

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、下段には第1図中に表示されている観測点の整備の履歴を示した。第2図は基線長の時系列グラフで、2012年2月から2013年2月までの約1年間の変化を示した。箱根山を挟む(1)「裾野2」－「箱根」、(9)「小田原」－「裾野2」の基線では、2012年末頃から伸張が始まり、2013年2月中旬までは伸びの傾向が続いていた。その他、(4)「湯河原」－「箱根」、(5)「小田原」－「湯河原」、(6)「湯河原」－「裾野2」等の基線でも同じ時期にわずかに伸びの傾向が見られる。

第3図、第4図は、2001年以降に箱根山付近で火山性地震の活動が活発化した時期に見られた地殻変動を比較したものである。いずれも電子基準点「道志」（図の範囲の北側欄外に位置する）を固定点として箱根山周辺のGNSS観測点における水平変動ベクトルを示した。第3図上段は、2001年夏の活動に対応した時期で、基準期間を2001年4月1日から4月10日の10日間、比較期間を2001年9月1日から9月10日の10日間にとった約5ヶ月の変動を示す図、第3図下段は2006年秋の活動に対応した時期で、基準期間を2006年7月1日から7月10日の10日間、比較期間を2006年12月1日から12月10日の10日間にとった約5ヶ月の変動を示す図である。ともに箱根山を中心とした膨張傾向が見られる。2001年の活動時は、地震回数や熱的現象も顕著であったが、地殻変動で見ても2001年の活動時の方が変動量が多い。第4図上段は2008年秋の活動に対応した時期で、基準期間を2008年8月1日から8月10日の10日間、比較期間を2009年1月1日から1月10日の10日間にとった約5ヶ月の変動を示す図である。2006年の活動時よりも変動量は小さいが、山体の膨張を示す変動が見られる。第4図下段が今回の活動時の変動である。基準期間を2012年12月1日から12月10日の10日間、比較期間を2013年2月8日から2月17日の10日間にとった約2ヶ月半の変動である。この図においては、箱根山周辺にある気象庁及び防災科学技術研究所のGPS観測点についても、変動ベクトルを示した。山体の膨張を示す変動は見られるが、変動量は2008年の活動時と同程度であることがわかる。

第5図(a)、(b)および第6図(a)、(b)は、箱根山周辺の地殻変動について、2000年以降のやや長期的な推移を確認するための時系列グラフである。第5図(a)、(b)は基線長の時系列である。箱根山を挟む(9)「小田原」－「裾野2」の基線で明瞭であるが、2001年夏、2006年秋、2008年秋の活動に関連してステップ的に基線長が伸びていることが確認できる。また、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震時の基線の伸びと、それに続く余効変動も確認できる。2012年末からの基線長の伸張は2008年の活動時のゆっくりとした変化よりは2006年の伸びの変化に近い。第6図(a)、(b)は比高の時系列である。(2)「小田原」－「箱根」で見られるように、2001年夏の活動時には「箱根」が周囲の観測点から見て隆起したが、2006年、2008年の活動では隆起は明瞭ではない。なお、2012年8月に電子基準点「箱根」近傍の障害樹木を伐採した関係で、2012年前後の「箱根」の上下変動は確認し難い状況である。また、「御殿場」についても2010年11月に近傍の障害樹木を伐採した関係で、そ

* 2013年3月29日受付

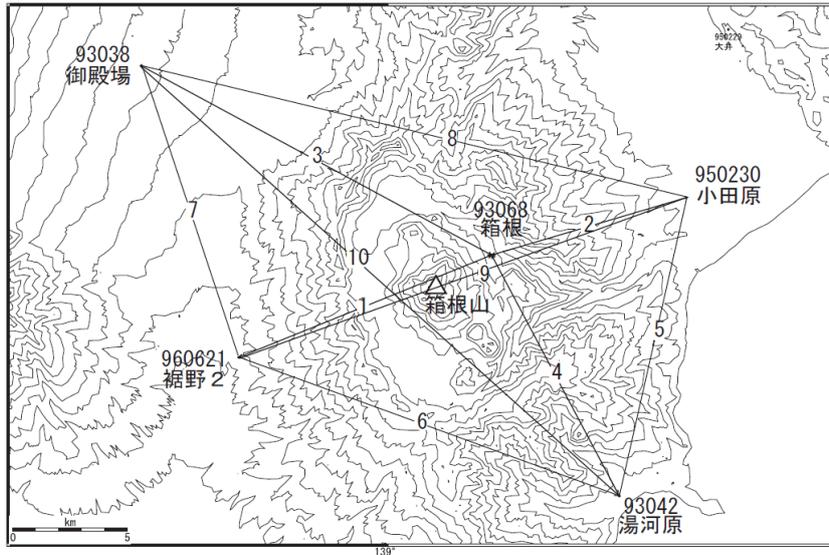
の前後の上下変動は確認し難い。

第7図は、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）における地殻変動ベクトルに基づき、インバージョンで変動源を推定したものである。図中●で示した深さ7.4km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（ダイク）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、開口断層南の北端付近に浅い変動源を仮定して走向、傾斜、開口量を推定した。電子基準点「箱根」、「裾野2」の変動は残差が少なく推定できているが、山体に近い統合解析を行った観測点の変動は完全には説明できていない。浅部に複数の変動源を想定する必要があるかもしれない。

