

箱根山周辺の地殻変動*

Crustal Deformations around Hakone Volcano

国土地理院
Geospatial Information Authority of Japan

第 1 図、第 2 図は、箱根山周辺における GNSS 連続観測結果である。第 1 図上段には山体を取り囲む基線の配置を、中段には上段に表示されている観測点の保守の履歴を示した。第 1 図下段及び第 2 図上段は電子基準点による基線長の時系列で、左列に約 5 年間、右列に約 1 年間の変化を示した。箱根山を挟む (1) 「裾野 2」－「箱根」などの基線では、2015 年 4 月下旬頃から伸びが見られる。第 2 図下段は臨時観測点「M大涌谷」に関する基線変化グラフである。

第 3 図(a)～(d)は、「だいち 2 号」PALSAR-2 による大涌谷（箱根山）の SAR 干渉解析結果である。大涌谷では最大 30 cm 程度の衛星に近づく変動が見られる。4 月 17 日以前の観測ではノイズレベルを超える変動は見られないことから、この変動は 4 月 17 日以降に始まったと思われる。

第 4 図(a)、(b)は、箱根山周辺の地殻変動源モデル（茂木モデル）である。箱根山周辺の電子基準点及び統合解析を行った気象庁と神奈川県温泉地学研究所の GNSS 観測点において観測された地殻変動に基づき変動源を推定した。(a)は球状膨張源を 2001 年の活動時において推定された場所（国土地理院, 2002）に水平位置と深さ（7.4 km）を固定したもの、(b)は水平位置のみ固定し、体積変化量に合わせて深さを推定した（約 10 km）ものである。

第 5 図は箱根山の火山活動に関わる公開情報の例である。国土地理院では、箱根山において地殻変動及び火山基本図をホームページで公開している。

謝辞

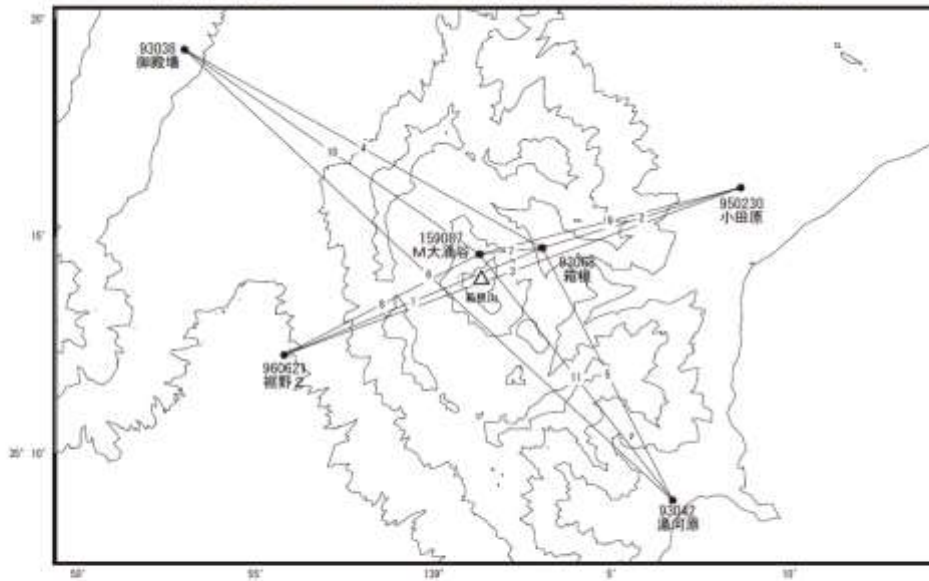
ここで使用した「だいち 2 号」の原初データの所有権は、JAXA にあります。これらのデータは、「だいち 2 号」に関する国土地理院と JAXA の間の協定に基づき提供されました。

引用文献

1) 国土地理院, 2002, 箱根山とその周辺地域の地殻変動. 火山噴火予知連絡会会報, 80. 34-50.

* 2015 年 8 月 7 日受付

箱根山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



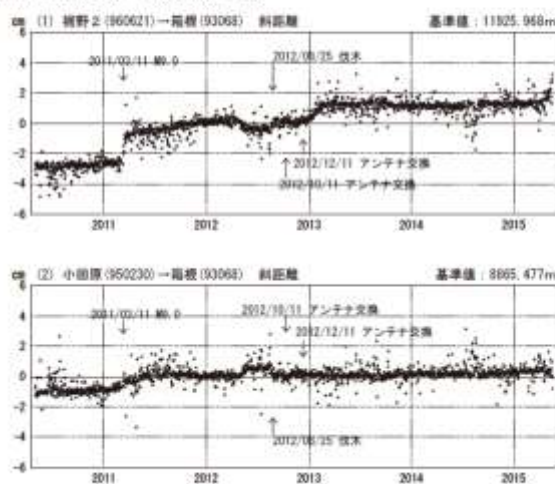
箱根山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
93038	御殿場	20080108	レドーム開閉・受信機交換
		20101101	周辺伐採
		20121112	アンテナ・受信機交換
93042	湯河原	20090224	受信機交換
		20121211	アンテナ・受信機交換
		20120825	周辺伐採
93068	箱根	20090224	レドーム開閉・受信機交換
		20121211	アンテナ・受信機交換
		20140926	受信機交換

