

第 153 回  
火山噴火予知連絡会  
火山活動資料

関東・中部地方

令和6年2月 20 日

# 目次

## 関東・中部地方

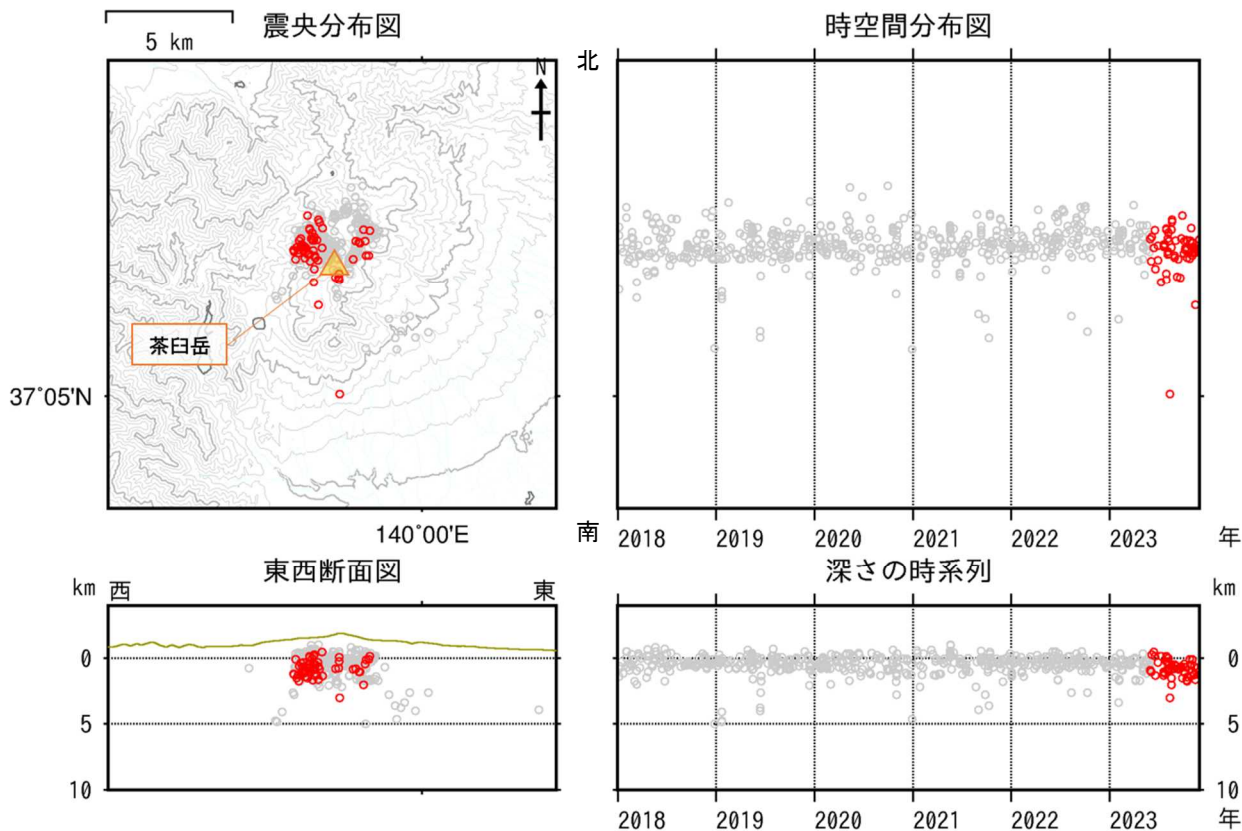
那須岳 .....	3
気象庁 3-4、防災科研 5-10	
日光白根山 .....	11
気象庁 11-12	
草津白根山 .....	13
気象庁 13-19、気象研 20、地磁気 21-25、東工大 26-31、東大 32-36、東海大 37-39	
浅間山 .....	40
気象庁 40-50、地理院 51-55	
新潟焼山 .....	56
気象庁 56	
弥陀ヶ原 .....	57
気象庁 57-58	
焼岳 .....	59
気象庁 59-62、信州大 64-65	
乗鞍岳 .....	66
気象庁 66-67	
御嶽山 .....	68
気象庁 68-69、地理院 70-73	
白山 .....	74
気象庁 74-75	
富士山 .....	76
気象庁 76-77、防災科研 78-85	
箱根山 .....	86
気象庁 86-89、地理院 92-96、温地研 97-105、東海大 106-108	
伊豆東部火山群 .....	109
気象庁 109-110	
気象庁資料に関する補足事項 .....	111



# 那 須 岳

(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。



○ : 2018 年 1 月 1 日～2023 年 5 月 31 日    ○ : 2023 年 6 月 1 日～2023 年 11 月 30 日

図 1 那須岳 震源分布図 (2018 年 1 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

・火山性地震は概ね少ない状態で経過した。震源は、主に茶臼岳付近の深さ 0～2 km 付近に分布した。

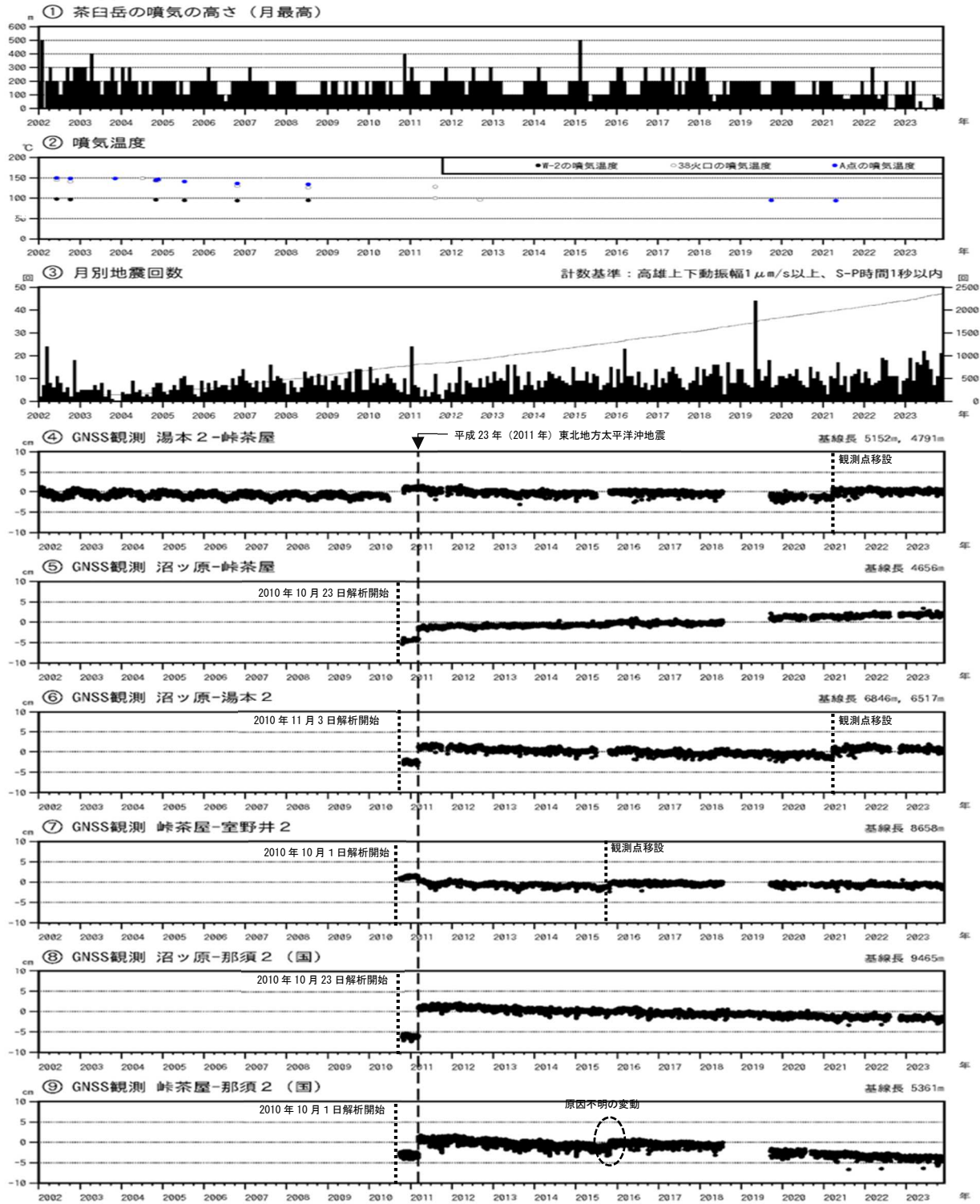
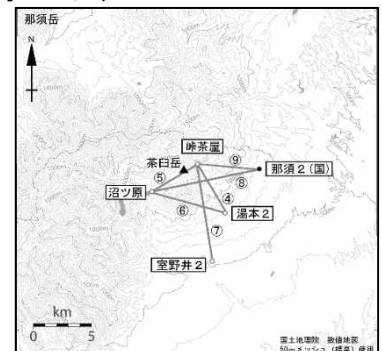


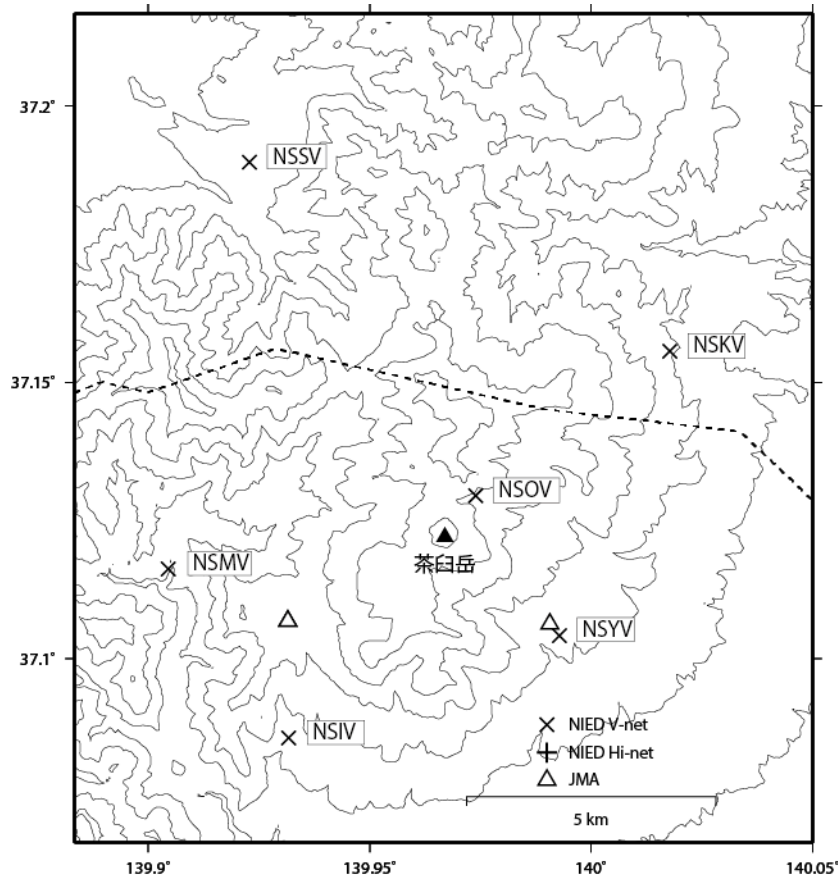
図2 那須岳 火山活動経過図 (2002年1月1日~2023年11月30日)

- ①2002年2月以前は、定時観測(09時・15時)による月最大値
- ②噴気温度のW-2、38火口及びA点はいずれも茶臼岳西側斜面の温度観測定點
- ③月別地震回数(那須岳山体付近の地震のみ計数)
- 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。空白部分は欠測を示す。
- ④⑥ 湯本観測点は、2021年3月23日に湯本2へ移設した。
- ④⑤⑨ 峠茶屋観測点は、2019年9月9日に機器更新をしている。
- ⑦ 室野井観測点は、2015年10月29日に室野井2へ移設した。

- ・噴気活動、地震活動は低調に経過している。
- ・火山性微動は観測されなかった。
- ・火山活動によるとみられる地殻変動は認められない。



## 那須岳の火山活動について



※新観測点名（表 1）で表示

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。

NSIV＝地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

NSKV＝地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

NSSV＝地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

NSOV＝地震計（短周期）

NSMV＝地震計（短周期）

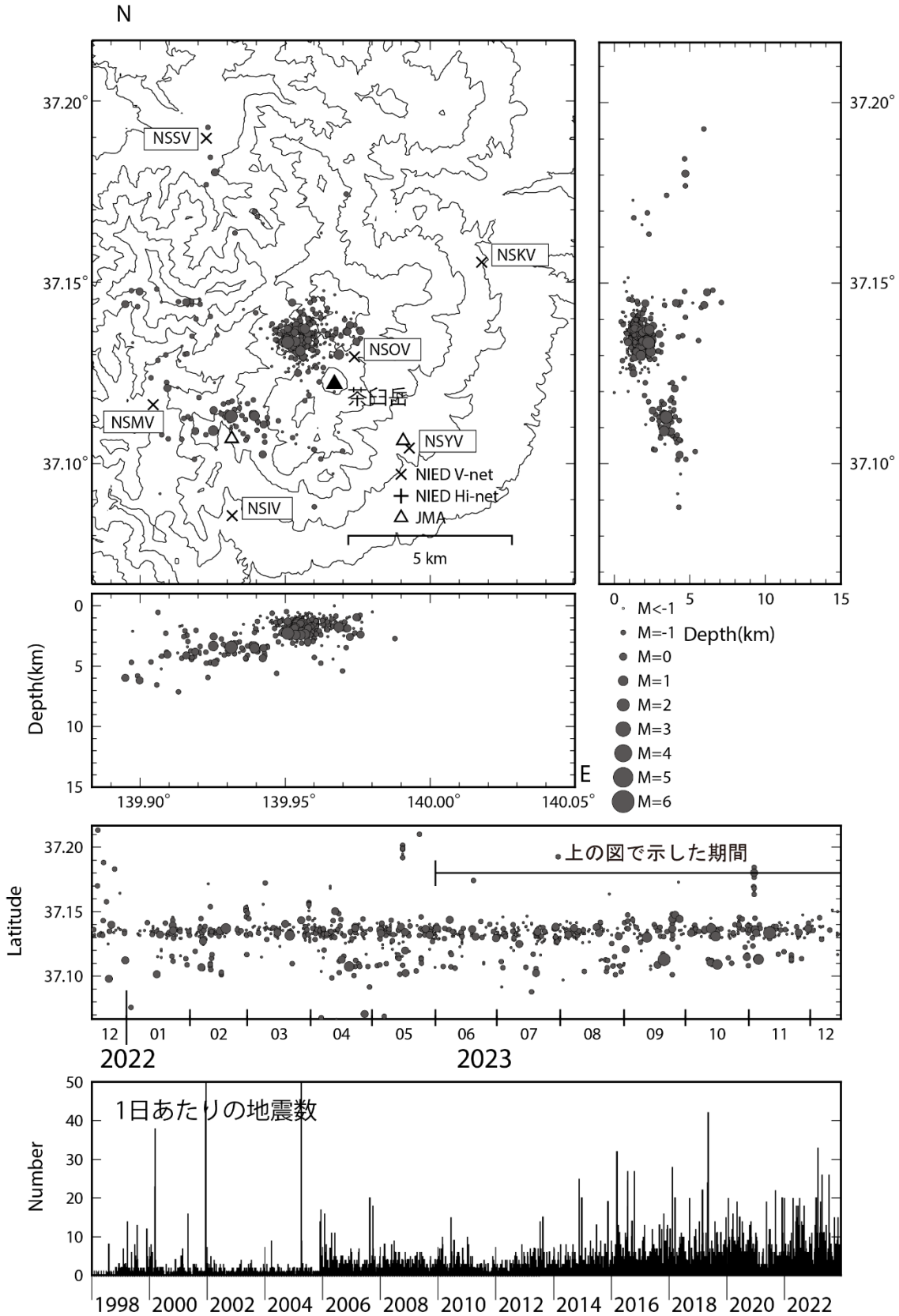
NSYV＝地震計（短周期）

### 資料概要

#### ○ 地殻変動・地震活動

2023 年 6 月～2023 年 12 月の期間中、火山活動に関連するような顕著な地震活動及び地殻変動は認められなかった。

那須岳の地震活動 (2023/6/01~2023/12/15)



震源決定には、気象庁の観測点（位置は図中）も使用した。

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。

地図中の観測点コードは新しい観測点コードで記載した。

図 1 那須岳の地震活動 (2023/6/01~2023/12/15)

那須岳の傾斜変動 (2016/2/1 ~ 2023/12/31)

