

桜島周辺の地殻変動*

Crustal Deformations around Sakurajima Volcano

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

第1図、第2図(a)、(b)は、桜島周辺におけるGNSS連続観測結果である。第1図上段に基線の配置を、下段に各観測点の保守の履歴を示した。第2図(a)、(b)は基線長の時系列グラフで、左列に最近約5年間の時系列を、右列に最近約1年間の時系列を示した。島内の基線の(1)「鹿児島2」－「桜島」、(2)「鹿児島3」－「桜島」、(3)「鹿児島3」－「鹿児島2」では、2015年1月上旬頃から伸びの傾向が見られるほか、2015年8月15日の前後で伸びが見られたが、その後はほぼ停滞している。鹿児島(錦江)湾を挟む一部の基線では、2015年1月上旬頃から伸びの傾向が見られる。

第3図は桜島周辺のGNSS観測点、第4図は桜島島内のGEONETと気象庁によるGNSS観測点のデータを統合解析した水平変動ベクトル図である。第3図、第4図とも、上段は最近約3か月間、下段は最近1年間の図で、最近1年間では島内の大きな膨張と始良カルデラの膨張が見られるが、最近3ヶ月間では島内の膨張は見られない。

第5図、第6図は、これらのGNSS観測データに基づき、時間依存のインバージョン手法により、変動源を茂木ソースと仮定して体積の増減を時系列的に推定した結果である。第5図は桜島島内の変動源(茂木ソース1)と始良カルデラの変動源(茂木ソース2)の2つの変動源を仮定した場合の2016年1月1日までの体積変化時系列の推定結果である。第5図の上段は推定に用いた観測点の配置と仮定した変動源の位置図である。下段左の桜島島内の変動源(茂木ソース1)は、2012年初め頃から反転して収縮傾向となっていたが、2014年初め頃から再び膨張傾向に転じている。この傾向は2015年8月15日のダイク貫入まで続いたが、その後は停止しているように見える。一方、下段右の始良カルデラの変動源(茂木ソース2)は、引き続き膨張が続いている。第6図(a)、(b)は、推定された膨張源の変動による各観測点の地殻変動の計算値と、観測値を比較した時系列グラフである。なお、960720「鹿児島2」の上下変動の計算値は観測値と系統的にずれているが、この観測点は昭和(1946年)溶岩流の上であり、局所的な圧密沈下を反映していることが原因と考えられる。

第7図(a)、(b)は、だいち2号のSAR干渉解析結果である。2015年8月15日を挟む解析である第7図(a)の(a)では、南岳山頂火口東側の広い範囲で8月15日の火山活動に伴う変動が見られる。一方、8月15日以降の解析では、南岳山頂火口の東側でわずかな沈降もしくは西向きの変動が見られている。

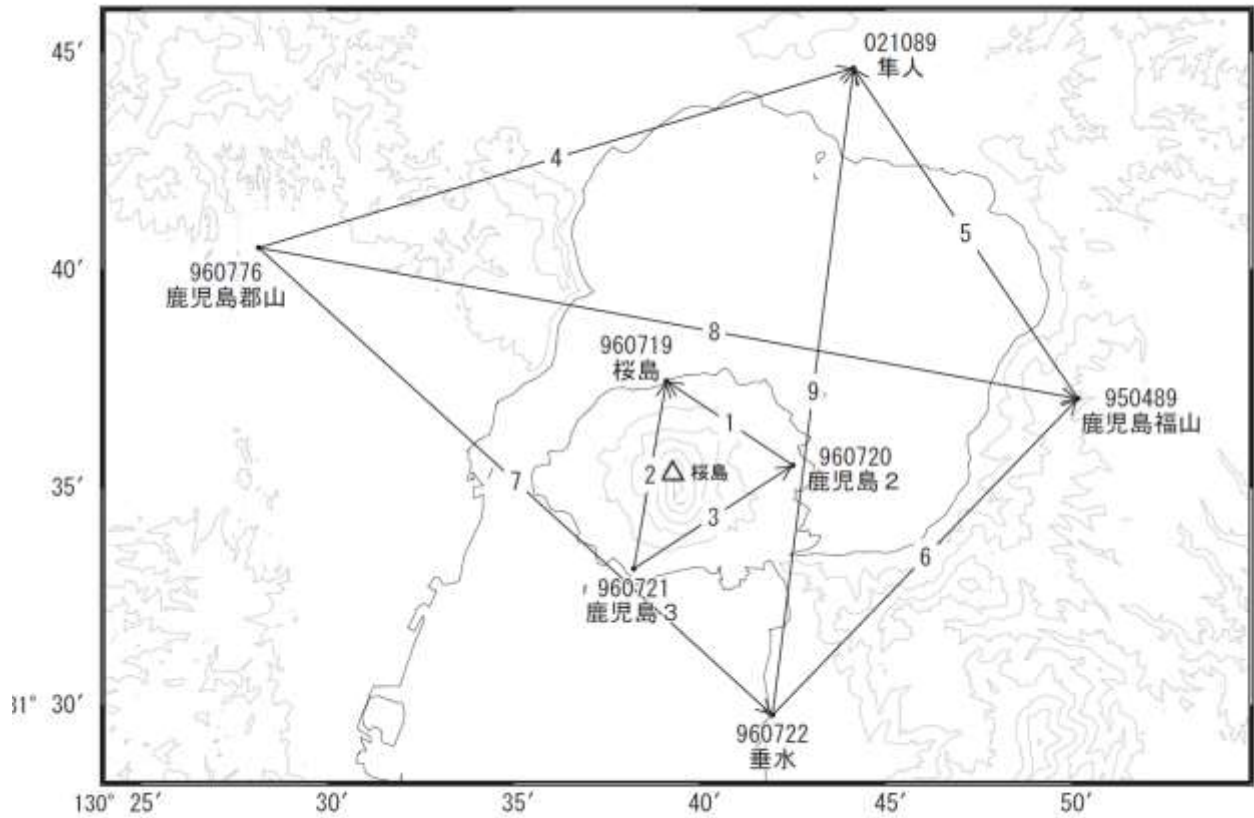
第8図は、南岳周辺の最近1年間のGNSS基線変化グラフである。8月15日以降、わずかな縮みが見られており、前述のSAR干渉解析結果と整合している。

