

調査観測結果に関する資料（例）

伊豆大島

白山

八幡平

口之島

福德岡ノ場

# 伊豆大島

(2023年6月～11月)

6月19日に伊豆大島の西方沖を、7月6日及び9月23日から10月4日にかけて伊豆大島の北部を震源とする火山性地震がそれぞれ増加した。なお、熱活動は低調に経過し、火山性微動も発生しておらず、ただちに噴火が発生する兆候は認められない。

地下深部へのマグマ供給によると考えられる長期的な島全体の膨張は2018年頃からはほぼ停滞しているが、これまでに供給されたマグマは地下深部に蓄積されていると考えられ、今後火山活動が活発化する可能性がある。

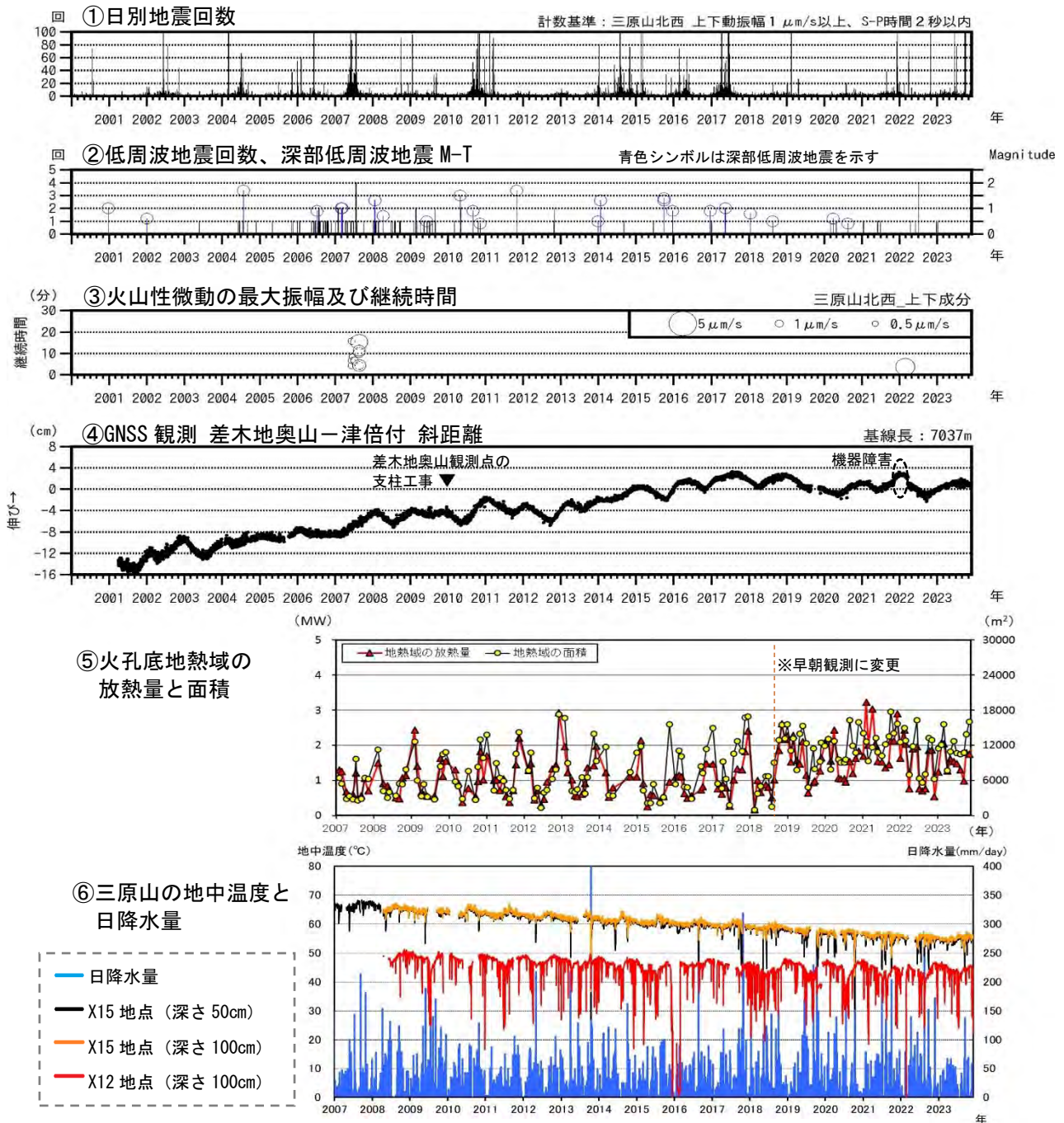


図1 火山活動経過 (2000年1月～2023年11月)  
説明は次ページ上部に記載。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東京大学及び国立研究開発法人防災科学技術研究所のデータを利用して作成した。

- ・ 6月19日に伊豆大島の西方沖を震源とする火山性地震が、7月6日及び9月23日から10月4日にかけて伊豆大島の北部を震源とする火山性地震がそれぞれ増加した。そのほかの期間では火山性地震の発生は概ね少なく、地震活動は低調に経過した。また、低周波地震及び火山性微動は発生していない（図1-①②③）。
- ・ 地下深部へのマグマの供給によると考えられる長期的な島全体の膨張傾向は、2018年頃からはほぼ停滞している一方、約1～3年周期で膨張と収縮を繰り返す短期的な地殻変動は、2022年10月頃からみられていた膨張の傾向が、2023年9月頃から収縮に転じている（図1-④）。
- ・ 地熱域の放熱量及び面積に、特段の変化は認められない（図1-⑤）。
  - ※ 柳澤他(2016)、Sekioka and Yuhara(1974)の方法により定量化した地熱域の放熱量及び面積。
  - ※ 2018年9月より日射の影響がない早朝に観測しており、放熱量と面積の変動幅が小さくなっている。
- ・ 三原新山及び剣ガ峰付近での地中温度の連続観測では、風や降水の影響による一時的な変動のほかは、長期的な低下傾向を示している（図1-⑥）。
  - ※ 図1-⑥の日降水量は大島特別地域気象観測所での観測値

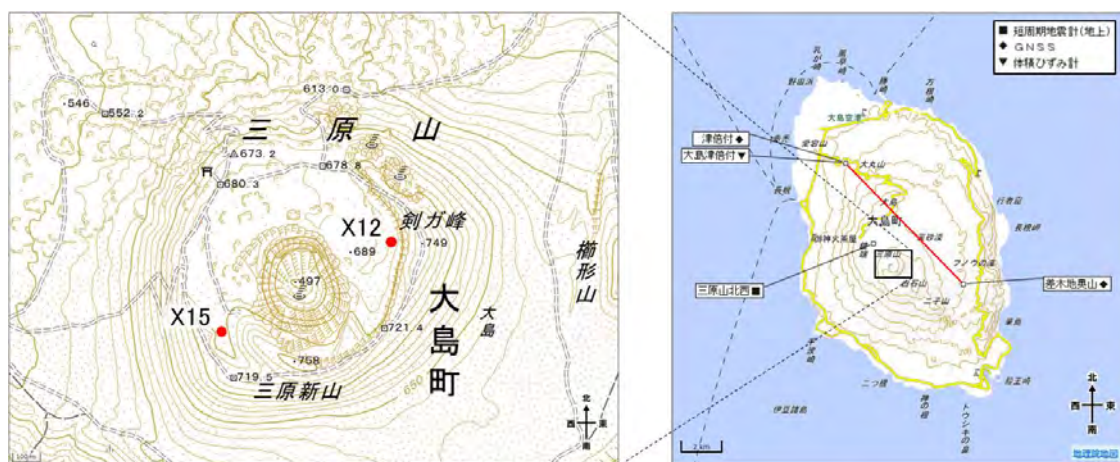


図2 観測点配置図

この図の作成にあたっては、国土地理院の電子地形図（タイル）を使用し、観測点を追記した。赤点は地中温度の観測場所、赤線は図1-④のGNSS基線に対応している。

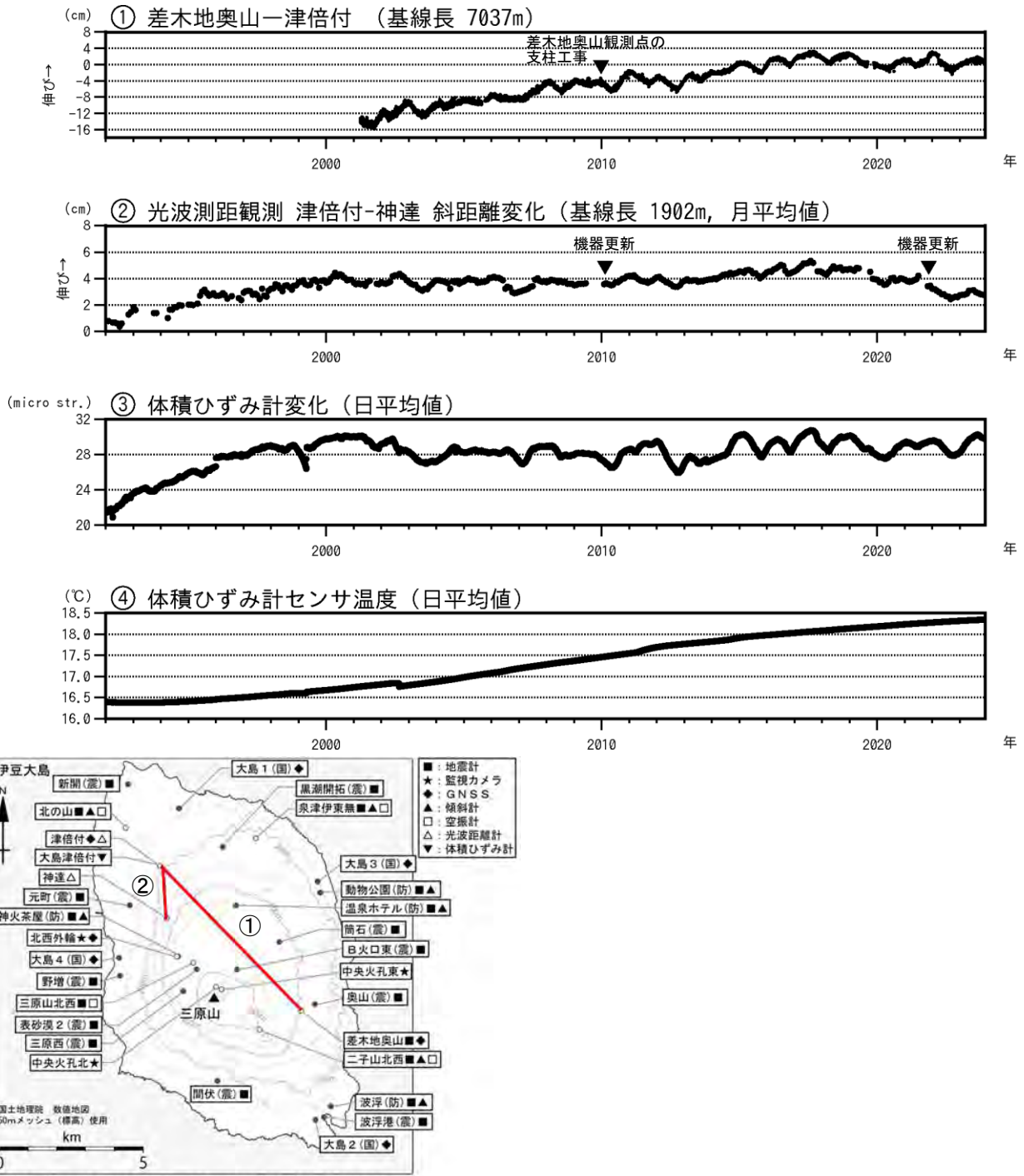


図3 地殻変動観測結果及び地中温度変化（1992年1月～2023年11月）

グラフ①及び②の基線は左下図の①及び②にそれぞれ対応する。ひずみ計のセンサ設置深度：地上から-291m（海面下-106m）（温度計も同じ所に設置）。体積ひずみ計データについては、センサ温度変化によるみかけの変化及びトレンドの除去を行っている。

- ・GNSS、光波測距及び体積ひずみ計によるいずれの観測でも、約1～3年周期で膨張と収縮を繰り返す短期的な地殻変動が認められ、2022年10月頃からみられていた膨張の傾向が、2023年9月頃から収縮に転じている（①②③）。
- ・長期的にひずみ計センサの温度はほぼ単調に上昇している。この温度上昇と火山活動との間の関連性は不明である（④）。