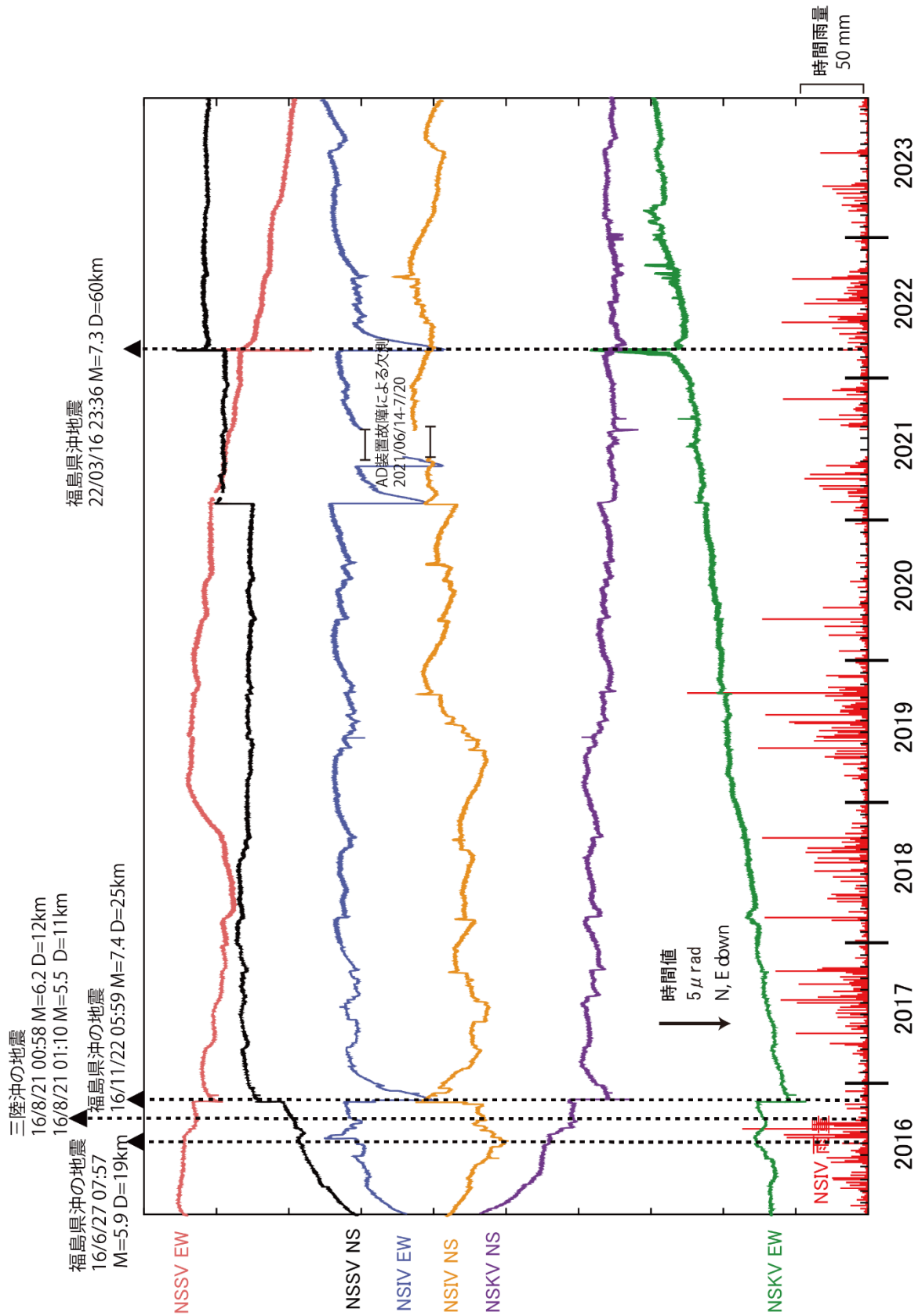


図 2 那須岳の傾斜変動



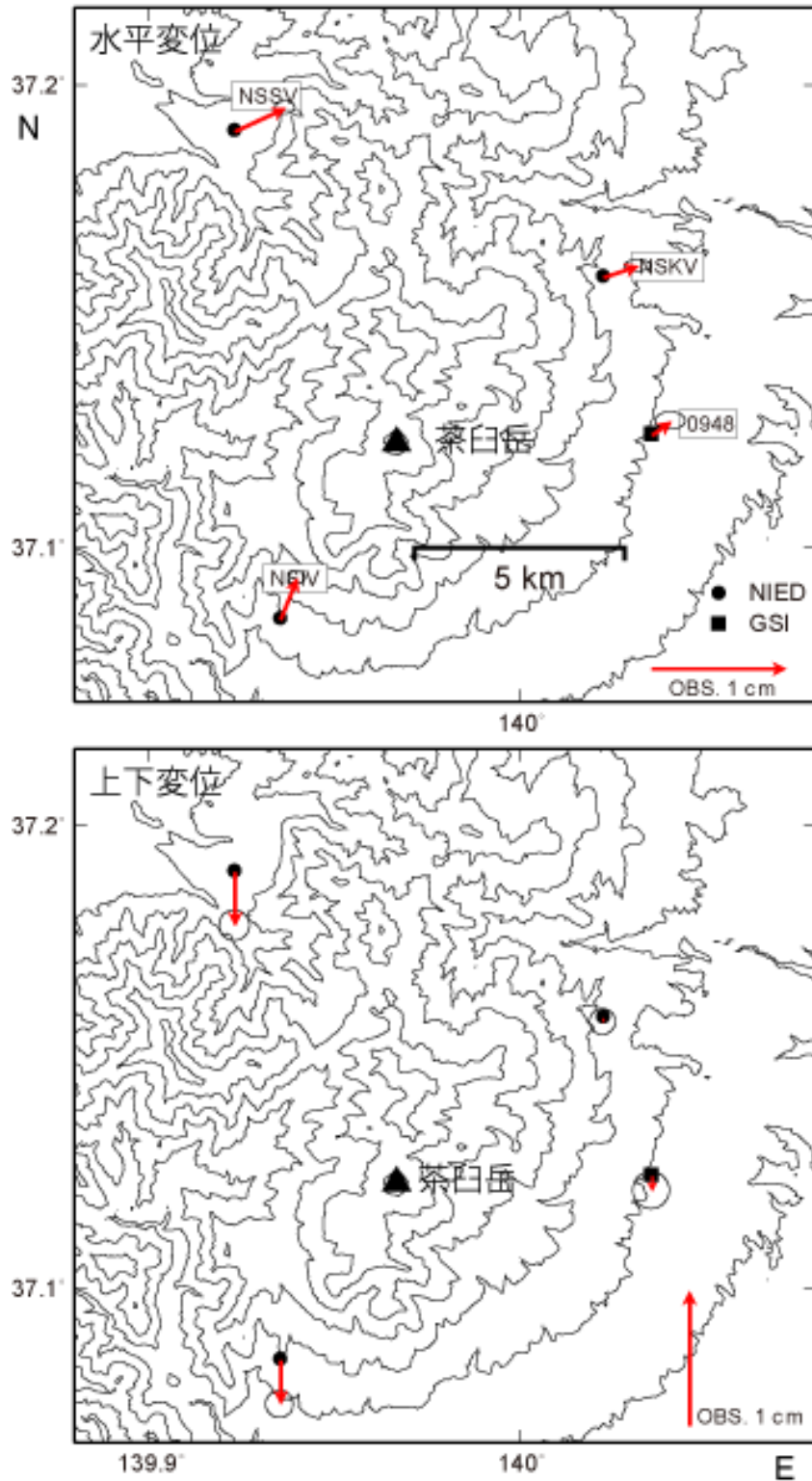


図 3 那須岳周辺 V-net 観測点における GNSS 解析結果. 本解析には国土地理院のデータを使用した。この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ (標高) を使用した。

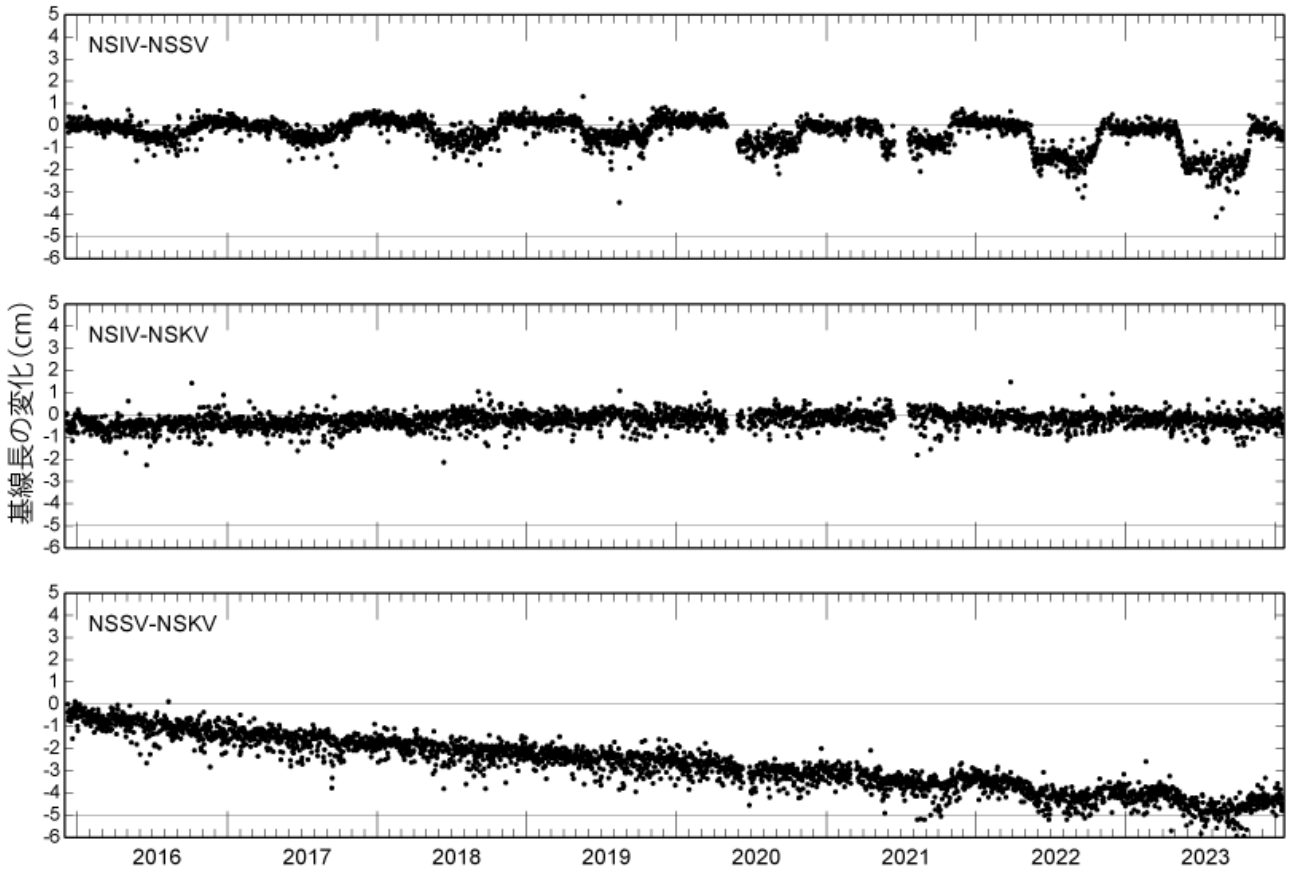


図 4 防災科研観測点 3 点 (NSIV, NSKV, NSSV) 間の基線長変化

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
	那須岳板室 (NSIV)		2015/12/4	2周波観測開始
	那須岳甲子 (NSKV)		2015/12/5	2周波観測開始
	那須岳下郷 (NSSV)		2015/12/9	2周波観測開始

※観測点強化事業に伴い表 2 のように観測点コードと観測内容を変更した。

表 2 観測点強化履歴

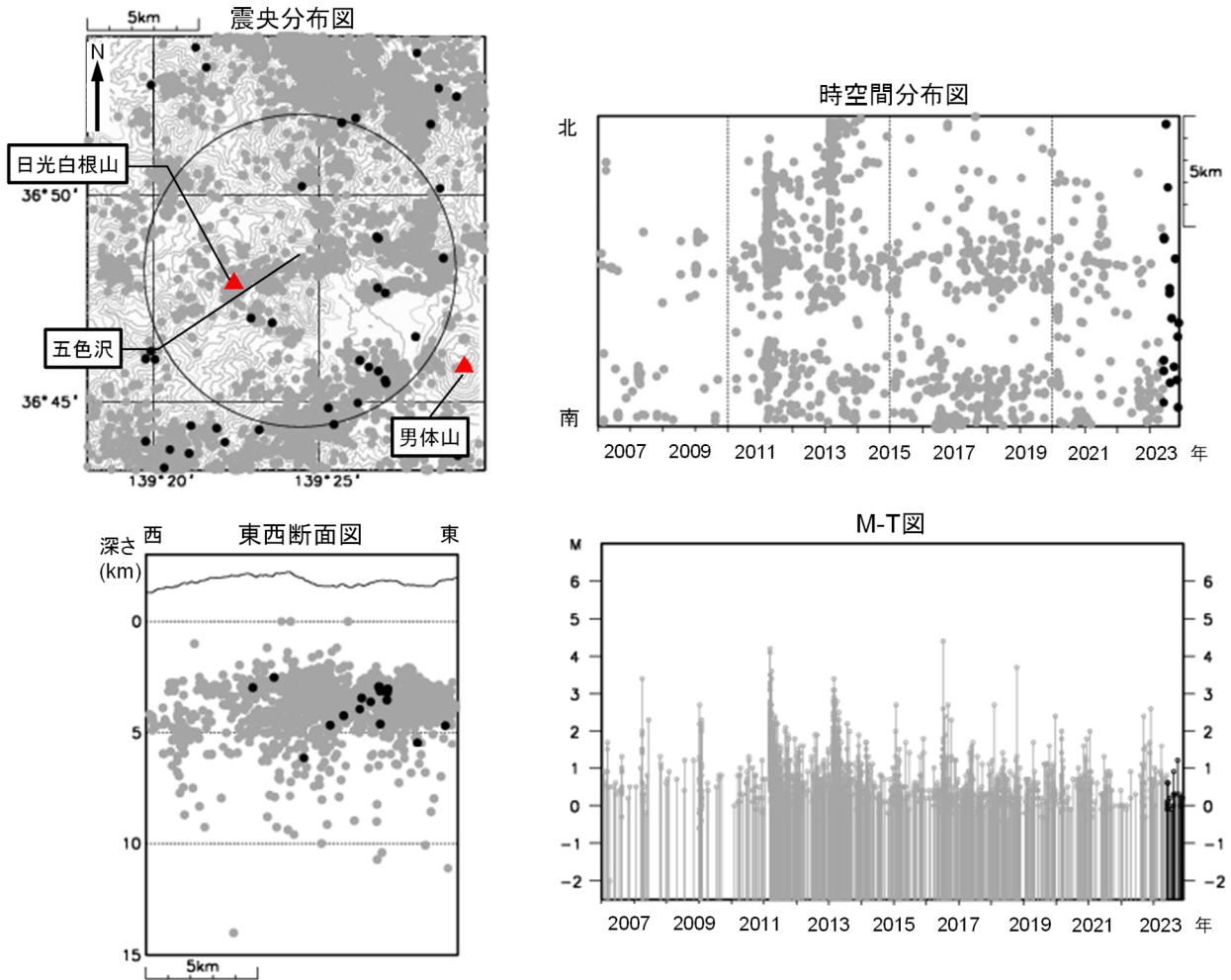
2015/11 まで		2015/12 以降	
(旧)観測点コード	観測内容	(新)観測点コード	観測内容
NIMV	地震計(短周期)	NSIV	地震計(短周期・広帯域)、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
NKSV	地震計(短周期)	NSKV	地震計(短周期・広帯域)、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
NSGV	地震計(短周期)	NSSV	地震計(短周期・広帯域)、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
NOMV	地震計(短周期)	NSOV	地震計(短周期)
NMYV	地震計(短周期)	NSMV	地震計(短周期)
NYTV	地震計(短周期)	NSYV	地震計(短周期)



# 日光白根山

(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。



● : 2006 年 1 月 1 日～2023 年 5 月 31 日、● : 2023 年 6 月 1 日～2023 年 11 月 30 日

図 1 日光白根山 一元化震源による山体周辺の地震活動

(2006 年 1 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

震央分布図中の円は図 2 の計数対象地震（五色沢で S-P 時間 1 秒以内）のおよその範囲を示す。

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）。

- ・ 日光白根山付近を震源とする火山性地震の発生回数は少なく、地震活動は低調に経過した。

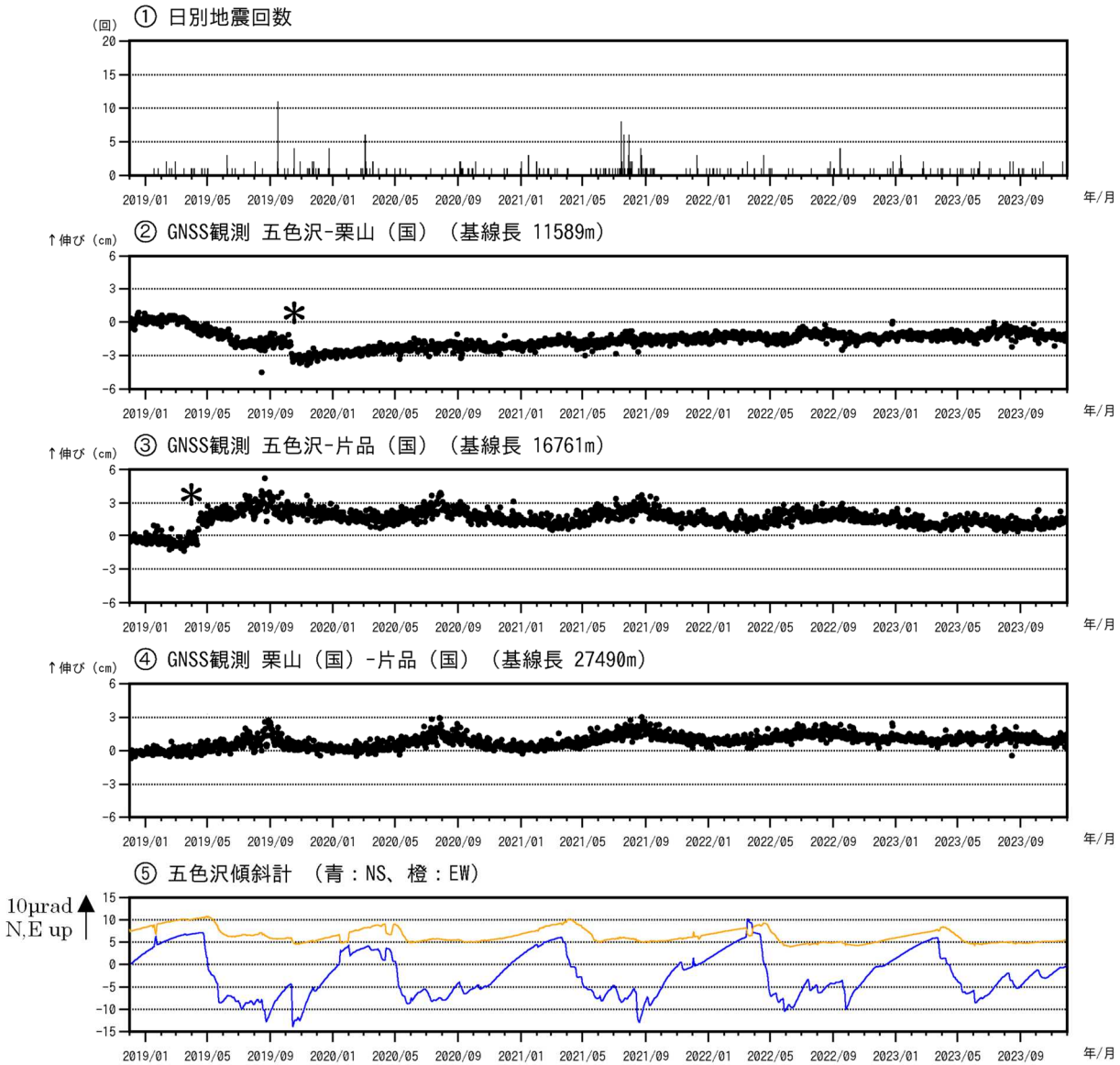


図2 日光白根山 地殻変動の経過図 (2018年12月1日~2023年11月30日)  
 \*で示すステップ状の変動は、五色沢観測点固有の変動が原因であり、火山活動に伴う地殻変動によるものではないと考えられる(②③)。  
 ・火山活動によるとみられる地殻変動は認められない。