謝辞

ここで使用しただいち2号の原初データの所有権は、JAXAにあります。これらのデータは、だいち2号に関する国土地理院とJAXAの間の協定に基づき提供されました。

* 2017年3月30日受付

桜島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

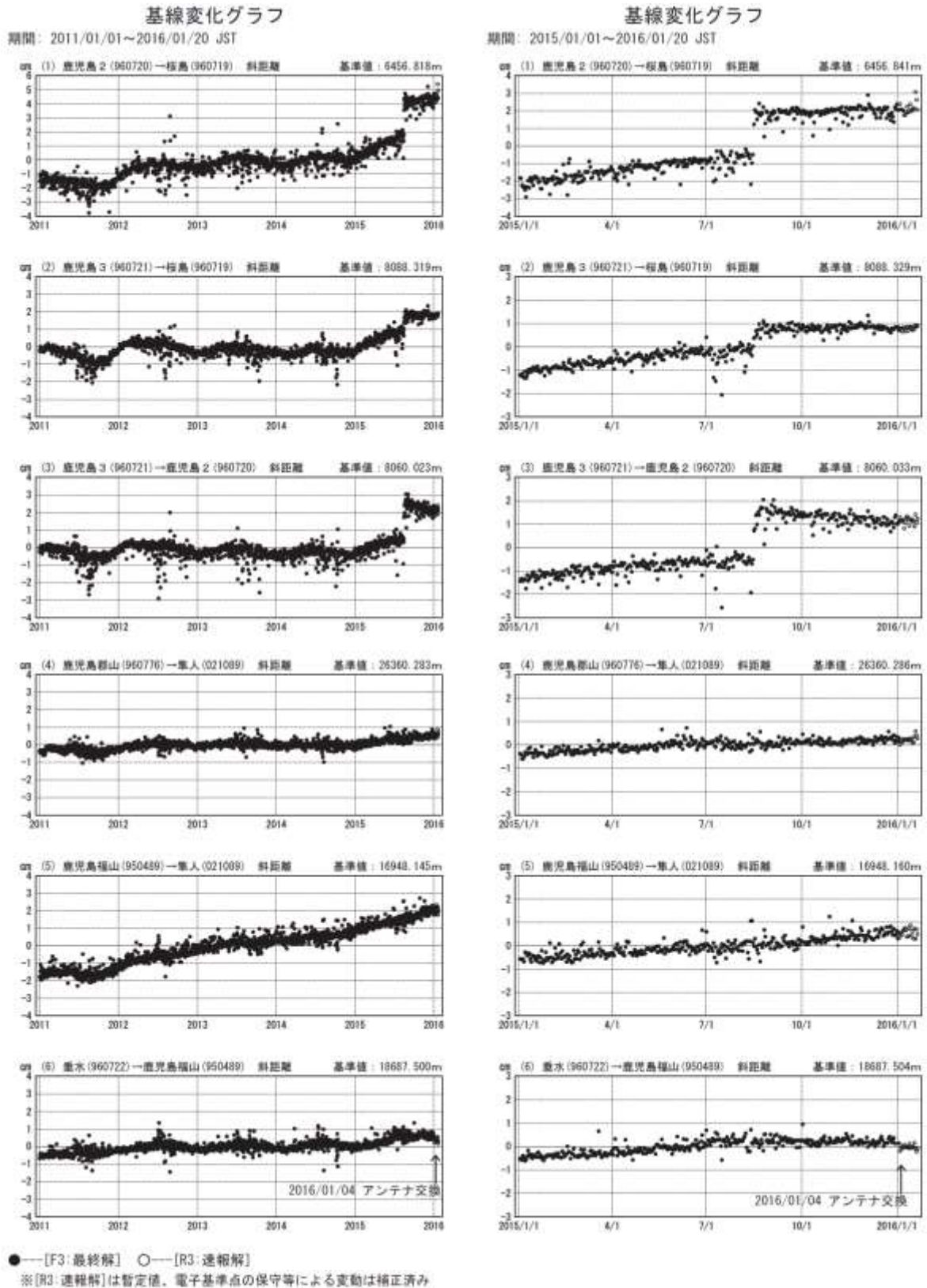


桜島周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
950489	鹿児島福山	20120912	アンテナ・受信機交換
960719	桜島	20121012	アンテナ交換
960720	鹿児島2	20121012	アンテナ交換
960721	鹿児島3	20121012	アンテナ交換
960722	垂水	20120912	アンテナ・受信機交換
		20160104	アンテナ交換
960776	鹿児島郡山	20120326	伐採
		20120912	アンテナ・受信機交換
021089	隼人	20120912	アンテナ・受信機交換

