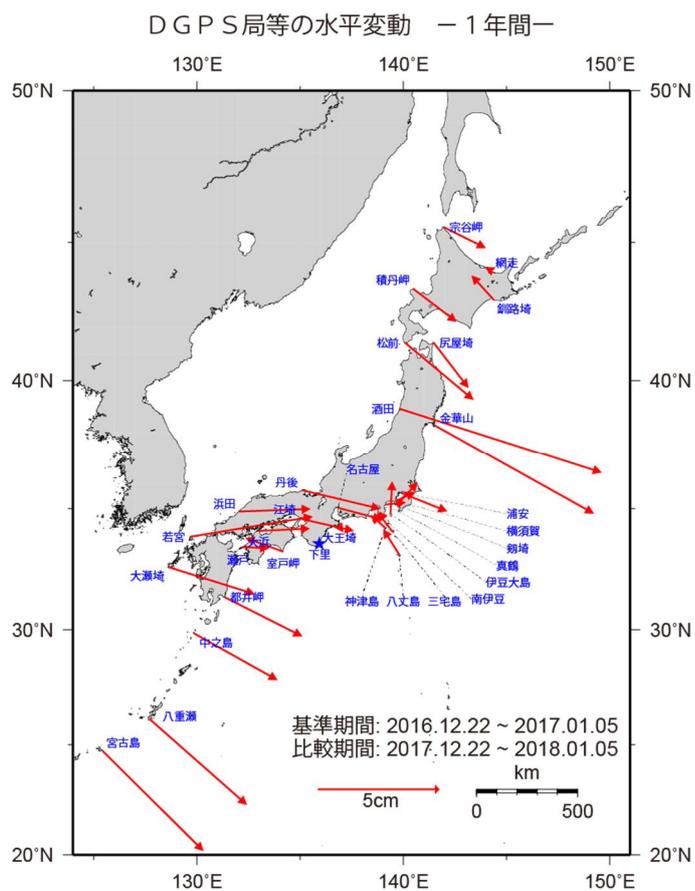


図 1. DGPS 局等の GPS 連続観測から推定された水平変位の分布（下里局固定）。海上保安庁 「課題番号 8004」

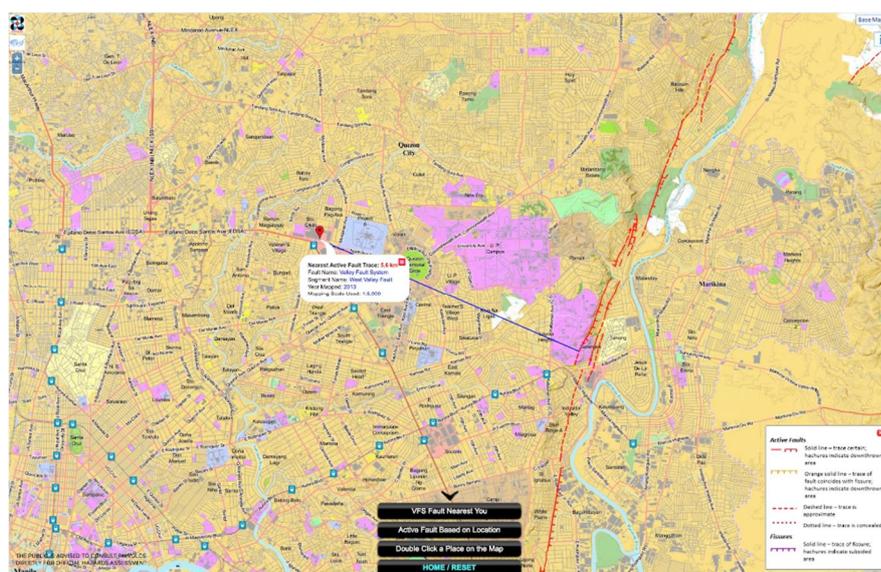


図 2. PHIVOLCS FaultFinder。 産業技術総合研究所「課題番号 5009」

