

5-2 伊豆地方の地殻変動

Crustal Movements in the Izu peninsula and its Vicinity

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

〔水準測量網平均による伊豆半島東部の上下変動〕

第1図は、網平均後の伊豆半島東部の上下変動の分布図である。左に1年前の観測値との差を示す。また、伊豆市修善寺から河津町に至る南北の路線については1年前の観測値がないため、2年前の値との差について求めた結果を右に示す。伊東市付近に2年間で最大+8mmのわずかな隆起が見られるが、全体に変動は小さい。

〔水準測量 1年ごと コンター〕

第2～5図は、水準網平均計算後の上下変動のコンター図で、1980年以降約1年毎（ただし、1993年は約5ヶ月毎）に古いものから時間順に並べた。等高線（等変動量線）の間隔は、基本的には10mmだが、(9), (10), (14), (18)は20mmである。31年間の33枚の図の内、約23枚に伊豆半島東部の隆起が見られる。隆起域の分布パターンは相似なものも多く、伊東駿潮場付近を中心とする隆起パターンを示すものは17枚程度、冷川峠と大室山の間を中心とする隆起パターンを示すものが3枚である。これらの隆起の多くは群発的な地震活動に伴うもので、1989年以降については、1989年6～7月、1991年8月と12月、1993年1月と5～6月、1993年9月～1994年1月、1994年2～3月、1995年10月、1996年7月・10月・12月、1997年3月・6月、1998年4～6月、2003年6月、2004年4～5月、2006年3～5月、2009年12月17～21日、2011年7月・9月の地震活動に伴う隆起がそれぞれのコンター図に見られる。これらの内最大の隆起量（80mm以上）を示すのは、第3図左上の(10)1989年～1990年を挟む時期の図で、2番目の隆起量（約70mm）を示すのは、第3図右下の(18)1996年～1997年の図である。

第5図にある(32)および(33)のコンターには、顕著な変動は見られない。

〔水準測量 伊豆半島〕

第6～10図は伊豆半島における水準測量の路線ごとの結果である。最新の測量結果は、2012年7～12月で、観測した路線とその環閉合差を第6図の右下に示してある。いずれの線についても、前回との差には特段の変動は見られない。最新の測量結果は、2012年7～12月で、観測した路線とその環閉合差を第6図の右下に示してある。いずれの路線についても、前回との差には特段の変動は見られない。

〔水準測量 時系列〕

第11～12図は、熱海市に対する伊東駿潮場周辺の伊豆半島東海岸の水準点における上下変動の時系列である。第11図は1980年以降で、継続的に進行していた伊東駿潮場周辺の隆起が1998年以降止まっていたが、2001年からまたわずかに隆起し、2005年に沈降した後、2006年3月～5月に発生した伊豆半島東部の群発地震の影響で大きく隆起した様子が確認できる。2006年の地震活動の後、左の9337と9338に2009年12月17～21日の伊豆半島東方沖の地震活動に伴う約1cmのわずかな隆起が見られるものの、顕著な隆起は見られなくなっている。

第12図には、さらに長期の時系列を示す。関東地震(1923)から北伊豆地震(1930)前後の1930年代に伊東付近で隆起が進行した時期があり、1970年代前半まで静穏な時期があつて、伊豆半島沖地震(1974)からまた活動が活発化し、1990年代末に小康状態になるまでの四半世紀の活動期が続いた様子が確認できる。2000年にも地震活動に伴う隆起は見られるが、1990年代前半までの傾向に比べ、そのペースは鈍化しているように見える。

[水準測量 伊豆半島の北 静岡～藤沢]

第13図は、静岡市から熱海市を經由して藤沢市に至る国道1号線沿いの路線の水準測量結果である。東北地方太平洋沖地震を挟む前回の期間には西側がやや沈降する傾向が見られたが、最近の1号線沿いの路線の水準測量結果である。東北地方太平洋沖地震を挟む前回の期間には西側がやや沈降する傾向が見られたが、最近の1年間では、特段の変動は見られない。

第14図は、藤沢市から静岡市に至る上下変動の時系列である。藤沢市を基準にしている。前回の値からの変化は、東北地方太平洋沖地震前のデータのばらつきの範囲を超えるものではない。

[水準測量 伊豆大島]

第15～18図は、伊豆大島の水準測量結果である。

第15図は、前回2008年と今回2012年の網平均結果観測の差により求めた、過去約4年間の上下変動量を地図上にプロットし、コンターを描いたものである。火口周辺を通る北西－南東の軸に相対的沈降の領域があり、南東部の沈降が大きめである。

第16図の外周の路線の結果である。最上段の最近4年間の上下変動では、北西－南東の軸に沈降の領域があり、南東部の沈降が北西部に比べてやや大きめであることがわかる。この変動パターンは過去にも複数回見られている。なお、図の右下部に、各路線についての閉合差を示す。

第17図の御神火茶屋まで登る路線の最上段の図、最近4年間の上下変動には、1986年の噴火で火口列が形成された場所にあたるO-1101測点を中心に沈降が見られる。

第18図の左は南東部の二子山に登る路線の結果である。1994年4月に東京大学地震研究所が設置・観測を行い、国土地理院は2006以降の測量を行っている。最上段に示す最近の変動は、山体周辺の沈降を示している。

第18図の右は、2008年から実施している三原山火口付近の水準測量による最初の上下変動結果である。火口をとりまく路線及び1986年噴火の溶岩上の測点(10759,10762)で約5cmの沈降が見られる。路線に沿った変動のパターンや変動速度は、2008年に行われた2回の観測で得られた約8ヶ月間の変動とほぼ同じである。なお、この路線は地盤や気象条件等の条件が悪く観測の難度が高い。閉合差が制限値を0.1mm超えている(第15図)が、往復差が制限内であること、点検測量結果を用いた場合の閉合差が制限内であることなどから、そのまま採用している。

[GNSS 伊豆]

第19～20図は、伊豆半島および伊豆諸島の水平・上下変動のベクトル図である。東北地方太平洋沖地震後の余効変動の(伊豆諸島で西向き成分、震源に近い房総半島で東向き成分が加わるような)

影響が見られる。伊豆大島では過去3ヶ月間の変動には膨張傾向が見られるが、過去1ヶ月間の変動にはわずかな縮みが見られる。

[GNSS 伊豆東部]

第21～23図は、初島を始点とした2006年3月1日以降の伊豆半島東部のGNSS連続観測3成分時系列グラフである。2006年3～4月の地震活動、及び2009年12月17～21日にかけての伊豆半島東方沖の地震活動、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う変動がどの基線にも見られる。2011年7月17～18日と9月18～23日伊豆東部での群発的な地震活動に伴うごくわずかな膨張性の地殻変動の影響が、(3)、(4)、(7)、(8)の基線で見られる。(4)の上下変動の基線時系列に2012年3月頃に見られる変化は、冷川峠A観測点の周辺で2月下旬から3月上旬にかけて行われた樹木の伐採の影響による見かけ上の変化と考えられる。

[GNSS 伊豆諸島]

第24～30図は、伊豆諸島北部と伊豆半島との間のGNSS連続観測基線図と斜距離および比高の時系列グラフである。各段の左が1996年4月以降の長期の、右が最近2年間の短期の時系列グラフである。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震時には北東の震源域方向と平行な基線では斜距離の伸びが、それと直交する方向の基線では縮みが観測された。

第25図上段の基線(1)～(3)に、2000年6～7月の三宅島の火山性地殻変動および神津島東方沖で進行したダイクの貫入によると思われる斜距離の変化が見られる。南伊豆2観測点から伸びる基線(1)～(5)で、2009年夏に見られるごくわずかな短縮は、2009年8月11日の駿河湾の地震に伴う南伊豆2観測点のごくわずかな東向きの変位によるものとみている。

第25～26図の伊豆大島島内の基線(6)～(11)の斜距離には、伊豆大島の膨張収縮に伴う基線の伸び縮みが見られる。2012年11月以降伸びの傾向が見られていたが、2013年4月以降は縮みが見られる。

第26図の新島－神津島1の基線(12)については、2000年の活動時以降斜距離の伸びが継続していたが、東北地方太平洋沖地震後もほぼ同じレートで伸びている。

第27図の新島－式根島の基線(16)、式根島－神津島1の基線(17)も、同様の傾向である。

第28～30図の比高変化グラフでは、伊豆大島の膨張収縮に伴う上下変動以外には、特段の変動は見られない。新島を含む(1)、(14)、(15)、(16)の上下成分(比高)は、2007年と2010年のそれぞれ後半に新島の隆起、その後沈降を示しているが、これらは新島観測点周辺の樹木の生長、その後枝払い(2007年12月19日、2010年9月15日弱剪定、2010年12月7日強剪定)による見かけ上のものである。式根島観測点では、2010年12月8日に樹木の剪定を行った。

[精密辺長測量 川奈地区]

第31図は、川奈地区で行っている精密辺長測量の結果である。1989年及び1990年代の群発地震が活発であった時期には伸びの変化が明瞭に確認された基線で、1999年以降、変化が小さくなっていた。2003年から2004年にかけて、殿山－城星(じょうぼし)基線、殿山－丸池基線がわずかに伸びた。2005年12月から2006年12までの期間の伸びは、2006年3～5月の群発地震に伴うものと考えられる。2009年のプロットには2009年12月17日～21日の伊豆半島東方沖の地震活動後の緊急観測の結

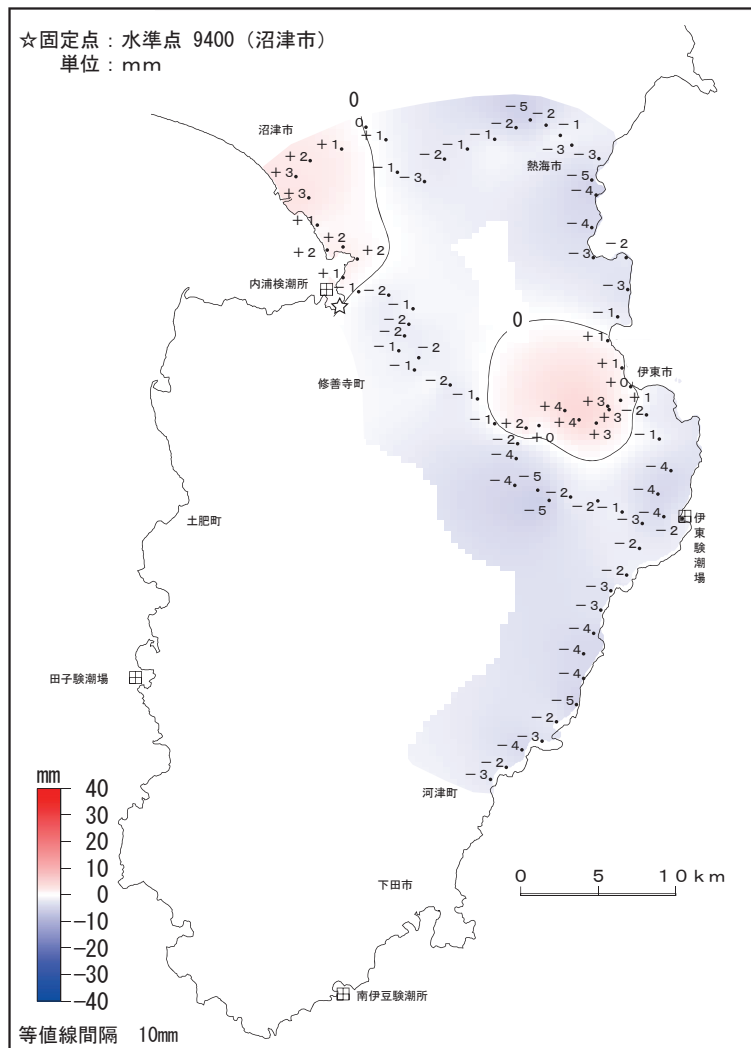
果が2つ追加されている。殿山－丸池基線には、2011年7月17～18日及び2011年9月18～23日に伊豆東部で発生した地震活動(最大M2.8及びM2.1)に伴う伸びが見られる。直近のデータには、前回からの特段の変化は見られない。

[三宅島近海の地震に伴う地殻変動]

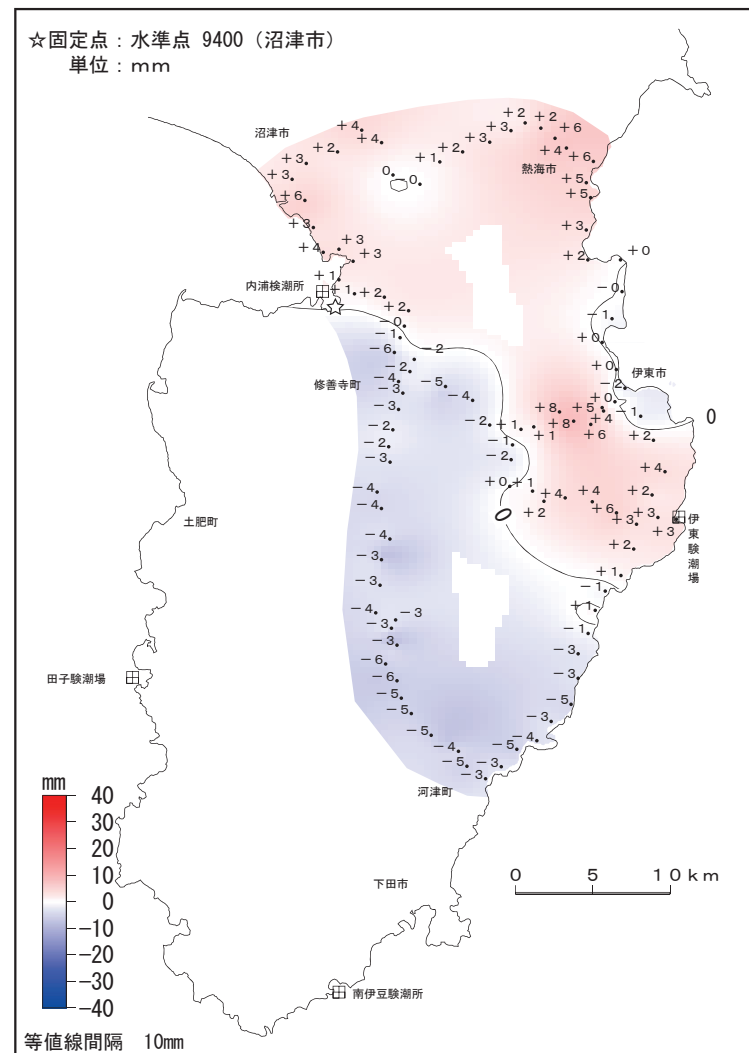
第32～35図は、2013年4月17日に発生した三宅島近海の地震（M6.2，最大震度5強）に伴う地殻変動の資料である。第32～33図は、GNSS連続観測による水平変動ベクトル図及び基線変化グラフである。この地震に伴い、三宅島内で最大約2cmの地殻変動が観測された。第34図は、この地震の断層モデルを、断層面が南北走向の場合について推定した結果で、縦ずれ成分を伴う横ずれ型の断層運動で、モーメントマグニチュードは5.9と推定される。第35図は、気象庁の一元化震源に東西方向に伸びる余震分布も見られることから、断層面が東西方向の場合について推定した断層モデルである。こちらのモデルでも地殻変動データを説明することは可能である。