参考文献

- 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，80，34-40

箱根山周辺 GNSS連続観測基線図



箱根山周辺地区の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
93038	御殿場	20030516	アンテナ高調整
		20060614	受信機交換
		20080121	レドーム開閉・受信機交換
		20101101	周辺伐採
		20121129	アンテナ・受信機交換
960621	裾野2	20100118	レドーム開閉・受信機交換
		20121011	アンテナ交換
93042	湯河原	20090224	レドーム開閉・受信機交換
		20121211	アンテナ・受信機交換
950230	小田原	20100129	レドーム開閉・受信機交換
		20121011	アンテナ交換
93068	箱根	20090224	レドーム開閉・受信機交換
		20120825	周辺伐採
		20121211	アンテナ・受信機交換

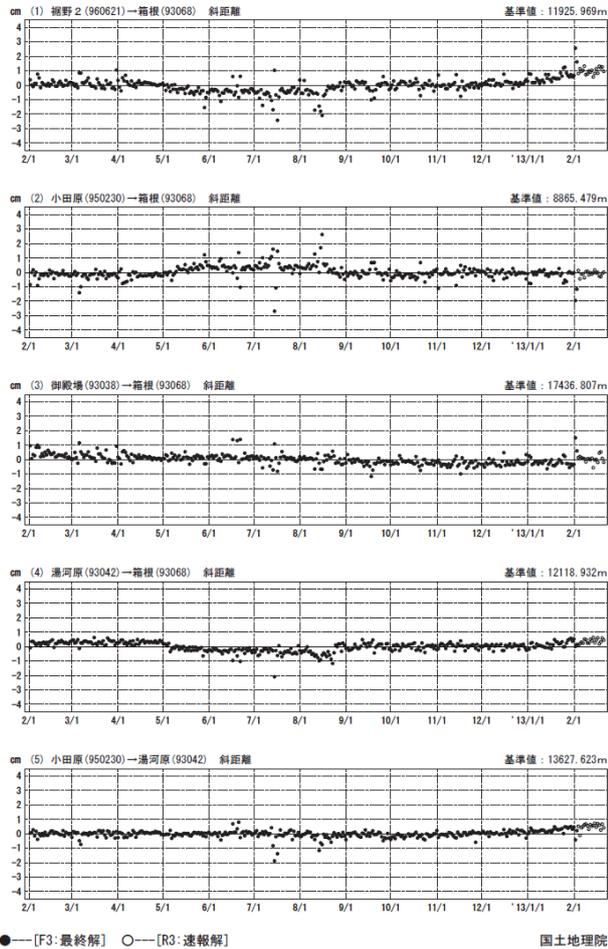
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第1図 箱根山周辺のGNSS連続観測結果（上段：基線図、下段：整備履歴）

