

# 災害軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 平成27年度年次報告

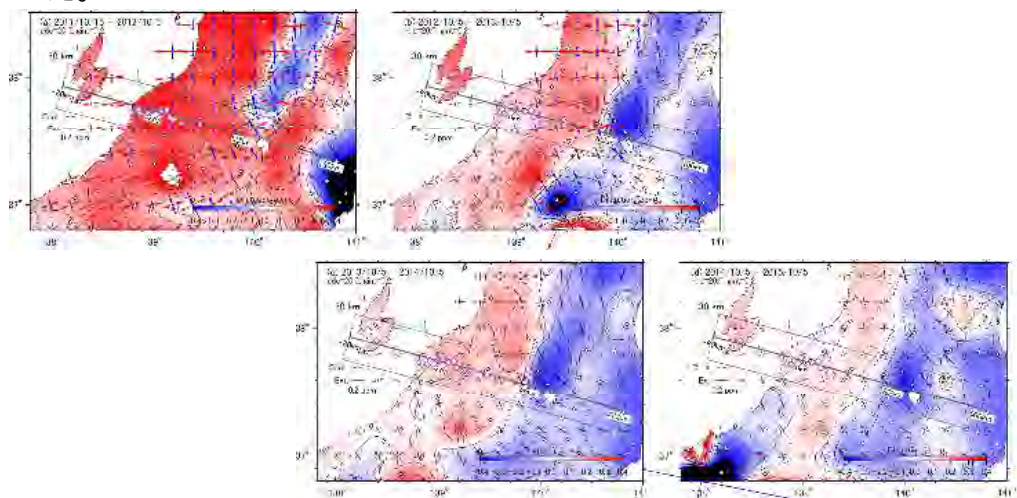
国土交通省 国土地理院

- 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

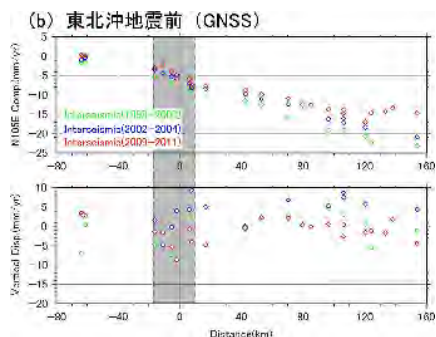
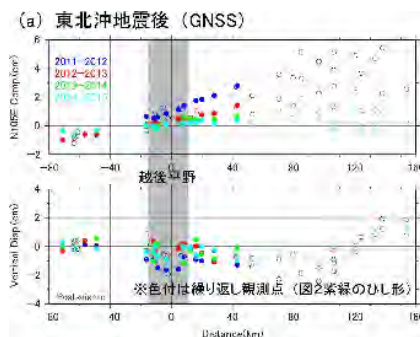
## ひずみ集中帯(新潟県中部)の地殻変動特性

新潟県佐渡市から阿賀町において、GNSS連続観測および繰り返し観測を実施した。東北地方太平洋沖地震の余効変動による東西方向の伸張は時間と共に小さくなってきている。