水準網平均による伊豆半島東部の上下変動 伊東市付近でわずかな隆起が見られる。

(1) 基準期間：2011年10月～2012年1月 比較期間：2012年10月～12月



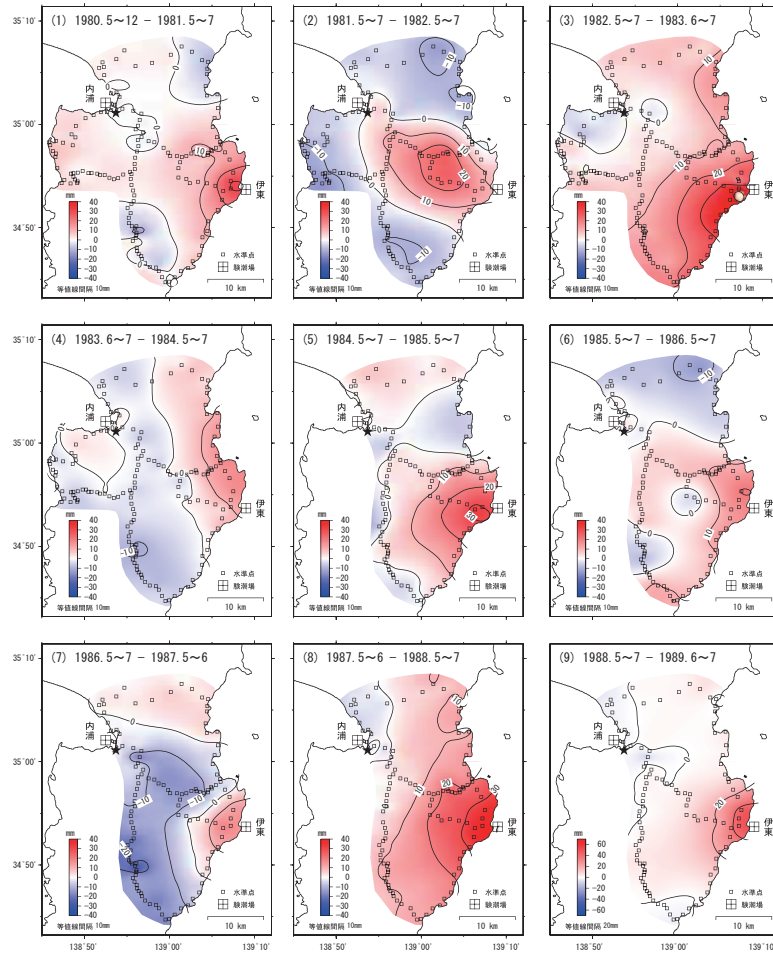
(2) 基準期間：2010年12月 比較期間：2012年10月～12月



第1図 水準測量による伊豆半島の上下変動

Fig. 1 Vertical movement measured by leveling surveys in Izu Peninsula.

水準測量による伊豆地方の地殻変動（東部）（１）



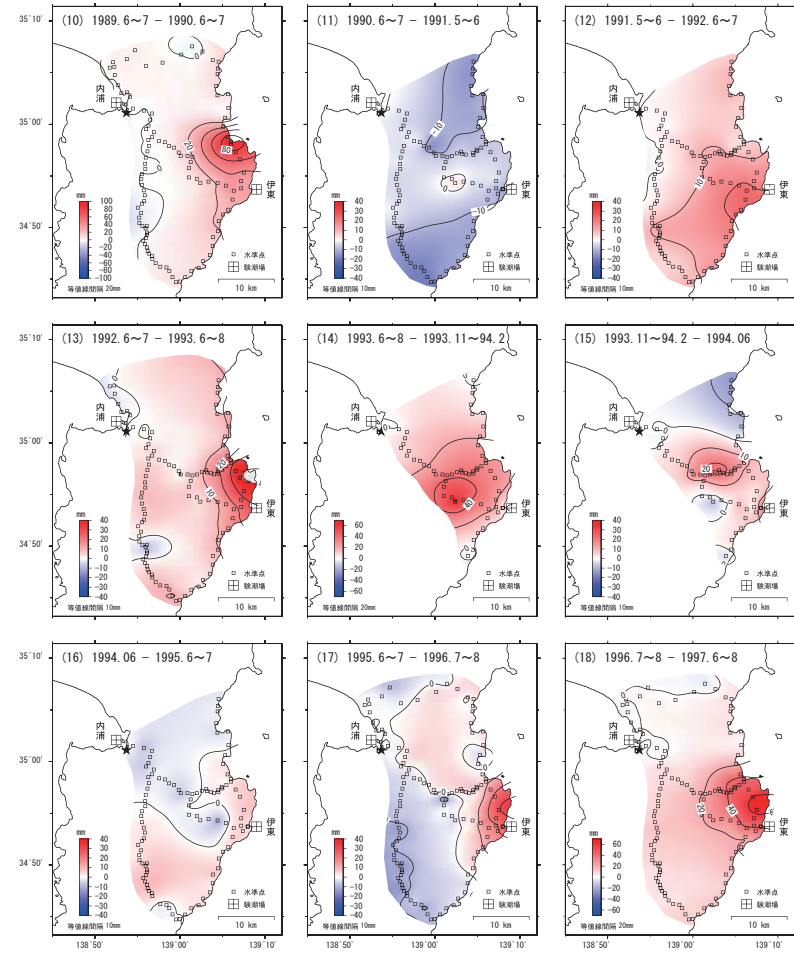
★固定点：水準点 9400（静岡県沼津市）

- ・上下変動量の範囲は±40mm，ただし(9)は±70mm
- ・比較期間は約1年

第2図 水準測量による伊豆地方の地殻変動（東部）（1/4）

Fig. 2 Vertical movement measured by leveling surveys in Izu Peninsula (East) (1/4).

水準測量による伊豆地方の地殻変動（東部）（２）



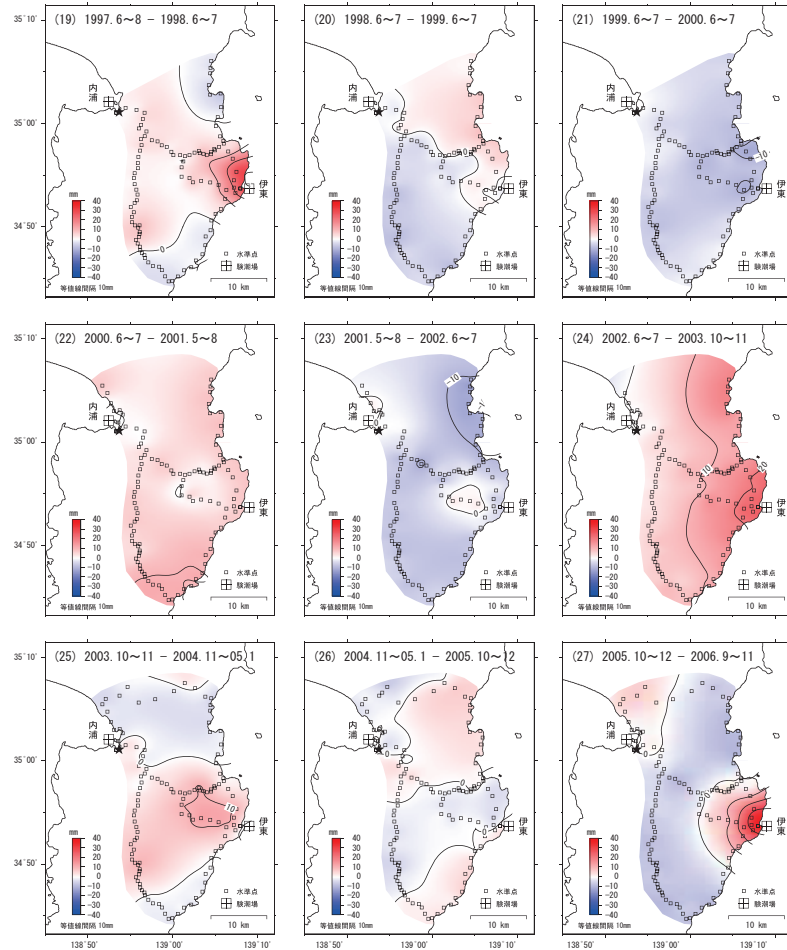
★固定点：水準点 9400（静岡県沼津市）

- ・上下変動量の範囲は±40mm，ただし(10)は±100mm，(14)，(18)は±70mm
- ・比較期間は約1年，ただし(14)，(15)は約5ヶ月

第3図 水準測量による伊豆地方の地殻変動（東部）（2/4）

Fig. 3 Vertical movement measured by leveling surveys in Izu Peninsula (East) (2/4).

水準測量による伊豆地方の地殻変動（東部）（3）

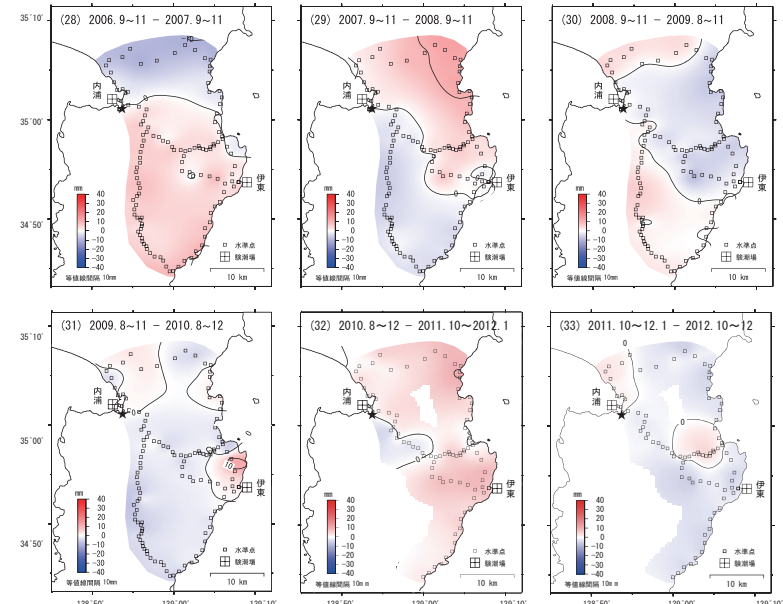


★固定点：水準点 9400（静岡県沼津市）

- ・上下変動量の範囲は±40mm
- ・比較期間は約1年

第4図 水準測量による伊豆地方の地殻変動（東部）（3/4）
Fig. 4 Vertical movement measured by leveling surveys in Izu Peninsula (East) (3/4).

水準測量による伊豆地方の地殻変動（東部）（4）



★固定点：水準点 9400（静岡県沼津市） ・上下変動量の範囲は±40mm ・比較期間は約1年

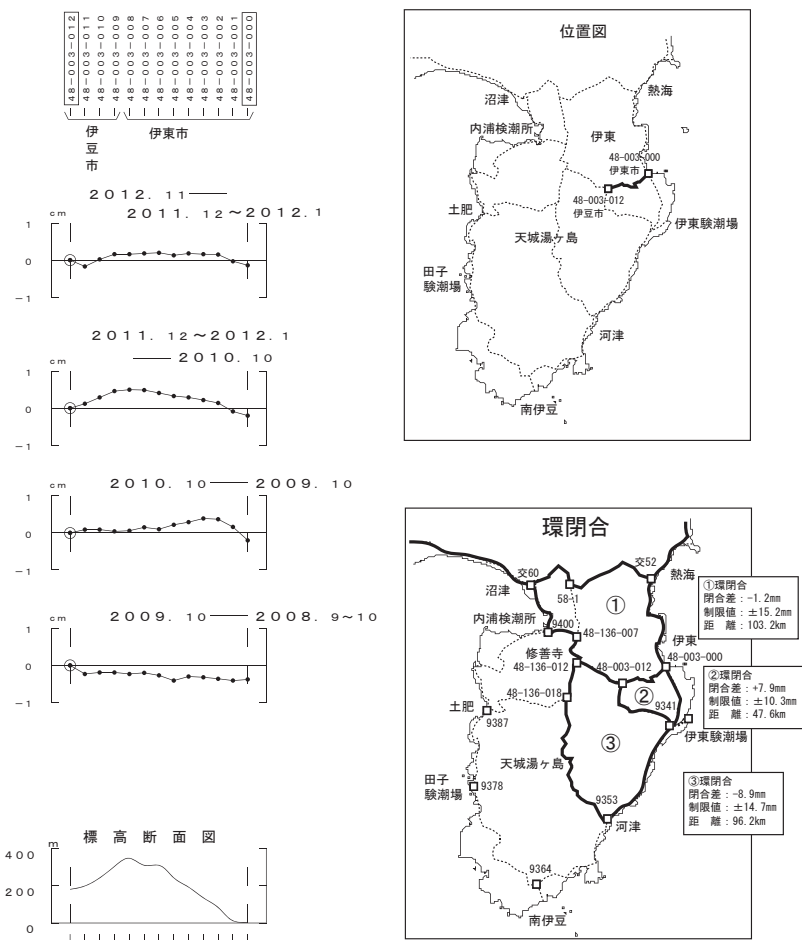
上下変動図作成期間中の地震活動（気象庁ホームページより）

発生期間	地震活動
(1)～(10)	1978～1989
(9), (10)	1989/06/30～
(12)	1991/08
(13)	1991/12
(13)	1993/01
(13), (14)	1993/05～06
(14)	1993/09～
(14), (15)	1994/02～03
(16)	1994/11
(17)	1995/09/29～10月末
(17), (18)	1996/07
(18)	1996/10
(18)	1996/12
(18)	1997/03
(18), (19)	1997/06
(19)	1998/04～06
(23)	2002/05
(24)	2003/06
(25)	2004/04～05
(27)	2006/04
(31)	2009/12
(32)	2011/07
(32)	2011/09

第5図 水準測量による伊豆地方の地殻変動（東部）（4/4）
Fig. 5 Vertical movement measured by leveling surveys in Izu Peninsula (East) (4/4).

