

災害軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 平成29年度年次報告

国土交通省 国土地理院

- 6001 内陸の地殻活動の発生・準備過程の解明
 - 6002 火山地域のマグマ供給系のモデリング
 - 6003 プレート境界面上の滑りと固着の時空間変化の広域的な把握
 - 6004 GNSSを用いた震源メカニズム即時推定技術の開発
 - 6005 GNSS連続観測(GEONET)
 - 6006 地形地殻変動観測
 - 6007 物理測地観測
 - 6008 宇宙測地技術による地殻変動監視
 - 6009 火山基本図・火山土地条件図整備
 - 6010 都市圏活断層図整備
 - 6011 地殻活動データベース整備・更新
 - 6012 GNSS観測・解析技術の高度化
 - 6013 SAR観測・解析技術の高度化
- 地震予知連絡会

次世代GNSSへの対応

次世代GNSSへの対応を図るため、Galileo対応の受信装置への更新を実施。

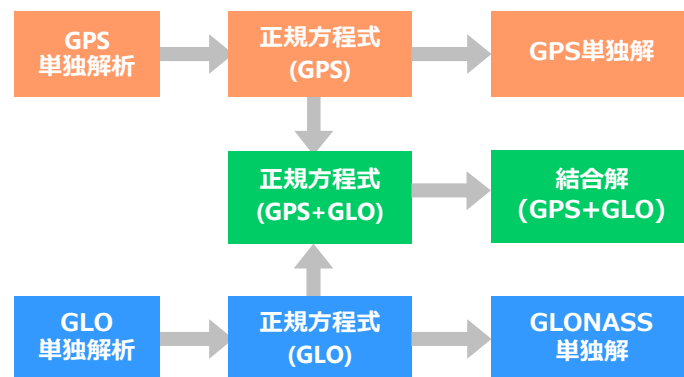
平成29年度は約200点で更新作業を行い、全国のほぼ全点で更新を完了した。

新解析戦略(F4)の検討

現行の解析戦略(F3)は2009年に運用開始している。それ以降、解析ソフトウェアのバージョンアップやGPS以外のGNSSの運用開始等の環境の変化があり、それらに対応した新たな解析戦略を検討。

新解析戦略(F4)の概要

- マルチGNSS解析を実施
 - GPS単独解, GLONASS単独解, 結合解
- 解析座標系の更新
 - ITRF2014への対応
- 解析ソフトウェアの更新
 - Bernese 5.2の使用
 - 大気モデルにVMFが使用可能に