2014年10月から2015年10月の1年間では、一部の場所において北西-南東方向の短縮が卓越し、面積ひずみでは短縮になっている場所もあることが分かった。



東北地方太平洋沖地震発生後の1年ごとのひずみの主軸と面積ひずみ

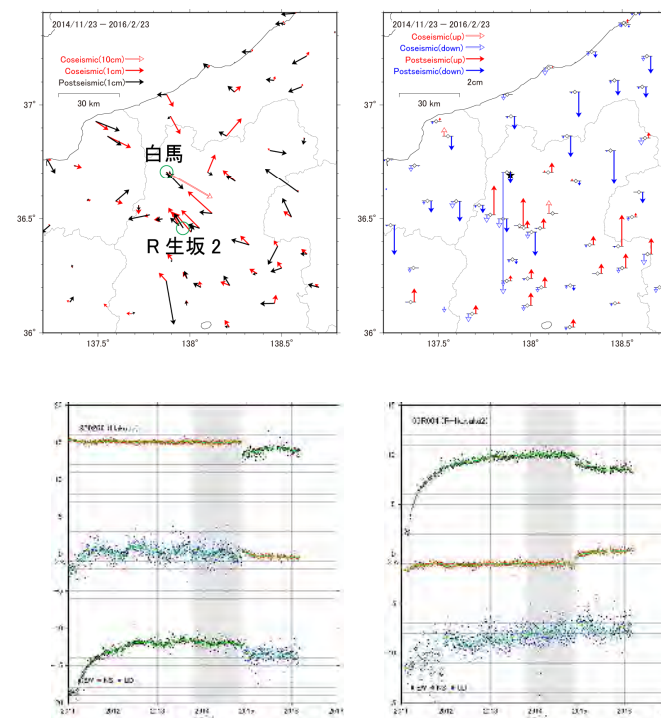


ひずみ集中帯を横断する断面(N105E)に投影した変動速度プロフィール

## 長野県北部の地震

GNSS連続観測により、2014年11月22日に発生した長野県北部の地震の余効変動を検出した。地震時の変動と類似した分布になっている。

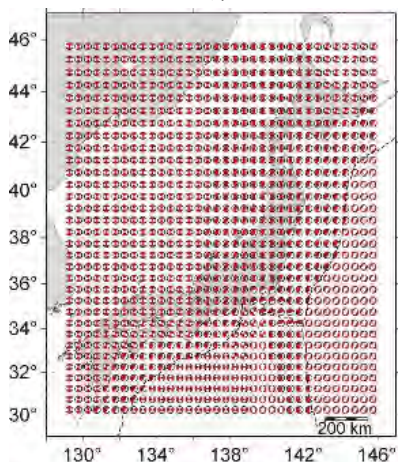
長野県北部の地震の余効変動と東北沖地震の余効変動を分離するのは難しいが、時間変化をみるとほぼ半年で終息したように見える。



## 断層モデルの即時推定技術の改良

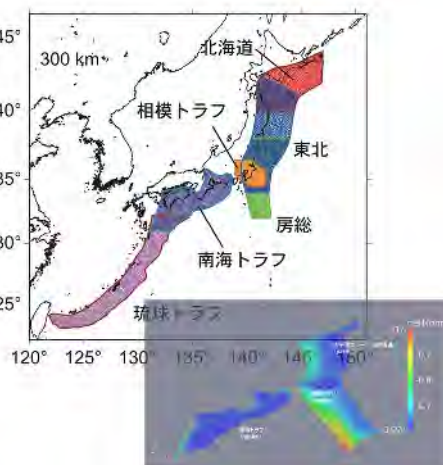
解析システムの観測点を日本全国に拡張するため、平成26年度に開発した矩形断層モデル、プレート境界面上のすべり分布を即時推定する手法の調整を行った。

