

第 153 回
火山噴火予知連絡会
火山活動資料

伊豆・小笠原地方
その1

令和6年2月 20 日

目次

伊豆・小笠原地方 その1

伊豆大島	3
気象庁 3-5、気象研 6-11、地磁気他 12-14、防災科研 15-17、地理院 18-26、海保 27-28	
新島	29
気象庁 29-30	
神津島	31
気象庁 31-32	
三宅島	33
気象庁 33-36、防災科研 37-42、地理院 43-46	
八丈島	47
気象庁 47-48	
青ヶ島	49
気象庁 49-50	
ベヨネース列岩・明神礁	51
海保 51	
西之島	52
気象庁 52-57、気象研 58-64、防災科研 65-68、地理院 69-72、海保 73-81、JAXA 82-86	
噴火浅根・北硫黄島	87
海保 87-90	

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。

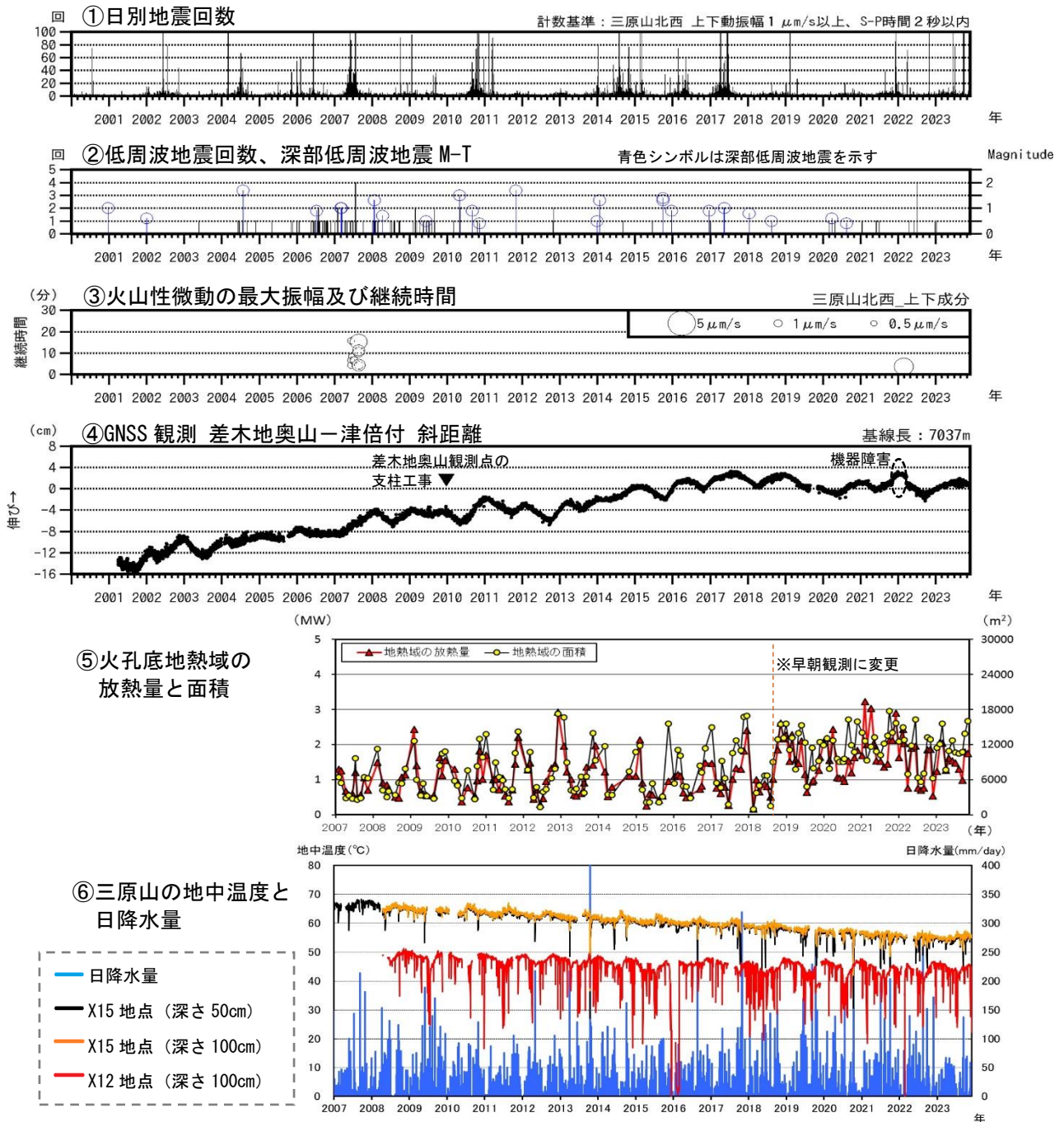


図1 火山活動経過 (2000年1月~2023年11月)
説明は次ページ上部に記載。

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

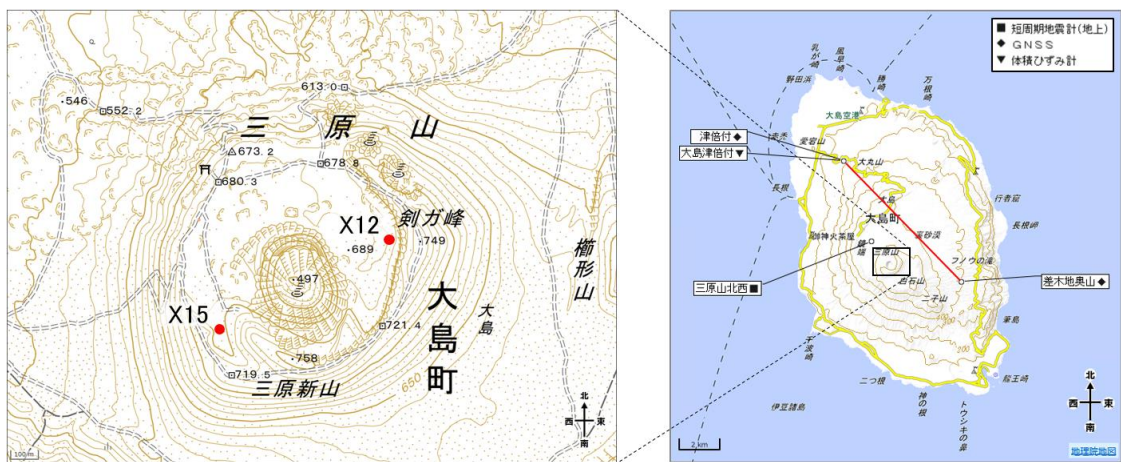


図2 観測点配置図

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。

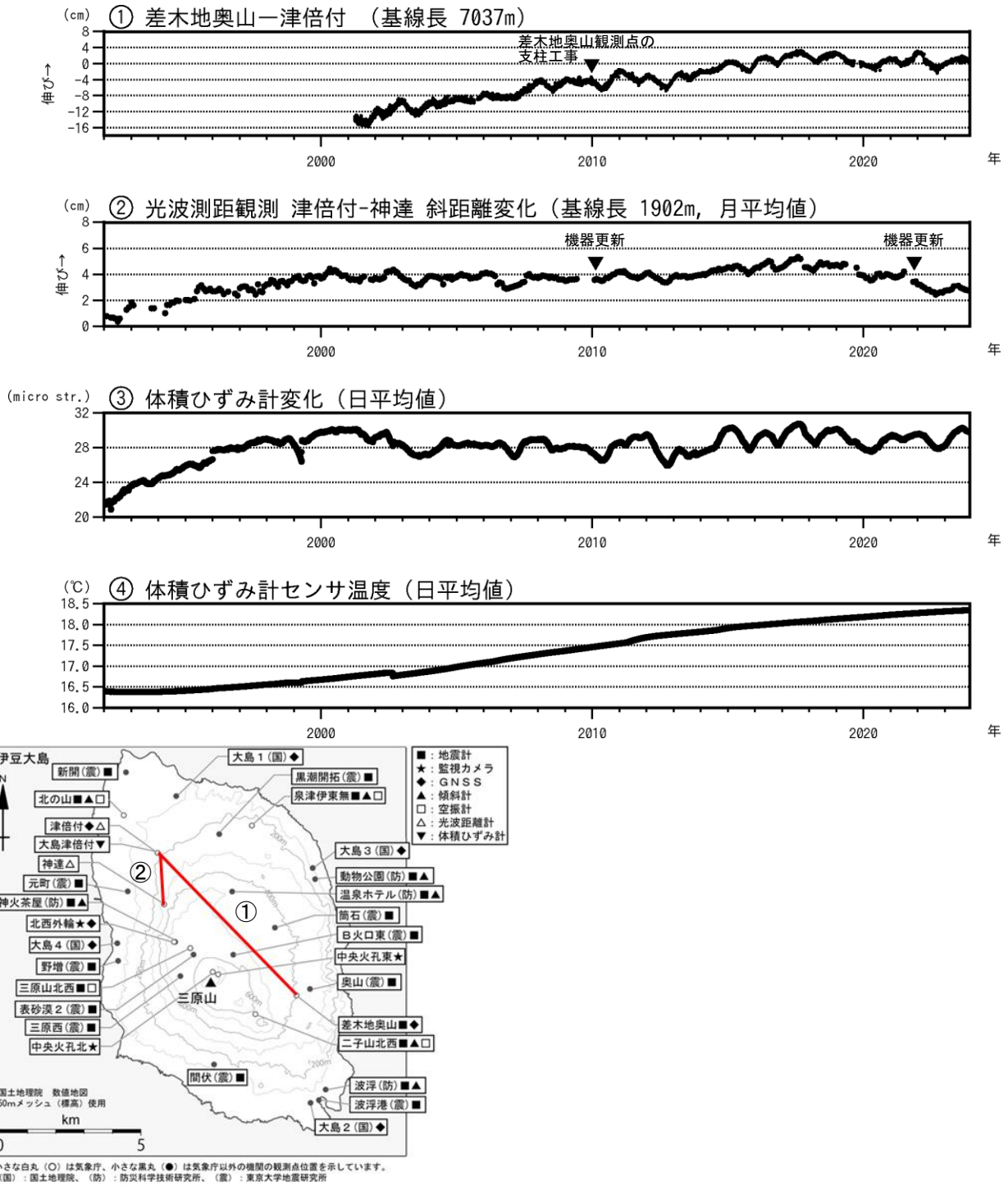


図 3 地殻変動観測結果及び地中温度変化 (1992 年 1 月～2023 年 11 月)

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)。

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

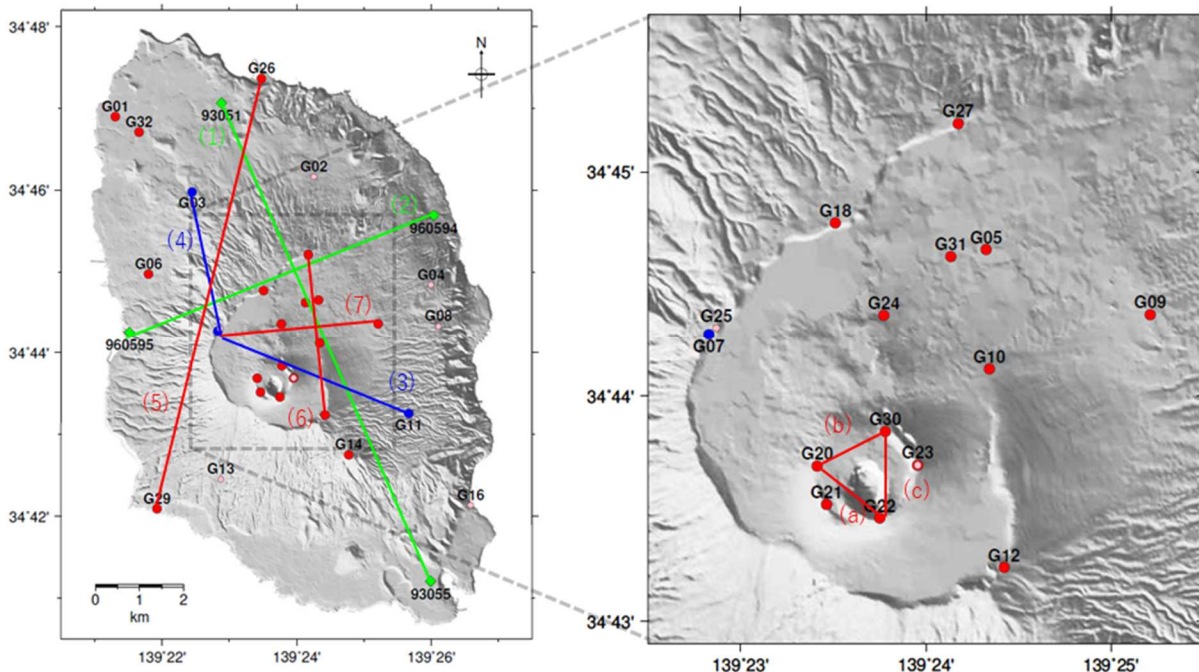


図 1 GNSS 観測点配置図。

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

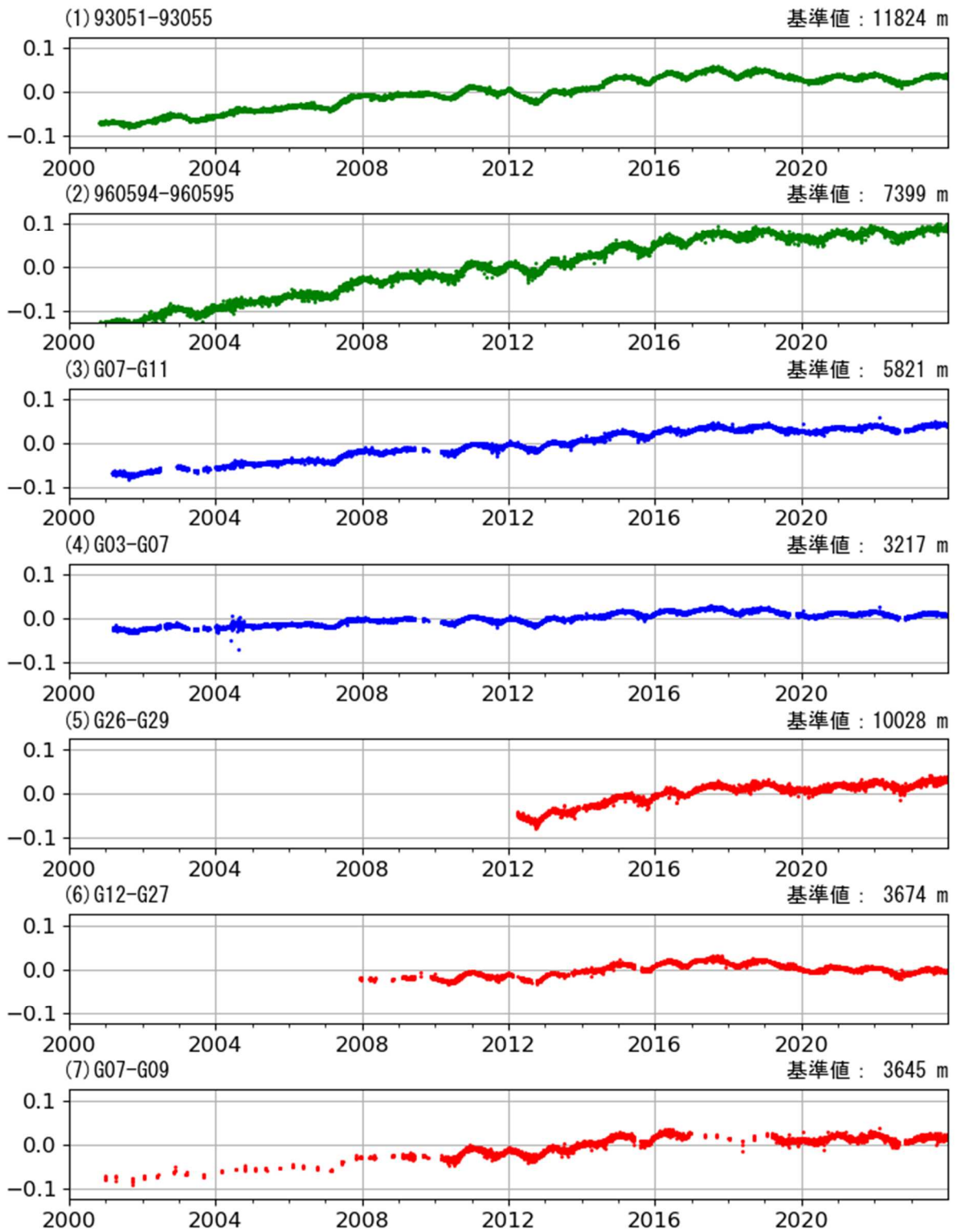


図2 GNSS観測による基線長変化(2000年1月~2023年12月).
(1)~(7)は図1左のGNSS基線(1)~(7)に対応.

三原山山頂周辺の地殻変動

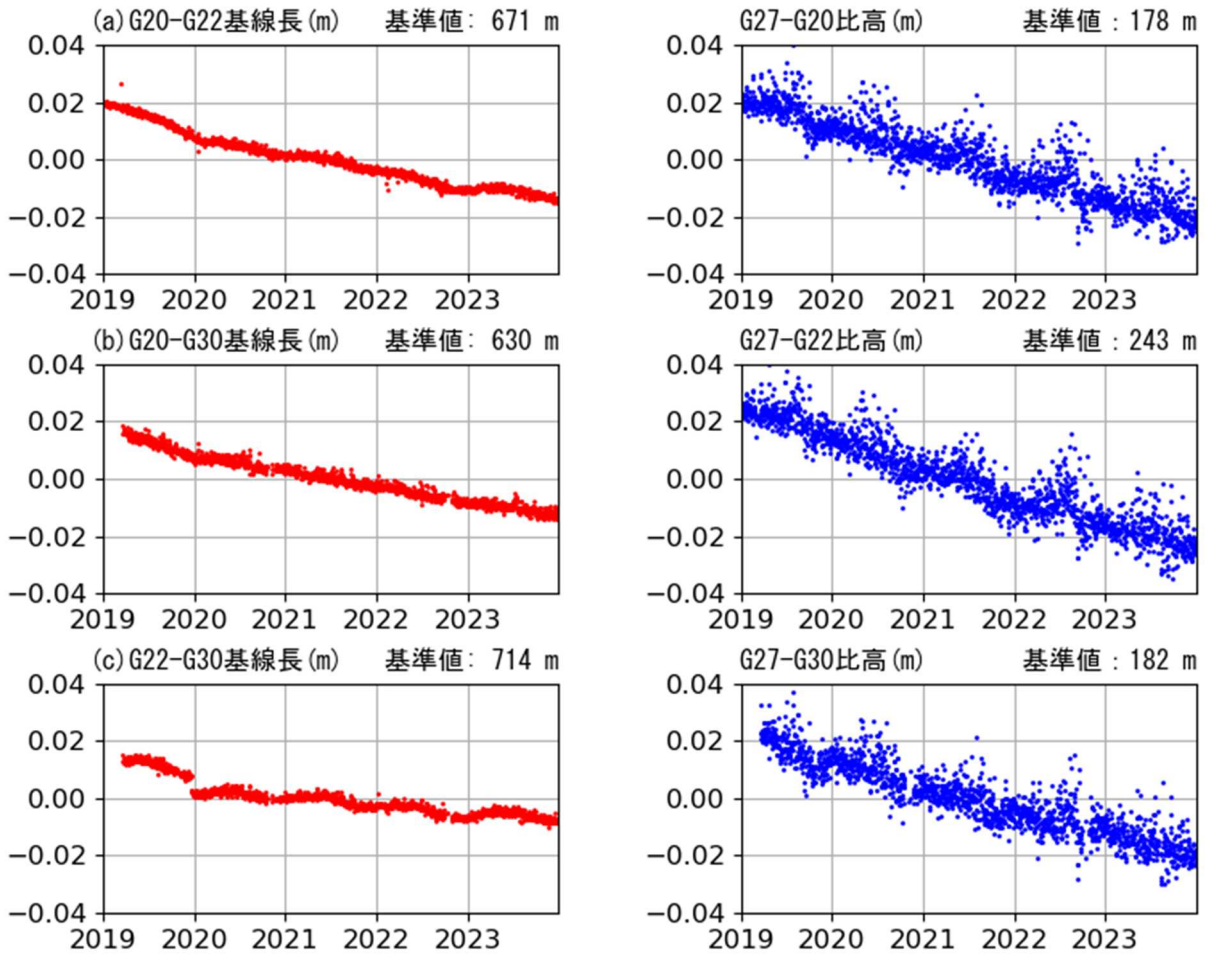


図3 三原山山頂部の地殻変動（2019年1月～2023年12月）。

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。

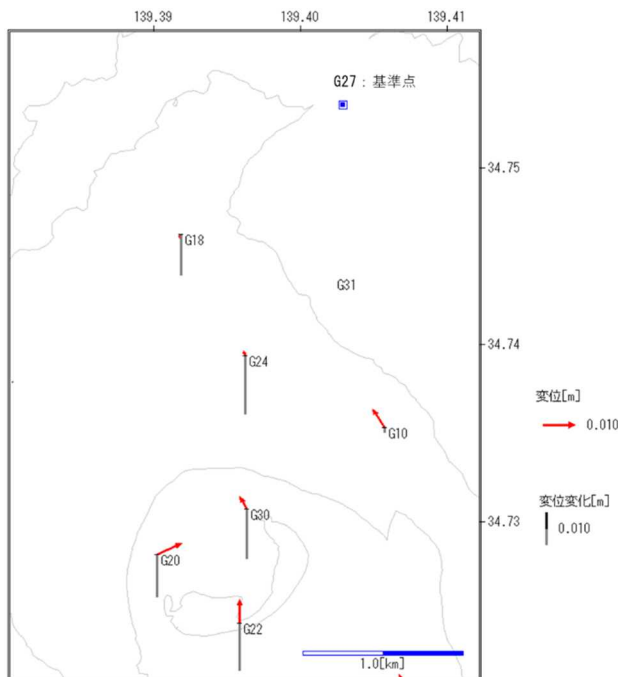


図4 G27を基準とした三原山周辺の観測点の水平変位ベクトルと上下変位（2022年1月～2023年9月）。

地殻変動源の推定結果

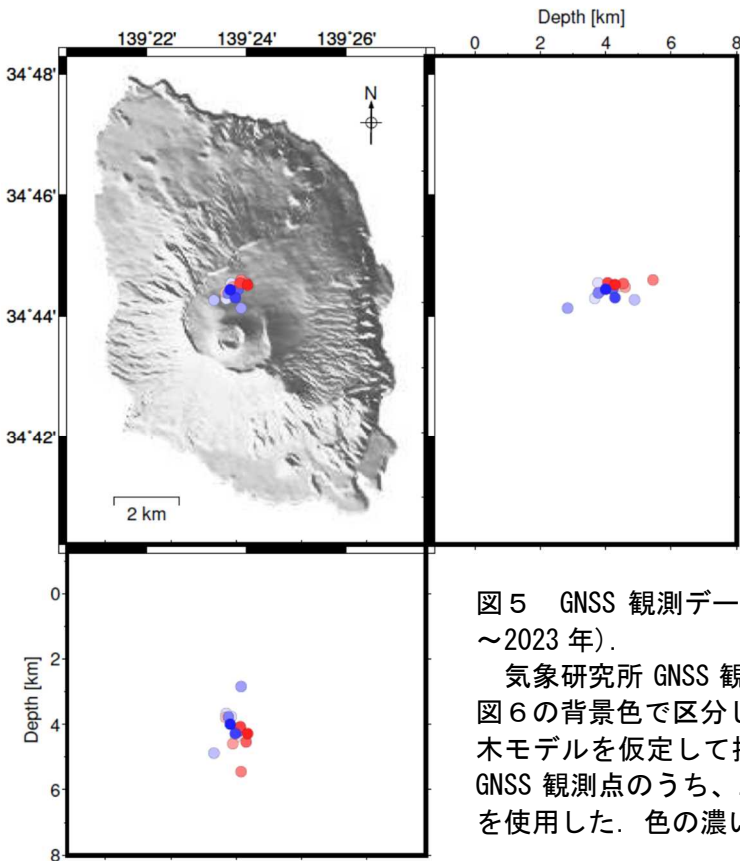


図5 GNSS 観測データから推定した地殻変動源の位置 (2009 年～2023 年)。
 気象研究所 GNSS 観測点の連続点化が進んだ 2009 年以降で、図 6 の背景色で区分した膨張期 (●) と収縮期 (●) ごとに、茂木モデルを仮定して推定した。地殻変動源の推定には、図 1 の GNSS 観測点のうち、三原山山頂部を除いた連続観測点のデータを使用した。色の濃い丸印ほど最近の変動源を示している。

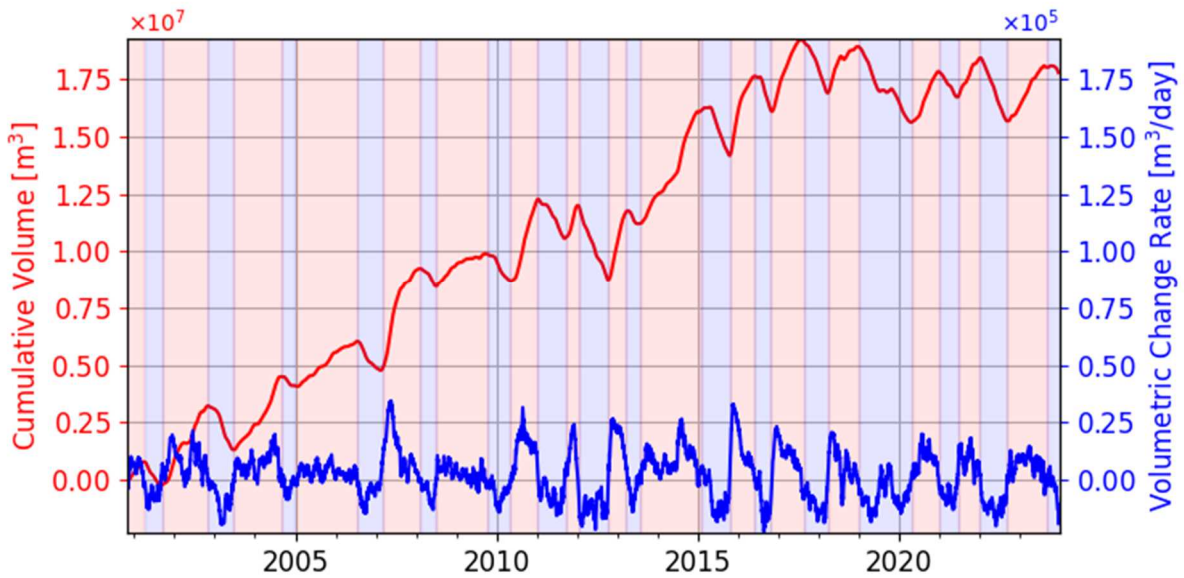


図 6 推定した地殻変動源の積算体積変化量及び体積変化率 (2000 年 11 月～2023 年 12 月)。地殻変動源の位置を図 5 の推定された地殻変動源の平均的な位置 (深さは海面下 4.4 km) に固定して、国土地理院の GNSS 連続観測点 4 点のデータから茂木モデルによる積算体積変化量と変化率を算出した。背景の赤色、青色は図 5 の地殻変動源を推定した膨張期・収縮期をそれぞれ示す。

GNSS 繰り返し観測

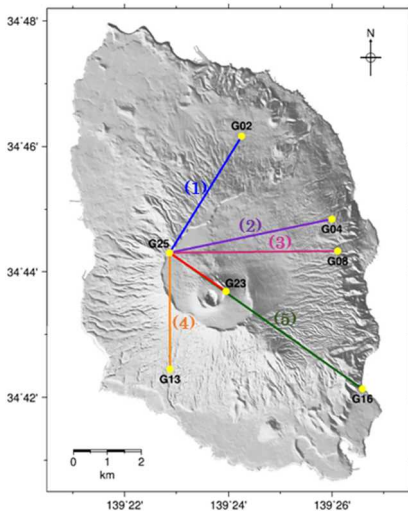
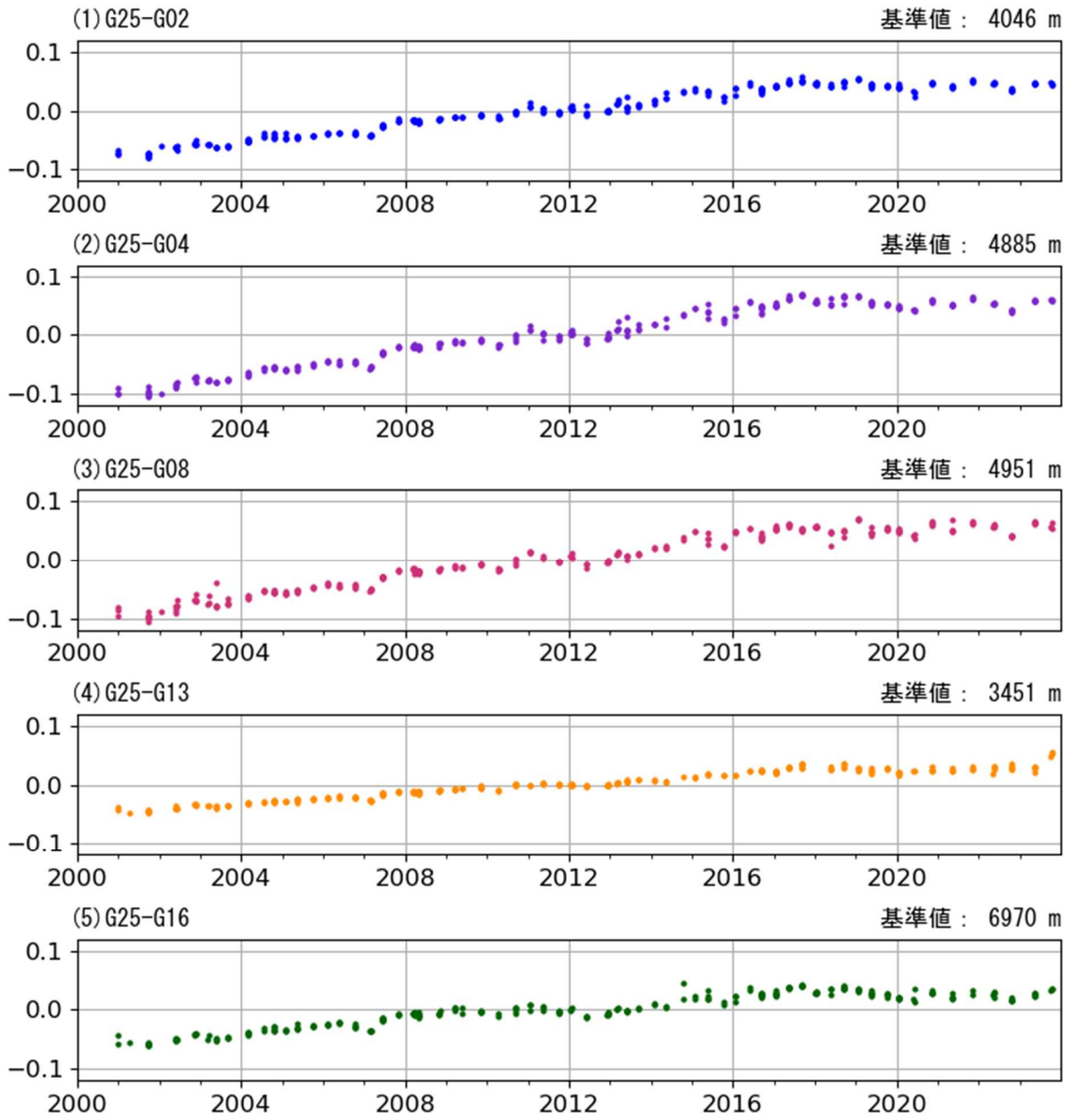


図7 GNSS 繰り返し観測による基線長変化
(2000年12月～2023年10月)。
(1)～(5)は左図のGNSS基線(1)～(5)に対応。

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 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）。

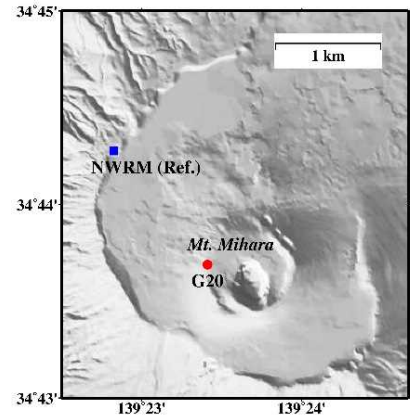


図 1 三原山周辺の地形と観測点位置図（国土地理院『数値地図 10m メッシュ（火山標高）』を利用した）。

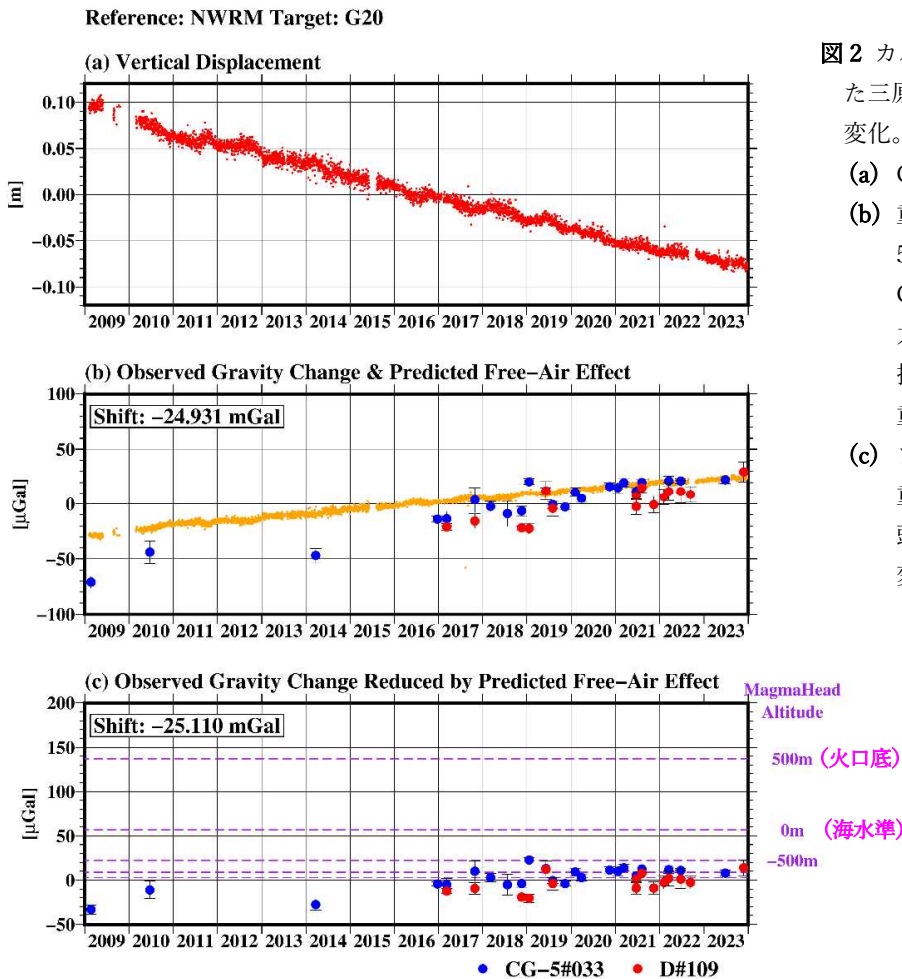


図 2 カルデラ北西縁（NWRM）を基準とした三原山（G20）での高さ変化および重力変化。

- (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 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 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

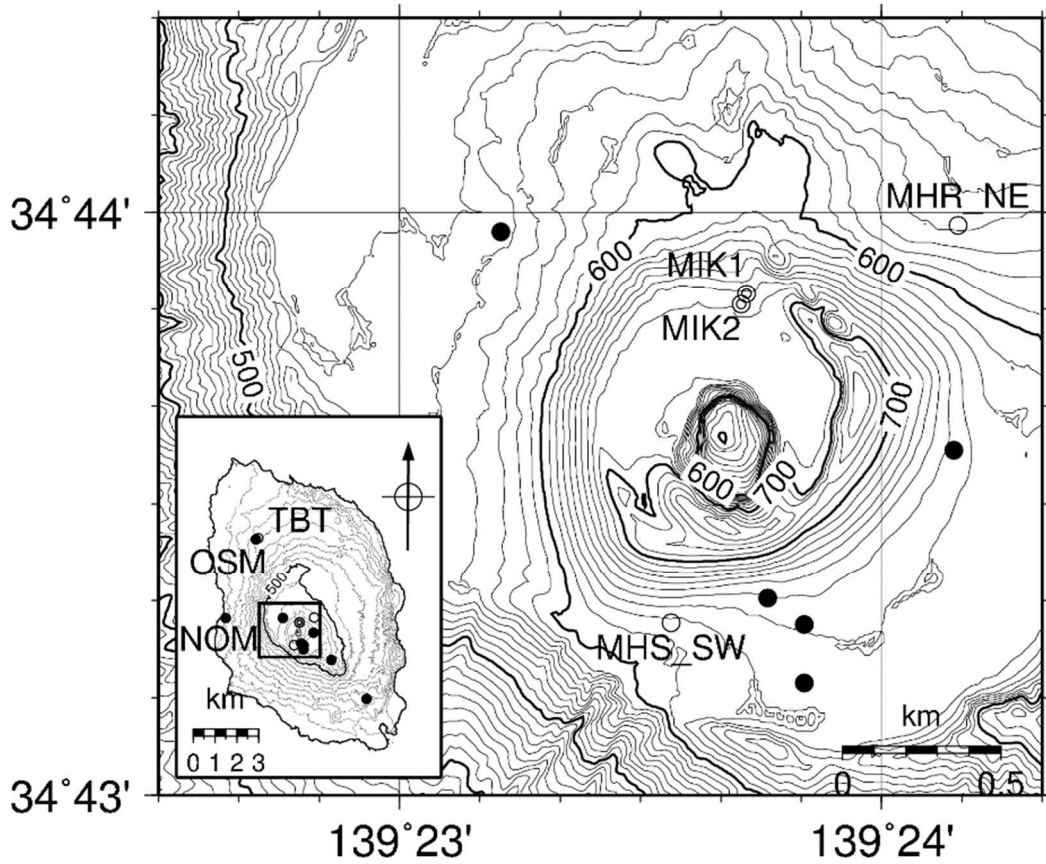
三原山火口周辺の全磁力観測点では火山活動によるとみられる有意な変化は認められない。

○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)。

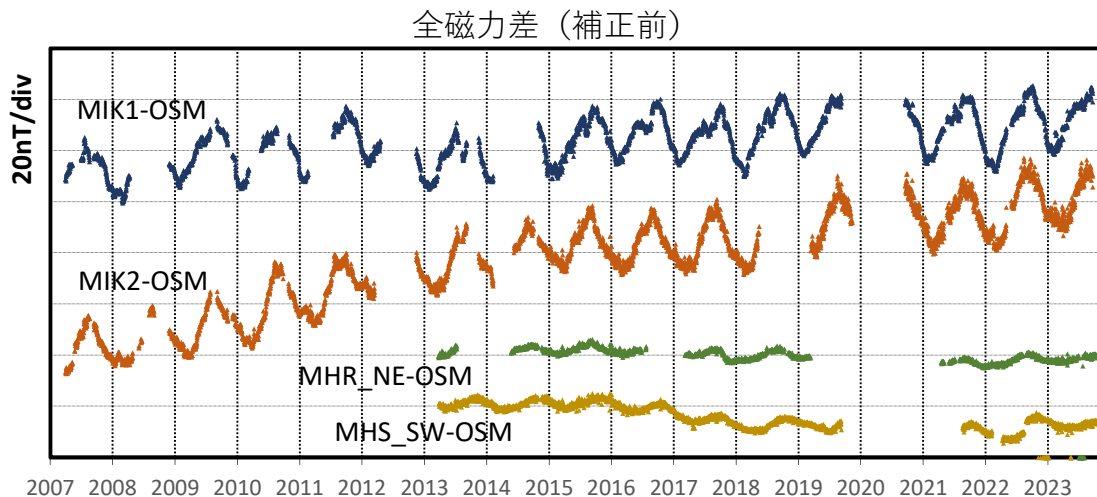
2007年3月から2023年5月までの期間について、連続観測点MIK1、MIK2、MHR_NE、MHS_SWで得られた全磁力日平均値と、参照点として利用したOSM(東京大学地震研究所:火口の北西約4.8km、TBT観測点のごく近傍)の全磁力日平均値との差を第2図に、年周変化およびDI効果除去後の変化を第3図に示す。2023年6月までの各繰り返し点における全磁力繰り返し観測の結果を第4図に示す。

