

C-band 衛星 SAR による熊本地域の地表監視

清水建設 正会員 ○岩城 英朗
鳴海 智博
横島 喬

1. はじめに

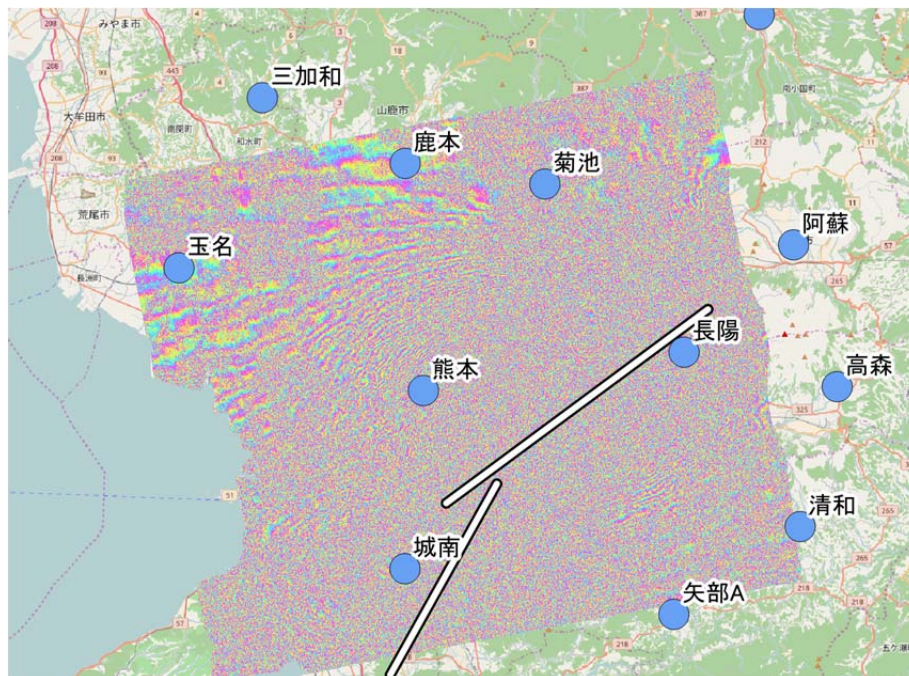
社会基盤分野における地球観測衛星のデータ利用が近年活発に行われるようになりつつある。2014 年には欧州宇宙機構(ESA)の地球観測計画(Copernicus 計画)の C-band 合成開口レーダー衛星(C-band 衛星 SAR) Sentinel-1 の運用が開始され、これまで日本のほぼ全域で定期的に観測を行っている。本報では、広く一般にデータ公開をしている同衛星の九州熊本地域における観測データを用いた差分干渉解析(DInSAR 解析)を行い、国土地理院により運用されている同地域の電子基準点データとの比較を通じて、衛星 SAR の地表監視に向けた適用性検討を行った経過を報告する。

2. 概要

Sentinel-1 衛星は九州熊本地域において回帰周期の 12 日間隔で観測を行っているが、本報では表-1 に示す上昇（アセンディング（南極から北極））軌道の観測データ（34 データ）を抽出し、観測データ 2 組を 1 対として解析対象領域を矩形領域（N33.0/E130.5-N32.7/E131.1）で区切った上で、それぞれ差分干渉解析を行った。さらに求めた位相差を衛星 SAR のビーム入射角を用いて水平および上下方向の変位に分解し 2 組のデータの観測間隔における地表変位を求めた。図-1 に平成 28 年熊本地震前後の観測データ（表-1⑫と⑬）を用いた差分干渉解析の結果を例示し、併せて周辺の電子基準点の位置を示す。地震前後で大きな地表面の変動が起こったことを示す等高線状の干渉縞が明瞭に確認できる。解析領域内の電子基準点のうち、地震前後で大きな変動が見られた熊本、城南、長陽の 3 カ所を抽出し上記で求めた地表変位と比較を行った。

表-1 差分干渉解析で用いた観測データ

	date		date
①	2015/05/08	⑱	2016/07/13
②	2015/06/01	⑲	2016/08/06
③	2015/06/25	⑳	2016/08/30
④	2015/07/19	㉑	2016/09/23
⑤	2015/08/12	㉒	2016/10/17
⑥	2015/09/29	㉓	2016/11/10
⑦	2015/10/23	㉔	2016/11/16
⑧	2015/11/16	㉕	2016/11/28
⑨	2016/01/03	㉖	2016/12/10
⑩	2016/01/27	㉗	2016/12/22
⑪	2016/02/20	㉘	2017/01/03
⑫	2016/04/08	㉙	2017/01/15
⑬	2016/04/20	㉚	2017/01/27
⑭	2016/05/02	㉛	2017/02/08
⑮	2016/05/14	㉜	2017/02/20
⑯	2016/06/07	㉝	2017/03/04
⑰	2016/07/01	㉞	2017/03/16



SAR Original Data © ESA, analyzed by Shimizu Corp.