矩形断層モデル



CMTデータベースから最もEEW震源に近いものを初期値としてモデル推定

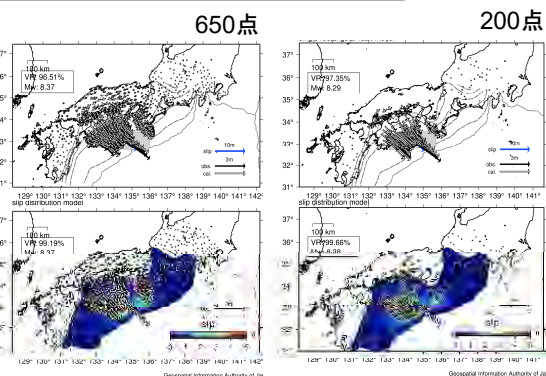
すべり分布モデル



プレート境界モデルから最もEEW震源に近いものを使用してモデル推定

## 観測網の日本全国への拡張に対する対応

観測データが増加すると計算時間が飛躍的に増加するため、震源位置からの距離に応じて観測点を間引いて計算を行う手法の検討を行った。

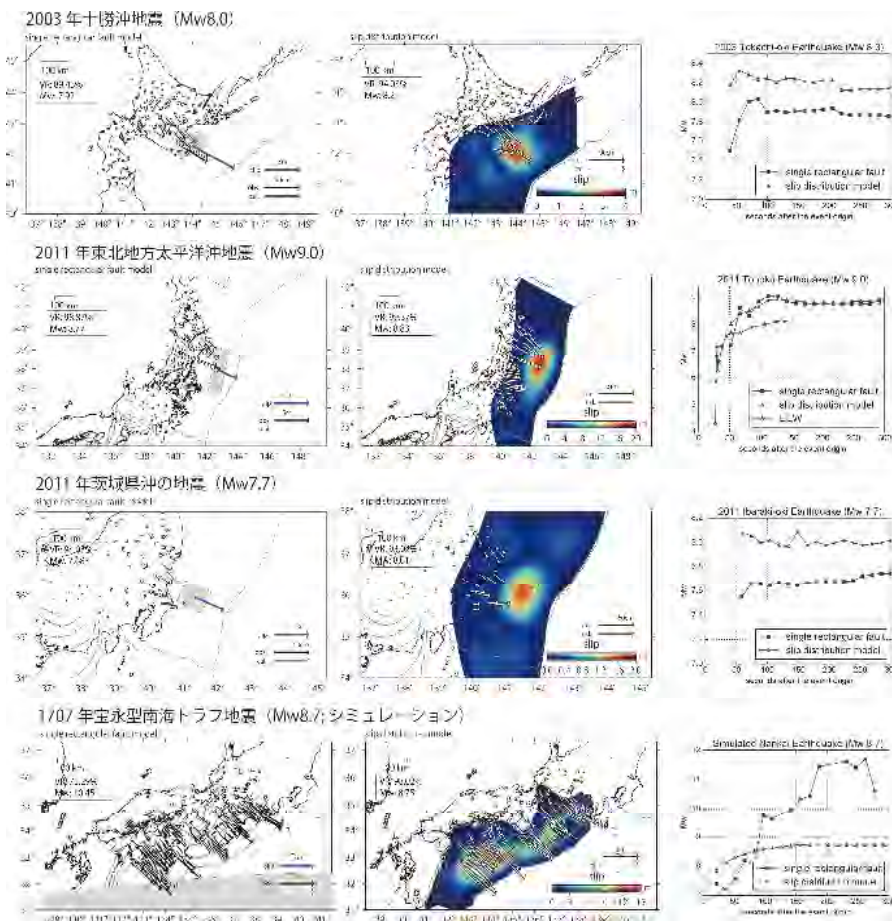


200点に間引いても、ほぼ同様の結果が得られることを確認

## 過去の地震データを用いた検証

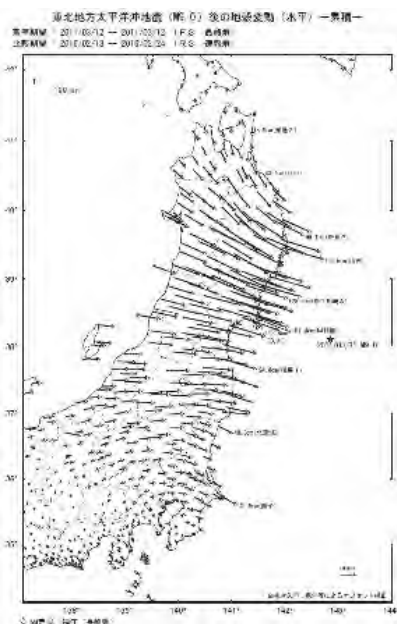
3つの地震およびシミュレーション(南海トラフ地震)で検証を実施

- 全ての地震について発生から3分以内に高いVRの解が得られており、GNSSでも安定して断層モデルの即時推定を行うことが可能
- すべり分布の方がVR、安定性ともに良いが、Mw8以下の地震については、すべり分布によるMw推定値がやや過大になる傾向(モデル領域を固定して広くとっているためにノイズをモデルが吸収してしまっているためと思われる)