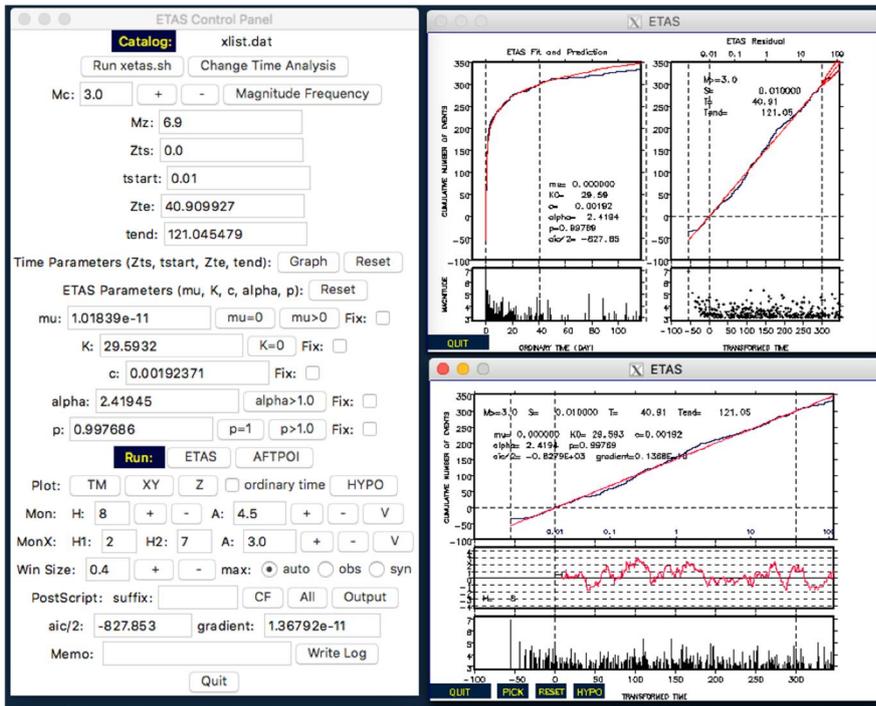


図 3. 地震活動解析アプリ XETAS の実行画面。東京大学地震研究所「課題番号 1519」

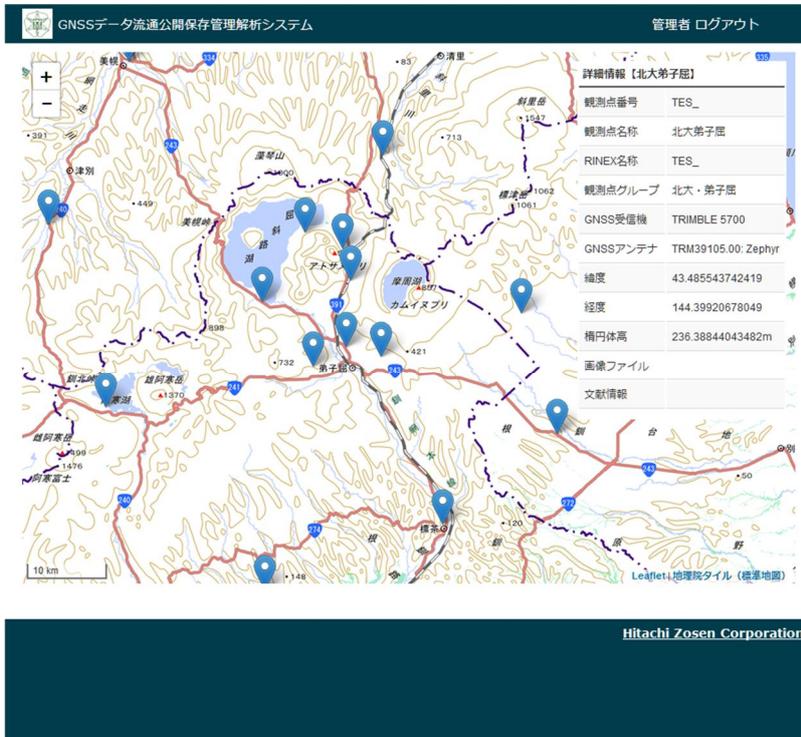


図 4. GNSS データ流通公開保存管理システム。北海道大学「課題番号 1007」