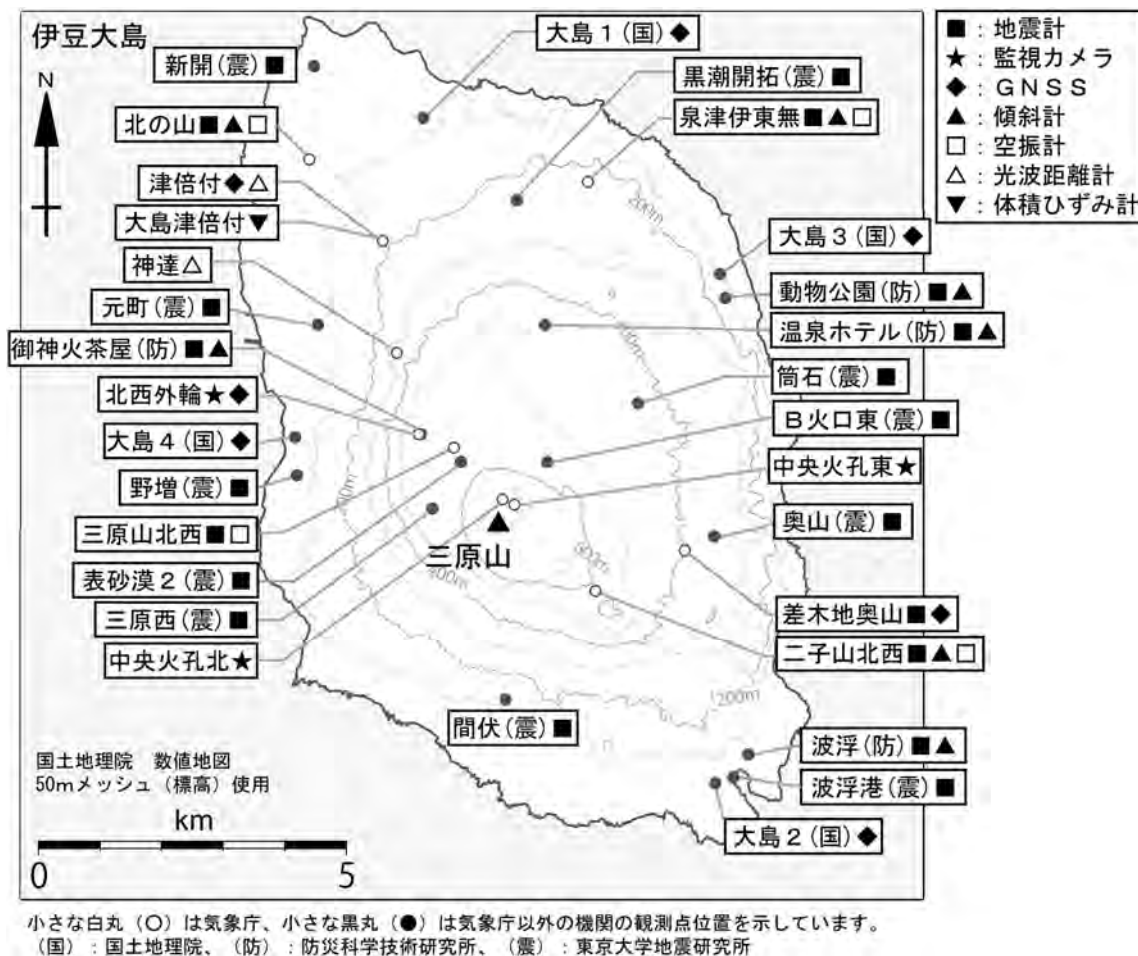


図4 伊豆大島 観測点配置図

# 伊豆大島の地殻変動

(2023年6月～2023年11月)

全島的な地殻変動は、長期的には膨張傾向が2018年頃から概ね停滞している。短期的には、2023年9月頃に膨張傾向が収縮傾向に転じている。  
三原山山頂部では、局所的な基線長の短縮及び沈降が継続している。

## 概要

気象研究所では、伊豆大島においてGNSS、光波測距、多成分ひずみ計により地殻変動の連続観測を実施している。また、伊豆大島火山防災連絡事務所と協力して、GNSS繰り返し観測を実施している。本資料では主にGNSS観測データの解析から得られた伊豆大島の地殻変動について報告する。

### ○全島的な地殻変動

長期的な島全体の膨張傾向に約1～2年程度の周期で膨張・収縮を繰り返す短期的な変化が重なっている(図2)。長期的な膨張傾向は2018年頃から概ね停滞している(図2、6、7)。短期的な変動は、2023年9月頃に膨張傾向から収縮傾向に転じている(図2、6)。球状圧力源モデルを仮定した圧力変動源は、解析期間に依らず、三原山から北方向約1.5 km、海拔-6～-2 kmの位置に推定された(図5)。

### ○三原山山頂部の局所的な地殻変動

三原山山頂部では、山頂を囲む観測点で観測点間の基線長の短縮(図3左、4)及びカルデラ縁に対する沈降(図3右、4)が、概ね一定の速度で継続しており、三原山浅部で局所的な収縮が続いていると考えられる。

## 観測点

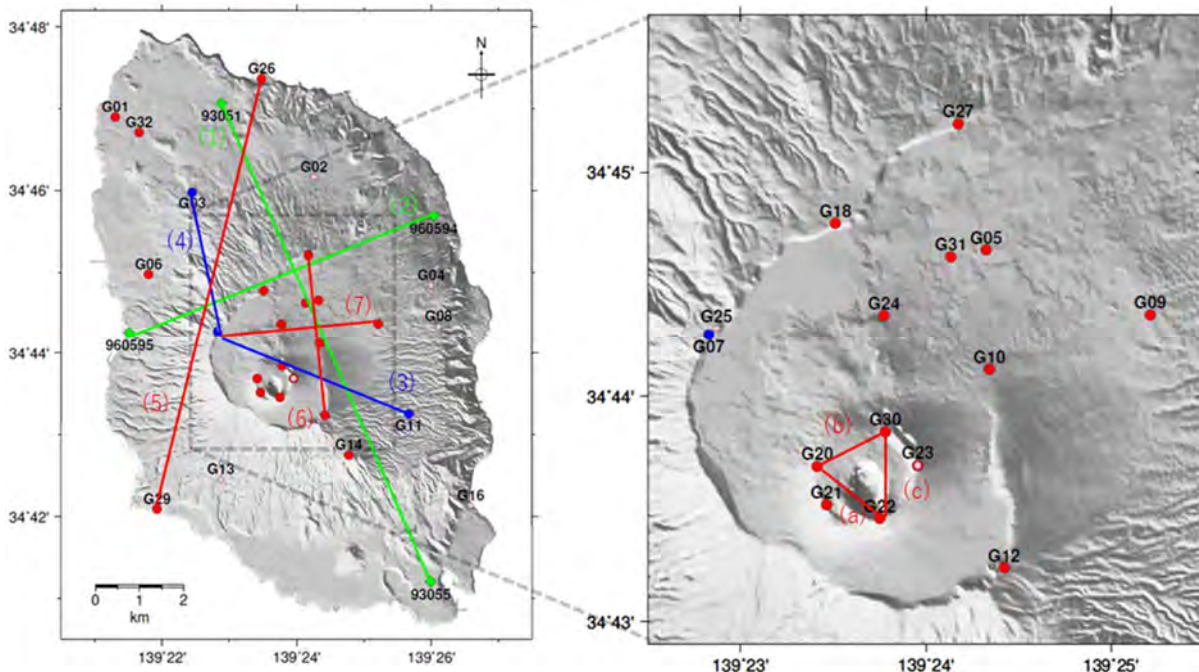


図1 GNSS観測点配置図。

赤丸：気象研究所連続観測点。桃丸：気象研究所繰り返し観測点。青丸：気象庁連続観測点。緑丸：国土地理院連続観測点。

本資料の作成に当たっては、気象研究所のほか、気象庁及び国土地理院のデータを利用した。資料中の地図の作成に当たっては、国土地理院の承認を得て、同院発行の『数値地図10mメッシュ(火山標高)』を使用している。

### 全島的な地殻変動

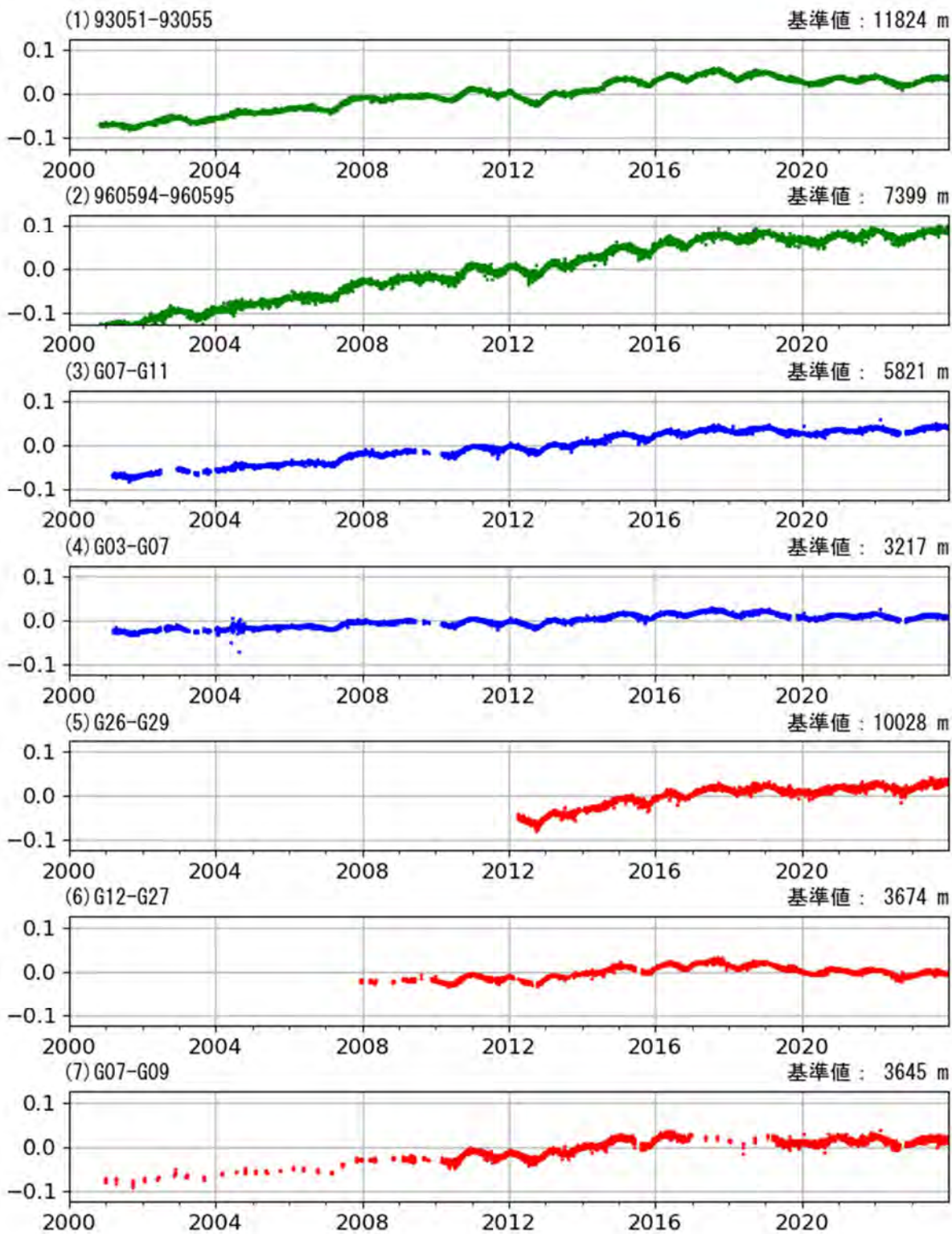


図2 GNSS観測による基線長変化 (2000年1月~2023年12月).  
(1)~(7)は図1左のGNSS基線(1)~(7)に対応.