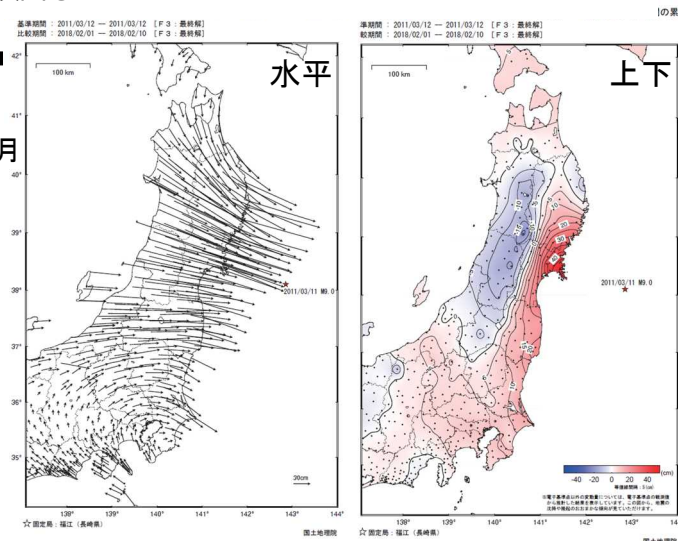


GEONETによる地殻変動モニタリング

東北地方太平洋沖地震の余効変動、硫黄島や霧島山新燃岳の火山活動に伴う地殻変動などを検出した。

東北地方太平洋沖地震の余効変動

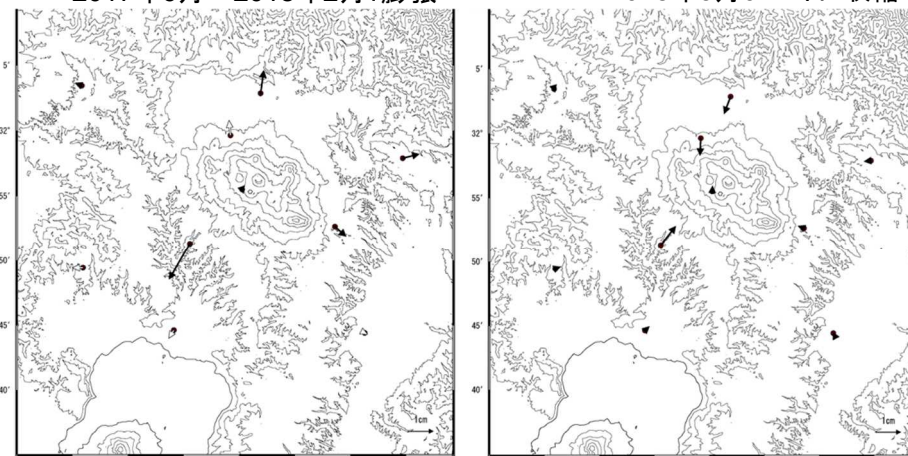
地震翌日～2018年2月



霧島山:2018年3月噴火までの膨張と噴火に伴う収縮

2017年6月～2018年2月:膨張

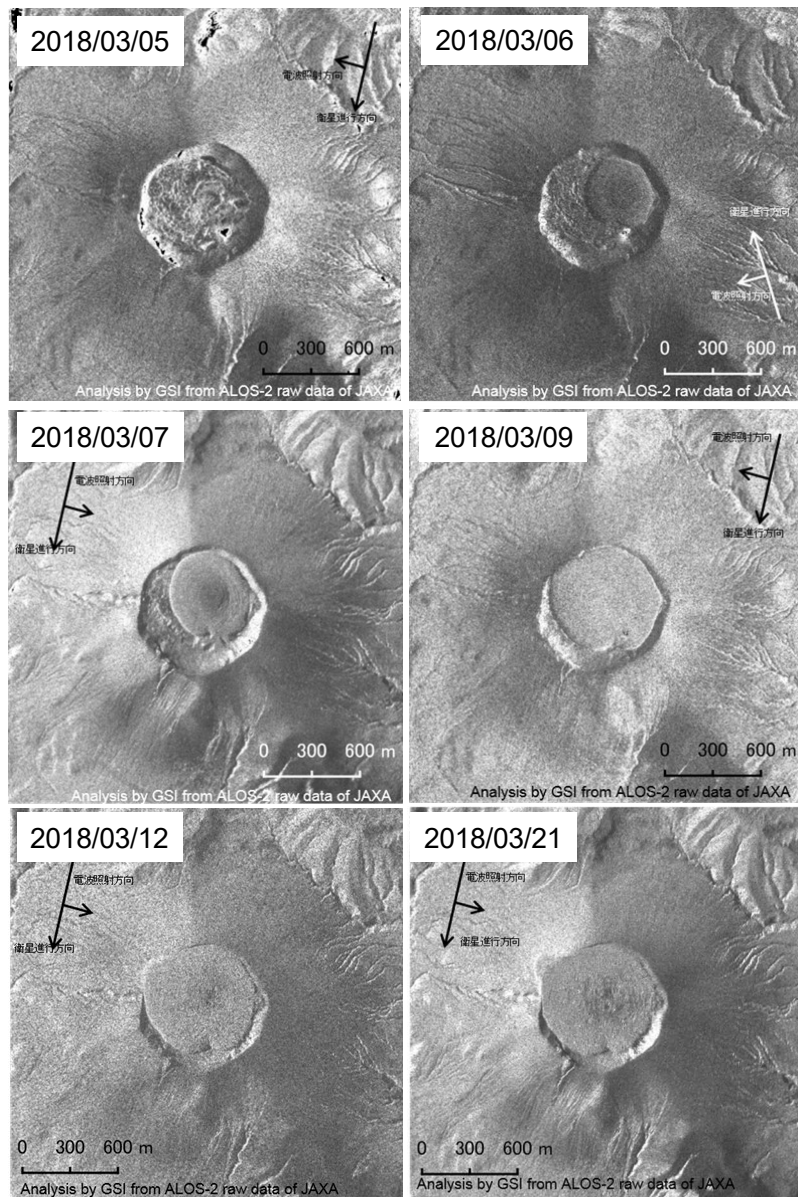
2018年3月6～7日:収縮



モニタリング結果は、速やかにホームページなど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などに報告

6008: 宇宙測地技術による地殻変動監視 衛星SAR