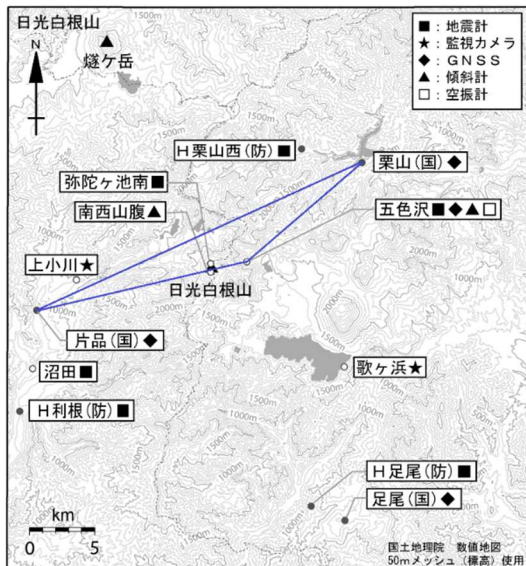


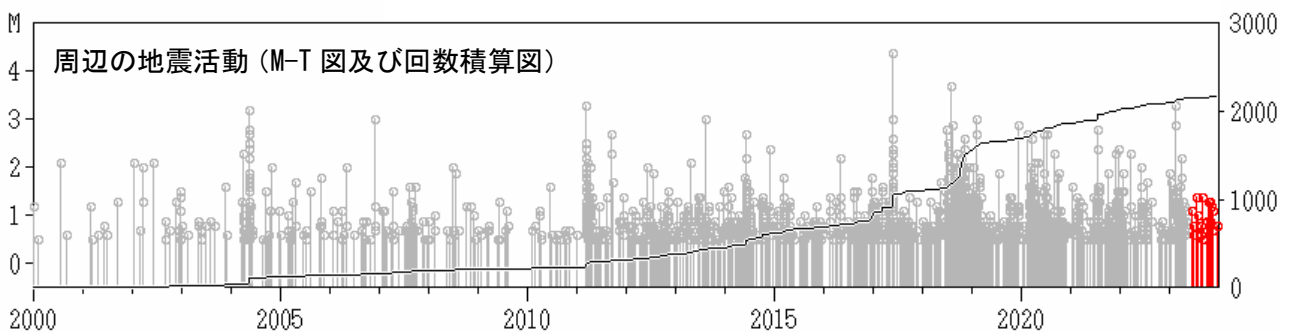
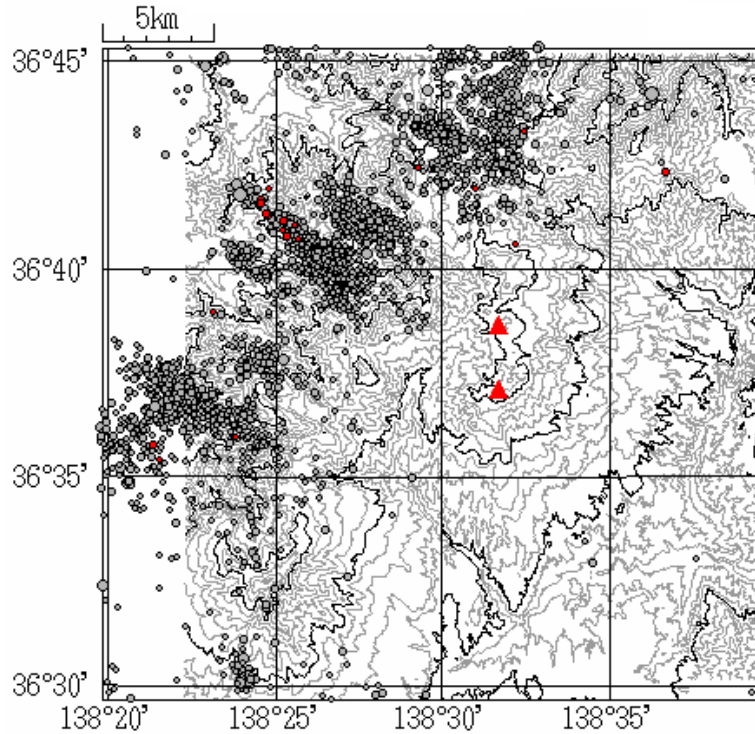
図3 日光白根山 観測点配置図  
 白丸(○)は気象庁、黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。  
 (国): 国土地理院、(防): 防災科学技術研究所

# 草津白根山 (2023年6月~2023年12月)

## 草津白根山

草津白根山及びその周辺の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も観測されず、最近の火山活動は静穏な状態にあると考えられる。ただし、湯釜付近の浅部の熱水活動は継続しており、中長期的には再活発化も考えられ、今後も火山活動の推移に十分注意が必要である。

周辺の地震活動 (震央分布図)



2023年6月以降は赤でプロットしている

図 1 草津白根山 一元化震源による周辺の地震活動 (2000年1月1日~2023年12月31日)

- ・平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震後、草津白根山の北西~北側にかけての地震活動が活発化した。
- ・2018 年6月~2019 年4月には周辺で地震活動の活発化がみられた。
- ・今期間、周辺で活発な地震活動はみられなかった。

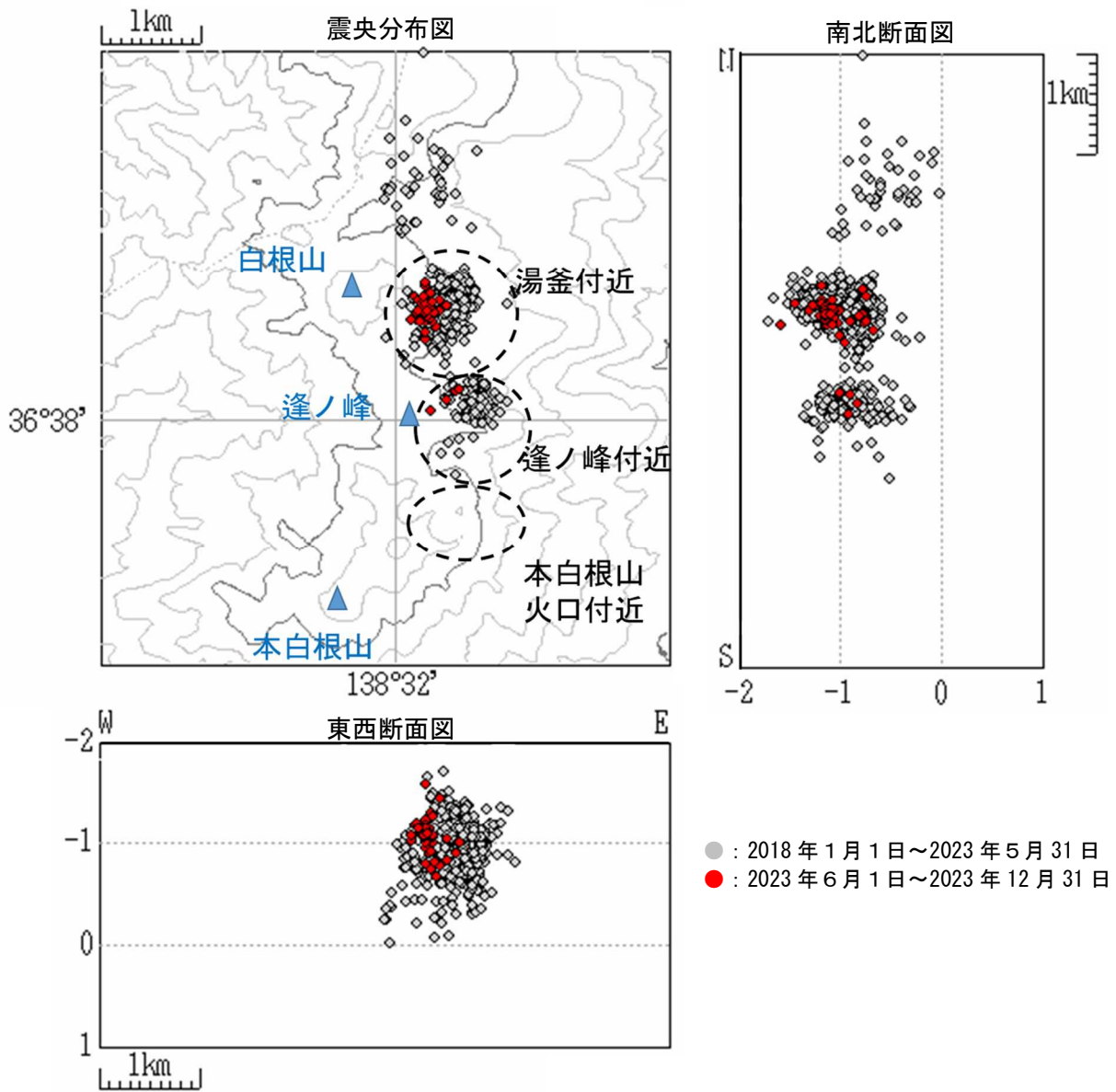


図2 草津白根山 白根山及び本白根山付近の震源分布図（2018年1月1日~2023年12月31日）  
・火山性地震の震源は、主に湯釜及び逢ノ峰付近の海拔1km付近に分布した。

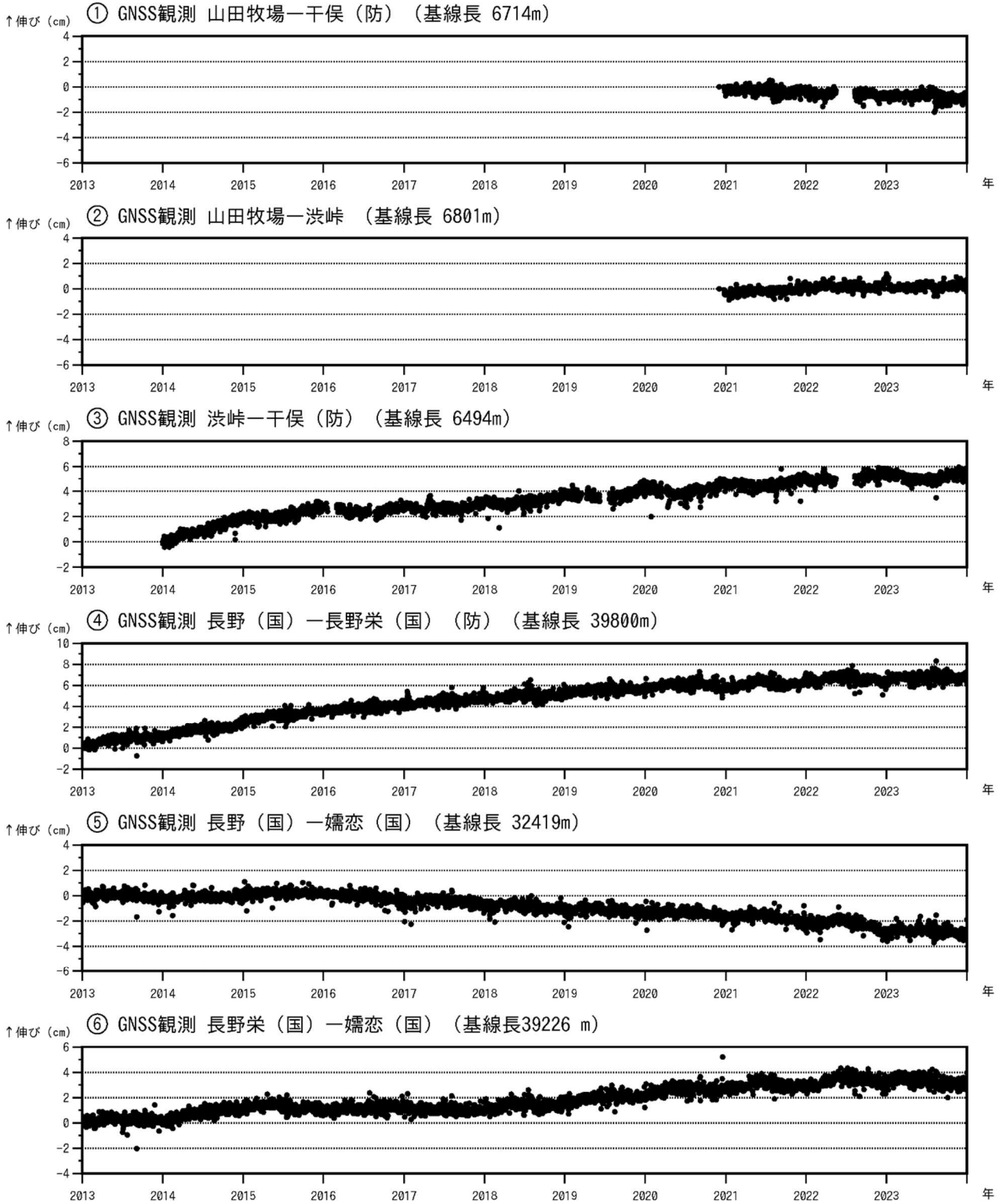


図 3-1 草津白根山 GNSS 連続観測から得られた基線長変化 (2013 年 1 月 1 日~2023 年 12 月 31 日)

図中の①~⑥は、図 4 の①~⑥に対応する。

- ・ 2014 年から 2015 年にかけて③、④及び⑥の基線で明瞭な基線長の伸びがみられた
- ・ 長期的には 2018 年以降も緩やかであるが③、④及び⑥の基線では伸びの傾向が、⑤の基線では縮みの傾向がみられていたが、2022 年頃からそれらの変動は停滞している。



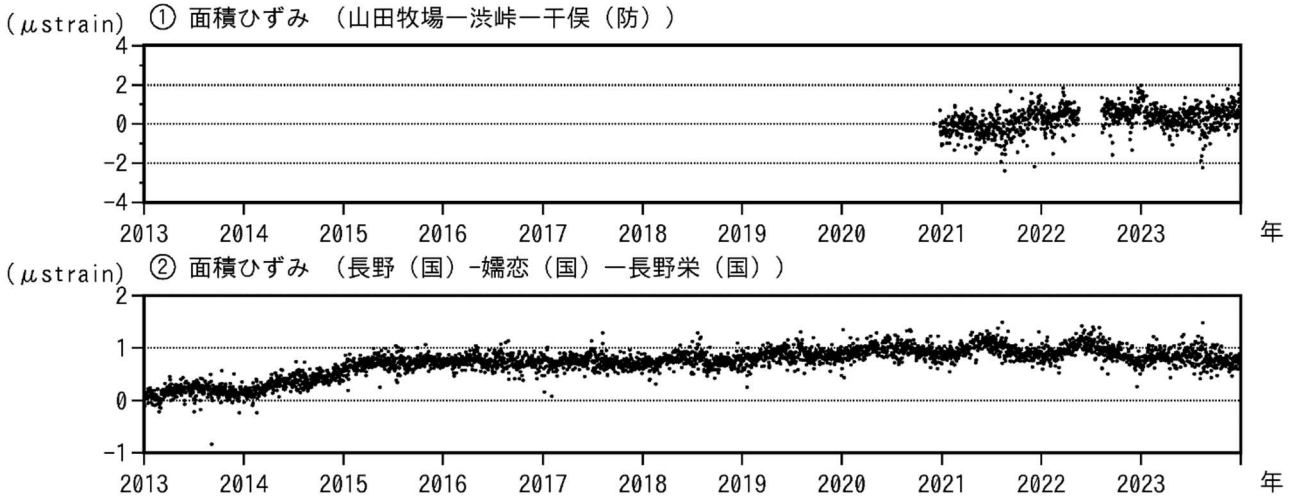


図 3-2 草津白根山 GNSS 連続観測から得られた面積ひずみの変化

(2013 年 1 月 1 日～2023 年 12 月 31 日)

- ・渋峠、山田牧場及び干俣 (防) GNSS 連続観測点で構成される三角形の面積ひずみは、2021 年以降、明瞭な変化は認められなかった (①)。
- ・長野 (国)、嬭恋 (国) 及び長野栄 (国) GNSS 連続観測点で構成される三角形の面積ひずみは、2014 年から 2015 年にかけて明瞭な増加傾向が認められたが、今期間は面積ひずみに変化は認められなかった (②)。