### 三原山山頂周辺の地殻変動

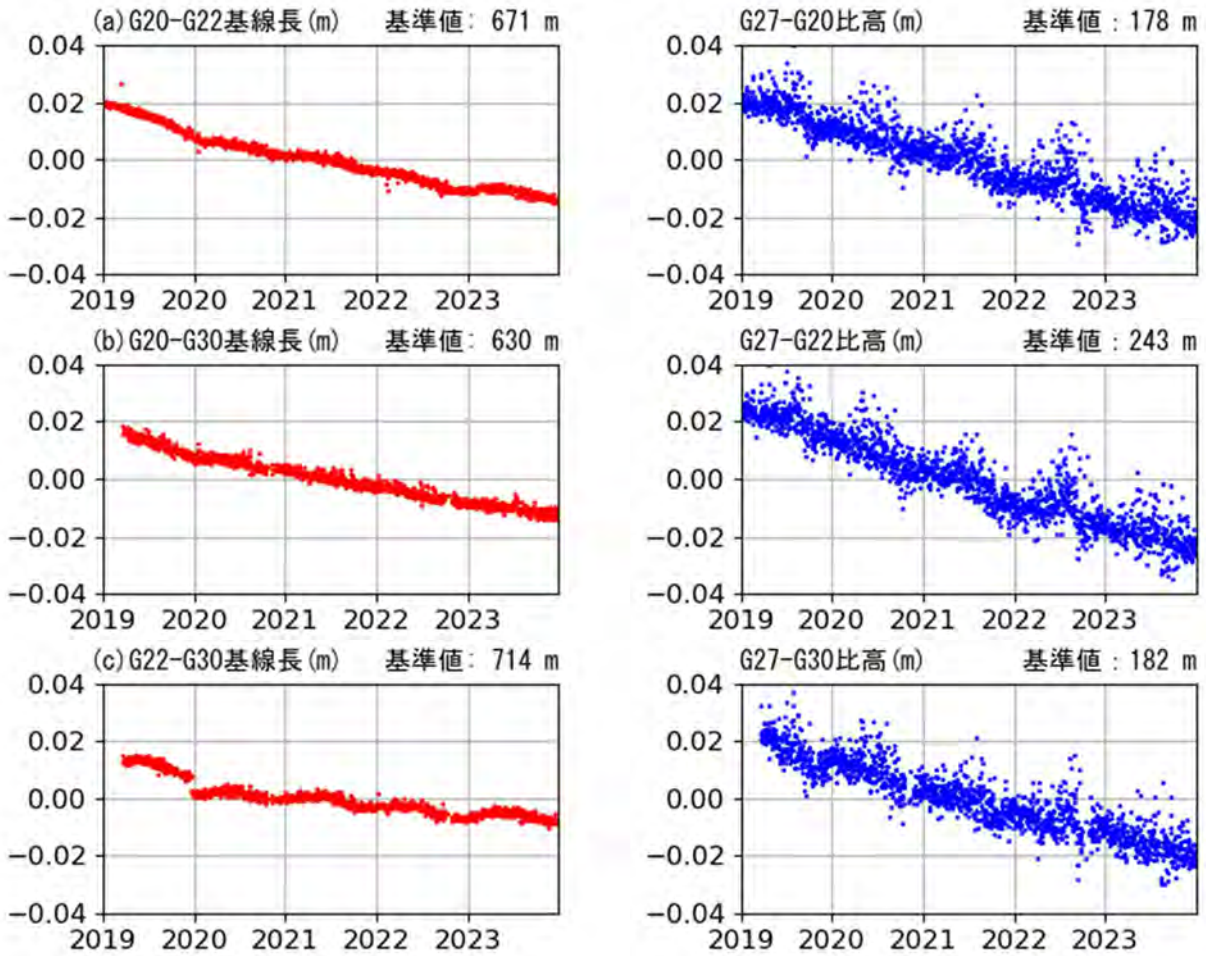


図3 三原山山頂部の地殻変動（2019年1月～2023年12月）。

左図、三原山山頂部を囲む観測点間の基線長変化。(a)～(c)は図1右のGNSS基線(a)～(c)に対応。右図、カルデラ縁(G27)に対する三原山山頂部の観測点の上下変位。山頂部では一定レートでの収縮・沈降が継続している。

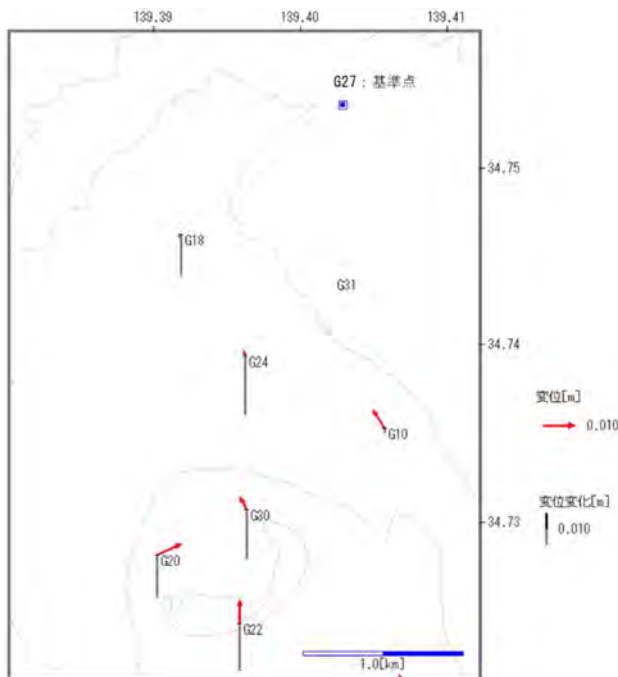


図4 G27を基準とした三原山周辺の観測点の水平変位ベクトルと上下変位（2022年1月～2023年9月）。

地殻変動源の推定結果

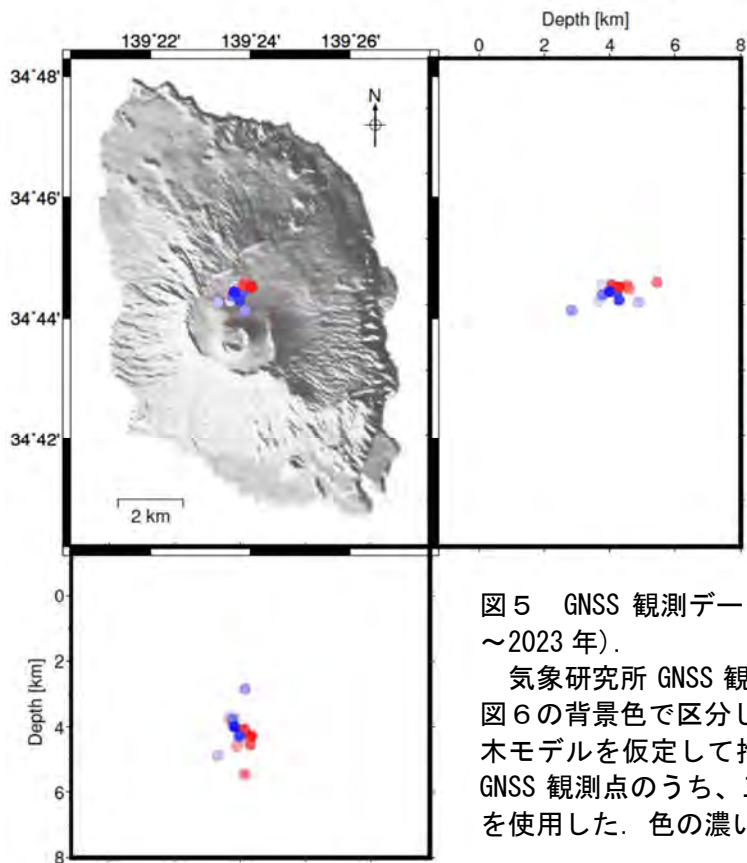


図5 GNSS 観測データから推定した地殻変動源の位置 (2009 年～2023 年)。

気象研究所 GNSS 観測点の連続点化が進んだ 2009 年以降で、図 6 の背景色で区分した膨張期（●）と収縮期（●）ごとに、茂木モデルを仮定して推定した。地殻変動源の推定には、図 1 の GNSS 観測点のうち、三原山山頂部を除いた連続観測点のデータを使用した。色の濃い丸印ほど最近の変動源を示している。

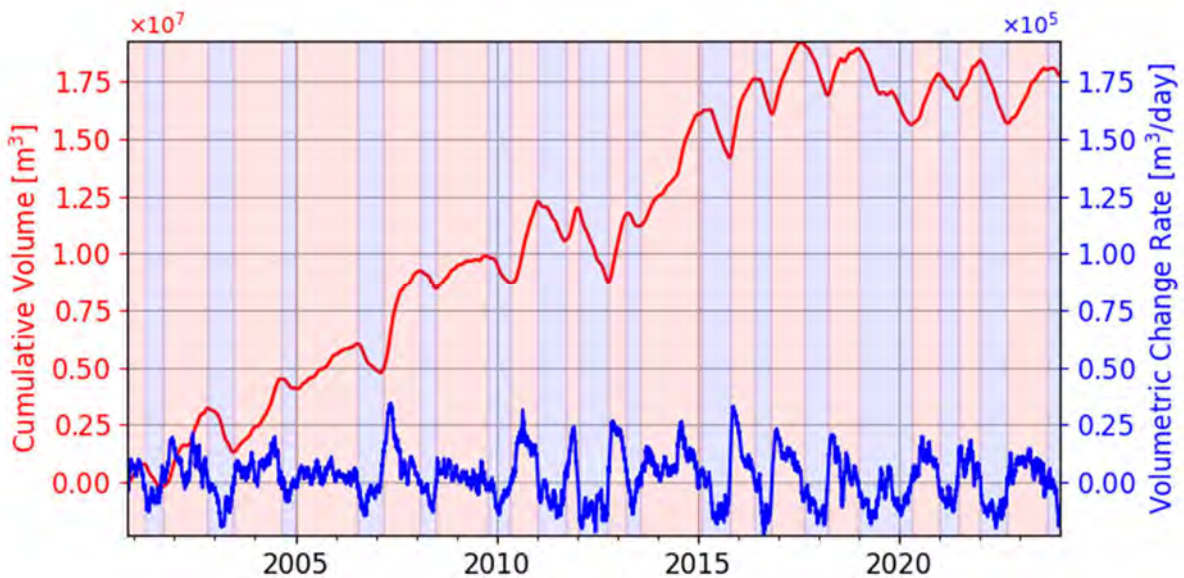


図 6 推定した地殻変動源の積算体積変化量及び体積変化率 (2000 年 11 月～2023 年 12 月)。地殻変動源の位置を図 5 の推定された地殻変動源の平均的な位置（深さは海面下 4.4 km）に固定して、国土地理院の GNSS 連続観測点 4 点のデータから茂木モデルによる積算体積変化量と変化率を算出した。背景の赤色、青色は図 5 の地殻変動源を推定した膨張期・収縮期をそれぞれ示す。

GNSS 繰り返し観測

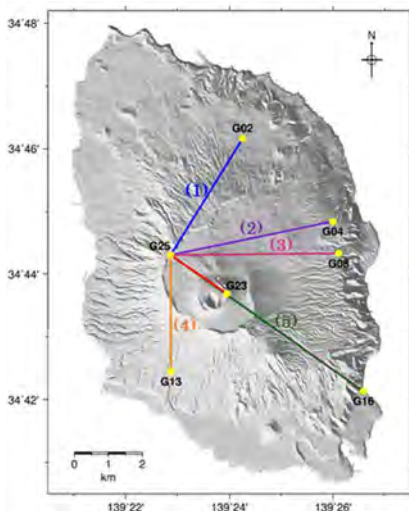
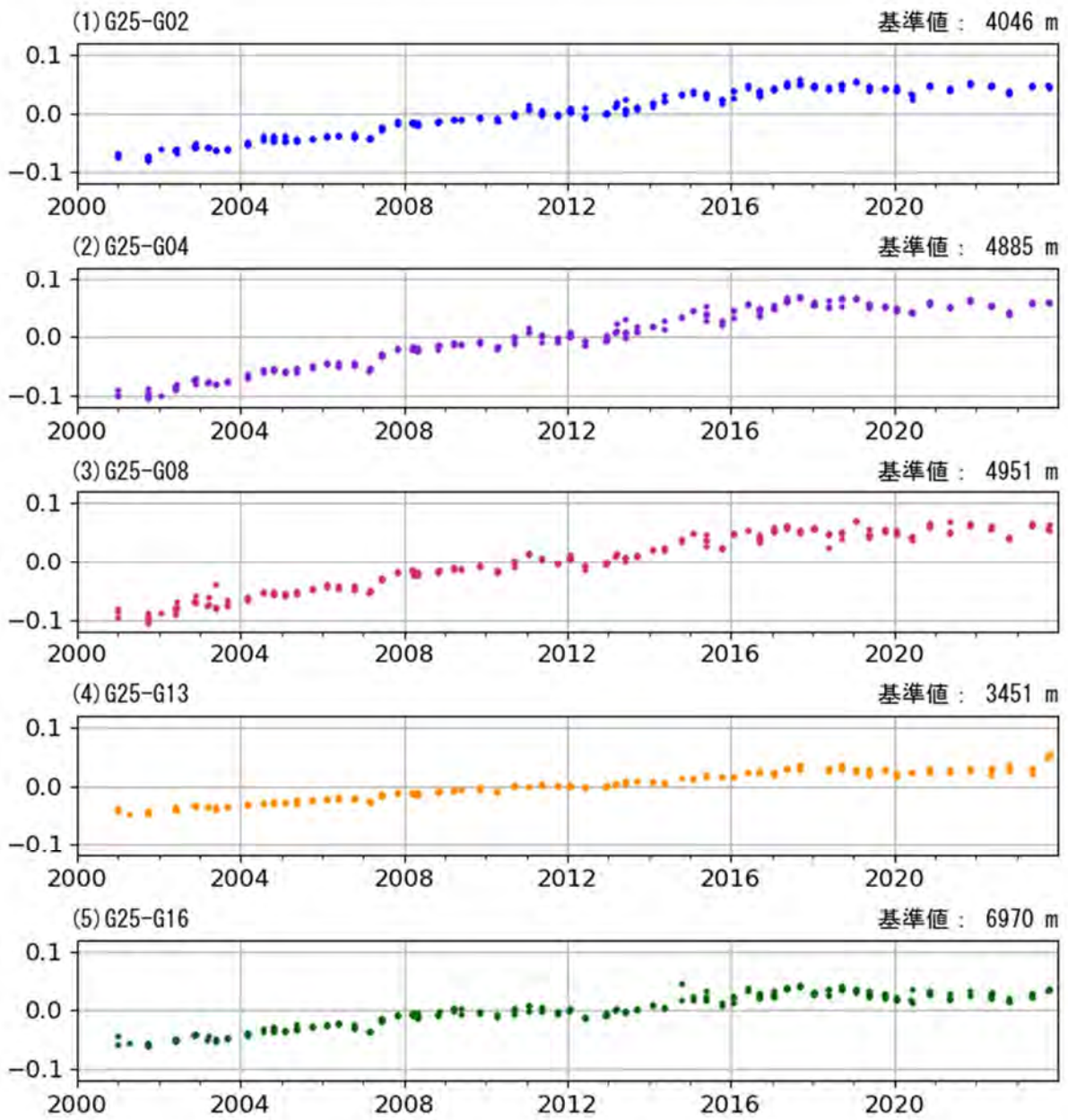