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。

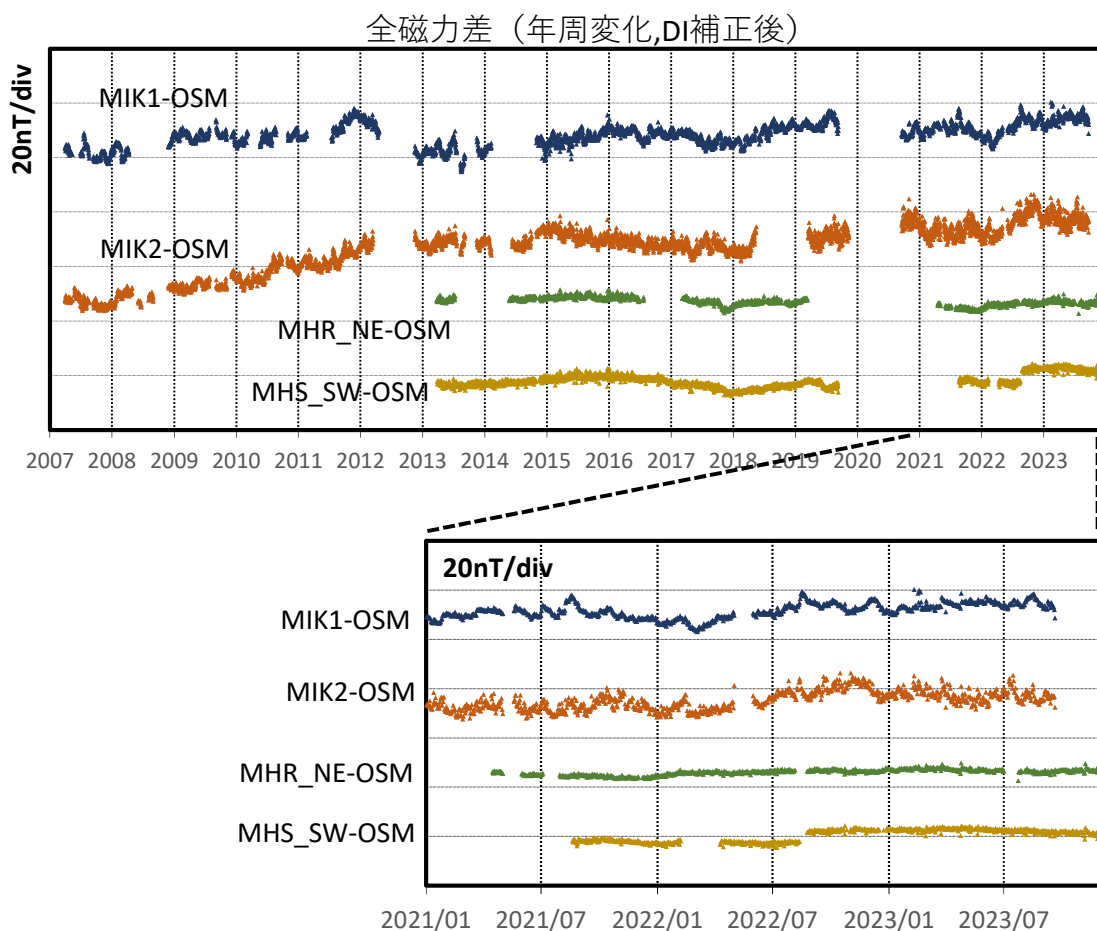


第 1 図 地磁気全磁力観測点配置図 (◎: 地磁気観測所連続観測点 ○: 気象庁地震火山部連続観測点 ●: 東京大学地震研究所連続観測点 △: 地磁気観測所繰り返し観測点)

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)

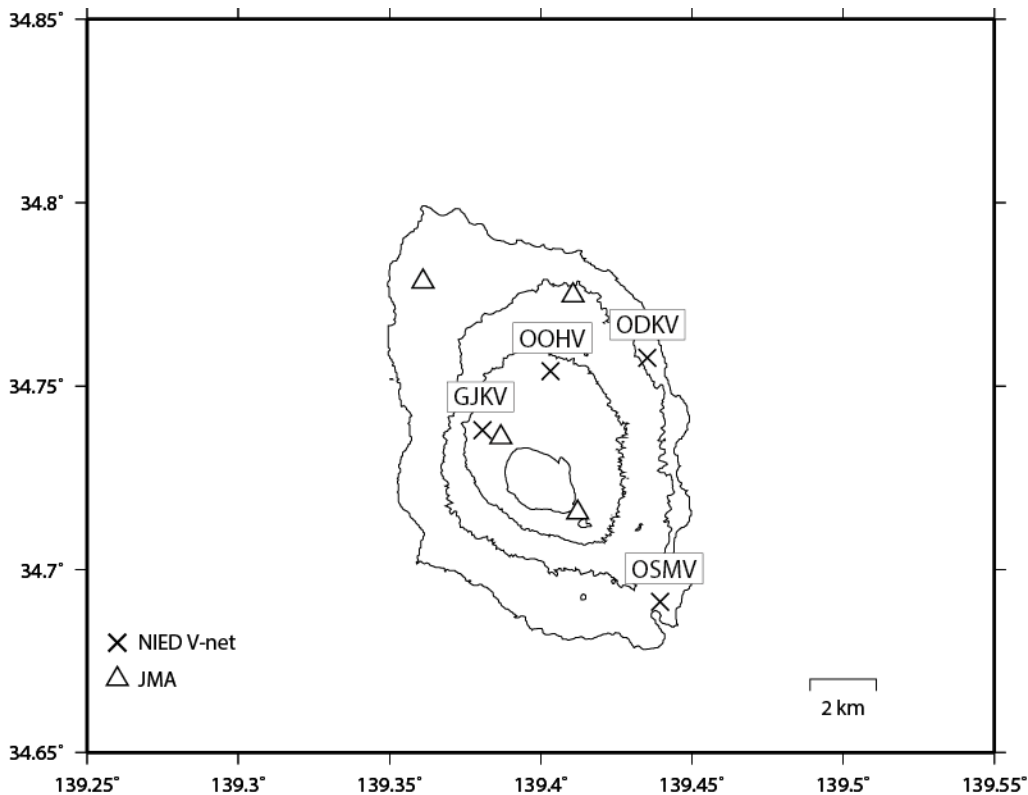


第 3 図 年周変化および DI 効果の補正を施した場合の全磁力日平均値差

(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

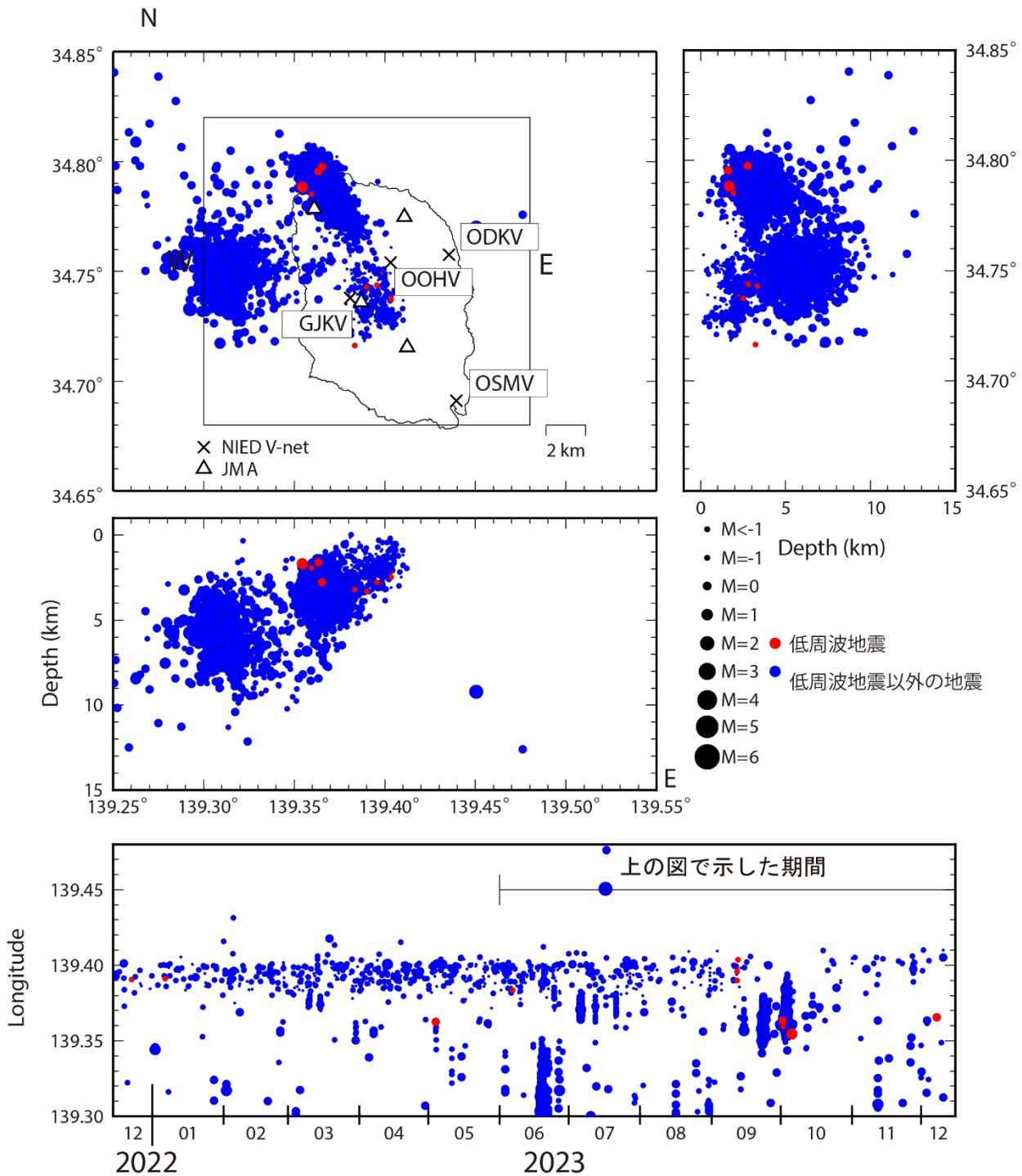
OSMV=地震計（短周期）、傾斜計、温度計、雨量計

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)

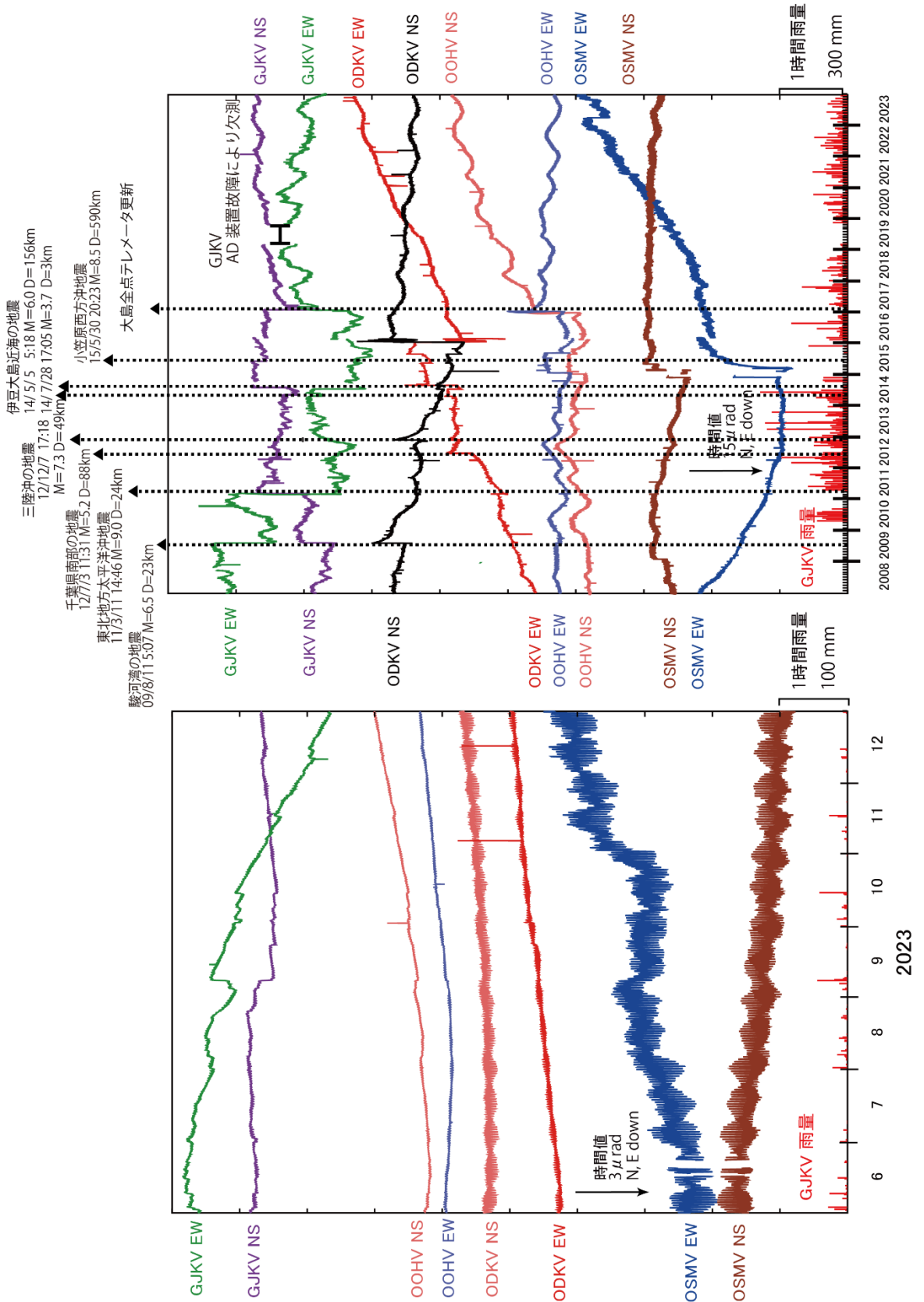
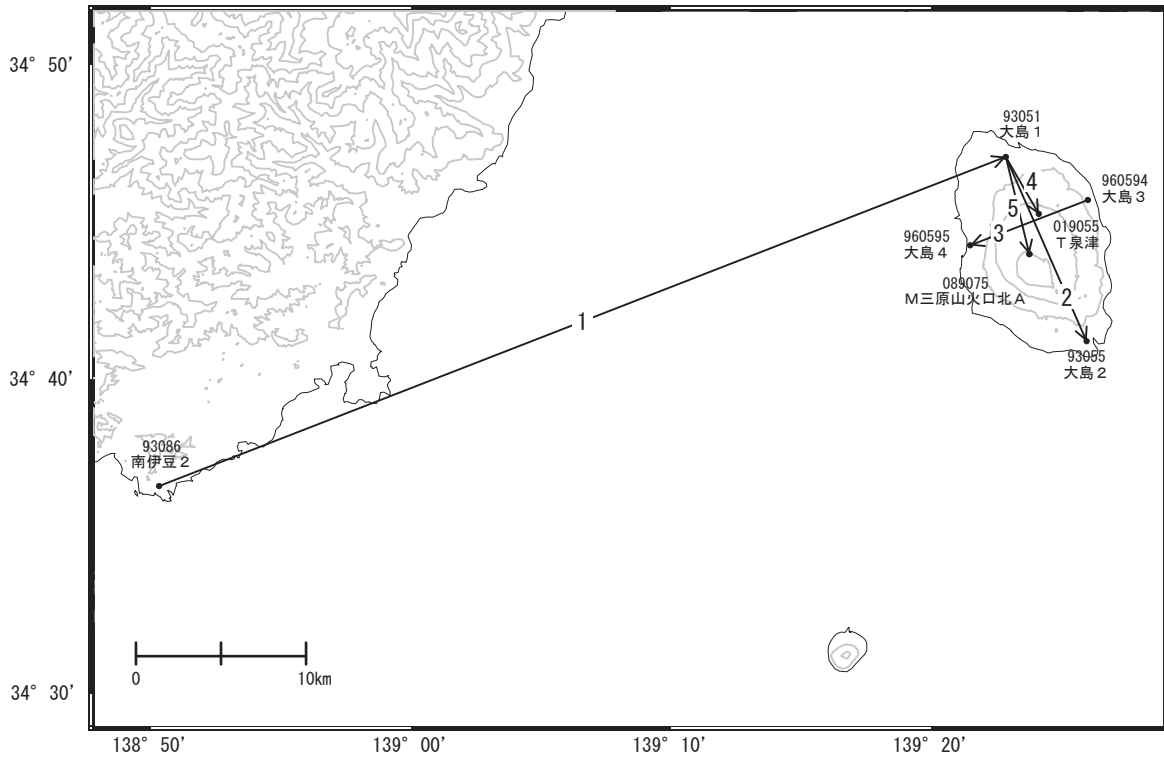


図 2 伊豆大島の傾斜変動

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

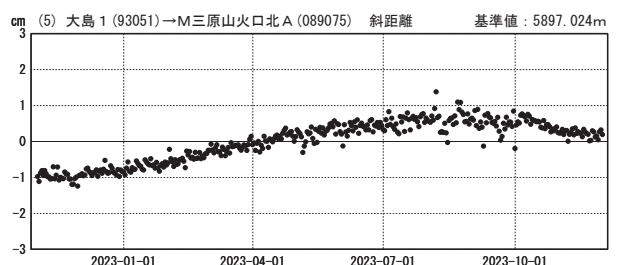
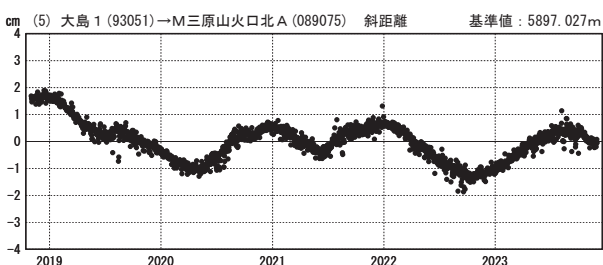
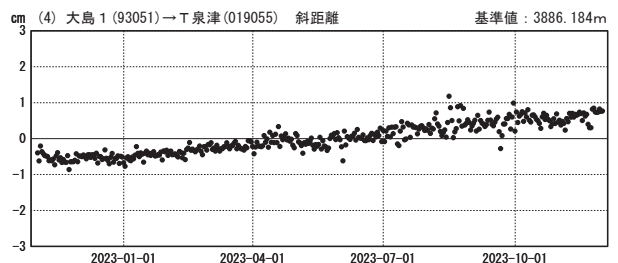
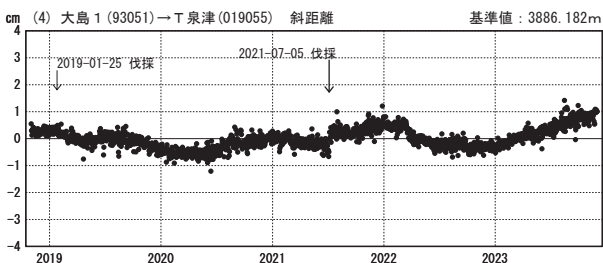
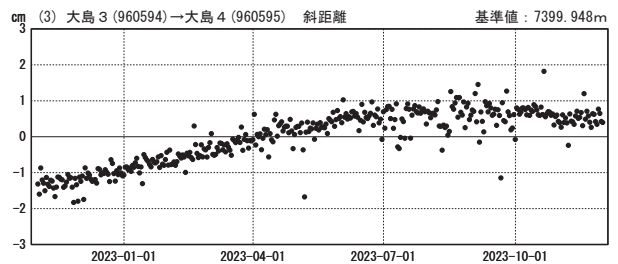
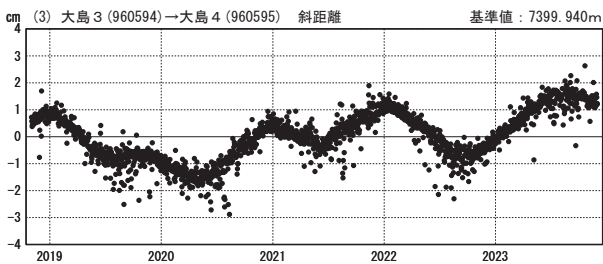
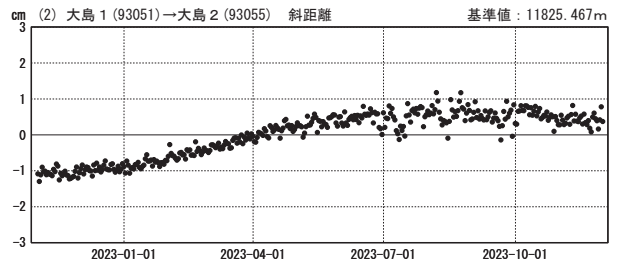
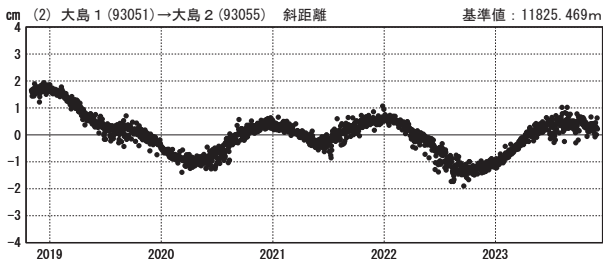
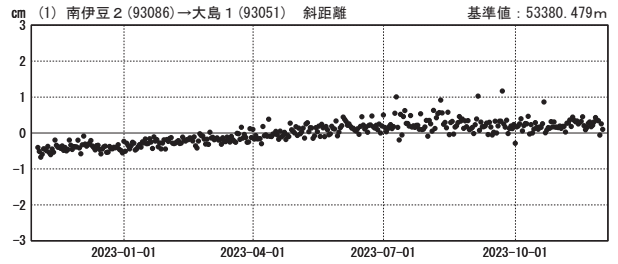
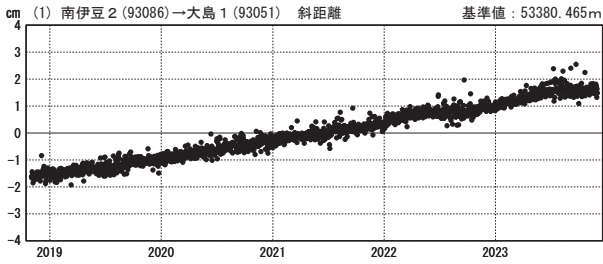
点番号	点名	日付	保守内容
93051	大島1	2020-11-16	受信機更新
93055	大島2	2020-11-16	受信機更新
019055	T泉津	2019-01-25	伐採
		2021-07-05	伐採
93086	南伊豆2	2019-11-22	受信機更新

基線変化グラフ (長期)

基線変化グラフ (短期)

期間: 2018-11-01~2023-11-30 JST

期間: 2022-11-01~2023-11-30 JST



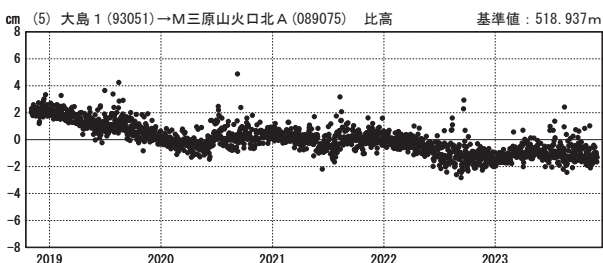
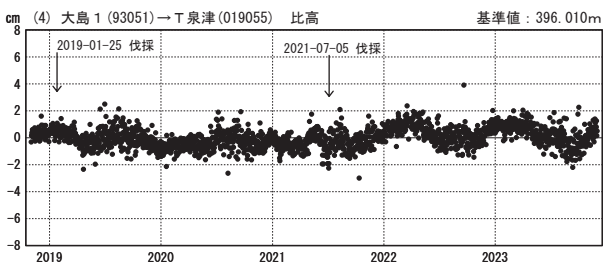
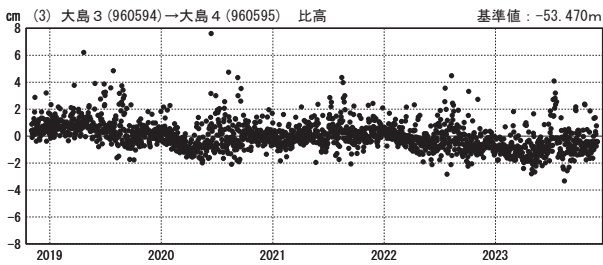
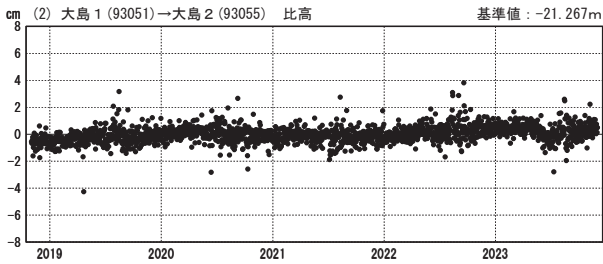
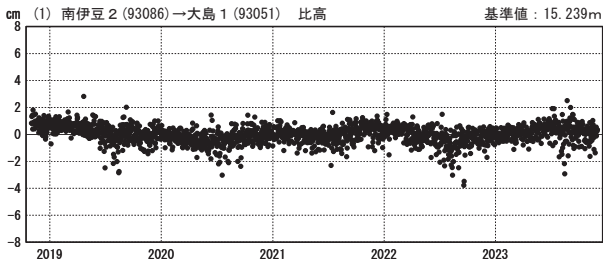
● [F5:最終解] ○ [R5:速報解]

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

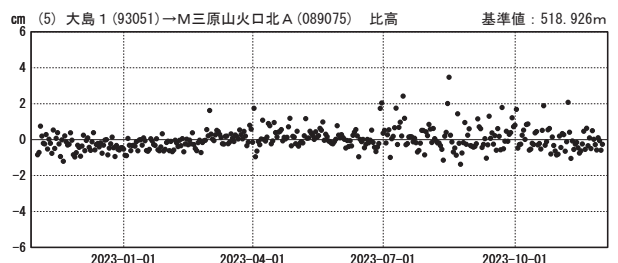
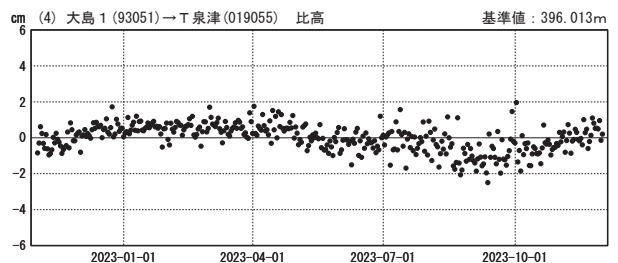
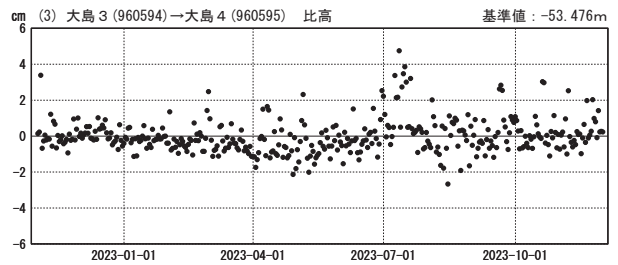
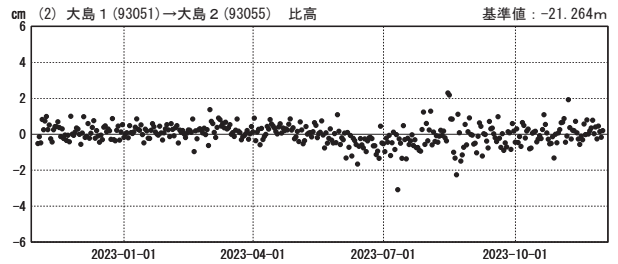
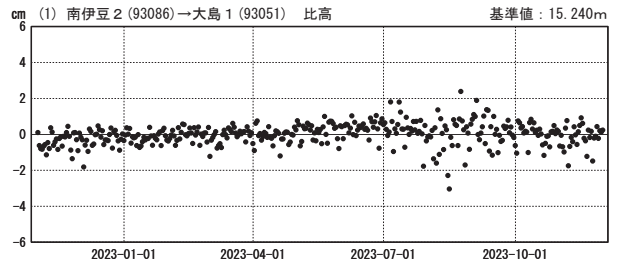
比高変化グラフ（長期）

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



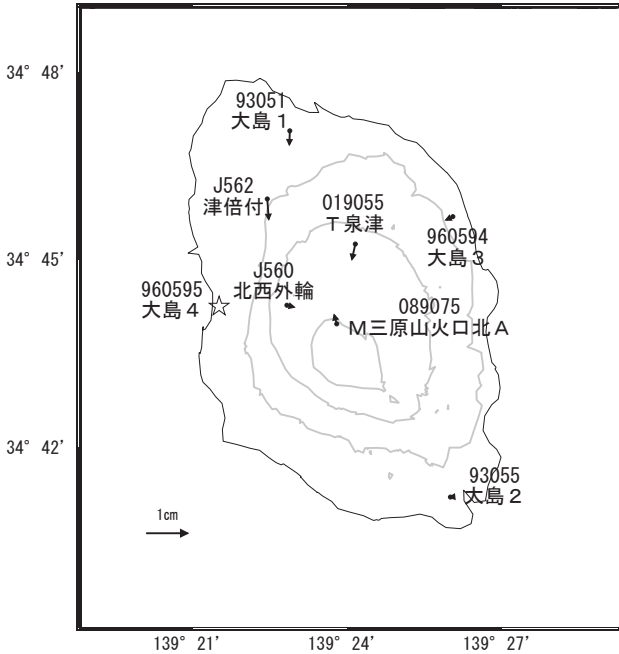
●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

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

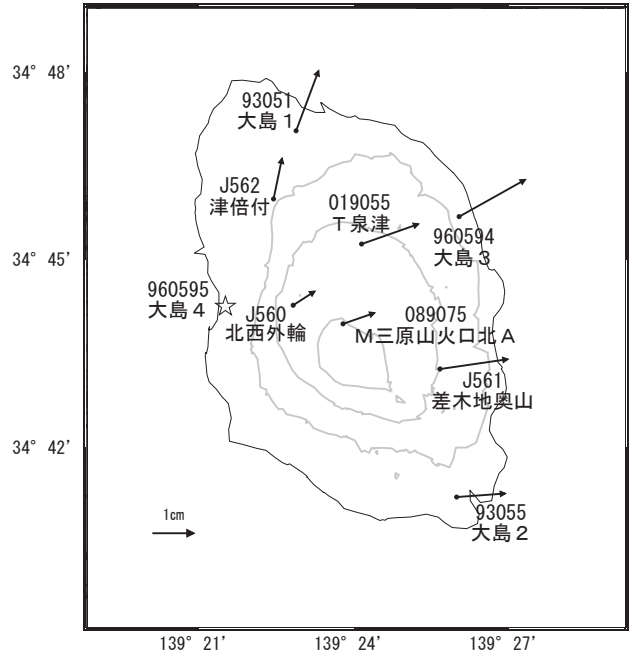
伊豆大島の地殻変動(水平:左3か月,右1年)

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

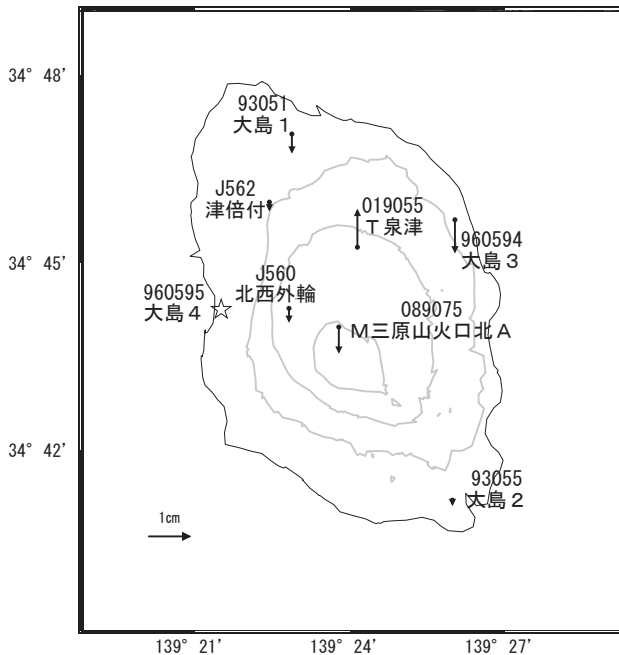
基準期間:2022-11-21~2022-11-30[F5:最終解]
比較期間:2023-11-21~2023-11-30[F5:最終解]



☆ 固定局:大島4(960595) 国土地理院・気象庁

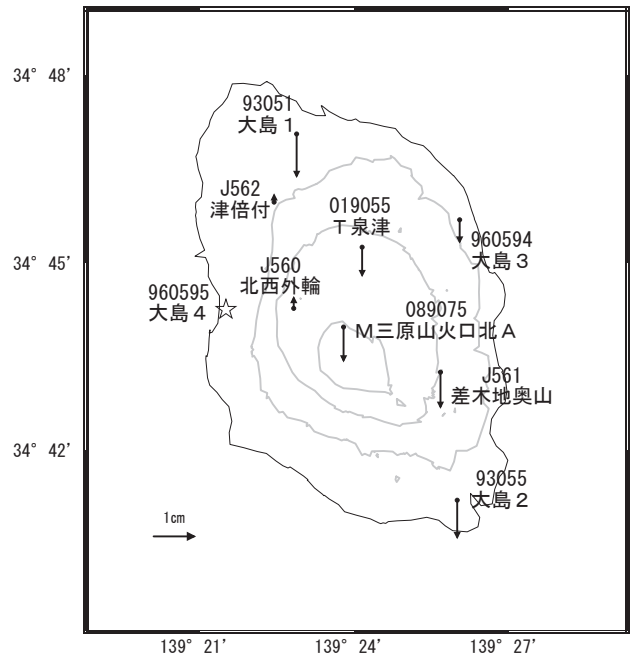
伊豆大島の地殻変動(上下:左3か月,右1年)

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

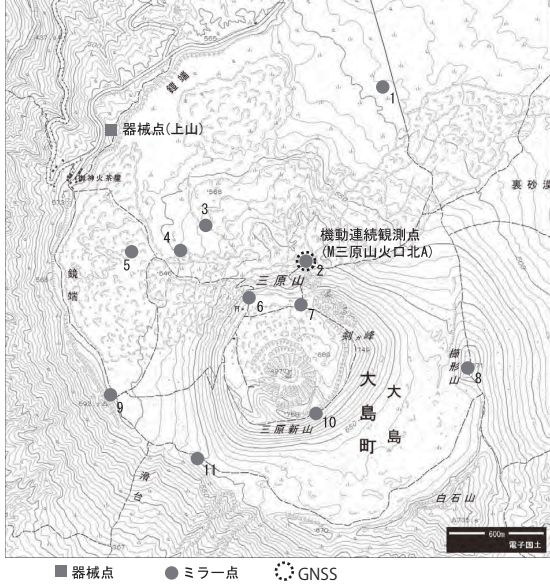
※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

測距連続観測結果

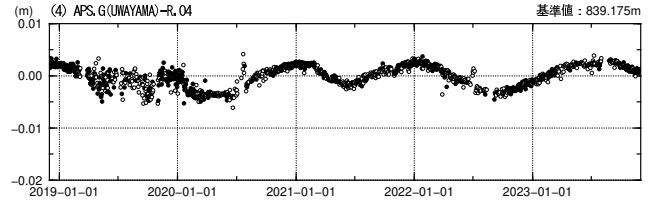
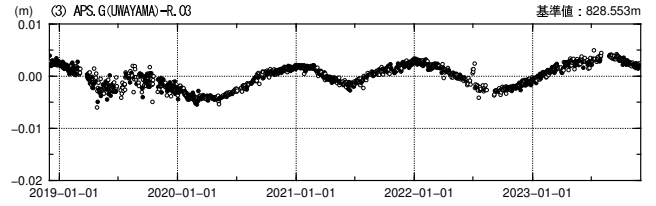
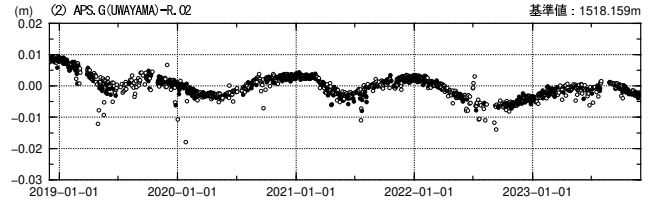
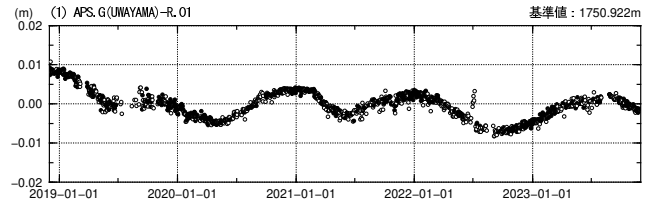
期間：2018-11-30 ~ 2023-11-29 JST

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			



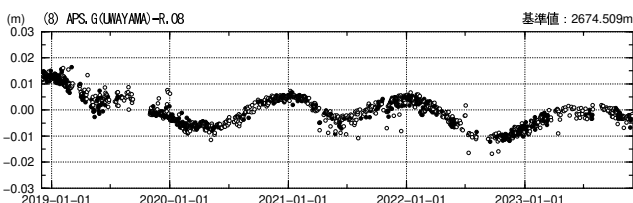
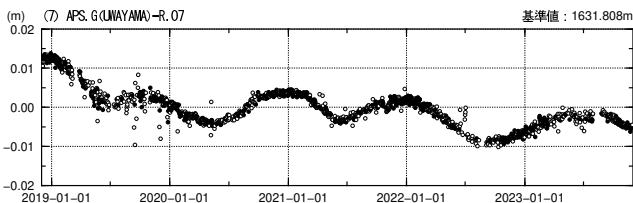
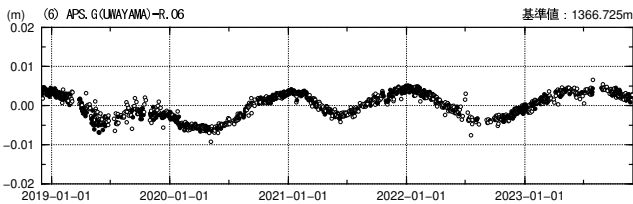
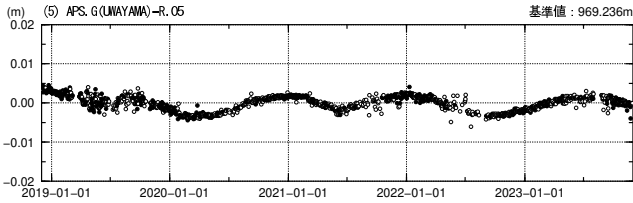
■ 器械点 ● ミラー点 ○ GNSS



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

測距連続観測結果

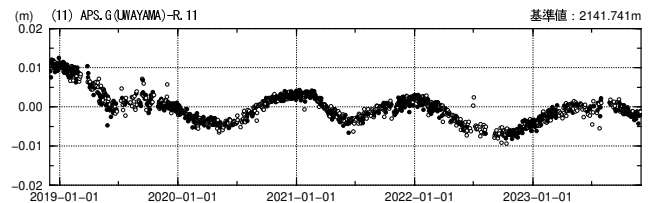
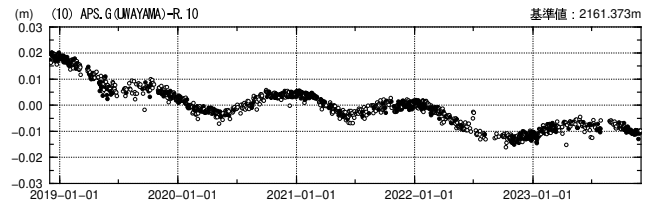
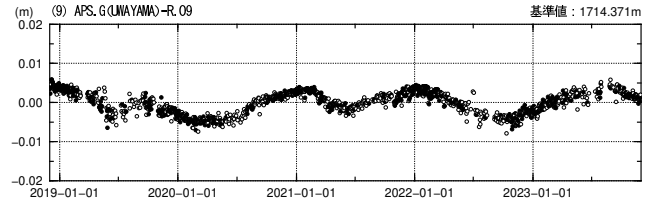
期間：2018-11-30 ~ 2023-11-29 JST