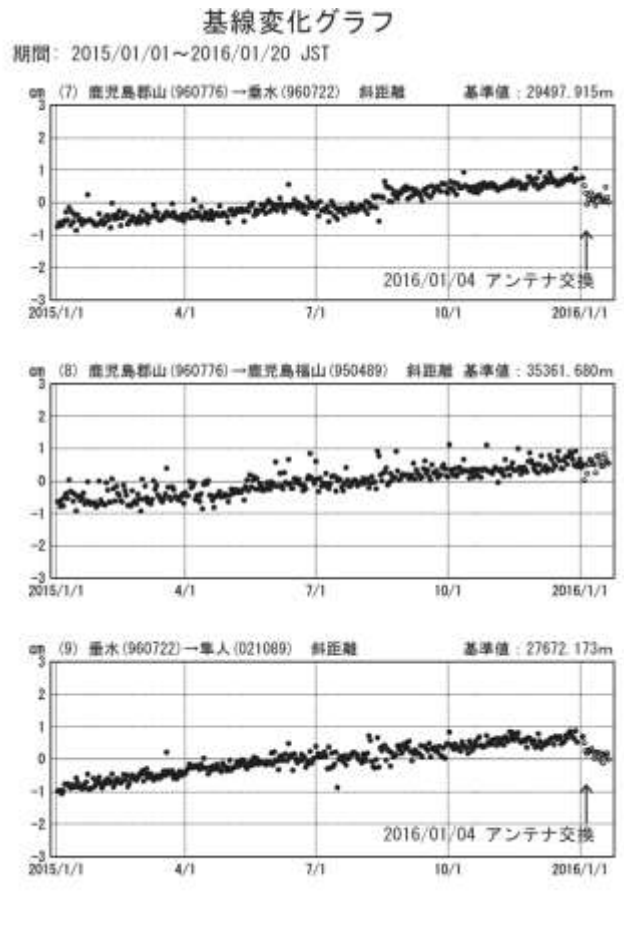
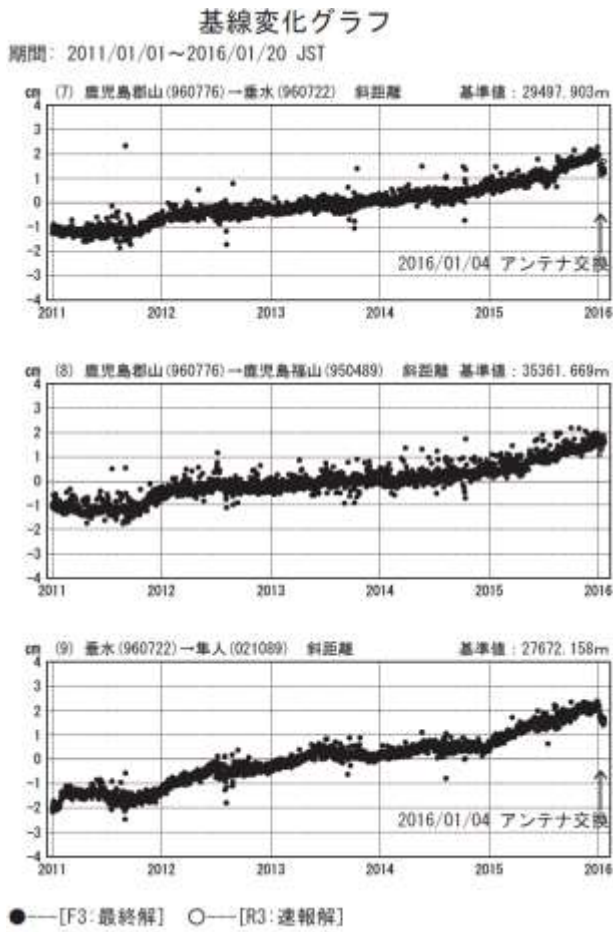
第1図 桜島周辺の電子基準点におけるGNSS連続観測基線図(上段:基線図、下段:保守履歴)

Fig.1 (upper) Site location map of the GNSS continuous observation network around Sakurajima Volcano;
(lower) History of site maintenance.



第2図(a) 桜島周辺のGNSS連続観測結果(基線長 左列:2011年1月~2016年1月、右列:2015年1月~2016年1月)

Fig.2 (a) Results of continuous measurements of the GNSS around Sakurajima Volcano; Baseline length (left) from January 2011 to January 2016, (right) from January 2015 to January 2016.



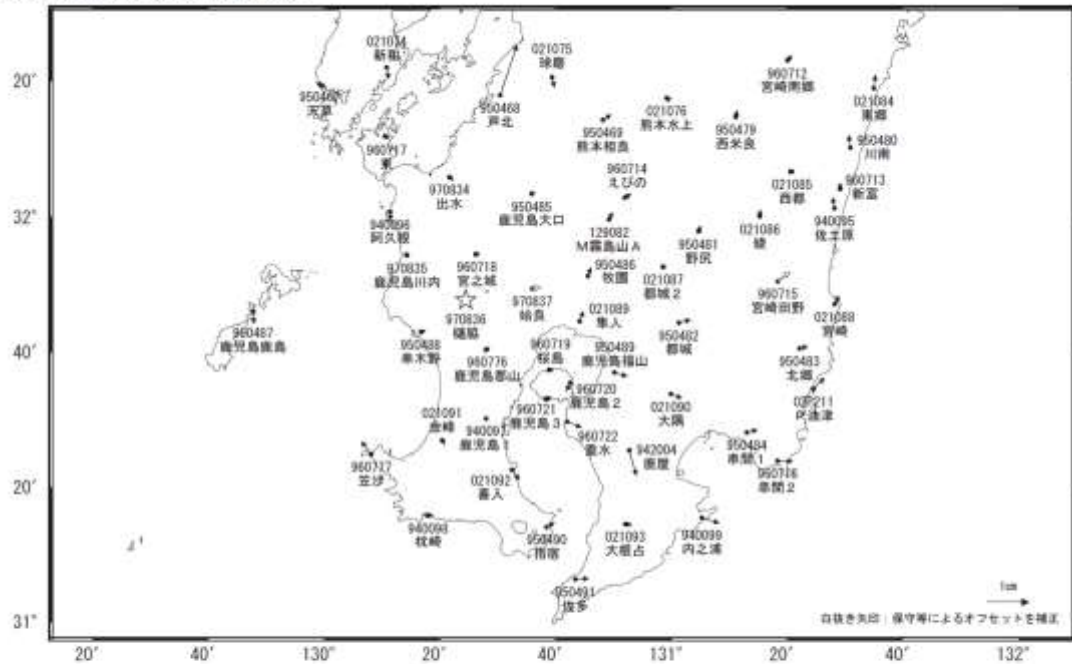
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2図(b) 桜島周辺のGNSS連続観測結果(基線長 左列:2011年1月~2016年1月、右列:2015年1月~2016年1月)

Fig.2 (b) Results of continuous measurements of the GNSS around Sakurajima Volcano; Baseline length (left) from January 2011 to January 2016, (right) from January 2015 to January 2016.