図7 GNSS 繰り返し観測による基線長変化  
 (2000年12月～2023年10月)  
 (1)～(5)は左図のGNSS基線(1)～(5)に対応。

## 伊豆大島三原山の重力変化（2009年2月～2023年11月）

三原山火道へのマグマ上昇に伴い予想される重力変化の検出を目指し繰り返し相対重力測定を実施している。カルデラ北西縁（NWRM）を基準とした場合、三原山（G20）では年率  $6.6 \mu\text{Gal}$  で経年的に重力が増加している（図1、図2b）。三原山ではカルデラ縁に対する相対的な沈降（図2a）と火口方向への収縮が継続しており、観測される経年的な重力増加は三原山の沈降・収縮に伴い生じている可能性がある。このうち年率  $3.6 \mu\text{Gal}$  の重力増加は沈降に伴うフリーエア効果（図2b）で説明可能である。

三原山中央火口直下に伸びる半径  $40 \text{ m}$  の火道を仮定（Watanabe et al., 1998）しこの火道内をマグマ頭位が上昇することを想定した場合、マグマ頭位が海水準程度より浅くなれば検出可能な重力変化が生じることが予想される。現状、顕著な重力増加は観測されておらず、海水準程度までのマグマ上昇は生じていないと考えられる（図2c）。

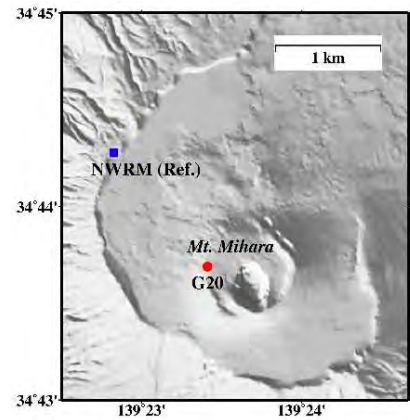


図1 三原山周辺の地形と観測点位置図（国土地理院『数値地図10mメッシュ（火山標高）』を利用した）。

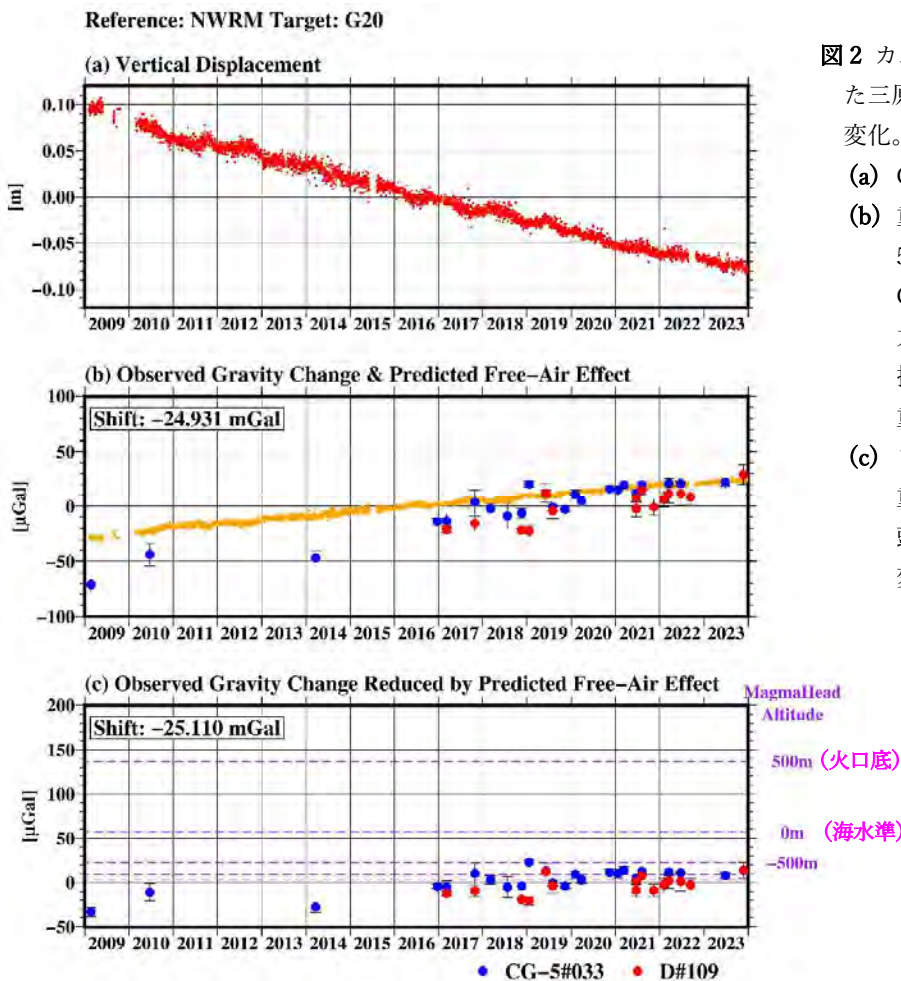


図2 カルデラ北西縁（NWRM）を基準とした三原山（G20）での高さ変化および重力変化。

- (a) GNSS 観測による上下変位。
- (b) 重力変化観測値（●：Scintrex CG-5#033、●：LCR D#109）およびGNSSによる上下変位(a)と正規重力鉛直勾配（ $0.3086 \text{ mGal/m}$ ）から推定されるフリーエア効果に伴う重力変化（●）。
- (c) フリーエア効果予測値で補正した重力変化観測値（●、●）とマグマ頭位の変化に伴い予想される重力変化（---）。

マグマ頭位変化に伴う重力変化予測計算の際の仮定

- ・火道位置・形状：三原山中央火口底から鉛直下方へ円筒状、半径  $40 \text{ m}$
- ・密度差  $2,500 \text{ kg/m}^3$

（謝辞）本成果は東京大学地震研究所共同利用（2018-G-12, 2020-G-13, 2021-G-04, 2022-G-05, 2023-G04）の援助をうけました。記して感謝申し上げます。

## 伊豆大島における地磁気全磁力変化

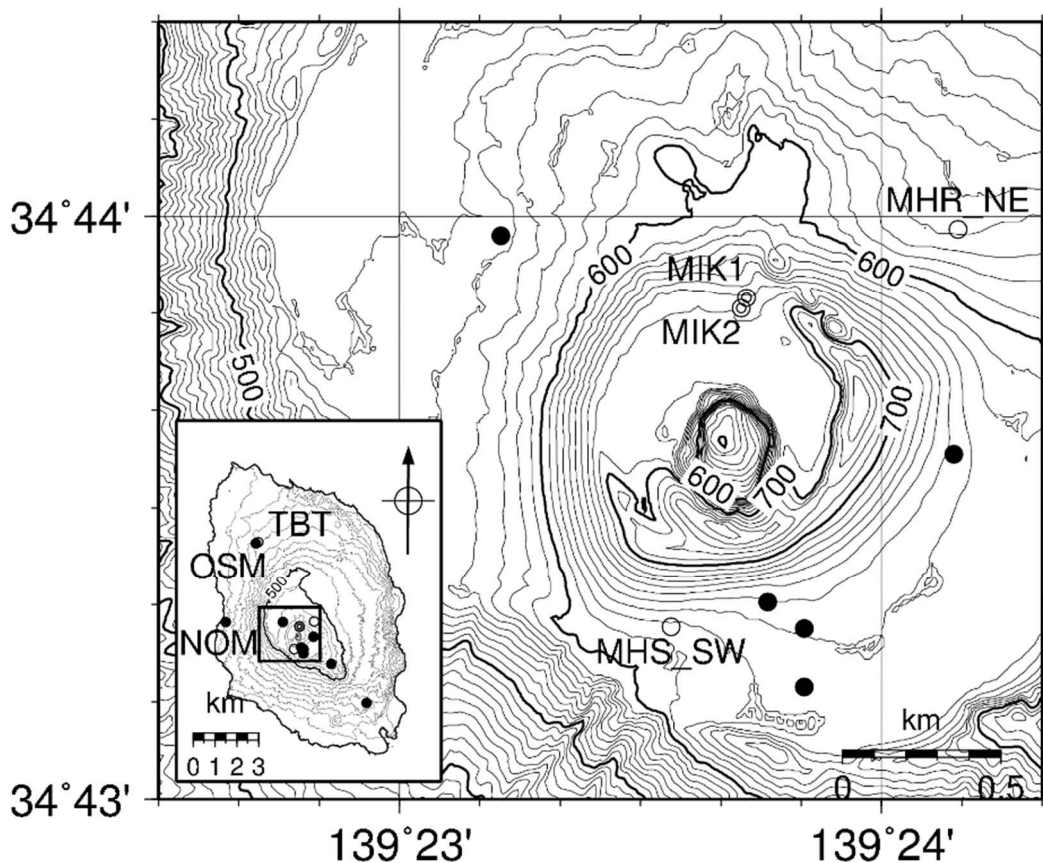
三原山火口周辺の全磁力観測点では火山活動によるとみられる有意な変化は認められない。

## ○観測の結果

気象庁地磁気観測所では、2007年3月末から伊豆大島三原山火口北側の約40m離れた2点（MIK1、MIK2）において、また気象庁地震火山部では、2013年3月末から元町津倍付（TBT）、三原山北東（MHR\_NE）、三原新山南西（MHS\_SW）において地磁気全磁力連続観測を実施している。全磁力繰り返し観測については2003年より観測を開始し、数回の休止期間を挟んだ後、2015年から観測を再開している（各観測地点については第1図を参照）。

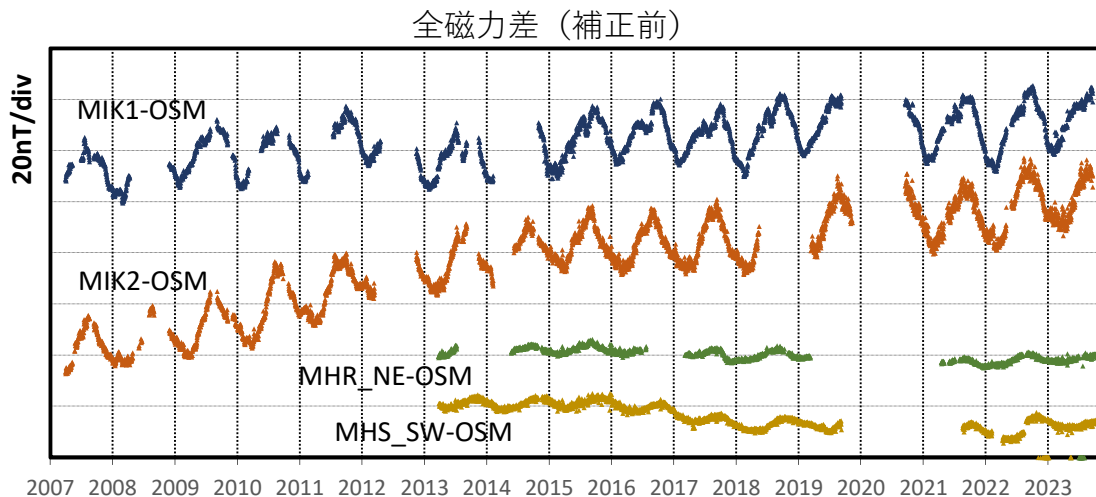
2007年3月から2023年5月までの期間について、連続観測点MIK1、MIK2、MHR\_NE、MHS\_SWで得られた全磁力日平均値と、参照点として利用したOSM（東京大学地震研究所：火口の北西約4.8km、TBT観測点のごく近傍）の全磁力日平均値との差を第2図に、年周変化およびDI効果除去後の変化を第3図に示す。2023年6月までの各繰り返し点における全磁力繰り返し観測の結果を第4図に示す。