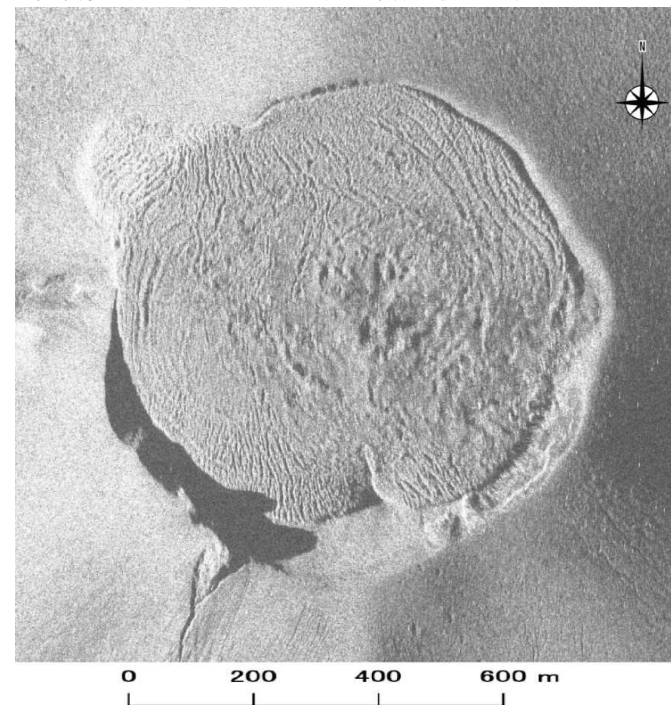
だいち2号のSAR強度画像を利用して、火口内の地形変化を把握



6006: 地形地殻変動観測 航空機SAR

測量用航空機くにかぜⅢにSARを搭載して観測を実施

高度約3750m、オフナディア角70度、西側から観測(3月27日)



火口内が溶岩でほぼ満たされ、北西の縁から流出している様子が明瞭にわかる。

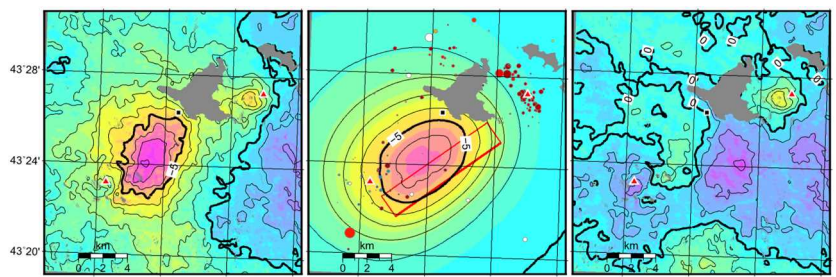
解析結果は、速やかにホームページなどで公表するとともに、火山噴火予知連絡会などに報告

干渉SAR

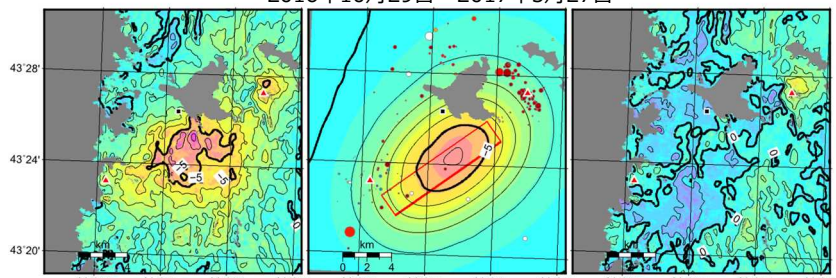
だいち2号のSARデータを用いて北方四島を含む国土全域を対象にSAR干渉解析を行い、国内の火山や海外で発生した地震において変動を検出した。

雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺の地殻変動

2016年10月31日～2017年5月29日



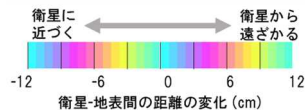
2016年10月29日～2017年5月27日



干渉SAR観測値 モデル (計算値) 残差

 シル (上端が太線)

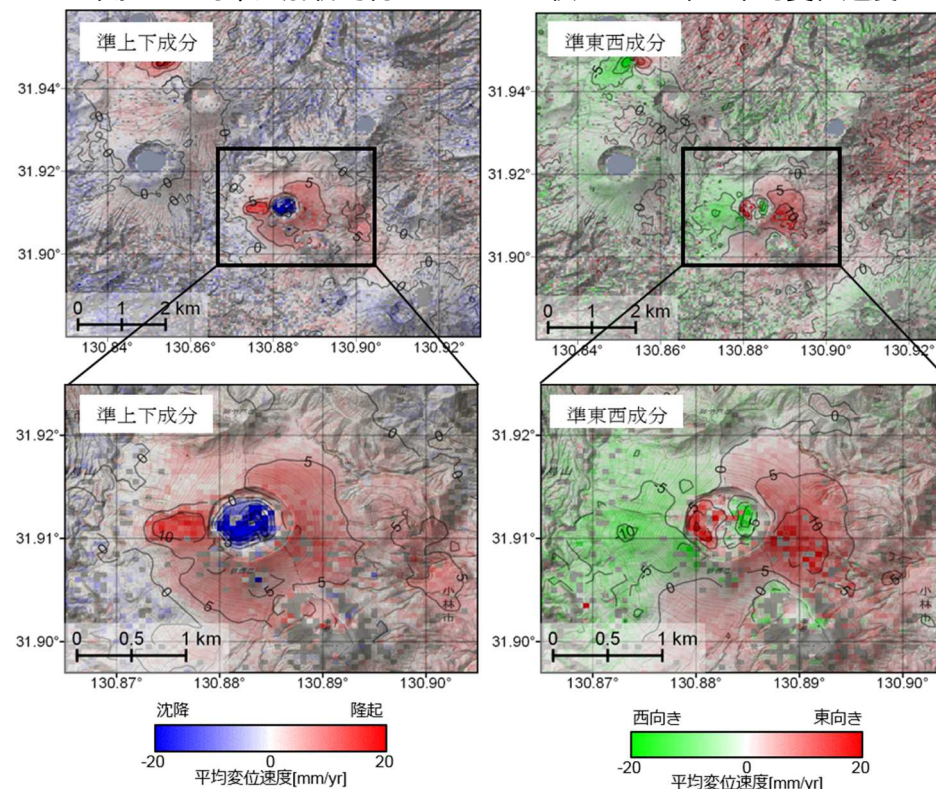
● 気象庁一元化震源



- 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
- 深さ約6kmでやや北西に傾いた大きさ11km×2kmのシル状のクラックが50cm開口し、約1千万m³の膨張が生じたとするモデルで説明可能

霧島山新燃岳周辺の地殻変動

干渉SAR時系列解析で得られた2014秋～2017年の平均変位速度

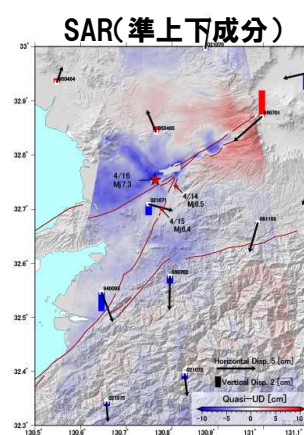
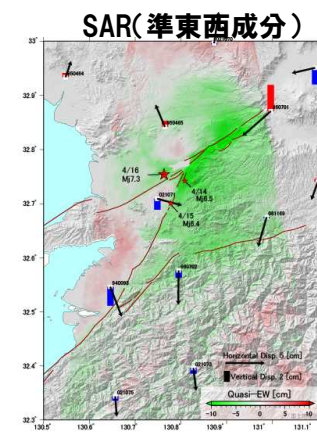
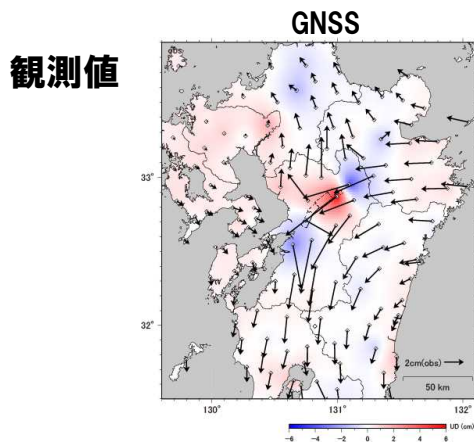