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

測距連続観測結果

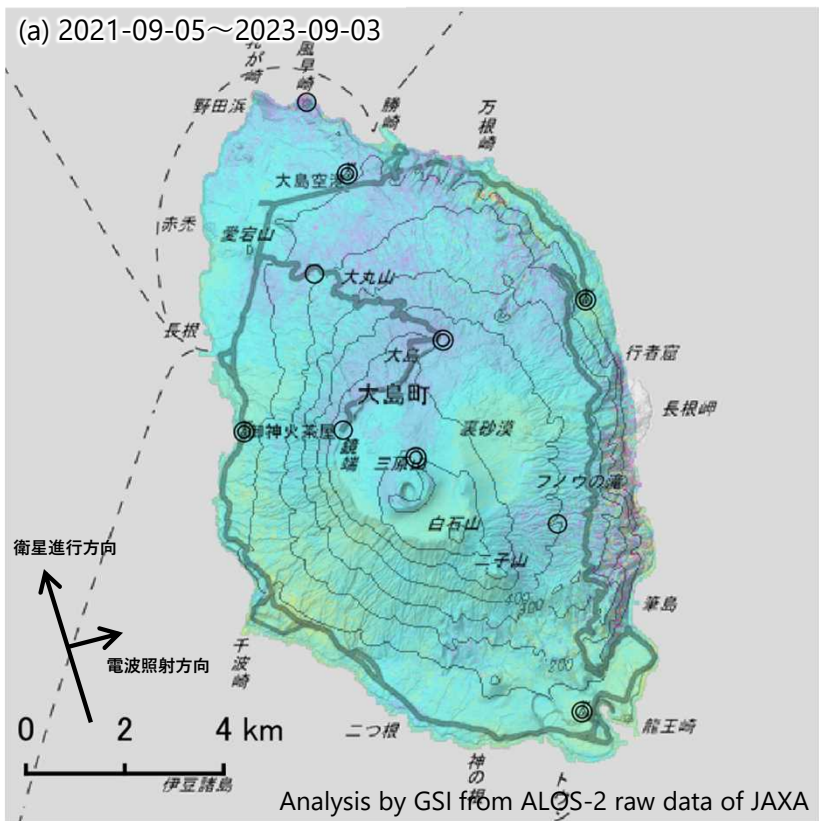
期間：2018-11-30 ~ 2023-11-29 JST



夜間の5回観測(20, 22, 0, 2, 4時)の中で3個以上の観測値の平均 ●
2個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。



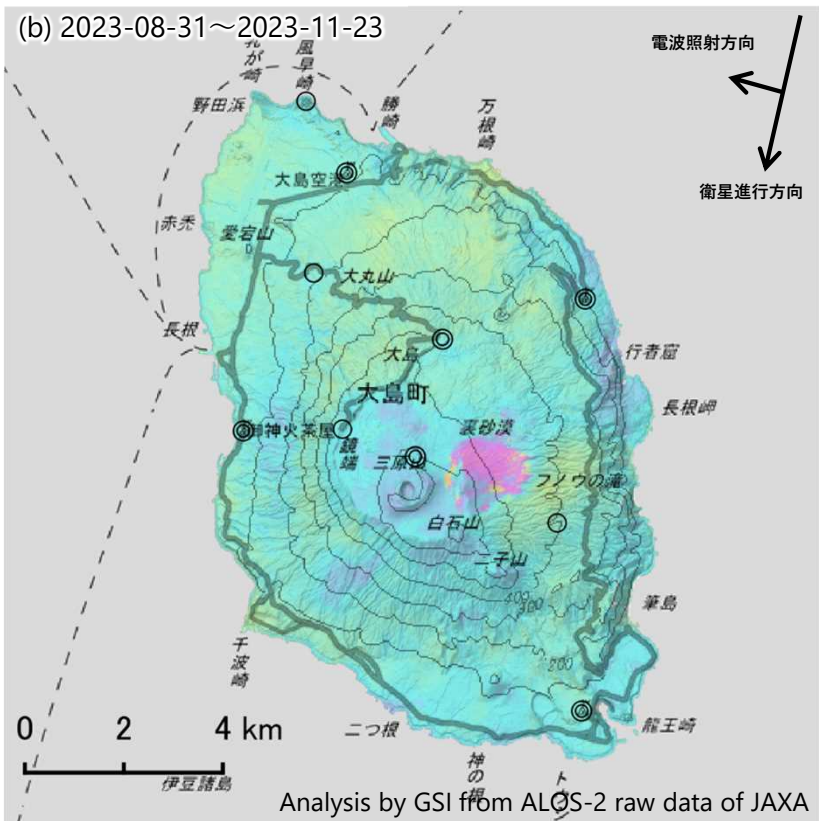
	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021-09-05 2023-09-03 23:37頃 (728日間)	2023-08-31 2023-11-23 11:43頃 (84日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	H-H	U-U
入射角	35.0°	40.1°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 125m	- 148m

* 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

近づく (隆起、西向) ← → 遠ざかる (沈降、東向)

衛星—地表視線方向の変位量 [cm]



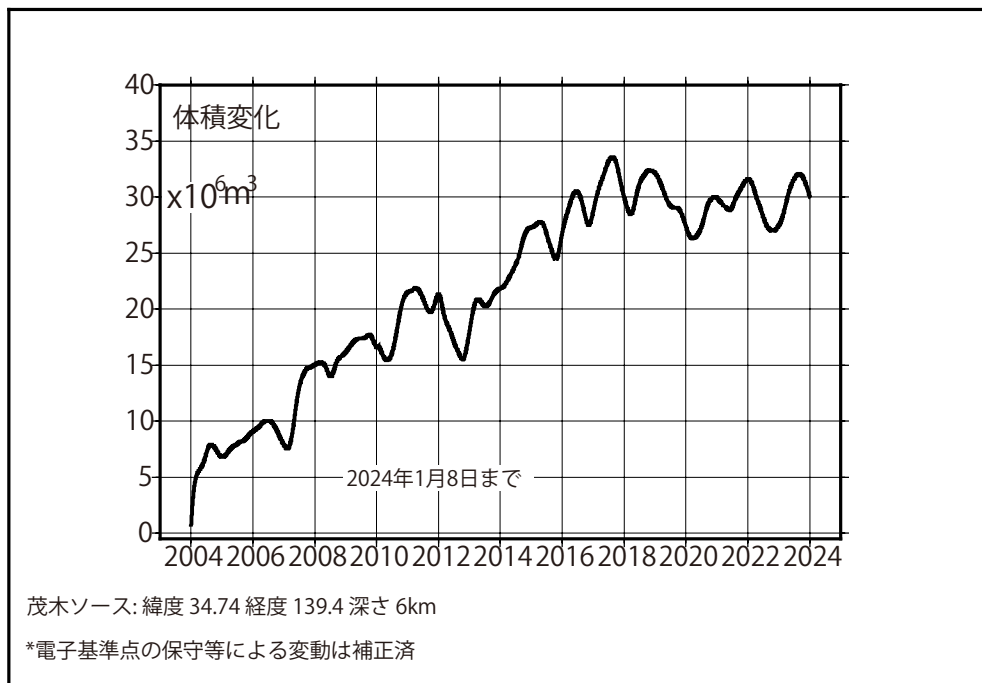
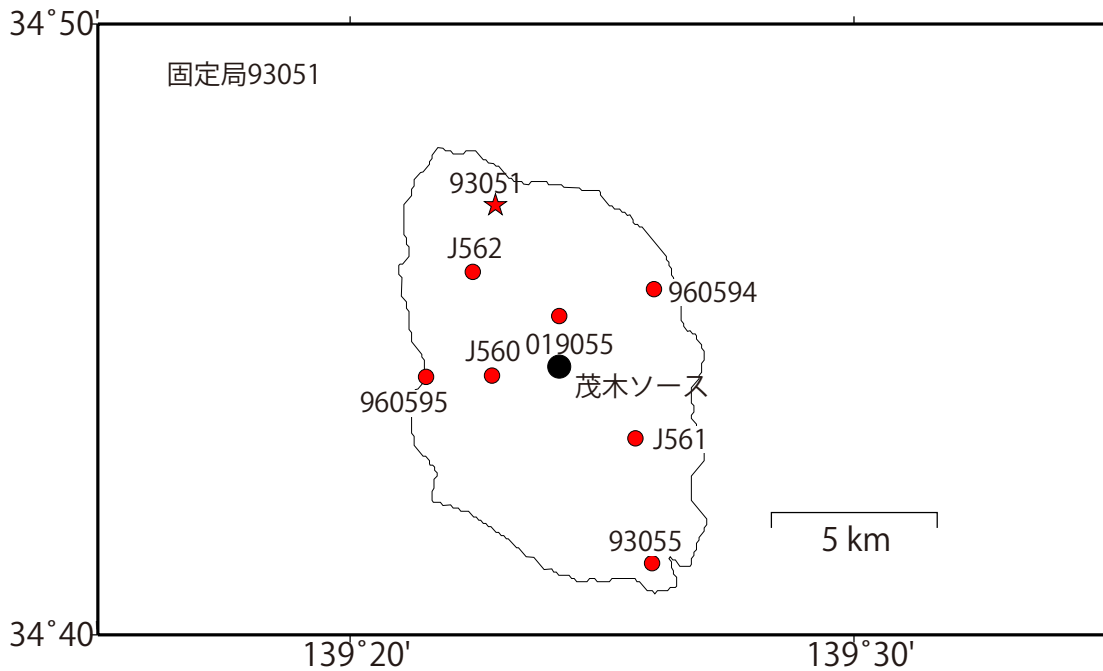
近づく (隆起、東向) ← → 遠ざかる (沈降、西向)

衛星—地表視線方向の変位量 [cm]

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

伊豆大島の茂木ソースの位置と体積変化

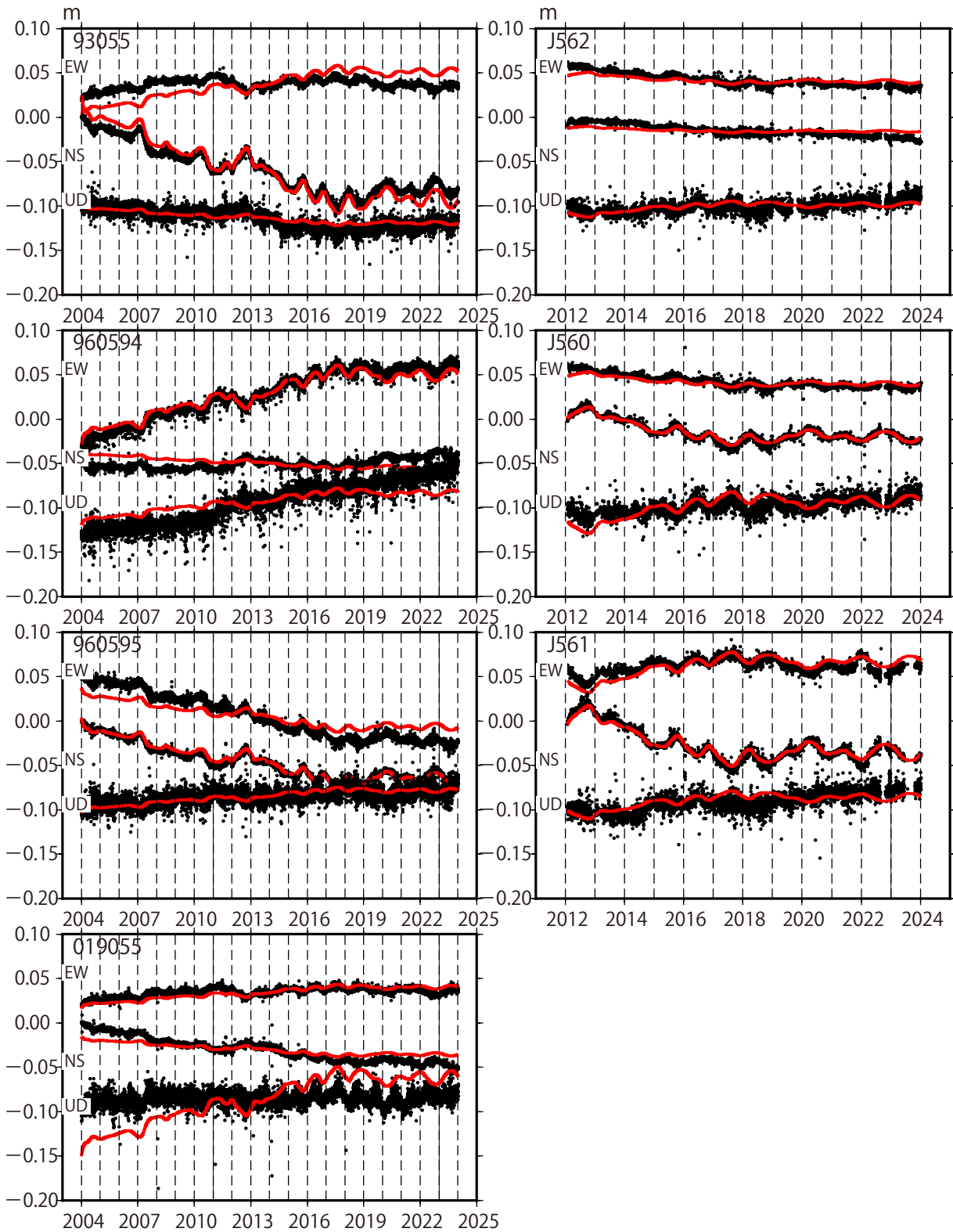
時間依存のインバージョン解析



国土地理院

伊豆大島観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)

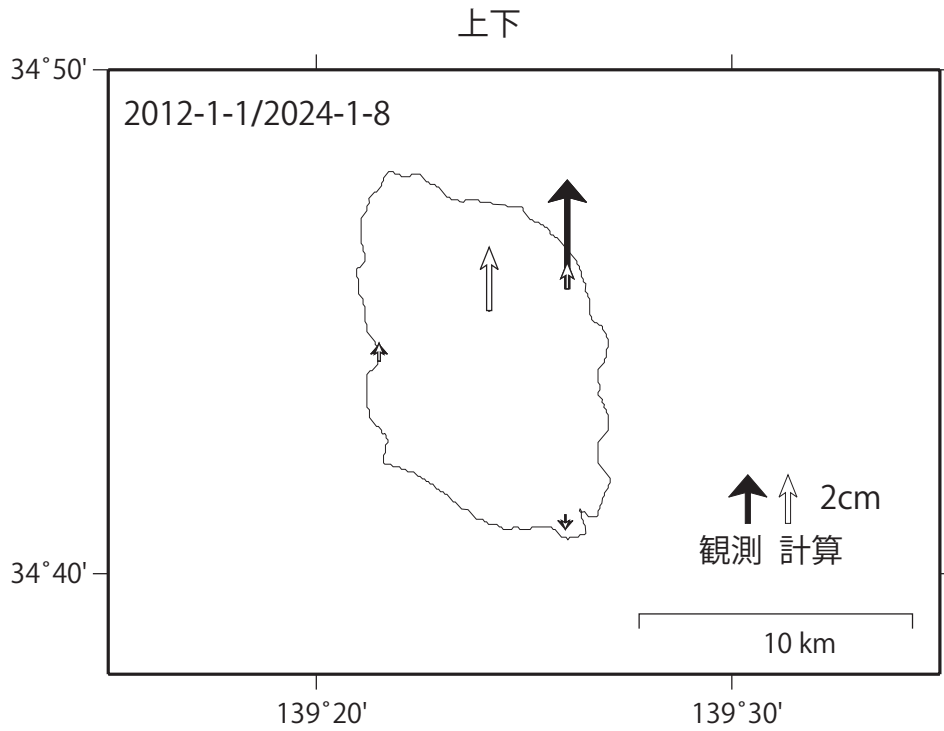
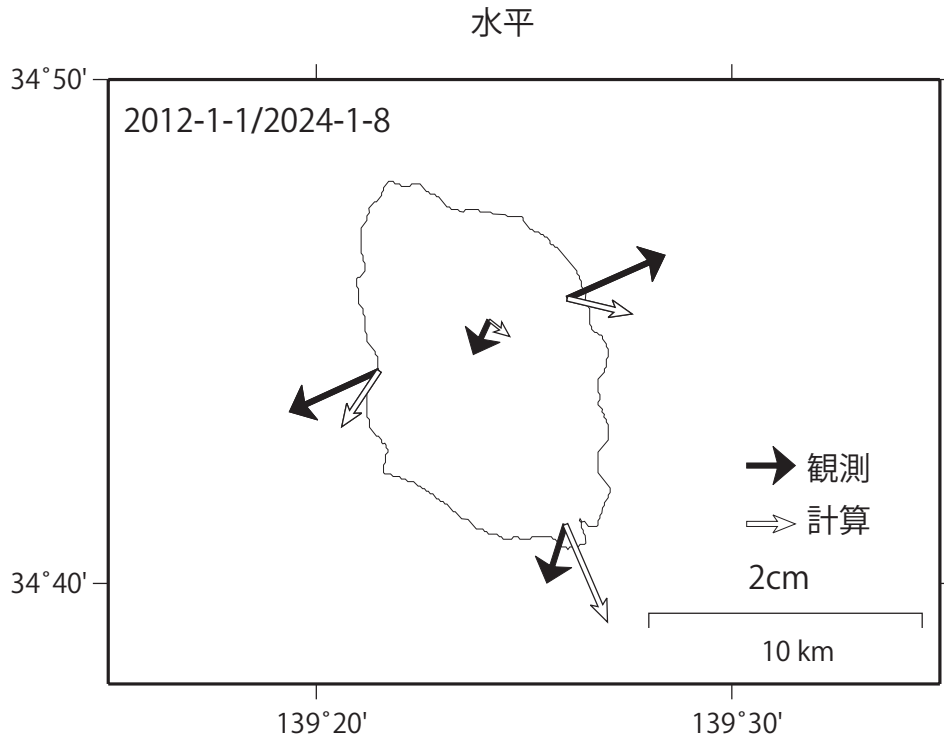
時間依存のインバージョン



固定局93051.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

伊豆大島の周辺の地殻変動(観測値:黒と計算値:白の比較)



伊豆大島



地形図は国土地理院の地理院地図を使用した

○ 最近の活動について

年月日	活 動 状 況
2023/10/4	<ul style="list-style-type: none"> ・伊豆大島北部付近の海域で地震が多発していたため、観測を実施した。 ・天候不良のため、乳が崎～岡田港周辺のみ観測を実施した。 ・乳が崎～風早崎周辺の海上の一部に薄い緑色の変色水を認めた（第1、2図）。



第1図 乳が崎周辺の
変色水
2023年10月4日
16:34 撮影



第2図 風早崎周辺の
変色水
2023年10月4日
16:34 撮影

新 島

(2023 年 6 月～2023 年 11 月)

火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。

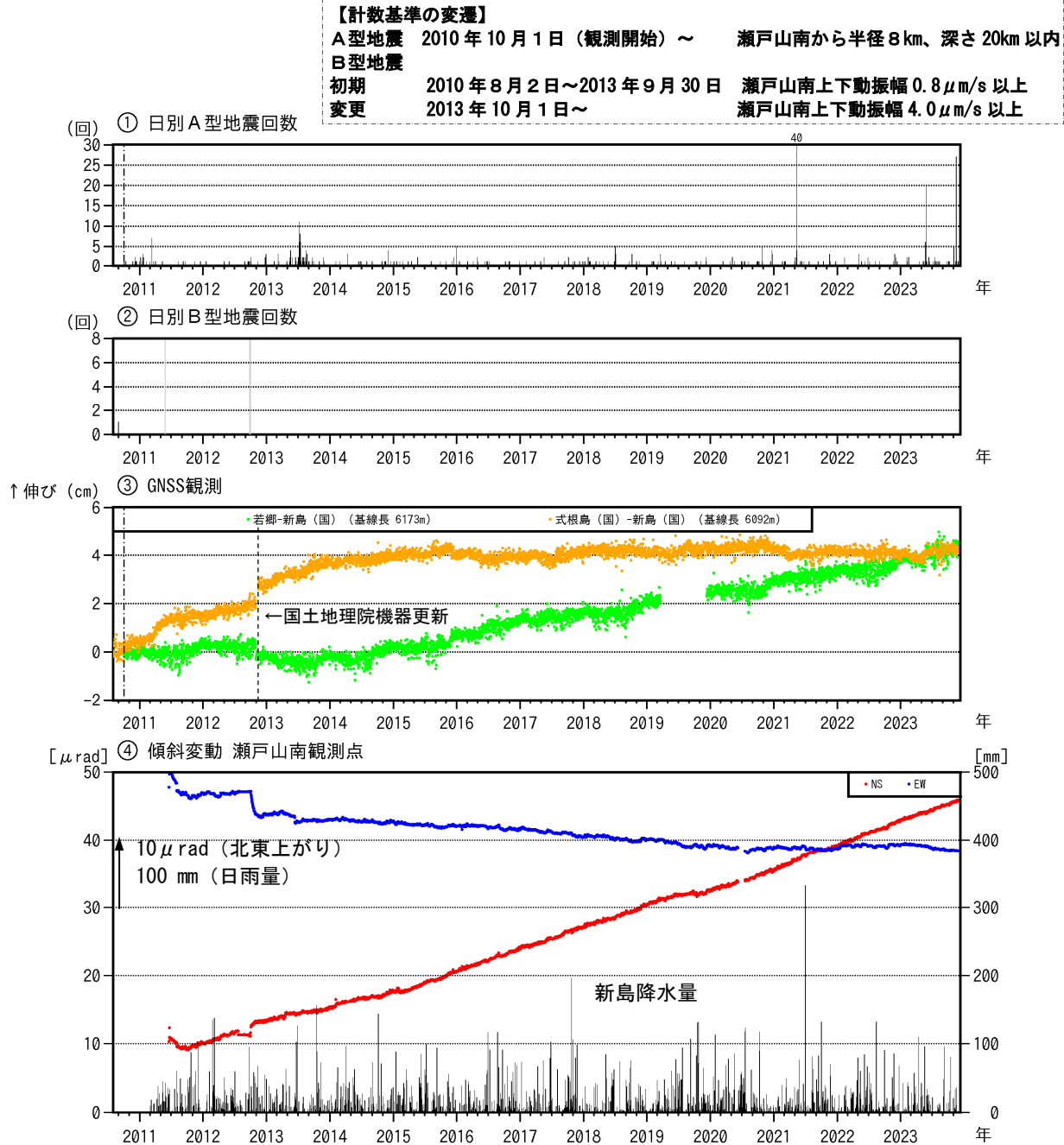


図 1 新島 活動経過図 (2010 年 10 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

- ①、②：新島周辺の日別地震回数 ②：灰色部分は機器障害のため欠測を示す。
- ③：GNSS 連続観測による基線長変化。図 3 の GNSS 基線に対応している。グラフの空白期間は欠測を示す。(国)：国土地理院
- ④：瀬戸山南観測点の傾斜変動。グラフの空白期間は欠測を示す。

- ・2023 年 11 月 15 日から 17 日にかけて、主に新島の西側海域を震源とする地震の増加が見られたが、この地震活動に伴う、火山活動の特段の変化は認められない。
- ・火山活動によるとみられる地殻変動は認められない。

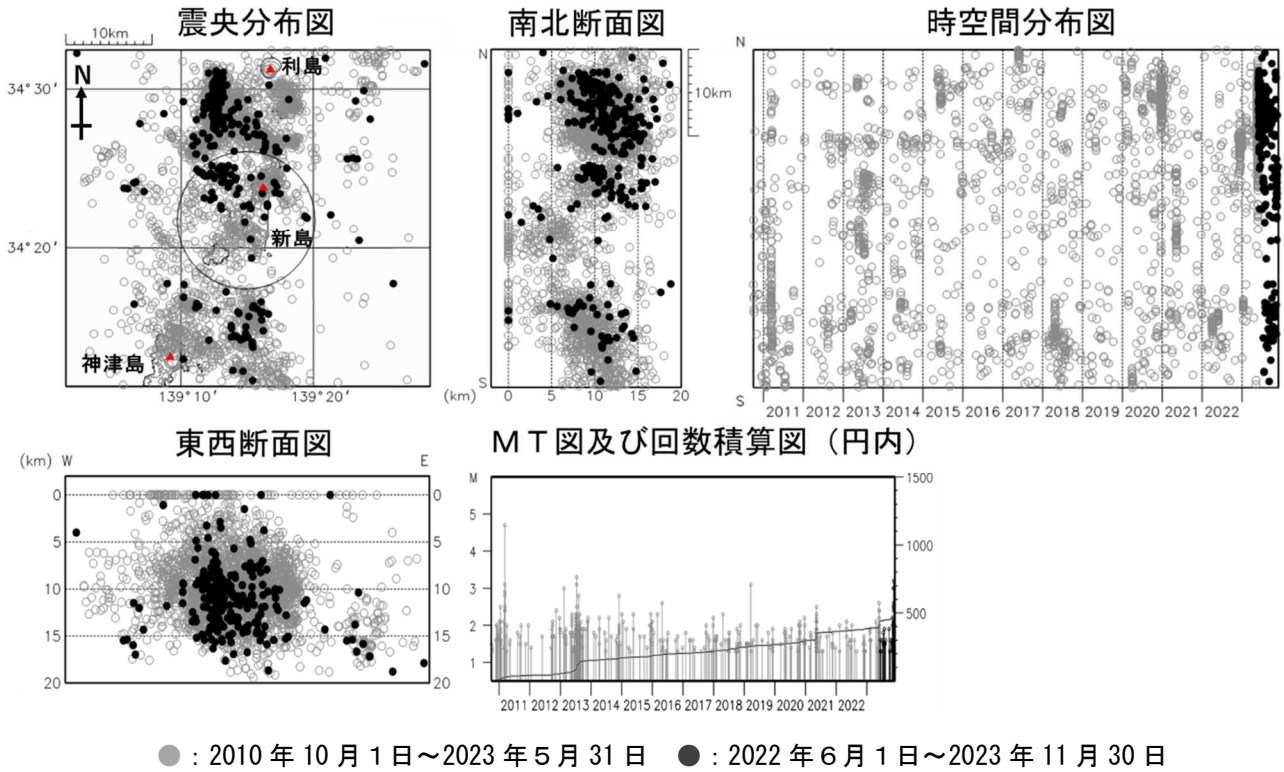


図2 新島 一元化震源による山体・周辺の地震活動 (M1.3以上)
(2010年10月1日～2023年11月30日)

震央分布図中の円は図1—①の火山性地震の回数の計測対象(瀬戸山南から半径8km、深さ20km以内)の範囲を示している。
この図では、関係機関の地震波形を一元的に処理し、地震観測点の標高を考慮する等した手法で得られた震源を用いている(ただし、2020年8月以前の地震については火山活動評価のための参考震源である)。

- ・2023年11月15日から17日にかけて、主に新島の西側海域を震源とする地震の増加が見られたが、この地震活動に伴う、火山活動の特段の変化は認められない。

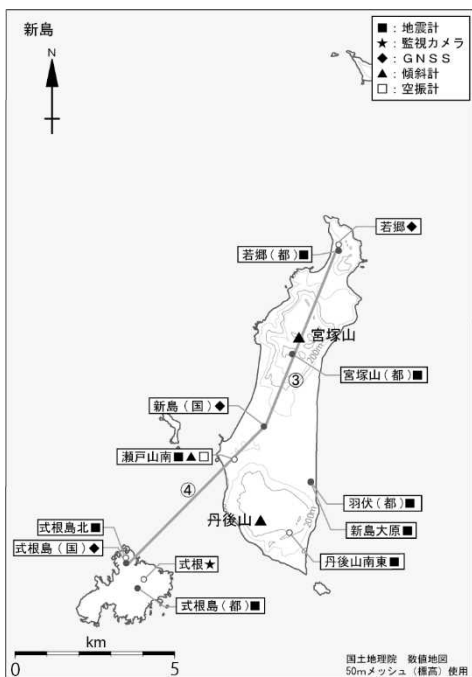


図3 新島 観測点配置図
GNSS基線③、④はそれぞれ図1の③の緑色プロット、
橙色プロットに対応している。
小さな白丸(O)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象
庁以外の機関の観測点位置を示している。
(国): 国土地理院 (都): 東京都

神 津 島

(2023 年 6 月～2023 年 11 月)

火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。

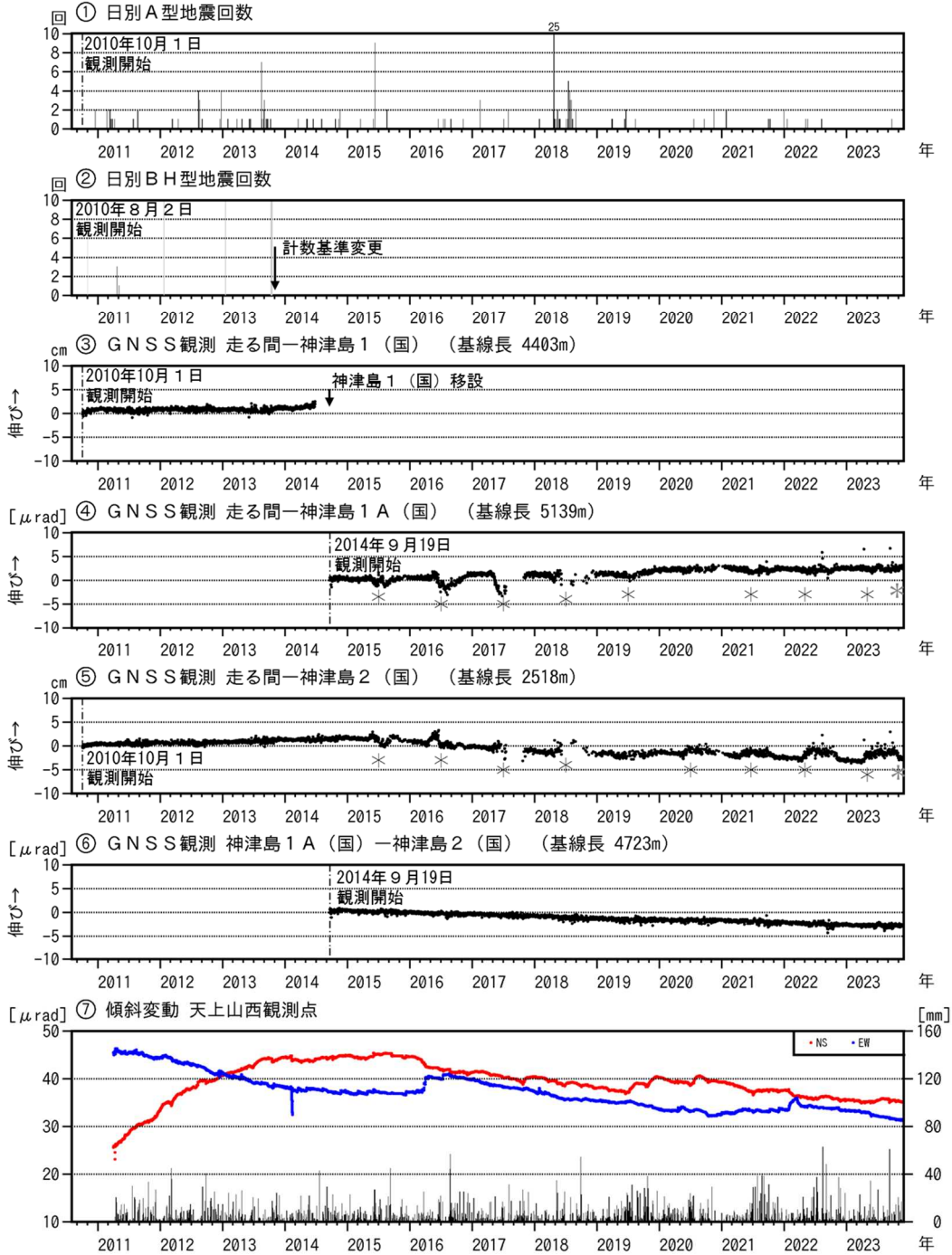


図 1 神津島 活動経過図 (2010 年 8 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

- ②： 図の灰色部分は機器障害による欠測を示す。
- ③： 2014 年 9 月 19 日に、神津島 1 を神津島 1 A に移設。* の部分は、走る間観測点付近の植生による影響。③～⑥は図 3 の基線③～⑥に対応する。(国)：国土地理院
- ・ 今期間、地震活動は低調に経過し、火山活動によるとみられる地殻変動は認められない。

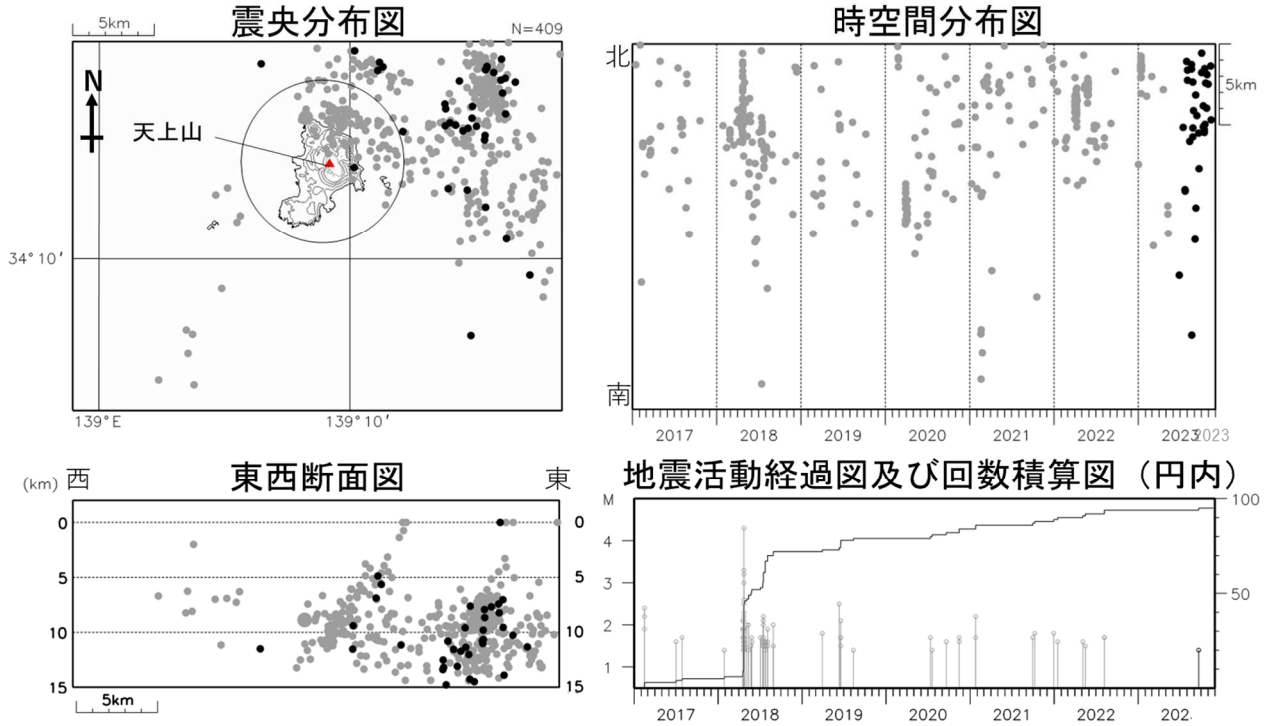


図 2 神津島 一元化震源による山体周辺の地震活動 (M1.4 以上)
(2010 年 10 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

震央分布図中の円は火山性地震の回数の計数対象(天上山西観測点から半径 5 km、深さ 15km 以内)の範囲を示している。この図では、関係機関の地震波形を一元的に処理し、地震観測点の標高を考慮する等した手法で得られた震源を用いている(ただし、2020 年 8 月以前の地震については火山活動評価のための参考震源である)。

- ・今期間、神津島及びその周辺に震源が求まる地震は少なく、地震活動は低調に経過した。

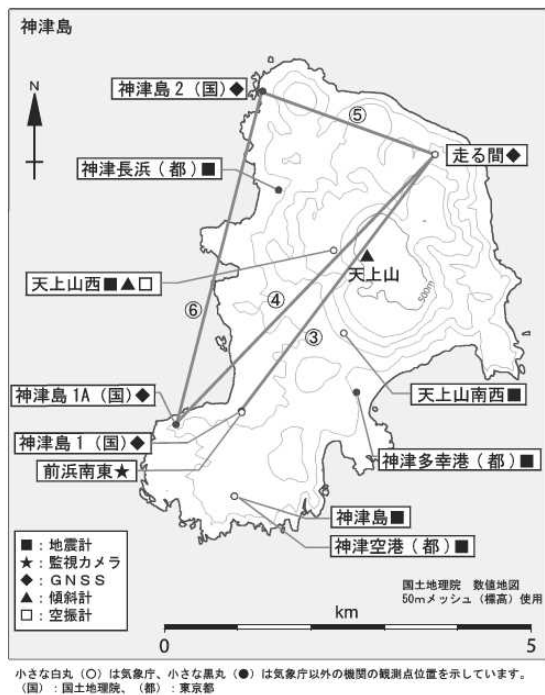
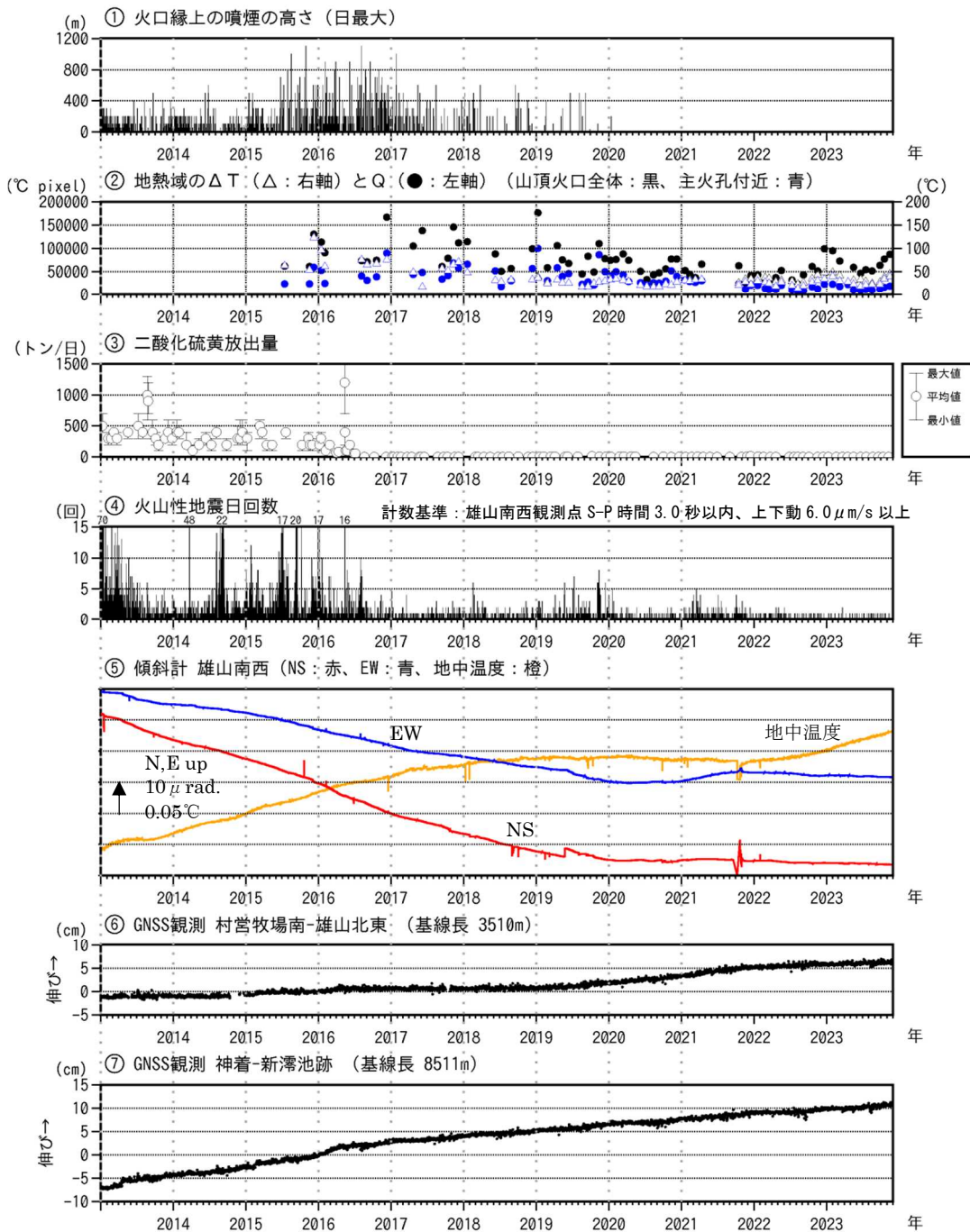


図 3 神津島 観測点配置図
GNSS 基線③～⑥は図 1 の③～⑥に対応。
神津島 1 から神津島 1A に 2014 年 9 月 19 日移設。

小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
(国)：国土地理院、(都)：東京都

三宅島 (2023年6月~2023年11月30日)

地震活動及び噴煙活動は低調で、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量も極めて少ない状態が続いているが、山体深部の膨張を示す地殻変動は続いている。山体浅部の膨張を示すと考えられる村営牧場南—雄山北東間で伸びの傾向は 2023 年に入り停滞しているが、引き続き地下のマグマの蓄積が進んでいると考えられることから、今後火山活動が活発化する可能性がある。また、主火孔の噴煙活動は弱いながらも続いており、火口内での噴出現象が突発的に発生する可能性がある。



この資料は気象庁のほか、国土地理院、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人防災科学技術研究所及び東京都のデータを利用して作成した。

図 1 (前ページ) 三宅島 火山活動経過図 (2013 年 1 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