年周変化除去後の全磁力差は、MIK1では2015年頃まで約2.4nT/年の増加傾向であったが、2016年以降は横ばいとなっている。MIK2では2012年頃まで約4.2nT/年の増加傾向であったが、2013年頃から増加傾向が鈍化し、2015年からは約2.1nT/年の減少傾向、2019年以降は約1.7nT/年の増加傾向となっている。MHR\_NEでは2017年に若干の減少傾向が見られたが、2018年以降は横ばいとなっている。MHS\_SWでは2016年ごろまで約1nT/年の増加傾向、2018年ごろまで約2.8nT/年の減少傾向、2019年ごろまで約3.2nT/年の増加傾向、その後はほぼ横ばいとなっている。なお、2022年8/13-24の期間の欠測後、約4nTの変化がみられる。これは8/13-14に接近した台風により、観測点周辺に何らかの環境変化が生じた結果と考えられるが、詳細は不明である。連続観測に火山活動によると思われる特段の全磁力変化は認められない。

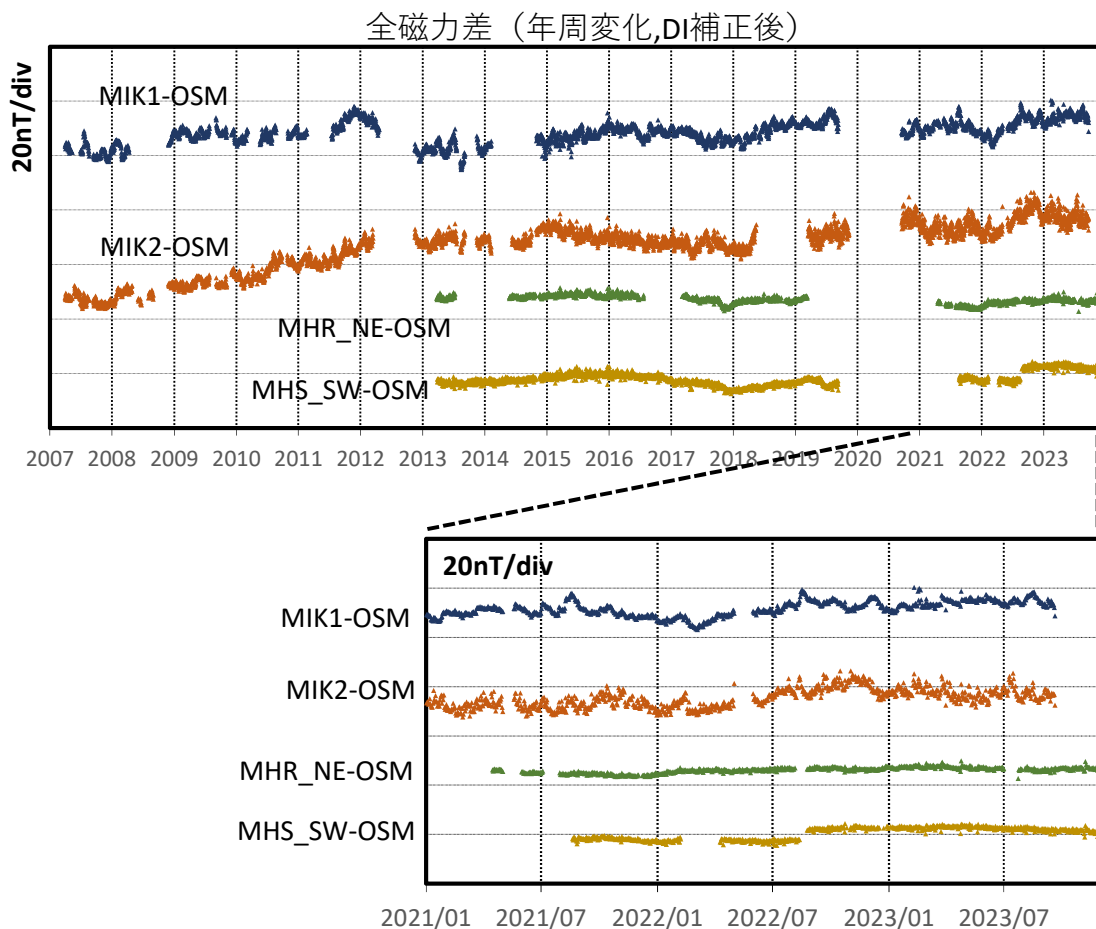


第1図 地磁気全磁力観測点配置図 (◎：地磁気観測所連続観測点 ○：気象庁地震火山部連続観測点 ●：東京大学地震研究所連続観測点 △：地磁気観測所繰り返し観測点)

この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の「数値地図 50mメッシュ（標高）」を使用した



第2図 連続観測点 MIK1、MIK2、MHR\_NE、MHS\_SW と参照点 OSM の全磁力日平均値差  
（2007年3月～2023年11月）

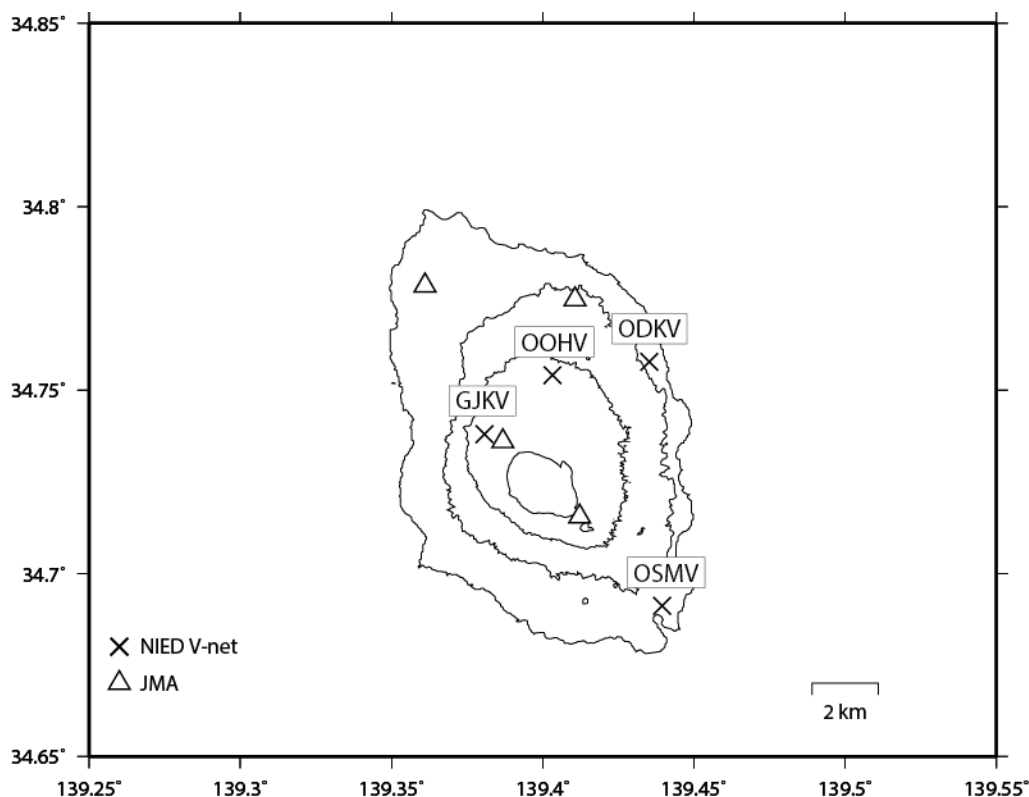


第3図 年周変化およびDI効果の補正を施した場合の全磁力日平均値差

（上図：期間2007年3月～2023年11月、下図：期間2021年1月～2023年11月）

年周成分は基本周期365.25日のフーリエ級数モデル（MIK1は6次、MIK2は5次、MHR\_NEおよびMHS\_SWは1次まで）から、DI効果は各観測点および参照点の偏角・伏角の実測値と地磁気永年変化の全球モデル(<http://www.spacecenter.dk/files/magnetic-models/CHAOS-7/>)から推定した。

## 伊豆大島の火山活動について



この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の  
数値地図 50mメッシュ（標高）を使用した。

GJKV=地震計（短周期）、傾斜計、磁力計、温度計、雨量計

OOHV=地震計（短周期、広帯域）、傾斜計、磁力計、気圧計、温度計、雨量計、歪計

ODKV=地震計（短周期、広帯域）、傾斜計、磁力計、雨量計

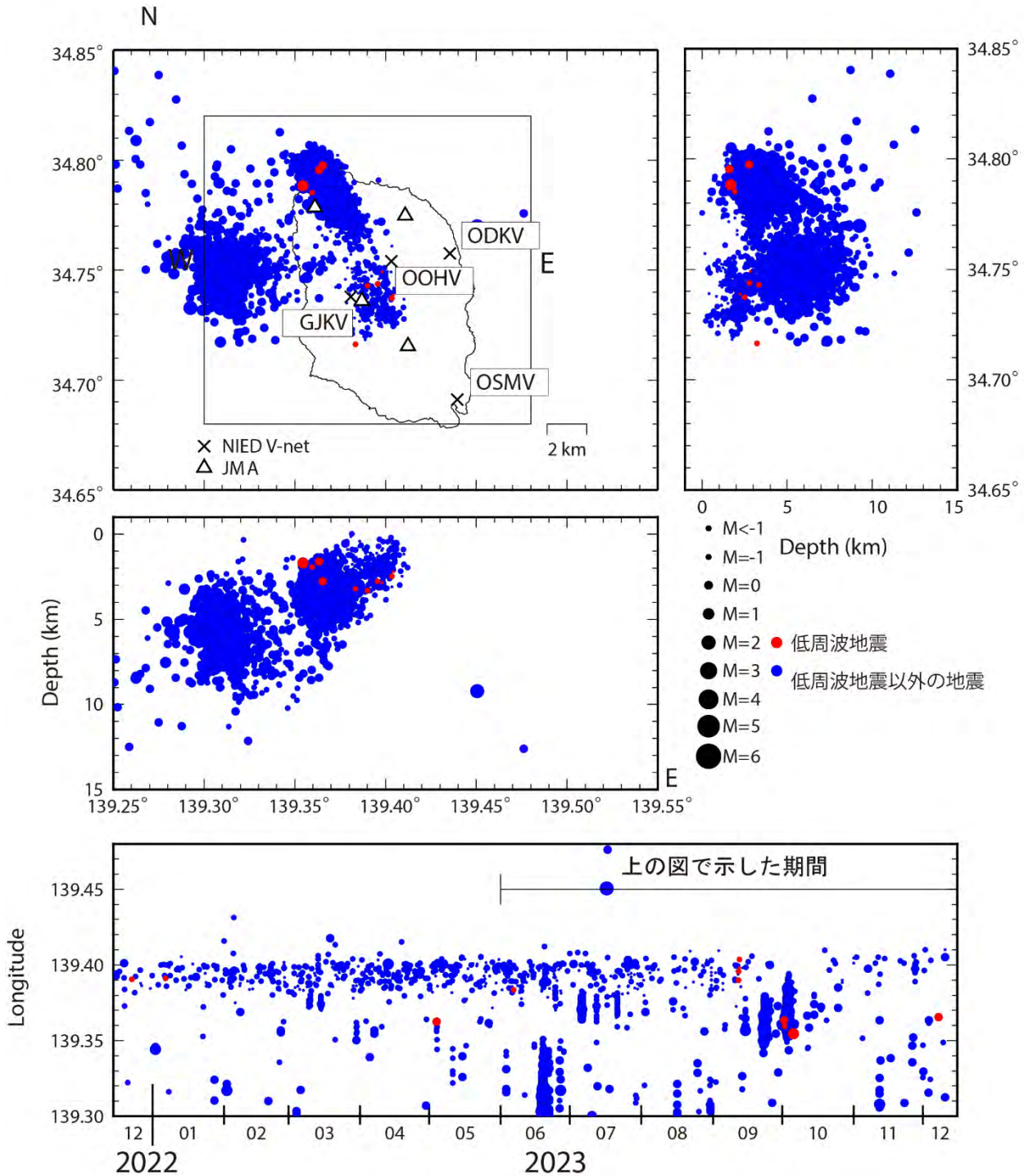
OSMV=地震計（短周期）、傾斜計、温度計、雨量計

## 資料概要

## ○ 地震活動と地殻変動

2023年6月19日に西海岸付近で、9月23日と10月3日に北海岸付近で地震活動が一時的に活発化した。（図1）。傾斜計には顕著な変動は認められない（図2）。

伊豆大島の地震活動（2023/6/1～2023/12/15, 15km 以浅）



震源決定には、気象庁の観測点（位置は図中）も使用した。

図1 伊豆大島の地震活動（2023/6/1～2023/12/15 15km 以浅）

伊豆大島の傾斜変動 (2008/1/1~2023/12/31)