中伊豆～伊東間の上下変動

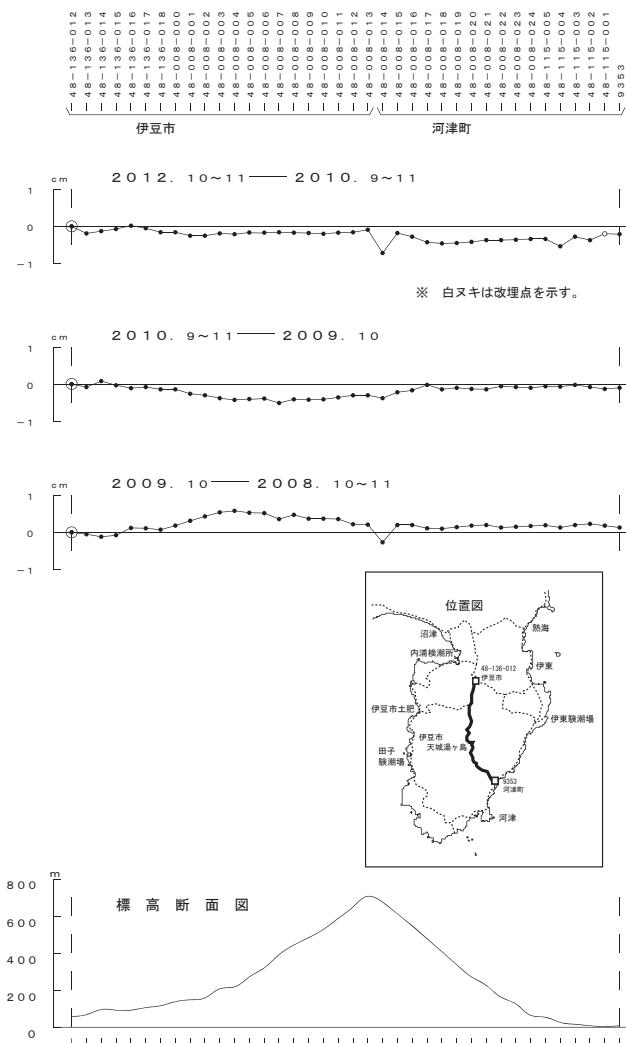
特段の変動は見られない。



第6図 水準測量による中伊豆～伊東間の上下変動
Fig. 6 Results of leveling survey from Naka-Izu to Ito city.

伊豆市修善寺～河津町間の上下変動

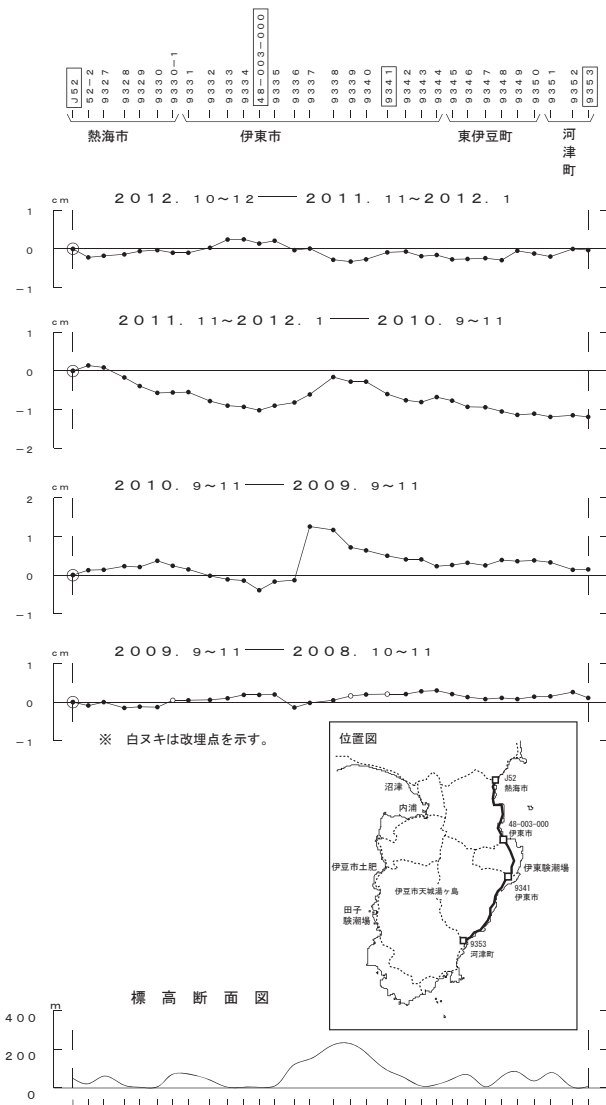
特段の変動は見られない。



第7図 水準測量による修善寺～河津町間の上下変動
Fig. 7 Results of leveling survey from Shuzenji to Kawazu town.

熱海市～伊東市～河津町間の上下変動

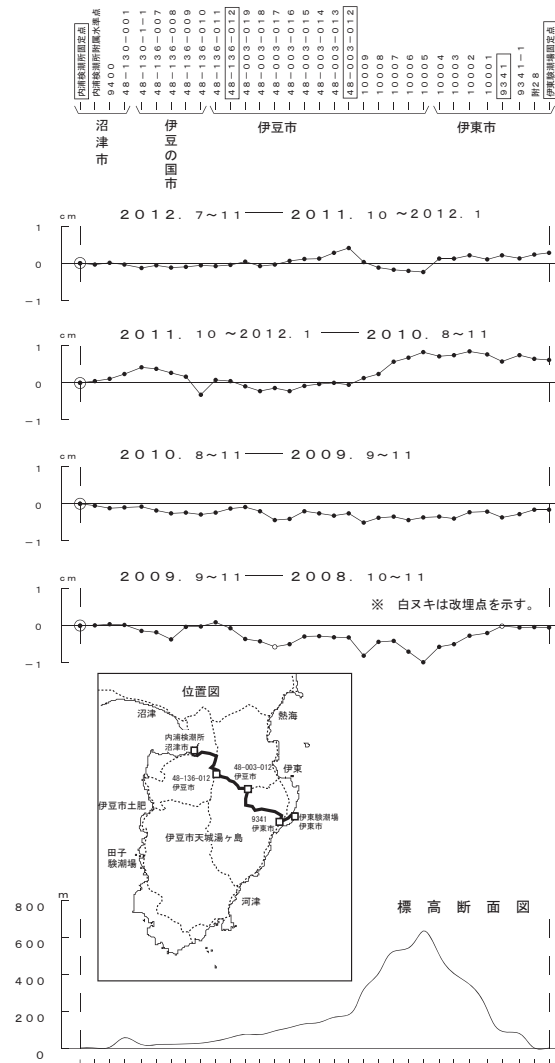
特段の変動は見られない。



第8図 水準測量による熱海市～伊東市～河津町間の上下変動
Fig.8 Results of leveling survey from Atami city to Kawazu town via Ito city.

内浦～伊豆市中伊豆～伊東市間の上下変動

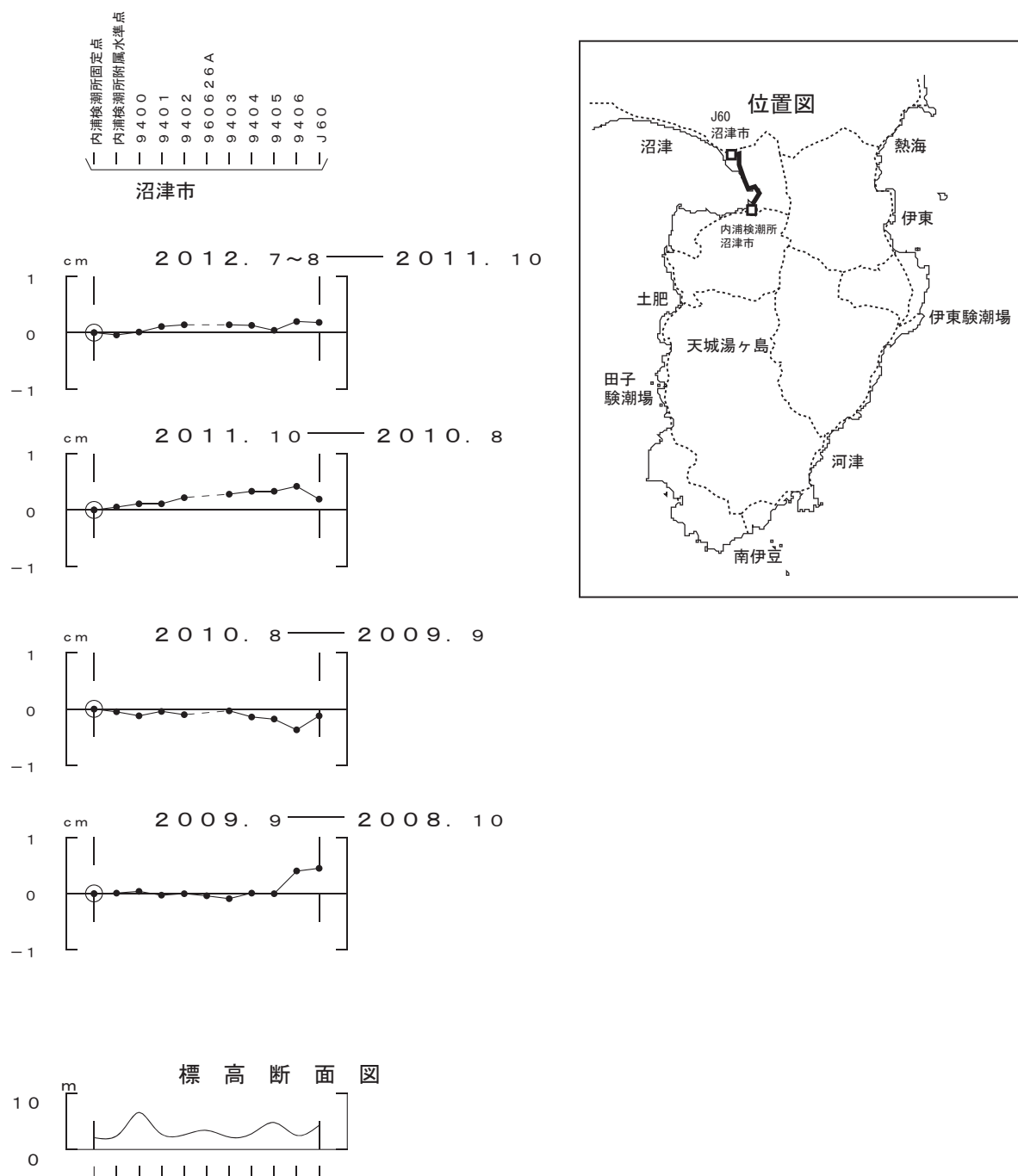
特段の変動は見られない。



第9図 水準測量による内浦～中伊豆～伊東間の上下変動
Fig.9 Results of leveling survey from Uchiura to Ito city via Naka-Izu.

内浦～沼津市（交60）間の上下変動

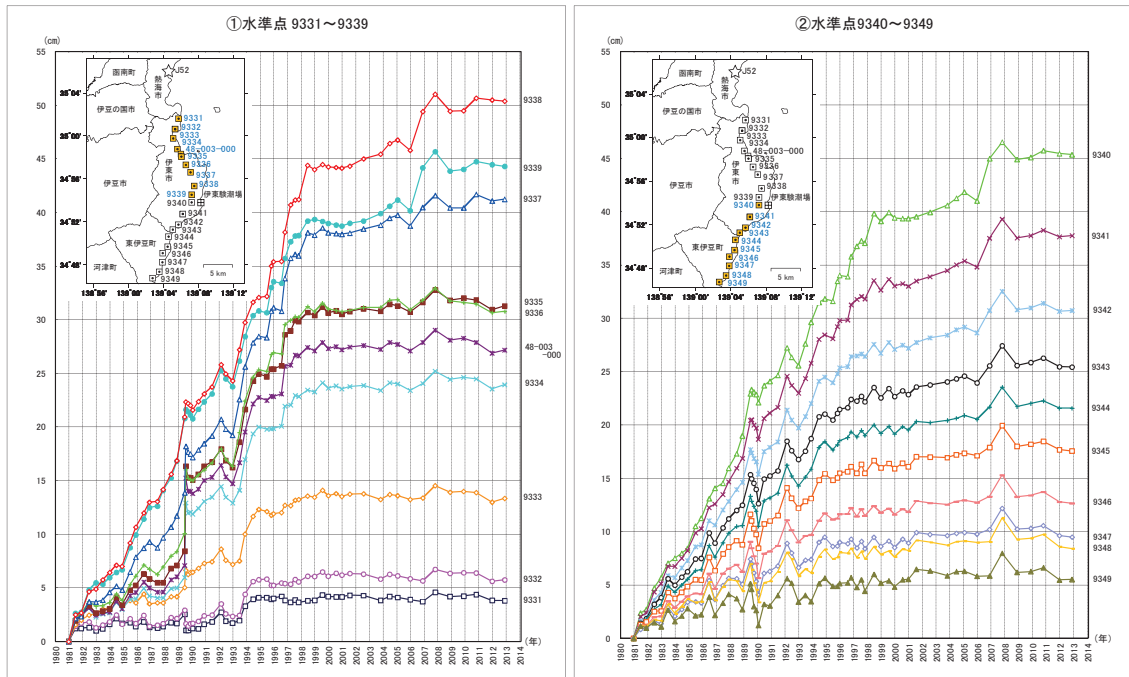
特段の変動は見られない。



第10図 水準測量による内浦～沼津（交60）の上下変動
Fig. 10 Results of leveling survey from Uchiura to Numazu (KO 60).