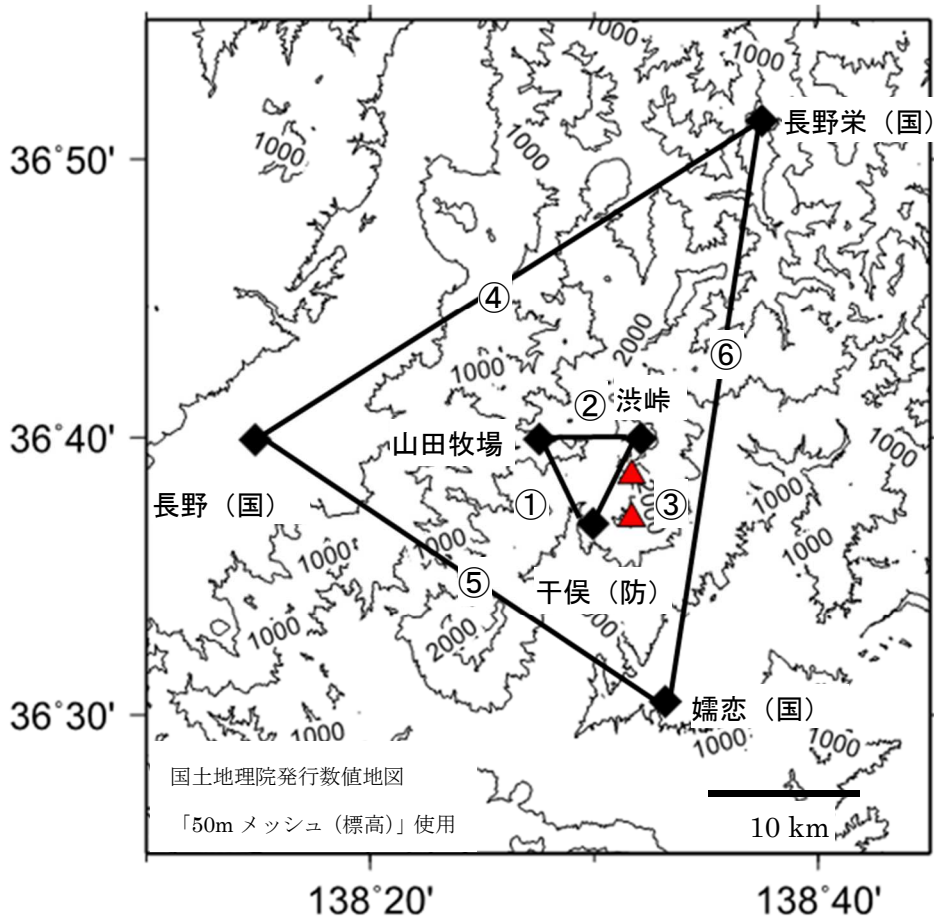


図 4 草津白根山 GNSS 連続観測点配置図 (国) : 国土地理院、(防) 防災科学技術研究所 (国) : 国土地理院、(防) : 防災科学技術研究所

- ・図中の①から⑥はそれぞれ図 3-1 の①から⑥の基線に対応する。

# 白根山（湯釜付近）

湯釜付近の地震活動は低調で、地殻変動、全磁力及び地球化学的観測結果においても火山活動の活発化を示す変化は認められず、静穏に経過している。

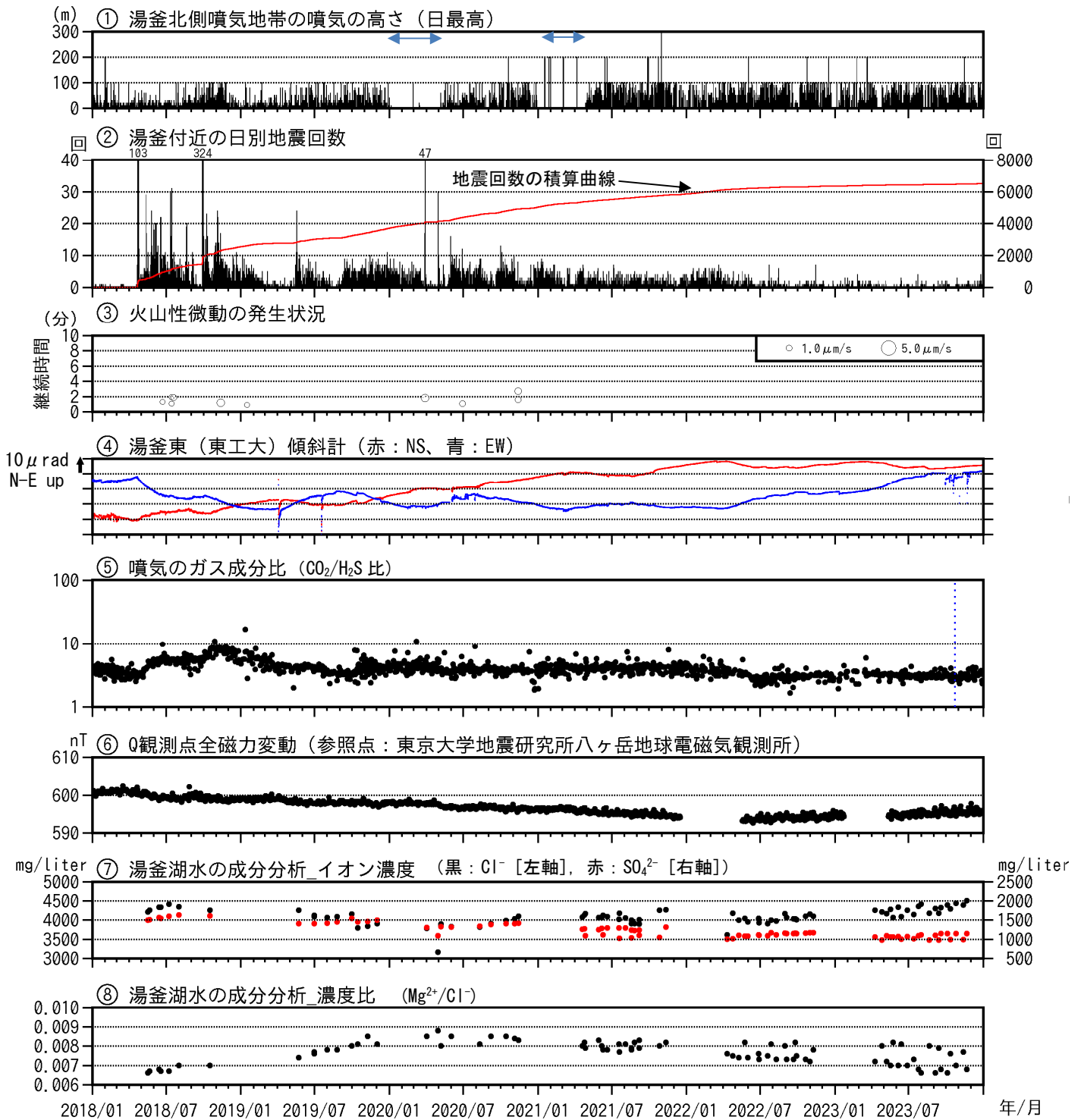


図 5 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 火山活動経過図（前ページ）

（2018 年 1 月 1 日～2023 年 12 月 31 日）

- ①の青矢印で示す期間は、一部の観測機器で障害が発生しているため、100m未満の噴気については観測できていない場合がある。⑤の 10 月 23 日（破線）以降のデータについては、センサー感度変化に対する補正をしていない。⑦及び⑧には気象研究所、東海大学及び東京工業大学によって採水、分析されたデータも含む。
- ・湯釜付近の地震活動は低調であり、火山性微動は観測されなかった。
- ・湯釜付近の浅部の膨張を示す明瞭な傾斜変動は認められなかった。
- ・湯釜火口北側噴気地帯の火山ガス成分比（CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比）に目立った変動は認められなかった。
- ・湯釜の南東に位置する全磁力連続観測点（Q 観測点）では、2021 年末以降、地下における温度上昇を示す明瞭な変化は認められなかった。
- ・湯釜湖水の化学分析の結果（Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度, および Mg<sup>2+</sup>/Cl<sup>-</sup>比）から、2023 年以降、Cl<sup>-</sup>濃度については前年と比較してわずかに増加している。それ以外で目立った変動は認められなかった。

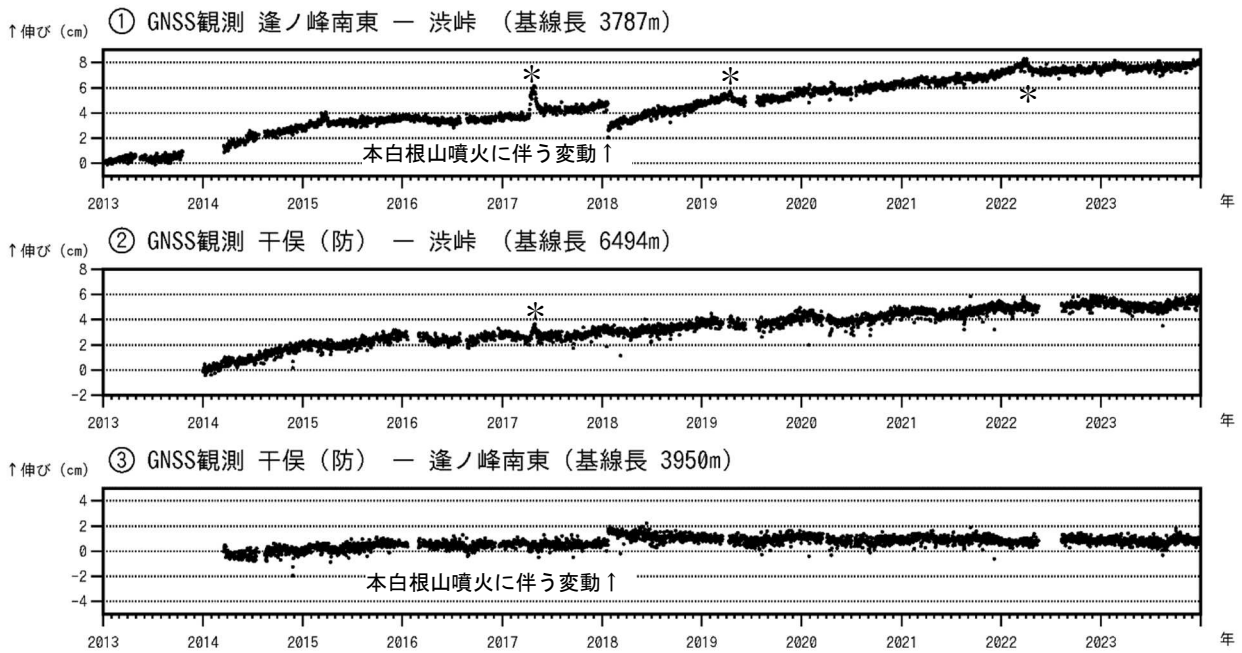
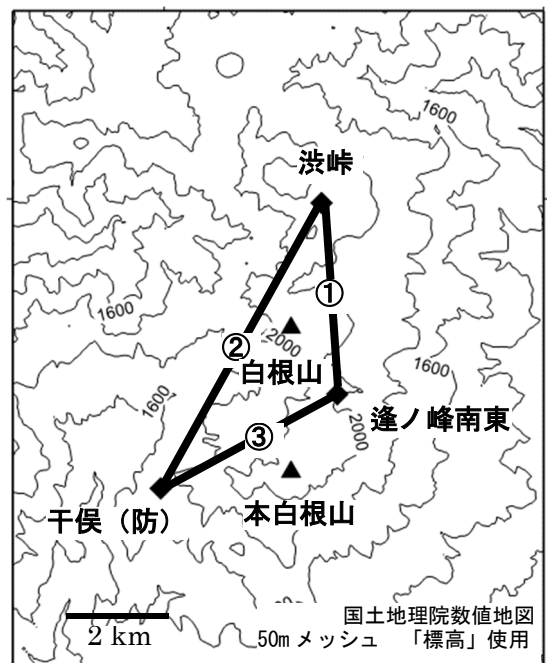


図 6 草津白根山（白根山（湯釜付近）） GNSS 連続観測の結果（2013 年 1 月 1 日～2023 年 12 月 31 日）

- ・\*の変動は、渋峠または逢ノ峰南東 GNSS 連続観測点固有の変動に対応し、火山活動によるものではないと考えられる。空白部分は欠測を示す。
- ・2018 年 1 月以降、2020 年 1 月頃にかけて本白根山噴火後の余効変動が見られていた。
- ・①～③いずれの基線長についても、2022 年頃から目立った変動は認められない。





### 本白根山

鏡池北火口付近の地震は 2018 年 12 月以降少ない状態で、噴気も認められず、火山活動は静穏な状態で経過している。

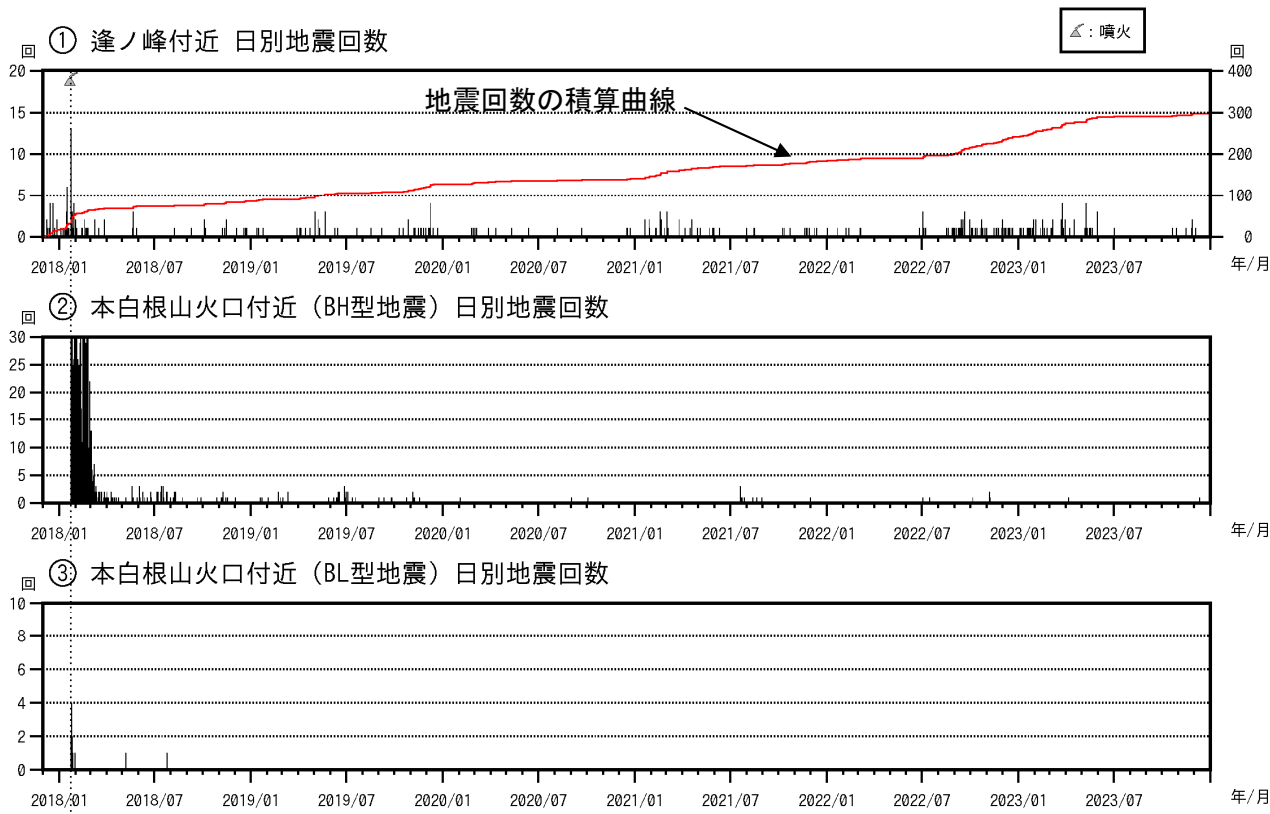


図 7 草津白根山 (本白根山) 火山性地震の活動経過 (2017 年 12 月 1 日~2023 年 12 月 31 日)  
・今期間、逢ノ峰付近及び本白根山火口付近を震源とする火山性地震の活動は低調であった。

## 湯釜湖水の化学組成 (2023 年 11 月 22 日観測まで)

2023 年 11 月 22 日までに草津白根山の湯釜火口湖の南西岸(図 1;U1 地点)で採取した湖水の化学組成を分析した(表 1).

湖水の Mg/Cl 比は湯釜火口で複数回の噴火が発生した 1982-83 年, および湯釜火口内での突出が発生した 1989, 1996 年の前後などで顕著に上昇した(図 2). これは地下水と結晶化しつつあるマグマ縁辺の高温岩石が接触したことによると考えられている[1][2]. 最近の観測では, 2023 年 10 月 26 日および 11 月 22 日の Mg/Cl 比はそれぞれ 0.0070 および 0.0068 であった.



図 1. 湖水の採取位置(U1)  
(背景地図には地理院地図を使用した.)

表 1. 湯釜火口湖の化学組成 (抜粋)

Date	WT °C	pH	EC S/m	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	Mg mg/L	Mg/Cl ratio
2023/4/10	14.3	1.11	3.93	4240	1060	30.4	0.0072
2023/4/10*	ND	1.09	3.95	4270	1060	30.1	0.0070
2023/5/9	18.8	1.10	3.84	4170	1100	30.1	0.0072
2023/5/18	17.8	1.10	3.93	4290	1060	29.3	0.0068
2023/6/6	20.3	1.09	3.90	4340	1080	29.6	0.0068
2023/6/28	24.4	1.10	3.89	4270	1080	29.8	0.0070
2023/7/26	27.6	1.10	3.94	4370	1100	29.7	0.0068
2023/8/1	29.5	1.10	3.94	4420	1120	29.2	0.0066
2023/9/5	28.7	1.11	3.89	4310	1110	28.5	0.0066
2023/9/19	28.4	1.11	4.00	4330	1150	29.2	0.0068
2023/10/5	23.2	1.10	4.02	4400	1160	28.9	0.0066
2023/10/26	18.6	1.09	4.07	4450	1160	31.1	0.0070
2023/11/22	13.3	1.11	4.21	4510	1150	30.9	0.0068

\*湯釜火口中央付近の湖水(droneで採水).  
pH, ECの測定にはガラス電極および白金-白金黒電極(HORIBA, D-74), Cl, SO<sub>4</sub>の分析にはイオンクロマトグラフ法(Thermo, Integriion), Mg, の分析にはマイクロ波プラズマ原子発光分析装置(Agilent, 4210 MP-AES)を使用した. 分析値は今後変更する場合があります.

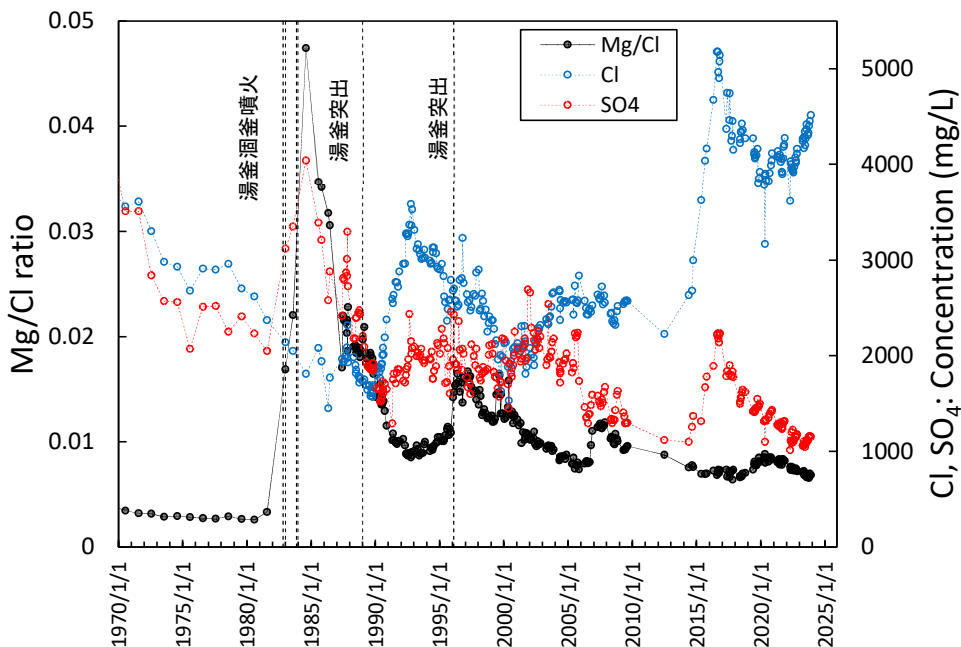


図 2. 湯釜の Cl, SO<sub>4</sub>濃度, および Mg/Cl 比の変化

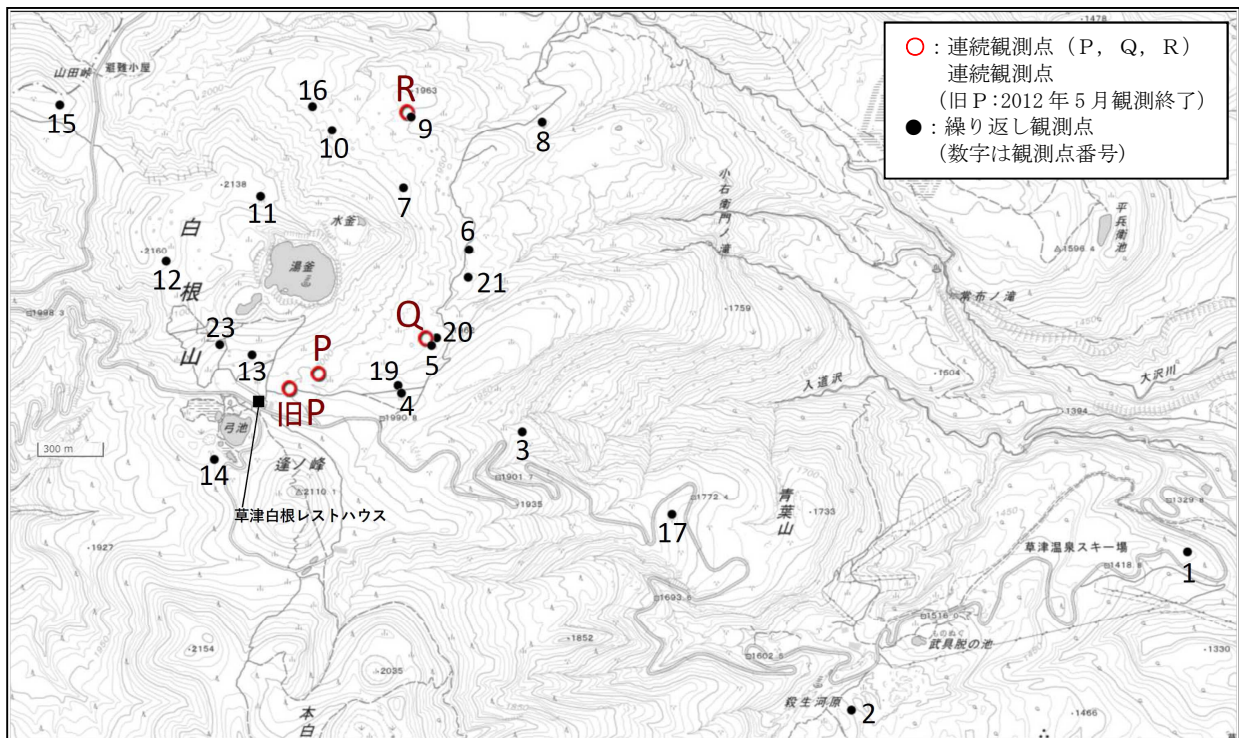
参考文献 [1] T. Ohba et al. (2008) JVGR, 178, 131-144. [2] M.Yaguchi et al. (2021) Front. Earth Sci., 9:741742.