- 3連動型の南海トラフ地震については、単一矩形断層モデルでは自動推定が困難。破壊領域が複数に分かれていること、断層形状が一樣ではないことが原因。



- 全国に展開しているGNSS連続観測点の維持及び観測を継続した。
- 国際GNSS事業(IGS)に参加し、IGS観測局の運用を行うとともに、観測データをIGSデータセンターへ提供した。
- 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いった。

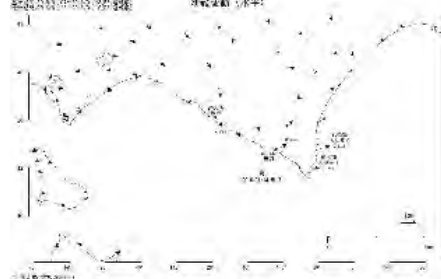
## 東北地方太平洋沖地震の余効変動



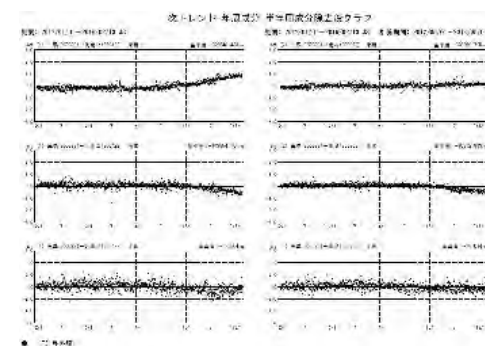
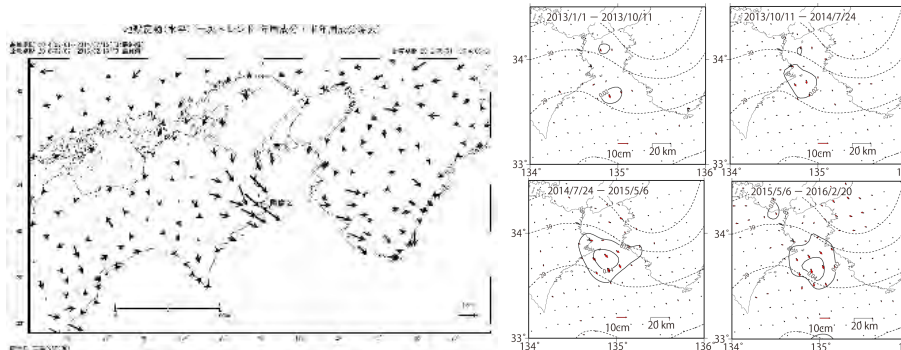
## 宮城県沖の地震(2015/5/13, M6.8)



## 浦河沖の地震(2016/1/14, M6.7)



## 紀伊水道周辺の非定常的地殻変動

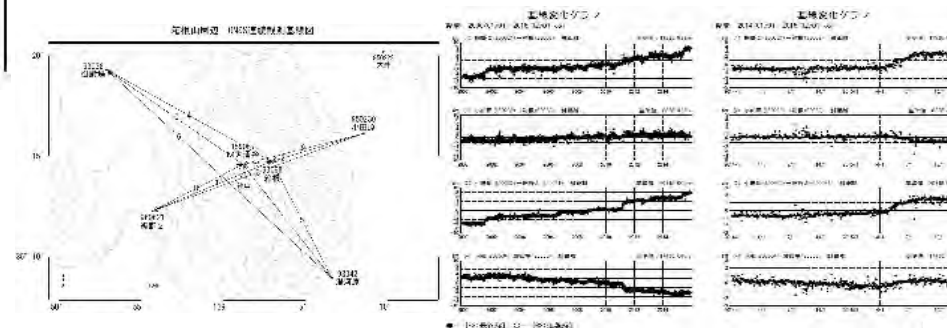


プレート境界面上の滑り過程

滑りの時空間変化を推定した結果、四国東部付近から滑りが開始し、時間と共に南東方向に移動したと推定された。

(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で実施)