桜島周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

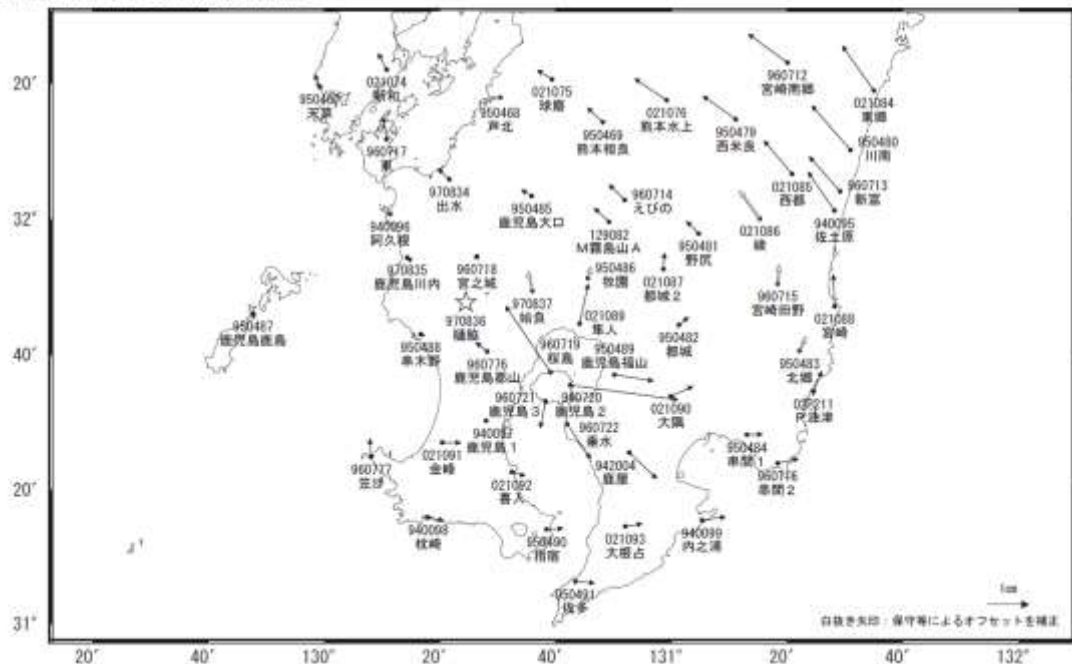
基準期間: 2015/09/24~2015/10/03 [F3:最終解]
 比較期間: 2015/12/24~2016/01/02 [F3:最終解]



☆ 固定局: 碓氷 (970836)

桜島周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間: 2014/12/24~2015/01/02 [F3:最終解]
 比較期間: 2015/12/24~2016/01/02 [F3:最終解]



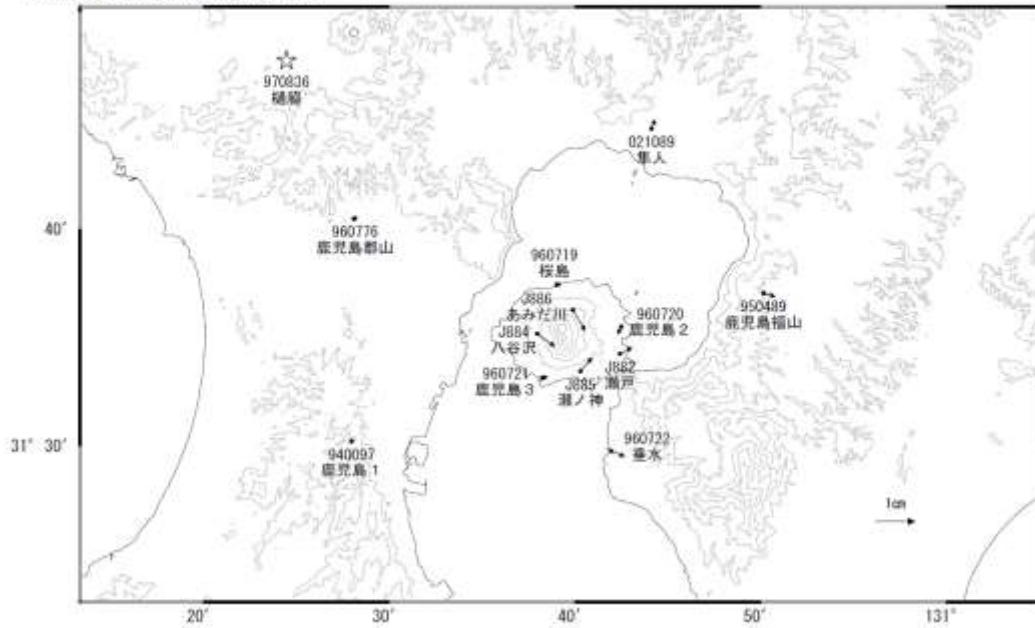
※ 電子基準点の保守等による変動は補正済み

第3図 桜島周辺におけるGNSS観測点の水平変動ベクトル図(上段:2015年9月~2016年1月、下段:2014年12月~2016年1月)

Fig.3 Horizontal displacements of GNSS stations around Sakurajima Volcano; (upper) from September 2015 to January 2016, (lower) from December 2014 to January 2016.

桜島周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

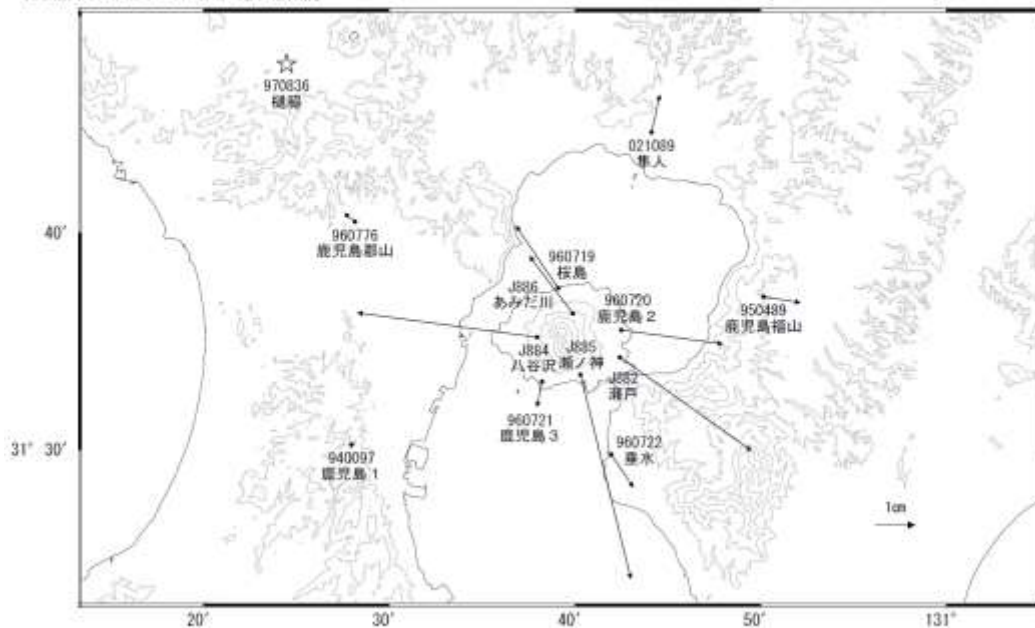
基準期間 2015/09/24~2015/10/03 [F3:最終解]
比較期間 2015/12/24~2016/01/02 [F3:最終解]