伊豆大島の傾斜変動 (2023/6/1~2023/12/31)

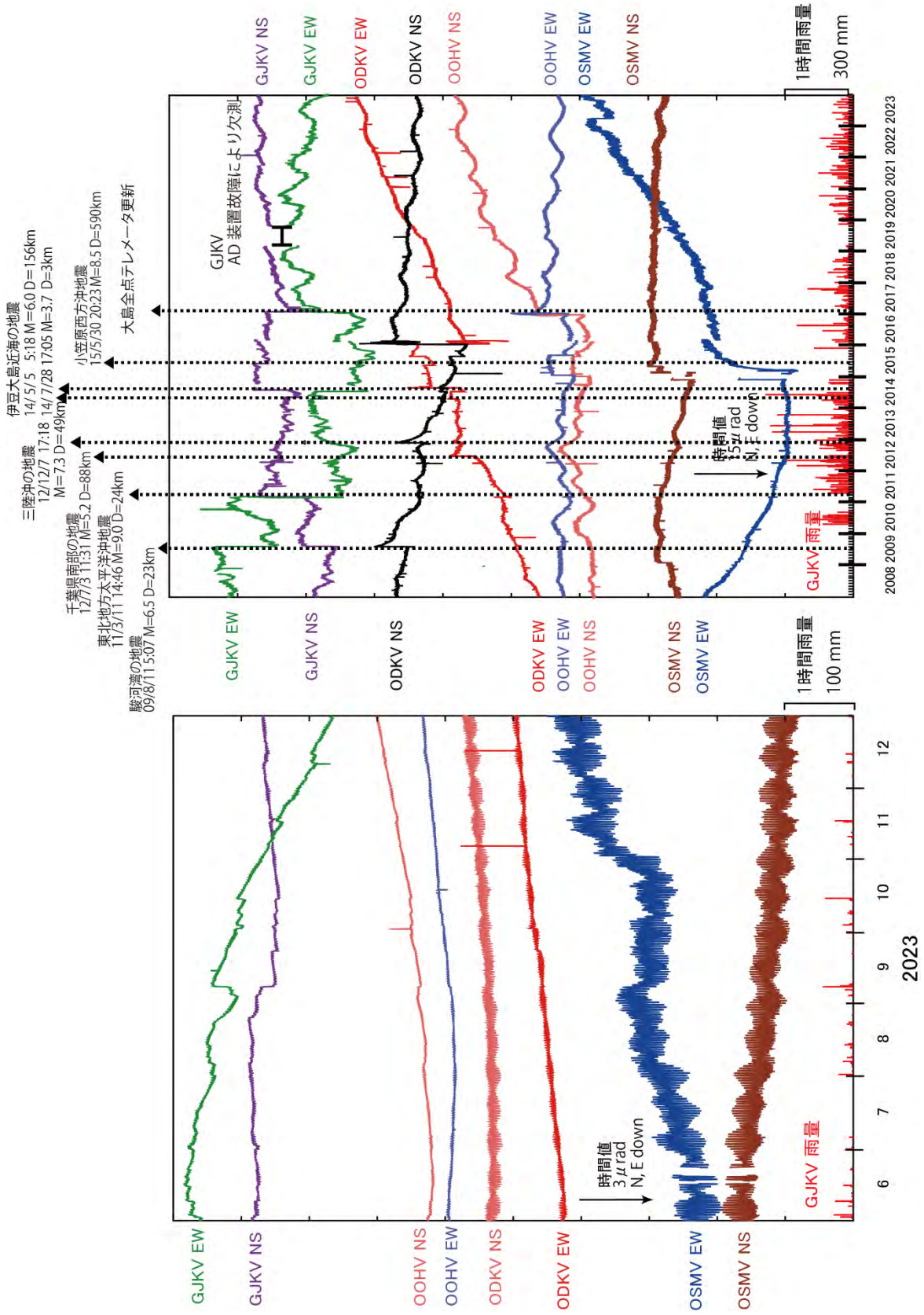
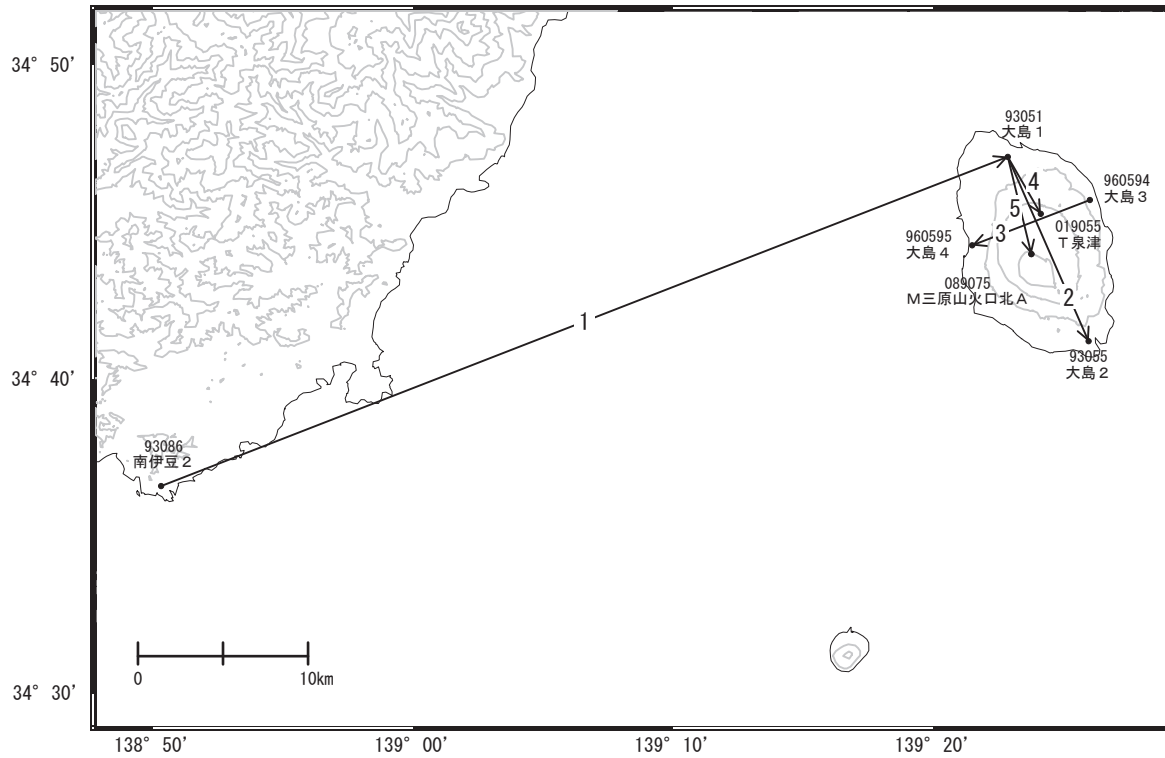


図2 伊豆大島の傾斜変動

# 伊豆大島

伊豆大島島内の基線は周期的に伸び縮みを繰り返しています。三原山を挟む基線で見られていた伸びは、2023年6月以降から停滞ないしは縮みに転じています。

伊豆大島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

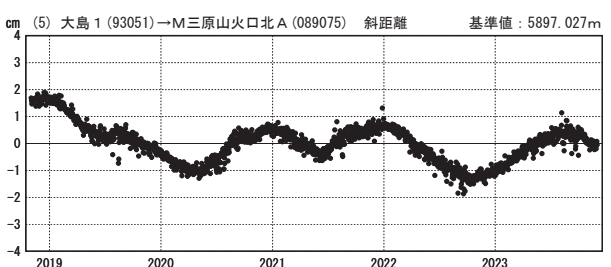
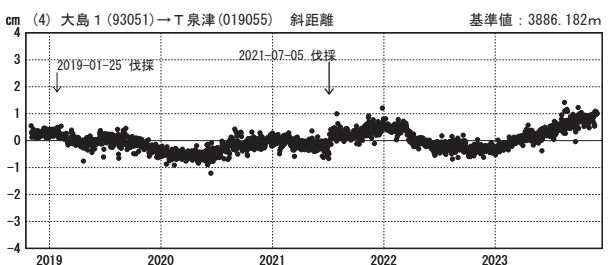
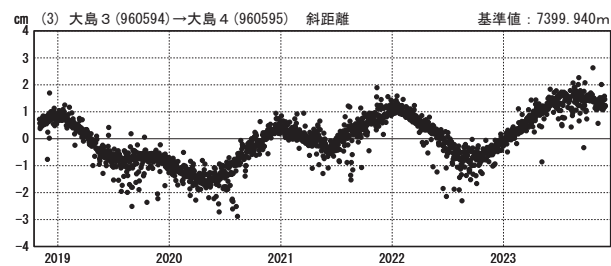
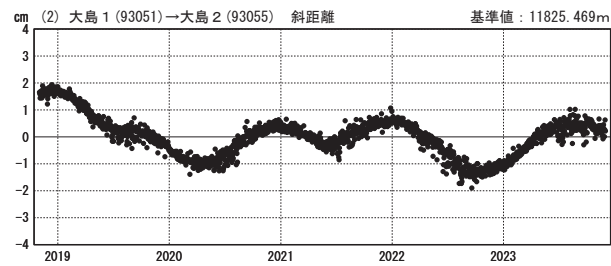
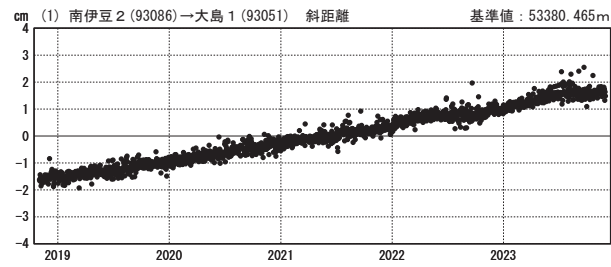


伊豆大島周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
93051	大島1	2020-11-16	受信機更新
93055	大島2	2020-11-16	受信機更新
019055	T泉津	2019-01-25	伐採
		2021-07-05	伐採
93086	南伊豆2	2019-11-22	受信機更新

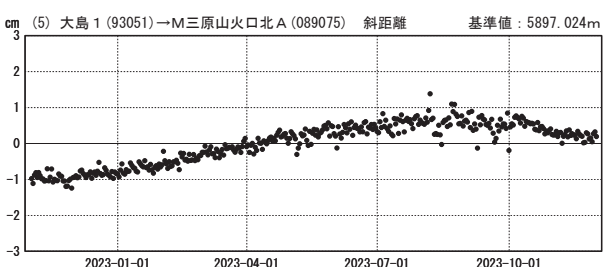
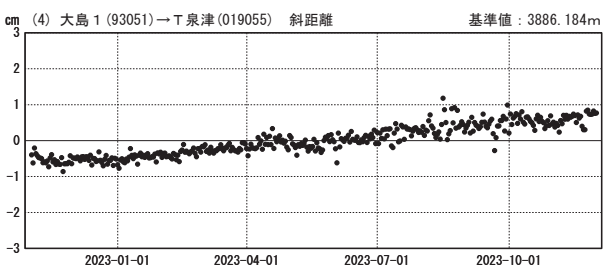
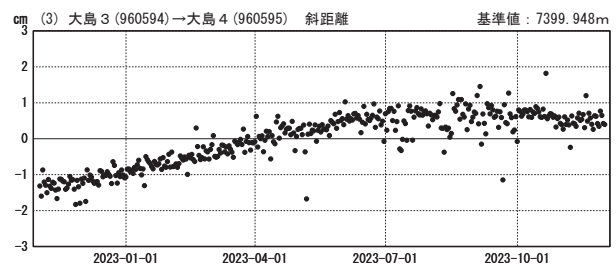
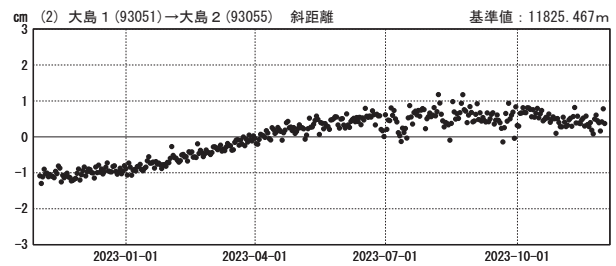
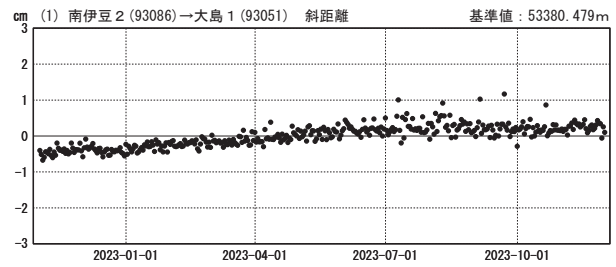
基線変化グラフ (長期)