Map Overlay © OpenStreetMap contributors

図-1 差分干渉解析結果と電子基準点の位置

基準（マスター）観測データ：⑫2016年4月08日

差分（スレーブ）観測データ：⑬2016年4月20日

キーワード リモートセンシング, 衛星 SAR, 差分干渉解析, 熊本地域, 地表監視

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所 T E L 03-3820-6512

3. 差分干渉解析と電子基準点の比較

図-2 は表-1 の全データに対する差分干渉解析結果を比較対象とする 3 か所の電子基準点の位置で抽出し、水平（東西）方向および上下方向に分割した結果と、電子基準点の変動値の比較を示している。各々の基準日は表-1①の観測日(2015/5/8)とし、さらに差分干渉解析では、図-1 のように地震前後に SAR 波長を超える位相差（干渉縞）が見られたことから、表-1⑬(2016/4/20)に基準を再設定した。いずれの点においても水平（東西）方向では電子基準点と差分干渉解析結果の差は数 cm 以内に収まっており、地震前後の変動傾向も概ね同様である。上下方向においては、城南、熊本の両点においては地震発生前より差分干渉解析においては地表面の上昇あるいは沈下の傾向がみられ電子基準点の記録と 10cm 以上の差がみられるが、地震発生後の傾向は概ね等しい。長陽においては地震前後を通じて 5cm 以内の差となっている。

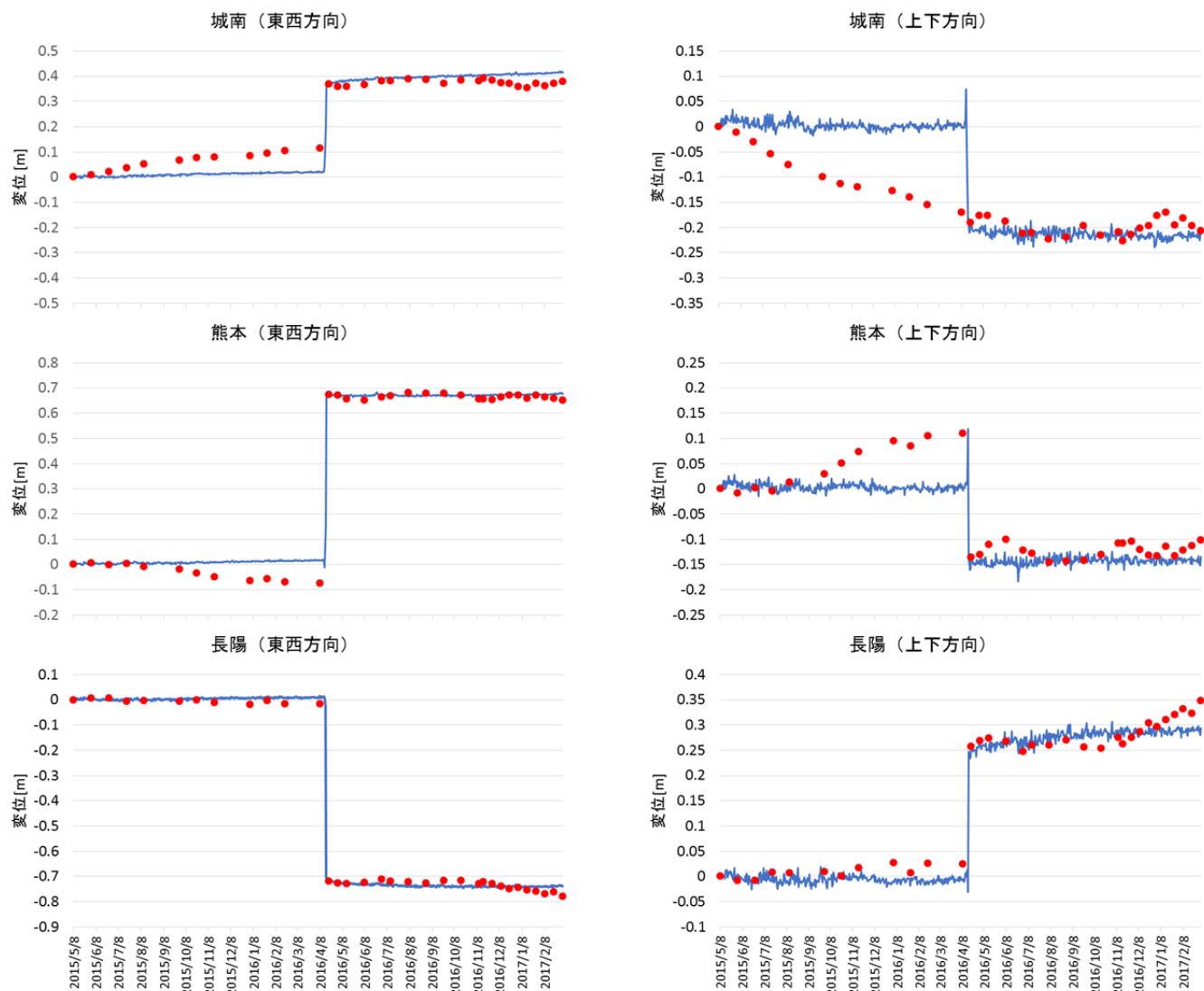


図-2 差分干渉解析で求めた地表変位（位相差）と電子基準点の変動値との比較
 (●：差分干渉解析結果 —：電子基準点)

4. 考察

本報で比較を行った熊本地域の電子基準点（3点）では、双方の値や傾向は概ね同様であったが、一部の上下方向の値および変位傾向に差が生じる結果となった。今後は解析領域を拡張、他の電子基準点等との比較や、衛星 SAR を用いた長期の変動監視に有用とされる時系列干渉解析（TSInSAR）を導入して比較検証を進め、社会基盤分野における衛星 SAR の適用性について引き続き検討する必要があると考えられる。

参考文献

- ・ 欧州宇宙機構(ESA) コペルニクス計画ポータルサイト：<https://scihub.copernicus.eu/>
- ・ 国土地理院電子基準点データ提供サービス：<http://terras.gsi.go.jp/>