☆ 固定局: 楯岡 (970836)

桜島周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間 2014/12/24~2015/01/02 [F3:最終解]
比較期間 2015/12/24~2016/01/02 [F3:最終解]



☆ 固定局: 楯岡 (970836)

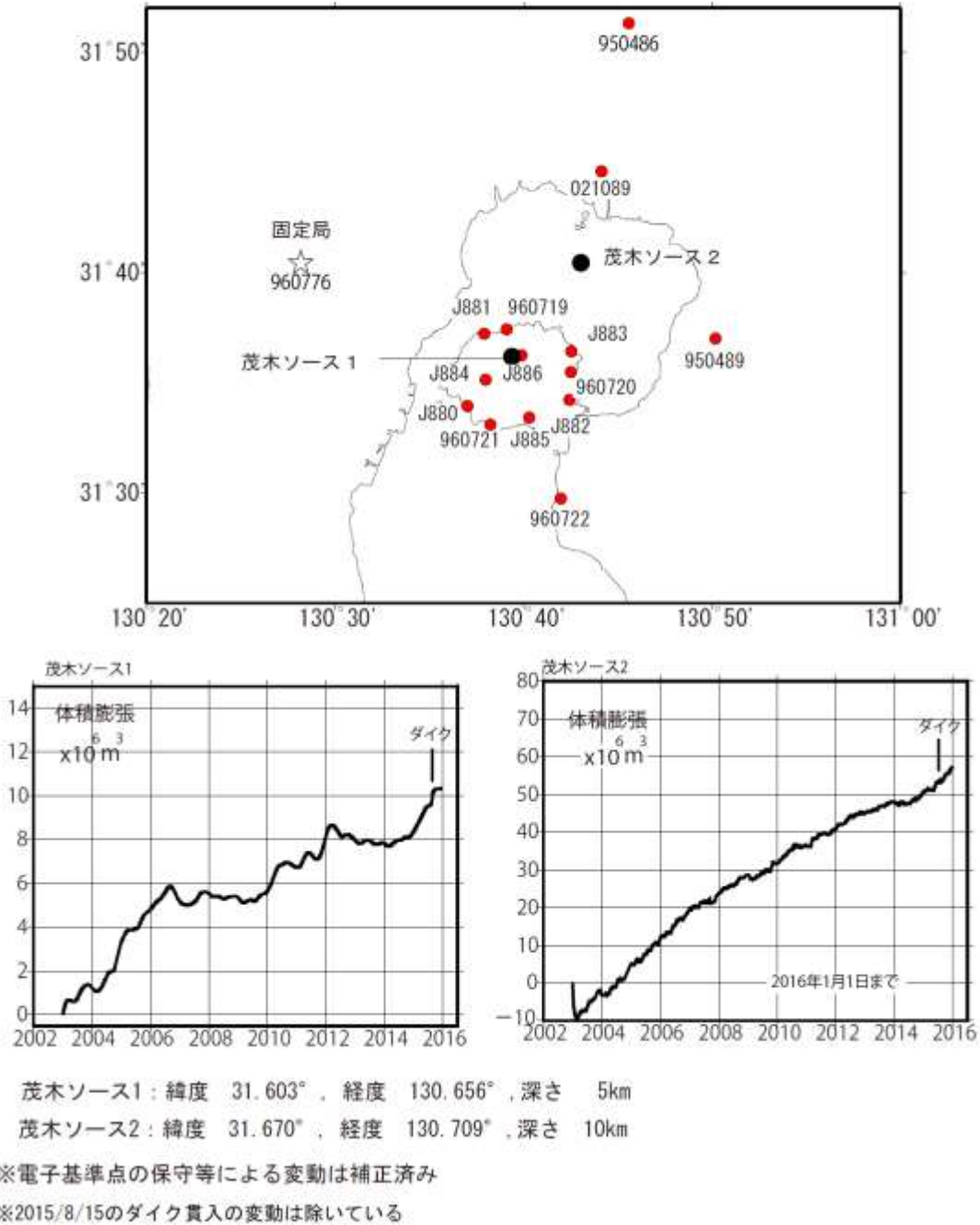
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第4図 桜島におけるGNSS連続観測点(国土地理院・気象庁観測点統合解析による)水平変動ベクトル図
(上段:2015年9月~2016年1月、下段:2014年12月~2016年1月)

Fig.4 Horizontal displacements of GNSS stations around Sakurajima Volcano by combined analyzing system for GEONET sites and JMA sites; (upper) from September 2015 to January 2016, (lower) from December 2014 to January 2016.