## 草津白根山における地磁気全磁力変化

全磁力連続観測では、2022 年 5 月以降、湯釜近傍の地下における温度上昇を示す明瞭な変化は認められない。

白根山（湯釜付近）における 2018 年から 2023 年 12 月までの全磁力観測結果について報告する。全磁力連続観測では、2018 年 4 月から 7 月にかけて、水釜付近地下の熱消磁を示唆する全磁力変化（P 点および Q 点で減少、R 点で増加）が観測された。それ以降、湯釜南東の Q 点では全磁力の減少が認められたが、2022 年 5 月以降増加に転じ、熱消磁が終了したあるいは冷却帯磁が生じた可能性が示唆される。湯釜近傍の地下における温度上昇を示す明瞭な変化は認められない（第 2 図～第 4 図）。

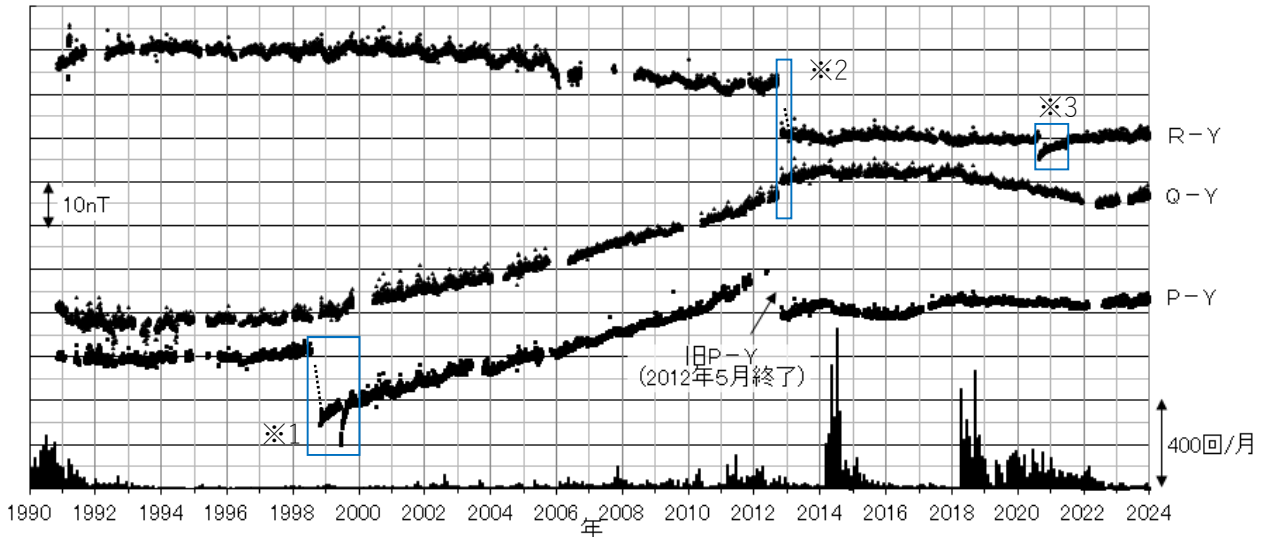
全磁力繰り返し観測の結果（第 5 図）をもとに、2022 年 10 月～2023 年 10 月の差をプロットしたものを第 6 図に示す。湯釜の北側で全磁力の減少、南側で増加が見られ、冷却帯磁のパターンではあるが、系統的な変化はしておらず、単一の熱源ソースでは観測値をうまく説明することができない。



第 1 図 白根山（湯釜付近）における全磁力観測点配置

この地図の作成に当たっては、国土地理院 WebSite の地理院地図を使用した。

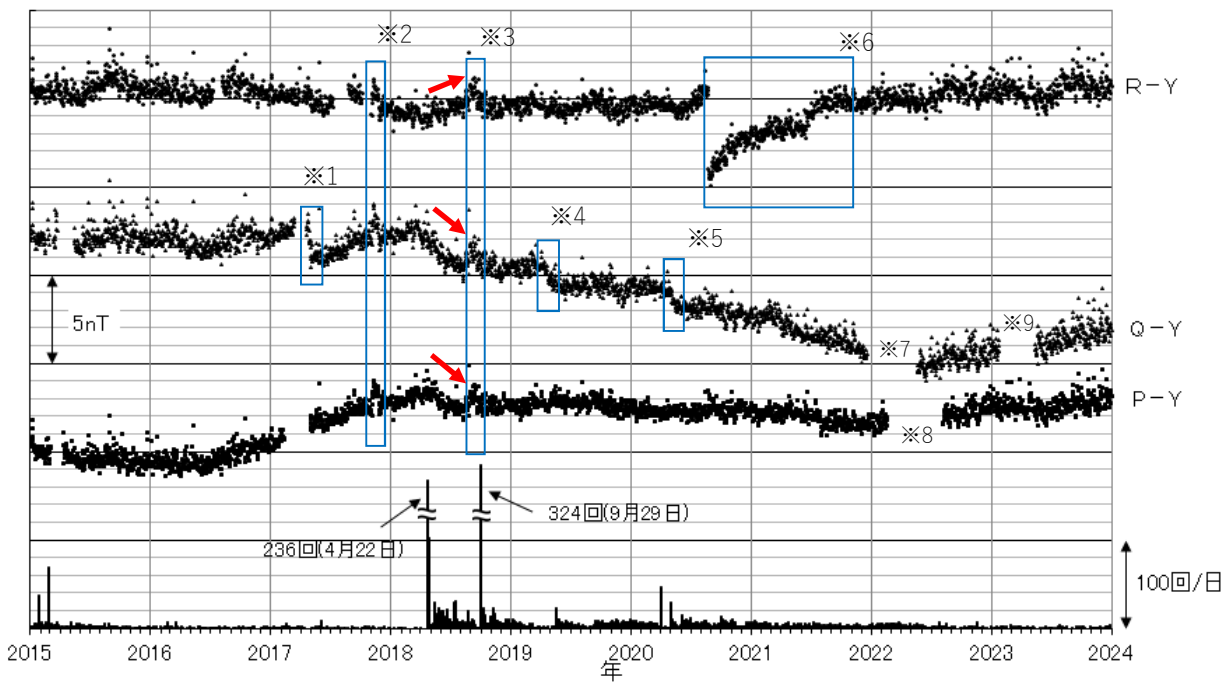
【謝辞】本資料の作成に当たっては、東京大学地震研究所共同利用(2022-D-14)における八ヶ岳地球電磁気観測所の全磁力データの提供を受けた。



第 2 図 白根山（湯釜付近）における全磁力連続観測結果（1990 年～2023 年 12 月 31 日）

連続観測点 P、Q、R および旧 P における八ヶ岳地球電磁気観測所（東京大学地震研究所）（Y）との全磁力の夜間（00:00～02:59（JST））日平均値差。最下段は草津白根山で観測された月別地震回数（2015 年以降は湯釜付近で観測された地震）。

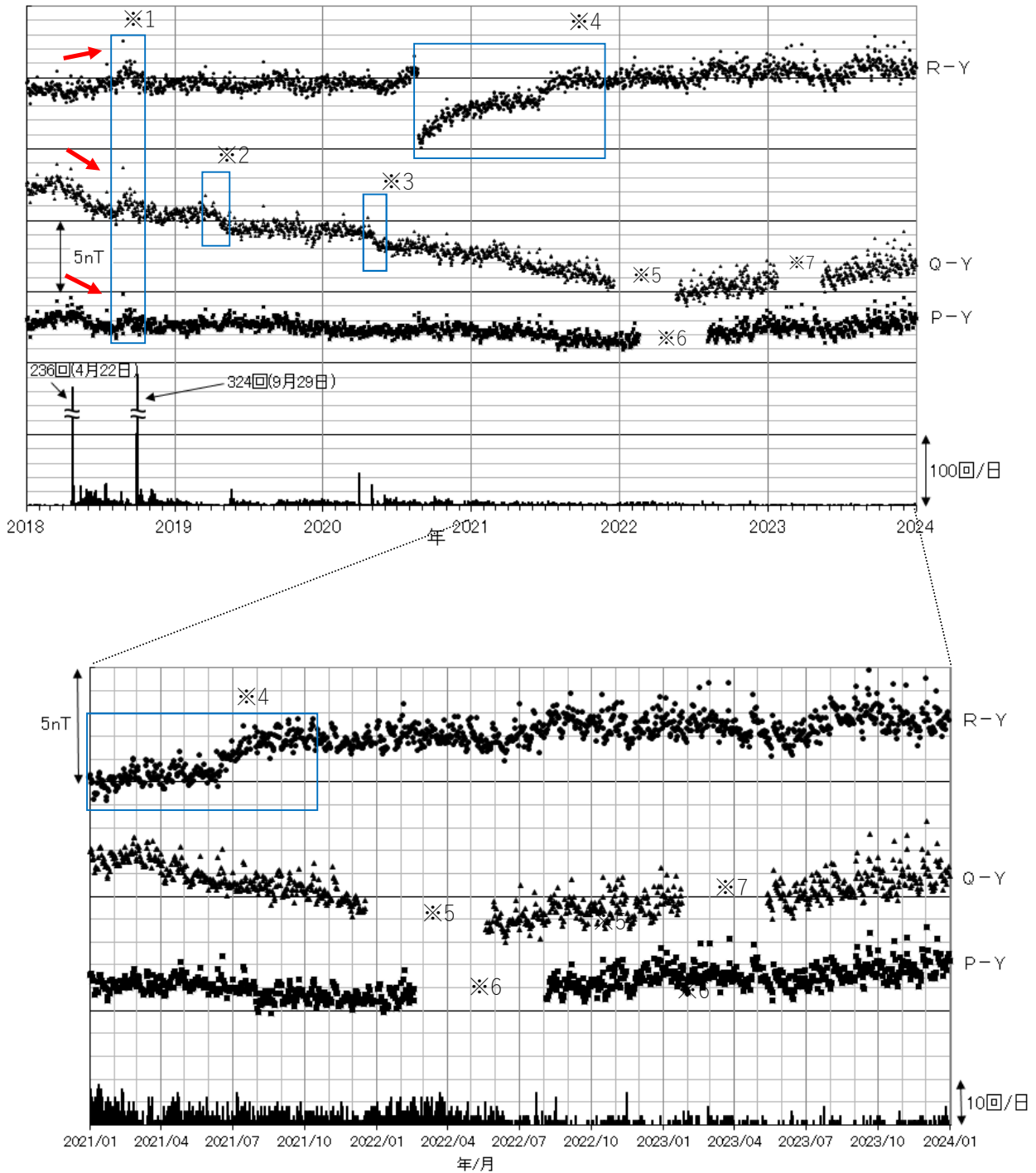
（※1）、（※3）落雷によるステップ状の変化とその後の余効変動を含む、（※2）更新工事に伴う変化



第 3 図 白根山（湯釜付近）における全磁力連続観測結果（2015 年 1 月～2023 年 12 月 31 日）

連続観測点 P、Q、R における八ヶ岳地球電磁気観測所（東京大学地震研究所）（Y）との全磁力の夜間（00:00～02:59（JST））日平均値差。最下段は湯釜付近で観測された日別地震回数。赤矢印は 2018 年 4 月～7 月に観測された全磁力変化（第 4 図も同様）。

- （※1）原因不明の急変、（※2）八ヶ岳観測点の人工擾乱、（※3）2018 年 8 月～9 月に発生した磁気嵐によると考えられる変化、
- （※4）2019 年 4 月中旬～5 月上旬の Q での原因不明の変化、（※5）2020 年 5 月 3 日の Q での原因不明の変化、
- （※6）落雷によるステップ状の変化とその後の余効変動を含む、（※7）2021 年 12 月 18 日～2022 年 5 月 18 日機器障害による欠測
- （※8）2022 年 2 月 18 日～8 月 3 日機器障害による欠測、（※9）2023 年 1 月 25 日～5 月 12 日機器障害による欠測

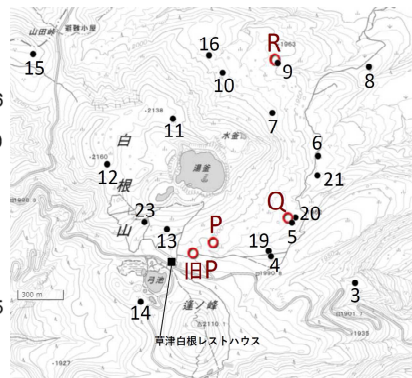
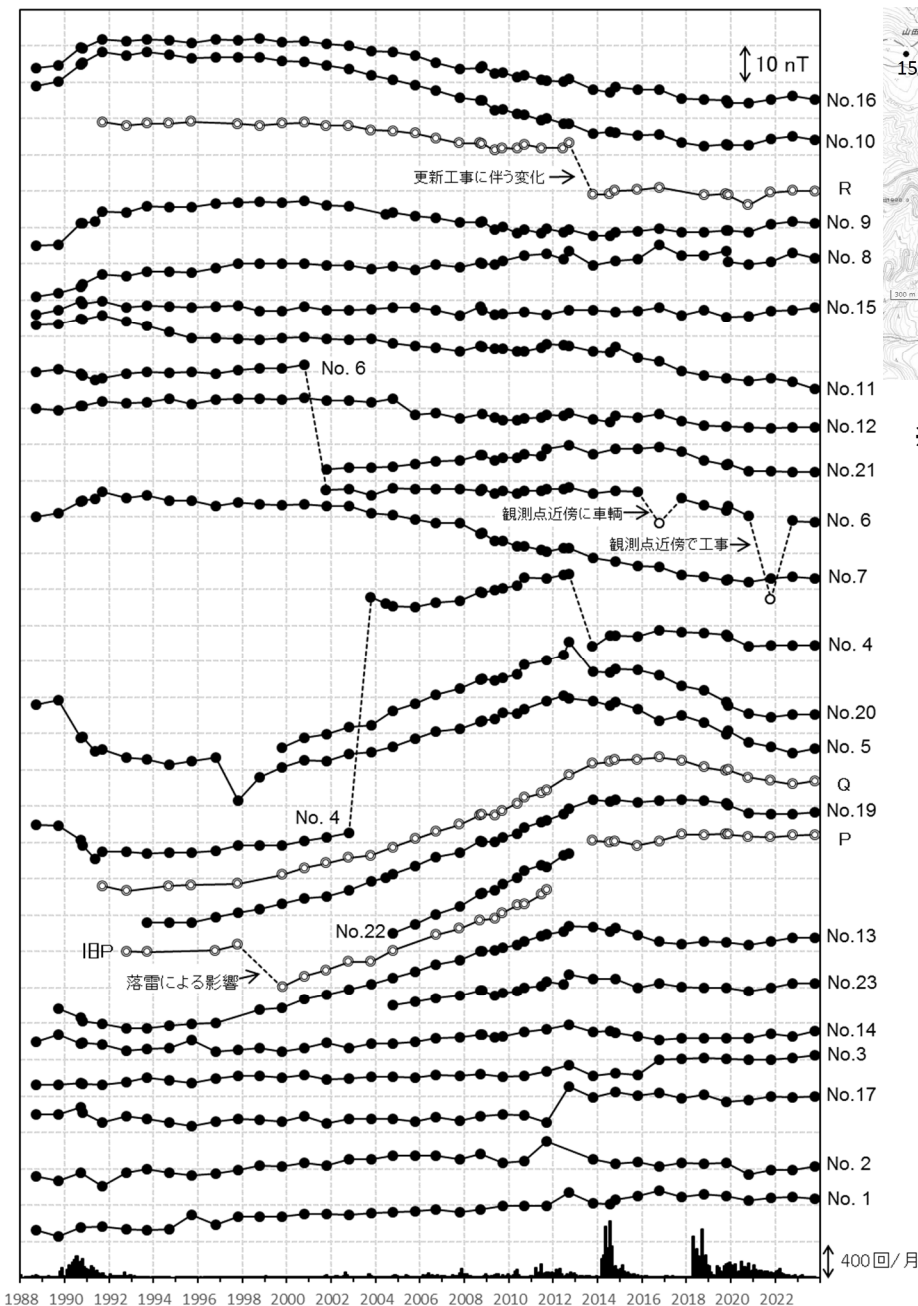


第 4 図 白根山（湯釜付近）における全磁力連続観測結果（2018 年 1 月～2023 年 12 月 31 日）とその拡大図（2021 年 1 月～2023 年 12 月 31 日）

連続観測点 P、Q、R における八ヶ岳地球電磁気観測所（東京大学地震研究所）（Y）との全磁力の夜間（00:00～02:59（JST））日平均値差。最下段は湯釜付近で観測された日別地震回数。

- （※1）2018 年 8 月～9 月に発生した磁気嵐によると考えられる変化、
- （※2）2019 年 4 月中旬～5 月上旬の Q での原因不明の変化
- （※3）2020 年 5 月 3 日の Q での原因不明の変化
- （※4）落雷によるステップ状の変化とその後の余効変動を含む
- （※5）2021 年 12 月 18 日～2022 年 5 月 18 日機器障害による欠測
- （※6）2022 年 2 月 18 日～8 月 3 日機器障害による欠測
- （※7）2023 年 1 月 25 日～5 月 12 日機器障害による欠測