点番号	点名	日付	保守内容
950230	小田原	20100129	レドーム開閉・受信機交換
		20121011	アンテナ交換
		20140403	アンテナ・受信機交換
		20140605	受信機交換
960621	裾野	20100118	レドーム開閉・受信機交換
		20121011	アンテナ交換
		20150302	受信機交換
		20150508	新設
159087	M大涌谷	20150508	新設

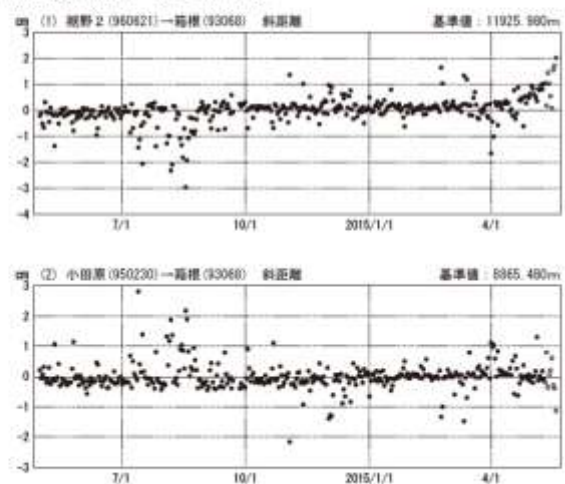
基線変化グラフ

期間: 2010/05/01~2015/05/18 JST



基線変化グラフ

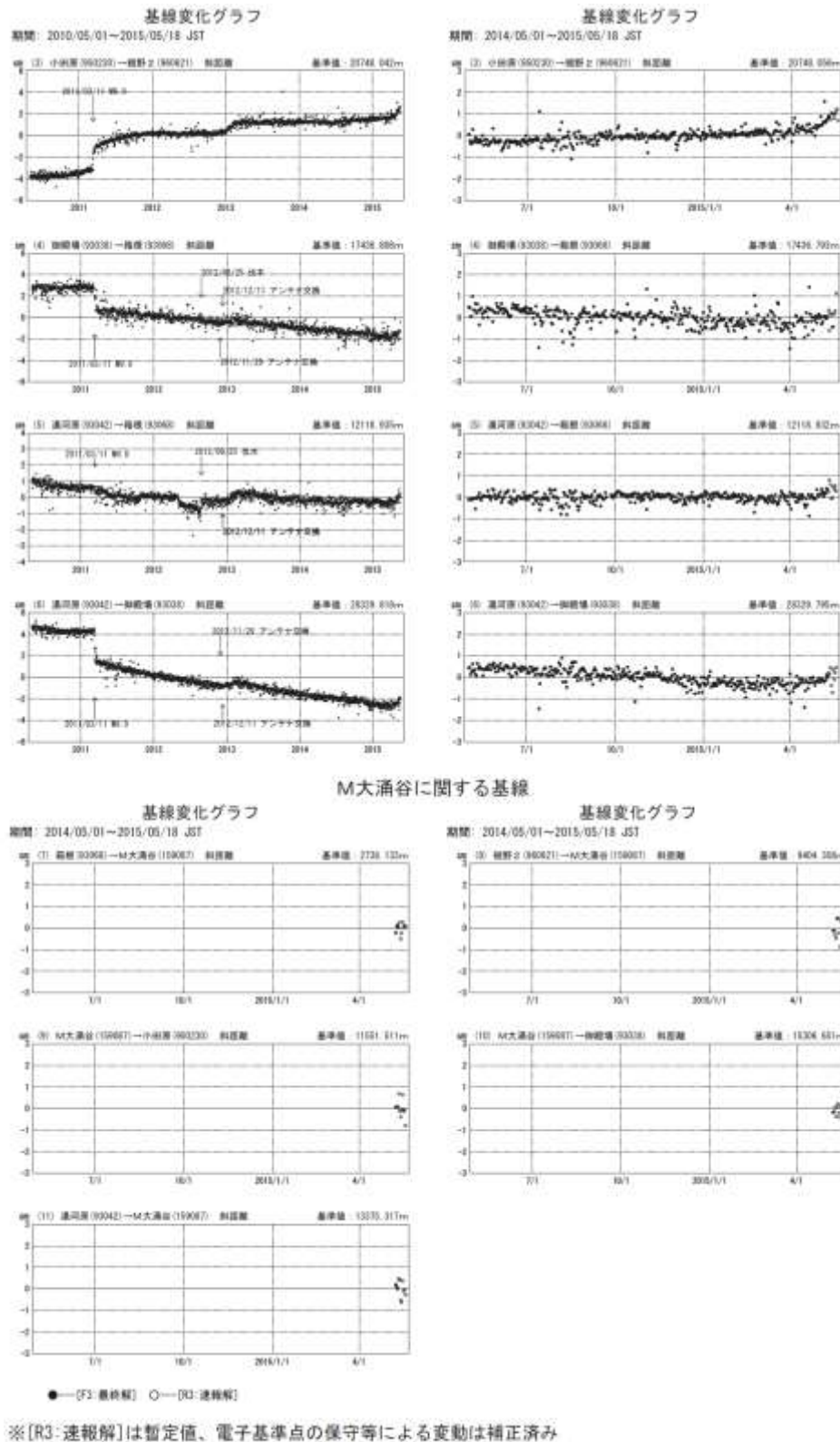
期間: 2014/05/01~2015/05/18 JST



※[R3:速報値]は暫定値。電子基準点の保守等による変動は補正済み 変動は補正済み