桜島の茂木ソースの位置と体積変化

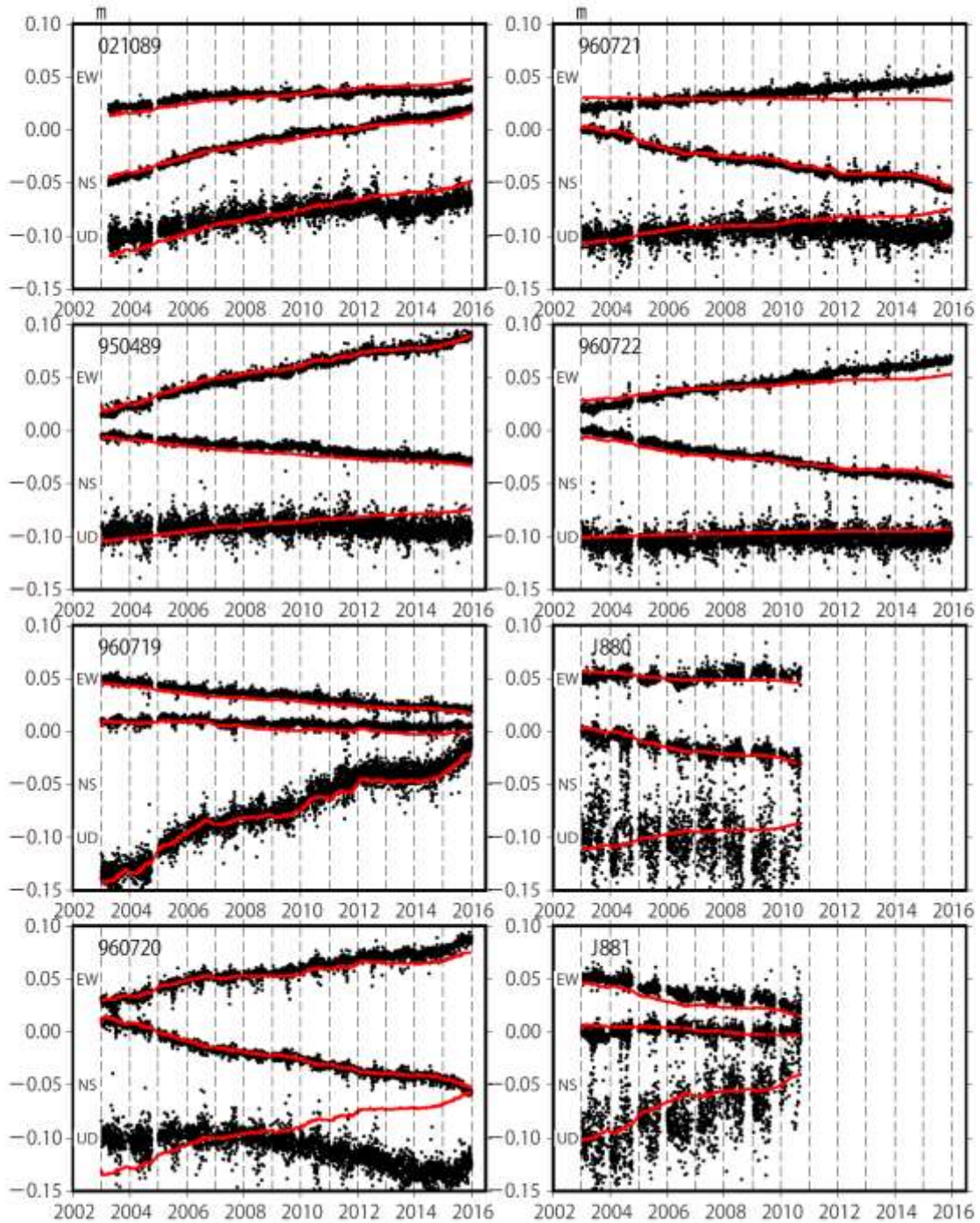
時間依存のインバージョン解析



第5図 時間依存インバージョンの手法による桜島の変動源の体積変化推定・茂木ソース2つを仮定(上段:推定に用いた観測点(赤点)の配置と茂木ソースの位置(黒丸)、下段左、推定された茂木ソース体積の時間変化・桜島直下、下段右:推定された茂木ソース体積の時間変化・始良カルデラ深部)

Fig.5 Estimation of the volume change of Mogi-source by the time dependent inversion method, assuming two Mogi sources; (upper) distribution of GNSS observation sites (red dots) used for the inversion and Mogi-sources (black circles), (lower left) Time series of estimated volume, Mogi-source under the summit of Sakurajima volcano, (lower right) Time series of estimated volume, Mogi-source under the Aira caldera.

桜島周辺の観測点の座標時系列 (黒丸) と計算値 (赤線)
 時間依存のインバージョン



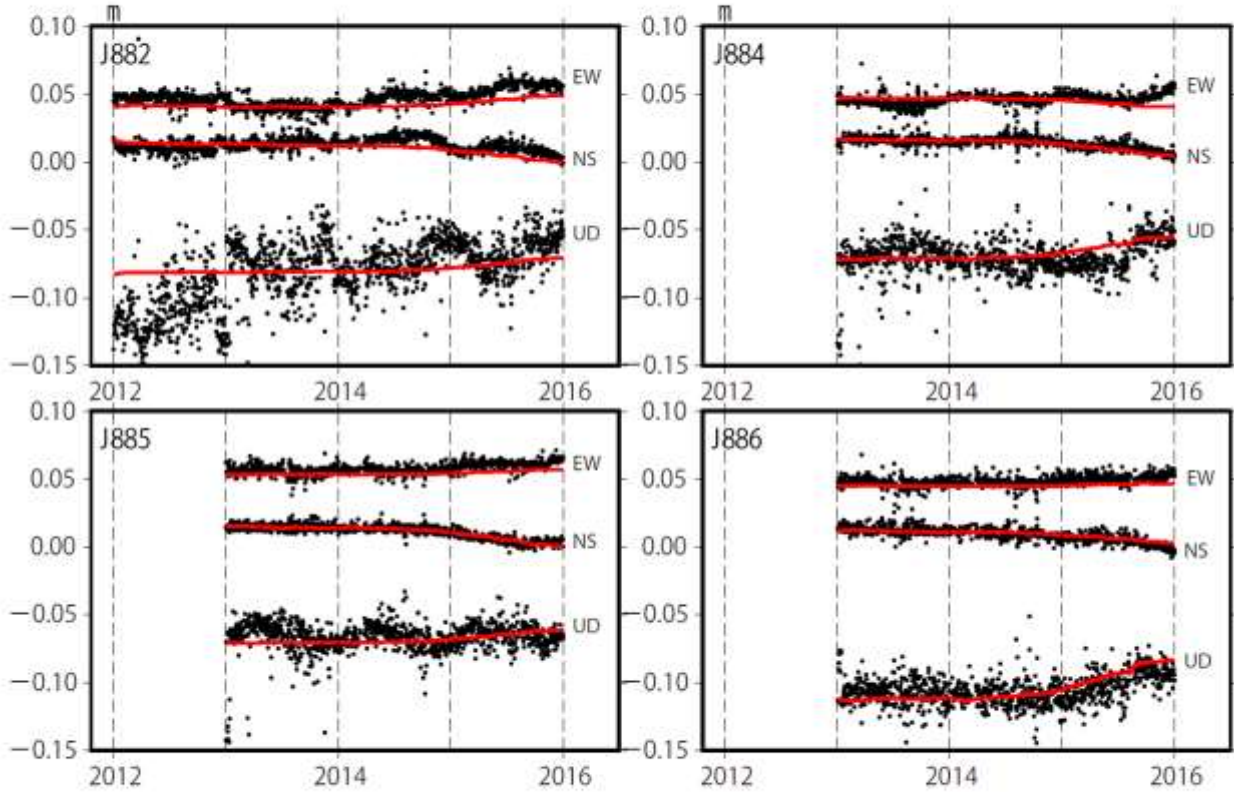
固定局960776. EW, NS, UDは東西, 南北, 上下変動. 周期成分は除いている.
 ※電子基準点の保守等による変動は補正済み
 ※2015/8/15のダイク貫入の変動は除いている