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

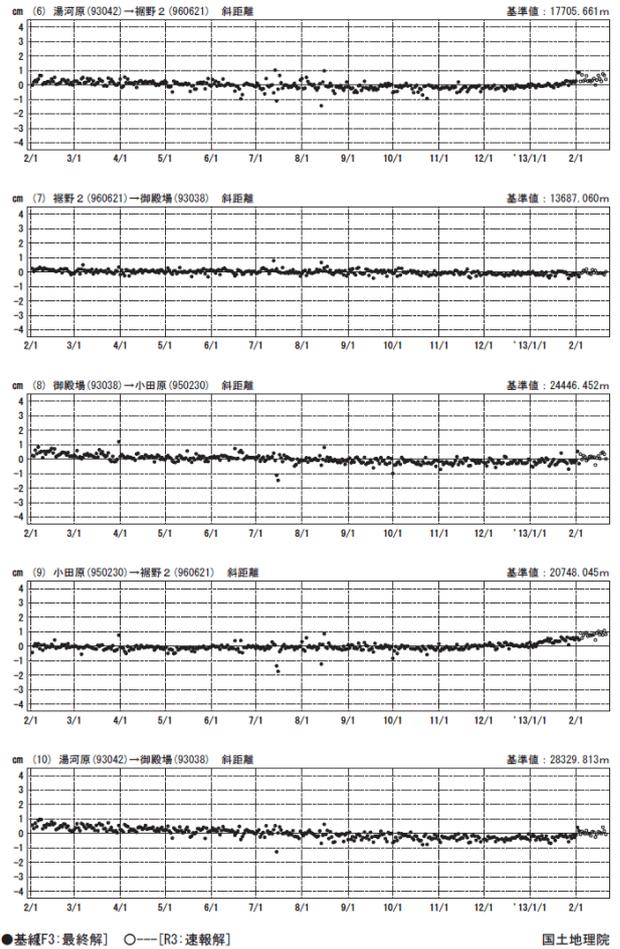
基線変化グラフ

期間：2012/02/01～2013/02/20 JST



基線変化グラフ

期間：2012/02/01～2013/02/20 JST



※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

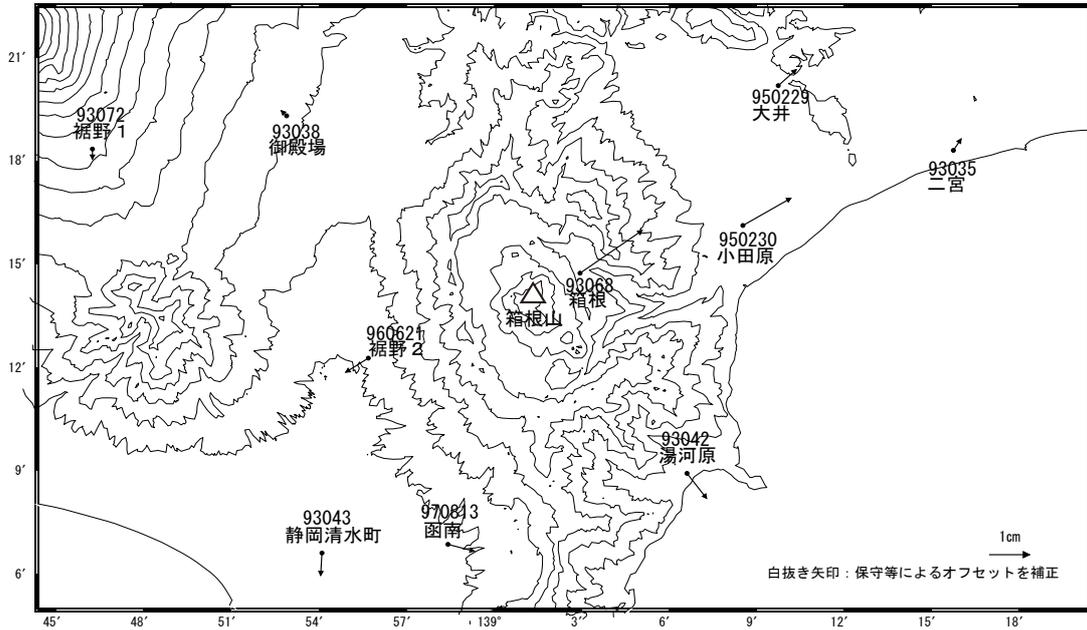
第2図 箱根山周辺のGNSS連続観測結果（基線長：2012年2月～2013年2月）

Fig.2 Results of continuous GNSS observation around Hakone Volcano, Baseline length from February 2012 to February 2013.

箱根山周辺の地殻変動

基準期間: 2001/04/01~2001/04/10 [F3: 最終解]
 比較期間: 2001/09/01~2001/09/10 [F3: 最終解]

2001年4月~9月

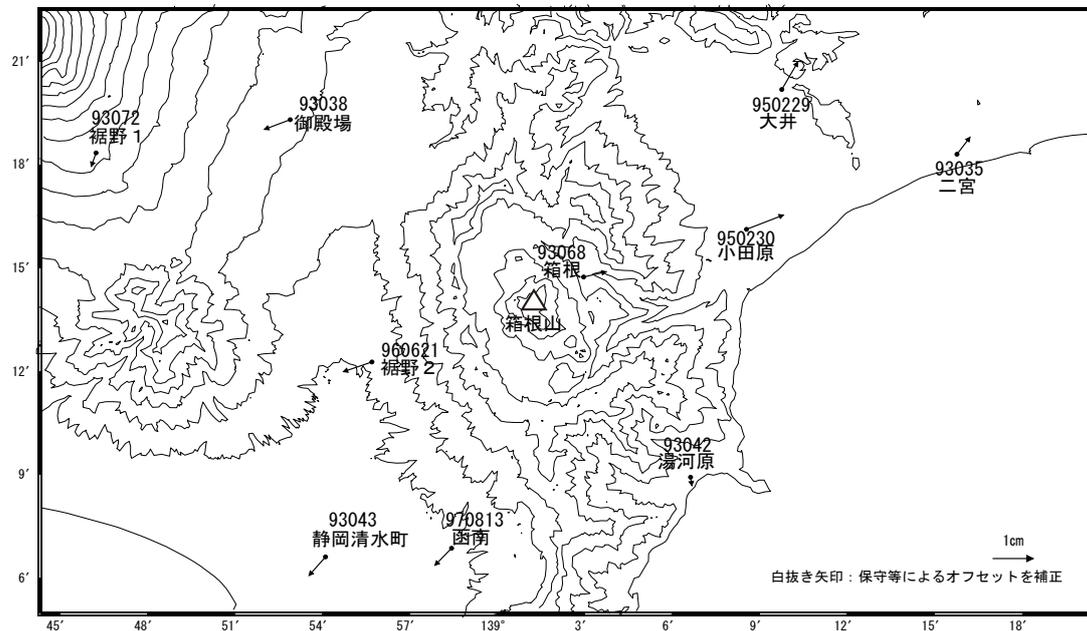


☆ 固定局: 道志 (960607)

国土地理院

基準期間: 2006/07/01~2006/07/10 [F3: 最終解]
 比較期間: 2006/12/01~2006/12/10 [F3: 最終解]

2006年7月~12月



☆ 固定局: 道志 (960607)

国土地理院

※ 電子基準点の保守等による変動は補正済み

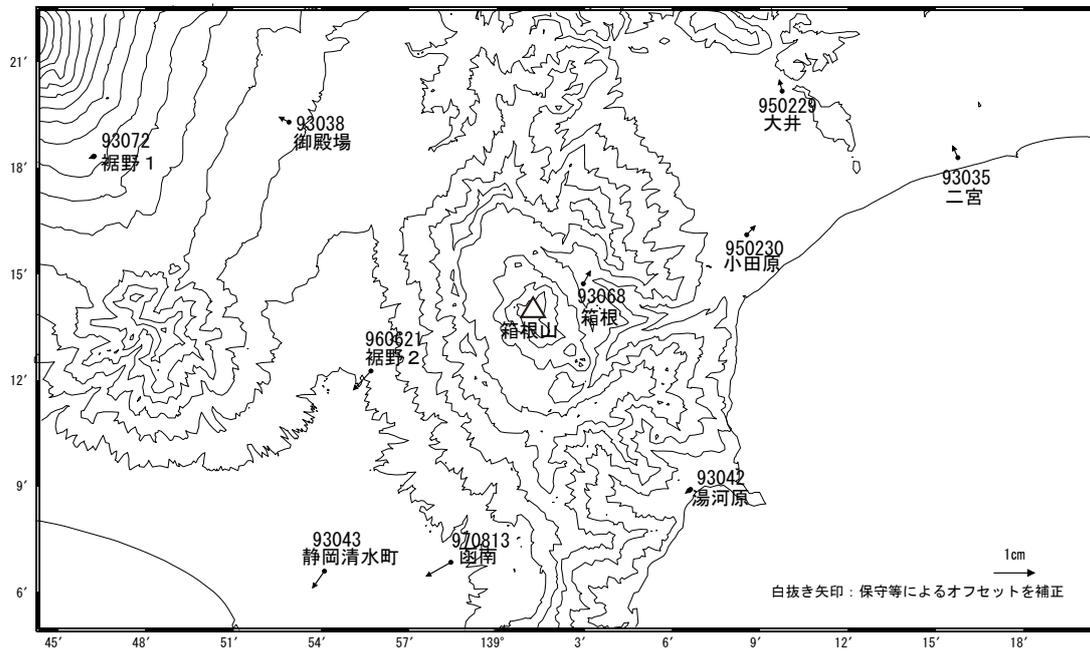
第3図 GNSS観測による箱根山周辺の地殻変動(水平変動ベクトル)(上段: 2001年4月~2001年9月; 下段: 2006年7月~2006年12月)