1981年を基準とした伊豆半島東部の各水準点の経年変化 (J52 固定：熱海市)

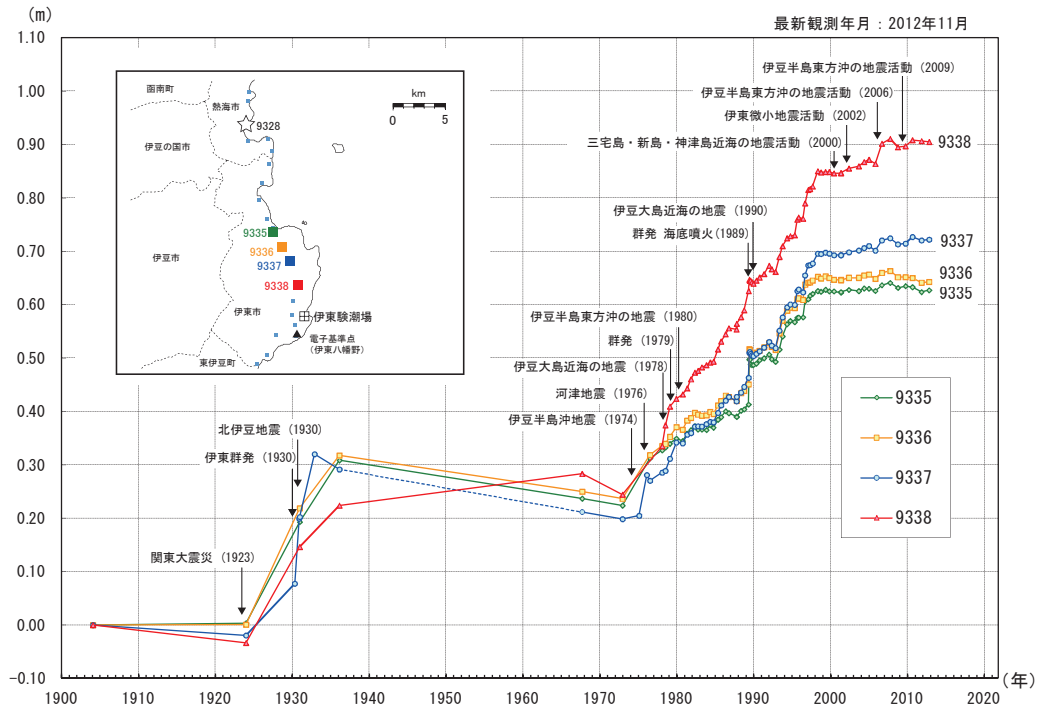
2006年の伊豆半島東方沖の地震活動の後、顕著な隆起は見られない。



第11図 水準測量による伊豆半島東海岸における上下変動の経時変化 (固定点・J52)
Fig. 11 Time series of vertical crustal movement measured by leveling survey along the Eastern Coast of Izu Peninsula (referred to J52).

1904年を基準とした水準点 9335～9338の経年変化 (9328固定：熱海市)

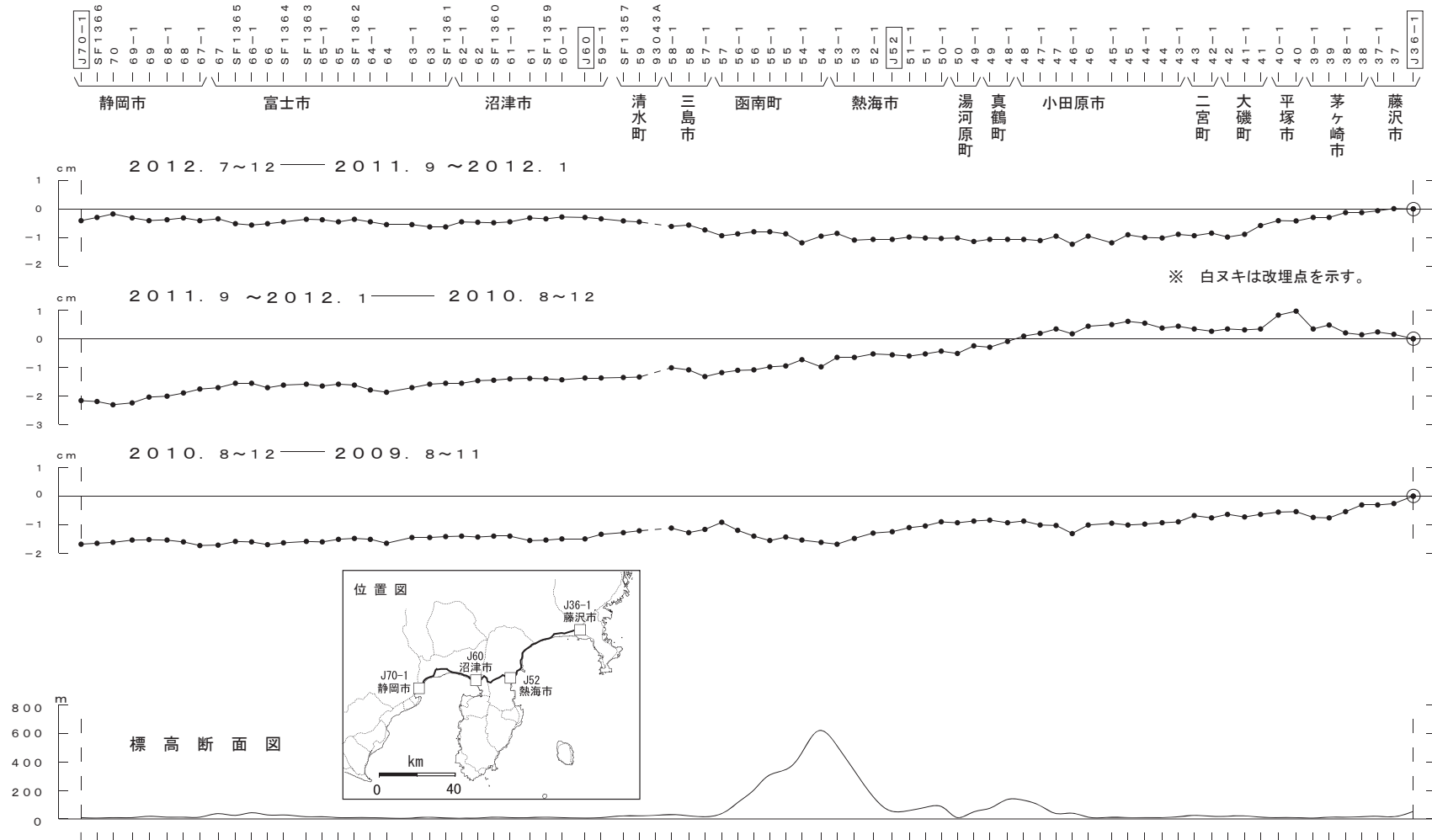
・1970年代から1990年代にかけて顕著な隆起が見られたが、2000年代以降は鈍化した。
・2006年の伊豆半島東方沖の地震活動の後、顕著な隆起は見られない。



第12図 水準測量による伊豆半島東海岸における上下変動の経時変化 (固定点・BM9328)
Fig. 12 Time series of vertical crustal movement measured by leveling survey along the Eastern Coast of Izu Peninsula (referred to BM9328).

静岡市～熱海市～藤沢市間の上下変動

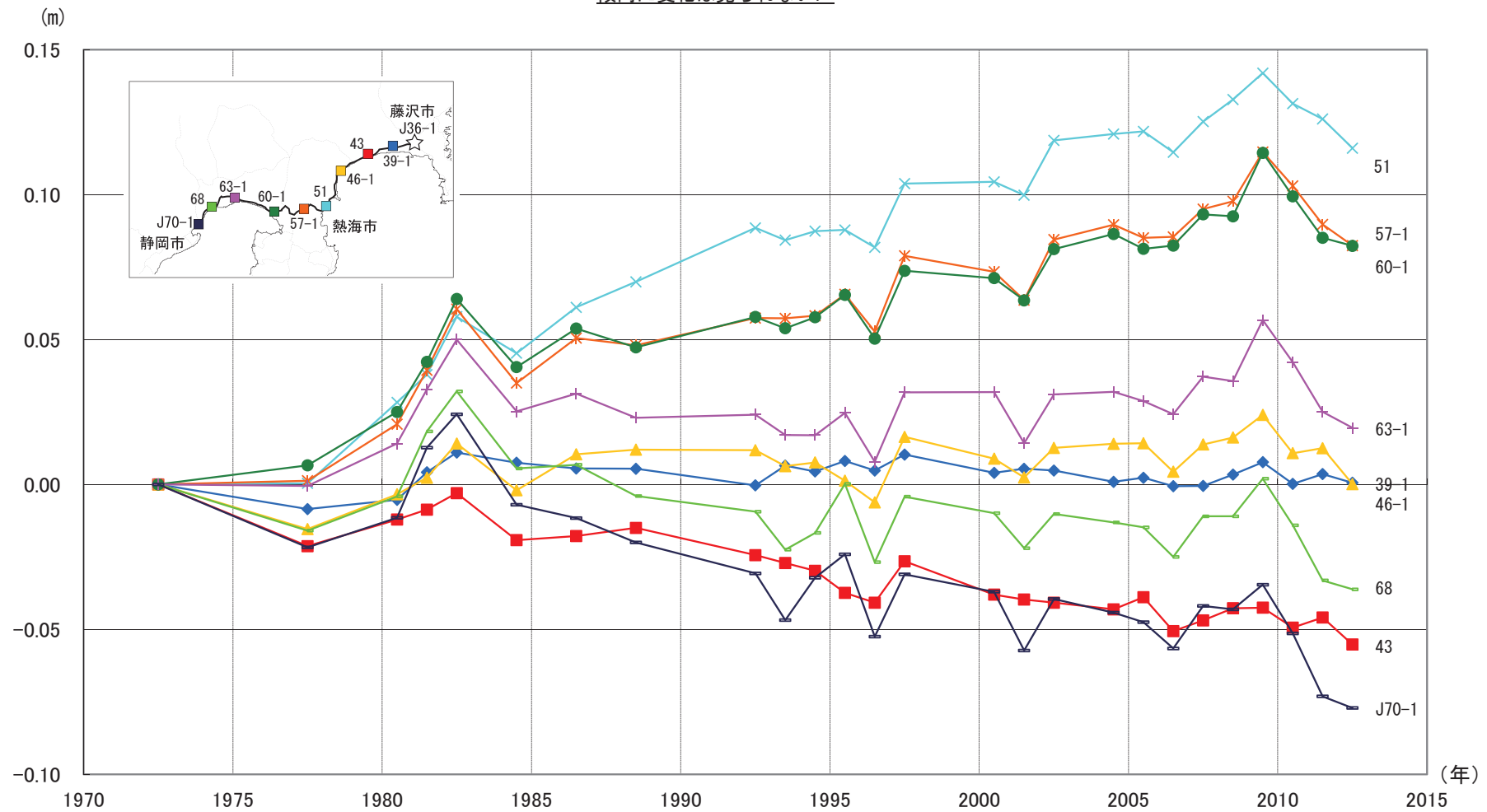
特段の変動は見られない。



第13図 水準測量による静岡市～熱海市～藤沢市間の上下変動
Fig. 13 Results of leveling survey from Shizuoka city to Fujisawa city via Atami city.

1972年を基準とした藤沢市～熱海市～静岡市の各水準点の経年変化（J36-1固定：藤沢市）

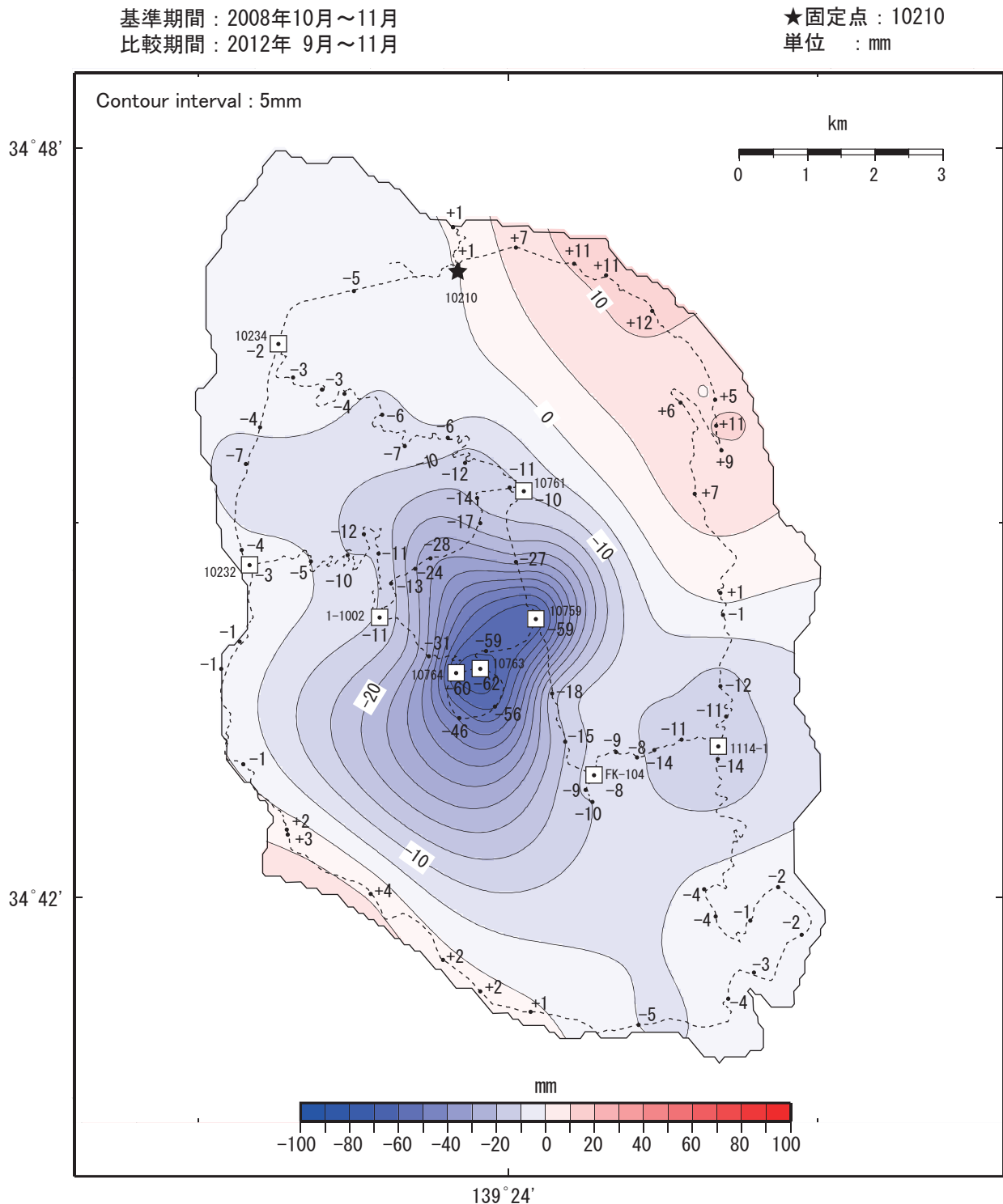
傾向に変化は見られない。



第14図 水準測量による静岡市～熱海市～藤沢市間における上下変動の経時変化(固定点・J36-1)
Fig. 14 Time series of vertical crustal movement measured by leveling survey from Shizuoka city to Fujisawa city via Atami city (referred to J36-1).