注 1) 図 1 ②の ΔT は最高温度と非地熱域温度の差、 Q は高温域の画素毎の温度の積算値。山頂火口全体及び主火口付近の領域については図 2 を参照。

注 2) 図 1 ③は、2016 年 8 月以降は検出限界以下。

注 3) 図 1 ⑥⑦について、2016 年 1 月以降のデータについては、解析方法を変更している。

- ・噴煙活動は低調に推移している (①)。地熱域は主火口付近に変化は見られないが、山頂火口全体では 2019 年頃の状態に戻つつある可能性がある (②)。
- ・山頂火口からの火山ガス (二酸化硫黄) の放出は極めて少ない状態が続いている (③)。
- ・山頂火口直下を震源とする火山性地震は少ない状態で経過した (④)。
- ・GNSS 連続観測によると、2019 年頃からみられていた村営牧場南—雄山北東間の伸びの傾向は 2023 年に入り停滞している (⑥)。雄山南西の傾斜計では、2020 年頃より山頂火口方向上がりの傾向にトレンドが変化した (⑤)。
- ・2006 年頃からみられている山体深部の膨張を示す地殻変動が継続している (⑦)。

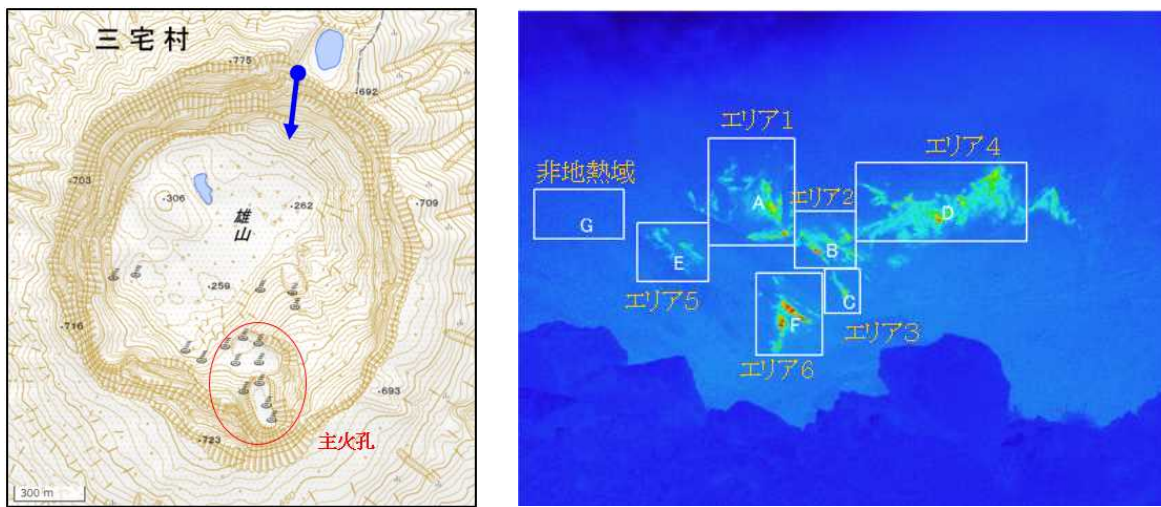


図 2 三宅島 機動観測点及び熱赤外映像解析領域

注 1) 左図は機動観測における赤外熱映像撮影位置 (青丸：観測地点 (スオウ穴)、青矢印：撮影方向)。

注 2) 右図は機動観測結果の赤外熱映像解析エリア。図 1 ②の主火口付近はエリア 1、山頂火口全体はエリア 1～6 全てを対象。

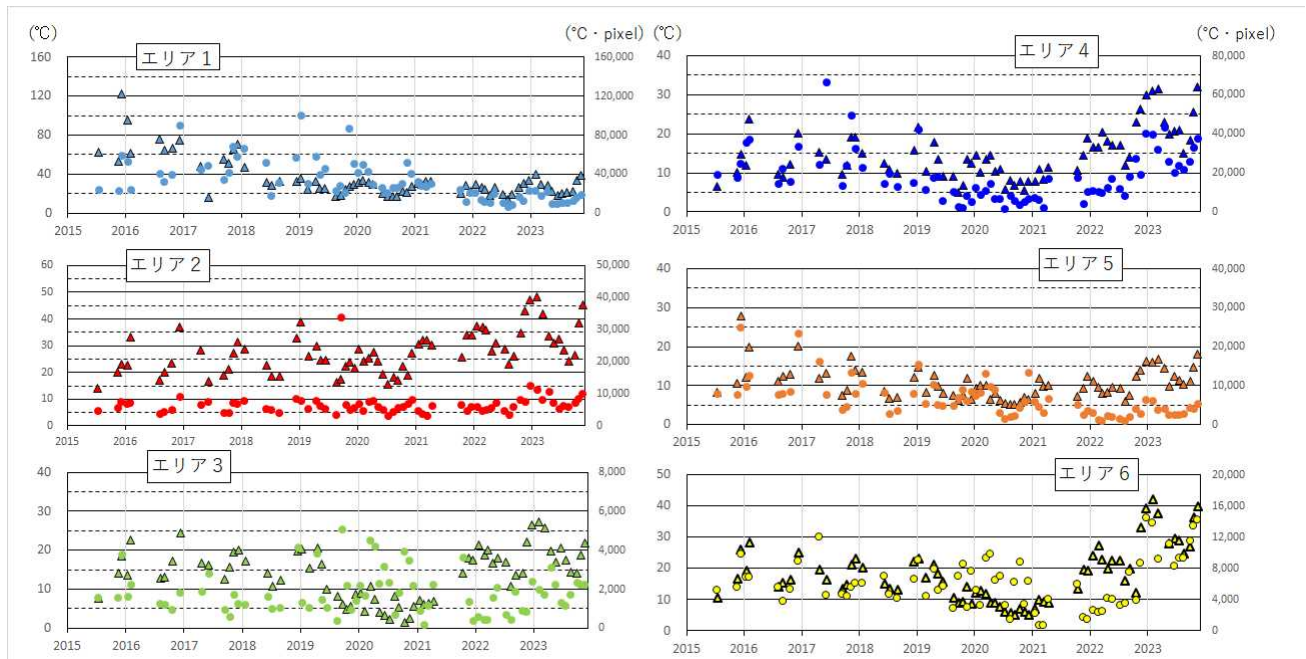


図 3 三宅島 赤外熱映像の解析結果(2015 年～2023 年 11 月)

図 2 に示すエリア 1～6 の最高温度と非地熱域エリアの平均温度との差 ΔT (三角印) 及び地熱域の放熱率に相当する Q ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{pixel}$ 、丸印) の変化を示す。

なお、 Q の定義は以下の通りである。非地熱域エリアの領域内の平均温度及びその標準偏差をそれぞれ T_0 ($^{\circ}\text{C}$) 及び σ ($^{\circ}\text{C}$)、地熱域エリアの各画素の示す温度を T_i ($^{\circ}\text{C}$) としたとき $Q = \sum_{T_i > T_0 + 3\sigma} (T_i - T_0)$ とした。ここで N_i は温度 T_i に対応する pixel 数である。

・主火孔付近 (エリア 1) では ΔT 及び Q に特段の変化は認められないものの、主火孔周辺 (エリア 2、3、4 及び 6) では 2020 年以降、 ΔT もしくは Q に増加傾向が認められる。

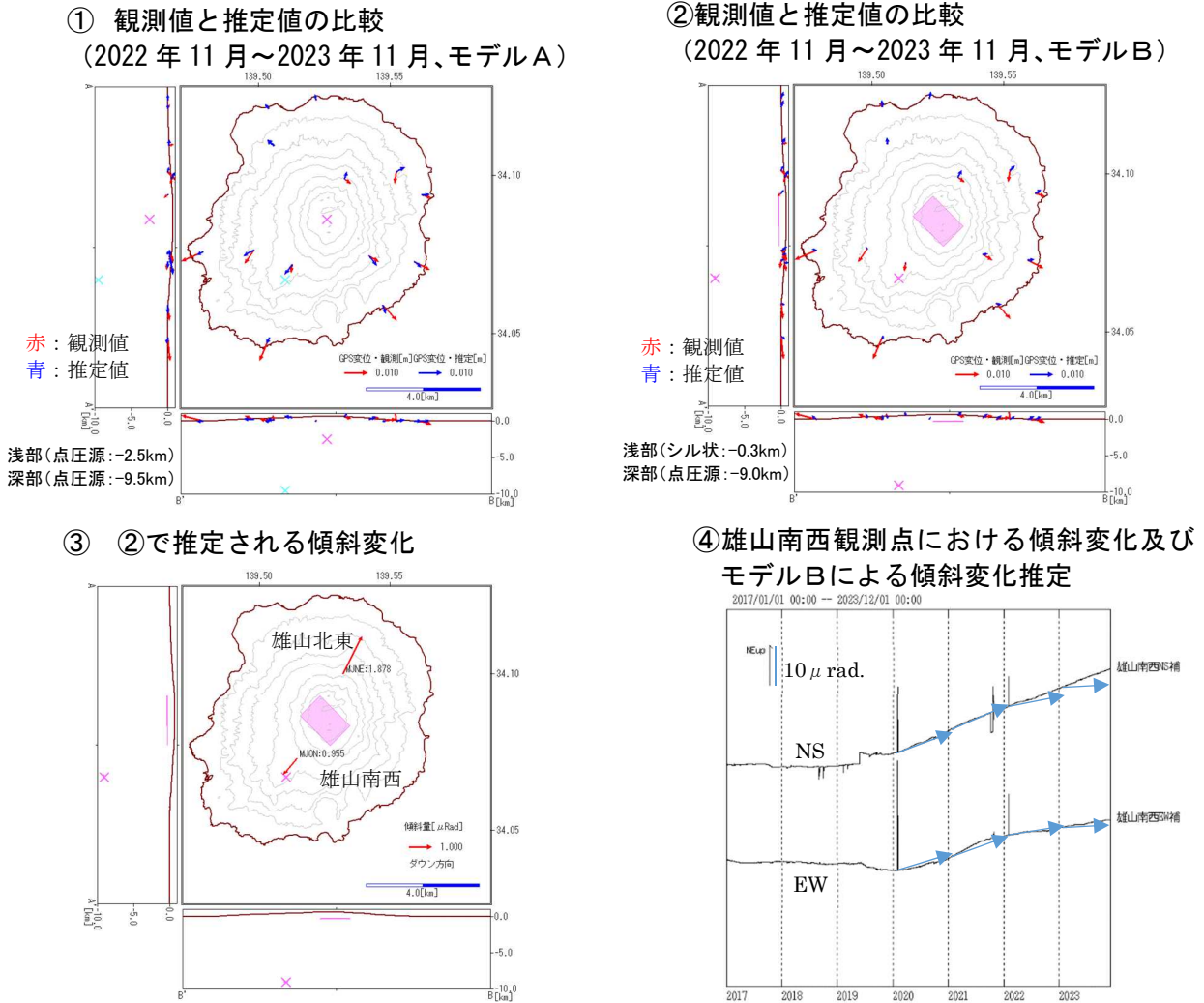


図 4 三宅島 地殻変動源解析

- ①モデルAは、火山噴火予知連絡会会報 103 号（国土地理院）による。
- ②モデルBは、モデルAをベースに、浅い圧力源は渡部、松島ほか（2020, 火山学会）を参考にした。
- ④傾斜変化は 2017 年 5 月～2019 年 5 月を基にトレンド補正した。矢印は表 1 のモデルBの解析結果（2020 年以降）を基に推定した雄山南西各成分の変化。
 - ・GNSS 連続観測データによる変位量は、浅部と深部に膨張性の圧力源を仮定すると説明できる（①②）。
 - ・GNSS の解析から得られた地殻変動源を仮定すると、雄山南西の 2019 年頃からのトレンド変化傾向を説明できる（③④）。

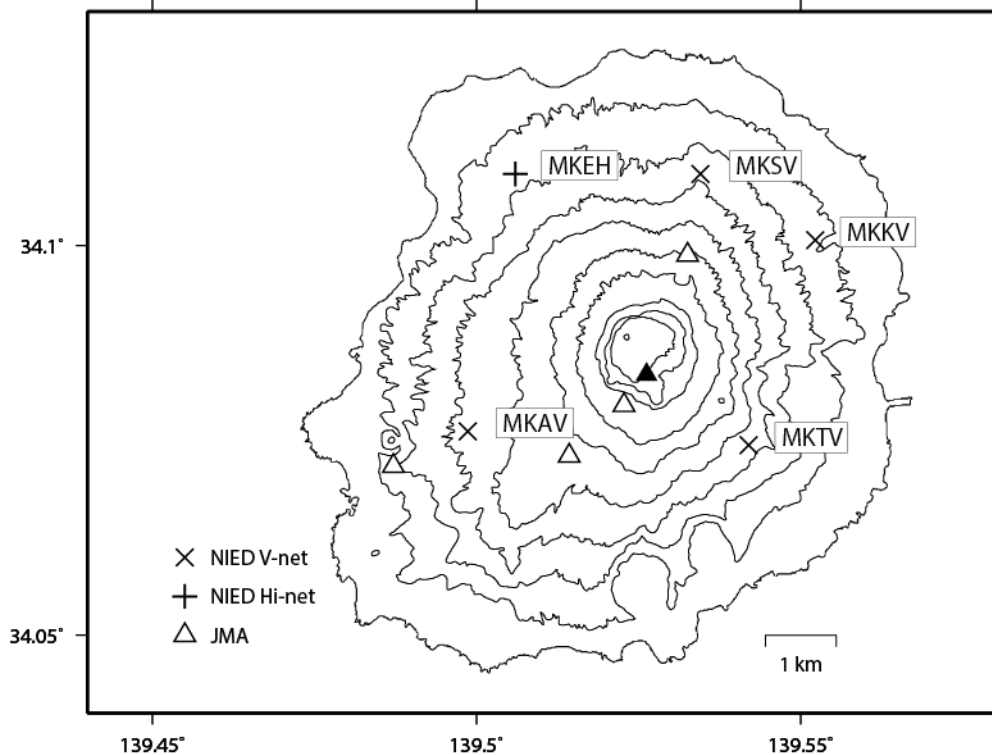
表 1. 三宅島 地殻変動源解析 期間ごとの圧力源の体積変化量

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 ～2023
モデル A	浅部圧力源 ($10^6 \times m^3$)	0.07	-0.17	0.21	0.22	0.55	0.59	0.57	0.50
	深部圧力源 ($10^6 \times m^3$)	18.0	8.8	5.3	6.7	0.0	4.6	-2.8	-1.7
モデル B	浅部圧力源 (開口量: m) (体積換算: $10^6 \times m^3$)	-0.08	-0.09	-0.03	0.10	0.19	0.23	0.10	0.03
	深部圧力源 ($10^6 \times m^3$)	-0.12	-0.14	-0.05	0.15	0.29	0.35	0.15	0.05
	深部圧力源 ($10^6 \times m^3$)	16.8	6.7	6.6	7.4	4.1	8.2	2.0	2.7

注) 当年 1 月～翌年 1 月の解析結果。最右列は 2022 年 11 月～2023 年 11 月の解析結果。

- ・推定された体積変化量の時系列から、浅部圧力源の膨張傾向が示唆されていたが、2022 年以降は膨張量が減少している。
- ・GNSS 連続観測データによる変化（図 1 ⑥⑦）から、深部圧力源が 2022 年以降収縮とするモデルAより、膨張が継続しているモデルBの方がより確からしい。ただし、深部圧力源の膨張量も 2022 年以降減少している可能性がある。

三宅島の火山活動について



この地図の作成にあたっては、国土地理院基盤地図情報
数値地図10mメッシュ（標高）を使用した。

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。

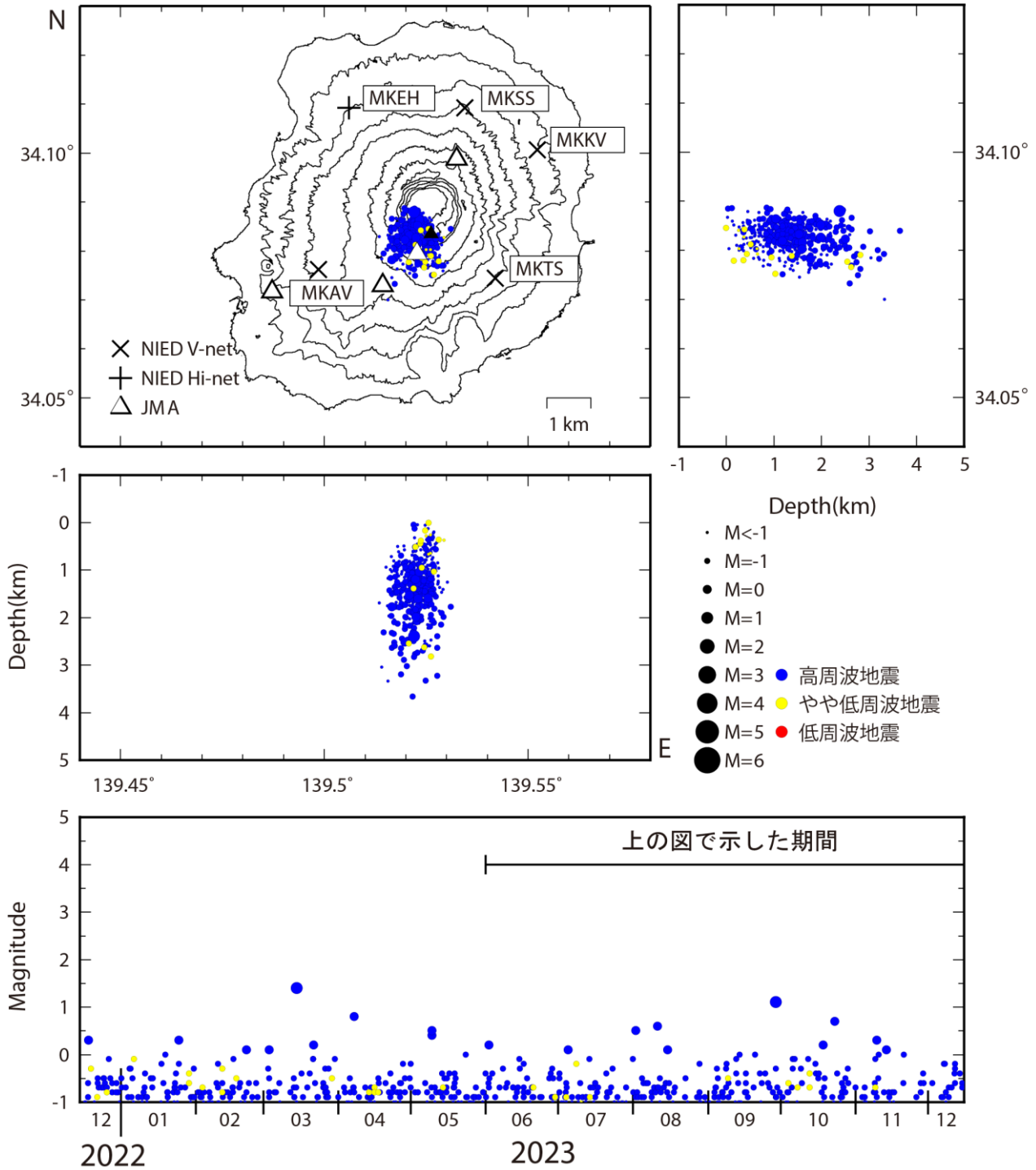
- MKAV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、磁力計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
- MKTV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、GNSS
- MKKV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、磁力計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
- MKSV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計
- MKEH=地震計（短周期）、傾斜計、雨量計、GNSS

資料概要

○ 地殻変動と地震活動

島内の地震活動の減少が、2016年9月から継続している（図1）。島の中腹の4か所のGNSS観測点間では、2015年末以降、基線長の伸びが観測されている。（図3、図4）傾斜計（図2）には、地震活動やGNSS観測の基線長変化に対応する変動は認められない。

三宅島の地震活動 (2023/6/1~2023/12/15)



震源決定には、気象庁の観測点（位置は図中）も使用した。
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 10mメッシュ（火山標高）を使用した。

図 1 三宅島の地震活動 (2023/6/1~2023/12/15)

三宅島の傾斜変動 (2008/1/1~2023/12/31)

三宅島の傾斜変動 (2023/6/1~2023/12/31)

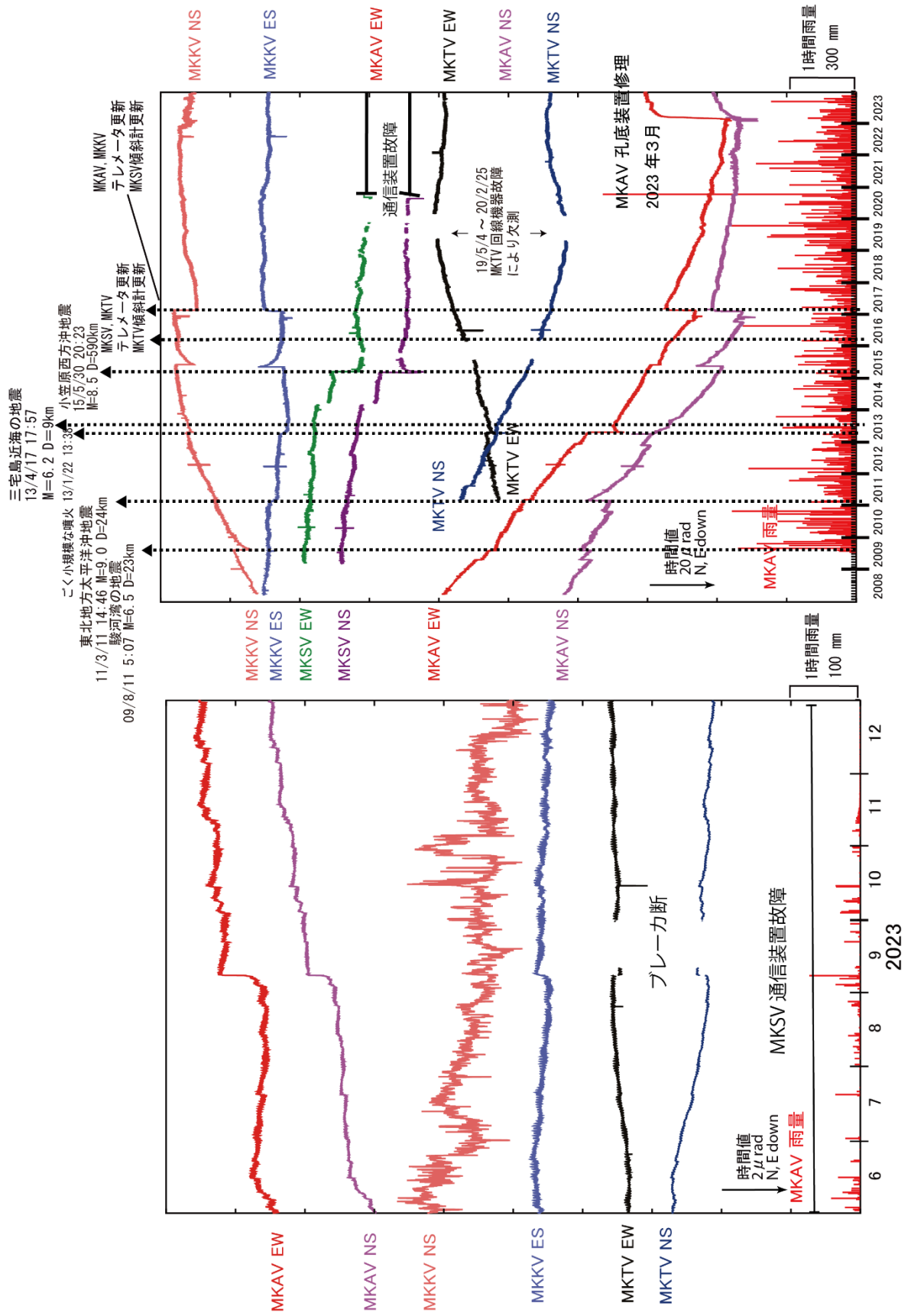
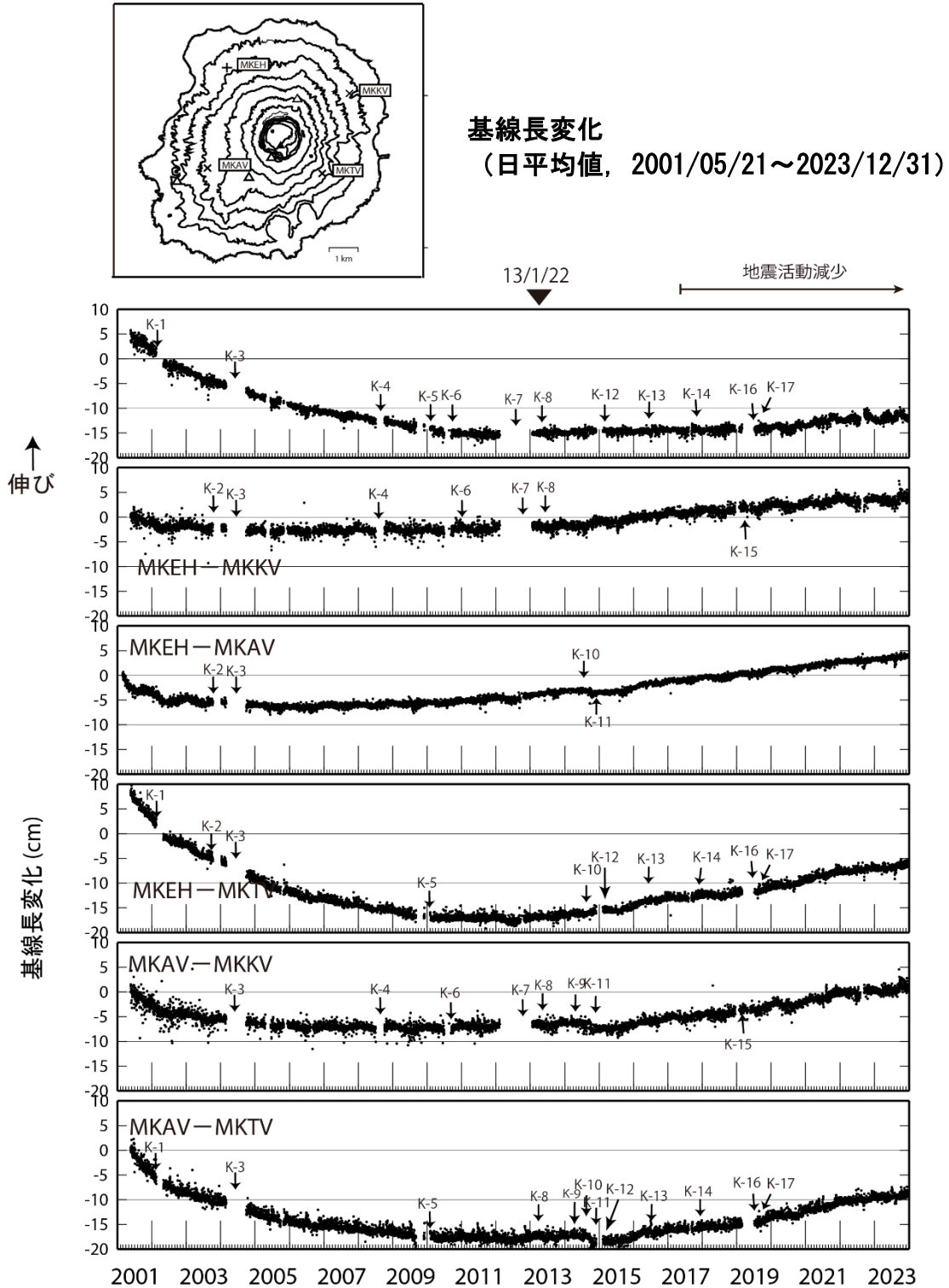


図 2 三宅島の傾斜変動

三宅島の GNSS 観測結果



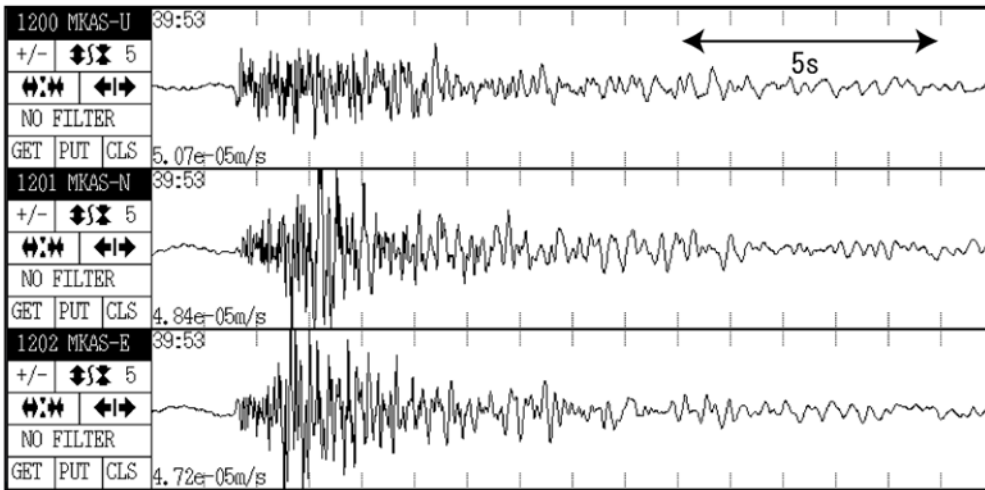
▼13/1/22 ごく小規模な噴火
 この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 10mメッシュ (火山標高) を使用

図 3 三宅島の GNSS 観測結果

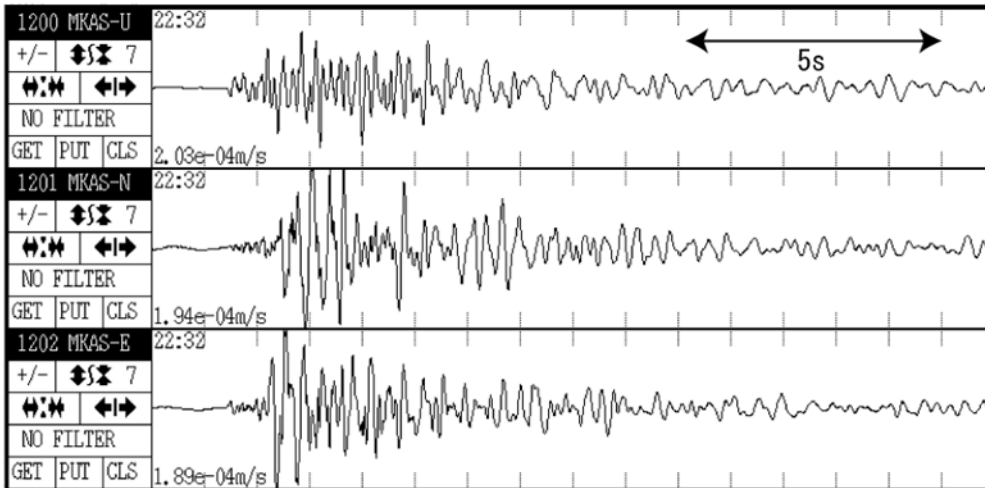
表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
0441	三宅神着 (MKKV)		2001/5/21	1周波観測開始
			2005/4/21~2005/6/15	欠測
		K-4	2008/7/4~2008/10/6	アンテナ不良の為、欠測
			2008/10/6	アンテナ交換
		K-6	2010/6/29~2010/8/25	アンテナ・通信制御ユニット不良の為、 欠測
			2010/8/25	アンテナ・通信制御ユニット交換
			2010/10/6	アンテナ交換
		K-7	2012/2/2~	アンテナ損傷の為、欠測
			2012/4/9~2012/11/5	臨時観測点観測開始
			2013/1/23	2周波機器更新
	K-8	2013/2/2	2周波観測開始	
	K-15	2018/12/21	受信機不良の為、欠測	
0442	三宅伊豆 (MKEH)		2001/2/26	1周波観測開始
		K-2	2003/10/11~2004/01/11	欠測
		K-3	2004/04/05~2004/06/19	欠測
		K-3	2004/2/1~2004/9/25	欠測及び解析結果無し
			2013/1/23	2周波機器更新
	K-8	2013/2/2	2周波観測開始	
0443	三宅阿古 (MKAV)		2001/2/27	1周波観測開始
			2013/1/23	2周波機器更新
		K-8	2013/2/2	2周波観測開始
		K-9	2014/2/17~2014/3/4	欠測
		K-10	2014/7/1~2014/9/25	アンテナ異常、9/25予備アンテナ交換により仮復帰
	K-11	2014/10/17	アンテナ交換	
0444	三宅坪田 (MKTV)		2001/5/21	1周波観測開始
		K-1	2002/2/16~2002/5/3	欠測
		K-3	2004/4/19~2004/6/19	欠測
		K-3	2004/2/1~2004/9/25	欠測及び解析結果無し
			2005/9/28~2005/10/1	欠測
			2009/8/25	アンテナ立直し
		K-5	2009/8/25~2009/8/30	欠測
		K-5	2009/9/7~2010/2/9	欠測
			2010/2/4	アンテナ立直し
			2010/3/18	センサー機器更新
			2010/3/20	アンテナ交換 (交換によるズレは補正済み)
			2010/3/24	解析の設定実施
			2013/1/23	2周波機器更新
		K-8	2013/2/2	2周波観測開始
		K-12	2014/12/3~2015/1/25	通信断
		K-13	2016/3/11~2016/5/4	通信断
		K-14	2017/8/11~2017/9/11	通信断
K-16	2019/3/1~2019/04/18	バッテリー劣化により観測停止		
K-17	2019/5/4~2019/7/26	受信機不具合により欠測		

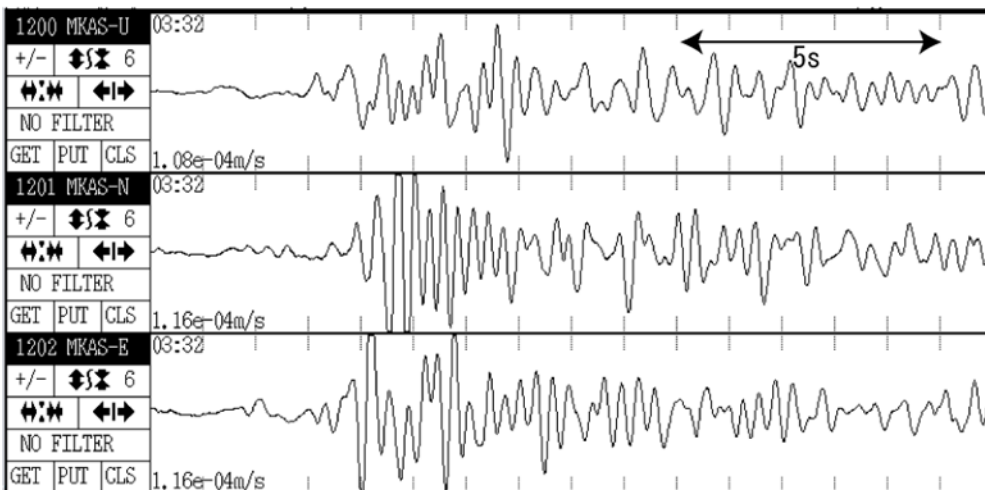
三宅島の地震波形例



高周波地震
2004/06/07
09:39



やや低周波地震
2004/5/29
19:22



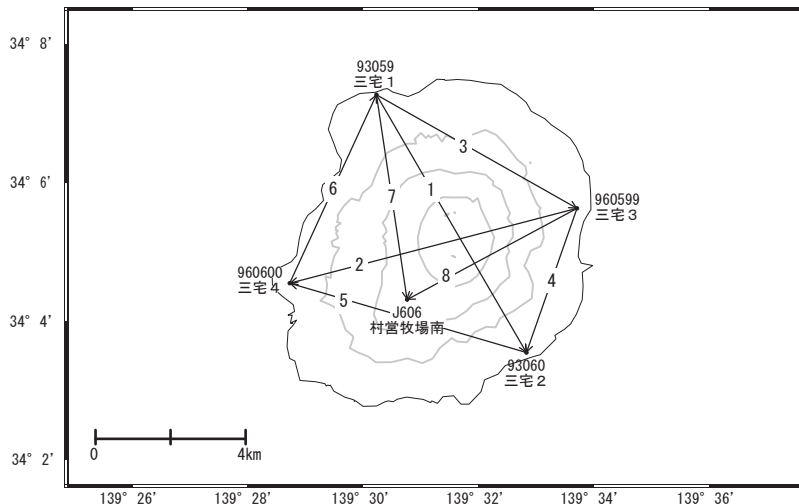
低周波地震
2004/3/7
04:03

参考図 1 三宅島の地震波形例

三宅島

三宅島島内の基線では、山体の膨張を示すわずかな伸びが見られます。

三宅島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



三宅島周辺の各観測局情報

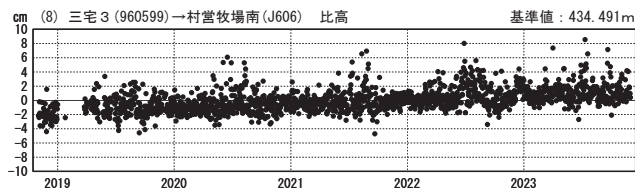
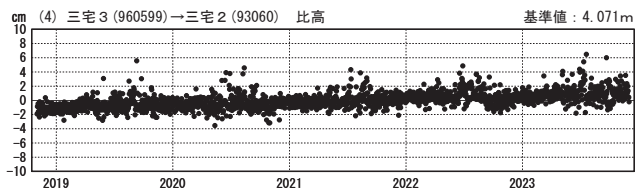
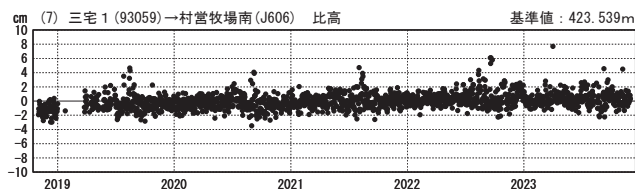
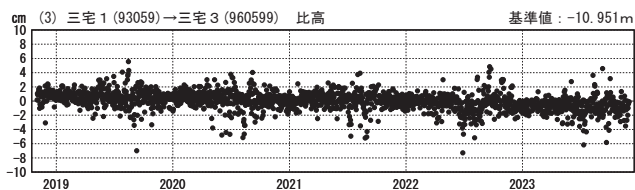
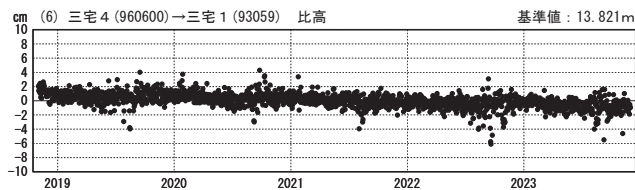
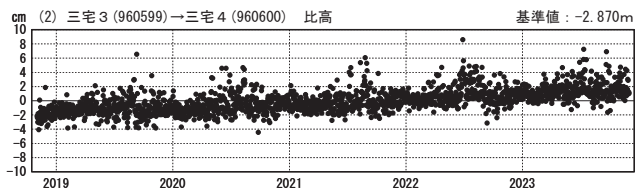
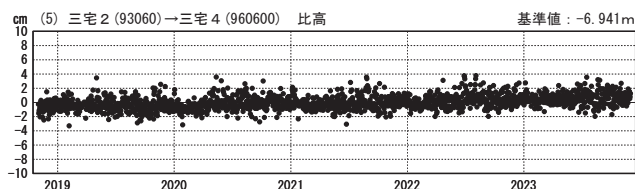
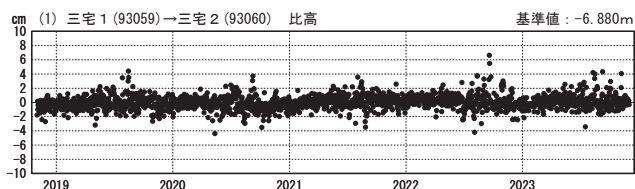
点番号	点名	日付	保守内容
93059	三宅1	2022-11-03	レドーム交換
960599	三宅3	2018-11-14	受信機更新
960600	三宅4	2020-11-19	受信機更新

比高変化グラフ (長期)

比高変化グラフ (長期)

期間: 2018-11-01~2023-11-30 JST

期間: 2018-11-01~2023-11-30 JST



●---[F5:最終解] ○---[R5:速報解]