第6図(a) 推定された茂木ソースによる地殻変動計算値(赤実線)と観測値(黒点)の比較

Fig.6(a) Comparison of calculated deformation from the estimated Mogi-source (red lines) and observed deformation (black dots).

桜島周辺の観測点の座標時系列（黒丸）と計算値（赤線）

時間依存のインバージョン



固定局960776. EW, NS, UDは東西, 南北, 上下変動. 周期成分は除いている.

※電子基準点の保守等による変動は補正済み

※2015/8/15のダイク貫入の変動は除いている

第6図(b) 推定された茂木ソースによる地殻変動計算値(赤実線)と観測値(黒点)の比較

Fig.6(b) Comparison of calculated deformation from the estimated Mogi-source (red lines) and observed deformation (black dots).

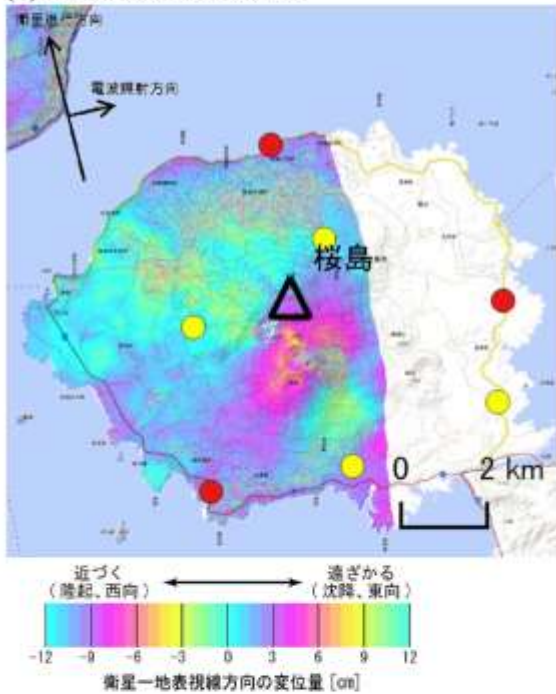
桜島の SAR 干渉解析結果について

	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2015/06/24 2015/12/09 0:18 頃 (168 日間)	2015/09/07 2015/11/30 12:18 頃 (84 日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右	右
観測モード*	U-U	U-U
入射角(中心)	39.0°	36.2°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 14m	+ 232m
使用 DEM	GSI10m DEHMJapan (飛田, 2009)	GSI10m DEHMJapan (飛田, 2009)

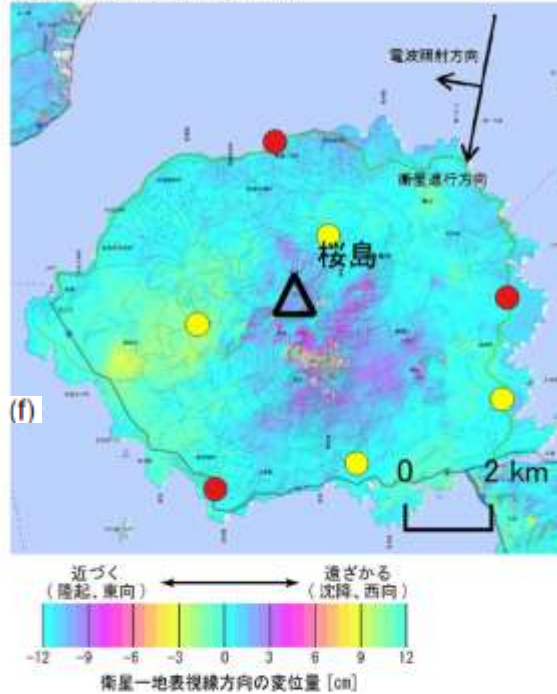
*U: 高分解能(3m)モード

- 国土地理院 GNSS 観測点
- 国土地理院以外の GNSS 観測点

(a)2015/06/24-2015/12/09



(b)2015/09/07-2015/11/30



背景：地理院地図 標準地図

判読)

- ・ (a)では、8月15日の火山活動に伴う変動が見られる。
- ・ (b)では、ノイズレベルを超えるような変動は見られない。

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

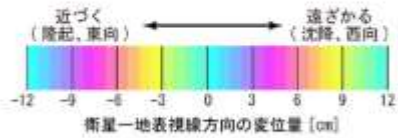
第7図(a) 「だいち2号」PALSAR-2による桜島周辺地域の解析結果

Fig.7(a) Interferometric analysis of SAR acquired by ALOS-2 PALSAR-2 around Sakurajima Volcano.