Fig.3 Crustal deformation by GNSS observation around Hakone Volcano (Horizontal movement vector), (upper: from April 2001 to September 2001; lower: from July 2006 to December 2006).

箱根山周辺の地殻変動

2008年8月～2009年1月

基準期間: 2008/08/01～2008/08/10 [F3: 最終解]
比較期間: 2009/01/01～2009/01/10 [F3: 最終解]

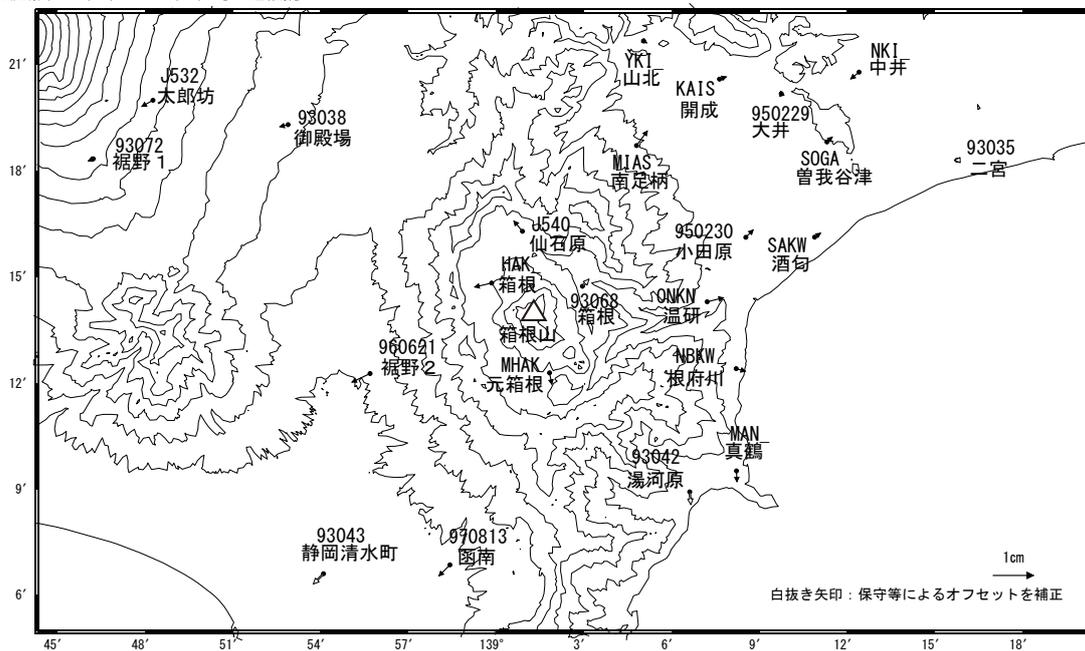


☆ 固定局: 道志 (960607)

国土地理院

2012年12月～2013年2月

基準期間: 2012/12/01～2012/12/10 [F3: 最終解]
比較期間: 2013/02/08～2013/02/17 [R3: 速報解]



☆ 固定局: 道志 (960607)