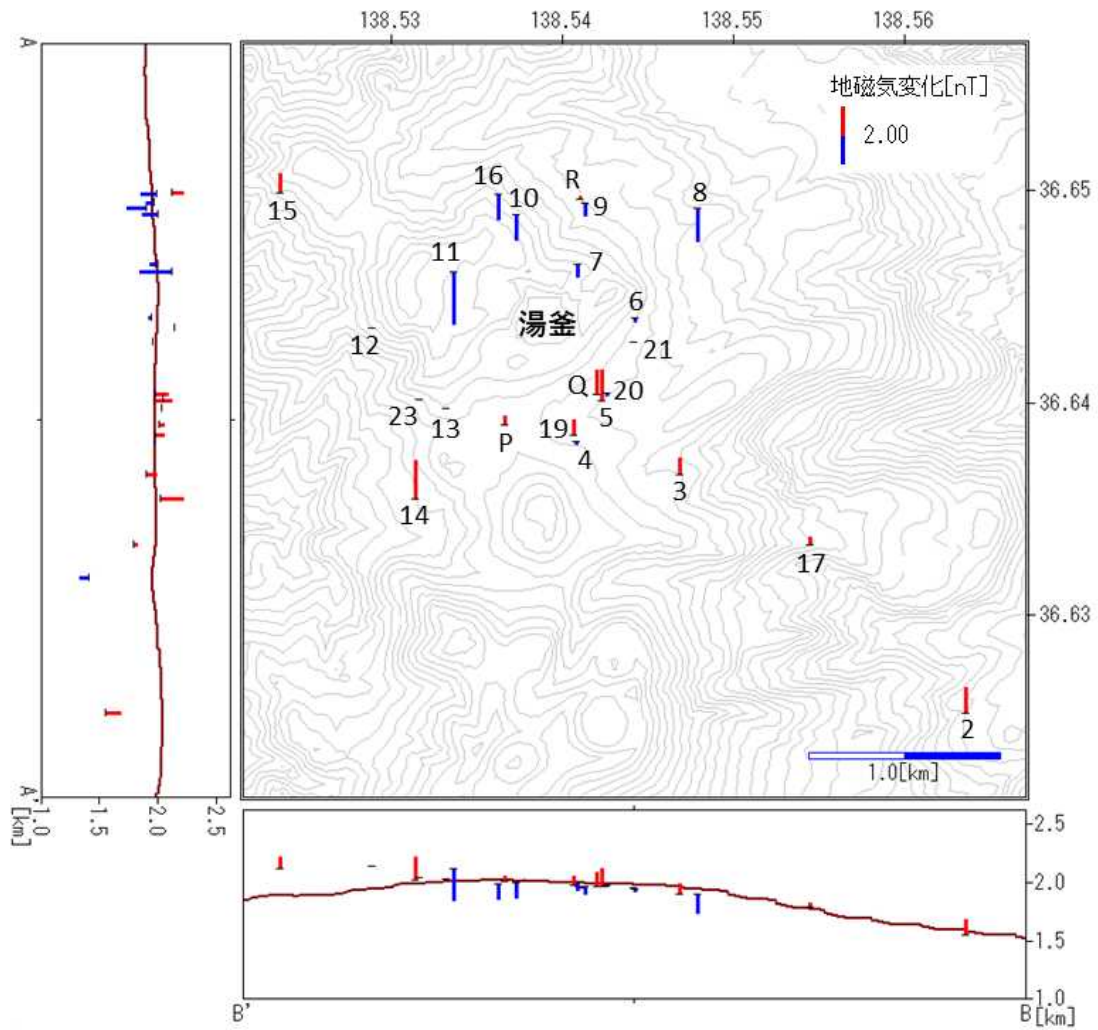




※No. 1、No. 2、No. 17 は地図欄外  
赤字は連続観測点を表す

第5図 白根山（湯釜付近）における全磁力繰り返し観測結果（1988年9月～2023年10月）

- ・ 東京大学地震研究所八ヶ岳地球電磁気観測所（Y）で観測された全磁力値を基準とし、各繰り返し観測点とYの地域的短周期変動の差は連続観測点Qを介して除去した。
- ・ 連続観測点P、Q、Rおよび旧Pのデータは全磁力繰り返し観測実施日の値をプロット。
- ・ 破線は周辺環境の変化によると思われるギャップ。
- ・ 連続観測点Rの変化（2020年8月～2021年7月）は落雷による影響を含む。
- ・ 最下段は草津白根山の月別地震回数（2015年以降は湯釜付近の地震のみ）。



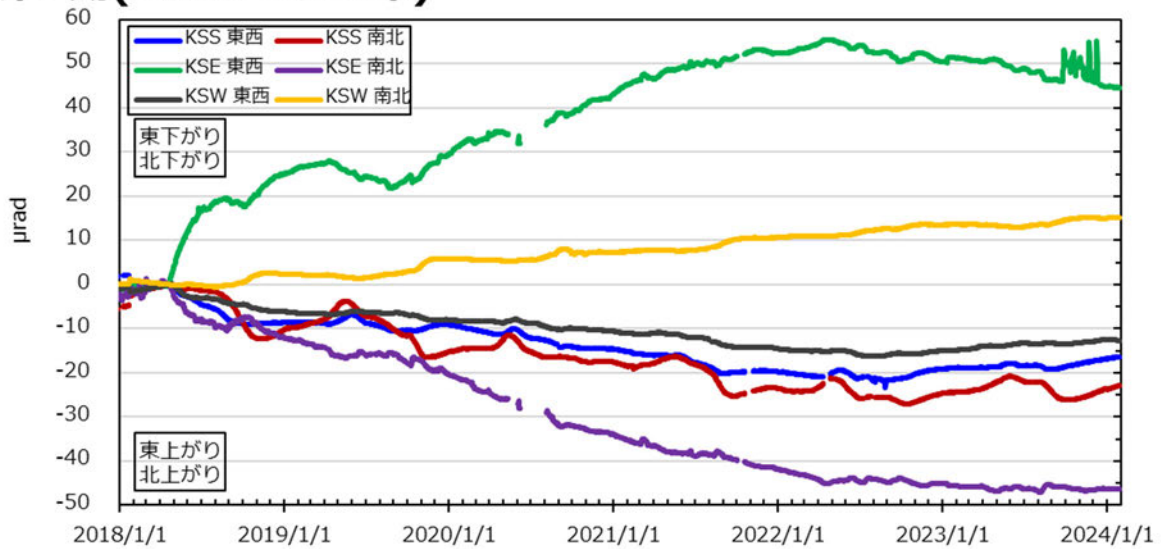
第 6 図 白根山（湯釜付近）における全磁力繰り返し観測結果の分布（2022 年 10 月～2023 年 10 月）

・第 5 図の各繰り返し観測点と各連続観測点の全磁力繰り返し観測結果について 2022 年 10 月～2023 年 10 月の差をプロット。

草津白根火山・湯釜周辺の地殻変動

2018年以降観測されていた湯釜付近の地下浅部を膨張源とする緩やかな地殻変動（第2期）は、2021年頃から不明瞭となっており、2023年以降は収縮傾向に転じていると思われる。

第2期(2018-2022年)



第1期(2014-2018年)

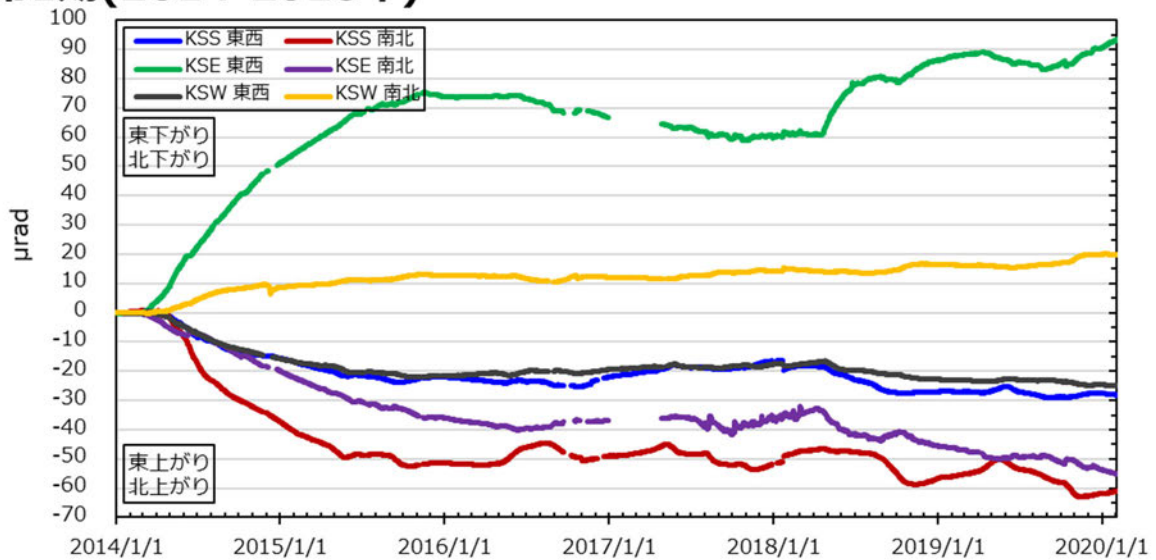


図1. (上) 第2期, 2018年1月1日~2024年1月, (下) 第1期, 2014年1月1日~2020年1月の, それぞれ約6年間の傾斜変動. ここに示したデータは東工大ボアホール型傾斜計3点6成分で, 季節変動・気圧応答・遠地震や機器障害によるステップ, および潮汐変化を経験的に補正したものである. 縦軸の幅が異なることに注意. 両期とも, 水釜直下の海拔 1,000 m 前後において, 概ね等方的かつ緩やかな圧力増加が進行したと考えられる.



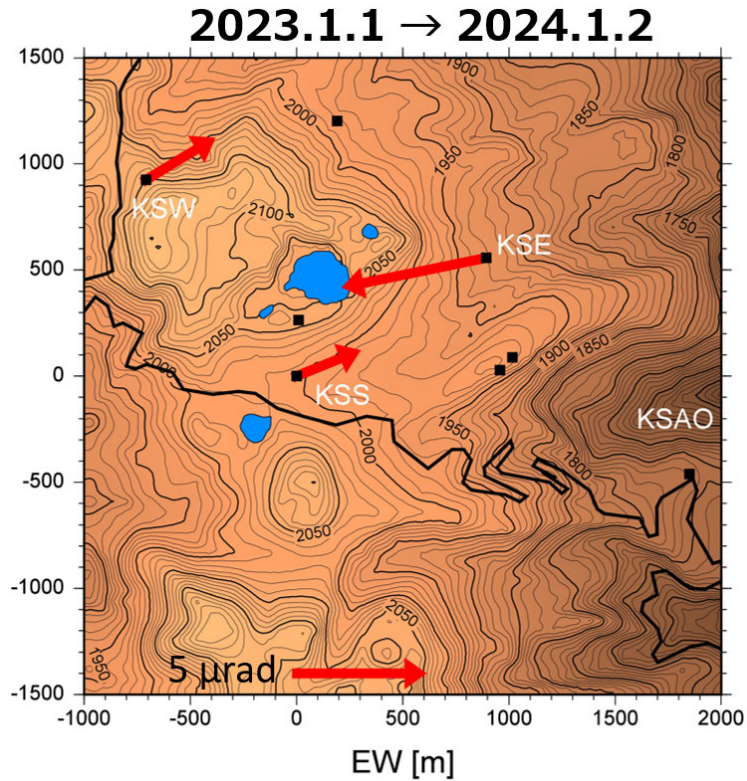


図2. 過去1年間の累積傾斜変動（季節変動・気圧応答・遠地地震や機器障害によるステップ、および潮汐変化を経験的に補正）。従来までの湯釜周辺浅部を力源とする等方的な傾斜変動は認められず、概ね湯釜付近直下の減圧によると思われる傾斜変動が認められる。

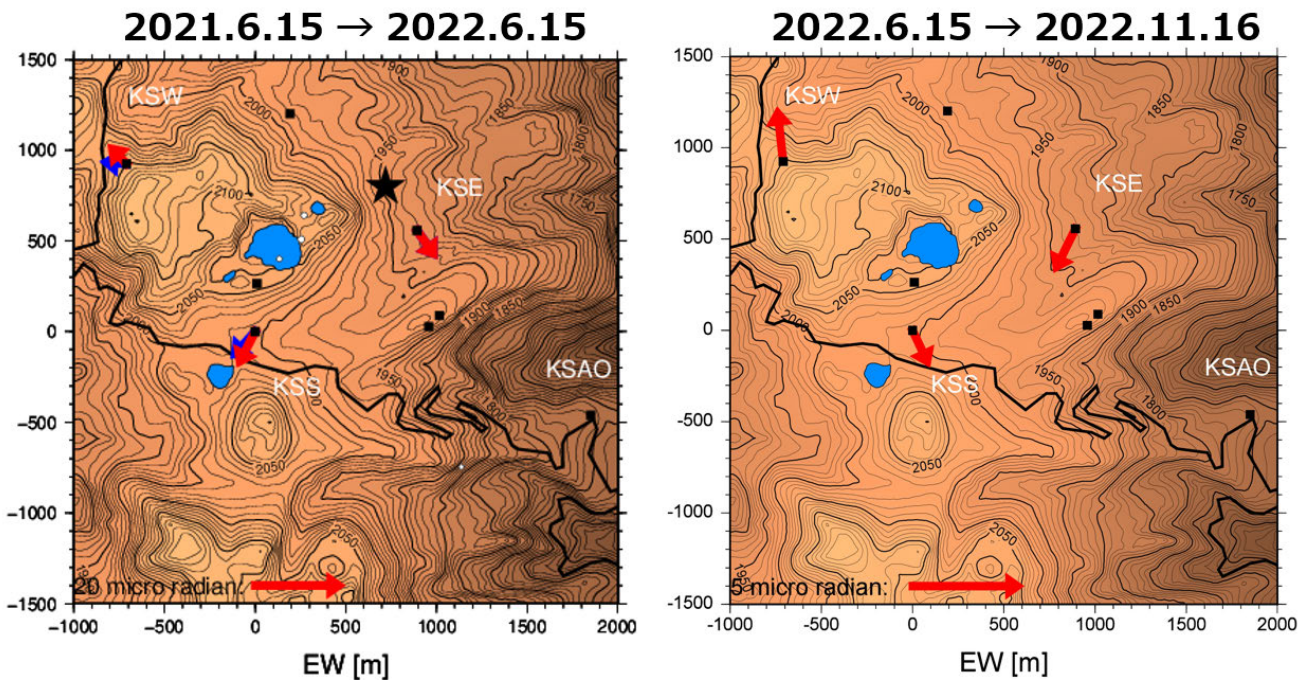


図3. 過去の傾斜変動。（左）2021/6/15-2022/6/15. 星は観測データを最もよく説明する等方力源の位置を示し、その深さは海拔620 m, 増圧体積は  $9.6 \times 10^4 \text{ m}^3$  である。（右）2021/6/15-2022/6/15. この期間以降は、湯釜周辺直下を増圧源とする明瞭な傾斜変動は認められない。

草津白根火山・湯釜周辺の震源分布

2014年以降に群発した微小地震の震源は湯釜直下に集中していたが、2018年以降は水釜周辺に広がった。この状態は2022年まで継続し（青、赤丸）、2023年以降（黄丸）はふたたび湯釜直下に集中している。大半の震源の深度は海拔1,000mから1,300m付近に求められ、明瞭な変化は認められない。

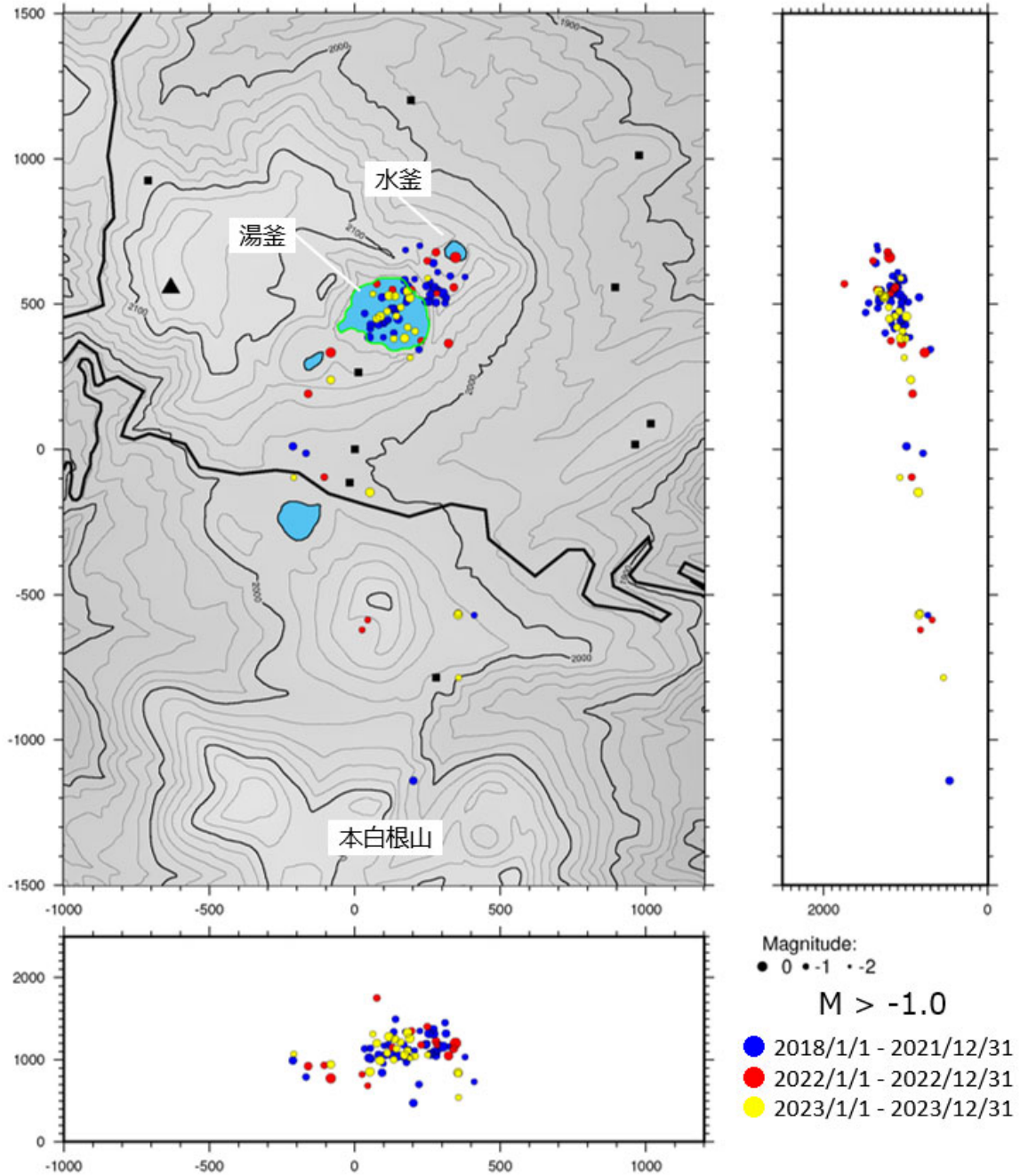


図. 2018年以降の震源分布. マグニチュードは-1.06以上のみ表示. 速度構造は桑原(2017)の水平層構造を仮定. 東工大観測点においてP波4か所, S波2か所以上で検測できたもの. 2023年は未処理期間あり,



草津白根火山・湯釜火口湖の水温変動

年周的変動に対応する水温の上下が継続している。2021年10月以降、水温が平年値よりもやや高い傾向にあるが、その程度は2014-15年活発期よりも小さい。2021年以降の水温の推移には、機器障害などの測定に起因する問題が含まれている可能性がある。