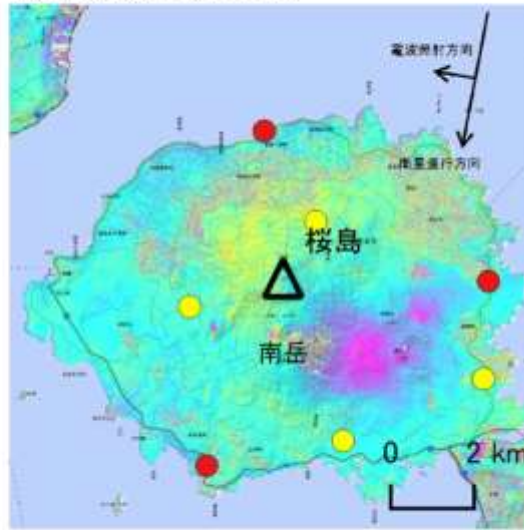
桜島の SAR 干渉解析結果について

	(a)	(b)	(c)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2015/08/24	2015/09/07	2015/11/30
	2016/02/08	2016/02/08	2016/02/08
	12:18 頃 (168 日間)	12:18 頃 (154 日間)	12:18 頃 (70 日間)
衛星進行方向	南行	南行	南行
電波照射方向	右	右	右
観測モード*	U-U	U-U	U-U
入射角(中心)	36.2°	36.2°	36.2°
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	-87m	-56m	-291m
使用 DEM	GS10m	GS10m	GS10m
	DEHMJapan (飛田, 2009)	DEHMJapan (飛田, 2009)	DEHMJapan (飛田, 2009)

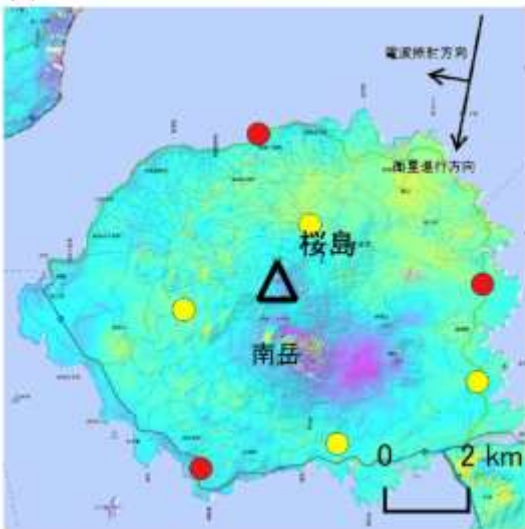
*U: 高分解能(3m)モード



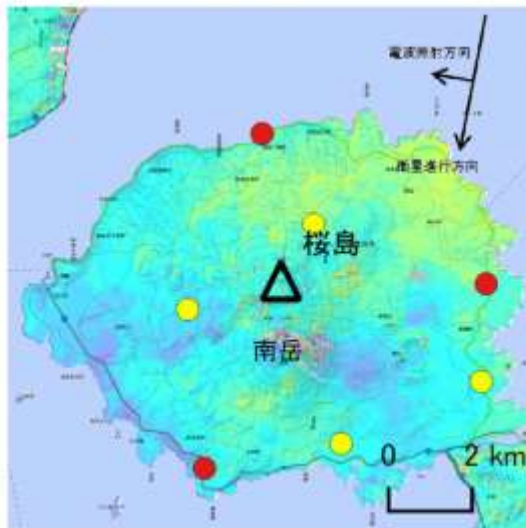
(a)2015/08/24-2016/02/08



(b)2015/09/07-2016/02/08



(c)2015/11/30-2016/02/08



● 国土地理院 GNSS 観測点

● 国土地理院以外の GNSS 観測点

背景: 地理院地図 標準地図

判読)

- ・ (a) (b) では、南岳山頂火口の東側で衛星から遠ざかる変動が見られる。
- ・ (c) では、ノイズレベルを超えるような変動は見られない。

解析: 国土地理院 原初データ所有: JAXA

第7図(b) 「だいち2号」 PALSAR-2 による桜島周辺地域の解析結果

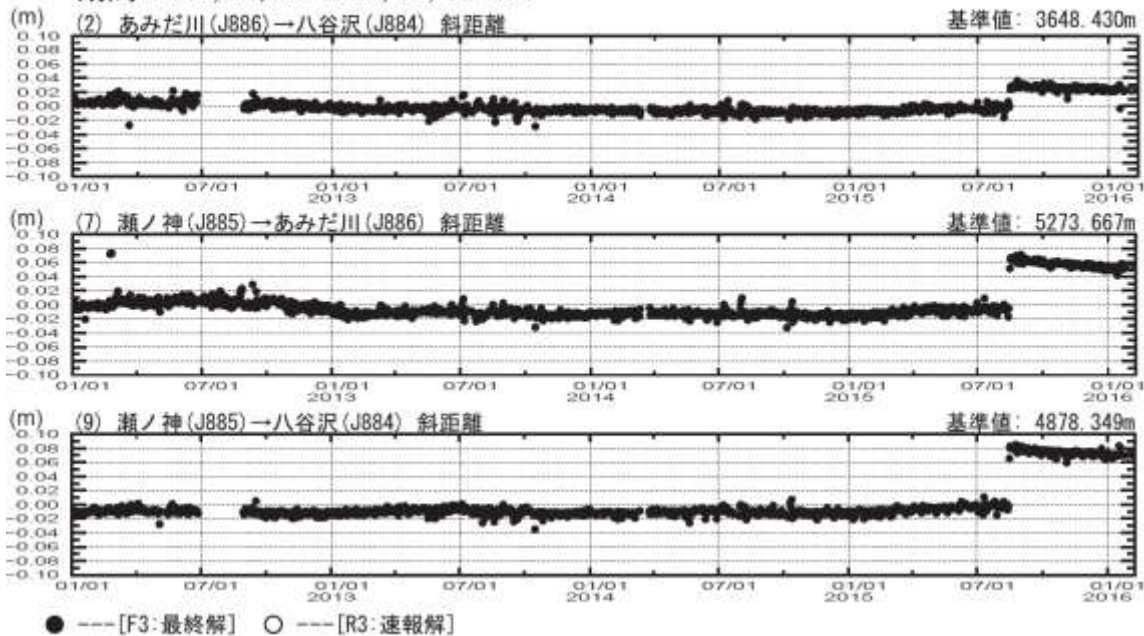
Fig.7(b) Interferometric analysis of SAR acquired by ALOS-2 PALSAR-2 around Sakurajima Volcano.

桜島周辺 GNSS連続観測基線図



基線変化グラフ

期間:2012/01/01-2016/02/04 JST



第8図 桜島周辺のGNSS連続観測結果・統合解析基線

Fig.8 Results of continuous measurements of the GNSS around Sakurajima Volcano, time series for the baseline length for the combination of GEONET, JMA observation site:(upper)Site location map,(lower) time series for the baseline length, relative height from January 2012 to February 2016.