期間: 2018-11-01~2023-11-30 JST



基線変化グラフ (短期)

期間: 2022-11-01~2023-11-30 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

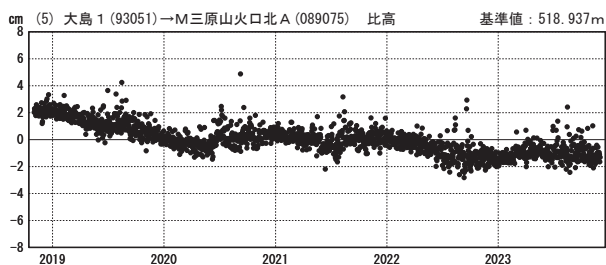
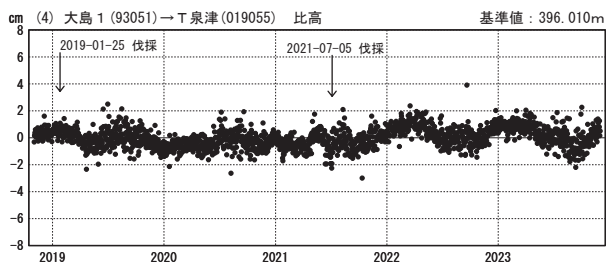
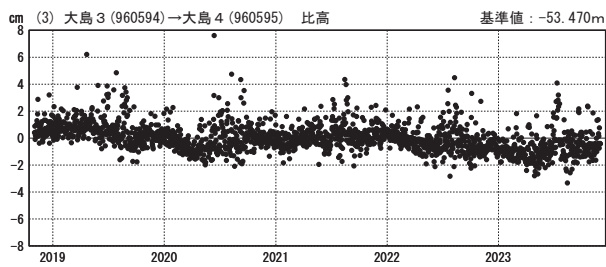
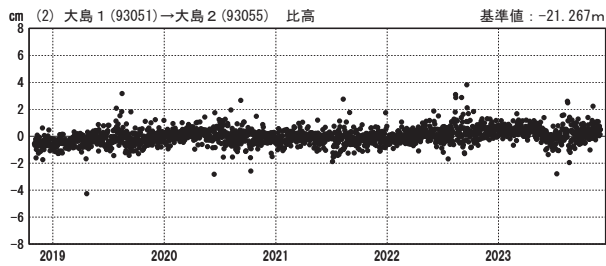
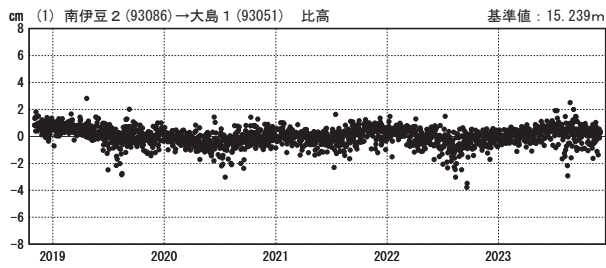
国土地理院

※[R5: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

伊豆大島

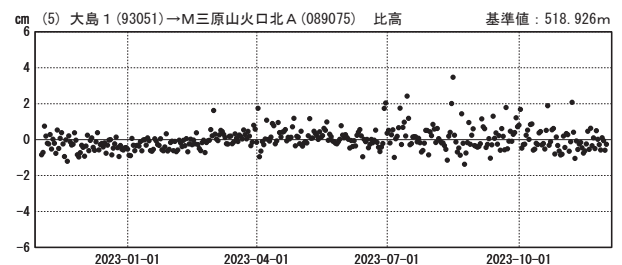
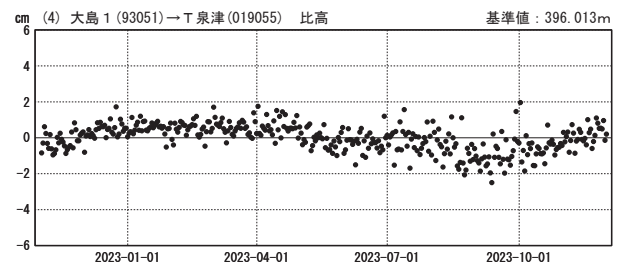
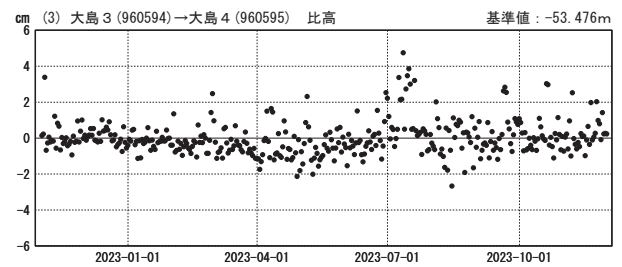
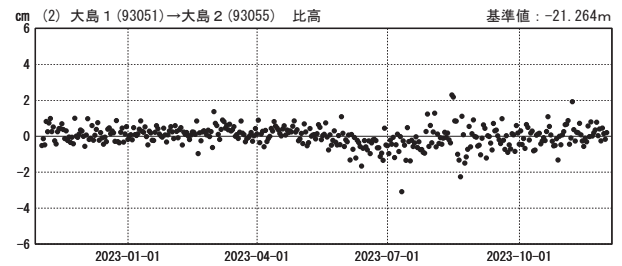
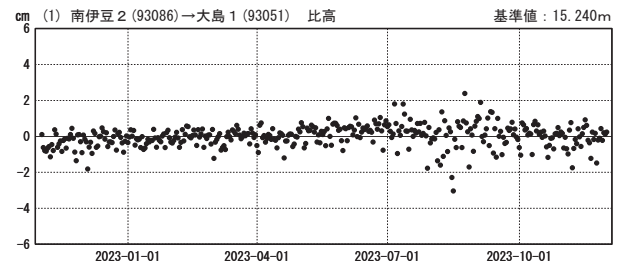
比高変化グラフ（長期）

期間：2018-11-01～2023-11-30 JST



比高変化グラフ（短期）

期間：2022-11-01～2023-11-30 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

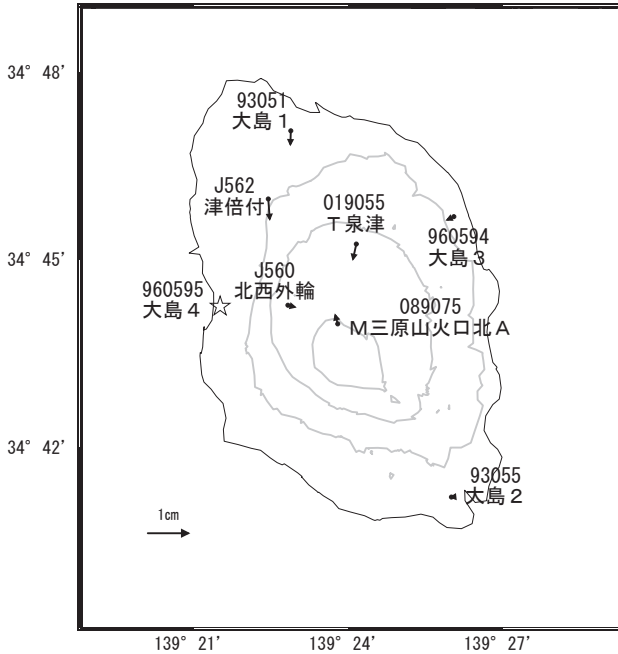
国土地理院

※[R5: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

伊豆大島

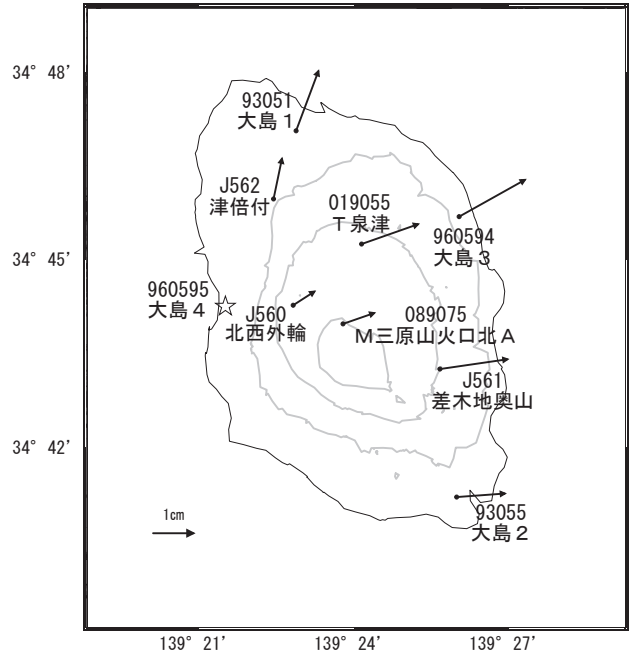
伊豆大島の地殻変動(水平:左3か月,右1年)

基準期間:2023-08-21~2023-08-30[F5:最終解]  
比較期間:2023-11-21~2023-11-30[F5:最終解]



☆ 固定局:大島4 (960595) 国土地理院・気象庁

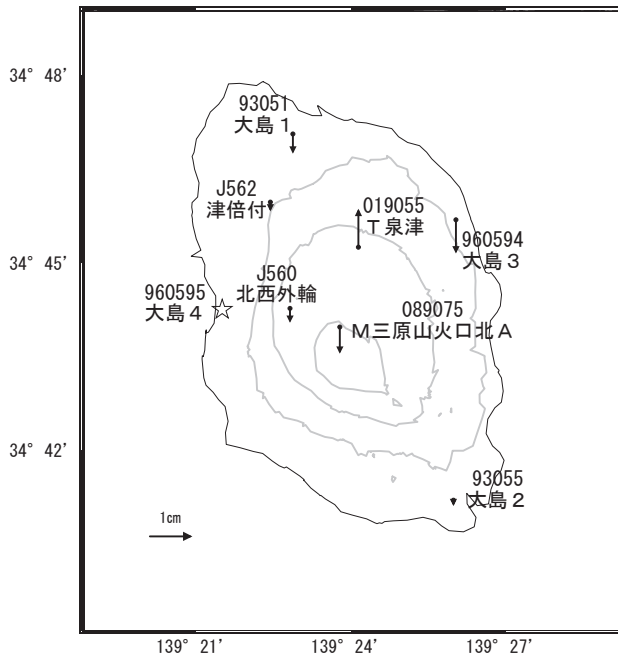
基準期間:2022-11-21~2022-11-30[F5:最終解]  
比較期間:2023-11-21~2023-11-30[F5:最終解]



☆ 固定局:大島4 (960595) 国土地理院・気象庁

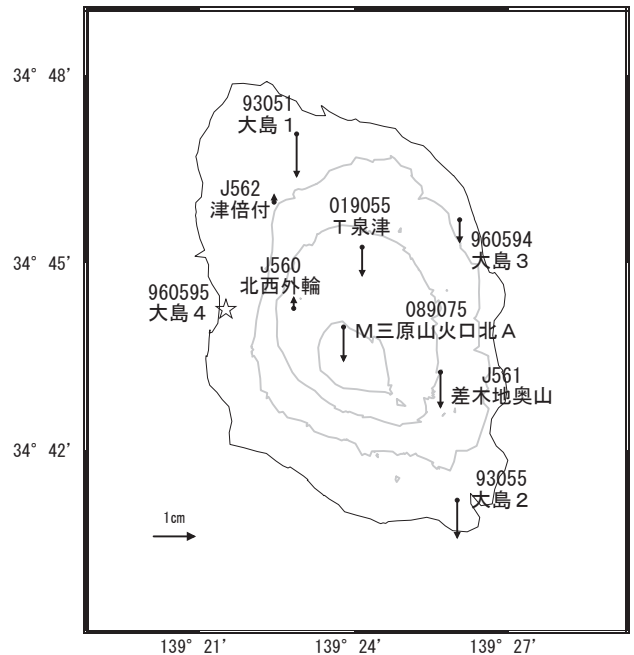
伊豆大島の地殻変動(上下:左3か月,右1年)

基準期間:2023-08-21~2023-08-30[F5:最終解]  
比較期間:2023-11-21~2023-11-30[F5:最終解]



☆ 固定局:大島4 (960595) 国土地理院・気象庁

基準期間:2022-11-21~2022-11-30[F5:最終解]  
比較期間:2023-11-21~2023-11-30[F5:最終解]