だいち2号による2014年秋以降約3年間のデータを用いた干渉SAR時系列解析により、新燃岳周辺の地殻変動を検出

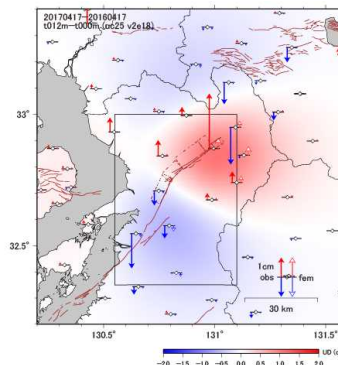
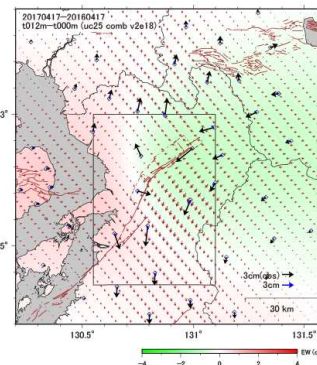
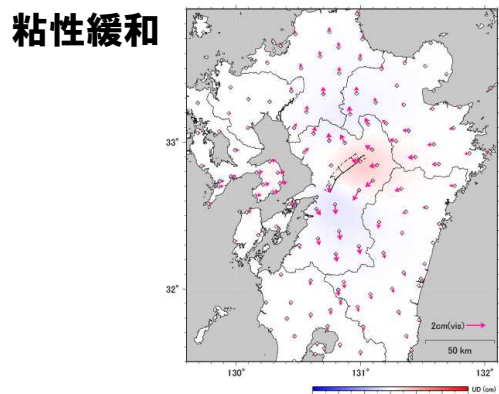
- 火口周囲直径約2kmの範囲で、最大5mm/年以上の隆起、最大10mm/年以上の水平方向の拡大
- 火口西側斜面で最大10mm/年以上の局所的な隆起

モニタリング結果は、火山噴火予知連絡会に報告、火山活動の評価に活用された。

2016年熊本地震の余効変動モデル

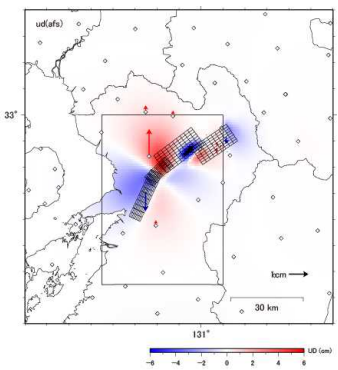
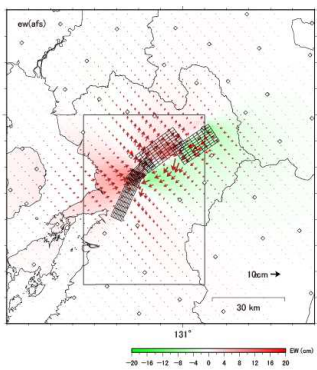
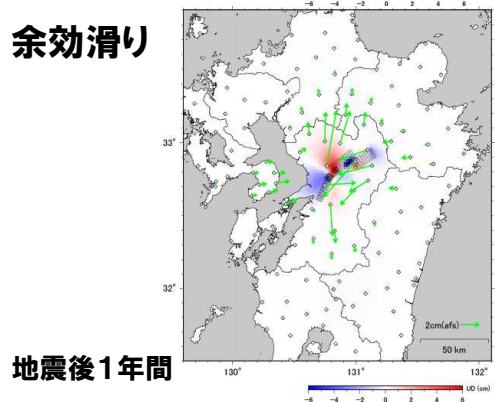