伊豆大島の上下変動（１）

火口付近を中心に内輪山周辺で沈降が見られ、島の北東部でわずかな隆起が見られる。



※ 期間毎の網平均計算により算出した標高から変動量を計算

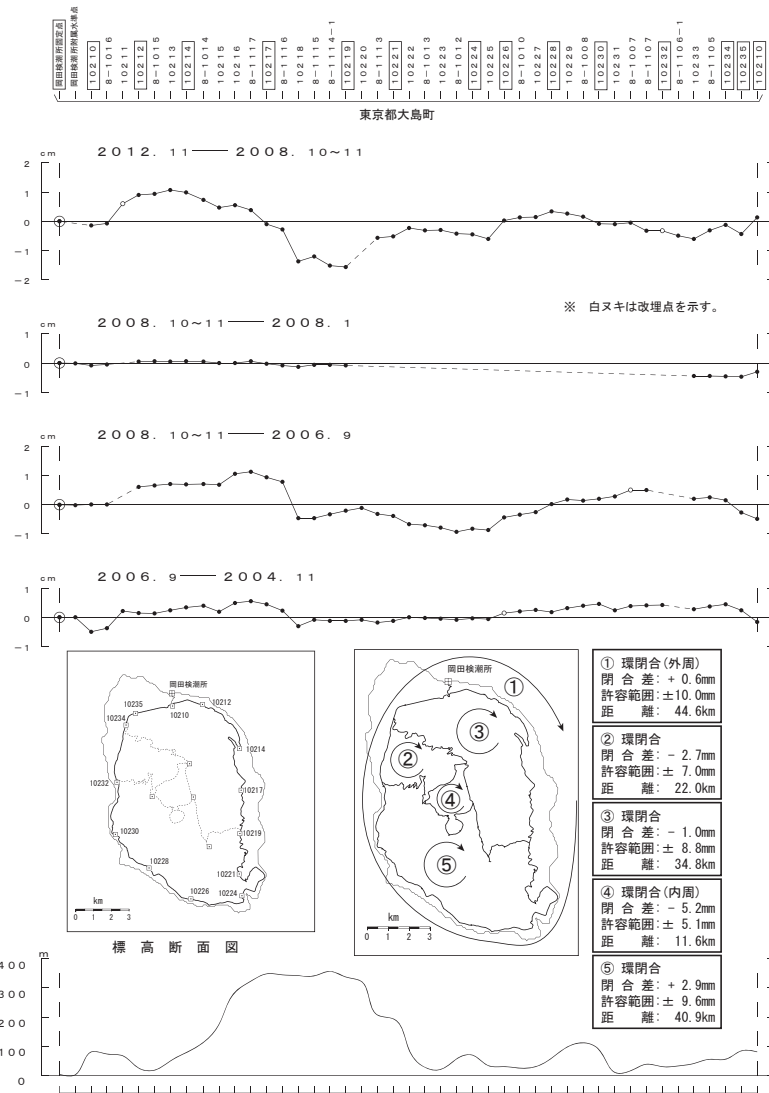
※ □ は交点

第15図 水準測量による伊豆大島の上下変動（コンター）

Fig. 15 Vertical movement measured by leveling surveys in Izu-Oshima Island (contour).

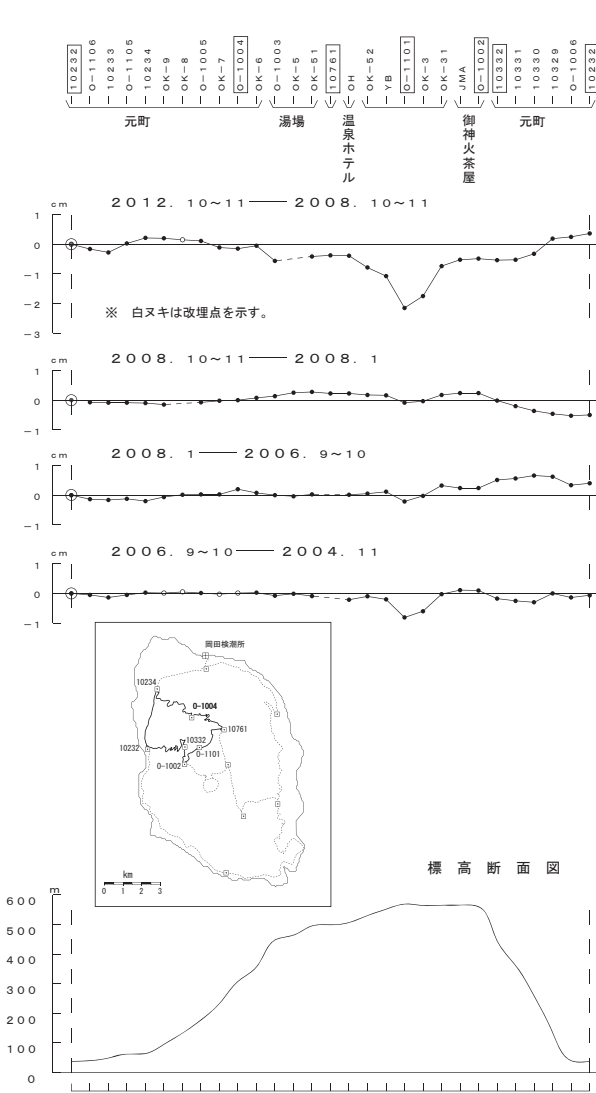
伊豆大島の上下変動（2）

北東部で隆起傾向が見られる。



伊豆大島の上下変動（3）

外輪山付近で沈降が見られる。



第16図 水準測量による伊豆大島の上下変動（1/3）

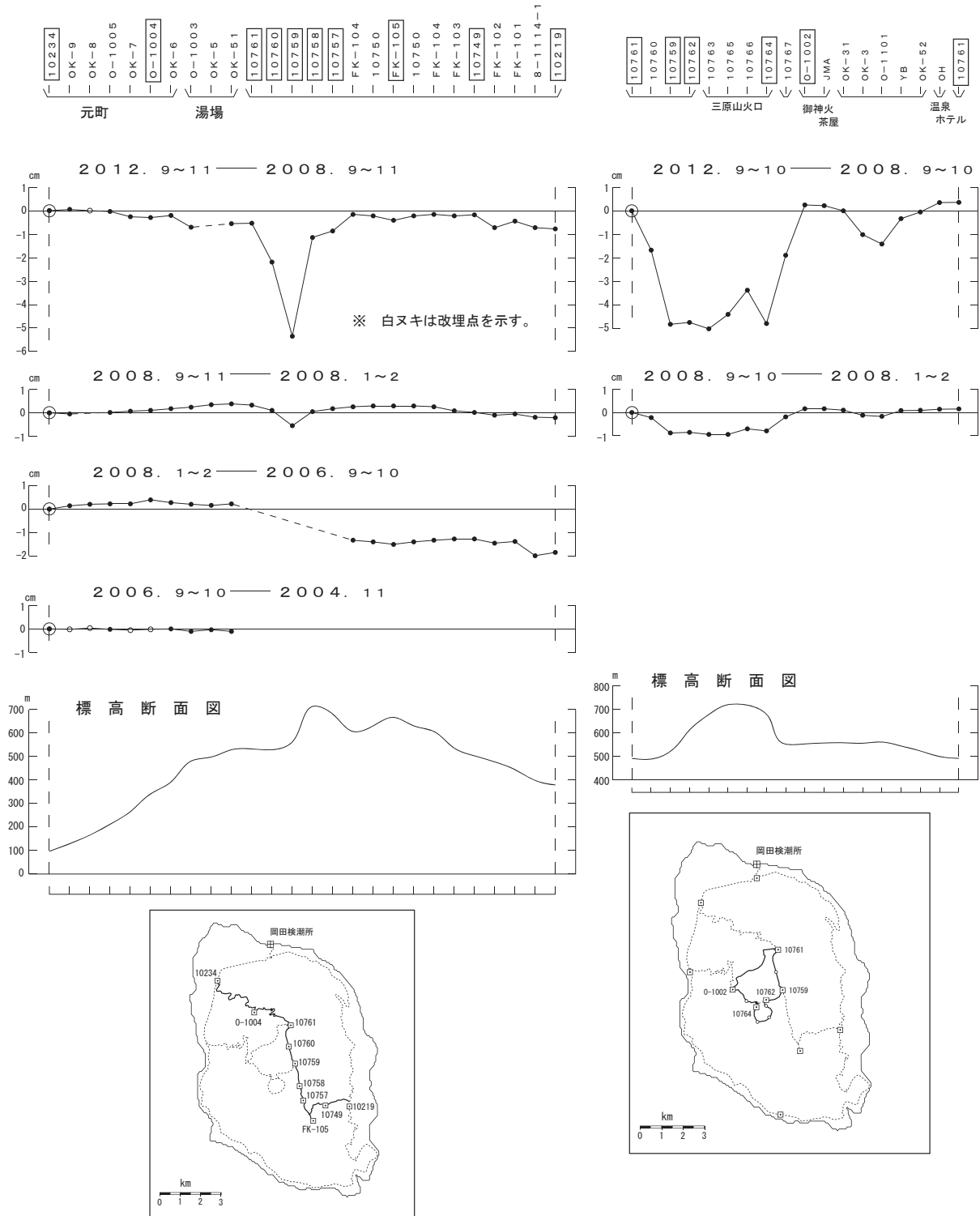
Fig. 16 Vertical movement measured by leveling surveys in Izu-Oshima Island (1/3).

第17図 水準測量による伊豆大島の上下変動（2/3）

Fig. 17 Vertical movement measured by leveling surveys in Izu-Oshima Island (2/3).

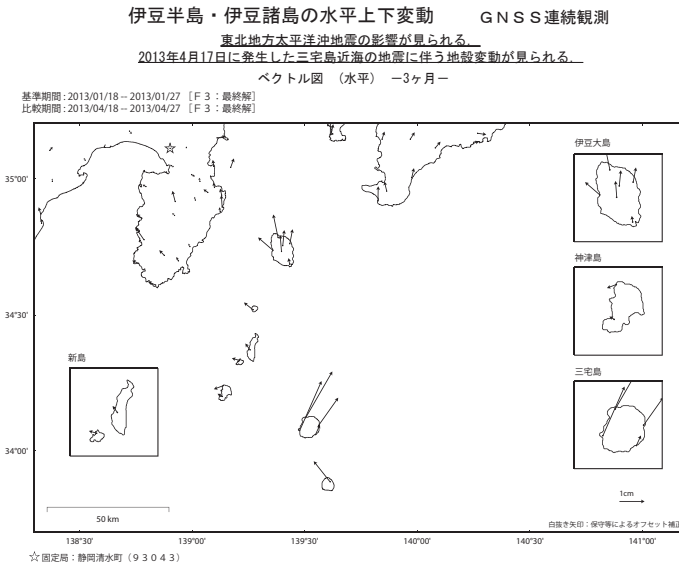
伊豆大島の上下変動（４）

内輪山全体で沈降が見られる。

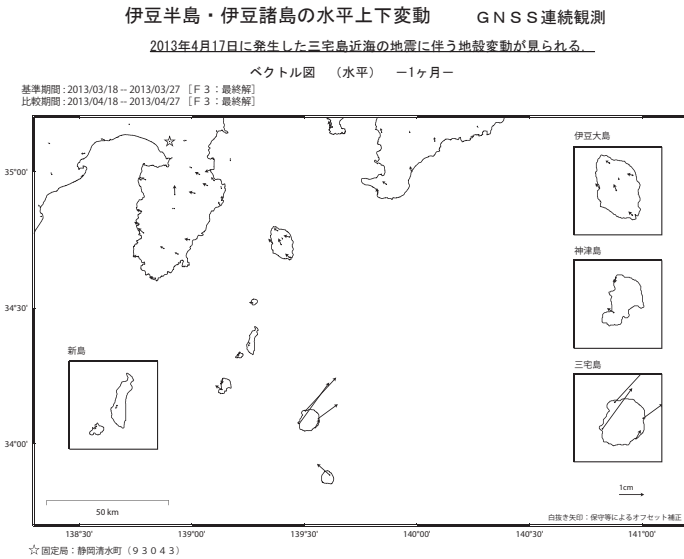


第18図 水準測量による伊豆大島の上下変動（3/3）

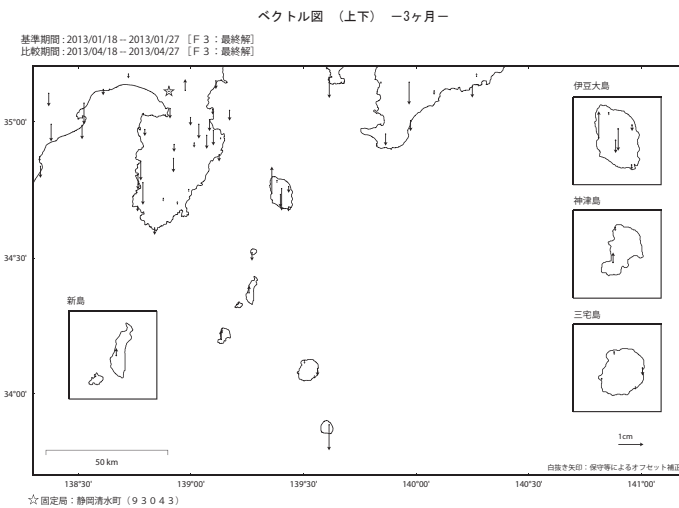
Fig. 18 Vertical movement measured by leveling surveys in Izu-Oshima Island (3/3).



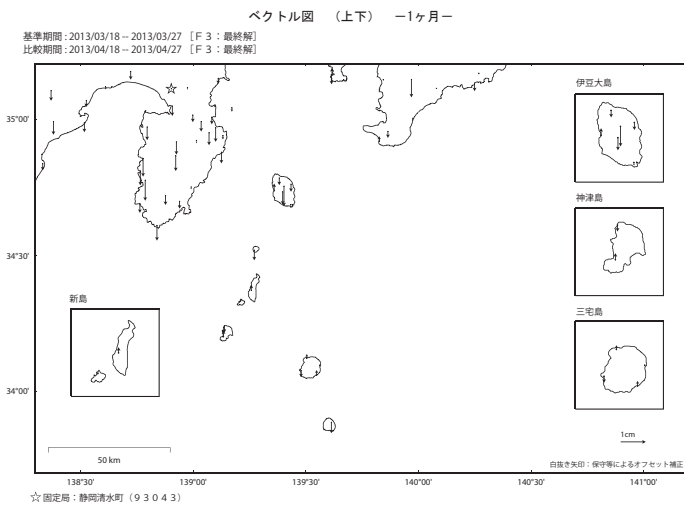
第19図a GNSS観測による伊豆地方の水平変動（3ヶ月）
 Fig. 19a Horizontal movements of Izu Region by GNSS continuous measurements (3 months).