第1図 箱根山周辺のGNSS連続観測結果(上段:基線図、中段:保守履歴、下段:基線長)、(左列:2010年5月~2015年5月、右列2014年5月~2015年5月)

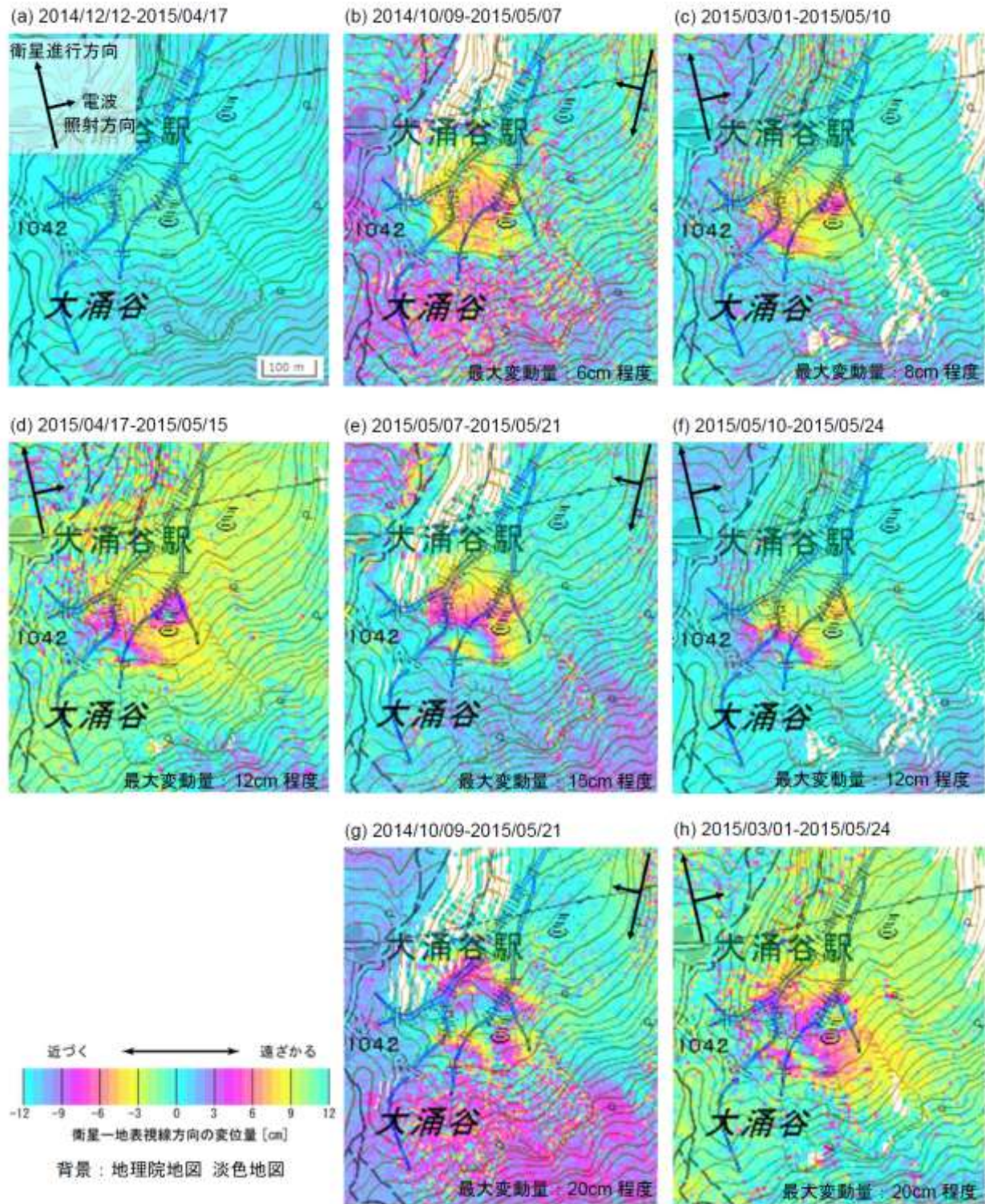
Fig.1 Results of continuous GNSS observation at GEONET sites around Hakone Volcano; (upper) Site location map, (middle) History of site maintenance, (lower) Time series of baseline length (left) from May 2010 to May 2015, (right) from May 2014 to May 2015.