2方向のSAR干渉データを用いて地表の準東西成分、準上下成分を抽出した。布田川断層周辺では西向きおよび隆起、それより西側の宇土区間周辺では東向きおよび沈降が検出され、GNSSで検出された余効変動と概ね一致する。地震時に大きく滑った布田川断層では変位の食い違いがみられず、断層の南北側とも隆起および西に変位していることが分かった。

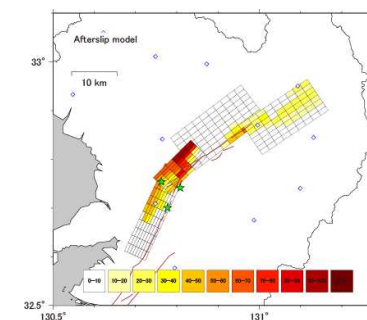


水平二層構造のモデリングから最適な弾性層の厚さは25km、粘性率は $2.0 \times 10^{18} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ と推定された。

↑↓弾性層：25km
粘弾性層
粘性率 $2 \times 10^{18} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

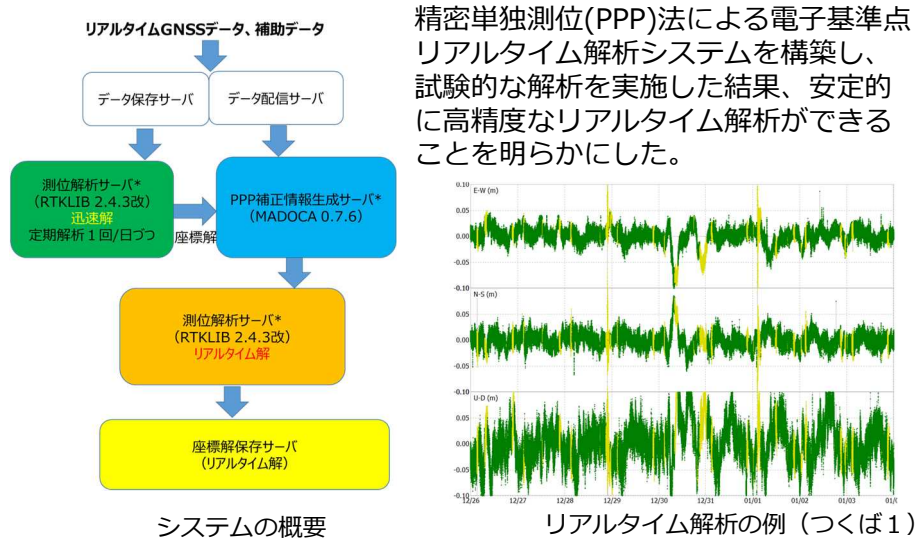


布田川断層と日奈久断層の境界付近に大きな滑りが求めた。



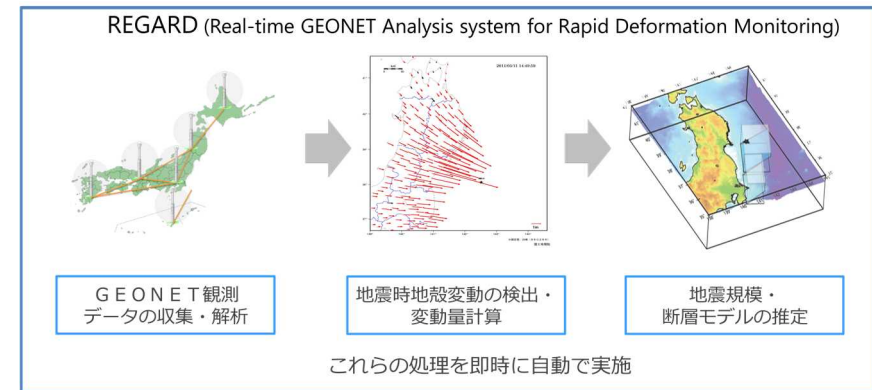
6012:GNSS観測・解析技術の高度化

電子基準点PPPリアルタイム解析システムの開発