☆ 固定局:大島4 (960595) 国土地理院・気象庁

※[R5: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

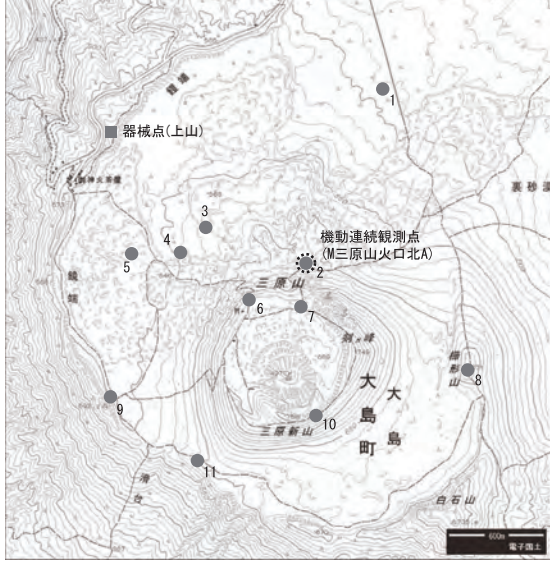
伊豆大島

測距連続観測結果

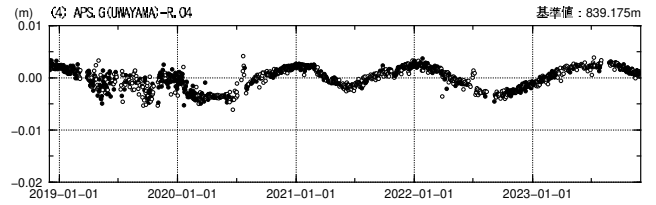
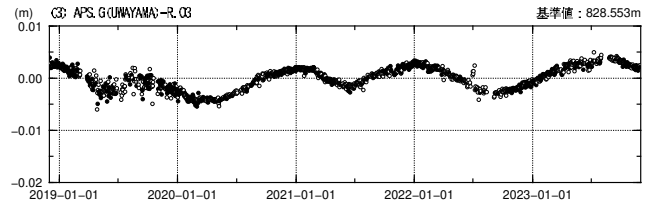
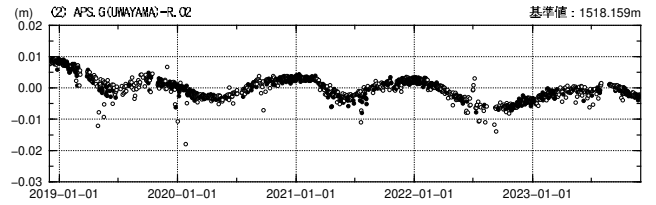
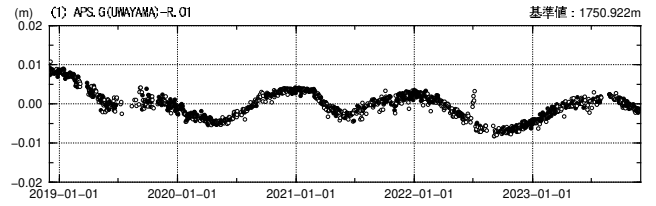
期間：2018-11-30 ~ 2023-11-29 JST

三原山 測距観測点 設置位置図

点情報	日付	保守内容	点番号	日付	保守内容
器械点	2020-03-03~06	機器移動(数mm)	ミラー	2018-08-15	No.8機器交換
	2021-10-29	気象装置交換		2019-05-24	No.8機器交換
	2022-09-02	気象装置交換		2020-03-25	No.4機器交換
	2023-08-25	気象装置交換		2020-03-25	No.5機器交換
				2020-09-11	No.2機器交換
ミラー	2017-06-22	No.8機器交換		2022-07-04	No.11機器交換
	2017-06-22	No.11機器交換		2023-07-11	No.10機器交換
	2018-02-08	No.3機器交換			
	2018-02-08	No.7機器交換			
	2018-06-18	No.11機器交換			
	2018-06-19	No.4機器交換			
	2018-06-19	No.5機器交換			



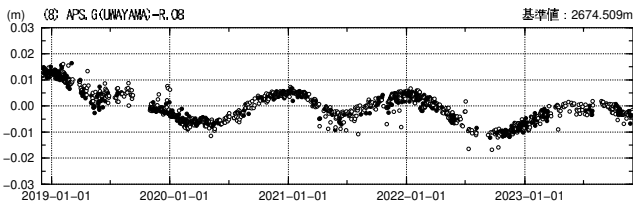
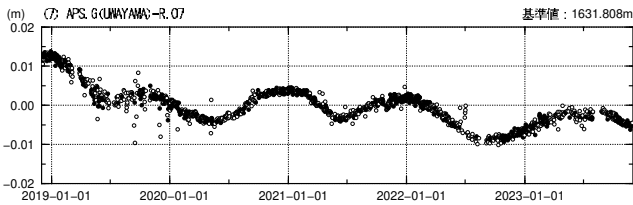
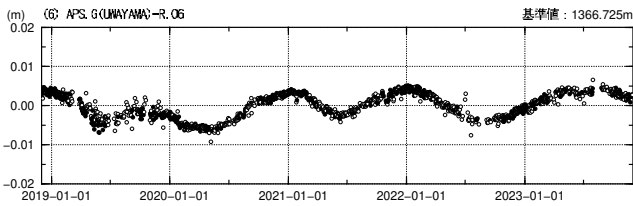
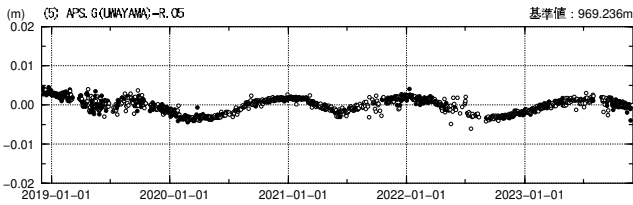
■ 器械点 ● ミラー点 ○ GNSS



夜間の5回観測(20, 22, 0, 2, 4時)の中で3回以上の観測値の平均—●—  
2回以下の観測値の平均—○— 国土地理院

測距連続観測結果

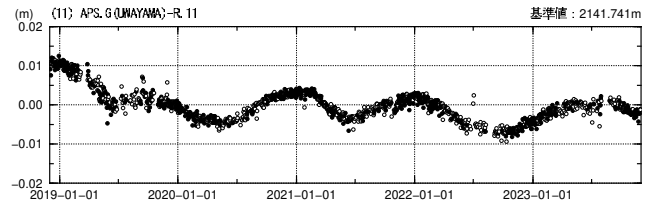
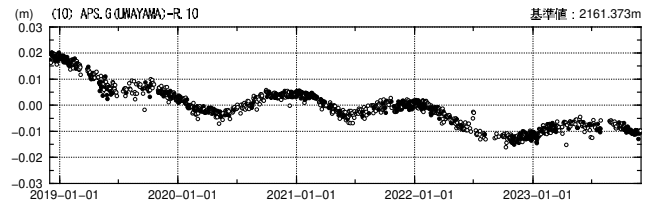
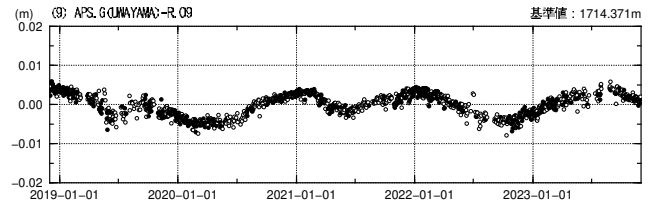
期間：2018-11-30 ~ 2023-11-29 JST



夜間の5回観測(20, 22, 0, 2, 4時)の中で3回以上の観測値の平均—●—  
2回以下の観測値の平均—○— 国土地理院

測距連続観測結果

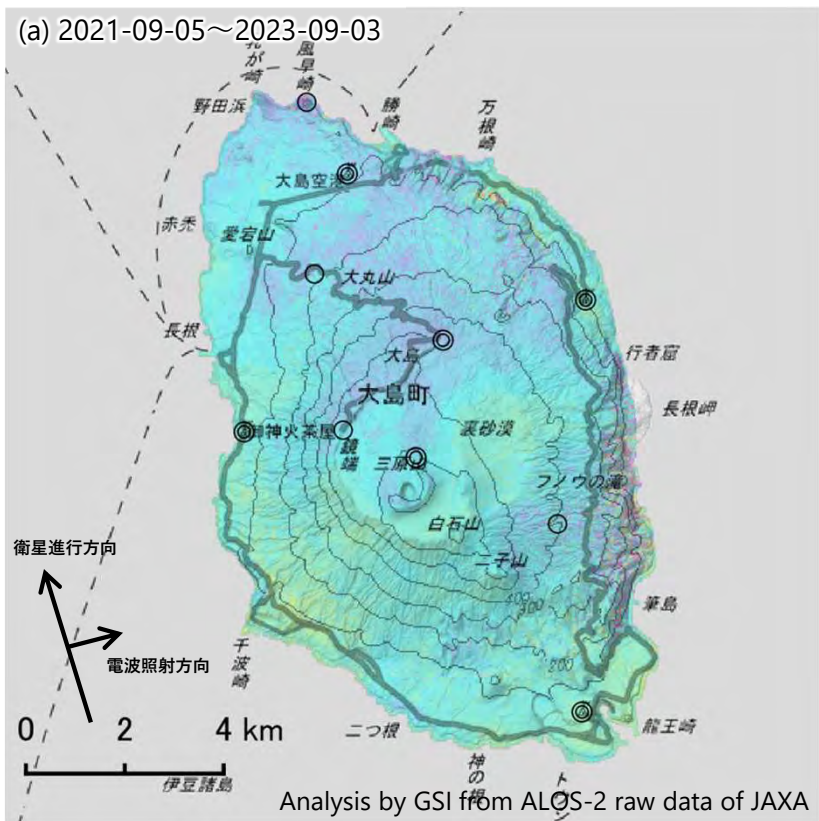
期間：2018-11-30 ~ 2023-11-29 JST



夜間の5回観測(20, 22, 0, 2, 4時)の中で3回以上の観測値の平均—●—  
2回以下の観測値の平均—○— 国土地理院

伊豆大島のSAR干渉解析結果について

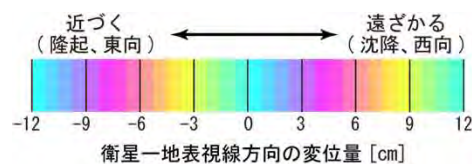
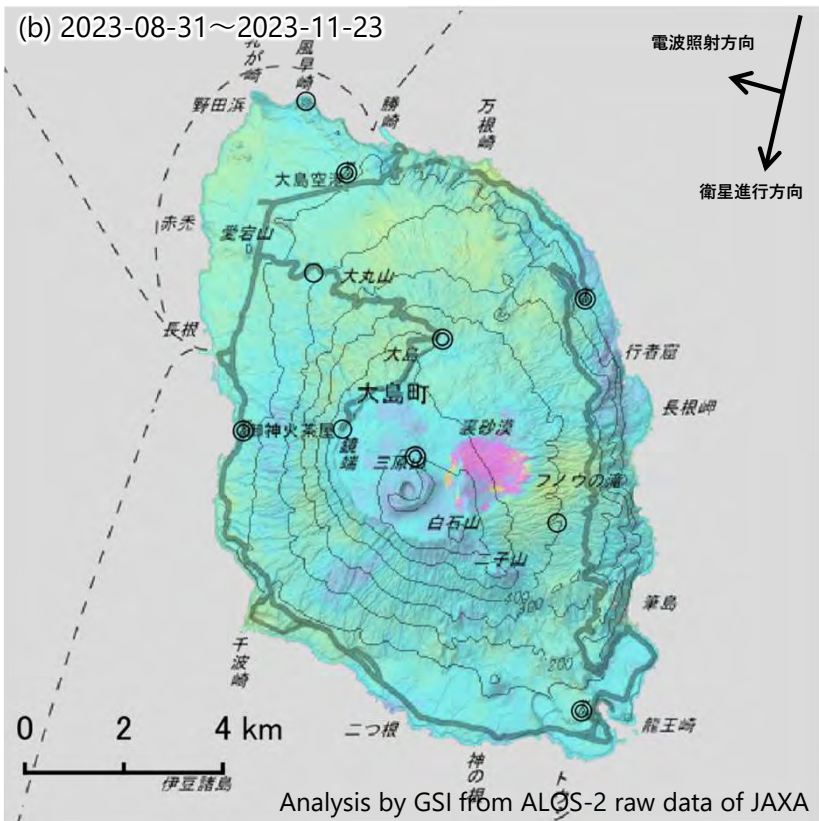
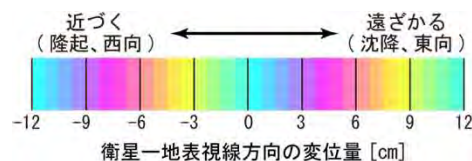
ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021-09-05 2023-09-03 23:37頃 (728日間)	2023-08-31 2023-11-23 11:43頃 (84日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	H-H	U-U
入射角	35.0°	40.1°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 125m	- 148m

\* U：高分解能(3m)モード  
H：高分解能(6m)モード

- ◎ 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・陰影起伏図・傾斜量図