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

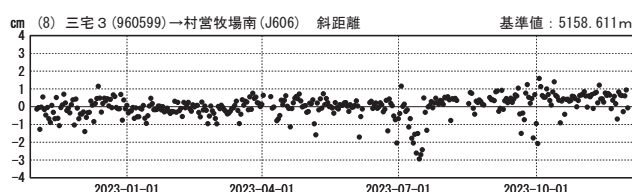
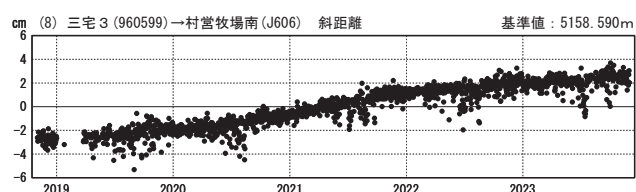
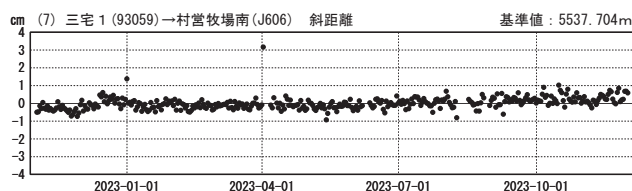
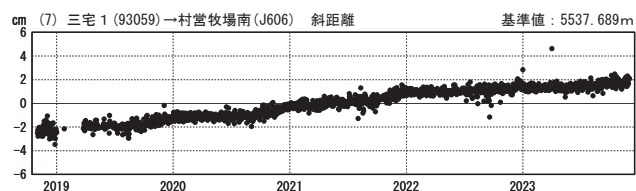
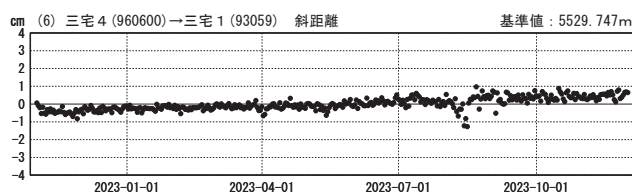
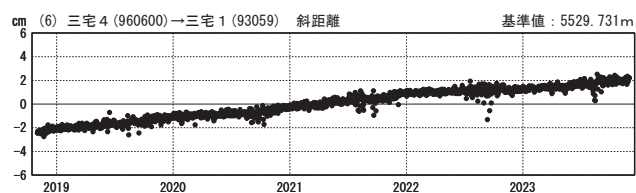
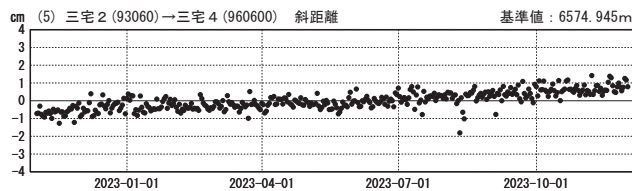
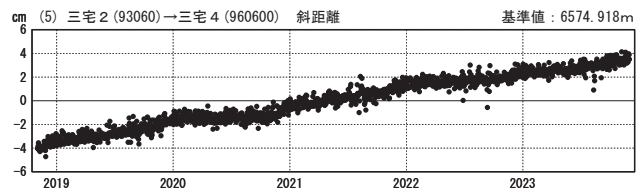
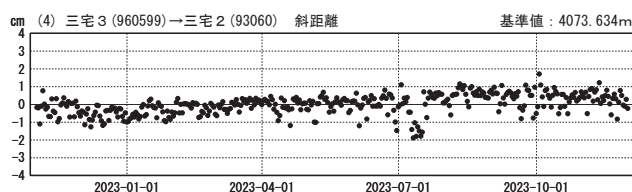
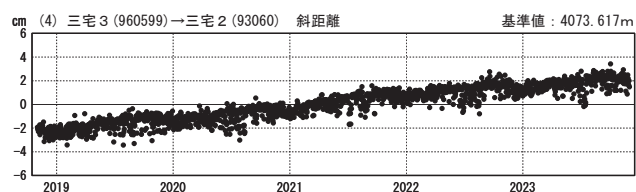
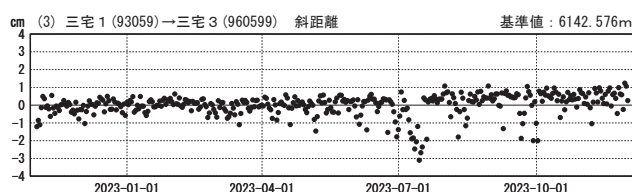
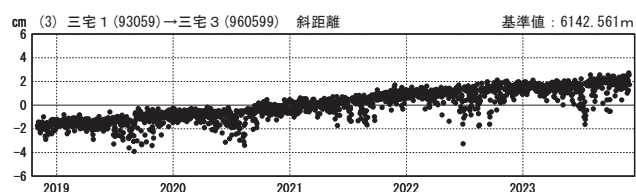
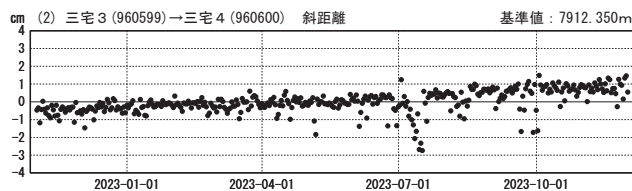
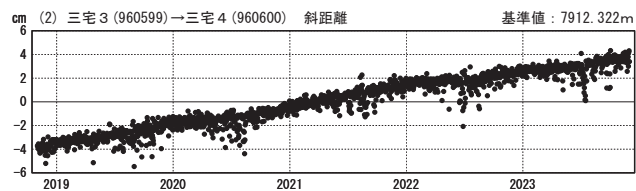
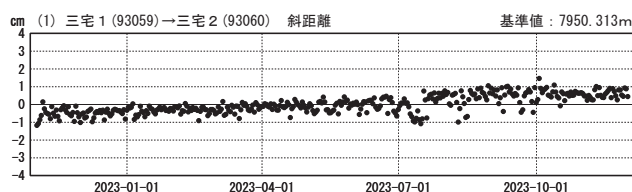
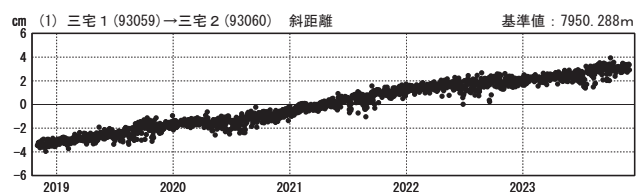
三宅島

基線変化グラフ（長期）

基線変化グラフ（短期）

期間：2018-11-01～2023-11-30 JST

期間：2022-11-01～2023-11-30 JST



●---[F5:最終解] ○---[R5:速報解]

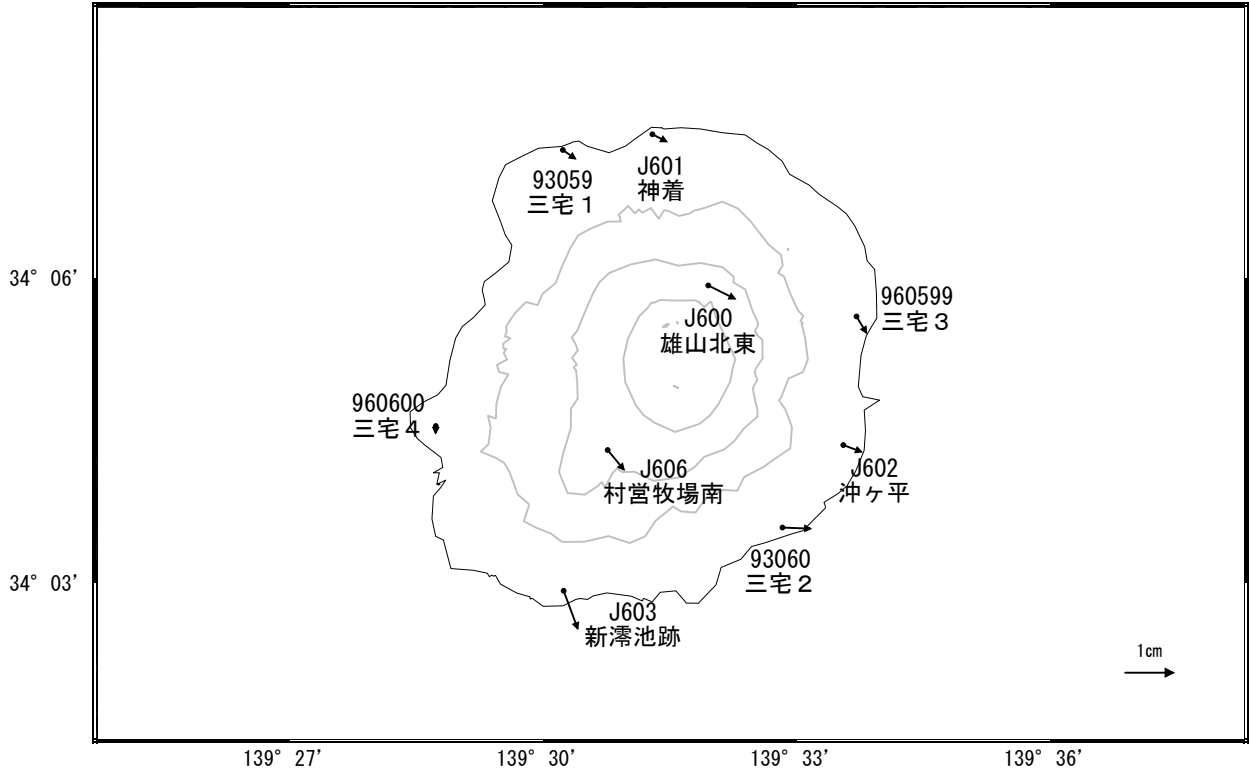
国土地理院・気象庁

※[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

三宅島

三宅島周辺の地殻変動(水平:3か月)

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]

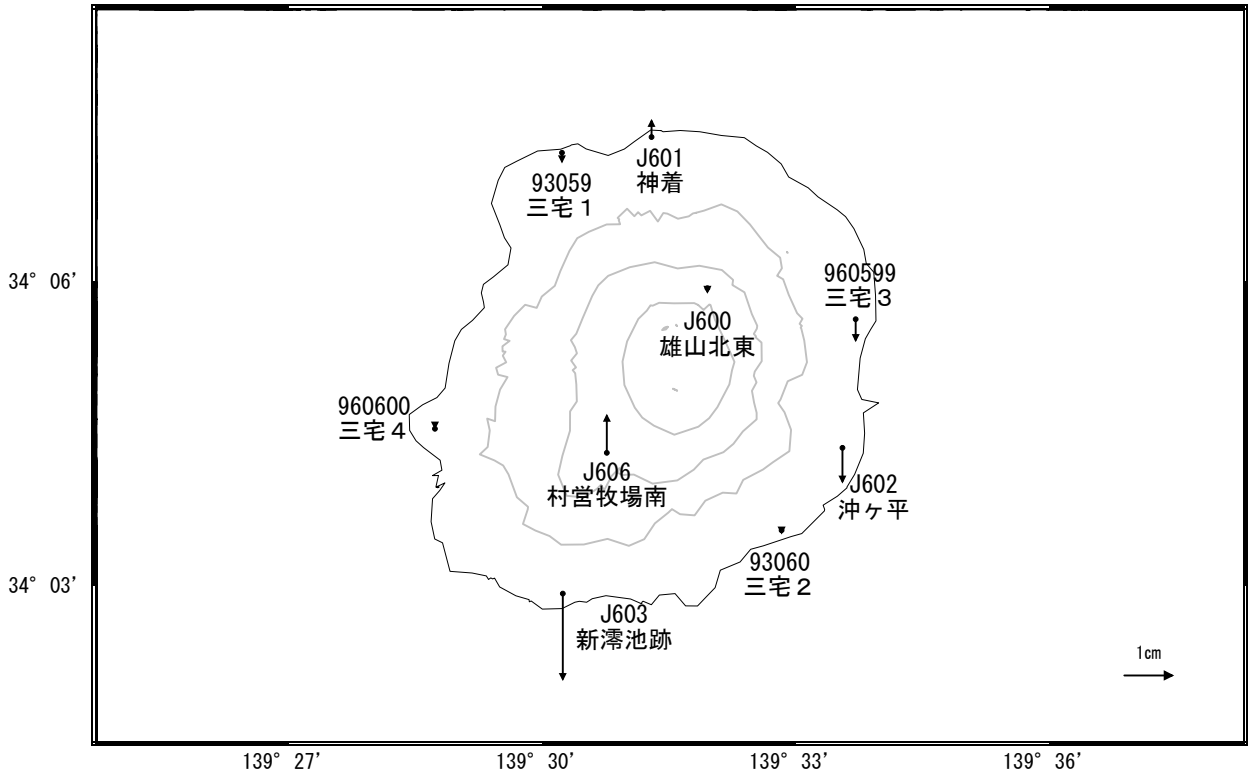


☆ 固定局:八丈(95113)

国土地理院・気象庁

三宅島周辺の地殻変動(上下:3か月)

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]

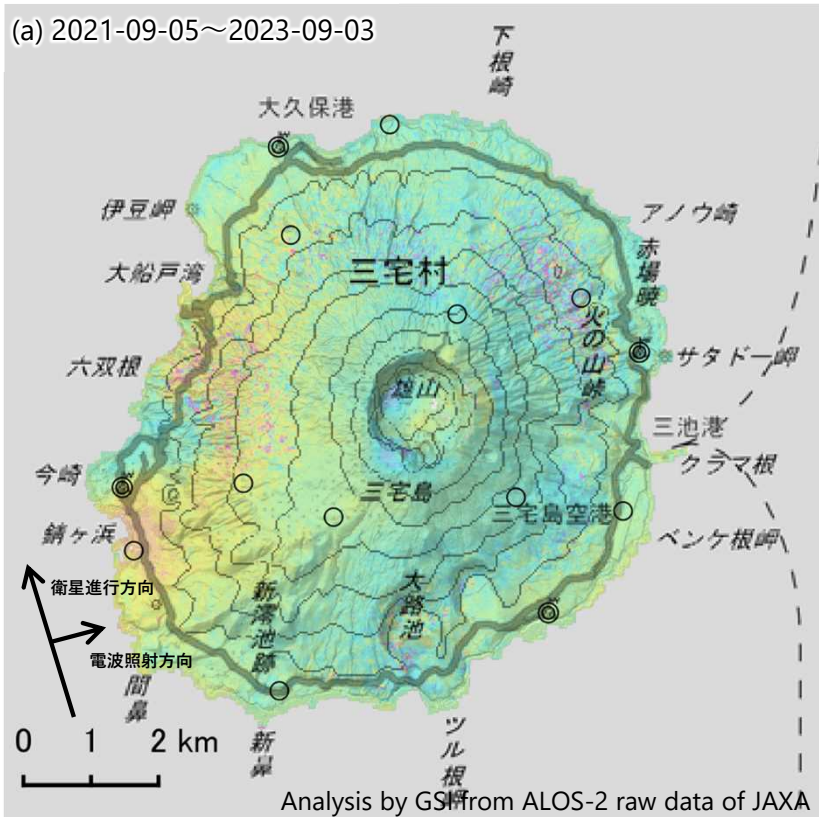


☆ 固定局:八丈(95113)

国土地理院・気象庁

三宅島の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。



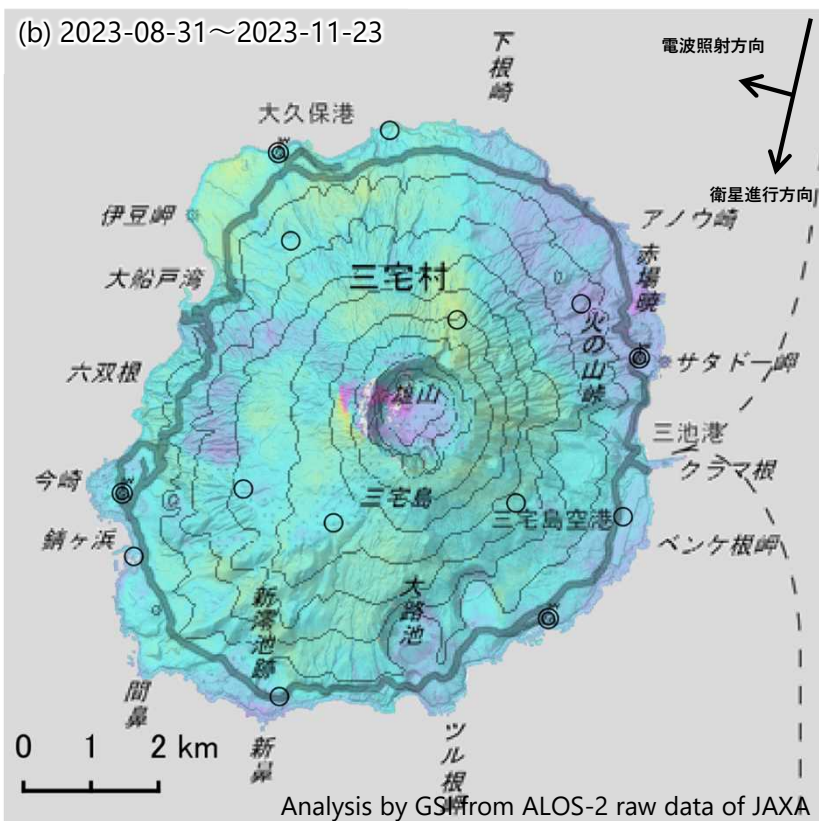
	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021-09-05 2023-09-03 23:37頃 (728日間)	2023-08-31 2023-11-23 11:44頃 (84日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	H-H	U-U
入射角	35.0°	38.6°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 125m	- 148m

* 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

近づくと遠ざかる
(隆起、西向) ← → (沈降、東向)

-12 -9 -6 -3 0 3 6 9 12
衛星—地表視線方向の変位量 [cm]



近づくと遠ざかる
(隆起、東向) ← → (沈降、西向)

-12 -9 -6 -3 0 3 6 9 12
衛星—地表視線方向の変位量 [cm]

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

八 丈 島

(2023 年 6 月～2023 年 11 月)

火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。

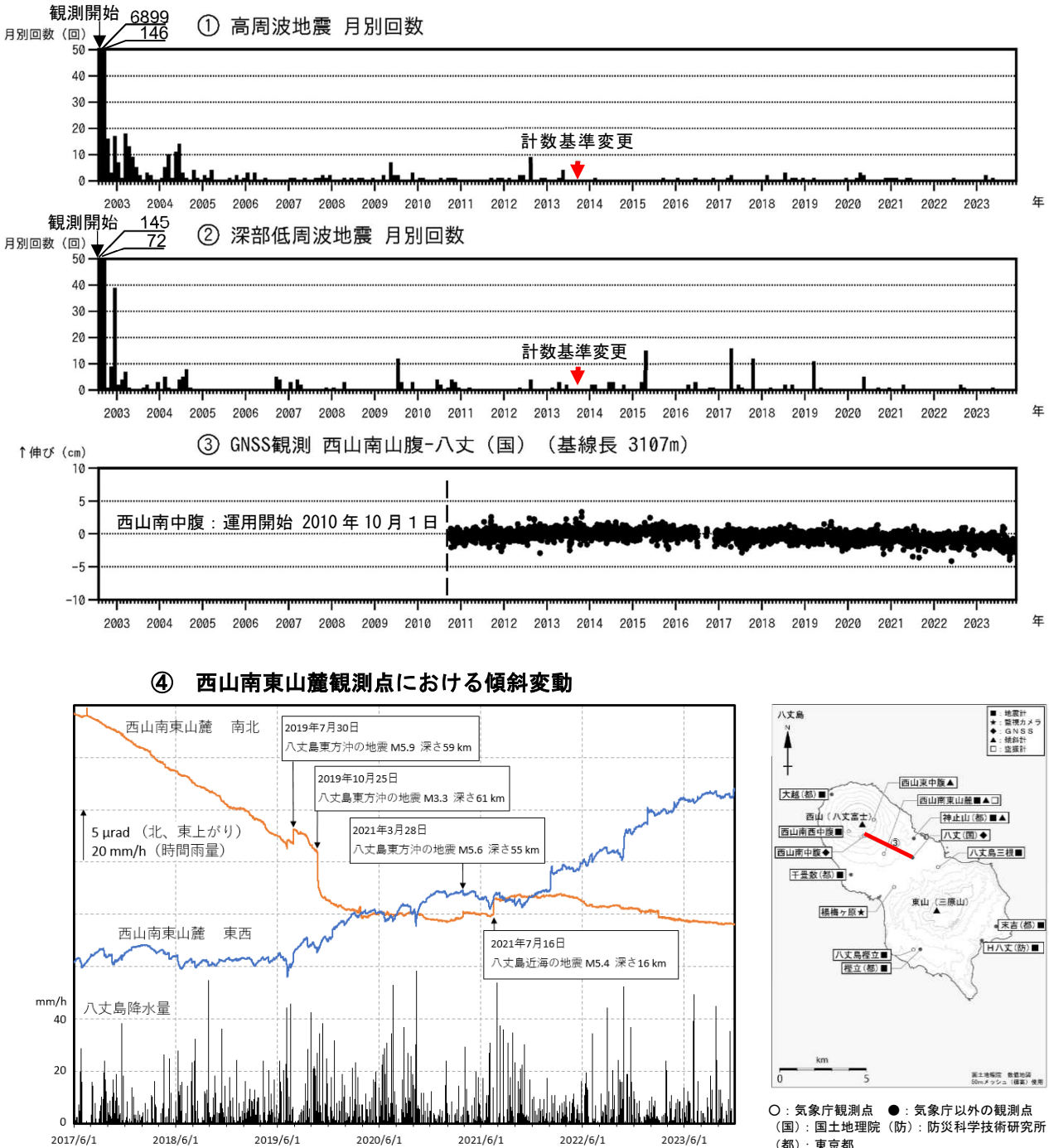


図 1 八丈島 火山活動経過図 (2002 年 8 月 13 日～2023 年 11 月 30 日)

- ①、② 月別地震回数、地震回数の計測基準は以下のとおり。
2013 年 8 月 31 日まで 八丈島三根 振幅 $5 \mu\text{m/s}$ 以上、S-P 時間 3 秒以内
2013 年 9 月 1 日 から 西山南東山麓 振幅 $2 \mu\text{m/s}$ 以上、S-P 時間 3 秒以内
- ③ GNSS 連続観測による基線長変化。(国): 国土地理院。
- ④ 西山南東山麓観測点の傾斜変動 (2017 年 6 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

- ・今期間、地震活動は低調に経過した。火山性微動は観測されていない。
- ・GNSS 連続観測および傾斜観測では、火山活動によるとみられる地殻変動は認められなかった。

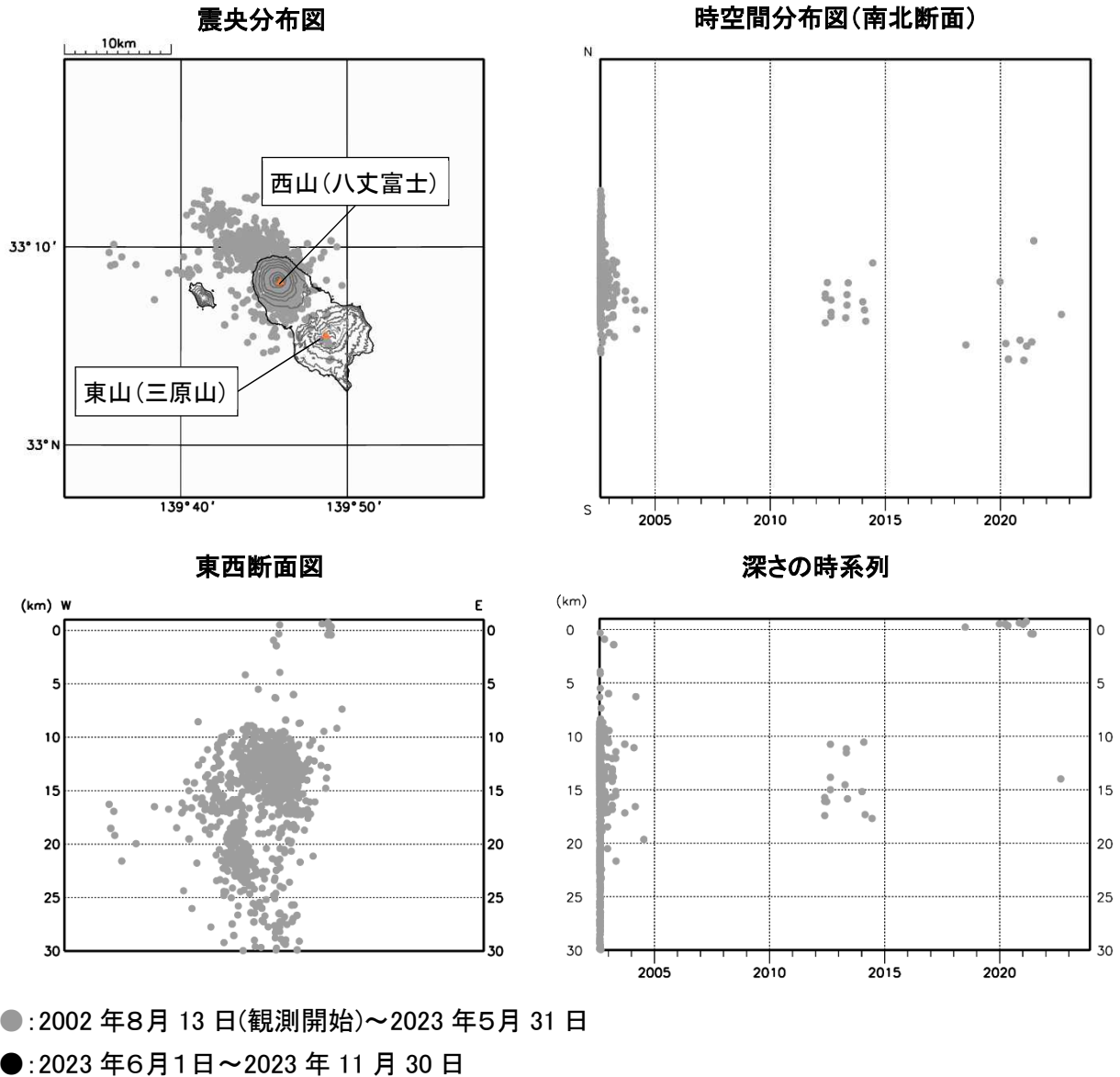


図 2 八丈島 震源分布図 (2002 年 8 月 13 日~2023 年 11 月 30 日)

- ・今期間、八丈島付近を震源とする火山性地震は観測されなかった。

青ヶ島

(2023 年 6 月～2023 年 12 月)

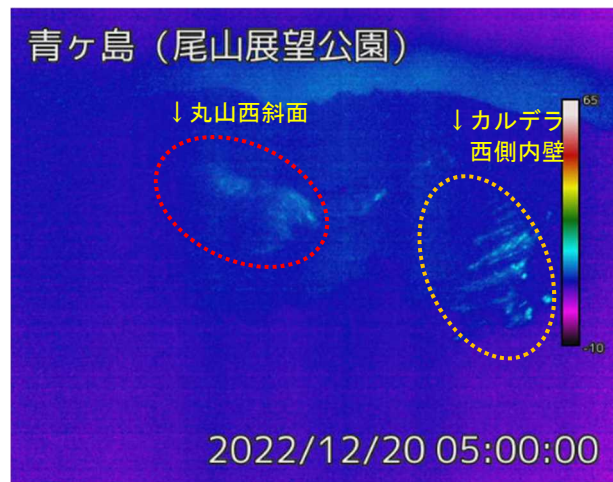
火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。



① 丸山周辺の状況 (12 月 24 日 手取山監視カメラ)



② 同 (2023 年 2 月 2 日 尾山展望公園から撮影)



③ 青ヶ島 カルデラ内の地表面温度の状況 (尾山展望公園監視カメラ)

図 1 青ヶ島 噴気など表面現象の状況

手取山監視カメラ及び尾山展望公園監視カメラ（両方とも丸山の北北西約 1 km）による観測では、噴気は認められなかった。丸山西斜面とカルデラの西側内壁に地熱域（赤点線及び黄色点線で示した範囲）が認められるが、従来と比べ地熱活動に特段の変化はみられない。

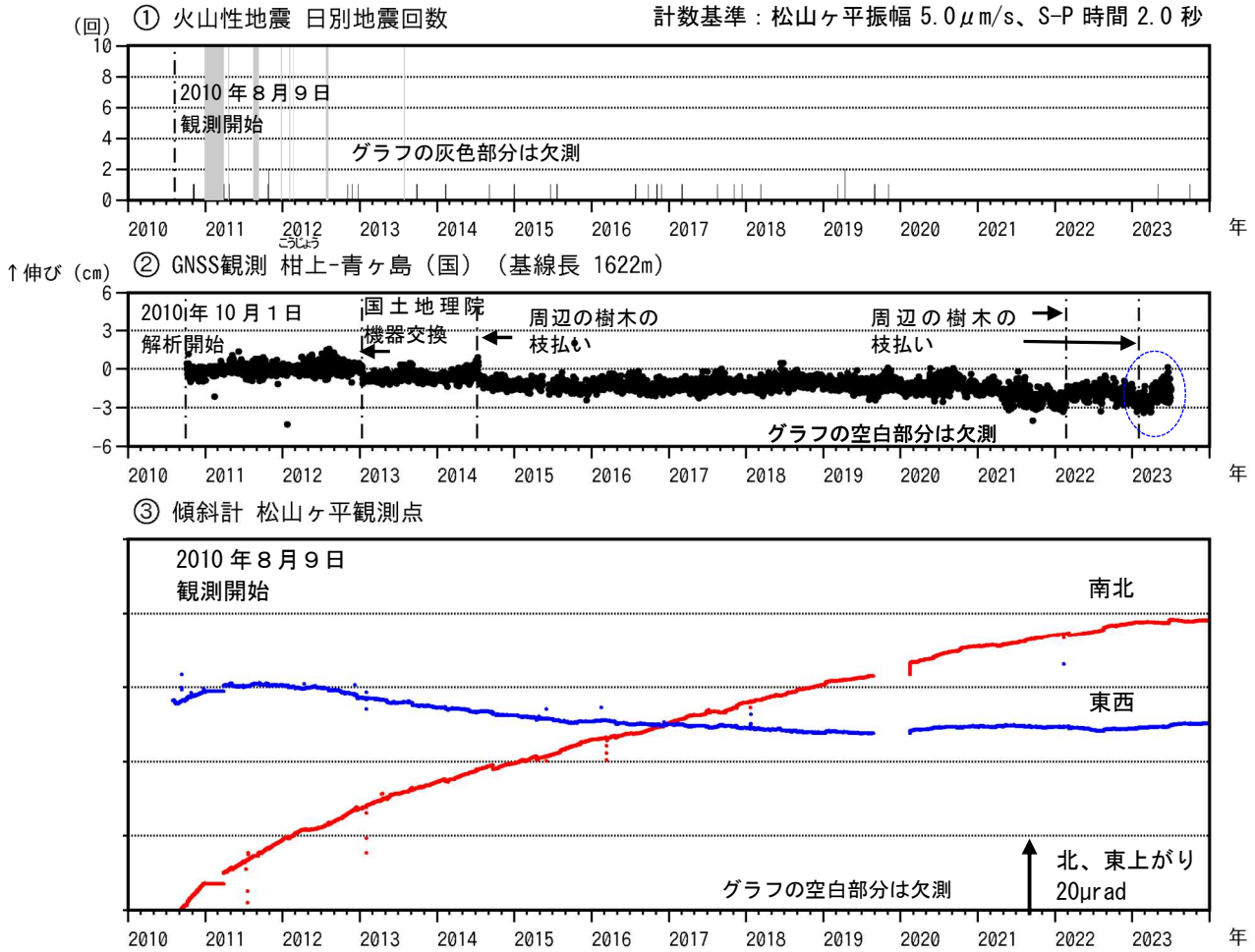
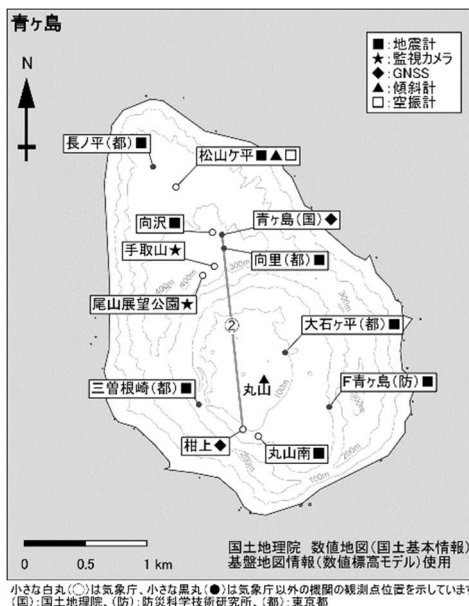


図 2 青ヶ島 活動経過図 (2010 年 1 月 1 日～2023 年 12 月 31 日)

- ① 青ヶ島付近を震源とする火山性地震は少ない状態だった。火山性微動は観測されなかった。
- ② ③ GNSS連続観測及び傾斜観測では、火山活動によるとみられる変動は認められない。青波線で囲んだ変化は原因不明だが、火山活動によるものではないと考えている。

図 3 青ヶ島 観測点配置図

GNSS基線は図 2 の②に対応している。



明神礁

○ 最近の活動について

年月日	活 動 状 況
2023/9/20	変色水域、気泡、浮遊物等の特異事象は認められなかった。
2023/10/4	

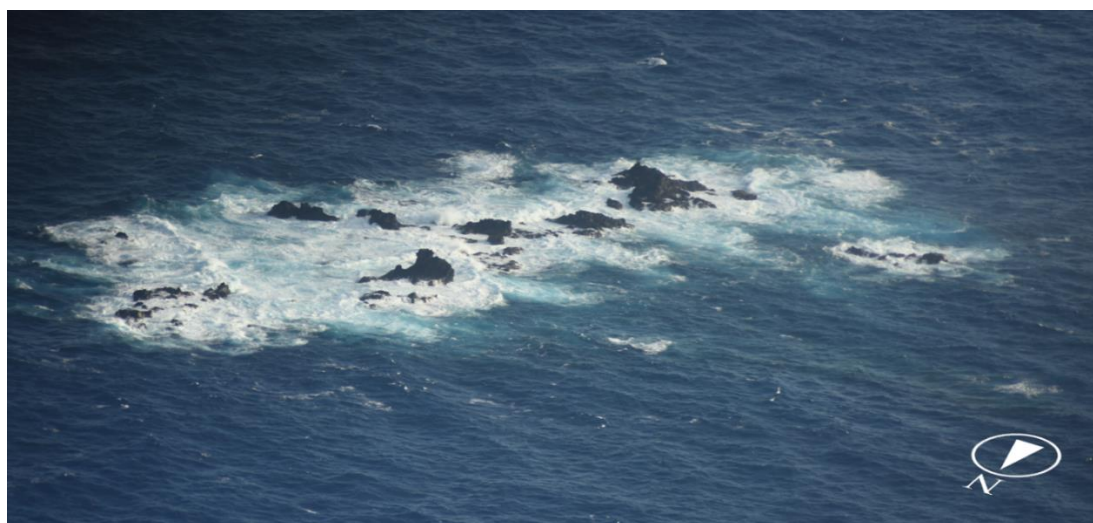
ベヨネース列岩

○ 最近の活動について

年月日	活 動 状 況
2023/9/20	変色水域、気泡、浮遊物等の特異事象は認められなかった（第 1 図）。
2023/10/4	変色水域、気泡、浮遊物等の特異事象は認められなかった（第 2 図）。



第 1 図 ベヨネース列岩 2023 年 9 月 20 日 15:16 撮影



第 2 図 ベヨネース列岩 2023 年 10 月 4 日 15:53 撮影

西之島

(2023 年 6 月～2023 年 12 月)

2022 年 10 月以降、しばしば噴火が観測されており、気象衛星ひまわりの観測でも、2022 年 10 月、2023 年 4 月、7 月に噴火が確認されている。比較的活発な火山活動は継続していると考えられ、今後、火山活動のさらなる活発化も否定できない。

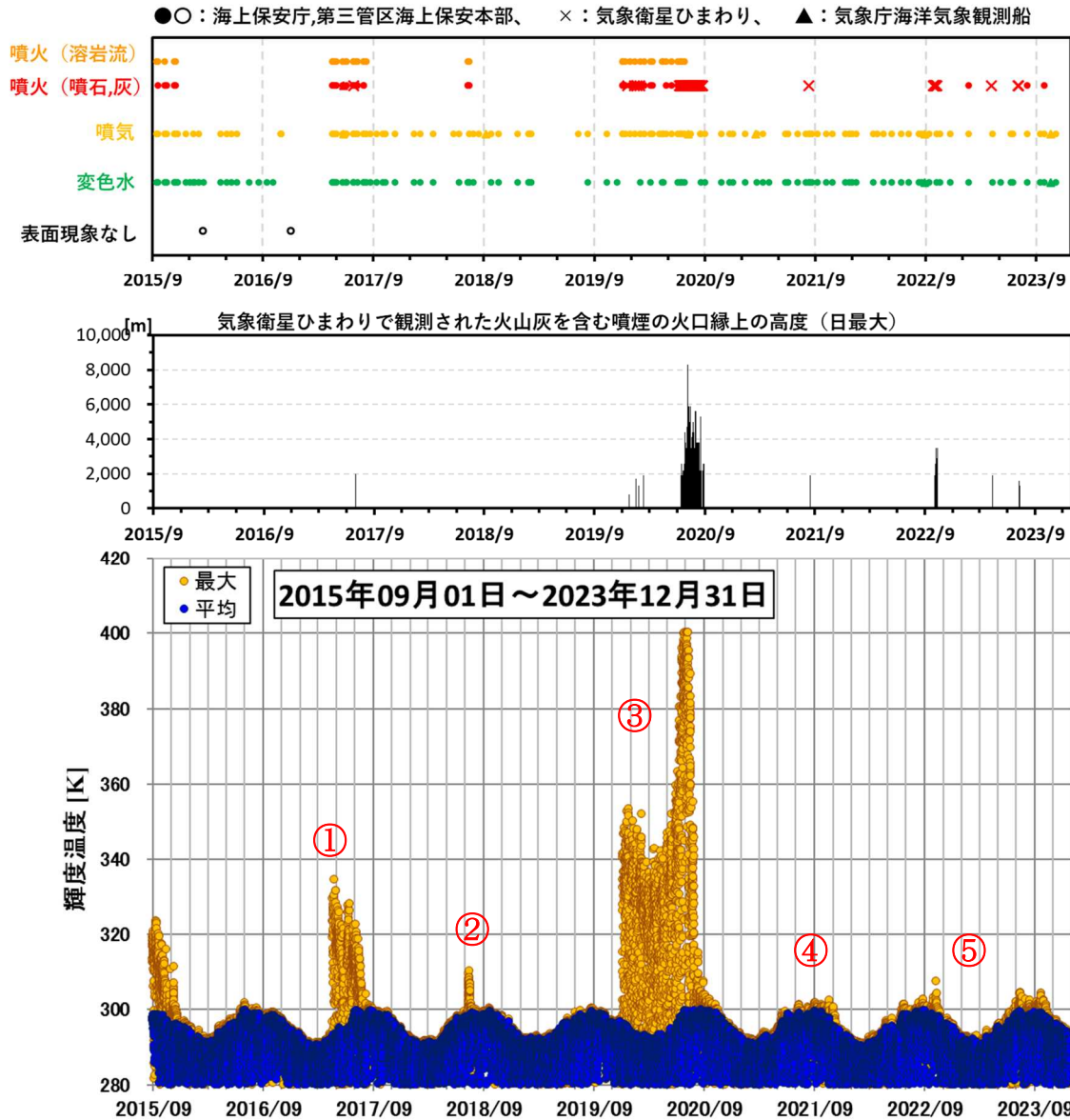


図 1 西之島 気象衛星ひまわりの観測による西之島付近の輝度温度の変化

と各機関の観測結果 (2015 年 9 月から 2023 年 12 月 28 日まで)

1 段目：西之島観測結果。シンボルがあるタイミングで観測が行われている。●は海上保安庁、第三管区海上保安本部の観測を、×は気象衛星ひまわりの観測を、▲は気象庁海洋気象観測船の観測をそれぞれ示す。噴気、変色水域のプロットについては、噴気の高さ・量、変色水の濃さなどの濃淡を表現できていないことに注意。

2 段目：気象衛星ひまわりで観測された火山灰を含む噴煙の火口縁上の高度の日最大値を示す。

3 段目：夜間の 1 時間ごとの輝度温度（中心波長 $3.9\mu\text{m}$ 帯、HIMAWARI-8/AHI）をプロット<アルゴリズム>西之島 (27.247°N , 140.874°E) を中心に $0.28^\circ \times 0.28^\circ$ の範囲 ($15 \times 15 = 225$ 格子点) を抽出。島を含む画素とその周辺 224 格子点の輝度温度について平均値を算出。島の周辺の平均値はバックグラウンドとみなしている。

①~⑤は噴火活動期間を示す（表 1 参照）。

- ・ 2022 年 10 月以降、しばしば噴火が観測されている。
- ・ 2023 年 3 月中旬から 10 月中旬にかけて、西之島付近で周辺に比べて輝度温度が高い傾向が認められるものの（3 月から 7 月にかけては年周変化の可能性、図 2 参照）、2019 年 12 月から 2020 年 8 月の期間に見られたような溶岩流出に伴う輝度温度の上昇と比較するとその温度は低い。