第20図a GNSS観測による伊豆地方の水平変動（1ヶ月）
 Fig. 20a Horizontal movements of Izu Region by GNSS continuous measurements (1 month).

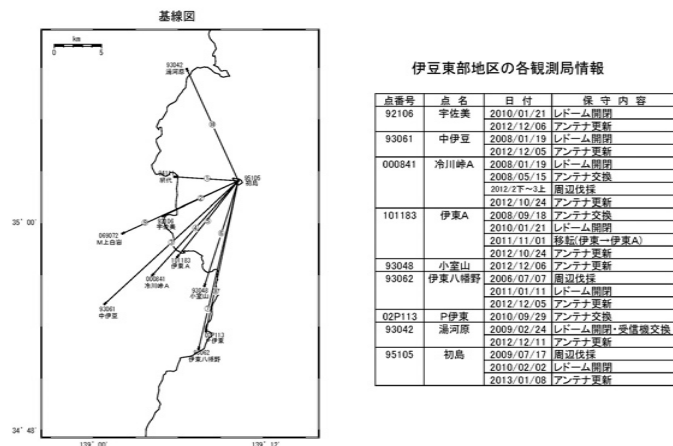


第19図b GNSS観測による伊豆地方の上下変動（3ヶ月）
 Fig. 19b Vertical movements of Izu Region by GNSS continuous measurements (3 months).



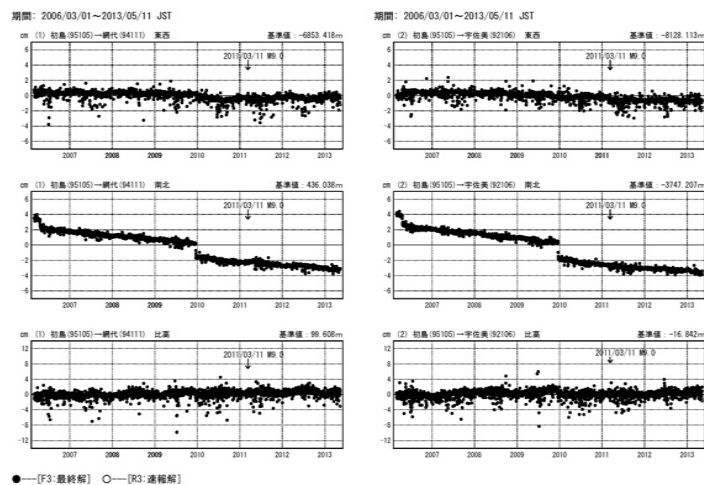
第20図b GNSS観測による伊豆地方の上下変動（1ヶ月）
 Fig. 20b Vertical movements of Izu Region by GNSS continuous measurements (1 month).

伊豆東部地区 GNSS連続観測時系列 (1)



第21図a 伊豆半島東部GNSS連続観測結果 (基線図)
Fig. 21a Results of continuous GNSS measurements on eastern Izu Peninsula (baseline map).

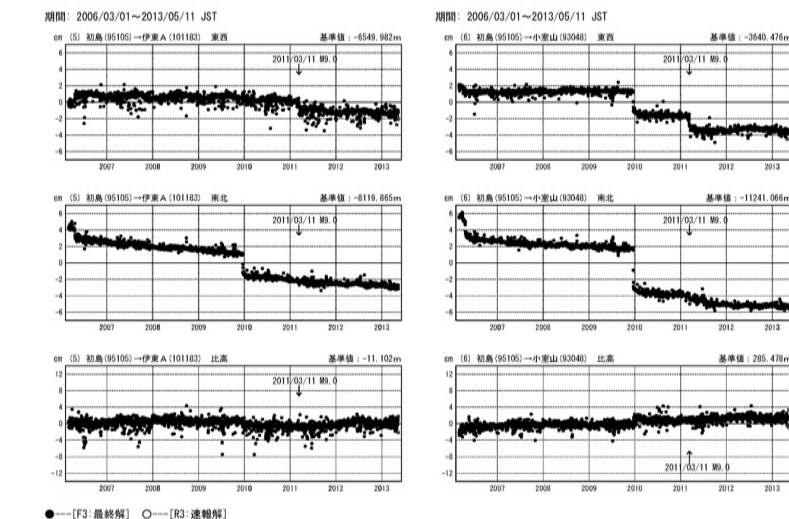
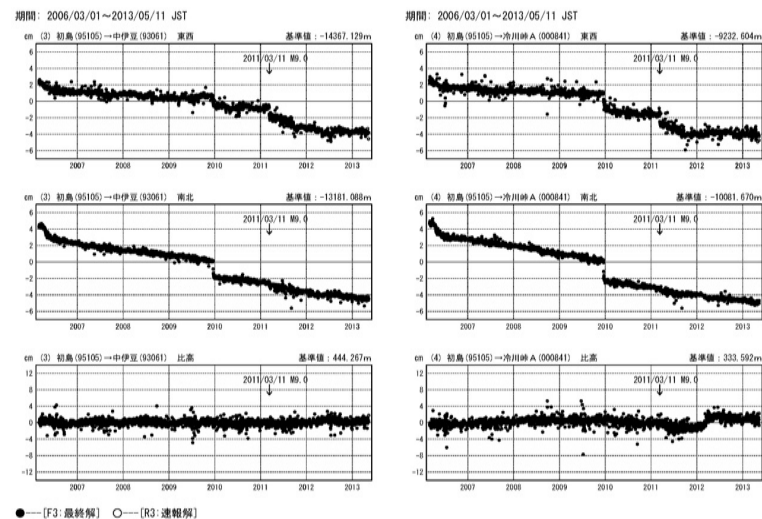
成分変化グラフ



第21図b 伊豆半島東部GNSS連続観測結果 (2006年3月以降・3成分)
Fig. 21b Results of continuous GNSS measurements on eastern Izu Peninsula from March 2006 (3 components) (1/3).

伊豆東部地区 GNSS連続観測時系列 (2)

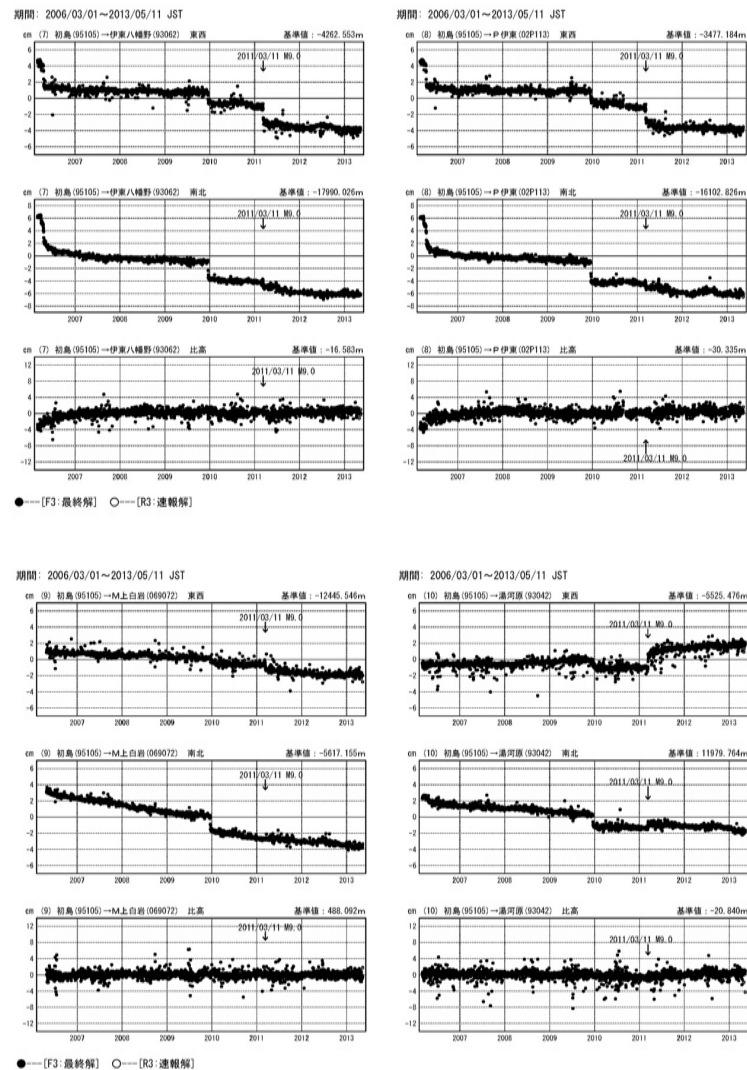
成分変化グラフ



第22図 伊豆半島東部GNSS連続観測結果 (2006年3月以降・3成分)
Fig. 22 Results of continuous GNSS measurements on eastern Izu Peninsula from March 2006 (3 components) (2/3).

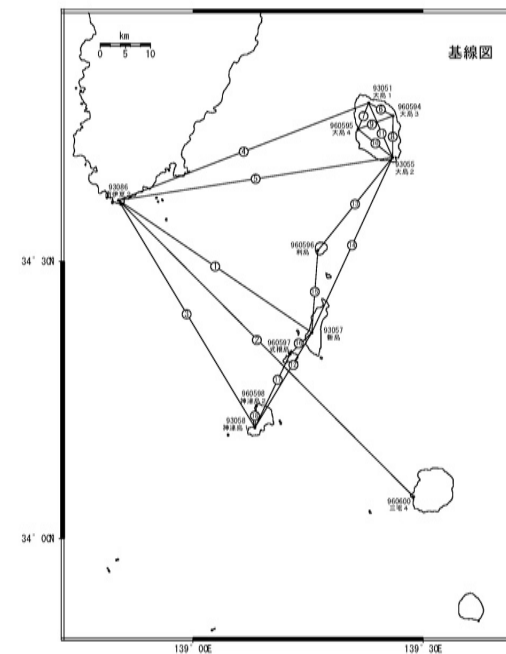
伊豆東部地区 GNSS連続観測時系列 (3)

成分変化グラフ

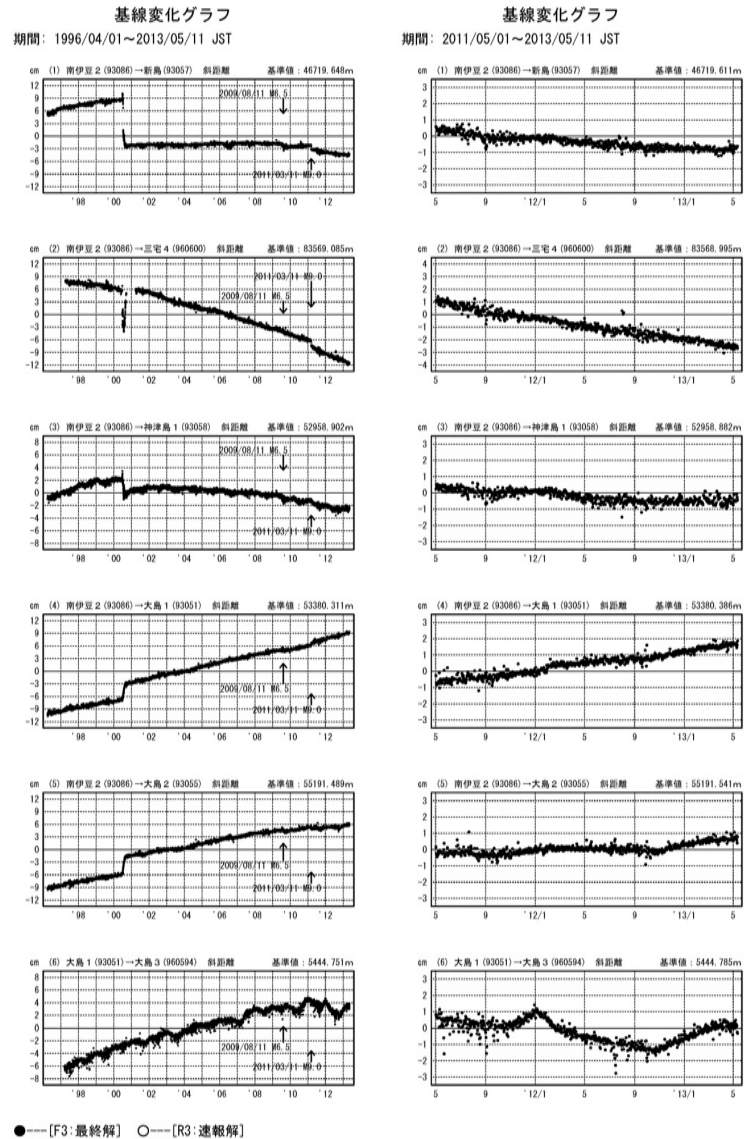


第23図 伊豆半島東部GNSS連続観測結果 (2006年3月以降・3成分)
Fig. 23 Results of continuous GNSS measurements on eastern Izu Peninsula from March 2006 (3 components) (3/3).