第2図 箱根山周辺の電子基準点における GNSS 連続観測結果 (基線長時系列)、(上段左列: 2010 年 5 月～2015 年 5 月、上段右列: 2014 年 5 月～2015 年 5 月、下段: 2014 年 5 月～2015 年 5 月)

Fig.2 Results of continuous GNSS observation at GEONET sites around Hakone Volcano, Time series of baseline length (upper left) from May 2010 to May 2015, (upper right and lower) from May 2014 to May 2015.

大涌谷（箱根山）の SAR 干渉解析結果について



解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

本成果は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動による

第 3 図 (a) 「だいち 2 号」 PALSAR-2 による箱根山周辺地域の解析結果

Fig.3(a) Interferometric analysis of SAR acquired by ALOS-2 PALSAR-2 around Hakone Volcano.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
衛星名	ALOS-2							
観測日時	2014/12/12 2015/04/17 23:44 頃 (126 日間)	2014/10/09 2015/05/07 11:43 頃 (210 日間)	2015/03/01 2015/05/10 23:37 頃 (70 日間)	2015/04/17 2015/05/15 23:44 頃 (28 日間)	2015/05/07 2015/05/21 11:43 頃 (14 日間)	2015/05/10 2015/05/24 23:37 頃 (14 日間)	2014/10/09 2015/05/21 11:43 頃 (224 日間)	2015/03/01 2015/05/24 23:37 頃 (84 日間)
衛星進行方向	北行	南行	北行	北行	南行	北行	南行	北行
電波照射方向	右	右	右	右	右	右	右	右
観測モード*	U-U							
入射角(中心)	43.1°	43.0°	33.3°	37.0°	42.9°	33.3°	42.9°	33.3°
ピクセルスペーシング	11m	6m	6m	6m	6m	6m	6m	6m
偏波	HH							
垂直基線長	- 13 m	- 77 m	+ 230 m	- 159m	- 149 m	- 45 m	+ 83 m	- 25 m
使用 DEM	GSI10mDEHMJapan (飛田, 2009)							

*U: 高分解能(3m)モード

判読)

- ・ (b)～(h)では、大涌谷付近で衛星に近づく変動が見られる。
- ・ (a)では、ノイズレベルを超える変動は見られないことから、この変動は 4 月 17 日以降に始まったと思われる。
- ・ (c)～(h)では、変動のピークが 2 つ見られる。
- ・ 変動期間が全て含まれる(g)・(h)では、共に衛星視線方向に最大 20cm 程度の変動が見られる。

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

本成果は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動による

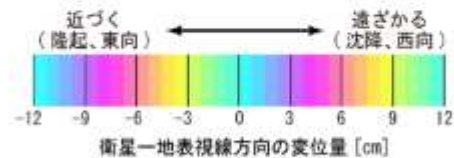
第 3 図 (b) 「だいち 2 号」 PALSAR-2 による箱根山周辺地域の解析結果

Fig.3(b) Interferometric analysis of SAR acquired by ALOS-2 PALSAR-2 around Hakone Volcano.