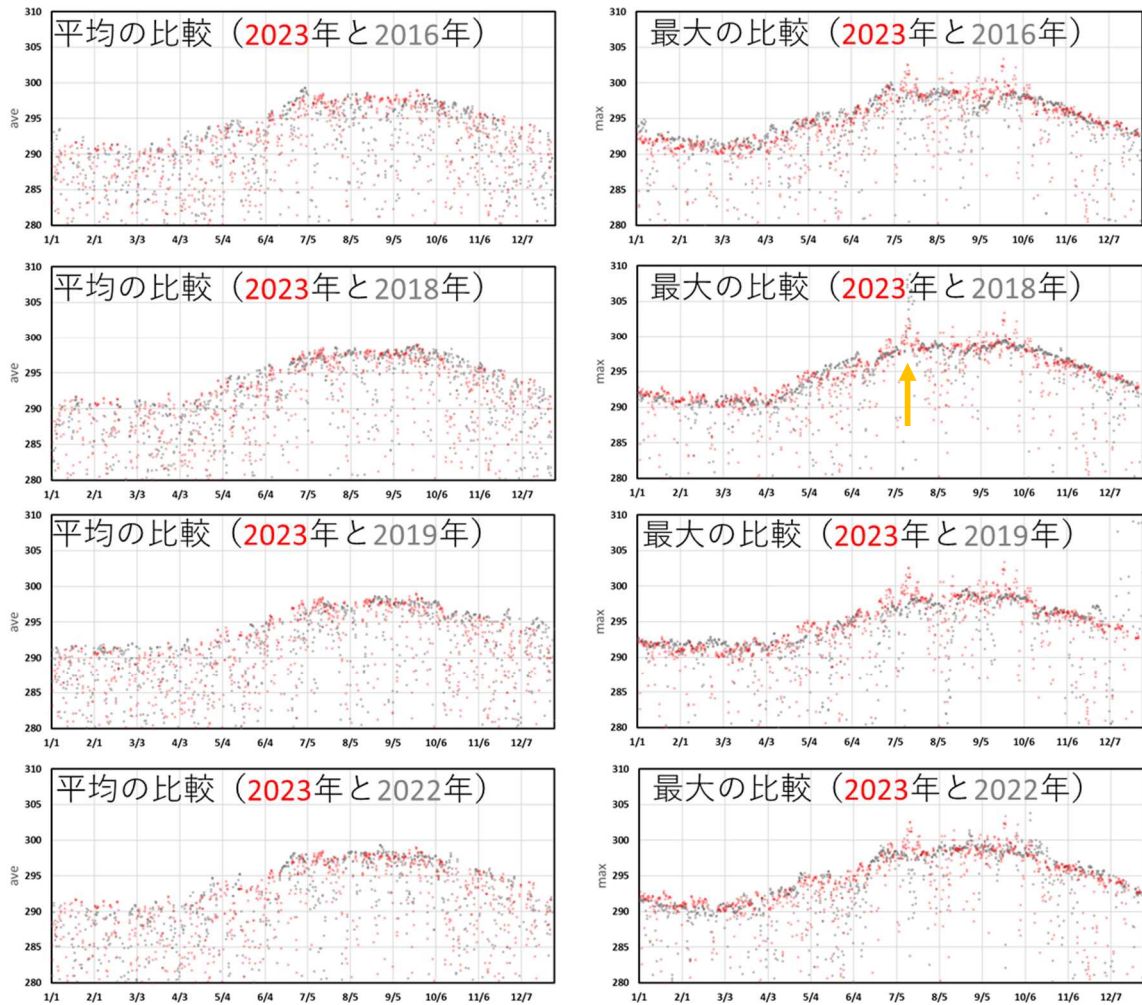


図 2 西之島 気象衛星ひまわりの観測による西之島付近の輝度温度の過去との比較
大規模な溶岩流出がみられない比較的火山活動が穏やかな期間（2016, 2018, 2019 年、ただし（2018 年 7 月、2019 年 12 月は溶岩流出あり））、昨年（2022 年）と、2023 年の輝度温度の最大と平均の推移（図 1 の三段目の黄色、青色プロットに対応）を比較した。

- ・ 穏やかな期間と比較すると、平均はどの期間でもほぼ同様に推移しているにもかかわらず、最大値は 2023 年 7 月から 10 月にかけて若干高いときがあり、わずかではあるが高く推移した可能性がある。
- ・ 7 月から 10 月にかけての輝度温度の最大は、比較的穏やかな期間では、300K をほぼ超えない状態で推移したが、2023 年 7 月から 10 月ではわずかながら 300K を超えている。しかしながら、2018 年 7 月の小規模な溶岩流出時（図中橙矢印）の最大を超えるような状態ではない。

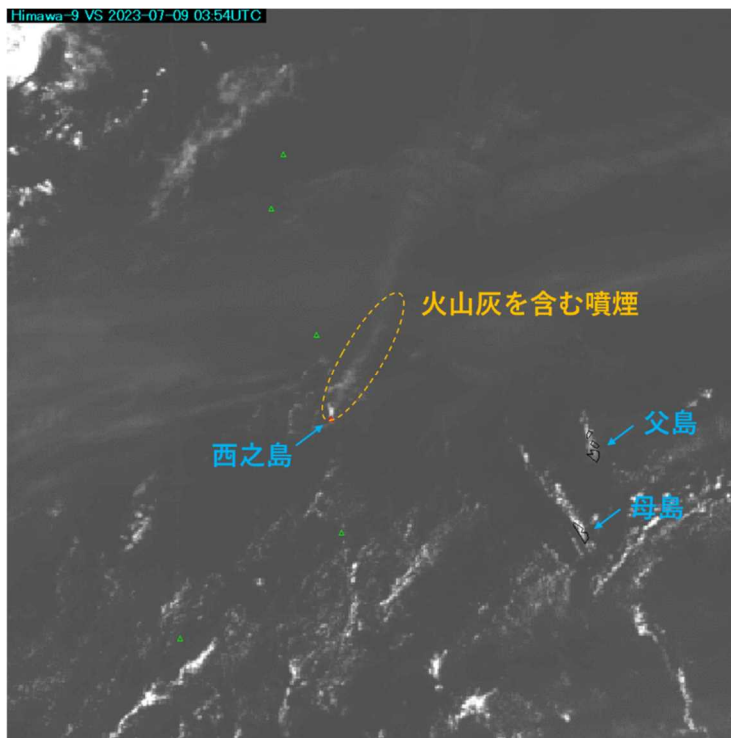


図3 西之島 気象衛星ひまわりで観測された火山灰を含む噴煙
(2023年7月9日12時54分頃の観測)

- ・2023年7月9日から10日にかけて、気象衛星ひまわりにより噴火が確認された。最大噴煙高度は火口縁上1,600mであった。



(a) (b) 噴火は認められなかったが、火砕丘中央部から白色噴気が上がっていた。また、前回(2022年9月2日)の観測と比較して、噴気活動に勢いは感じられなかった。

(c) (d) (e) 火砕丘北部と東部の中腹(赤破線)において白色噴気が上がっていたほか、島の北西～南西～南東海岸から約5 km付近まで薄い変色水が確認された。

図4 西之島 2023年10月26日の西之島の状況(海洋気象観測船「啓風丸」観測)

表 1 西之島 図 1 に示す 5 つの噴火活動期間における主な観測結果

噴火活動期間	観測結果
① 2017 年 4 月 ～ 2017 年 8 月	<p>1) 旧島に設置した地震計及び空振計のデータから、4 月 18 日に噴火が発生したと推定される[1]。</p> <p>2) 気象衛星ひまわりによる観測で、4 月 19 日夜から西之島付近の地表面温度の急上昇を確認[2]。</p> <p>3) 4 月 20 日に上空からの観測により噴火が確認され、8 月まで噴火を継続[3]。</p>
② 2018 年 7 月	<p>1) 12 日に上空からの観測により噴火を確認。30 日以降、噴火は観測されず[3]。</p> <p>2) 噴火活動に伴い輝度温度の上昇が認められたが、7 月下旬以降、輝度温度は噴火前のレベルまで戻る[4]。</p>
③ 2019 年 12 月 ～ 2020 年 7 月	<p>1) 旧島に設置した地震計及び空振計のデータから、2019 年 12 月 5 日に噴火が発生したと推定される[5]。同日には気象衛星ひまわりによる観測で西之島付近の輝度温度の急上昇を確認[6]。</p> <p>2) 2019 年 12 月 6 日に上空からの観測により噴火を確認[3]。</p> <p>3) 流出した溶岩の海への流入による海岸線の変化（陸域拡大）がしばしば確認される[3][7]。</p> <p>4) 2020 年 7 月 20 日に上空からの観測により噴火を確認。以降の観測では噴火は確認されていない[3]。</p>
④ 2021 年 8 月 ～ 2022 年 9 月頃	<p>1) 2021 年 8 月 14 日に気象衛星ひまわりにより噴火を検知。その後、周囲と比較して、西之島付近の輝度温度にわずかに高い傾向が認められた[8]。</p>
⑤ 2022 年 10 月 ～ 2023 年 12 月	<p>1) 2022 年 10 月 1 日から 10 月 12 日にかけて、気象衛星ひまわりによる観測で噴火を確認[9]。</p> <p>2) 2022 年 10 月 12 日の上空からの観測では、海岸線全周に溶岩流は認められなかった[3]。</p> <p>3) 2023 年 4 月 11 日、気象衛星ひまわりによる観測で噴火を確認[10]。</p> <p>4) 2023 年 7 月 9 日から 10 日にかけて、気象衛星ひまわりによる観測で噴火を確認[11]。</p>

【参考文献】

- [1] 武尾実, (2017), 2017 年 4 月 18 日からの西之島の噴火活動について. (<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/eq/1889/#20170418>) .
- [2] 気象庁地震火山部火山監視・警報センター, (2018), 西之島の火山活動 (2017 年 1 月～2017 年 5 月). 火山噴火予知連絡会会報第 127 号, p174. (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/Report/127/kaiho_127_27.pdf).
- [3] 海上保安庁海洋情報部, 海域火山データベース. (<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/kaiyo18-2.htm>)
- [4] 気象庁地震火山部火山監視・警報センター, (2019), 西之島の火山活動 (2018 年 6 月～9 月). 火山噴火予知連絡会会報第 131 号, p219. (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/Report/131/kaiho_131_27.pdf)
- [5] 大湊隆雄, 【研究速報】西之島 2019 年～2020 年活動の観測. (<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/news/11621/>).
- [6] 気象庁地震火山部火山監視・警報センター, 西之島の火山活動解説資料 (令和元年 12 月). (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/tokyo/19m12/326_19m12.pdf).
- [7] 国土地理院, 西之島のだいち 2 号 SAR データ解析結果 (2019 年 11 月 22 日～2020 年 10 月 9 日). (https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R1_nishinoshima.html).
- [8] 気象庁地震火山部火山監視・警報センター, 西之島の火山活動解説資料 (令和 3 年 8 月). (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/tokyo/21m08/326_21m08.pdf).
- [9] 気象庁地震火山部火山監視・警報センター, 西之島の火山活動解説資料 (令和 4 年 10 月). (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/tokyo/22m10/326_22m10.pdf).
- [10] 気象庁地震火山部火山監視・警報センター, 西之島の火山活動解説資料 (令和 5 年 4 月). (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/tokyo/23m04/326_23m04.pdf).
- [11] 気象庁地震火山部火山監視・警報センター, 西之島の火山活動解説資料 (令和 5 年 7 月). (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/tokyo/23m07/326_23m07.pdf).

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島の地形変化

中央火砕丘近傍において、火山活動に伴うと考えられる位相変化が認められるが、海岸線など陸域の地形に特段の変化はない。

1. はじめに

2023 年 6 月以降に取得された SAR (おもにスポットライト (以下, SPT という)) データを使った解析結果について報告する。

2. 解析結果

○干渉画像解析 (第 1 図) :

観測間隔は図 C, D で 14 日, それ以外は 28 日毎のペアで処理した。図 B, E では, 中央火砕丘の東部で衛星に近づく方向の変化が認められた。また, 期間を通じて中央火砕丘の北東部を中心に衛星から遠ざかる方向の変化が認められ, 図 F では, 最大約 30cm の伸長変化が確認できる。なお, 中央火砕丘付近で確認できる位相変化は処理の際に使用した地形データの影響もあるため解釈には注意が必要である。対象領域が狭いため, 対流圏遅延補正は行っていない。

○相関画像解析 (第 2 図) :

今期間の解析では, 一部中央火砕丘近傍で低相関度が認められる期間があるが, 期間を通じて概ね全島の的に高相関度の結果が得られた。このため, 降灰を伴うような噴火活動はなかったと考えられる。

○強度画像解析 (第 3 図) :

各ペアにおける強度画像について古い方をシアン色に, 新しい方を赤色に割り当て, 加色混合法による変化を調べた。例えば, シアン色が強調された部分は, 噴火に伴う降灰により後方散乱強度が低下した場所に相当すると考えられる。一方, 赤色が強調された場所は, 後方散乱強度が増加したことを示す。図 A において中央火砕丘の北東部で局所的にシアン色が支配的な部分が認められるが, 他の期間においては, 海岸線の変化を含め特段の変化はない。

○活動経過図 (第 4 図) :

ALOS-2 の観測開始以降における, 強度画像による陸域面積, 相関画像による低相関度領域, CIRC¹ および GCOMC² による温度変化の時系列結果を示す。強度画像から読み取った陸域面積は, 2020 年 8 月をピークに微減状態が続いていたが, 2023 年はやや微増に転じたものの大きな変化はない。

(2024/1/26 現在)。低相関度領域の面積は, 2020 年の噴火以降, 降灰を伴う噴火や撮像間隔の長さの影響でばらつきが大きいですが, 2023 年 6 月以降は概ね 0.2km² 以下で推移している。CIRC および GCOMC による温度変化では, 2022 年 5 月頃に一度低下したが, 7 月頃に再び高まりが認められ, それ以降は大きな変化はない。

謝辞

本解析で用いた PALSAR-2 データは, 火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実

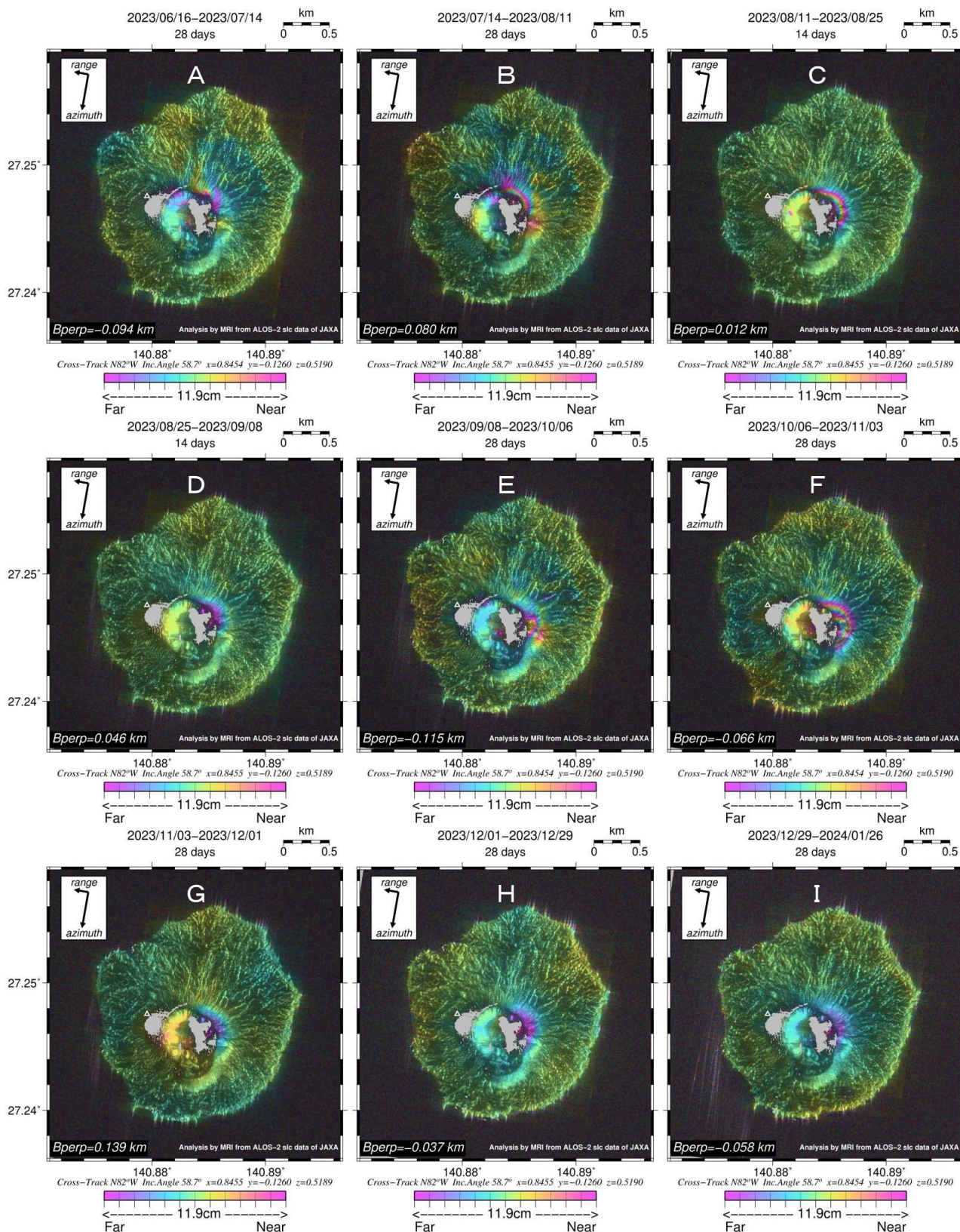
¹ 森林火災や火山などの観測を目的とした地球観測用小型赤外カメラの名称で, ALOS-2 などに搭載し運用されていたが, 2023 年 2 月末に運用終了された。

² 気候変動の観測を目的とした人工衛星 (和名: しきさい) の名称で, 多波長光学放射計を搭載している。

証実験（衛星解析グループ）に基づいて、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院技術資料 C1-No.515 から作成した地形データを使用した。本解析で用いた CIRC のデータは、JAXA の火山活動・林野火災速報システムから提供された。ここに記して御礼申し上げます。

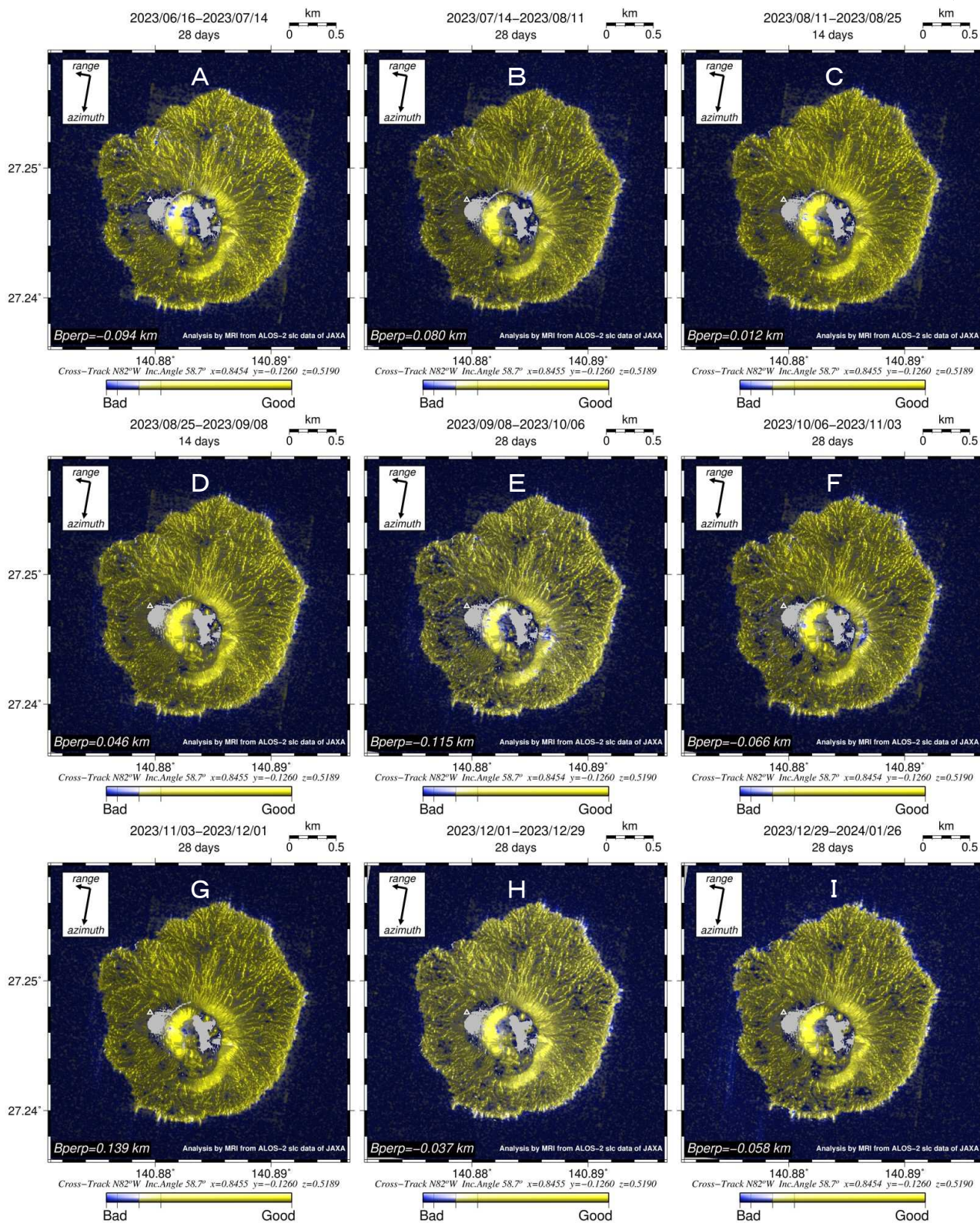
第 1 表 解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
14-3081 (SPT)	南行	右側	58.7°	2023.06.16	2023.07.14	第 1, 2, 3 図-A
				2023.07.14	2023.08.11	第 1, 2, 3 図-B
				2023.08.11	2023.08.25	第 1, 2, 3 図-C
				2023.08.25	2023.09.08	第 1, 2, 3 図-D
				2023.09.08	2023.10.06	第 1, 2, 3 図-E
				2023.10.06	2023.11.03	第 1, 2, 3 図-F
				2023.11.03	2023.12.01	第 1, 2, 3 図-G
				2023.12.01	2023.12.29	第 1, 2, 3 図-H
				2023.12.29	2024.01.26	第 1, 2, 3 図-I



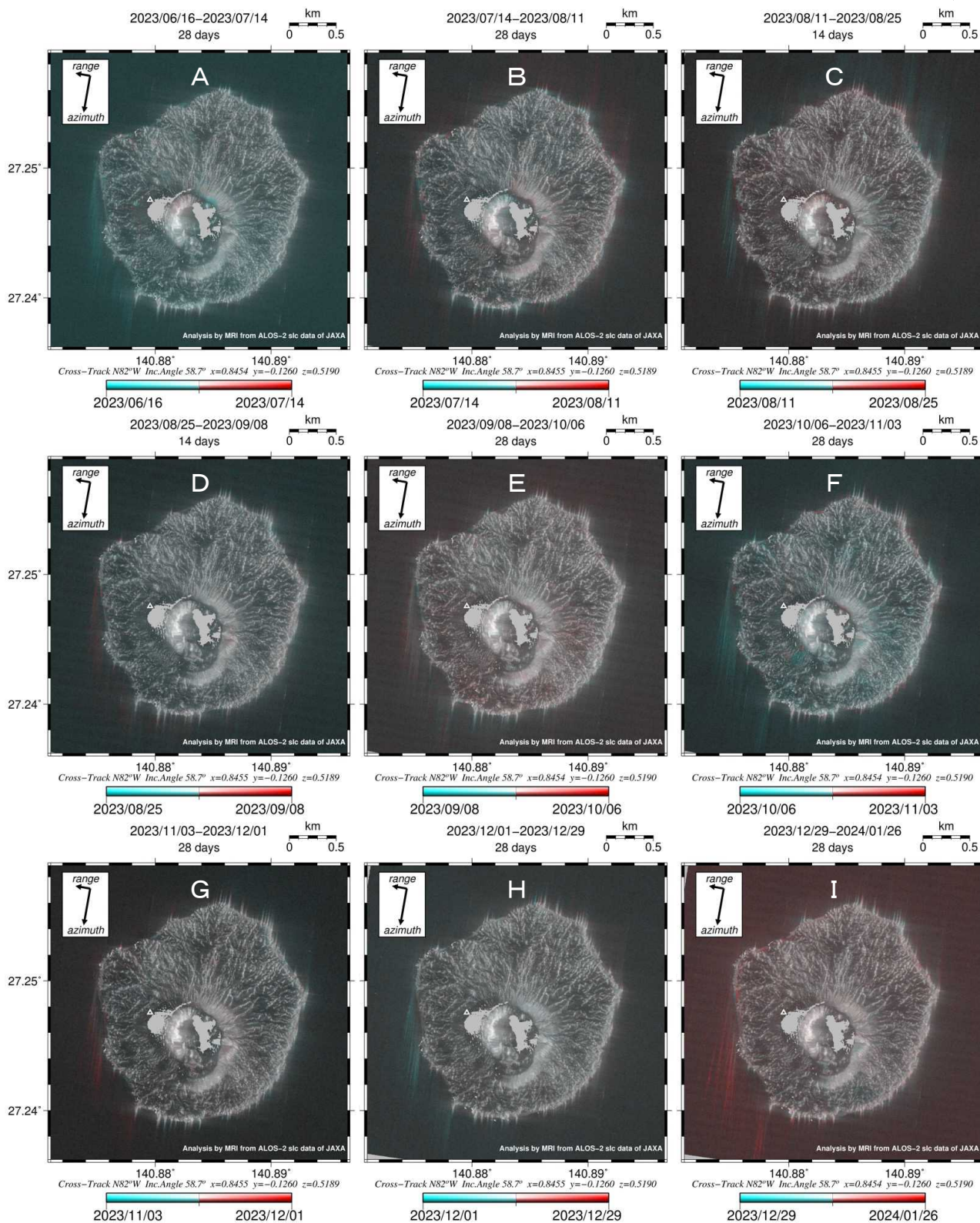
第 1 図 path14(SPT)における干渉画像

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。図 C, D は 14 日, その他は 28 日の間隔であることに注意。図 B, E では, 中央火砕丘の東部で衛星に近づく方向の変化が認められた。また, 期間を通じて中央火砕丘の北東部を中心に衛星から遠ざかる方向の変化が認められ, 図 F では, 最大約 30cm の伸長変化が確認できる。なお, 対象領域が狭いため, 対流圏遅延補正は行っていない。



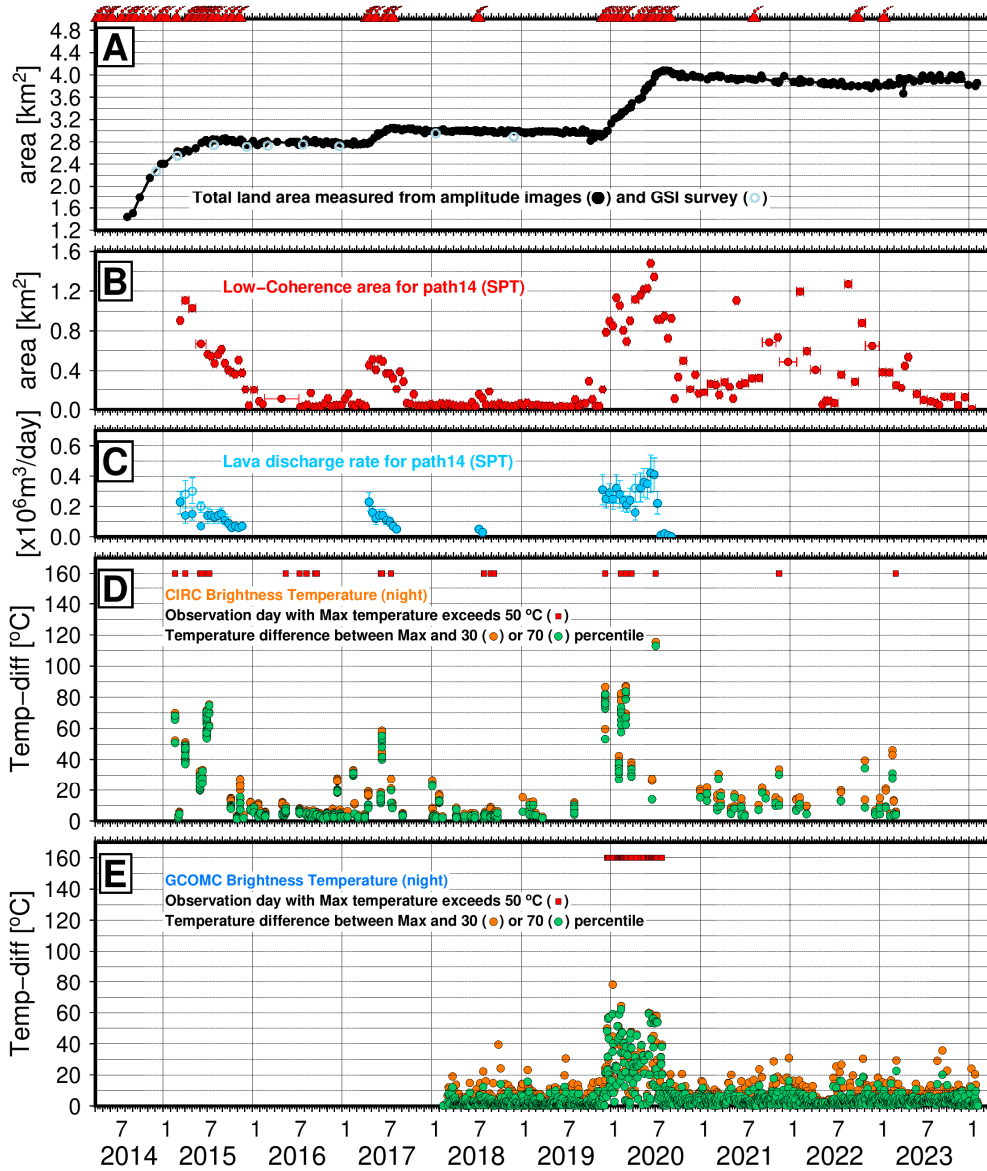
第 2 図 path14(SPT)における相関画像

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。青色部分は相関度 0.2 以下の部分を示す。一部、中央火砕丘近傍で低相関度が認められる期間があるが、概ね期間を通じて全島の的に高相関度となっている。



第 3 図 path14(SPT)における強度画像（加色混合法）

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。各ペアにおける後方散乱について、新しいデータが強い場合は赤色、古いデータが強い場合はシアン色に支配される。例えば、シアン色が支配的な場合は、降灰に伴う強度低下の可能性が考えられる。図 A において中央火砕丘の北東部で局所的にシアン色が支配的な部分が認められるが、他の期間では海岸線の変化を含め特段の変化はない。



第 4 図 A : すべてのパスの強度画像から算出した陸域面積, B : path14 の低相関度領域, C : 溶岩噴出率, D : CIRCにより検出された温度推移, E : GCOMCにより検出された温度推移
 A : 陸域面積は 2020 年中頃に比べ微減していたが, 2023 年はやや微増に転じたものの, 概ね横ばいで推移している。直近の面積は約 3.8km²程度となった (2024 年 2 月 2 日最新)。噴火マークは, 海上保安庁から火山噴火予知連絡会に報告された資料から読みとった。○は国土地理院で実施された空中写真等の計測結果による面積を示す。
 B : 概ね 2 週間毎に撮像されている Path14 を用いた低相関度領域は, 2021~2022 年は増減を繰り返したが, 2023 年 6 月以降は約 0.2km²以下で推移している。
 C : 強度画像の比較と相関画像の結果から計算した。今期間における溶岩流下はない。
 D : CIRC により観測された西之島周辺 (旧山頂から半径 3km) の温度推移 (最新データは 2023/3/8)。
 E : GCOMC により観測された西之島周辺 (旧山頂から半径 3km) の温度推移 (最新データは 2024/2/5)。
 ■は最高温度 50°C以上の観測日, ●は最高温度と 30 パーセントイル値の差分温度, ●は最高温度と 70 パーセントイル値の差分温度を示す。例えば, 最高温度 50°C以上の観測日において, 差分温度が高いほど局所的, 低いほど広範な熱異常を示しているとみなせる。

西之島の二酸化硫黄放出活動(2023年6月～2024年1月)

衛星データの解析によると、西之島では2023年10月上旬まで、活発な二酸化硫黄の放出があったが、その後は放出が見られていない。

地球観測衛星Sentinel-5*のデータを気象モデルを用いて解析**したところ、西之島では2023年10月上旬まで、10,000トン/日を超えるような二酸化硫黄の放出があった。その後は二酸化硫黄の放出は見られていない(図1、2)。

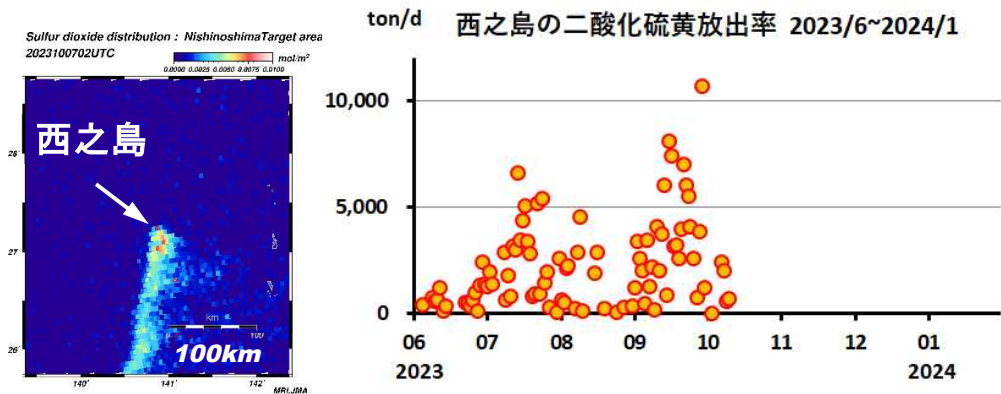


図1 衛星で検知された西之島の二酸化硫黄ガスのカラム積算量分布の例 2022年11月5日02UTC

図2 気象モデルにより見積もられた西之島からの二酸化硫黄放出率(2023年6月～2024年1月) 2023年10月上旬までは活発な放出活動だったが、その後は放出がみられない。

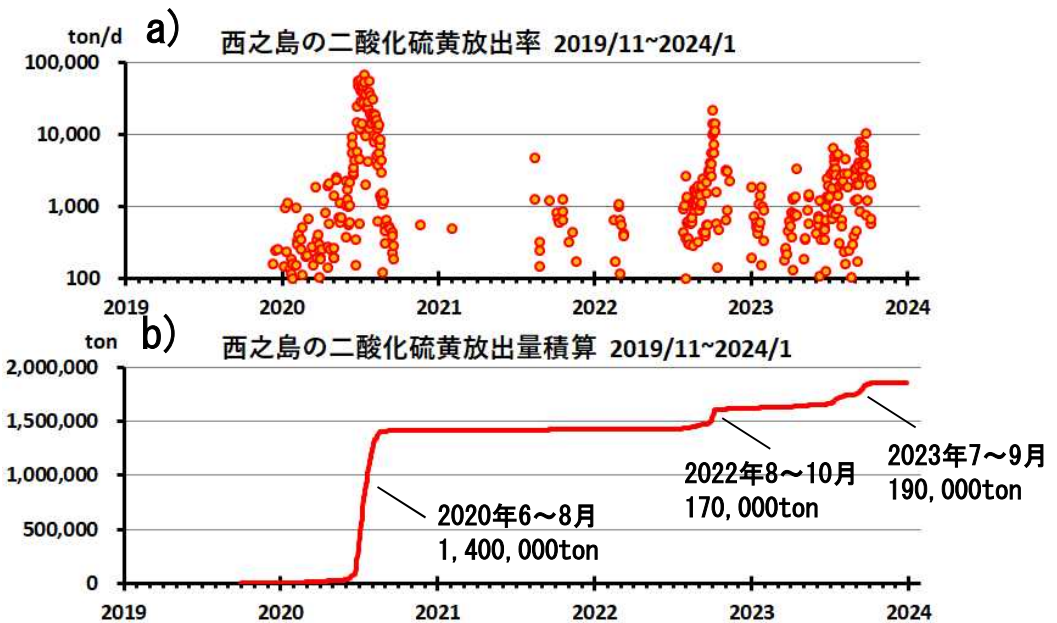


図3 気象モデルにより見積もられた西之島からの二酸化硫黄放出(2019年11月～2024年1月)

a) 二酸化硫黄放出率 b) 二酸化硫黄放出量積算

2019年11月に二酸化硫黄放出が確認され、2020年6～8月に多量の放出(約140万ton)があった。2022年8～10月や2023年7～9月にも10,000トン/日を超えるような断続的な放出が見られた。

*欧州宇宙機関(ESA)により打ち上げられた極軌道衛星で、センサーのTROPOMIにより主要な大気質の微量ガスとエアロゾルを毎日観測する(Veefkind et al., 2012)。

**衛星によって二酸化硫黄が検出された格子に配置したトレーサーに対し、気象モデル(気象庁局地解析値)を用いて後方追跡計算を行い、西之島付近に戻った格子から、1日あたりの総放出量を算出した(高木・新堀, 2023)。

西之島 2023 年 9 月の船上調査の報告

概要

2023 年 9 月中旬に船上から遠望観察やドローン調査を行った。期間中は山頂火口の噴気活動が活発で、噴煙にしばしば火山灰が混じる状態にあった。火山灰の性質は 2021 年 8 月 14 日噴火と類似していた。火砕丘斜面の浸食が進んでおり、海岸まで崩落土砂が到達した比較的規模の大きい崩壊の痕跡があった。

現地調査

環境省が実施した令和 5 年度西之島総合学術調査の際に、調査船上からの遠望観察とドローンを利用した空撮・地質試料採取を行った。現地での調査期間中（9 月 13 日～17 日）には山頂火口の噴気活動が活発で常に白色噴煙が存在していた（図 1）。噴煙の下を航行する際はしばしば少量の火山灰が降下しており、ドローン空撮の際にも火口から少量の褐色火山灰が混じった噴煙が認められる場合があった（図 2）。降灰量は火口から北西に 2～3 km 離れた海上に停泊していた際に一晩で数 g/m² 程度であった。また、噴煙には硫酸ミストを含むとみられる青白い霧状の噴煙が付随する場合があります（図 1、図 3）、噴煙が低く垂れこめていたときには船上の携行用ガス警報器で SO₂ が検出された。山腹～山麓での噴気活動も活発であったが、噴気孔は島の東半分の領域に偏在していた（図 1）。

火砕丘の斜面崩壊

火砕丘北側～西側の斜面から溶岩原にかけて複数の舌状の堆積物が存在している（図 4 a）。表面には細かな凹凸があり、末端崖や側端崖、自然堤防などの粘性の高い流れの微地形が認められる（図 4 c）。火砕丘斜面のガリー浸食や斜面崩壊によってもたらされた二次堆積物と考えられる。流れの運動様式は不明であるが、便宜的に“土石流”としておくことにする。特に北側斜面では火口縁直下から火砕丘基部まで達する比較的大きな崩壊地があり、そこから海岸付近まで“土石流”が流れ下った形跡が存在する（図 4 a）。この崩壊地は高さ 3～5m 程度の垂直な崖に画されていて底は平滑である（図 4 b）。この底面は火砕丘斜面の成層構造に沿ったすべり面であり、崩壊の運動様式は流れ盤斜面における並進性の地すべりと考えられる。“土石流”は溶岩原上に薄く広がり（図 4 c）、下流に向かうに従いガリーの中に枝分かれして流入している（図 4 a）。溶岩原表面の火山灰層を削り取っていること（図 4 c）や、溶岩原上の低い尾根を乗り越えている部分があることから、流下の際に運動量は大きかったとみられる。崩壊量は 6 万 m³ 程度、流走距離約 850 m、H/L=0.27 程度と推定される。既に崩壊地や堆積物上に新しいガリーの形成や噴気による昇華物の付着が進んでいることから、崩壊の発生時期は調査時期にあまり近くないと考えられる。衛星写真で“土石流”堆積物が確認できる時期（図 4 d）から推定すると、2023 年の 5 月中旬～下旬頃に発生した可能性が高い。

火山灰の性質

船上に降下した火山灰、島内地表で採取された火山灰について検鏡した結果、ガラス質岩片や溶岩片を多く含み、そのほかに赤褐色の酸化したスコリア片や強変質岩片を少量含む（図 5）。ガラス質岩片は微細な結晶に富む黒色のものが多く、透明度の高い褐色ガラスからなるものはごく少ない（図 5、図 6）。船上に降下した火山灰試料の褐色ガラス質岩片について、石基ガラス化学組成を SEM-EDS で測定した結果、SiO₂ = 58wt% と 63wt% 付近に集中する組成であった（図 7）。これらの特徴は 2021 年 8 月 14 日噴火の際の火山灰と概ね類似している。これらのガラス質岩片が本質物質であったとすると、2021 年以降のマグマの性質に変化はあまりないと考えられる。

以上は現時点での調査結果のまとめであり、今後の精査により修正されることがある。

謝辞 環境省自然環境局自然環境計画課、一般財団法人自然環境研究センターには西之島総合学術調査への参加を御許可頂いた。ドローン空撮映像・試料の取得には日本放送協会と株式会社 JDRONE の御協力を得た。上記の方々に記して御礼申し上げる。