## 箱根山の火山活動に伴う地殻変動

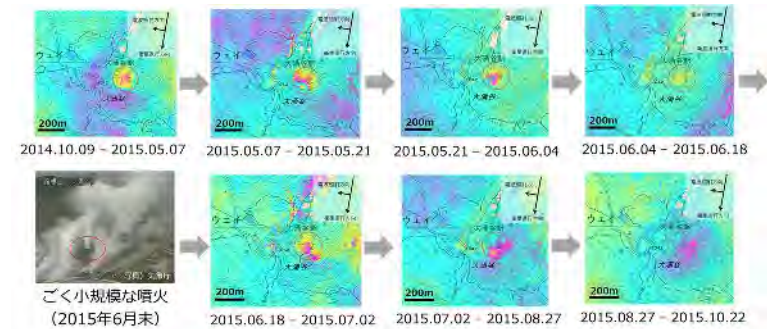
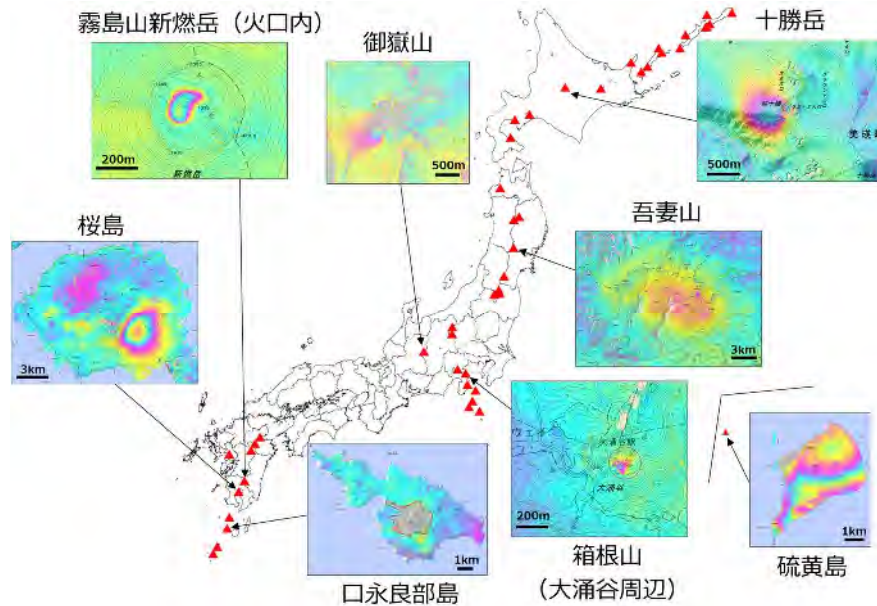