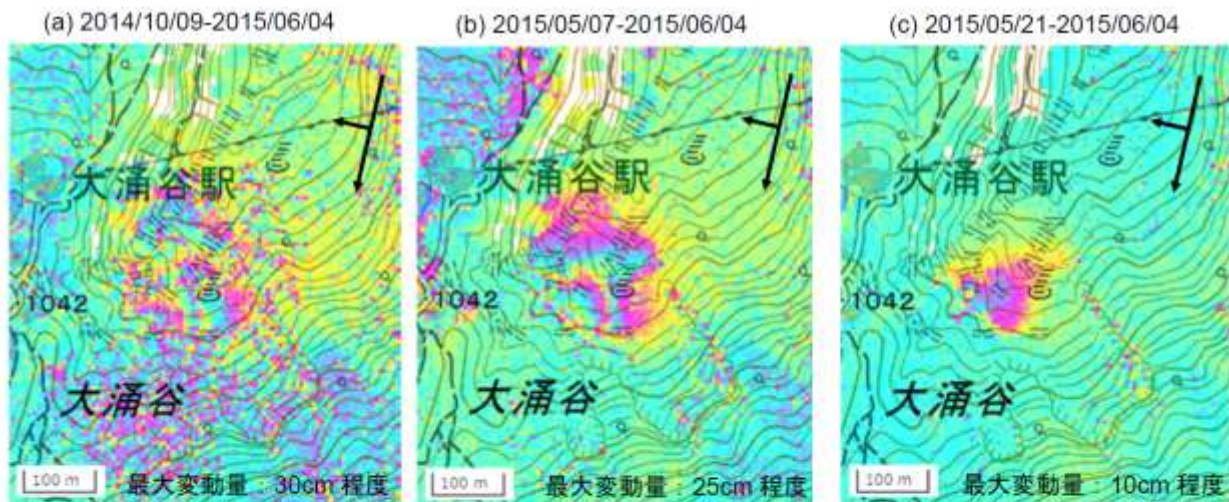
大涌谷（箱根山）の SAR 干渉解析結果について

	(a)	(b)	(c)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2014/10/09 2015/06/04 11:43 頃 (238 日間)	2015/05/07 2015/06/04 11:43 頃 (28 日間)	2015/05/21 2015/06/04 11:43 頃 (14 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)	43.0°	43.0°	43.0°
ピクセルスペーシング	6m	6m	6m
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	-5m	-237 m	- 89 m
使用 DEM	GS10m DEHMJapan (飛田, 2009)	GS10m DEHMJapan (飛田, 2009)	GS10m DEHMJapan (飛田, 2009)

*U: 高分解能(3m)モード
W: 広域観測(350km)モード



背景：地理院地図 標準地図



判読)

- ・(a)、(b)、(c) 大涌谷では、衛星に近づく変動が見られる。
- ・5月21日から6月4日では最大 10cm 程度の変動が見られる。
- ・変動期間が全て含まれる(a)では、衛星視線方向に最大 30cm 程度の衛星に近づく変動が見られる。

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

本成果は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動による

第 3 図(c) 「だいち 2 号」 PALSAR-2 による箱根山周辺地域の解析結果

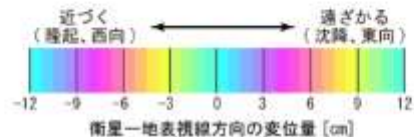
Fig.3(c) Interferometric analysis of SAR acquired by ALOS-2 PALSAR-2 around Hakone Volcano.

大涌谷（箱根山）の SAR 干渉解析結果について

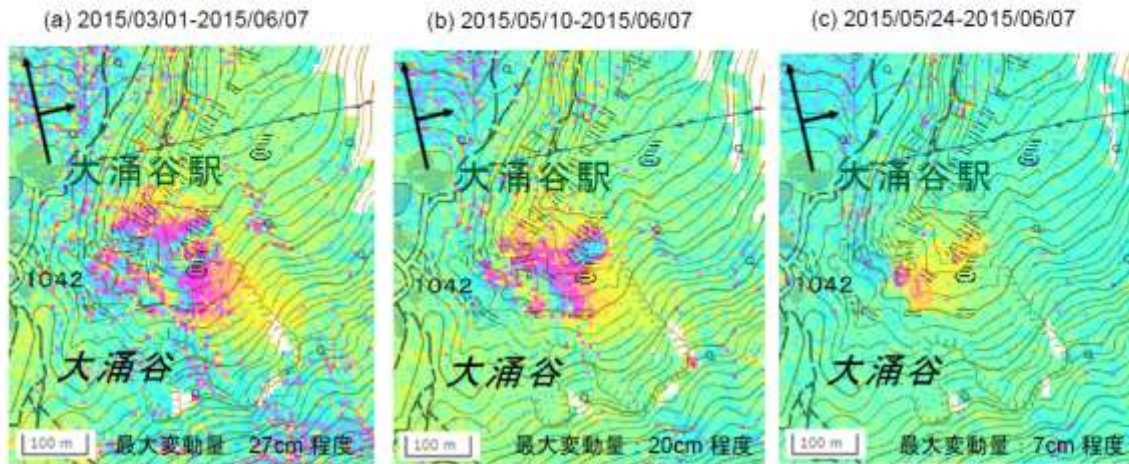
	(a)	(b)	(c)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2015/03/01 2015/06/07 23:37 頃 (98 日間)	2015/05/10 2015/06/07 23:37 頃 (28 日間)	2015/05/24 2015/06/07 23:37 頃 (14 日間)
衛星進行方向	北行	北行	北行
電波照射方向	右	右	右
観測モード*	U-U	U-U	U-U
入射角(中心)	33.4°	33.4°	33.4°
ピクセルスペーシング	6m	6m	6m
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	-5m	-25 m	+20 m
使用 DEM	DEHMJapan (飛田, 2009)	DEHMJapan (飛田, 2009)	DEHMJapan (飛田, 2009)