国土地理院

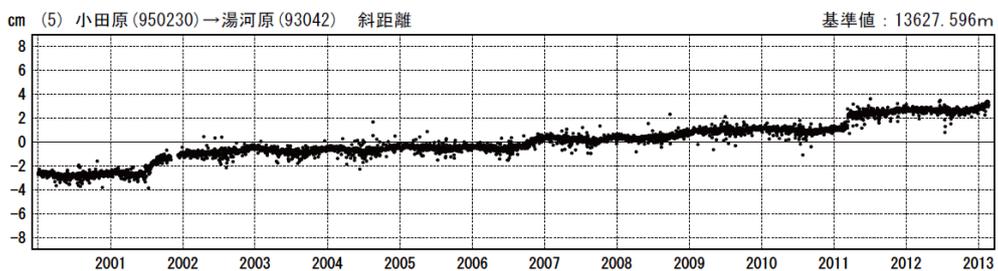
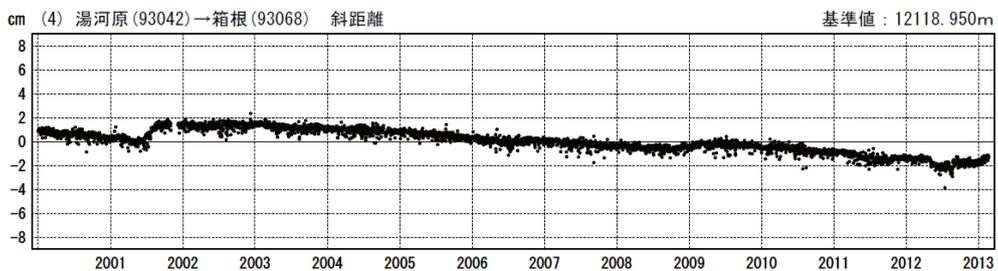
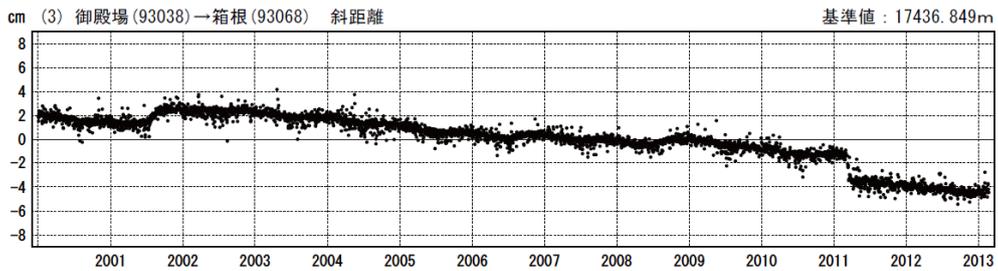
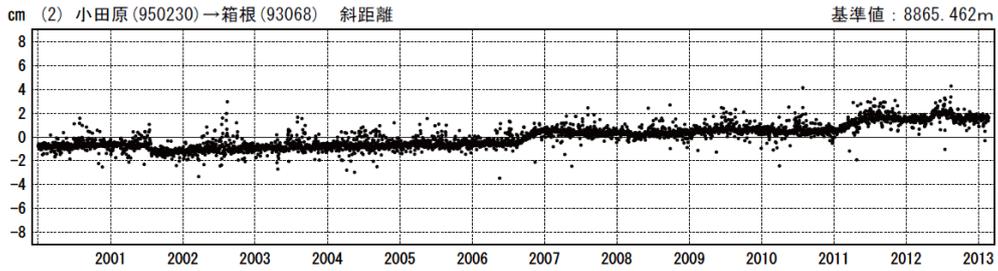
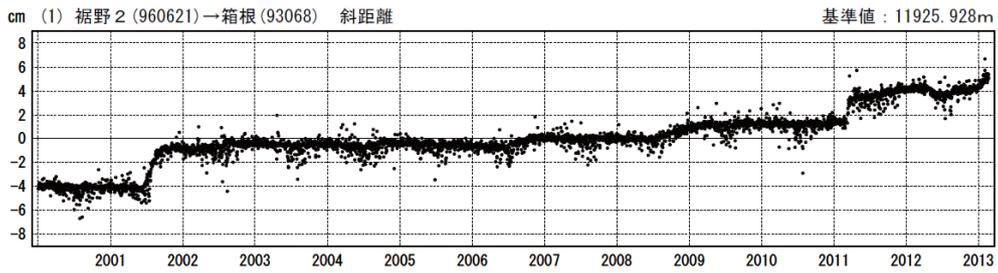
※電子基準点の保守等による変動は補正済み

第4図 GNSS観測による箱根山周辺の地殻変動(水平変動ベクトル) (上段: 2008年8月～2009年1月; 下段: 2012年12月～2013年2月)

Fig.4 Crustal deformation by GNSS observation around Hakone Volcano (Horizontal movement vector), (upper: from August 2008 to January 2009; lower: from December 2012 to February 2013).