モニタリング結果は、速やかにホームページなどで公表するとともに、地震調査委員会、火山噴火予知連絡会などに報告

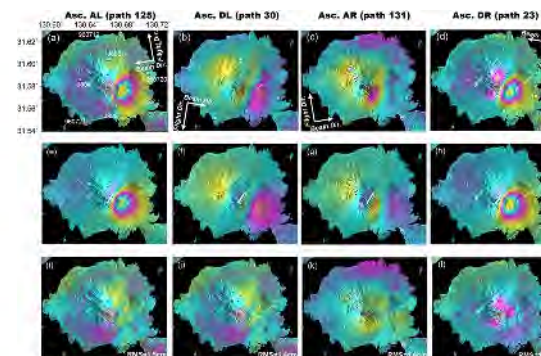
# 6008:宇宙測地技術による地殻変動監視

## 干涉SAR

だいち2号のSARデータを用いて国土全域を対象にSAR干渉解析を行い、複数の活火山において変動を検出した。



大涌谷周辺の地殻変動の時間変化



桜島の火山活動に伴う地殻変動



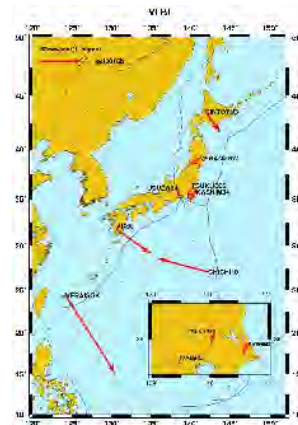
桜島の地殻変動から推定されたモデル

昭和火口直下の海拔下約400mに位置するダイクが開きたと推定

(6002:火山地域のマグマ供給系のモデリングで実施)

## VLBI観測

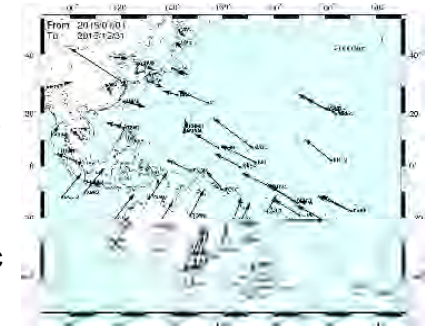
VLBIのつくば局、石岡局で国際観測を毎週1回程度実施した。また、両局を用いてアジア・オセアニアVLBIグループによる測地観測(AOV観測)を実施した。得られたデータを解析し、日本列島及び周辺地域のプレート運動の速さと方向を求めた。



## アジア太平洋地域地殻変動監視

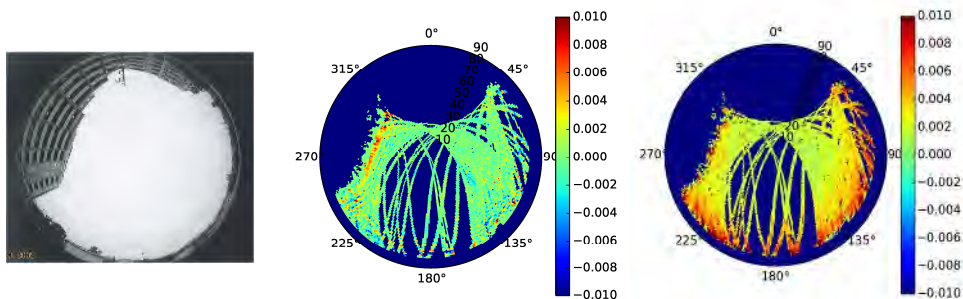
南太平洋地域及び東南アジア地域でGNSS連続観測を実施し、観測データ及び解析結果を公開した。

また、アジア太平洋地域測地観測プロジェクト(APRGP: Asia-Pacific Regional Geodetic Project)のキャンペーン観測に参加した。



## 電子基準点の位相残差データの整備

電子基準点におけるキネマティックGNSS座標時系列の精度を向上させるため、電子基準点毎に搬送波位相観測値に見られる固有の誤差として位相残差を用いてモデル化・可視化する手法を開発し、全国の電子基準点で最新の位相残差データを整備した。また、それをリアルタイムGNSS測位へ適用可能な、ANTEX形式のPCVIに変換可能なソフトウェアを作成した。