*U: 高分解能(3m)モード

W: 広域観測(350km)モード



背景：地理院地図 標準地図



判読)

- ・(a)、(b)、(c) 大涌谷では、衛星に近づく変動が見られる。
- ・5月24日から6月7日では最大7cm程度の変動が見られる。
- ・変動期間が全て含まれる(a)では、衛星視線方向に最大 27cm 程度の衛星に近づく変動が見られる。

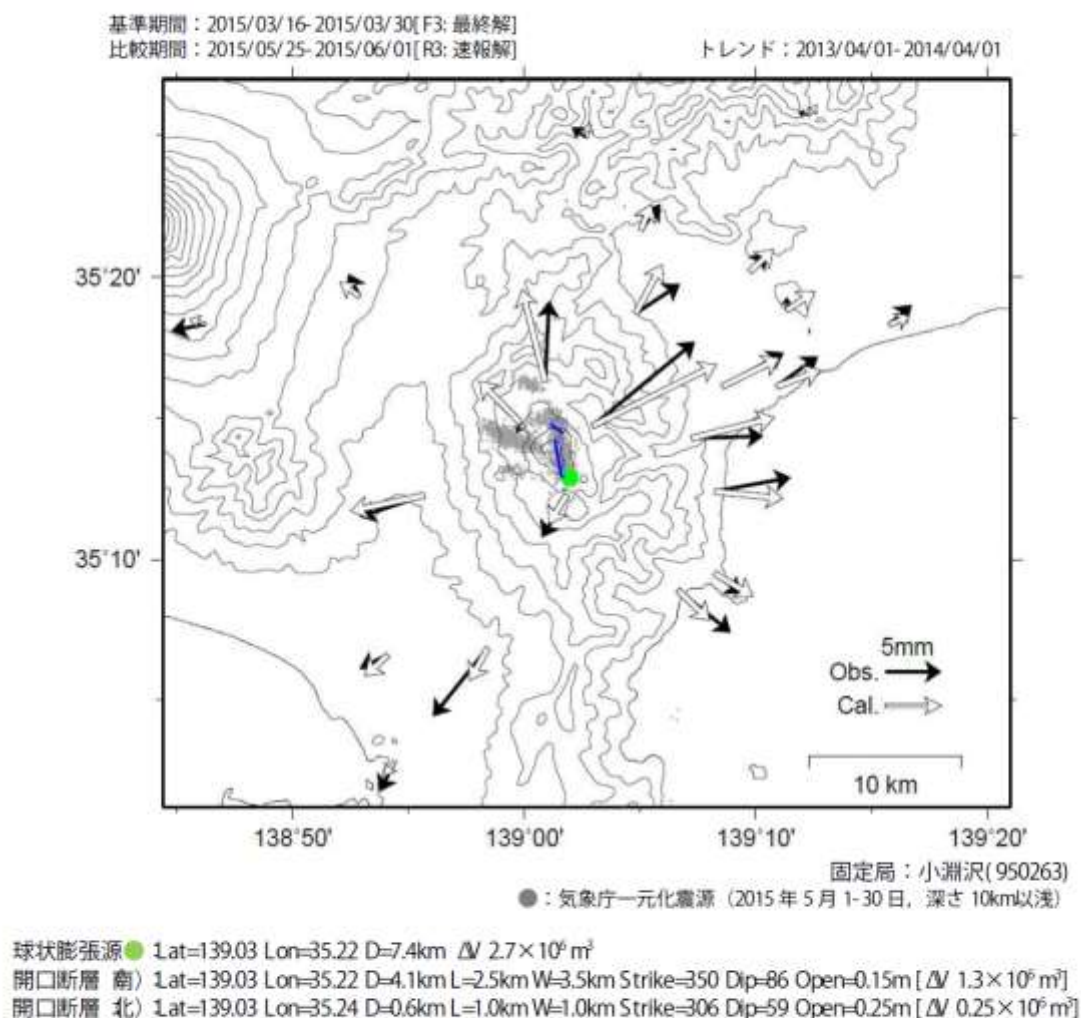
解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

本成果は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動による

第3図(d) 「だいち2号」 PALSAR-2 による箱根山周辺地域の解析結果

Fig.3(d) Interferometric analysis of SAR acquired by ALOS-2 PALSAR-2 around Hakone Volcano.