基線変化グラフ

期間：2000/01/01～2013/02/20 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

国土地理院

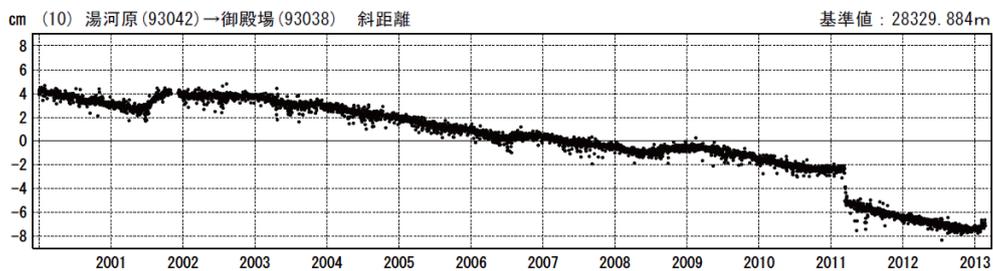
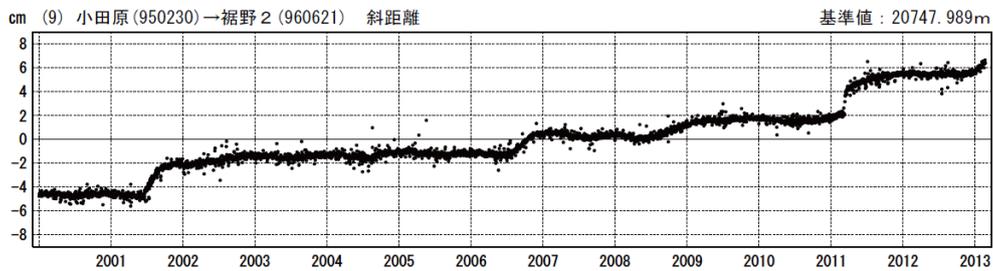
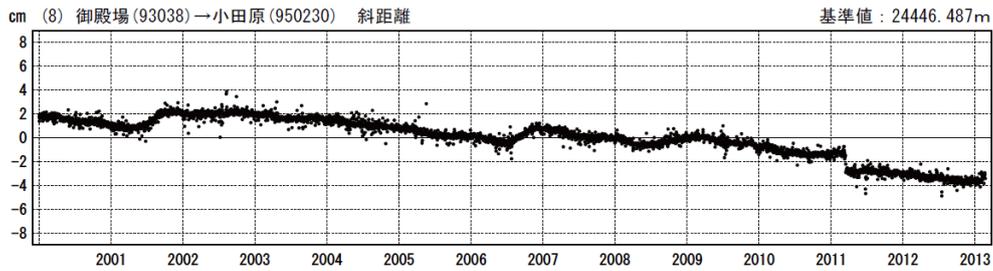
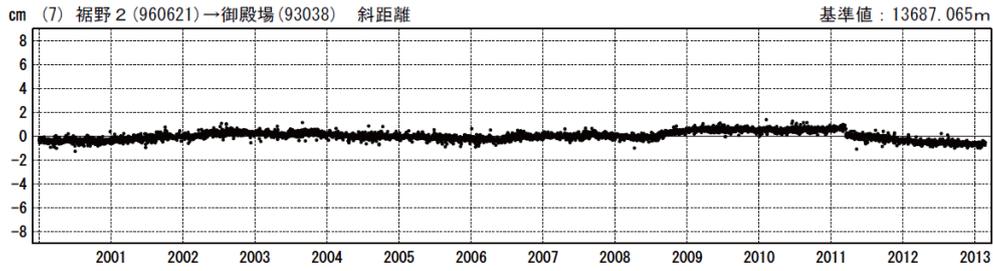
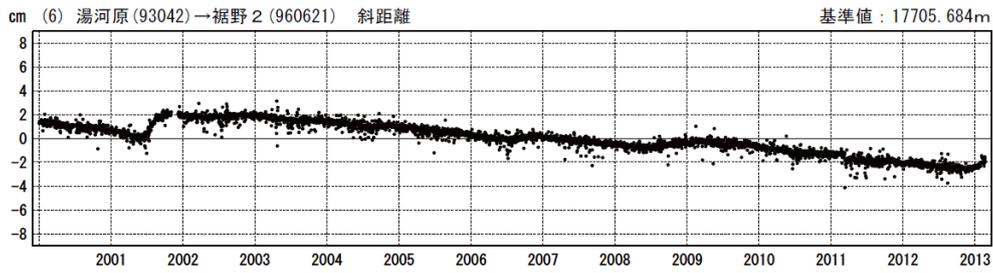
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第5図(a) 箱根山周辺のGNSS連続観測結果(基線長:2000年1月～2013年2月)

Fig.5(a) Results of continuous GNSS observation around Hakone Volcano (Baseline length from January 2000 to February 2013).

基線変化グラフ

期間：2000/01/01～2013/02/20 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

国土地理院

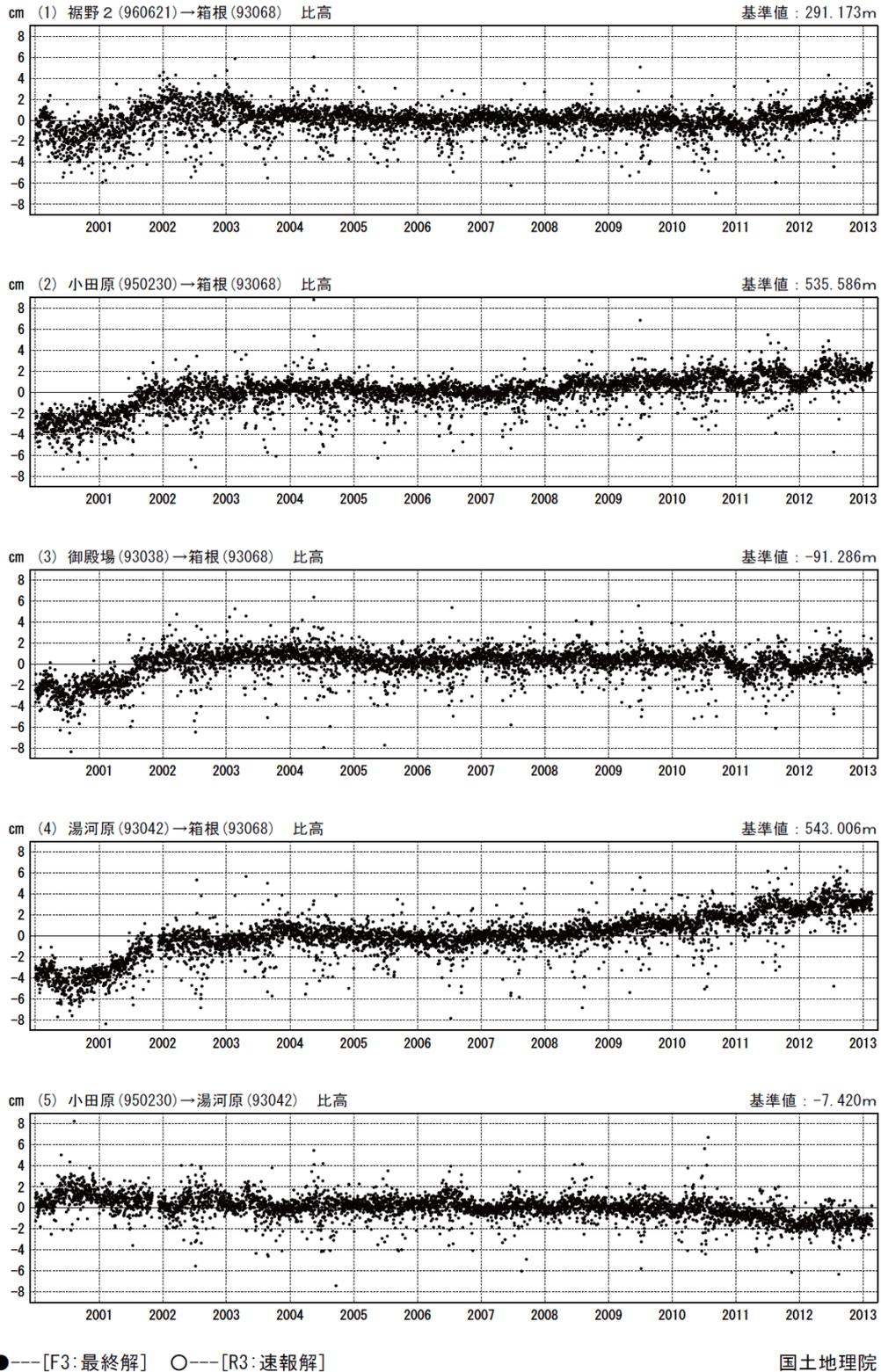
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第5図(b) 箱根山周辺のGNSS連続観測結果(基線長:2000年1月～2013年2月)