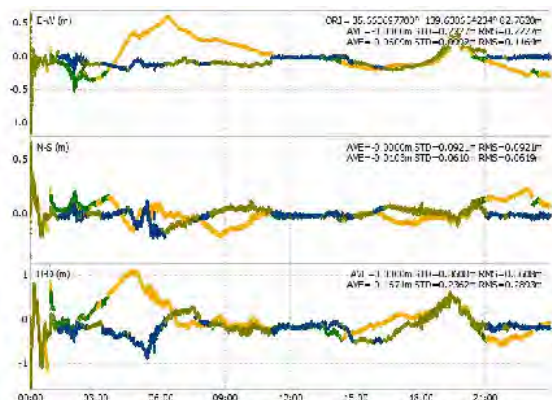
上空視界

L1位相残差

L1位相残差の標準偏差

作成した位相残差マップの例(世田谷)

ビルの屋上付近に、顕著なマルチパスの影響による位相残差が見られる。

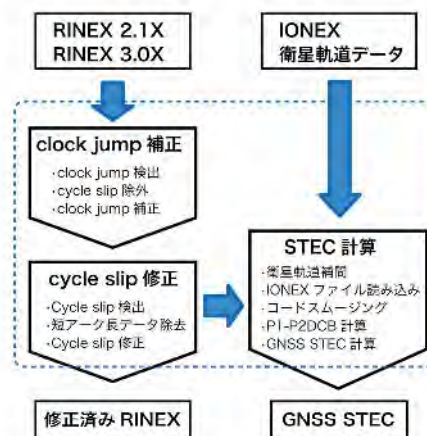


「世田谷」で得られた位相残差を補正值として測位を行った結果、標準偏差、FIX率が大きく改善。

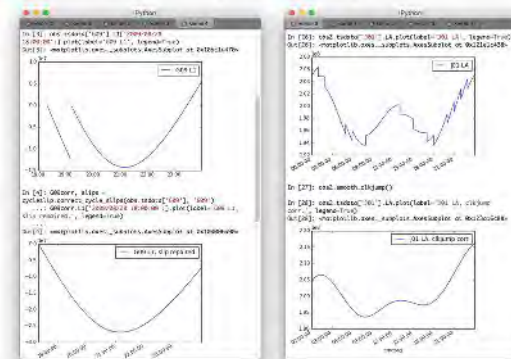
今回整備した位相残差マップは、測位に直接補正值として利用することが可能な他、観測点毎の品質管理にも有効。

## マルチGNSS対応RINEX前処理ソフトウェア

マルチGNSSに対応したRINEX ファイルのサイクルスリップ修正を行うソフトウェアを開発した。また、マルチGNSSに対応したGNSS STECの計算により、電離層遅延量を見積もることも可能とした。



RINEXデータの前処理、可視化、衛星視線方向の電離層遅延量の推定を行うことが可能。ソフトウェアは基本的にはCUIでの操作又はpython拡張モジュールとして利用する。結果は、lpython等を用いることで容易に可視化できる。



クロックジャンプ補正

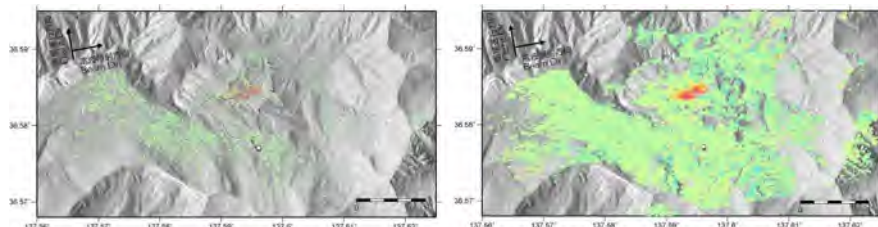
サイクルスリップ補正

## GEONET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)について、結果の検証及びシステムの安定性向上に向けた開発を行った。

## 干渉SAR時系列解析技術の高度化

ノンパラメトリック検定を利用したマルチルック処理技術やラップ状態の位相時系列を最尤法により最適化する技術の開発を行った。これにより、位相誤差の大きなDS (Distributed Scatterers) 点からも、PS点のような計測精度の高い点を抽出することが可能となった。