箱根山周辺の地殻変動源モデル



箱根山周辺の GNSS 観測点（電子基準点と統合解析を行った神奈川県温泉地学研究所および気象庁の GPS 観測点）において観測された地殻変動に基づき、変動源を推定した。イベントに伴う地殻変動を抽出するため、2015 年 3 月 16 日～30 日と 5 月 25 日～6 月 1 日の平均値の差のベクトルから、2013 年 4 月～2014 年 4 月のトレンドを定常的な地殻変動として差し引いている。

深さ 7.4 km の球状膨張源は、2001 年の活動時において推定された場所（国土地理院, 2002）に固定した。

開口断層（南）は、箱根山直下の地震の震源に合わせて場所を拘束し、開口量を推定した。

開口断層（北）は、国土地理院（2002）の北側の浅い変動源を基に、傾斜角、開口量を推定した。

国土地理院（2002）：箱根山とその周辺地域の地殻変動。火山噴火予知連絡会会報，80，34-50。

第 4 図(a) 箱根山周辺の地殻変動源モデル

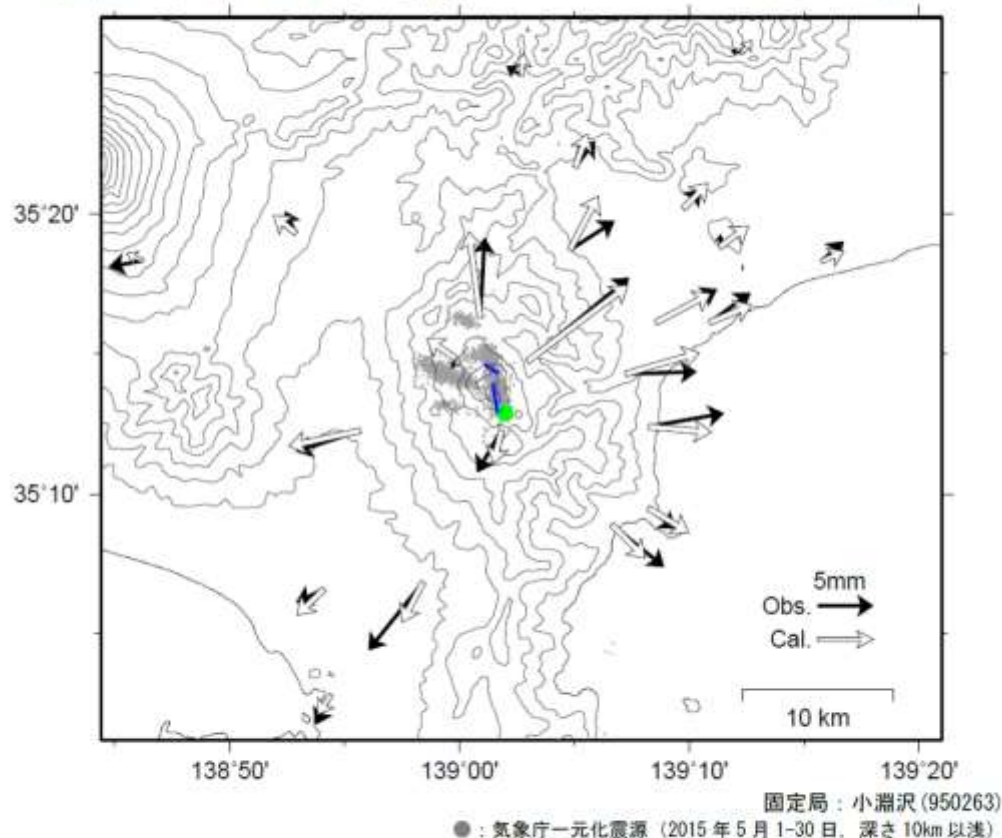
Fig.4(a) Diastrophism source model around Hakone Volcano.

箱根山周辺の地殻変動源モデル（茂木モデルの深さ推定：暫定版）

基準期間：2015/03/16-2015/03/30[F3:最終解]

比較期間：2015/05/25-2015/06/01[R3:速報解]

トレンド：2013/04/01-2014/04/01



球状膨張源●：Lat=139.03 Lon=35.22 D=10.2km ΔV $4.7 \times 10^6 \text{ m}^3$

開口断層(南)：Lat=139.03 Lon=35.22 D=2.4km L=2.0km W=3.4km Strike=350 Dip=85 Open=0.10m [ΔV $0.64 \times 10^6 \text{ m}^3$]

開口断層(北)：Lat=139.03 Lon=35.24 D=0.7km L=1.0km W=1.1km Strike=302 Dip=81 Open=0.25m [ΔV $0.29 \times 10^6 \text{ m}^3$]

箱根山周辺の GNSS 観測点（電子基準点と統合解析を行った神奈川県温泉地学研究所および気象庁の GPS 観測点）において観測された地殻変動に基づき、変動源を推定した。イベントに伴う地殻変動を抽出するため、2015 年 3 月 16 日-30 日と 5 月 25 日-6 月 1 日の平均値の差のベクトルから、2013 年 4 月-2014 年 4 月のトレンドを定常的な地殻変動として差し引いている。

ここでは、球状圧力源について、水平位置を国土地理院（2002）による 2001 年活動の球状圧力源の位置に固定し、体積変化量に併せて深さを推定した。また、開口断層は、箱根山直下の地震の震源に合わせて場所を拘束し、長さ、幅、開口量を推定した。なお、開口断層（北）については走向、傾斜角も推定した。