伊豆諸島地区 GNSS連続観測時系列 (1)

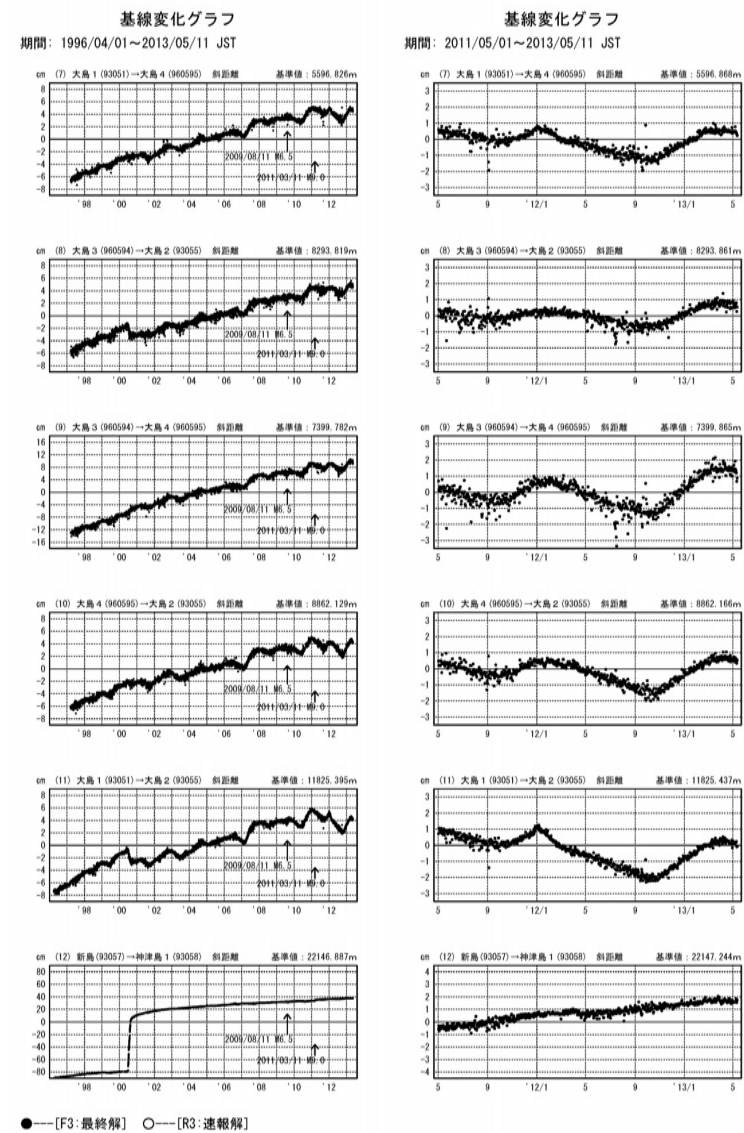


伊豆諸島地区 GNSS連続観測時系列 (2)



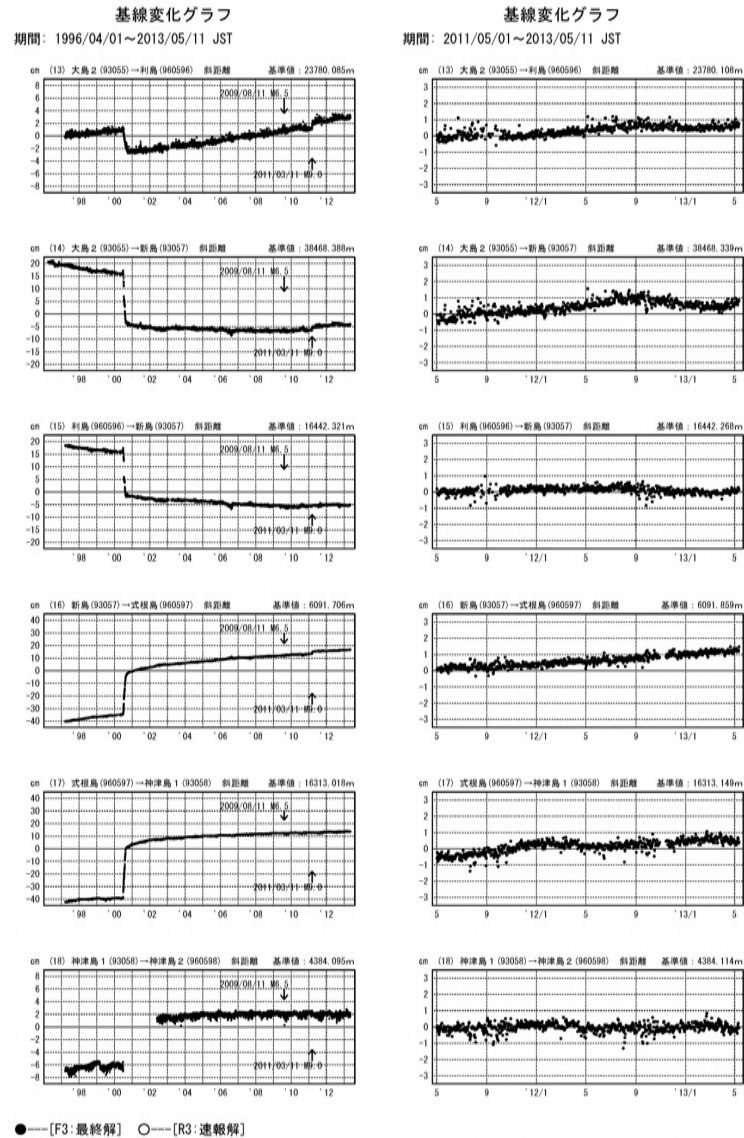
第25図 伊豆諸島北部GNSS連続観測結果 (斜距離)
Fig. 25 Results of continuous GNSS measurements in the northern part of the Izu Islands (distance) (1/3).

伊豆諸島地区 GNSS連続観測時系列 (3)



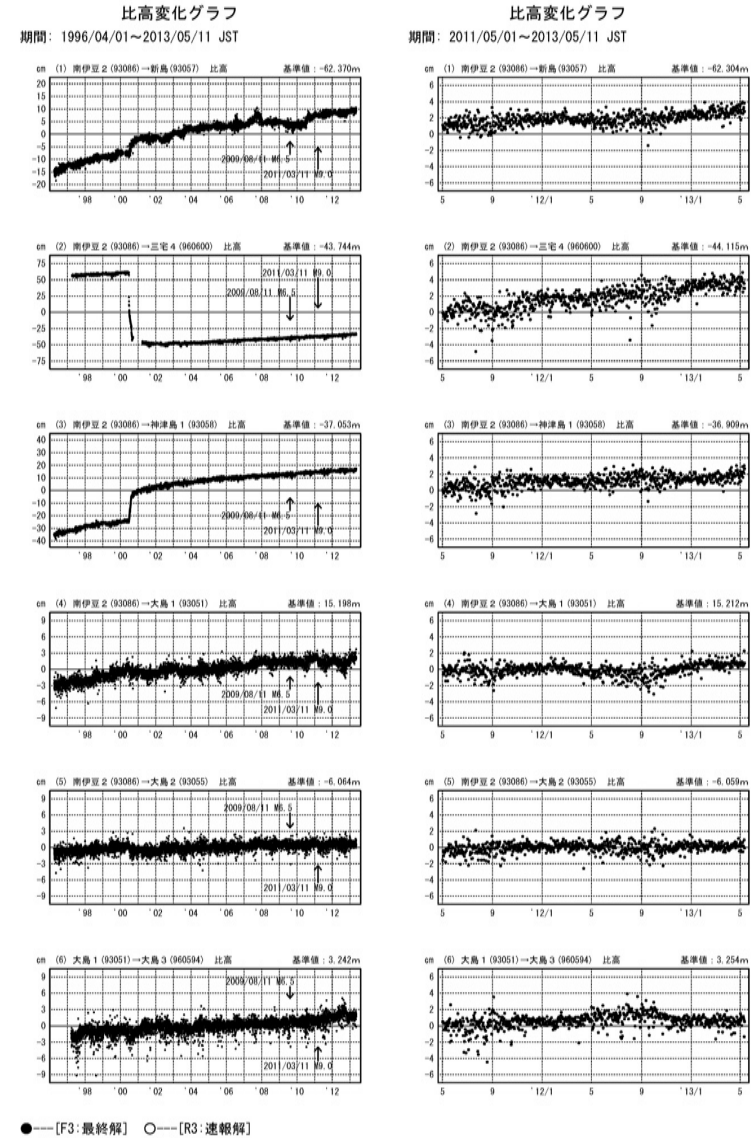
第26図 伊豆諸島北部GNSS連続観測結果 (斜距離)
Fig. 26 Results of continuous GNSS measurements in the northern part of the Izu Islands (distance) (2/3).

伊豆諸島地区 GNSS連続観測時系列 (4)



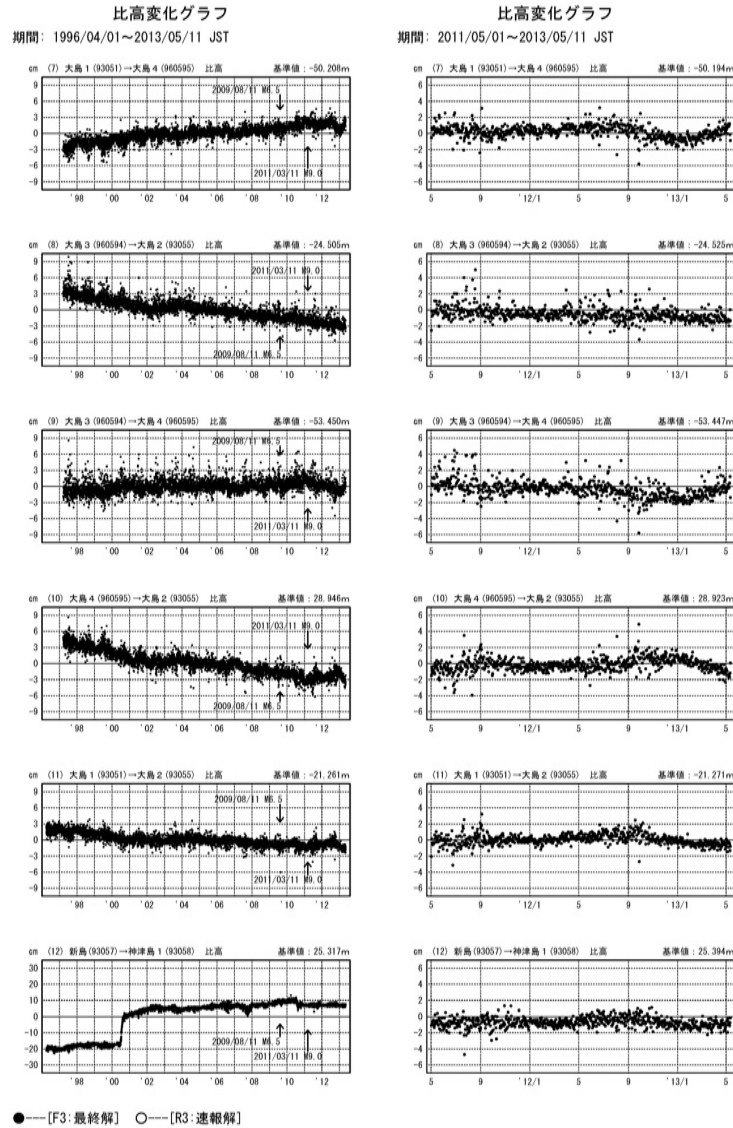
第27図 伊豆諸島北部GNSS連続観測結果 (斜距離)
Fig. 27 Results of continuous GNSS measurements in the northern part of the Izu Islands (distance) (3/3).

伊豆諸島地区 GNSS連続観測時系列 (5)



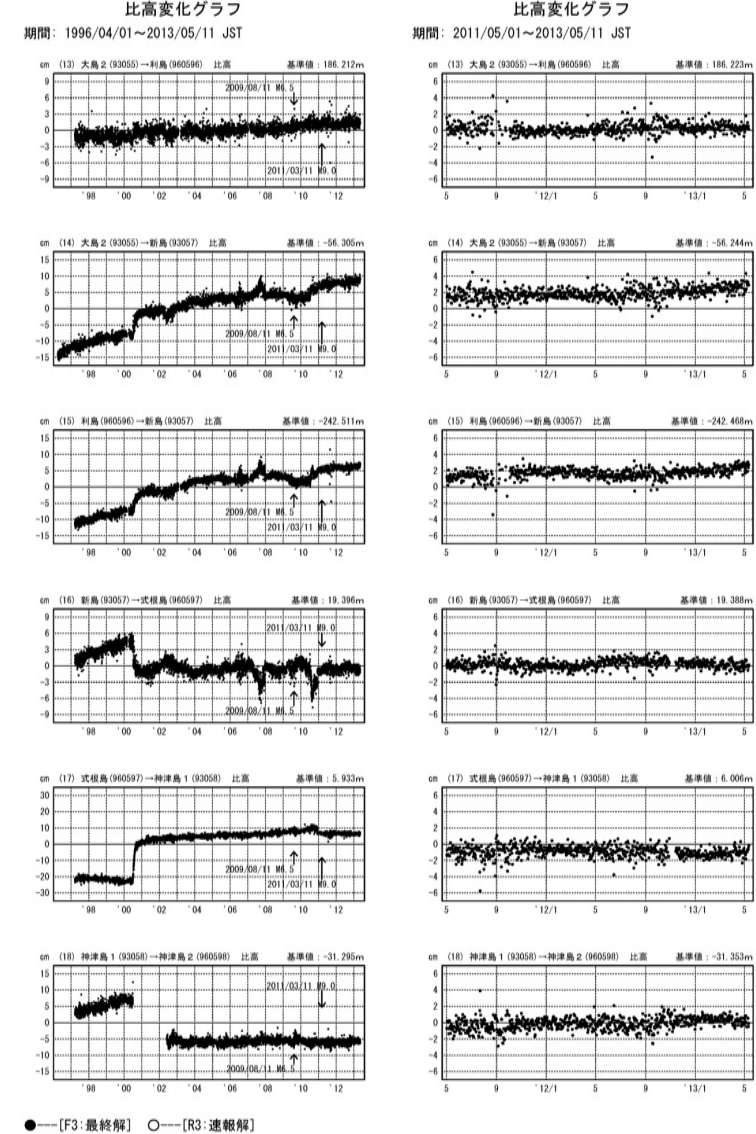
第28図 伊豆諸島北部GNSS連続観測結果 (比高)
Fig. 28 Results of continuous GNSS measurements in the northern part of the Izu Islands (relative height) (1/3).

伊豆諸島地区 GNSS連続観測時系列 (6)



第29図 伊豆諸島北部GNSS連続観測結果 (比高)
Fig. 29 Results of continuous GNSS measurements in the northern part of the Izu Islands (relative height) (2/3).