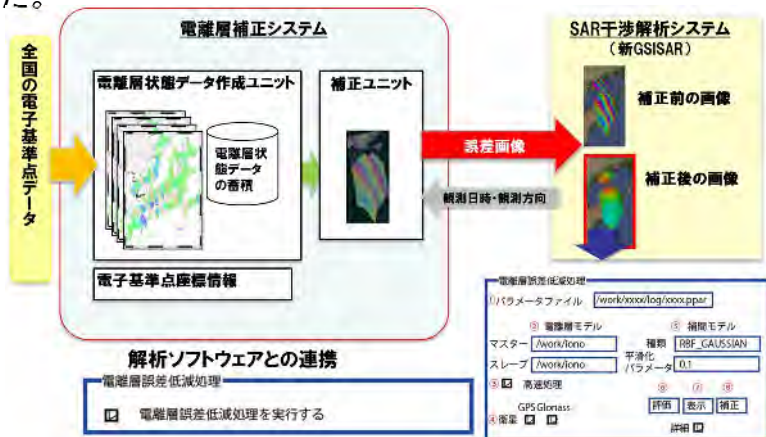
標準的なPSI解析

位相最適化手法

立山・弥陀ヶ原火山のALOS-1データによる検証結果。山間部における計測点密度が大幅に向上。

## 電離圏の影響による誤差低減手法の開発

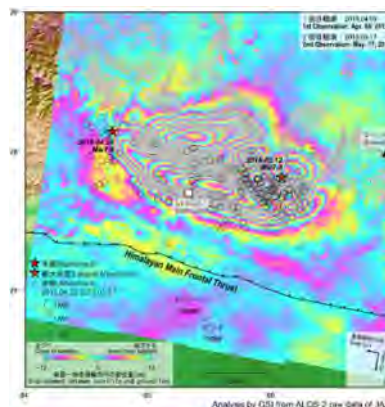
電子基準点データから得られる電離層情報をもとに、SAR干渉解析において電離層遅延補正を行うためのソフトウェアの開発を行った。



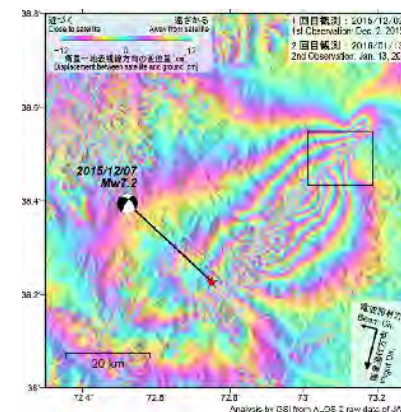
電離層遅延補正ソフトウェアの構成

## ScanSARモードを利用した広域地殻変動抽出

だいち2号のScanSARモードを用いたSAR干渉解析により、ネパールの地震(2015/4/25, Mw7.8)、チリの地震(2015/9/16, Mw8.3)、タジキスタンの地震(2015/12/7, Mw7.2)に伴う広域の地殻変動の検出に成功した。



ネパールの地震



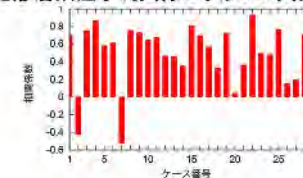
タジキスタンの地震



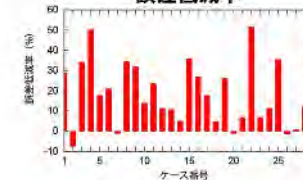
補正前平均振幅: 1.04 (cycle)  
補正後平均振幅: 0.67 (cycle)  
誤差低減率=38.1%

電離層遅延補正の例

## 電離層誤差予測画像と干渉SAR画像の相関



## 誤差低減率



\*誤差低減率=画像の平均振幅が減少した割合

電離層擾乱日を含むペアについての補正効果の評価