

SAR データを用いた測地系保持手法に関する研究（第 2 年次）

実施期間 平成 29 年度～平成 30 年度
地理地殻活動研究センター
宇宙測地研究室 中川 弘之

1. はじめに

地震や火山活動に伴って顕著な地殻変動が発生した場合、変動域の基準点成果を改定する必要がある。国土地理院ではこのような場合、変動域の地殻変動前の基準点成果に対して、地殻変動分を補正するための補正パラメータを作成し一般に公開している。

この補正パラメータは、電子基準点の変動量と三角点や水準点の改測により得られる変動量に基づいて作成している。しかし、改測には時間がかかるためにパラメータの提供が迅速には行えない。さらに、電子基準点の GNSS 対応の進展と衛星測位を用いて測量を効率化するスマート・サーベイ・プロジェクト方式の導入、セミ・ダイナミック補正の普及を踏まえ、従来の一等から四等までの三角点は、少数の三角点を除き今後 10 年程度で測量の基準としての用途を廃止する方針が示されている（国土地理院技術協議会基準点体系分科会（V），2014）。したがって、今後は三角点・水準点の改測にできるだけ依存しないような補正パラメータの作成手法が求められている。

このような状況の中、北行軌道、南行軌道の右方向と左方向の四方向から観測された SAR 干渉画像を用いて、地殻変動の三次元的な変動場を面的に推定する手法（Morishita et al., 2016）が開発され、桜島の火山活動に伴う三次元の変動場が復元された。本研究では、この手法で求められた三次元的な変動場を基準点成果の補正パラメータの構築に用いることの可能性について検討を行う。

2. 研究内容

本研究では、昨年度に前述の先行研究に基づいて python や bash といったフリーのツールを用いて北行軌道、南行軌道の右方向と左方向の四方向から観測された SAR 干渉画像から、面的に三次元の変動場を推定するツールを開発した。平成 30 年度はこのツールを用いて先行研究と同じ桜島の干渉画像を用いて処理を行い、結果を比較した。

3. 得られた結果と考察

当研究によって得られた東向き、北向き、上向きの変位の分布を、先行研究の結果及び残差（（当研究の結果）－（Morishita et al. (2016) の結果））と共に図-1 に示す。東向き成分と上向き成分では両者はほぼ一致するが、北向き成分では山頂周辺に $\pm 3\text{cm}$ 程度の残差が見られる。特に当研究の北向きの変位の結果を見ると、山頂の北側に、先行研究には見られない北向きの変位が明瞭に見られる。その形状は火山活動によるものとしては不自然に細かいことから、これは解析上の誤差と考えられる。

当研究では、先行研究と同じデータ及びアルゴリズムで処理を行っている。それにもかかわらず、違いが生じている原因として可能性が高いのは、まず、当研究で作成したスクリプトのバグである。両者の差が北向き成分の一部の領域に限られていることから、バグは、4 つの干渉ペアの視線方向の変位から最小二乗法によって三成分を推定する部分ではなく、その前段階、特に最小二乗法の重み付けに用いられる位相の分散値の計算を画素毎に行うスクリプトにあると思われる。スクリプトの作成に当たっては細心の注意を払っているが、今一度確認を行う予定である。