Fig.5(b) Results of continuous GNSS observation around Hakone Volcano (Baseline length from January 2000 to February 2013).

比高変化グラフ

期間：2000/01/01～2013/02/20 JST



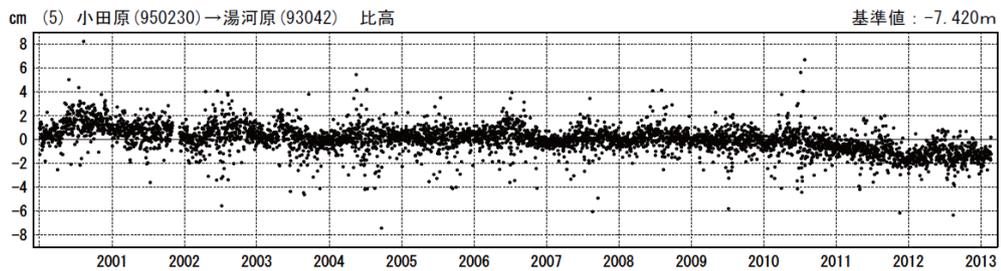
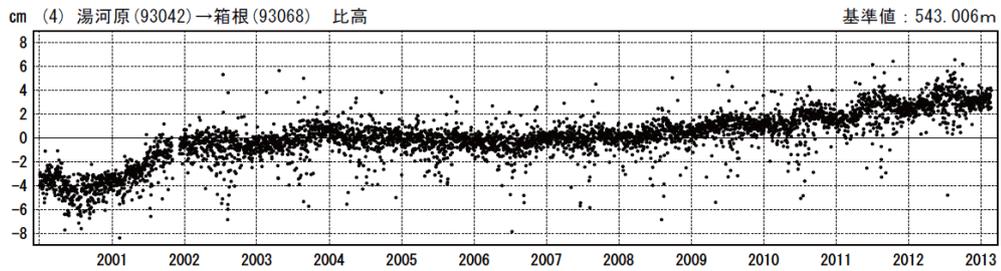
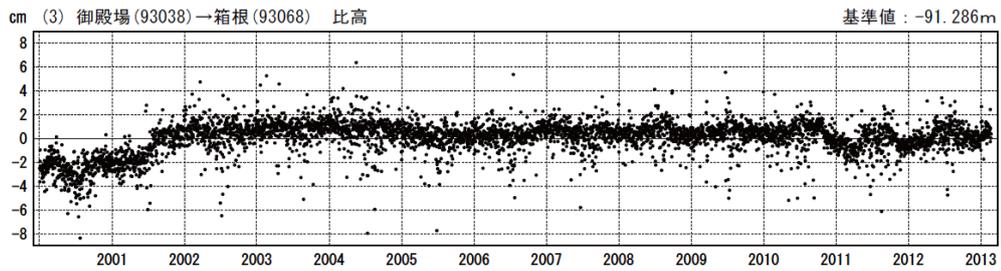
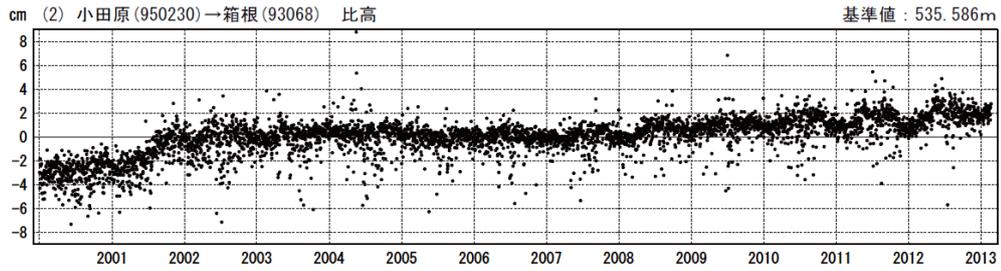
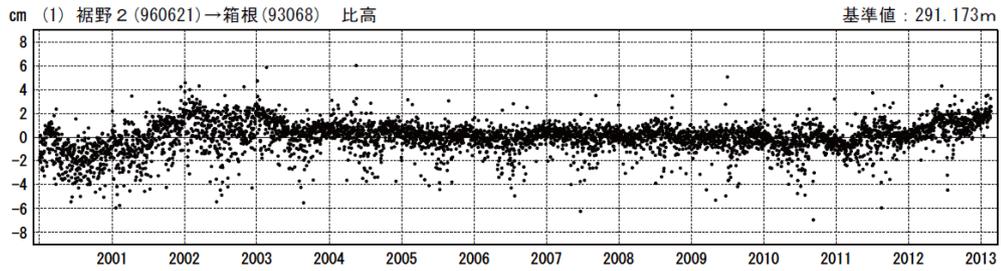
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第6図(a) 箱根山周辺のGNSS連続観測結果(比高:2000年1月～2013年2月)

Fig.6(a) Results of continuous GNSS observation around Hakone Volcano (Relative height from January 2000 to February 2013).