暫定的な結果であるが、球状圧力源の深さは国土地理院（2002）の 7.4km と比べて深く求まり、約 10km と推定された。

国土地理院（2002）：箱根山とその周辺地域の地殻変動。火山噴火予知連絡会会報，80，34-50。

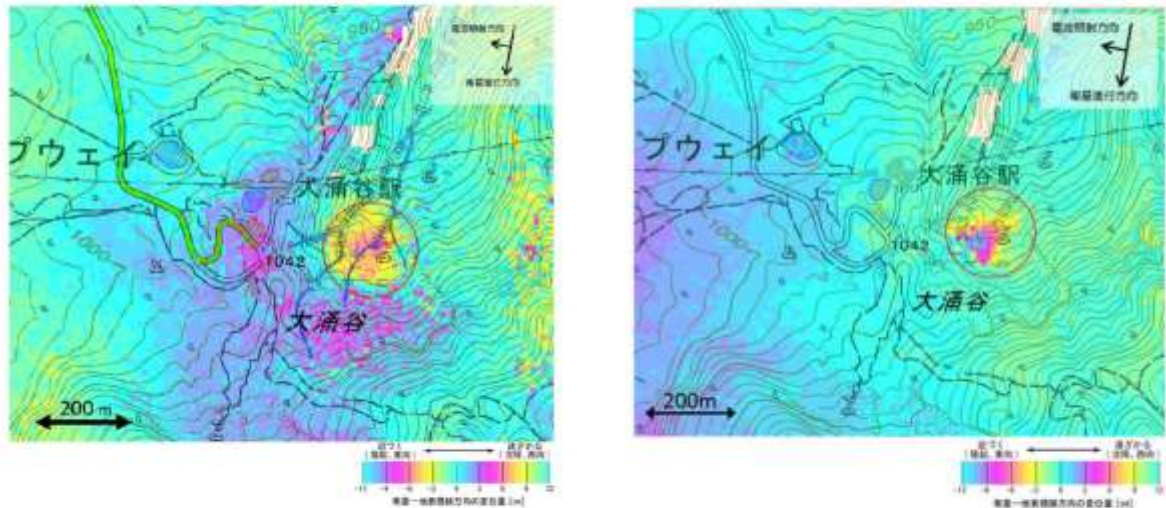
第 4 図 (b) 箱根山周辺の地殻変動源モデル

Fig.4(b) Diastrophism source model around Hakone Volcano.

箱根山の火山活動に関わる情報

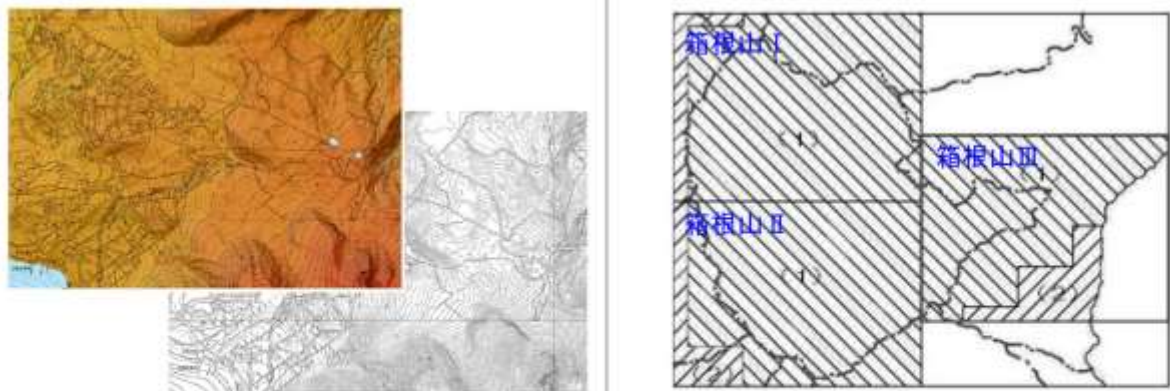
国土地理院では、箱根山において地殻変動及び火山基本図をホームページにて公開中。

<http://www.gsi.go.jp/kikakuchousei/bousaichousei/h27-hakoneyama-index.html>



大涌谷（箱根山）における地殻変動の検出について

解析期間（左）2014/10/9～2015/5/7、（右）2015/5/21～6/4、発表 2015/5/10～6/6、
（全 4 回の解析結果をコメントとともに公開。）



火山基本図（陰影段彩及び白地図）の提供

作成 2012/3、縮尺 1/10,000

凡例

各 3 図葉を JPG 及び GDF にて、提供中

第 5 図 箱根山の火山活動に関わる情報

Fig.5 Information related to volcanic activity of Hakone Volcano.