

LiCSBASによる国家規模の干渉 SAR 時系列解析 Nationwide InSAR time series analysis using LiCSBAS

#森下遊¹

1: 国土地理院

MORISHITA Yu¹

1: Geospatial Information Authority of Japan

1. はじめに

2014年以降、CバンドSAR衛星であるSentinel-1は世界中を対象に高頻度な観測を行い、膨大なデータを蓄積してきた。英国の地震火山関係の研究グループであるCOMETは、オープンフリーで公開されているSentinel-1データを利用し、LiCSプロジェクトを進めている (<https://comet.nerc.ac.uk/comet-li-cs-portal/>)。LiCSプロジェクトでは、自動干渉解析システムLiCSAR (Lazecky et al., 2020)を開発し、世界中を対象にした干渉画像の生成とweb上での公開を行っている。大量のSentinel-1干渉画像を使用した時系列解析により、広域の地表変動速度を高い空間分解能で計測し、ひずみ速度分布を詳細に推定することで、長期的な地震ハザードの評価に貢献することを目的としている (Weiss et al., 2020)。

筆者は、LiCSプロジェクトを主導しているリーズ大学で研究を行い、LiCSARと連携して時系列解析を実施可能な「LiCSBAS」を開発した (Morishita et al., 2020)。Sentinel-1とALOS-2のデータを使用し、日本全土を対象にLiCSBASによる時系列解析を行ったところ、様々な変動が高精度に検出できた。Sentinel-1とALOS-2の解析結果の特徴から、後継機ALOS-4では時空間的に両者よりもさらに発展した地表変動監視が可能になると見込まれる。

2. オープンソース干渉SAR時系列解析パッケージ「LiCSBAS」

LiCSBASはLiCSARプロダクト（アンラップ画像、コヒーレンス及びメタデータ）を利用して容易に時系列解析を実施することができる。コマンド一つで、LiCSARプロダクトのダウンロードから、悪条件画像の検出と除去、時系列インバージョン、悪条件ピクセルのマスク等の手順を経て、変動速度と変動時系列の算出まで、全自動で実行可能である。操作性に優れ、解釈を容易にするインタラクティブな時系列ビューワーも備えている。LiCSARと連携しているが、フォーマットをそろえれば、他の衛星や解析ソフトから生成した干渉画像も容易に利用可能である。

Pythonとbashのみで書かれており、MatlabやGAMMA等の有償のソフトウェアは不要である。GitHubで入手可能であり、誰もが簡単に変動時系列を得られる環境を提供している。

3. Sentinel-1データ解析事例

Sentinel-1の周波数帯はCバンドであり、森林等の深い植生では干渉性が低下しやすい。日本の国土の7割は森林で覆われており、都市部以外で良好な解析結果を得ることは困難であった。そこで、日本全国の主要都市域73地域のみを対象にLiCSARプロダクト（Sentinel-1、約1.2万枚、観測頻度は年15-30回程度）を使用して時系列解析を行った。その結果、九十九里・新潟・金沢の線形地盤沈下、三条の突発的な地盤沈下、山形・米沢・小千谷・野木の年周上下変動、奈良と大

阪の未知の非線形隆起, 熊本の余効変動など, 時間的・空間的特性が多様な変動が高精度(~2mm/yr, <1cm/epoch) に多数検出された (Morishita, in preparation) .

4. ALOS-2データ解析事例

国土地理院が干渉SAR事業のために蓄積しているALOS-2の位置合わせ済みSLCデータから短時間間隔の干渉画像(約5400枚)を作成し, 日本全土を対象にLiCSBASによる時系列解析を行った. その結果, Lバンドの高い干渉性のおかげで, 森林地帯も含めて面的かつ安定した変動速度場が得られた. しかし, Sentinel-1と比較して観測頻度が大幅に低く(年2-4回程度), 非定常変動や年周変動を詳細に検出することは困難であることを改めて認識した(図1).

5. ALOS-4への展望

2021年度に打ち上げ予定のALOS-4では, 観測幅が約200kmに拡大し, Sentinel-1に匹敵する年20回程度の高頻度観測が実現する見込みである. ALOS-4データを使用すれば, 森林域でもSentinel-1のような非定常変動の詳細な計測が可能となることが見込まれ, 国土全域の時空間的に詳細な変動監視の実現が期待できる.

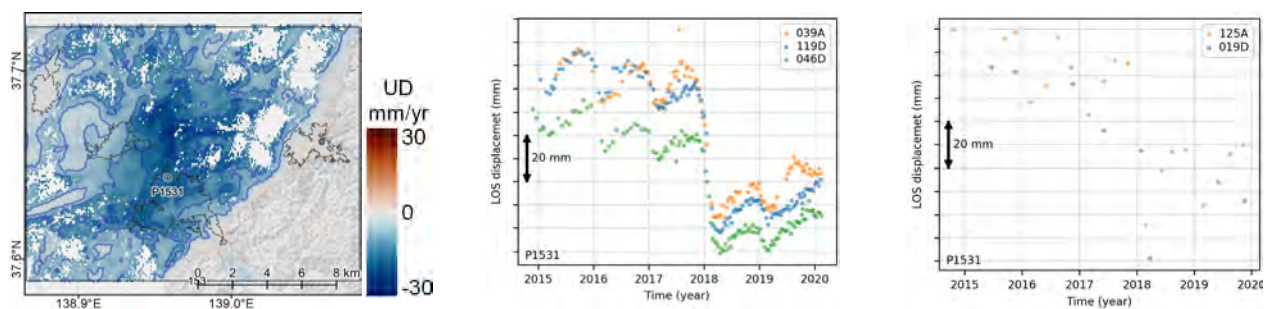


図 1: 新潟県三条市の(左)Sentinel-1 上下変動速度, (中)Sentinel-1 時系列, (右)ALOS-2 時系列.

謝辞

本研究の実施にあたり, 平成30年度日本学術振興会海外特別研究員制度の支援を受けました. 本研究では, COMETが解析したCopernicus Sentinel-1データ(2014-2020)を含むLiCSARプロダクト, 及び国土地理院とJAXAの間の協定に基づいて提供されたALOS-2データを使用しました. LiCSARは英国データ解析環境JASMINを使用しています. ALOS-2の原初データの所有権はJAXAにあります.

参考文献

- Lazecky, M., Spaans, K., González, P. J., Maghsoudi, Y., Morishita, Y., et al. (2020). LiCSAR: An Automatic InSAR Tool for Measuring and Monitoring Tectonic and Volcanic Activity, *Remote Sens.*, 12(15), 2430. <https://doi.org/10.3390/rs12152430>
- Morishita, Y., Nationwide urban ground deformation monitoring in Japan using Sentinel-1 LiCSAR products and LiCSBAS, Manuscript in Preparation.
- Morishita, Y., Lazecky, M., Wright, T. J., et al., (2020). LiCSBAS: An Open-Source InSAR Time Series Analysis Package Integrated with the LiCSAR Automated Sentinel-1 InSAR Processor, *Remote Sens.*, 12(3), 424. <https://doi.org/10.3390/rs12030424>
- Weiss, J. R., Walters, R. J., Morishita, Y., et al., (2020). High-resolution surface velocities and strain for Anatolia from Sentinel-1 InSAR and GNSS data. *Geophys. Res. Lett.*, 47, e2020GL087376. <https://doi.org/10.1029/2020GL087376>