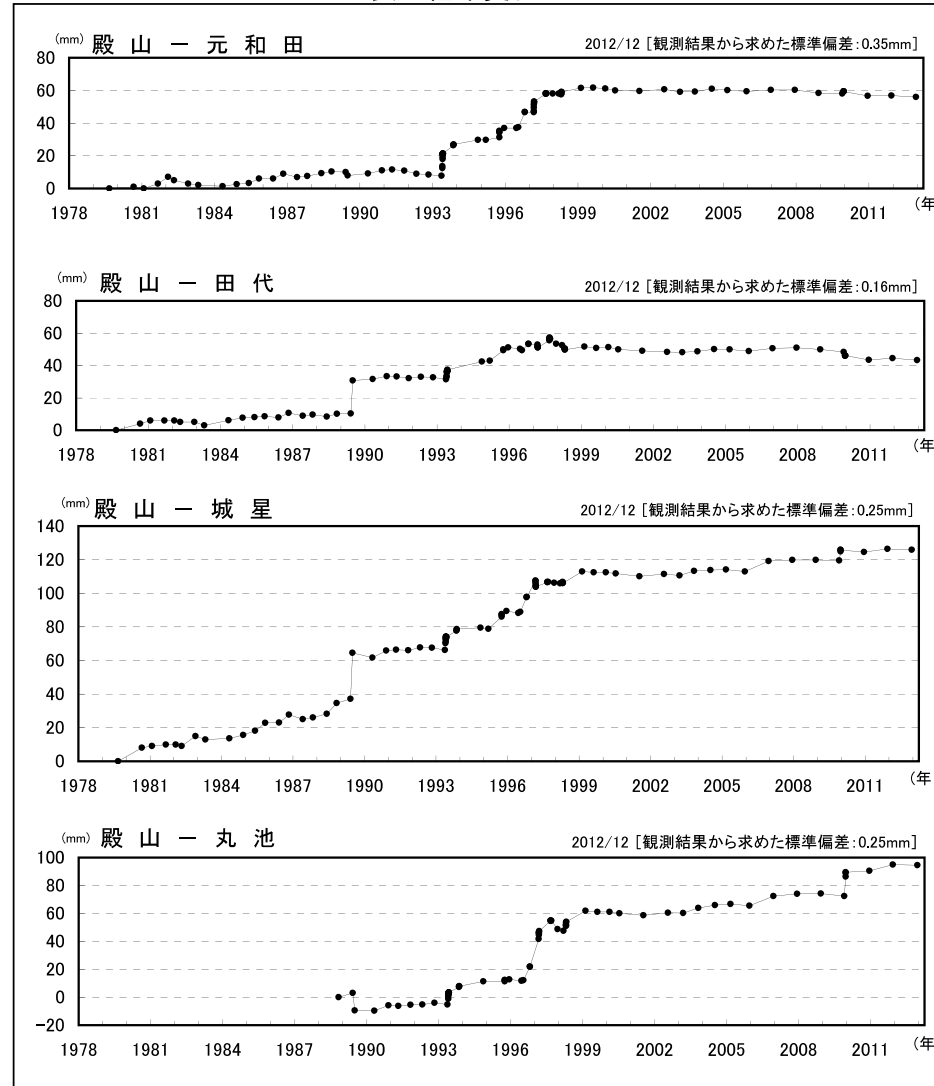
伊豆諸島地区 GNSS連続観測時系列 (7)



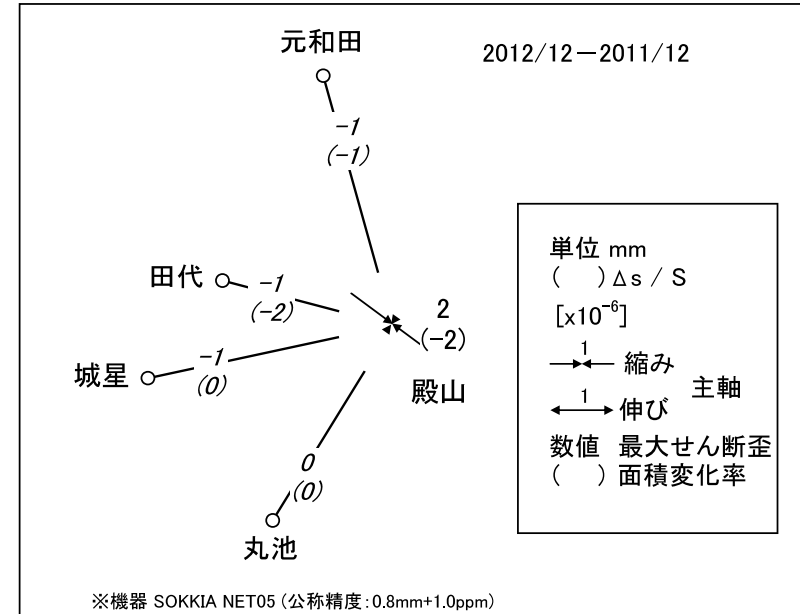
第30図 伊豆諸島北部GNSS連続観測結果 (比高)
Fig. 30 Results of continuous GNSS measurements in the northern part of the Izu Islands (relative height) (3/3).

川奈地区 精密辺長測量 結果

辺長の経年変化



水平歪・辺長変化

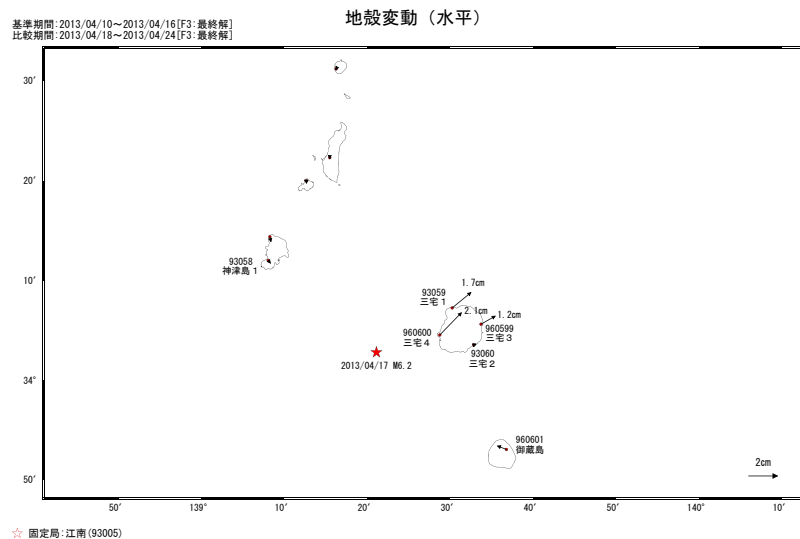


第31図 伊豆半島東部川奈地区の精密辺長測量結果

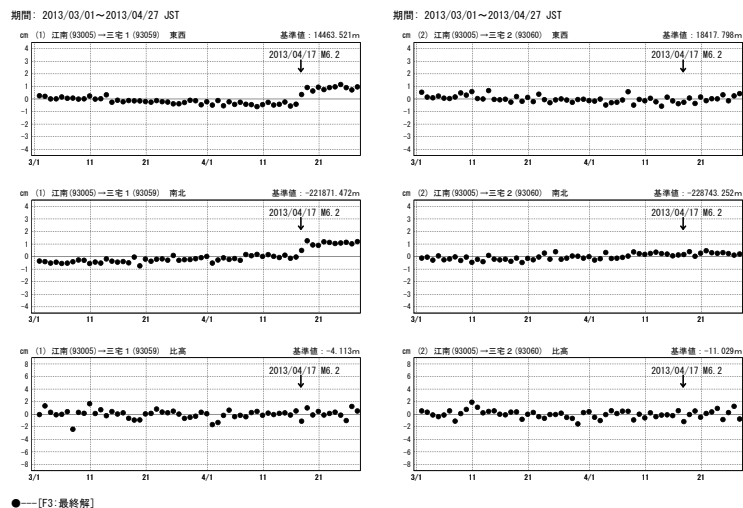
Fig. 31 Results of repeated precise measurements of distance of baseline cluster at Kawana, in east Izu Peninsula.

三宅島近海の地震(4月17日 M6.2)前後の観測データ (1)

この地震に伴う小さな地殻変動が観測された。



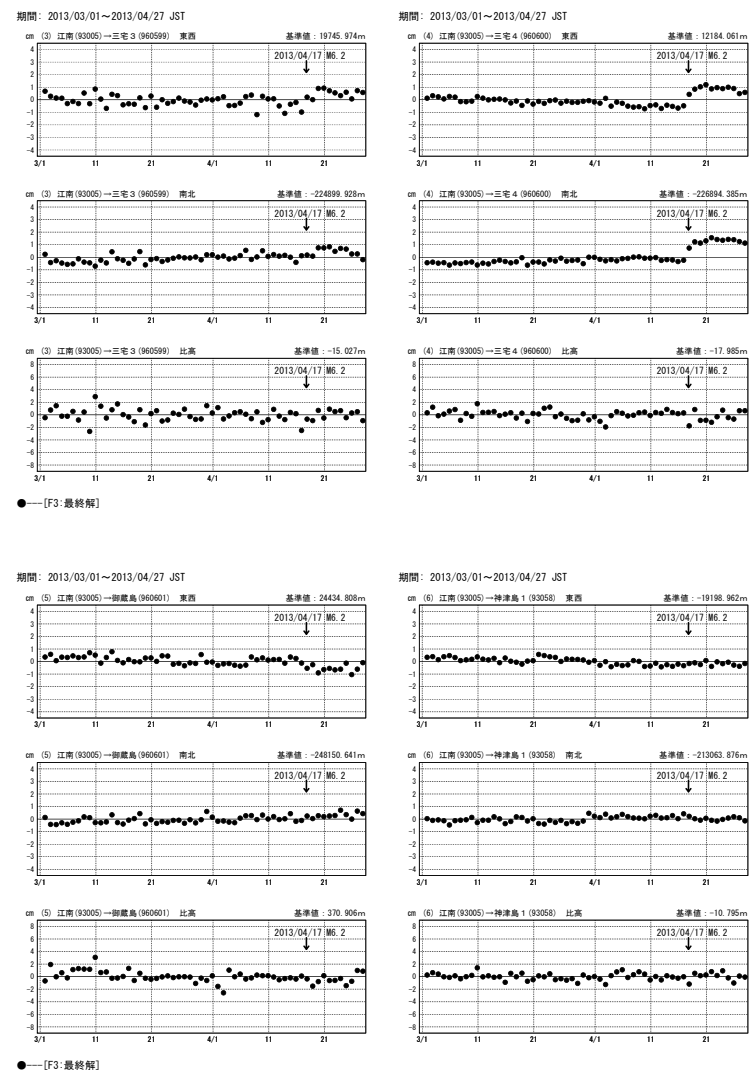
成分変化グラフ



第32図 2013年4月17日三宅島近海の地震(M6.2)前後の地殻変動
Fig. 32 Crustal deformation before and after the M6.2 near Miyake-jima Island Earthquake on April 17, 2013 (horizontal) (1/2).

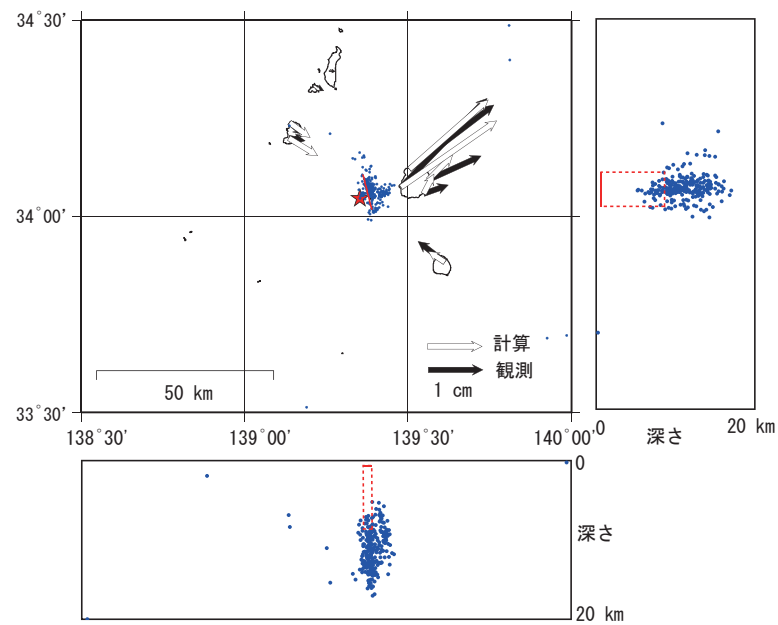
三宅島近海の地震(4月17日 M6.2)前後の観測データ (2)

成分変化グラフ



第33図 2013年4月17日三宅島近海の地震(M6.2)前後の地殻変動
Fig. 33 Crustal deformation before and after the M6.2 near Miyake-jima Island Earthquake on April 17, 2013 (horizontal) (2/2).

2013年4月17日の三宅島近海の地震の矩形断層モデル（暫定）



緯度	経度	深さ	走向	傾斜	幅	長さ	すべり量	すべり角	Mw
34.02°	139.39°	0.6 km	351.0°	89.0°	8 km	10 km	0.37 m	51.7°	5.9

緯度、経度、走向、傾斜、幅、長さは気象庁一元化震源の震源分布から設定。深さ、すべり量、すべり角を逆解析で推定した。剛性率30GPa。

使用データ： F3解 期間 4月9-15日～4月21-27日

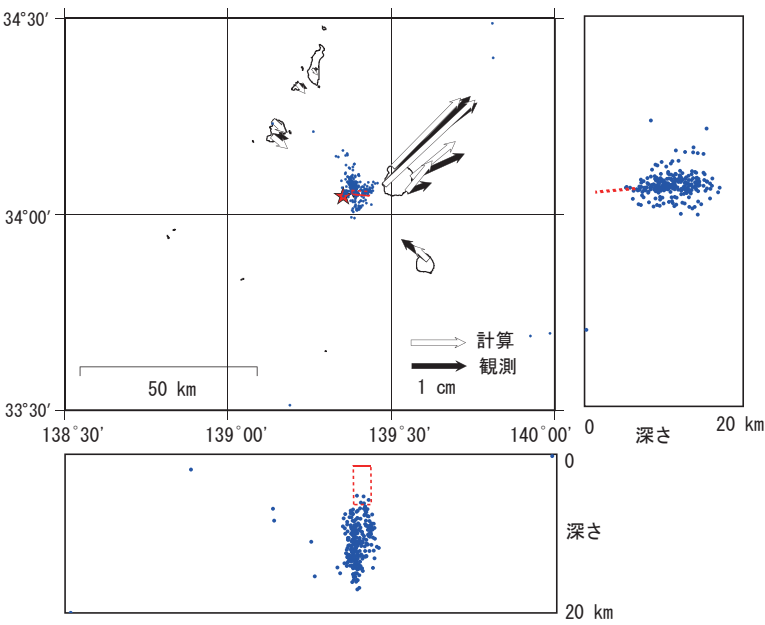
固定局：南伊豆

青丸 震源位置：気象庁一元化震源（期間 4月11～22日）

赤四角：断層面

第34図 2013年4月17日三宅島近海の地震（M6.2）の矩形断層モデル
Fig. 34 Rectangular Fault model of the M6.2 near Miyake-jima Island Earthquake on April 17, 2013 (1/2).

2013年4月17日の三宅島近海の地震の矩形断層モデル（暫定）



緯度	経度	深さ	走向	傾斜	幅	長さ	すべり量	すべり角	Mw
34.05°	139.38°	1.5 km	275.0°	79.0°	5 km	5 km	1.10 m	-133.3°	5.9

緯度、経度、幅、長さは気象庁一元化震源の震源分布から設定。走向、傾斜、深さ、すべり量、すべり角を逆解析で推定した。剛性率30GPa。

使用データ： F3解 期間 4月9-15日～4月21-27日

固定局：南伊豆

青丸 震源位置：気象庁一元化震源（期間 4月11～22日）

赤四角：断層面

第35図 2013年4月17日三宅島近海の地震（M6.2）の矩形断層モデル
Fig. 35 Rectangular Fault model of the M6.2 near Miyake-jima Island Earthquake on April 17, 2013 (2/2).