GEONETリアルタイム解析システム(REGARD)の開発

平成27年度から試験運用を開始しているGEONETリアルタイム解析システムについて、システムの安定性向上に向けた開発を行った。

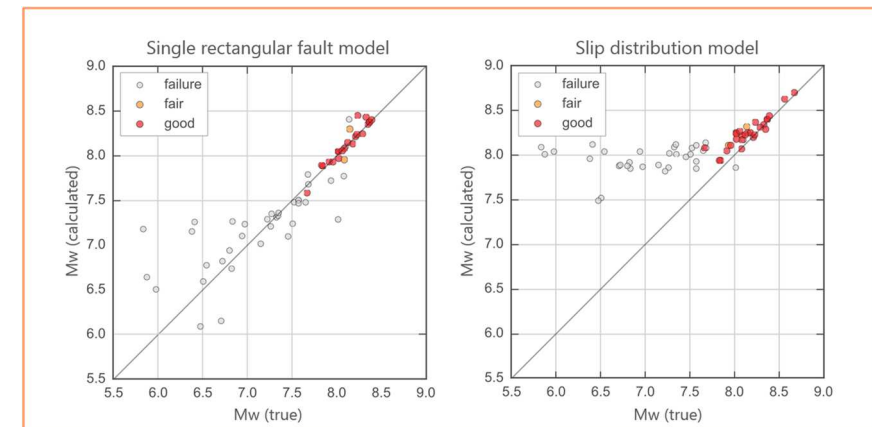


電子基準点PPPリアルタイム解析システムの開発

昨年度までに構築した、精密単独測位(PPP)法による電子基準点後処理キネマティック解析システムを構築し、気象庁など他機関が設置したGNSS観測点も定期的な解析できるようにした。



2018年1月に発生した草津白根山の噴火時における気象庁観測点のキネマティック座標時系列(J421;逢ノ峰南東)

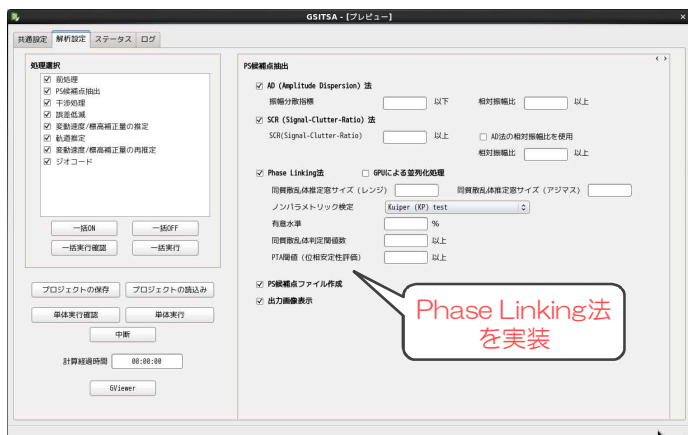


本システムで推定された断層モデルの信頼性を評価する指標として、モデルの観測値再現性 (Variance Reduction) を用いる。VRの閾値を設定するため、日本の地震断層パラメータ・ハンドブック (佐藤ほか、1989) を用いて、擬似的な観測データを作成し、REGARDで断層推定をした結果と、その際のVRの値を評価した。その結果、**VR>80%**であればおおむね断層モデルの信頼性が高いことが明らかになった。