比高変化グラフ

期間：2000/01/01～2013/02/20 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

国土地理院

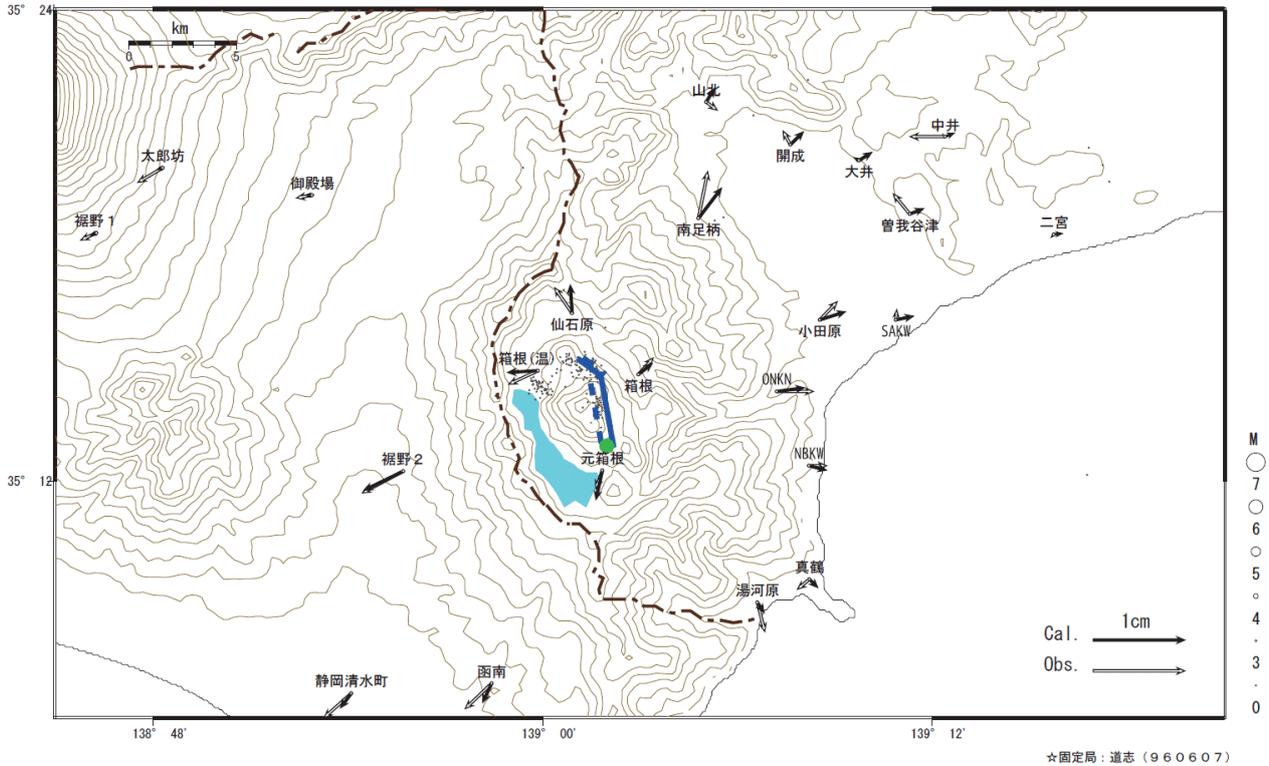
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第6図(b) 箱根山周辺のGNSS連続観測結果(比高:2000年1月～2013年2月)

Fig.6(b) Results of continuous GNSS observation around Hakone Volcano (Relative height from January 2000 to February 2013).

箱根山周辺の地殻変動力源モデル

基準期間：2012/12/01 - 2012/12/10 [F3解]
 比較期間：2013/02/07 - 2013/02/16 [F3解]



- 球状膨張源 ● : Lat=35.21 Lon=139.03 D=7.4km Inflation=0.7million cubic meter
- 開口断層南 ≡ : Lat=35.24 Lon=139.03 D=3.4km L=3.3km W=3.2km Strike=170deg Dip=81deg Open=0.1m
- 開口断層北 ≡ : Lat=35.24 Lon=139.03 D=1.8km L=1.4km W=1.8km Strike=307deg Dip=84deg Open=0.3m

箱根山周辺のGNSS観測点における地殻変動ベクトルに基づきインバージョンで変動源を推定した。深さ7.4km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）*1に固定した。開口断層南（ダイク）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、開口断層南の北端付近に浅い変動源を仮定して走向、傾斜、開口量を推定した。

図中、箱根(温)、真鶴、中井、山北、曾我谷津、開成、南足柄、元箱根、NBKW、ONKN、SAKWは神奈川県温泉地学研究所の観測点、仙石原、太郎坊は気象庁の観測点である。震源は、2013年2月1日から2月28日までの一元化震源である。

*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，80，34-40

※電子基準点の保守等による変動は補正済み

第7図 GNSS連続観測点における地殻変動データから推定した箱根山の変動源モデル（1つの球状膨張源と2つのダイクを仮定（2012年12月～2013年2月）

Fig.7 Source model of Hakone Volcano estimated from crustal deformation observed by GNSS continuous observation at the stations around Hakone Volcano, with one Mogi source and two dykes (from December 2012 to February 2013).