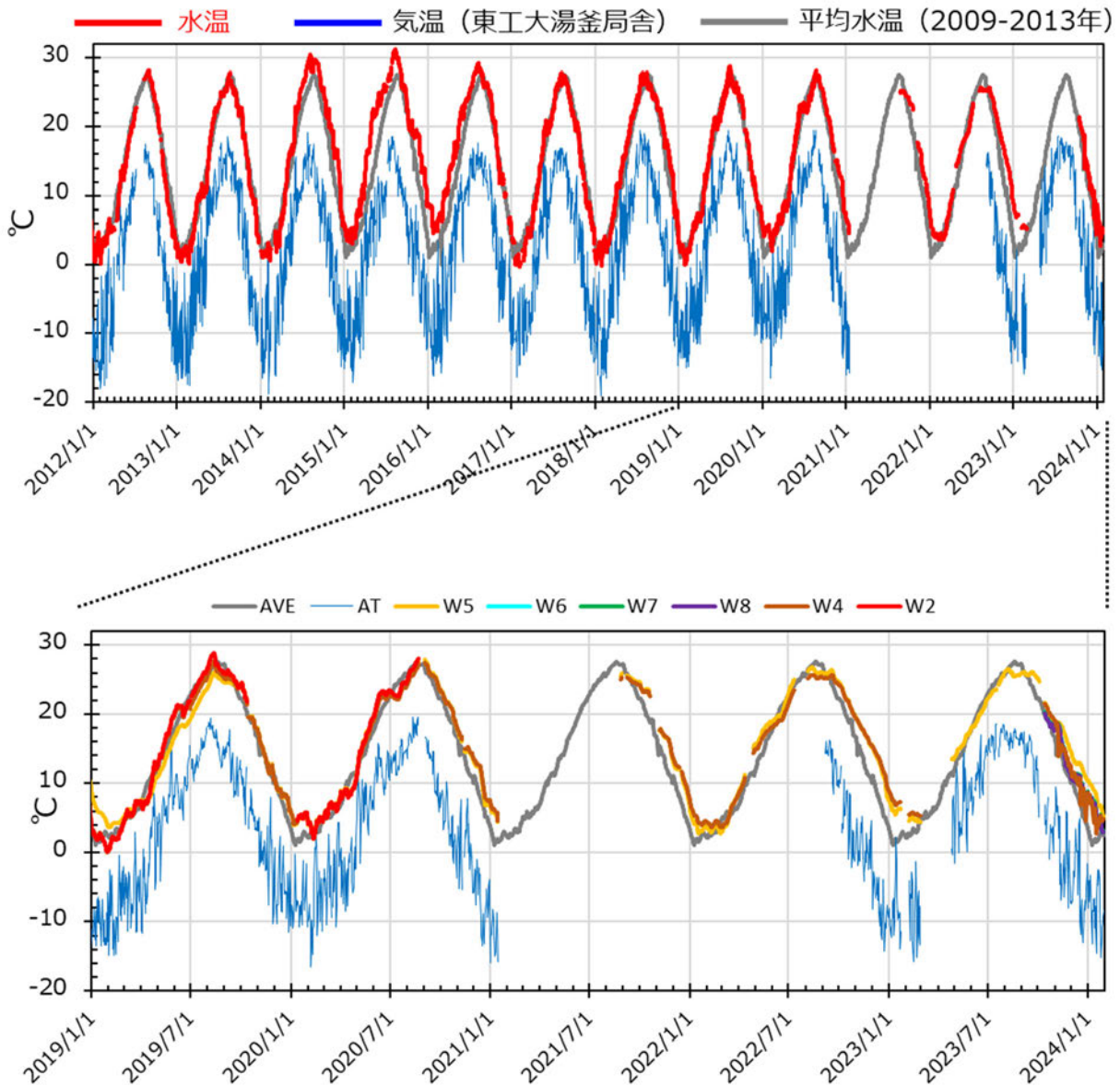


図. (上) 湯釜水温の長期変動。2009年から2020年までは水温センサW2，それ以降はW4の値を示している。両者は近接しているが、W4の出力値は、W2に比べて平均0.3℃低い(2017年1月1日から2019年10月12日までの日平均値に基づく)。2020年から2022年にかけて雷災を繰り返し受けたため、長い欠測期間がある。(下) 湯釜水温に用いている各水温センサ(W2-8)の挙動。ATは湯釜局舎における気温、AVEは静穏期(2009-2013年)におけるW2の平均水温を示す。ここでW5は、W4付近の浅所に設置しているが、沈殿物の影響を受けて正しく測れていない可能性がある。また、2023年に設置したW6、7、および8は、湖岸から数10m沖の水深15m付近に設置されており、それら3つの水温はよく一致する。

### 湖底噴出している流体の濃度推定

湖水 Cl 濃度の時系列データから推定した、湖底から噴出している流体の Cl 濃度を赤丸で示す。2018 年以降、湖底流体濃度は、概ね静穏期に相当する 2,500 ppm 前後を示す時期と、6,000 ppm 前後に増加する時期とが繰り返されている。マグマ起源物質の供給は、2014 年以前よりも多い状態が継続している。

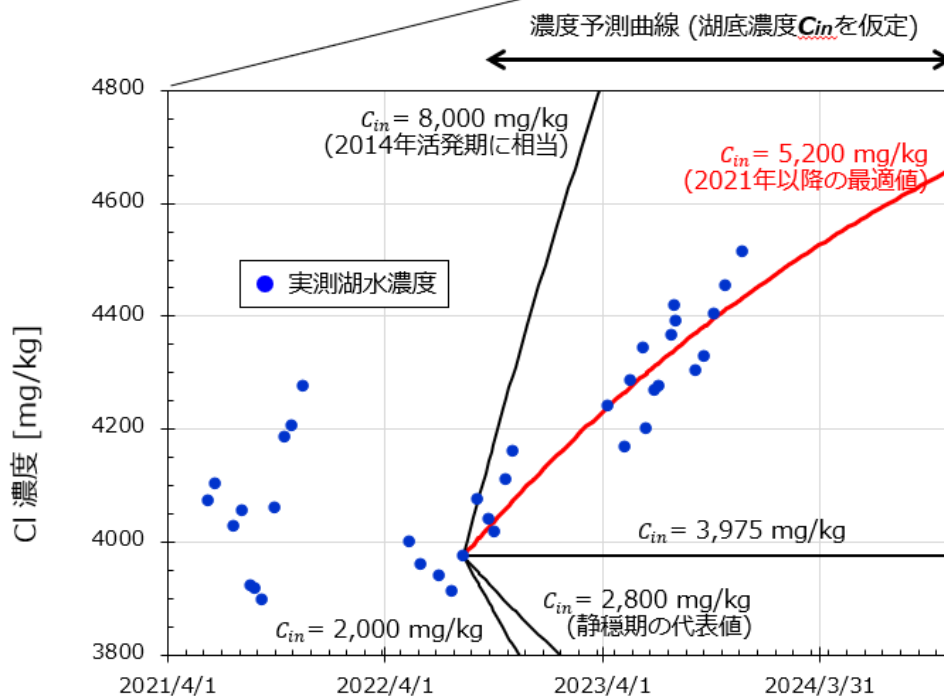
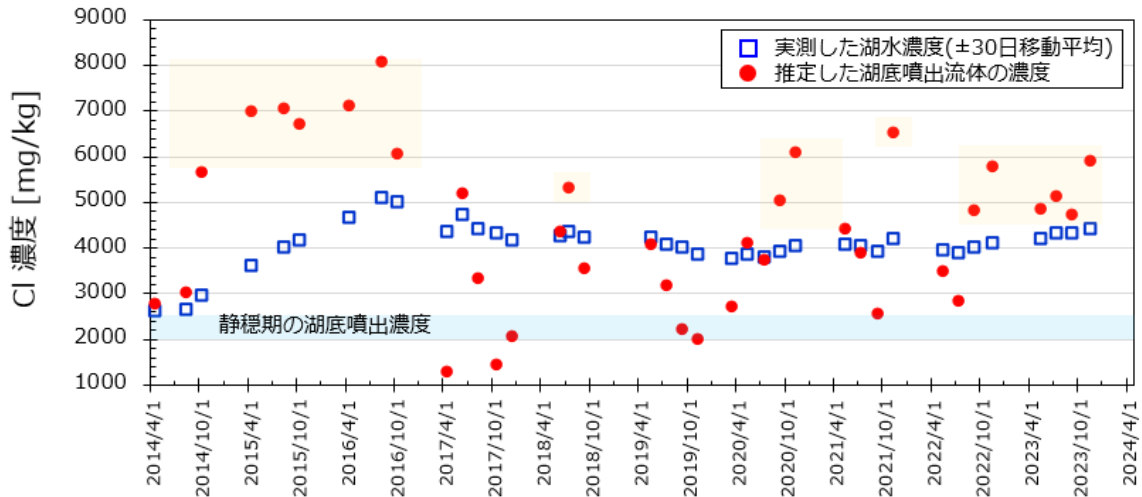
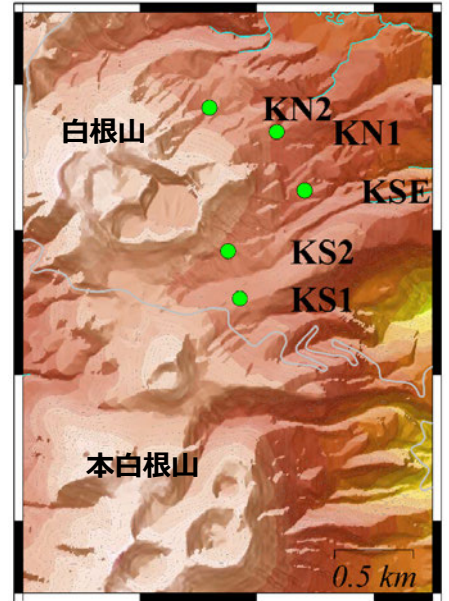
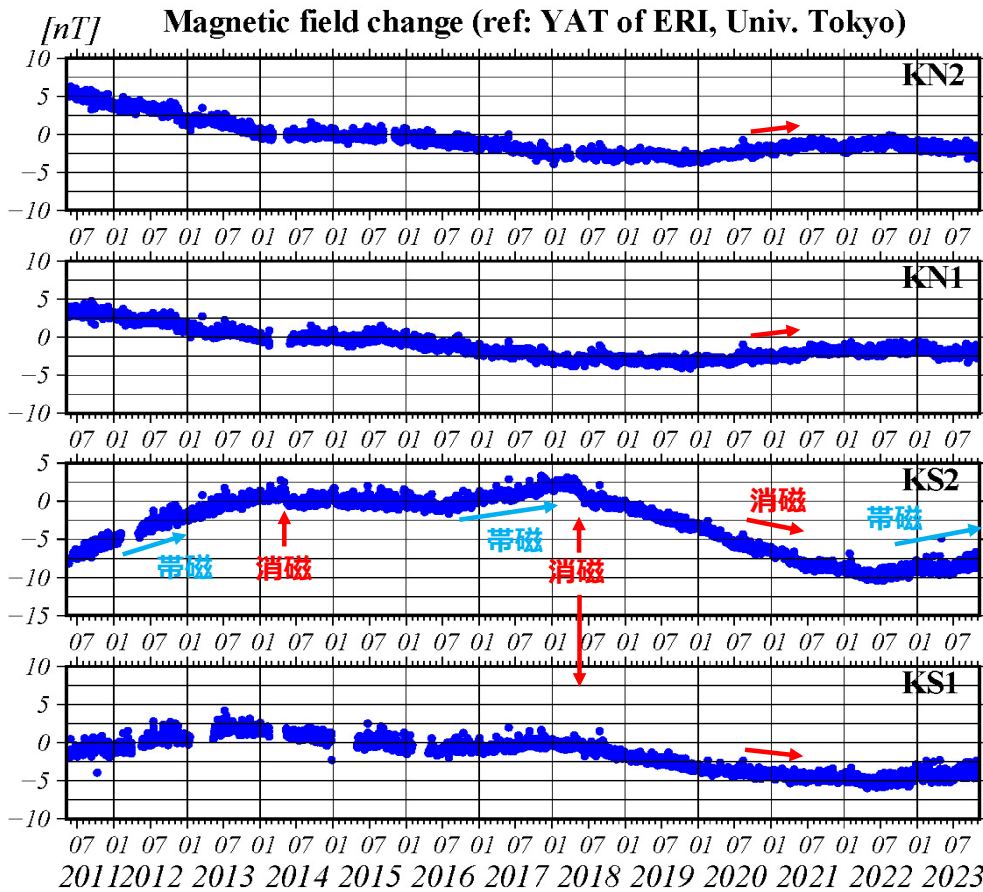


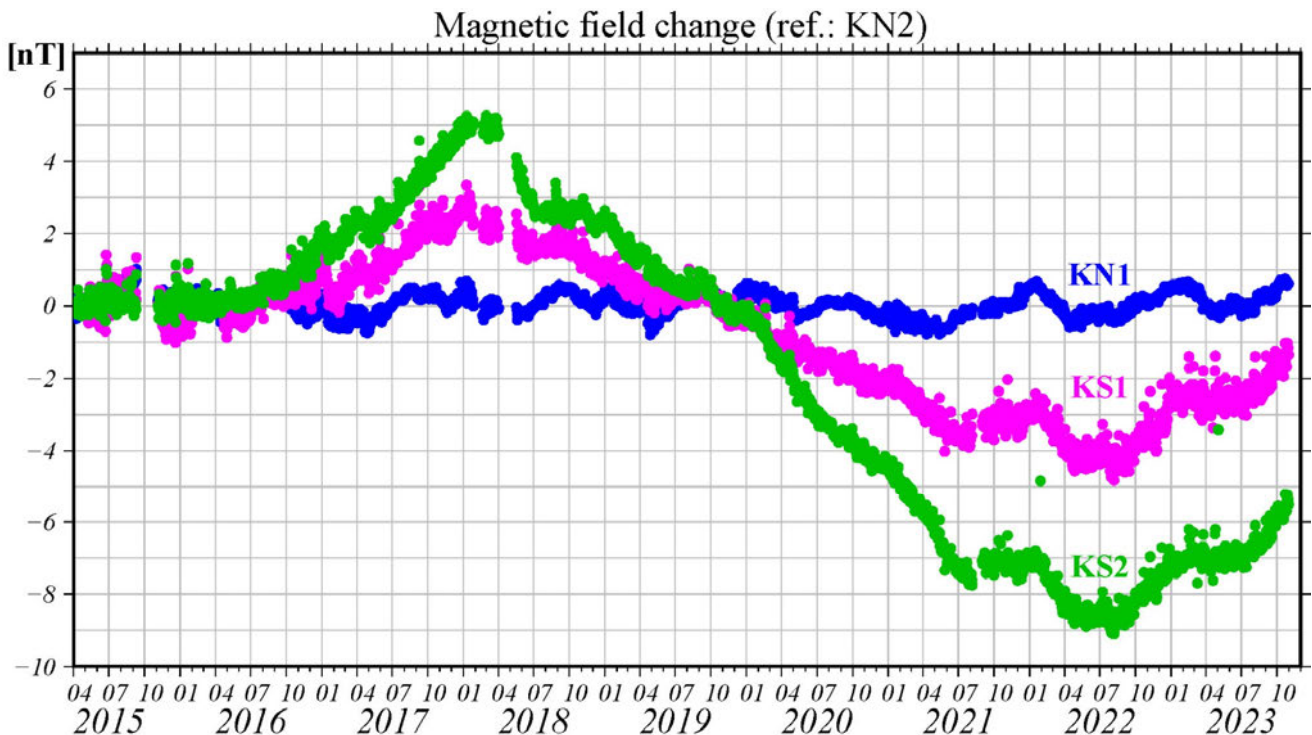
図. (上) 2014 年以降の湖水 Cl 濃度 (気象研・他, 予知連資料) を用いて逐次計算した平衡 Cl 濃度(≡湖底から噴出する流体の Cl 濃度, Terada et al., 2022). 青色ハッチは、2014 年の活発化直前における湖水濃度で、静穏期における湖底噴出流体の Cl 濃度に相当する。(下) Cl 濃度予測曲線。2022 年 6 月以降、湖底から噴出する流体の Cl 濃度が 5200mg/kg のとき、観測されている湯釜の Cl 濃度変動をよく説明する。Cl は HCl を起源とし、固結しつつある浅部マグマに由来すると想像されていることから (例えば, Ohba et al., 2008; Yaguchi et al., 2021), マグマ起源流体の関与は、2014 年以前より高い状態にあると思われる。

八ヶ岳に対する草津白根山周辺の地磁気変化 (2011年5月~2023年10月)



2018年以降、南側の観測点で見られていた減少傾向は、2021年夏に一旦停滞した。その後、2022年夏以降は増加（帯磁傾向）へ転じたように思われる。

KN2に対する他3観測点の地磁気変化 (2015年4月~2023年10月)



一番北にあるKN2を基準にした変動を見ると、南側の2点 (KS1, KS2) は2021年7月頃を境に一旦消磁から帯磁への変化したが、再び消磁傾向を示した。その後、2022年7月以降は山体の冷却を示唆する帯磁傾向へと変化した。

## 草津白根山周辺の噴気・温泉水遊離ガスのヘリウム同位体比

### 1. 概要

2014年10月から継続して、草津白根山の噴気や周辺の温泉水遊離ガスを採取し、ヘリウム同位体比 ( $^3\text{He}/^4\text{He}$  比) を測定している。湯釜火口北部地熱地帯の噴気 (北側噴気) は全地点で最も高い  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比を示し、相対的に  $^3\text{He}$  に富む、マグマ起源の火山ガス成分が卓越している。そのほかの地点では  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比がやや低く、相対的に  $^4\text{He}$  に富む地殻起源の成分がより多く含まれていることを示している。山麓のいくつかの噴気や温泉では2017年まで比較的一定した  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比がみられていたが、2018年1月の本白根山の噴火後に  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比の低下とそれに続く上昇が観測され、2018年5月から8月にかけてそれぞれ最高値を示した。2018年9月以降は、湯釜火口からやや離れた地点では2017年以前と同程度の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比に戻ったが、北側噴気と東山麓の殺生河原噴気地帯では、依然として高い  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比が観測され、マグマ起源成分の寄与がやや高まっていることが示唆されていた。しかし2023年5月以降、北側噴気で  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比がやや低下しており、マグマ起源成分の寄与の様相がそれ以前とは変わってきている可能性がある。

### 2. はじめに

ヘリウム (He) などの希ガスは、化学的に不活性であり化学反応に関与しないため、その同位体比 ( $^3\text{He}/^4\text{He}$  比) は地下深部からの移動過程で変動しにくく、起源の異なる複数の供給源からの寄与率の違いを反映する。 $^3\text{He}$  は地球形成時から存在する始原的成分がほとんどを占めている一方、 $^4\text{He}$  では始原的成分に加えて、U や Th の放射壊変によって生成された成分 (放射壊変起源成分) も多く存在している。この始原的成分と放射壊変起源成分の寄与率の違いを反映して、大気、マントル、地殻の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比は大きく異なる。大気の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比の絶対値 ( $R_A = 1.4 \times 10^{-6}$ ) を基準とすると、マントルの値は  $8 R_A$  程度であり相対的に始原的成分に富んでいる一方で、地殻の値は  $0.02 R_A$  以下であり、放射壊変起源成分が卓越している。このことを利用してマグマ活動度が評価できると期待される<sup>[1]</sup>。