図1 海上から見た西之島。山腹の噴気孔群は島の東側に多く分布している。



図2 西之島山頂火口のドローン撮影写真(南から撮影)。火口の東寄りに活動的な噴出孔群がある。噴煙に火山灰や硫酸ミストが混じる場合がある。



図3 西之島から噴出し北方に漂う硫酸ミスト噴煙 (9月17日15:28撮影)

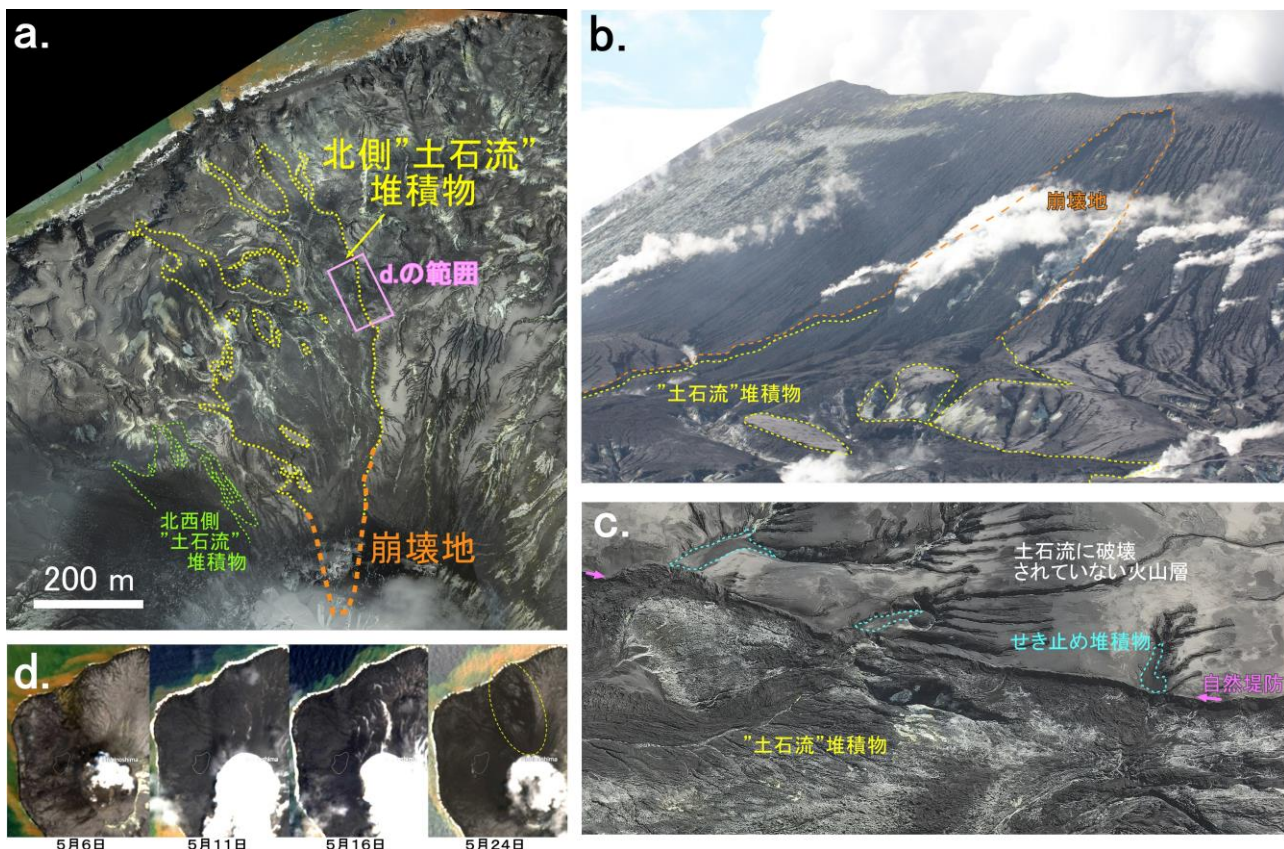


図4 火砕丘北斜面の崩壊地形。a:崩壊(“土石流”)堆積物の分布。背景はドローン映像によるオルソ画像。崩壊地付近は噴煙の影響により正確な合成ができていない。b:衛星画像 (Sentinel-2, ESA) による崩壊発生時期の推定。崩壊は2023年5月6日~24日の間、おそらく16日以降に発生した可能性が高い。c:崩壊地全景。崩壊地の深さは浅くほぼ一定で、火砕丘の成層構造に沿って滑った並進性地滑りとみられる。d: “土石流”堆積物側端付近のドローン空撮写真。側端に細長く自然堤防が発達し、その内側はえぐられていて“土石流”堆積面は一段低くなっている。外側のガリー底には自然堤防によるせき止めの痕跡がある。

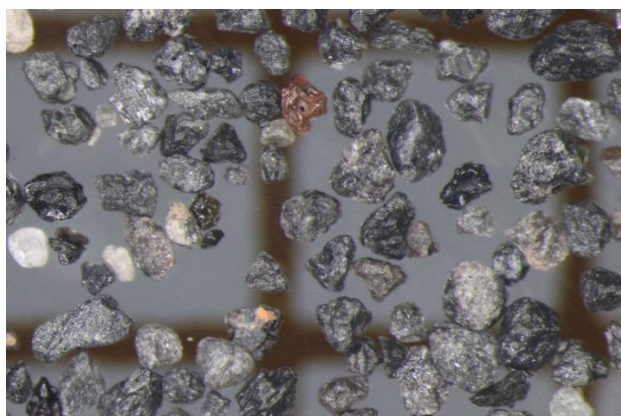


図5 調査船上に堆積した火山灰粒子の実体顕微鏡写真。9月13日夕方～14日朝にかけて降灰したもの。背景の格子の間隔は2mm。

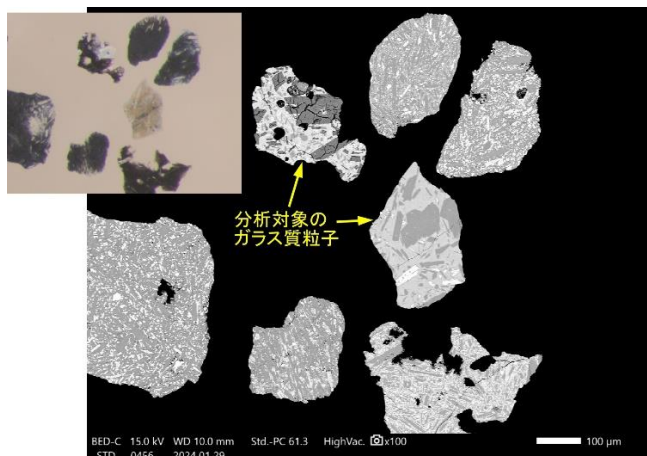


図6 図5の試料に含まれるガラス質粒子の反射電子（組成）像。

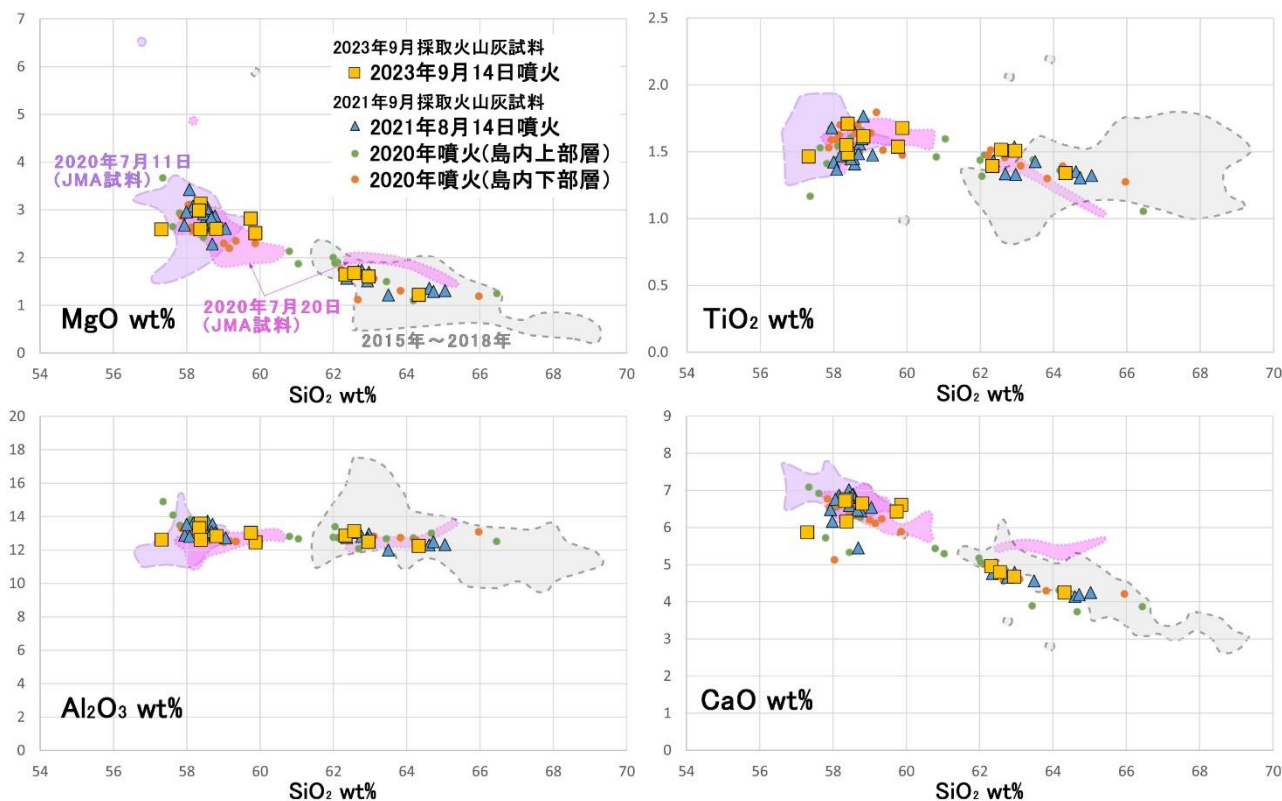
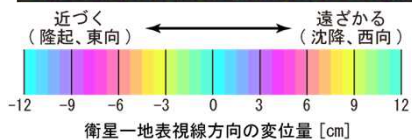
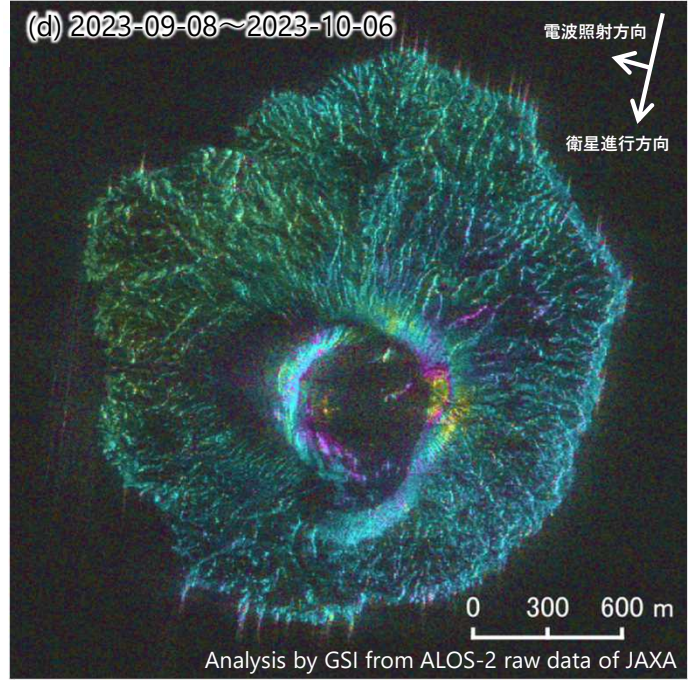
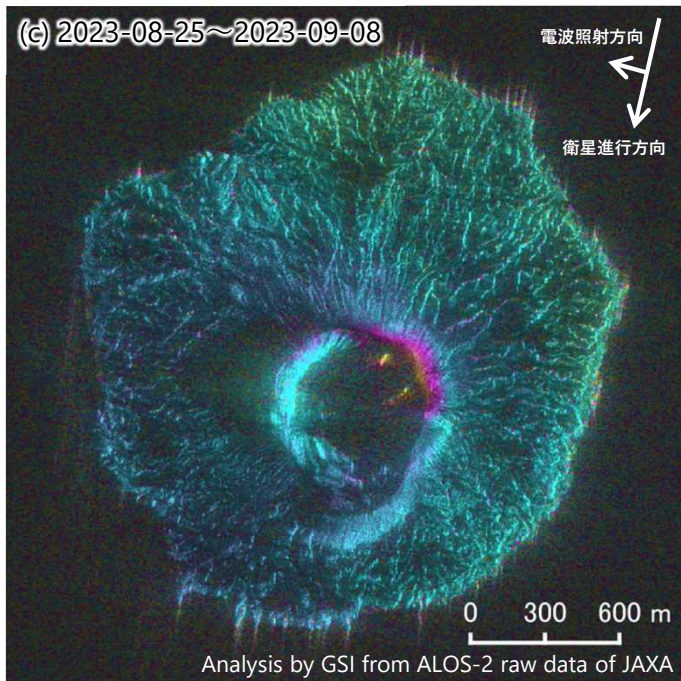
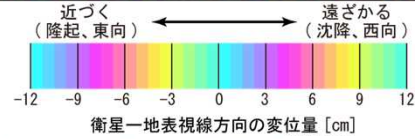
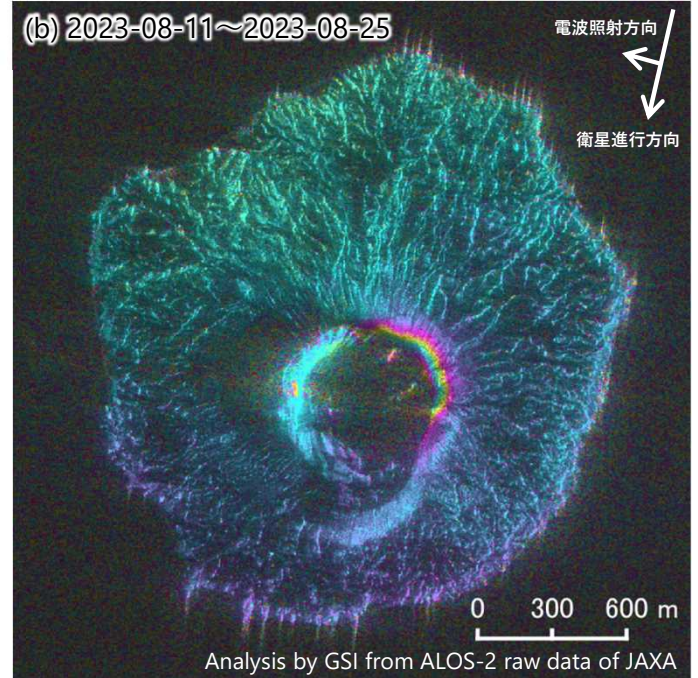
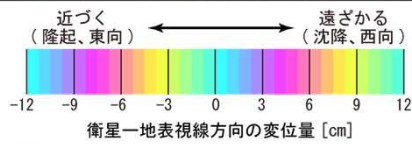
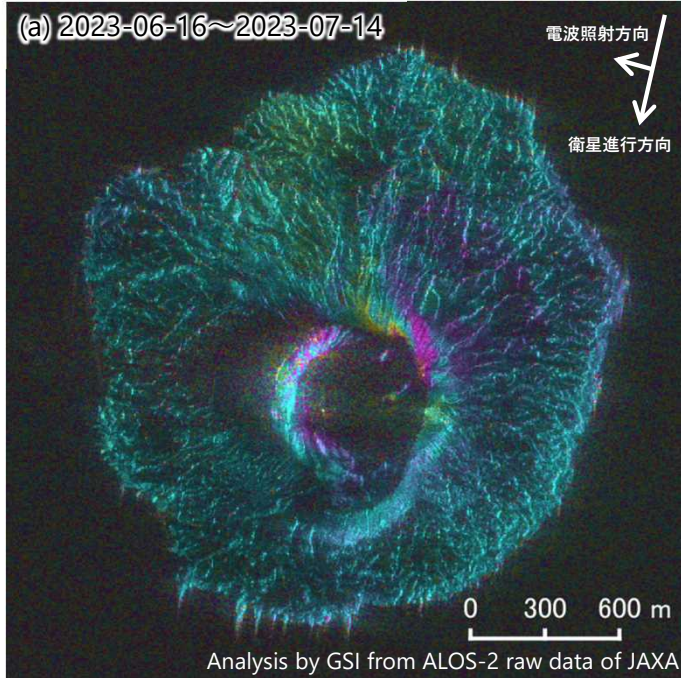


図7 調査船上に堆積した火山灰に含まれるガラス質粒子の石基火山ガラスの主化学組成。試料は9月13日夕方～14日朝にかけて降灰したもの(図5、図6と同じ)。比較した2021年9月採取試料の値は長井ほか(2023)による。

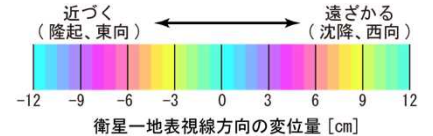
西之島のSAR干渉解析結果について

火砕丘に見られる変動以外に特段の変化は見られません。

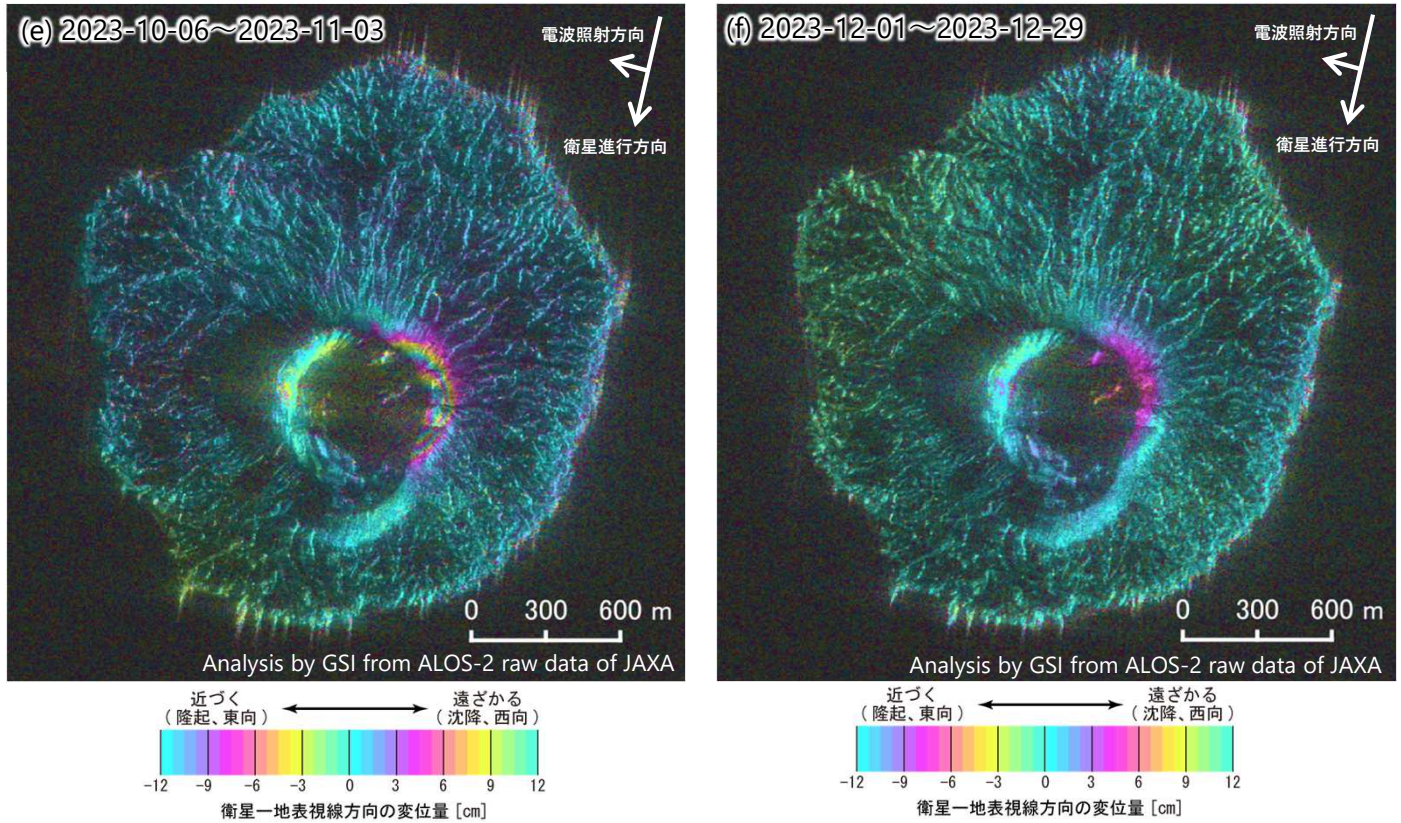


背景：SAR強度画像

※干渉画像の背景としているSAR強度画像の反射強度が低くなっているため、画像が暗くなっています。



本解析で利用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。



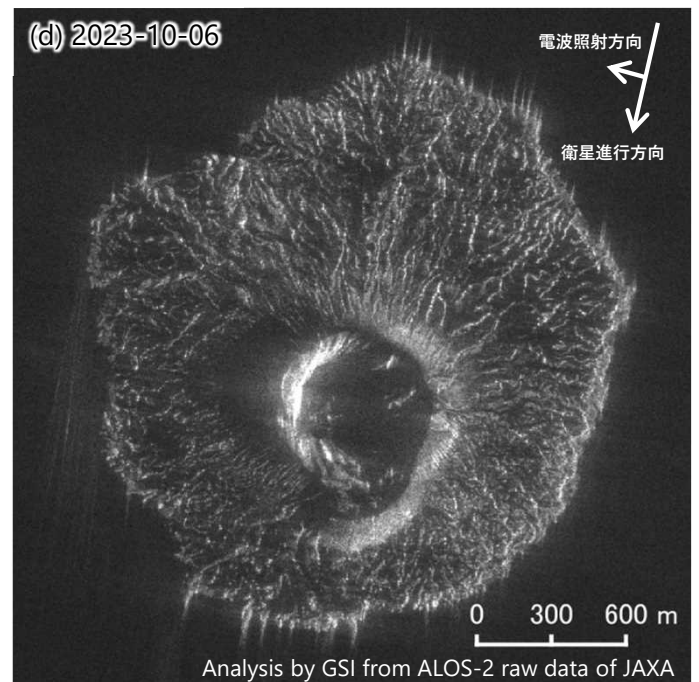
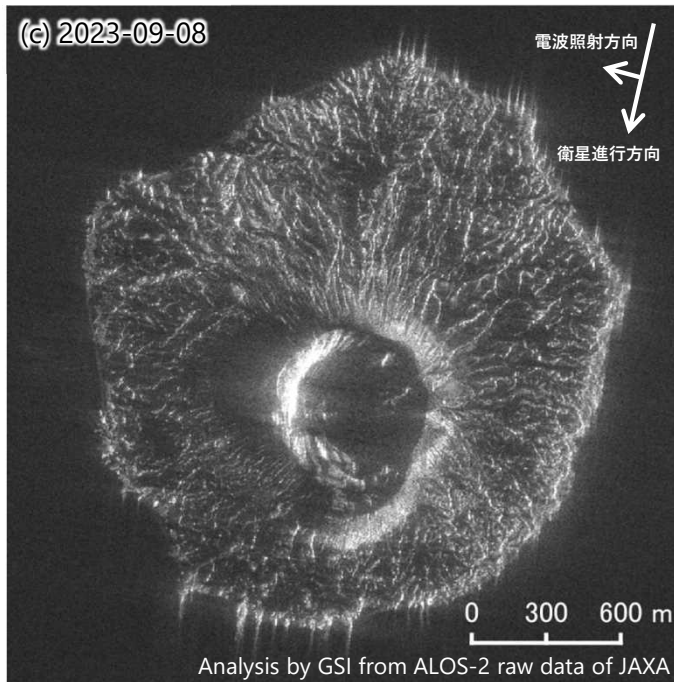
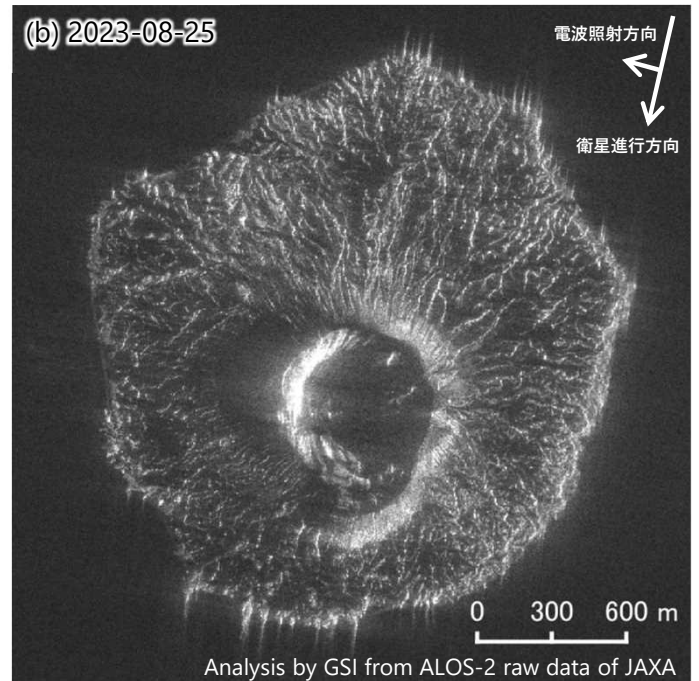
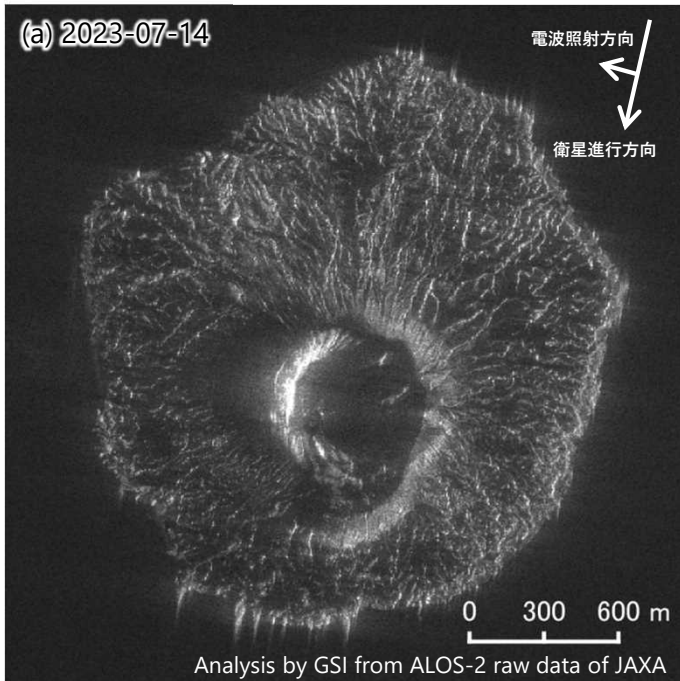
背景：SAR強度画像

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2023-06-16 2023-07-14 11:18頃 (28日間)	2023-08-11 2023-08-25 11:18頃 (14日間)	2023-08-25 2023-09-08 11:18頃 (14日間)	2023-09-08 2023-10-06 11:18頃 (28日間)	2023-10-06 2023-11-03 11:18頃 (28日間)	2023-12-01 2023-12-29 11:18頃 (28日間)
衛星進行方向	南行	南行	南行	南行	南行	南行
電波照射方向	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)
観測モード*	S-S	S-S	S-S	S-S	S-S	S-S
入射角	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°
偏波	HH	HH	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	+ 94 m	- 12 m	- 46 m	+ 115 m	+ 66 m	+ 37 m

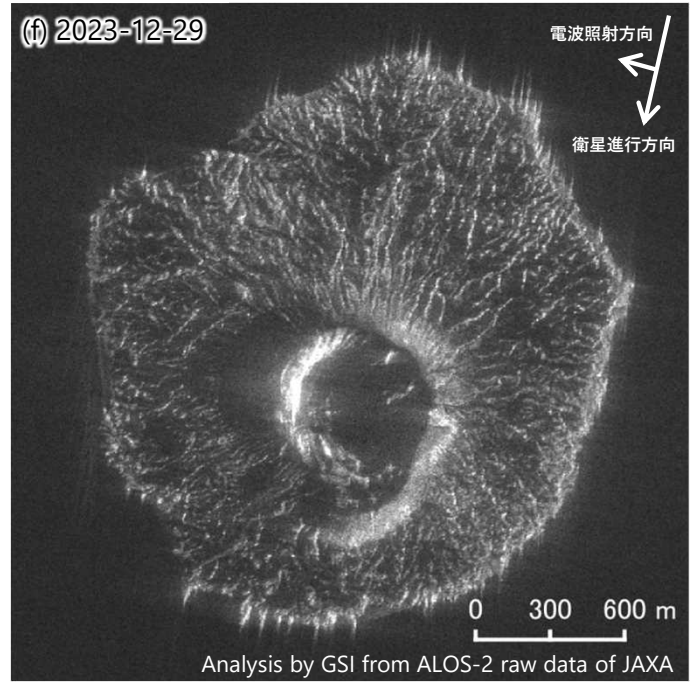
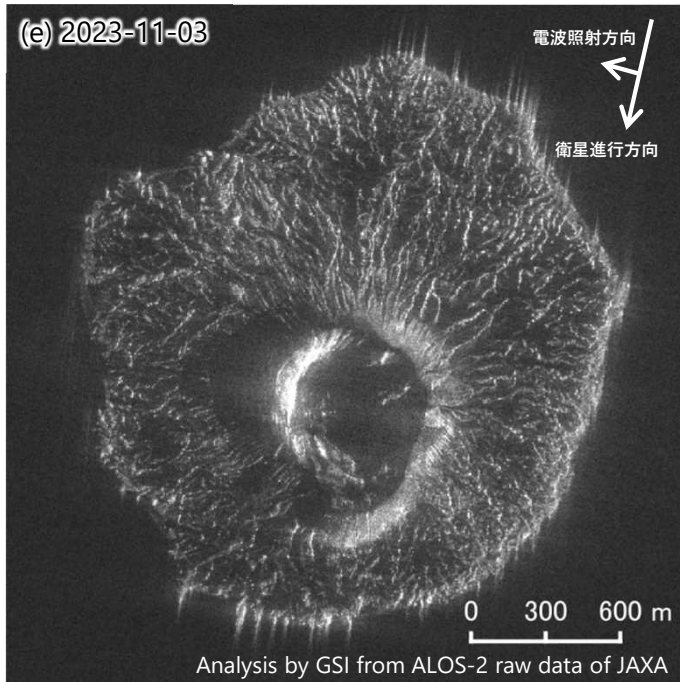
* S：スポットライト (3×1m) モード

西之島のSAR強度画像について

火砕丘に見られる変動以外に特段の変化は見られません。



本解析で利用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

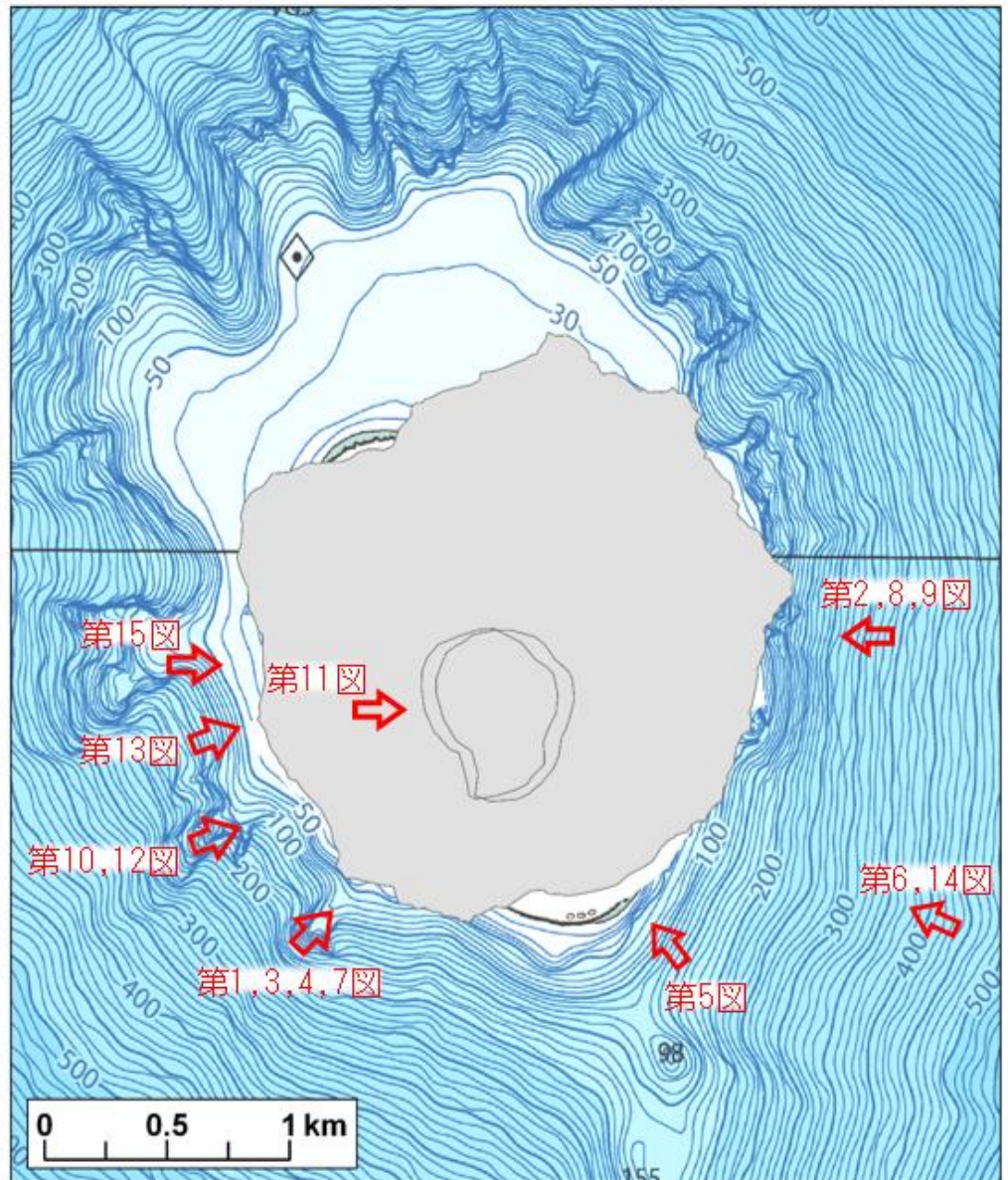


	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2023-07-14 11:18頃	2023-08-25 11:18頃	2023-09-08 11:18頃	2023-10-06 11:18頃	2023-11-03 11:18頃	2023-12-29 11:18頃
衛星進行方向	南行	南行	南行	南行	南行	南行
電波照射方向	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)
観測モード*	S	S	S	S	S	S
入射角	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°
偏波	HH	HH	HH	HH	HH	HH

* S：スポットライト（3×1m）モード

西之島

地形図には沿岸の海の基本図「6556-8」(2017)を使用した。
 海岸線は SPOT7 (©AirbusDS/SpotImage (2020)) の衛星画像 (11月17日撮影) から作成した。
 矢印は画像の撮影場所を示す。



○ 最近の活動について

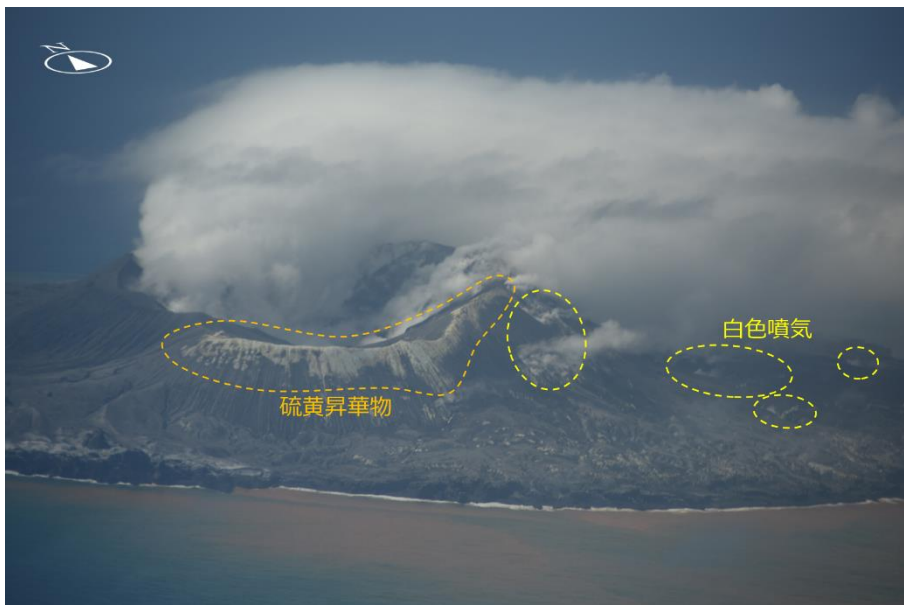
年月日	活動状況
2023/6/14	<ul style="list-style-type: none"> ・噴火は認めず、火砕丘中央火口から白色噴煙が高さ約 600m まで上昇していた (第 1~3 図)。 ・南東山腹~山麓にかけて複数の白色噴気の放出を認めた (第 3、4 図)。 ・火口南縁に茶褐色の湯だまりを 1 箇所認めた。火口内及び西部~北部~東部の火口縁は噴煙で確認できなかった (第 4 図)。 ・東部~南部火口縁及び南部山腹に硫黄昇華物の分布を認めた。北部~東部の火口縁及び火口内は白色噴煙で確認できなかった (第 3、4 図)。 ・島のほぼ全周に茶褐色~緑色の変色水の分布を広範囲に認めた (第 1、2 図)。



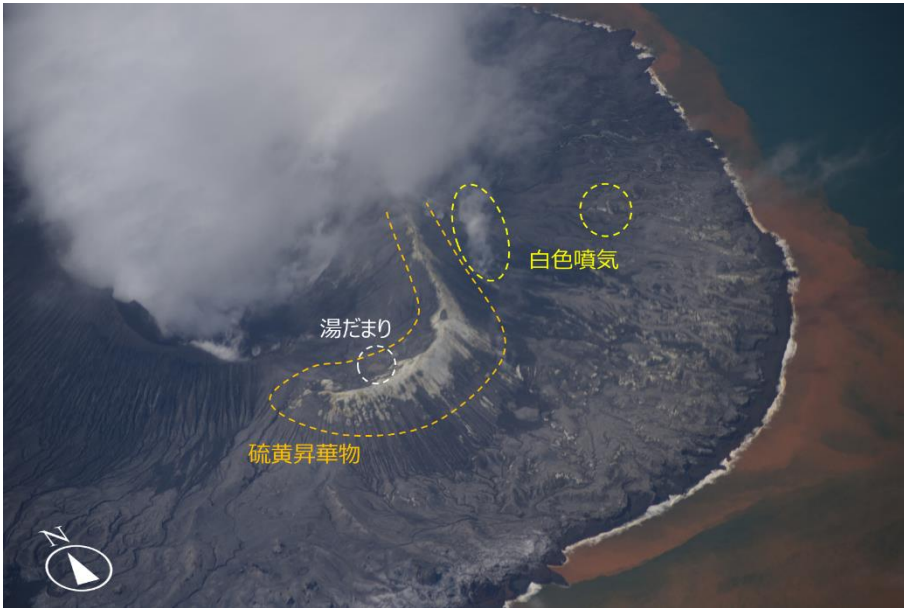
第 1 図 西之島 遠景
2023 年 6 月 14 日
14:04 撮影



第 2 図 西之島 遠景
2023 年 6 月 14 日
13:59 撮影



第 3 図 西之島
火砕丘山腹～山麓の
白色噴気
2023 年 6 月 14 日
14:26 撮影



第 4 図 西之島
火砕丘中央火口の
硫黄昇華物と湯だまり
2023 年 6 月 14 日
14:26 撮影

年月日	活 動 状 況
2023/6/22	<ul style="list-style-type: none"> ・噴火は認めず、火砕丘中央火口から白色噴煙が高さ約 1,200m まで上昇していた (第 5、6 図)。 ・火口西側内縁及び南東山腹～山麓にかけて複数の白色噴気の放出を認めた (第 5 図)。 ・東部～南部火口縁及び南部山腹に硫黄昇華物の分布を認めた。北部～東部の火口縁及び火口内は白色噴煙で確認できなかった (第 5 図)。 ・島のほぼ全周に茶褐色～緑色の変色水が広範囲に分布しており、島の南方沖合に薄い緑色の変色水を認めた (第 6 図)。