干渉SAR時系列解析技術の高度化

■ 干渉SAR時系列解析ソフトウェアの改造

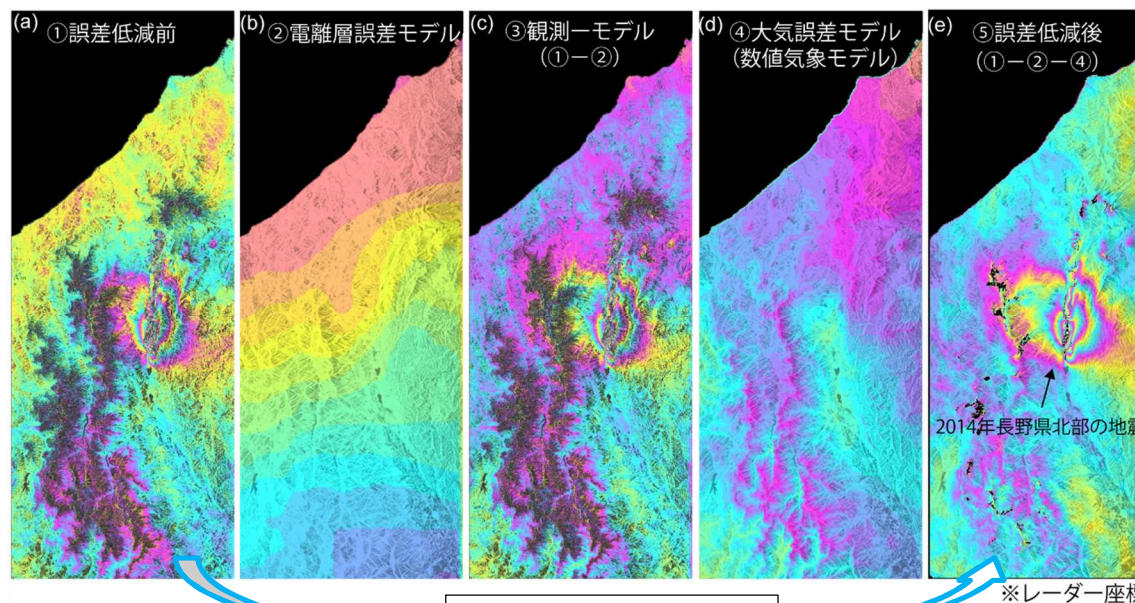
干渉SAR時系列解析をGUI操作で行うソフトウェアの改造を実施し、Distributed Scatterers点の位相最適化機能等の実装、ビューアソフトの改造等を実施した。



干渉SAR時系列解析ソフトウェアの画面例。複雑な中間処理が多い干渉SAR時系列解析の各処理の操作やパラメータ設定を、GUI上にて実行可能となっている。

■ Range Split-spectrum法による電離層起因誤差の低減処理

Range Split-Spectrum法による電離層起因誤差の低減処理プログラムを開発し、その効果を検証した。本手法により、GNSS等の外部データに依存せず、電離層起因の長空間波長の誤差を補正することが可能となり、広域の変動においても、より信頼性の高い地殻変動データが取得可能となった。



電離層誤差の低減

Range Split-spectrum法による電離層起因誤差の低減処理の効果。2014年長野県北部の地震に関するALOS-2衛星データを用いたSAR干渉画像。

(a)誤差低減処理前の干渉画像。(b)Range Split-spectrum法により推定された誤差モデル。(c)(a)の干渉画像の位相から(b)の誤差モデルの位相を引いたもの。(d)数値気象モデルから推定される大気遅延誤差。(e)最終的な誤差低減処理画像。

地震予知連絡会

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について（建議）」での記述

- 「**地震予知連絡会**は、地震活動・地殻変動などに関する[モニタリング結果](#)や地震の予知・予測のための研究成果などに関する情報交換を行うことにより、[モニタリング手法](#)の高度化に資する役割を担う。」
- 「**地震予知連絡会**は、議事公開、重点検討課題などの検討内容のWeb配信などを通じて、[モニタリングによる地殻活動の理解の状況](#)、関連する観測研究の現状を社会に伝える。また、地震活動の予測手法の現状を報告、検討することで、[地震発生の予知予測に関する研究の現状を社会に伝える](#)。」



- 観測結果の報告、情報交換、検討（「モニタリングに関する議題」）と、注目すべき最近の研究成果に関する報告と討議（「重点検討課題」）で議事を構成し、年4回の定例会を実施
- 議事は公開（事前申し込みにより隣接会議室での傍聴が可能）

平成29年度の重点検討課題

地震予知連	コンビーナ	課 題 名
第215回(2017/05)	篠原 委員	海域モニタリングの進展
第216回(2017/08)	平田 委員	首都圏直下地震
第217回(2017/11)	堀 委員	予測実験の試行04
第218回(2018/02)	遠田 委員	熊本地震で見えてきた課題