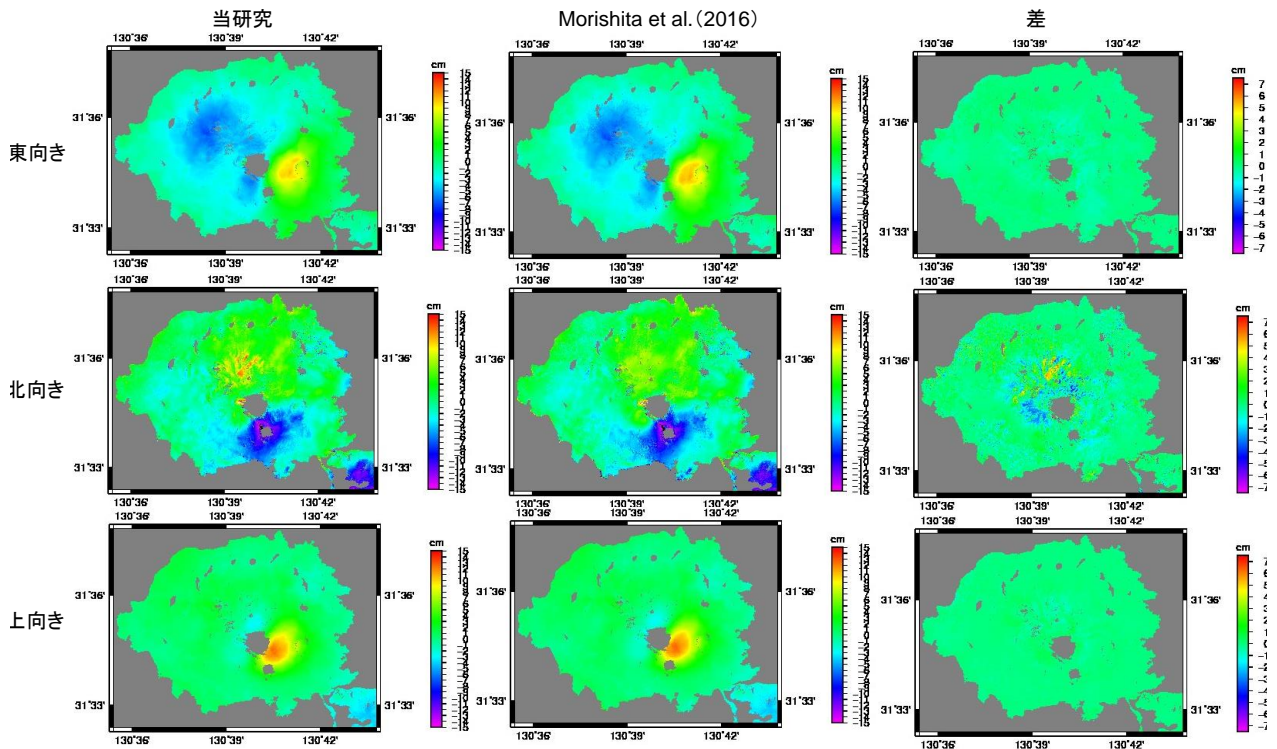


図-1 当研究によって作成した桜島の三次元変動場（左列），先行研究（Morishita et al., 2016）の結果（中列）及びその差分（右列）．上から東向き成分，北向き成分，上向き成分．
 差分の画像のみ，カラースケールの幅を半分（-7.5cm~7.5cm）にしていることに注意．

もう一つの可能性として，使用している数値計算ライブラリの違いがあげられる．この位相の分散値の計算では，画素の干渉性，ルック数及び画素の位相差の最尤推定値を変数とする位相の確率密度関数を用いて，位相の期待値周りの2次のモーメントとして位相の分散を求めている（Hanssen, 2001）．ここで積分計算を行うが，先行研究のプラットフォームは Matlab である一方で，当研究では python の科学計算ライブラリ scipy 1.0.1 の integrate.quad を用いて計算している．今後，これらのライブラリの数値誤差についても確認を行う必要がある．

謝辞

本研究の実施に当たっては森下主任研究官より桜島の解析結果の提供を受けた．ここに謝意を示す．

参考文献

- Hanssen, R. F. (2001): Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis, vol. 2, Kluwer Acad., Dordrecht, Netherlands, doi:10.1007/0-306-47633-9.
- 国土地理院技術協議会基準点体系分科会（V）（2016）：スマートでコンパクトな基準点体系に向けて－衛星測位システムを賢く使い、いつでも・どこでも・誰でも必要な位置情報が容易に得られる社会を実現－，基準点体系分科会（V）報告．
- Morishita, Y., T. Kobayashi, and H. Yarai（2016）：Three-dimensional deformation mapping of a dike intrusion event in Sakurajima in 2015 by exploiting the right- and left-looking ALOS-2 InSAR, Geophys. Res. Lett., 43(9), 4197-4204, doi:10.1002/2016GL068293.