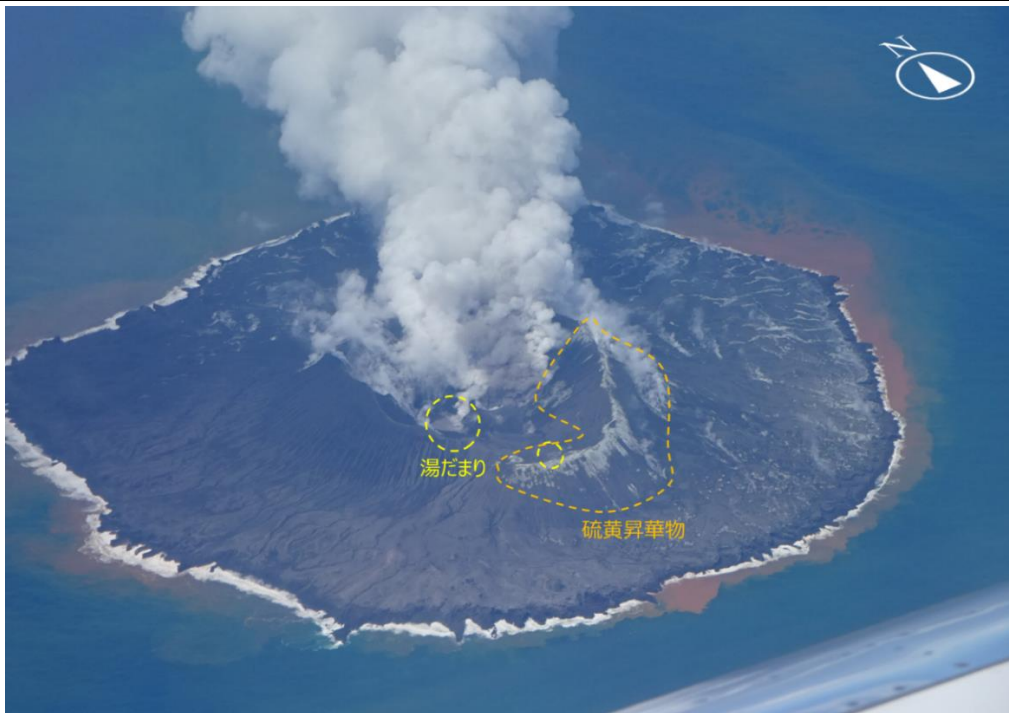


第 5 図 西之島 遠景 2023 年 6 月 22 日 12:49 撮影



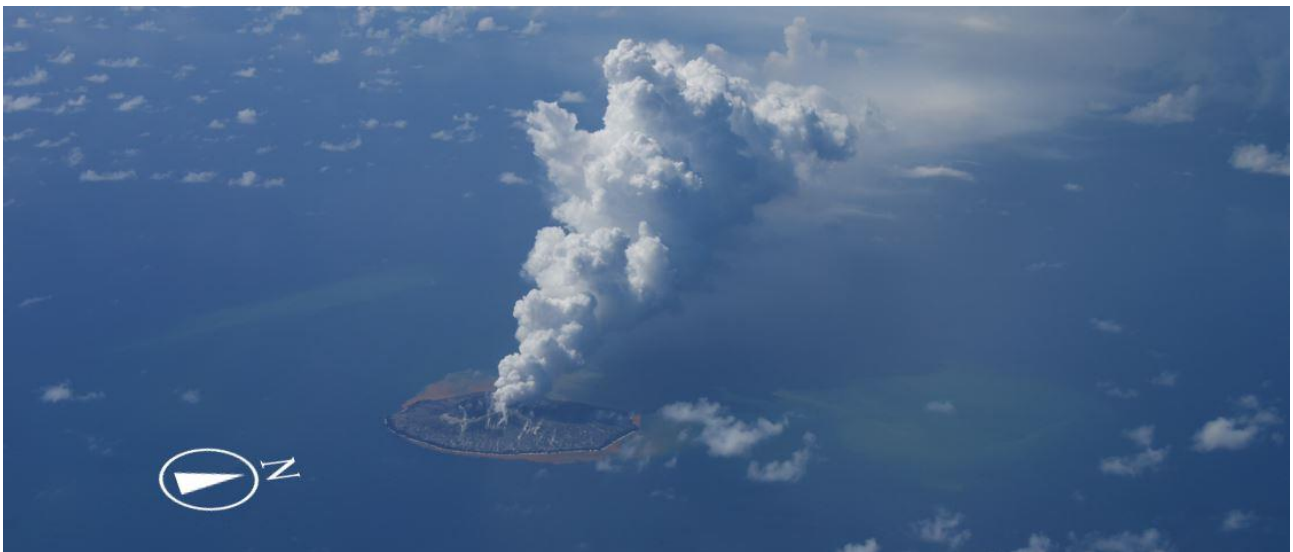
第 6 図 西之島 遠景 2023 年 6 月 22 日 12:55 撮影

年月日	活 動 状 況
2023/8/8	<ul style="list-style-type: none"> ・火砕丘中央火口から白色及び灰色の火山灰混じりの噴煙の放出を認めた（第 7 図）。 ・火口西側内縁及び北西～南東の山腹～海岸線にかけて複数の白色噴気の放出を認めた（第 7 図）。 ・東部～南部火口縁及び南部山腹に硫黄昇華物の分布を認めた。北部の火口縁及び火口内は噴煙で確認できなかった（第 7 図）。 ・火口底及び火口南側内縁に茶褐色の湯だまりを認めた（第 7 図）。 ・島のほぼ全周に茶褐色～緑色の変色水が広範囲に分布していた（第 7 図）。

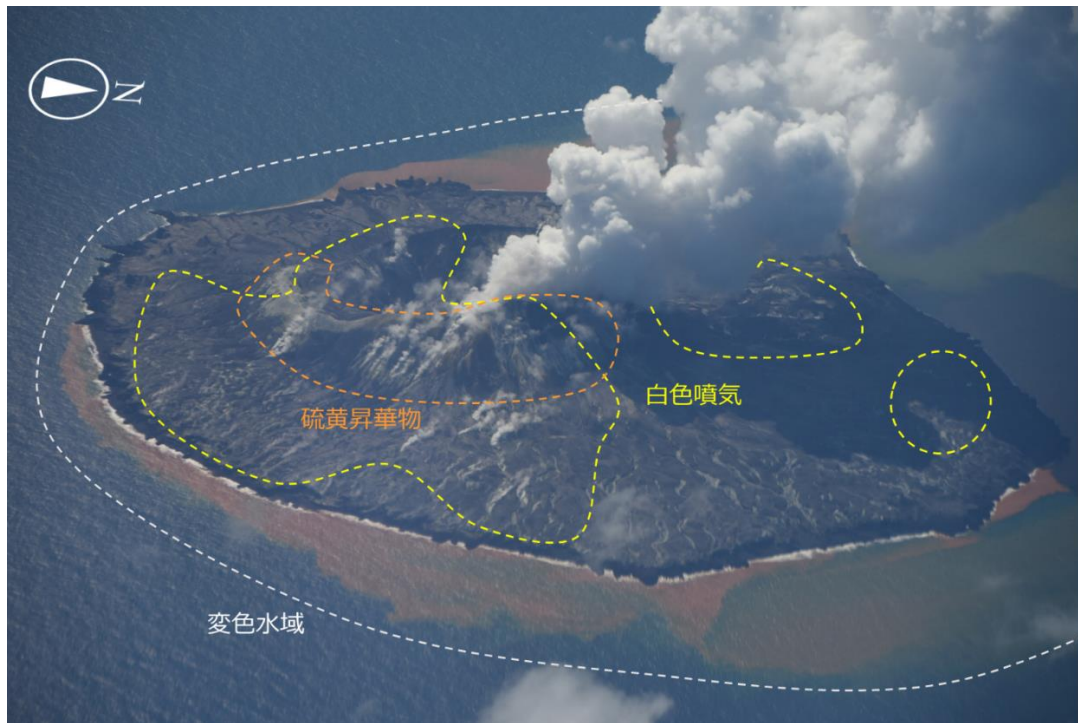


第 7 図 西之島 全景 2023 年 8 月 8 日 13:50 撮影

年月日	活 動 状 況
2023/9/20	<ul style="list-style-type: none"> ・噴気の風上側である西之島の東～南方からのみ観測を実施した。 ・噴火は認めず、火砕丘中央火口から白色噴煙が高さ約 3,000m まで上昇していた（第 8 図）。 ・火砕丘中央火口の北～東～南の山腹～海岸線にかけて複数の白色噴気の放出を認めた（第 9 図）。 ・火砕丘中央火口の東部～南部火口縁に硫黄昇華物の分布を認めた。北～西部の火口縁及び火口内は白色噴煙で確認できなかった（第 9 図）。 ・島のほぼ全周に濃い赤褐色～緑色の変色水が分布していた（第 9 図）。



第 8 図 西之島 遠景 2023 年 9 月 20 日 14:04 撮影



第 9 図 西之島 近景 2023 年 9 月 20 日 14:10 撮影

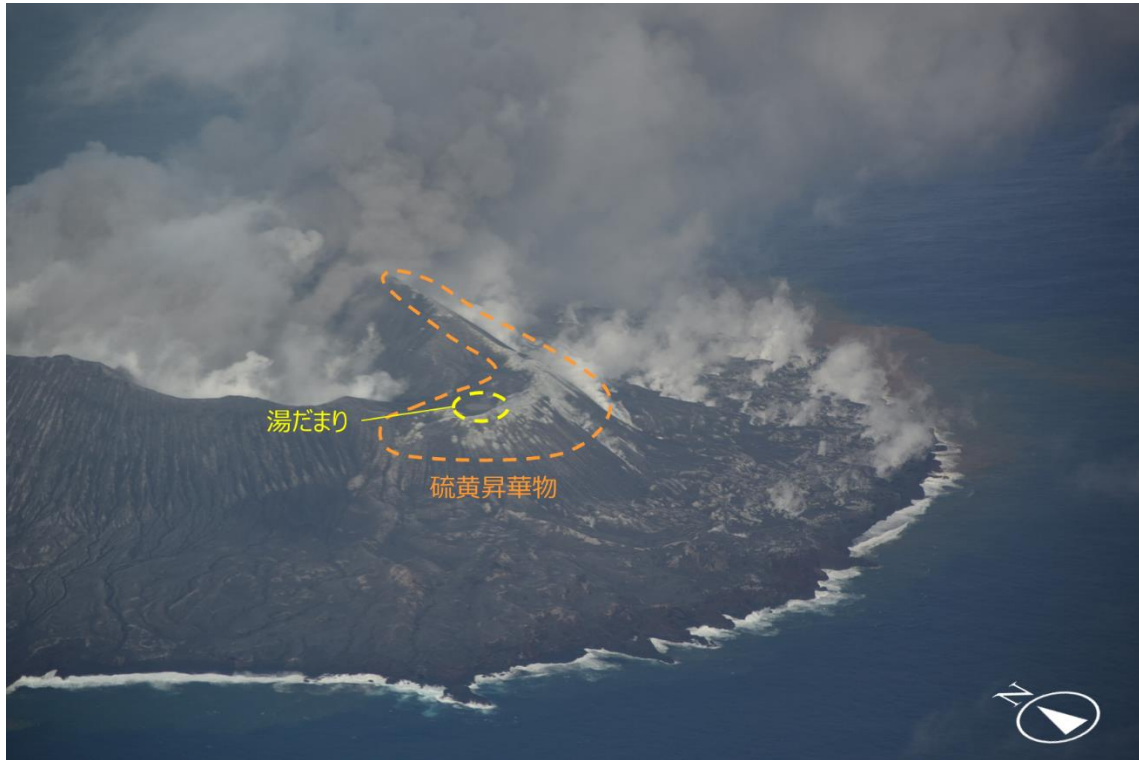
年月日	活 動 状 況
2023/10/4	<ul style="list-style-type: none"> ・噴煙の風上側である西之島の西方からのみ観測を実施した。 ・火砕丘中央火口から連続的に灰色の噴煙が高度約 1,500m まで上がっており、噴火を認めた（第 10～13 図）。 ・火砕丘中央火口の北～東～南側の山腹～海岸線にかけて複数の白色噴気の放出を認めた。噴気は 9/20 の観測と比較して激しく放出されていた（第 12、13 図）。 ・火砕丘中央火口の南部火口縁に硫黄昇華物の分布を認めた。北～南東部の火口縁及び火口内は噴煙で確認できなかった（第 12 図）。 ・火口南縁に茶褐色の湯だまりを認めた。火口内は噴煙で確認できなかった（第 11、12 図）。 ・島のほぼ全周に濃い赤褐色～緑色の変色水が分布していたが、9/20 の観測と比較して赤褐色の範囲は縮小していた（第 10 図）。



第 10 図 西之島 全景 2023 年 10 月 4 日 14:34 撮影



第 11 図 西之島 火砕丘中央火口
2023 年 10 月 4 日 14:36 撮影



第 12 図 西之島 南東側の白色噴気 2023 年 10 月 4 日 14:35 撮影



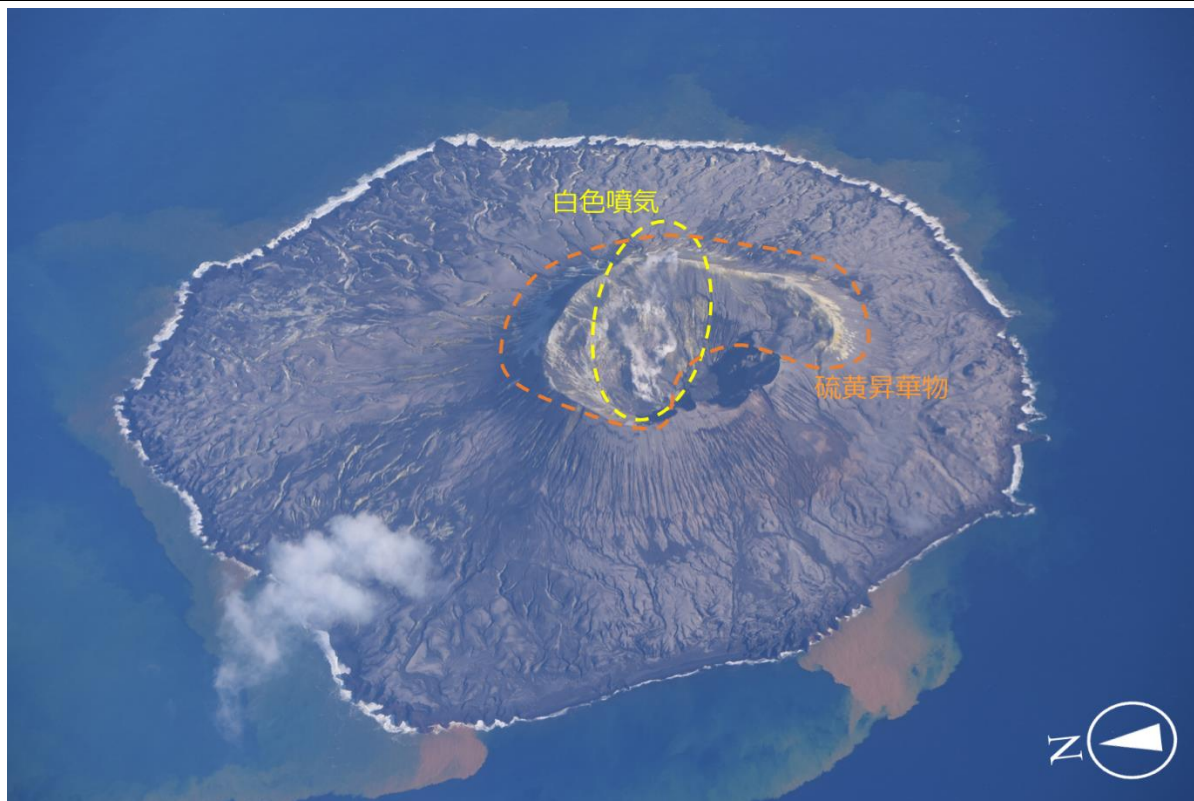
第 13 図 西之島 北西側の白色噴気 2023 年 10 月 4 日 14:36 撮影

年月日	活 動 状 況
2023/11/10	<ul style="list-style-type: none">・西之島の東方からのみ観測を実施した。・噴火は認めず、火砕丘中央火口の東縁から少量の白色噴気の放出を認めた（第 14 図）。・火砕丘中央火口の北～東～南の火口縁に硫黄昇華物の分布を認めた。（第 14 図）。・島のほぼ全周に濃い赤褐色～緑色の変色水が分布していた（第 14 図）。



第 14 図 西之島 全景 2023 年 11 月 10 日 12:19 撮影

年月日	活 動 状 況
2023/12/15	<ul style="list-style-type: none"> ・ 西之島の西方からのみ観測を実施した。 ・ 噴火は認めず、火砕丘中央火口内から少量の白色噴気の放出を認めた（第 15 図）。 ・ 火砕丘中央火口の北～東～南の火口縁及び火口内に硫黄昇華物の分布を認めた（第 15 図）。 ・ 島のほぼ全周に赤褐色～緑色の変色水が分布していた（第 15 図）。



第 15 図 西之島 全景 2023 年 12 月 15 日 13:35 撮影

衛星「しきさい」(GCOM-C)による 西之島周辺の変色水の観測結果

西之島周辺の変色水について、2021年9月～2022年5月、2022年8月～2023年12月に、西之島を中心に半径50kmを超える範囲に明確な変色水が広がることが認められた。2024年1月には変色水が狭く淡くなったが、2021年8月の噴火以前と比べれば、依然変色水が多い傾向が続いている(表1)。2023年11月29日には、変色水は西之島から北東へ150kmまで到達していた(図1)。暫定的な解析では2020年からの変色水の面積推移は、2022年6月以降に変色水が増加傾向にあり、可視画像一覧(表1)と一致する。GCOM-Cの熱赤外線観測では2021年以降に輝度温度に大きな変化は見られないが、その一方、短波長赤外線(1.63 μm)については、2023年7～9月の夜間観測にて、噴火時よりも弱いものの明確な短波長赤外線放射がみられた。

※衛星「しきさい」(GCOM-C)は、近紫外線・可視光線から熱赤外線までの15波長や、偏光により、19チャンネル・250m分解能で地上を観測する衛星である。輝度を正確に測定できるため、海色観測が得意な衛星センサである。

1. 西之島周辺の変色水観測結果

図1に西之島周辺のGCOM-C可視海色画像(2023年11月29日)を示す。火山活動速報システム(<https://kazan.jaxa.jp>)で公開中である。西之島から北東へ約150kmにわたり変色水がひろがっていることが分かる。

表1に西之島周辺の2021年5月以降の海色可視画像の一覧(毎月1枚)を示す。2021年9月～2022年5月、2022年8月～2023年12月に、西之島を中心に半径50kmを超える範囲に明確な変色水が広がることが認められた。2024年1月には変色水が狭く淡くなったが、2021年8月の噴火以前と比べれば、引き続き変色水が多い傾向が続いている。



図1: 西之島由来の変色水の観測事例
(2023年11月29日観測、変色水は西之島から北東へ150kmまで広がっていた)

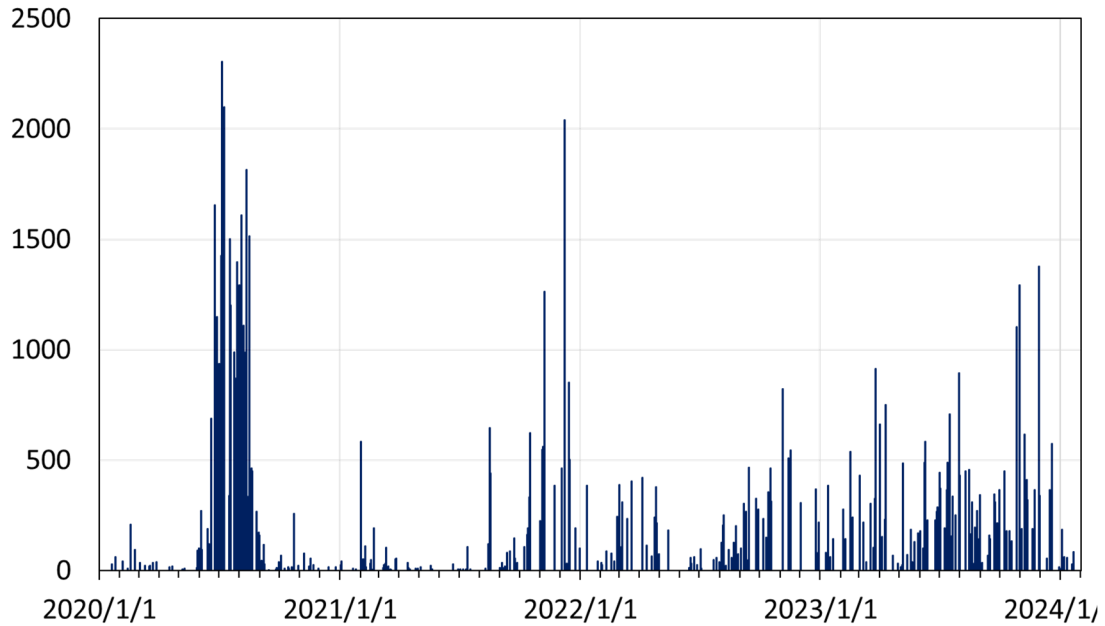
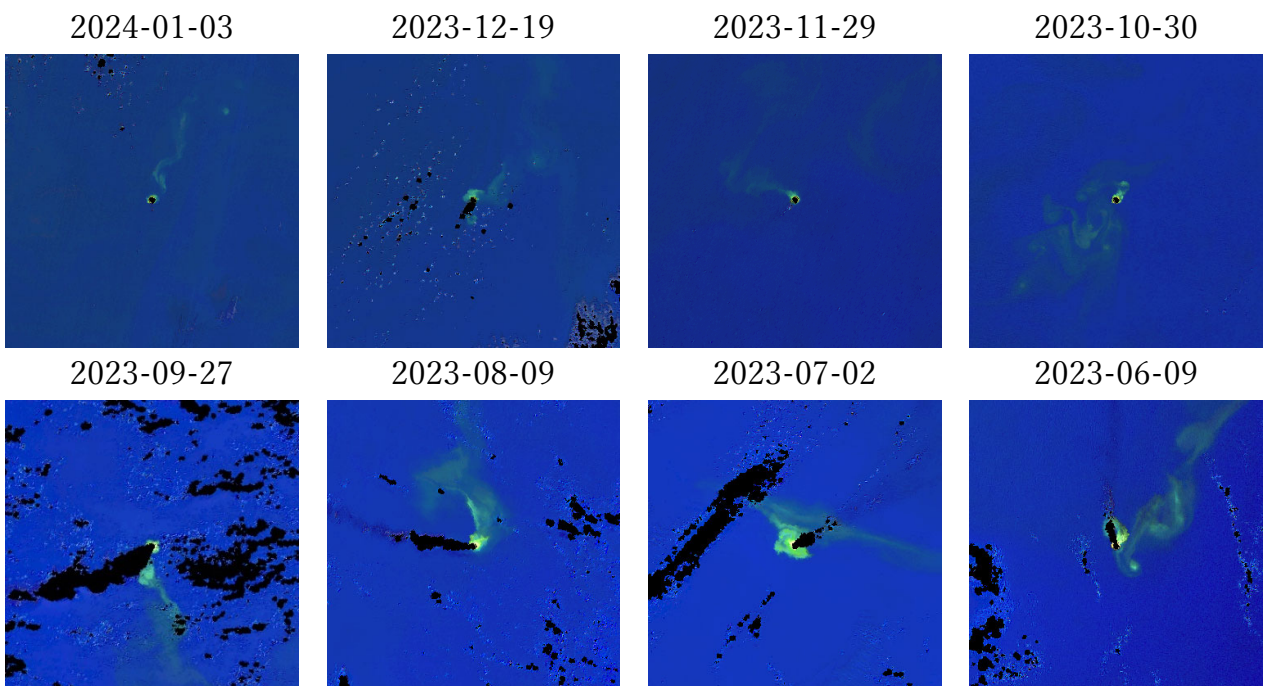
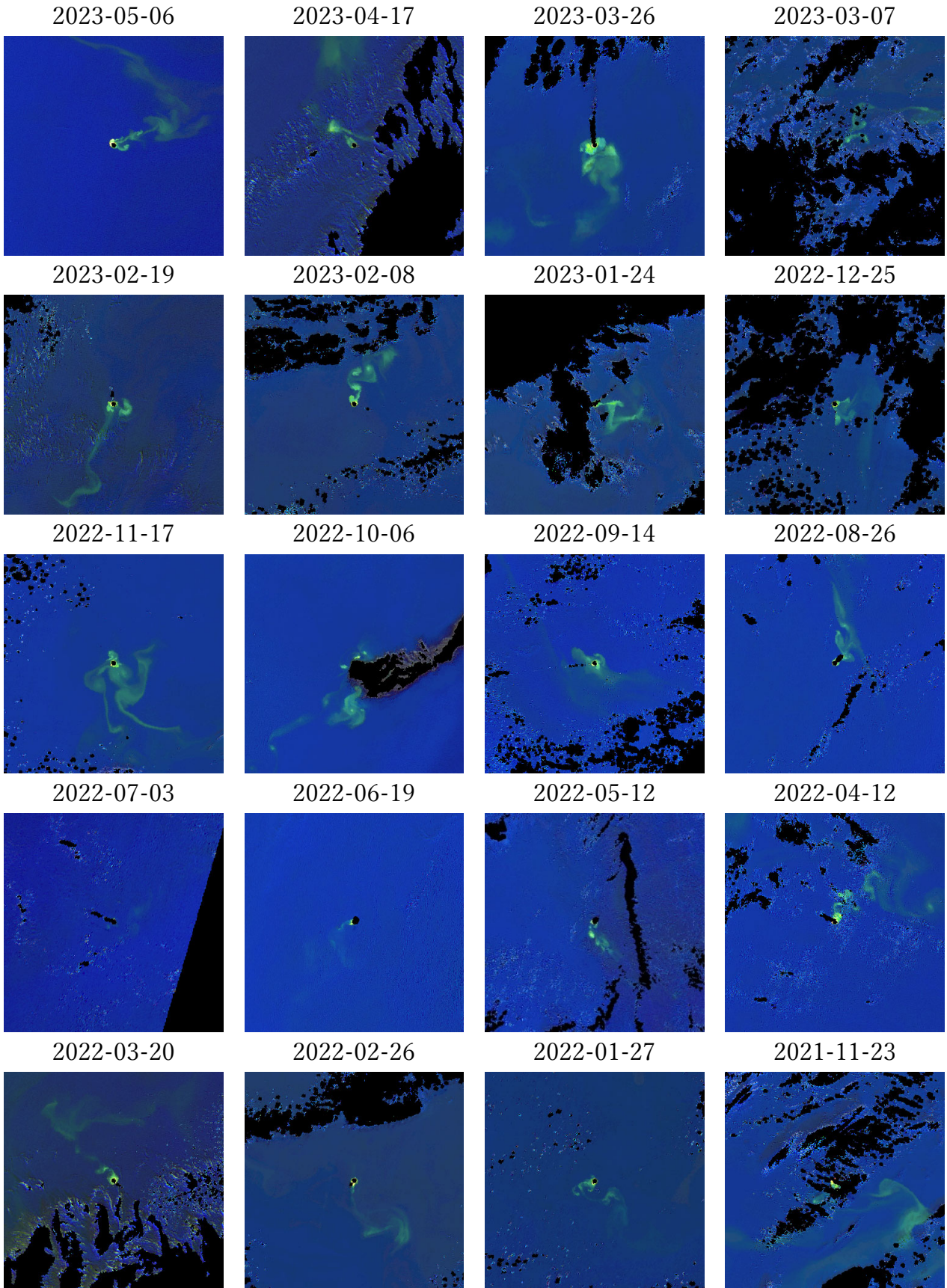


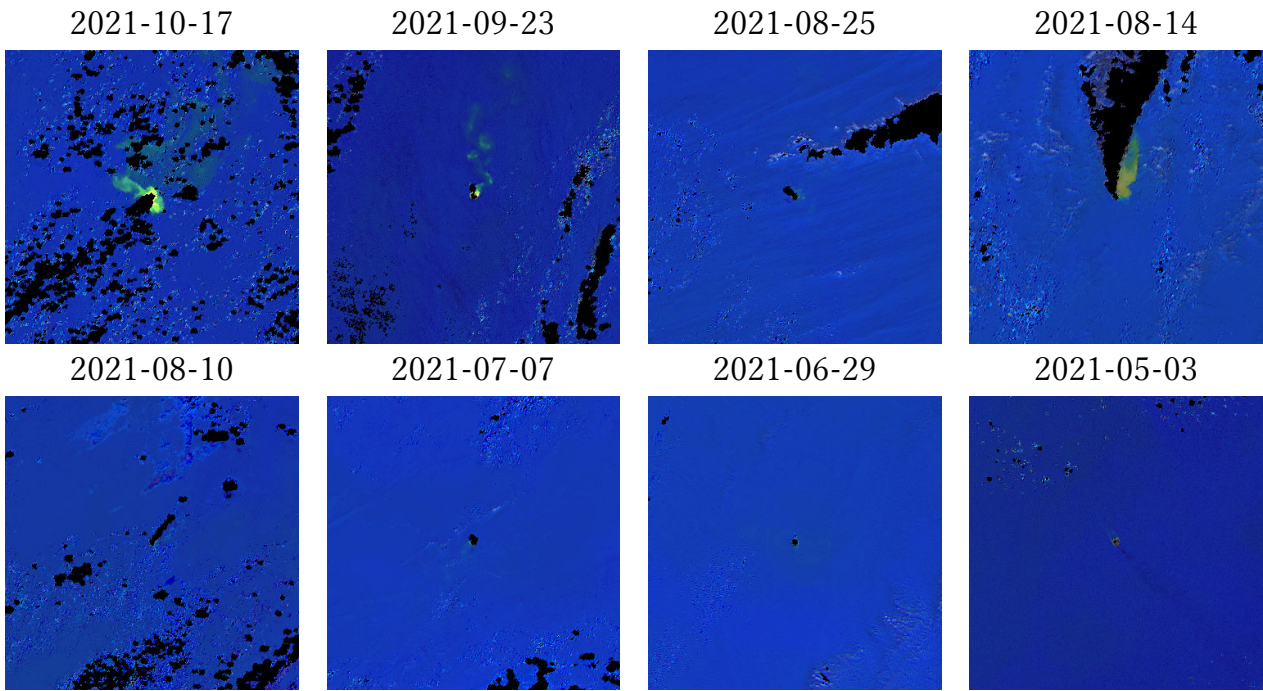
図 2: 西之島周辺の変色水面積の推移 (km²、暫定的な計測値)

西之島周辺の GCOM-C 海色可視画像について、変色水の範囲を計測した。これにもとづく変色水面積の推移を図 2 に示す。2022 年 6 月以降に徐々に変色水が増加している傾向がみられた。現時点では、この目視判読結果は未精査であり、判読に揺らぎがある。今後、精査や自動判読の実施などにより、変色水面積推移の推定結果が大きく変化するに留意頂が必要である。

表 1: 西之島の GCOM-C 海色可視画像 (100km 四方)







2. 西之島陸域における輝度温度と気温の温度差の推移

図 3 に、西之島陸域の GCOM-C 夜間観測における熱赤外線輝度温度と気温の温度差の最大値の推移を示す。夜間の地表面の温度は気温に近くなるが、地熱異常があれば地表面の温度が上昇し、気温との温度差を生じると考えられる。2019 年 12 月の噴火直後は 50°C におよんでいた「温度差」は、2021 年以降、おおむね噴火前よりも温度差がやや高い状態が継続している。

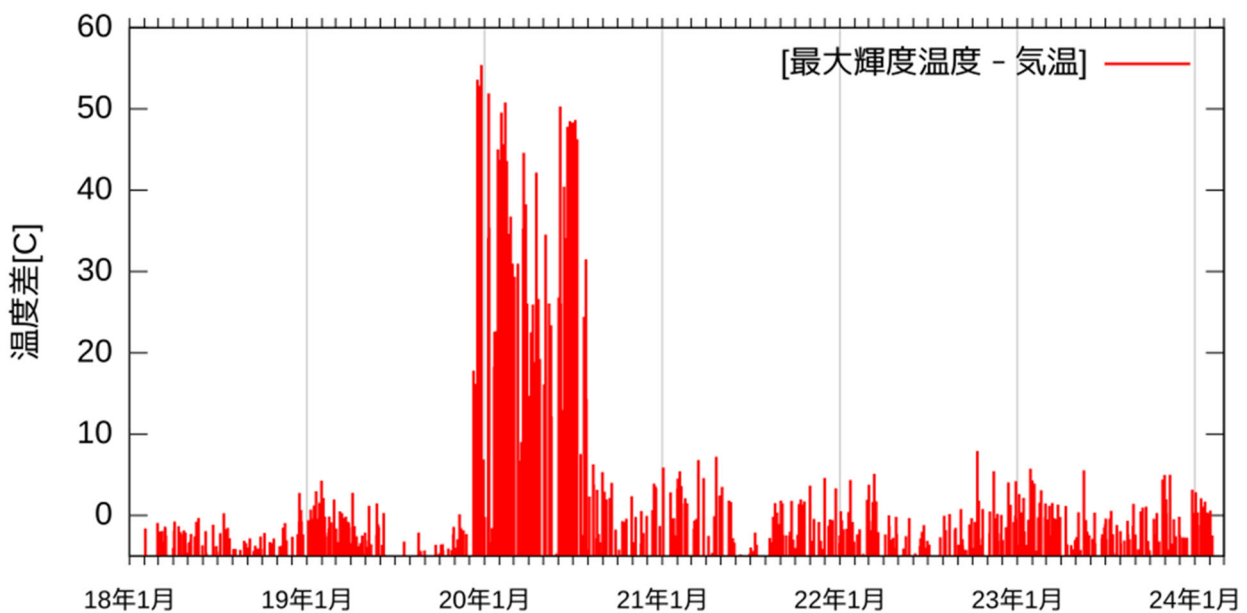


図 3: 西之島周辺の熱赤外線輝度温度と気温の差の最大値の推移

温度差の算出にあたり、気象庁の全球数値予報モデル(GSM)の日本域格子点値(GPV)データ(0.2度グリッド)を使用した。衛星の熱赤外線輝度にもとづく温度は、季節変動や日々変動が大きく、火山活動による温度差がかき消される。そこで、気温との温度差を用いた。

3. 西之島周辺における夜間の短波長赤外線輝度(最大値)の推移

図4に、西之島周辺(2km四方)のGCOM-C夜間観測における短波長赤外線(1.63 μm)の最大輝度(最大値)の推移を示す。2023年6~9月には、やや高い輝度(0.17~0.44 W/str/m²/ μm)が散発的に出現していたが、2023年10月以降は高い輝度は観測されていない。この輝度は、少なくとも200°C以上の高温部が存在することを示している。なお、噴火時(2018~2020年、1~50 W/str/m²/ μm)より、かなり弱いものの、明確にノイズレベルを超える値である。

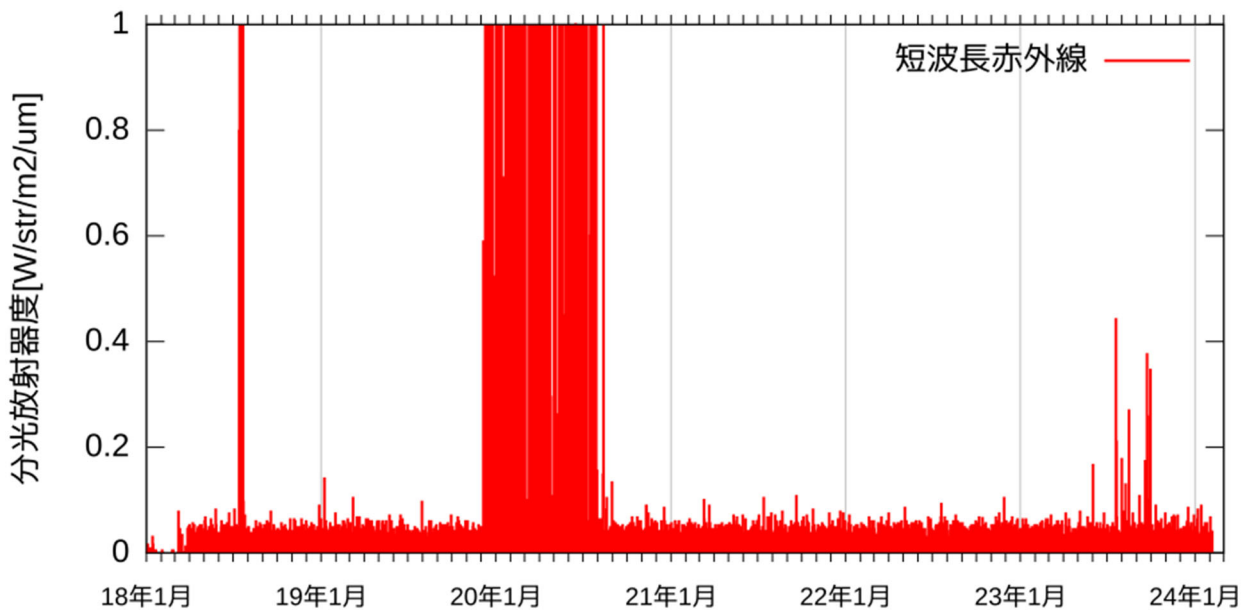
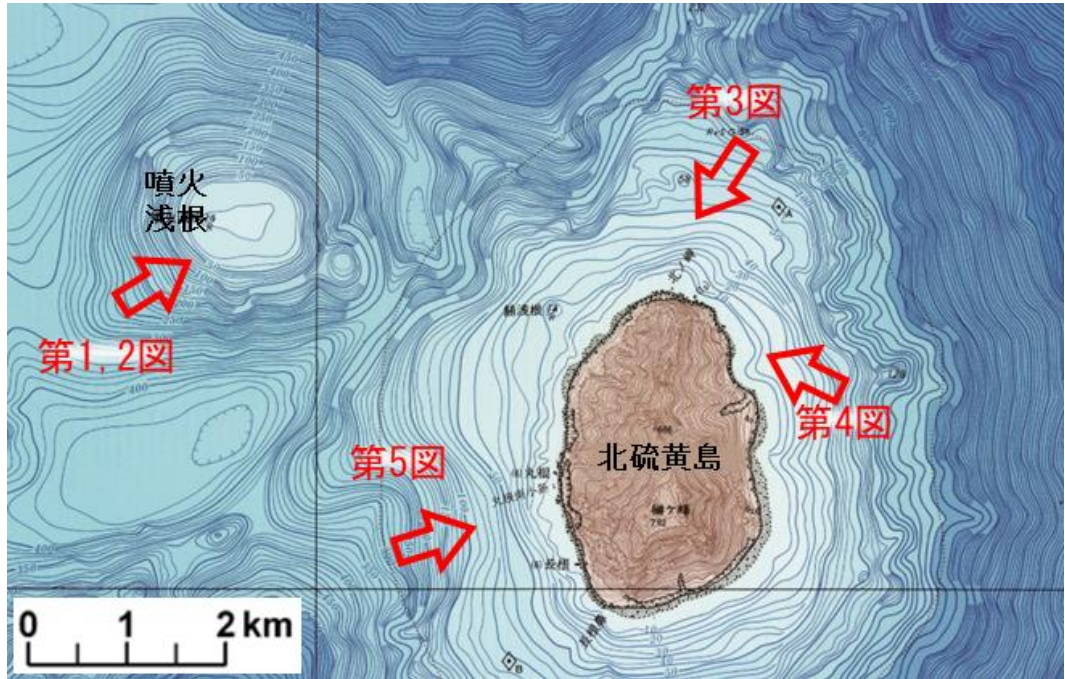


図4: 西之島周辺の夜間の短波長赤外線輝度(最大値、1.63 μm)の推移

以上

噴火浅根・
北硫黄島



図には沿岸の海の基本図「6559-3」(2012)を使用した。

噴火浅根

○ 最近の活動について

年月日	活動状況
2023/6/14	噴火浅根付近に直径約 50mの青白色の変色水を認めた (第 1 図)。



第 1 図 噴火浅根 噴火浅根 変色水 2023 年 6 月 14 日 13:25 撮影

年月日	活 動 状 況
2023/9/20	変色水域等の特異事象は認められなかった（第 2 図）。



第 2 図 噴火浅根の浅所 2023 年 9 月 20 日 13:25 撮影

北硫黄島

○ 最近の活動について

年月日	活 動 状 況
2023/6/14	<ul style="list-style-type: none"> ・ 山頂部は雲で覆われており確認できなかった（第 3 図）。 ・ 北東岸の一部に薄い黄白色の変色水を認めた（第 4 図）。



第 3 図 北硫黄島 遠景
2023 年 6 月 14 日
13:28 撮影



第 4 図 北硫黄島
北東岸の変色水
2023 年 6 月 14 日
13:32 撮影

年月日	活 動 状 況
2023/9/20	<ul style="list-style-type: none">・ 山頂部は雲で覆われており、確認できなかった。・ 変色水域等の特異事象は認められなかった（第 5 図）。



第 5 図 北硫黄島 2023 年 9 月 20 日 13:30 撮影