### 3. 試料採取地点・分析法

図1に示した地点 (湯釜火口北方山麓の地熱地帯の噴気: 北側噴気地帯の3つの噴気孔、殺生河原噴気地帯、草津湯畑温泉、万座干俣噴気地帯、万座湯畑温泉) において、真空コック付きのガラス製容器に噴気あるいは温泉水遊離ガスを採取し、希ガス質量分析計<sup>[2, 3]</sup>を用いて  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比と、ヘリウムとネオン濃度の比 ( $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$  比) を測定した。

試料に含まれるヘリウムには、表層付近にガスが上昇した際、あるいは試料採取時に大気から混入したヘリウムや、地下水に大気から溶け込んだヘリウムが含まれている。これらの大気起源ヘリウムの寄与率は、 $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$  比をもとに見積もられる。本報告で示す  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比はすべて、大気起源ヘリウムの寄与を除いた  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比 (Air-corrected  $^3\text{He}/^4\text{He}$ ) である。なお北側噴気と殺生河原、草津湯畑、万座湯畑の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比は、1994年<sup>[4]</sup>あるいは2001年<sup>[5]</sup>時のデータが報告されている。

### 4. 結果・考察

図2に噴気 (北側噴気、殺生河原、万座干俣)、図3に温泉水遊離ガス (草津湯畑、万座湯畑) の  $^3\text{He}/^4\text{He}$



比の経時変化を示す。温泉遊離ガスには地下水に溶け込んだ大気起源ヘリウムの寄与が大きく、大気の混入を除去した  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比が精度よく求められていない。

北側噴気は全地点中で最も高い  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比 (7.2~8.1  $R_A$ ) を、全観測期間を通して示している。1994年の報告値 (8.1  $R_A$ ) もこの範囲に入る。これはマグマから放出された火山ガス成分が、北側噴気で常に卓越していることを意味している。本白根山の噴火後数ヶ月間の変動の有無は不明であるが、2016年~2017年は7.2~7.6  $R_A$  程度で推移していた3つの噴気孔が、2018年5月から8月にかけてやや高い、7.7~8.1  $R_A$  という値を示していた。その後2018年10月から2019年8月には若干低下した値 (7.6~7.8  $R_A$ ) が観測されたが、2019年10月には再び上昇し、以後は3つの噴気孔のいずれにおいても高い値を維持していた (7.7~8.0  $R_A$ )。湯釜周辺では2018年5月以降、湯釜湖水の化学組成などにマグマ起源成分の寄与がそれ以前と比較して相対的に高まっていることが示唆されているため、これと対応していた可能性がある。一方で2023年5月以降は  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比がやや低下しており、それまでとはマグマ起源ヘリウムの供給率が変化してきていることが示唆される。

殺生河原では2017年まで、北側噴気に次いで高い  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比 (6.9~7.7  $R_A$ ) が見られていた。1994年の報告値 (7.5  $R_A$ ) もこの範囲に入る。本白根山の噴火の翌日 (2018年1月24日) の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比は7.1  $R_A$  と、それまでとほぼ等しかった。しかしその3週間後 (2月13日) には顕著に低い値 (6.4  $R_A$ ) を示した。以後は上昇に転じ、2017年以前と同様かやや高い値 (7.4~7.8  $R_A$ ) で推移している。2023年5月以降も、北側噴気のような  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比の低下はみられていない。

万座干俣では2018年3月から観測を開始したが、当初6.2  $R_A$  であった  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比はその後上昇し、2018年8月に最高値 (7.7  $R_A$ ) を示した後、同年9月から2019年3月まではやや低い7.1  $R_A$  程度で推移した。2019年4月から低下し6月には5.3  $R_A$  に到ったが、同年8月には上昇に転じ、2020年8月以降は7.0~7.2  $R_A$  で推移している。こちらも2023年5月以降に特段の変化はない。

草津湯畑では前述の通り  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比が精度よく求められていないが、2018年2月までは概ね一定の値 (6.5~6.9  $R_A$ ) を示していた。2018年4月から6月にかけて6.0  $R_A$  まで減少したが、7月には上昇し、8月にかけて北側噴気・殺生河原噴気に迫る高い値 (平均7.5  $R_A$ ) が観測された。その後2018年9月以降はやや低下し、6.9~7.2  $R_A$  と概ね一定の値で推移している。ただし2023年10月に明瞭な低下が観測されており、これが北側噴気で2023年5月以降にみられている  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比の低下と関係があるかは、現時点では不明である。

総じて2017年までは、1994年あるいは2001年時と比較して  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比に大きな変化はなく、2014年3月から9月にかけて継続していた群発地震に対応した変動は見られなかった。一方、殺生河原と草津湯畑でそれぞれ2018年2月と4月~6月に観測された  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比の低下は、本白根山の噴火に回答していた可能性がある。万座干俣では噴火以前の値が不明であるが、近傍の万座空吹噴気 (2021年現在、噴気活動が弱いために試料は採取していない) で1994年に8.0  $R_A$  と報告されているため、やはり2018年3月の時点ですでに、 $^3\text{He}/^4\text{He}$  比が低下していた可能性が高い。これらの地点で以前よりも  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比が低くなるには、北側噴気に代表される高い  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比 (8  $R_A$  程度) をもつ火山ガス成分に加わっていた、6  $R_A$  より低い  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比をもつ成分の寄与が増加する必要がある。この成分にはマグマ起源のヘリウム ( $^3\text{He}/^4\text{He}$  比が8  $R_A$  程度) に、 $^4\text{He}$  に富む地殻起源のヘリウム ( $^3\text{He}/^4\text{He}$  比は0.02  $R_A$  程度) が加わっていると考えられるが、その供給源は現時点では不明である。しかしその供給源からの距離の違いを反映した時間差をもって、殺生河原、万座干俣、草津湯畑の順に  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比の低下が観測された可能性が示唆される。

湯釜付近では2018年4月以降、火山性地震の活動が活発化している（気象庁火山活動解説資料）。これと時期を合わせて、北側噴気と殺生河原ではそれまでの最高値に近い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が観測されており、やや遅れて万座干俣、さらに遅れて草津湯畑と万座湯畑で、同様に高い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が観測されていた。これらは高い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比をもつマグマ起源の火山ガス成分の寄与が、全地点において支配的になっていたことを意味している。2014年の群発地震の後には、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の変動は観測されていなかったことから、2018年以降の活動は、2014年時よりも高いマグマ起源ガスの放出率を伴っていた可能性が考えられる。全体的に2017年以前と比較すると $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が高く、マグマ起源成分の寄与が高まった状態が続いていたが、2023年5月以降に北側噴気と草津湯畑温泉で観測されている $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の低下が、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の高いマグマ起源成分の供給率の低下を示しているのか、2018年の本白根山の噴火の後に殺生河原噴気等で見られた $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の低下を引き起こした、 $6 R_A$ より低い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比をもつ供給源からの寄与率の増加を意味しているのかを明らかにするには、今後も観測を継続していく必要がある。

#### [参考文献]

- [1] Padrón, E., Pérez, N.M., Hernández, P.A., Sumino, H., Melián, G.V., Barrancos, J., Nolasco, D., Padilla, G., Dionis, S., Rodríguez, F., Hernández, I., Calvo, D., Peraza, M.D., Nagao, K., 2013. Diffusive helium emissions as a precursory sign of volcanic unrest. *Geology* 41, 539-542.
- [2] Sumino, H., Nagao, K., Notsu, K., 2001. Highly sensitive and precise measurement of helium isotopes using a mass spectrometer with double collector system. *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 49, 61-68.
- [3] 角野浩史, 2015. 希ガス同位体質量分析の温故知新. *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 63, 1-30.
- [4] Sano, Y., Hirabayashi, J., Ohba, T., Gamo, T., 1994. Carbon and helium isotopic ratios at Kusatsu-Shirane volcano, Japan. *Applied Geochemistry* 9, 371-377.
- [5] Ohwada, M., 2003. Behavior of volatiles in volcanic hydrothermal systems inferred from noble gas abundances and isotopic ratios, Department of Chemistry, Graduate School of Science and Engineering. Ph. D. thesis, Tokyo Institute of Technology, p. 129.

#### [謝辞]

本報告の観測データの一部は、文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」により取得された。





図 1. 試料を採取した噴気地帯（北側、殺生河原、万座干俣）と温泉（草津湯畑、万座湯畑）の位置。湯釜火口と 2018 年 1 月の本白根山火口の位置も示している。背景図として Google Earth を使用した。

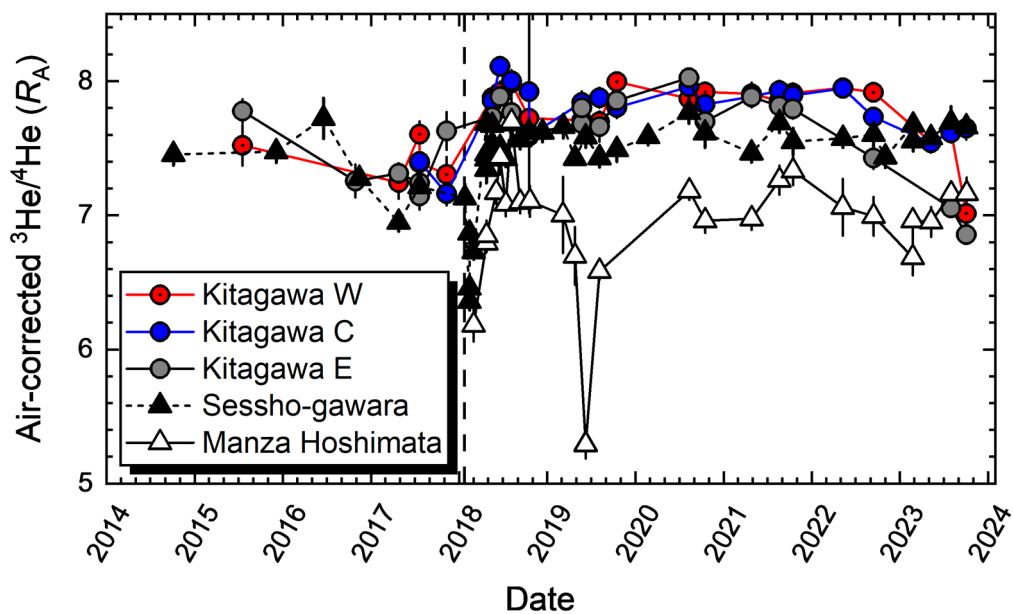


図 2. 北側噴気地帯の 3 噴気孔（西：W、中央：C、東：E）、殺生河原噴気、万座干俣噴気の 2014 年 10 月～2023 年 10 月の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比（大気ヘリウム混入は補正済み）。誤差は  $1\sigma$  で、測定誤差と大気ヘリウム混入の補正に伴う誤差を含む。縦の破線は 2018 年 1 月 23 日の本白根山の水蒸気噴火を示す。

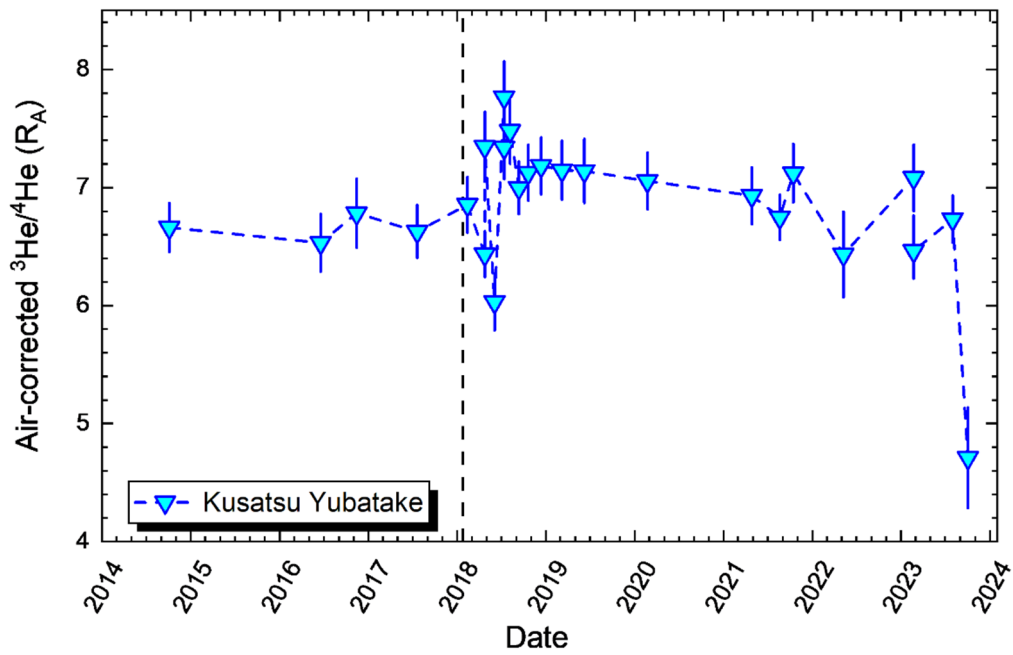


図3. 草津湯畑温泉の2014年10月～2023年10月の $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比（大気ヘリウムの混入は補正済み）。誤差は $1\sigma$ で、測定誤差と大気ヘリウム混入の補正に伴う誤差を含む。縦の破線は2018年1月23日の本白根山の水蒸気噴火を示す。

## 草津白根山火山ガスの化学組成（2014年7月～2023年10月）

### Chemical composition of the volcanic gases sampled at Kusatsu-Shirane volcano, Japan (July 2014 to October 2023)

#### 1. 概要

2014年7月から2023年10月にかけて、草津白根山の山頂北側地熱地帯で繰り返し火山ガス（噴気）を採取・分析した。2023年7月から10月にかけて、噴気の $\text{He}/\text{CO}_2$ 比はわずかに上昇した。浅部熱水系に供給されるマグマ起源成分の流量は、わずかに上昇する傾向にあると推定される。

#### 2. 噴気の採取・分析

草津白根山の湯釜火口の北山麓に広がる地熱地帯において3つの噴気孔 W、C、E で噴気を採取した（図1）。これらの3つの噴気孔（W、C、E）は東西方向に配列しており、Wを起点とするとC、Eはそれぞれ160、400m東方に位置している。これらに加え、東山麓の殺生河原（S）と西山麓の万座干俣（M）で噴気を採取分析した。これらの噴気を採取するために、金属チタン管を噴気孔に差し込み、管と孔の隙間を砂などで注意深く塞いだ。次にチタン管にゴム管を接続し、ゴム管の出口を真空ガラス瓶のコックに接続した。真空ガラス瓶にはあらかじめ高濃度のアルカリ性水溶液（KOH）20mlを封入しておいた。コックを慎重に開けることにより火山ガスをアルカリ性水溶液に吸収させた。噴気の化学分析は主に、小沢の方法[1]に従った。

#### 3. 結果・考察

図2に示されるように、噴気孔（W、C、E）の $\text{He}/\text{CO}_2$ 比は、2023年7月から10月にかけて上昇した。一方で、同噴気の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は、7月から10月にかけて減少した。図3に見られるように、噴気孔（W、C、E）の $\text{He}/\text{CO}_2$ 比と $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は、概して地震回数が多い時期に高く、地震回数が減少すると低下する傾向がある。図2では、2022年3月から2023年7月にかけて地震回数は減少傾向にあり、 $\text{He}/\text{CO}_2$ 比に見られる2022年5月から2023年7月までの減少傾向は、地震回数の変化と調和している。一方で、 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は2022年11月から2023年5月にかけて上昇しており、地震回数の変化と調和していない。この期間で、 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の変化と $\text{He}/\text{CO}_2$ 比の変化は「デカップリング」している。このようなデカップリングは、2018年10月から2019年8月の期間にも発生している（図3）。

噴気に含まれる $\text{He}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ の起源は、それぞれ、マグマ、マグマ+地殻、熱水系と考えられ[2]、噴気の $\text{He}/\text{CO}_2$ 比や $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は、浅部熱水系に対するマグマ性ガスの流量増加により、上昇すると考えられる。ただし、この関係は地殻に由来する $\text{CO}_2$ の流量と熱水系で発生する $\text{H}_2\text{S}$ の流量が一定である場合に成立する。地震回数の変化との対応に注目すると、 $\text{He}/\text{CO}_2$ 比は $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比よりも地震回数の変化とより良く調和しているように見える。 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比と $\text{He}/\text{CO}_2$ 比のデカップリングは、熱水系で発生する $\text{H}_2\text{S}$ の流量に変動が起きた可能性が考えられる。例えば、2022年11月から2023年5月にかけて $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比が上昇した原因として、熱水系において生成される $\text{H}_2\text{S}$ の流量が $\text{CO}_2$ の流量よりも相対的に減少したことが考えられる。

He/CO<sub>2</sub>比がマグマ性ガスの流量の変動を正しく反映していると考え、2023年7月から10月にかけて、浅部熱水系に供給されるマグマ起源成分の流量は、わずかに上昇する傾向にあると推定される。

#### 4. 文献

[1] 小沢竹二郎（1968）地球化学におけるガス分析法（I）分析化学、17、395-405

[2] Ohba T, Yaguchi M, Nishino K, Numanami N, Tsunogai U, Ito M and Shingubara R (2019) Time Variation in the Chemical and Isotopic Composition of Fumarolic Gasses at Kusatsu-Shirane Volcano, Japan. Front. Earth Sci. 7:249. doi: 10.3389/feart.2019.00249

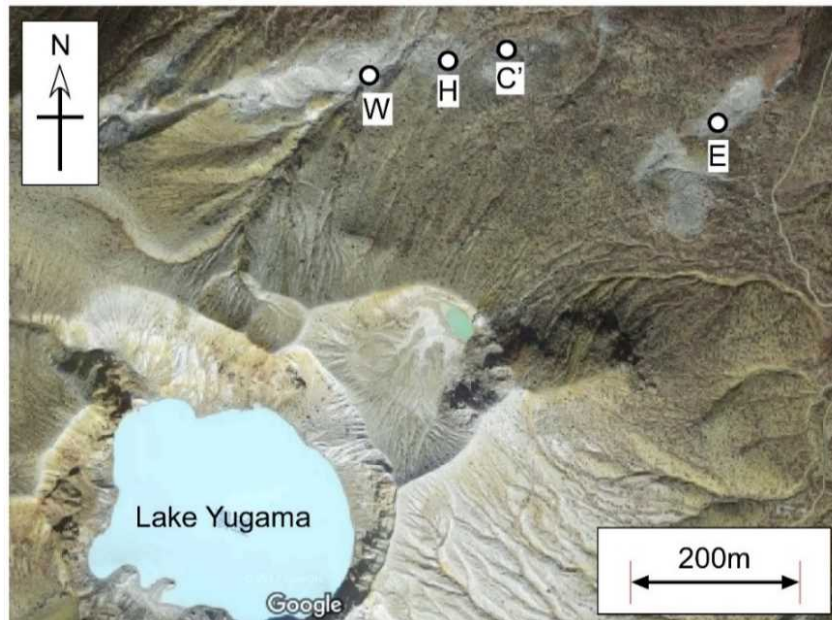


図1 草津白根山山頂北側山麓噴気 W、C'、E の位置。H は新たに生じた陥没孔（背景図として、Google Map を使用した）

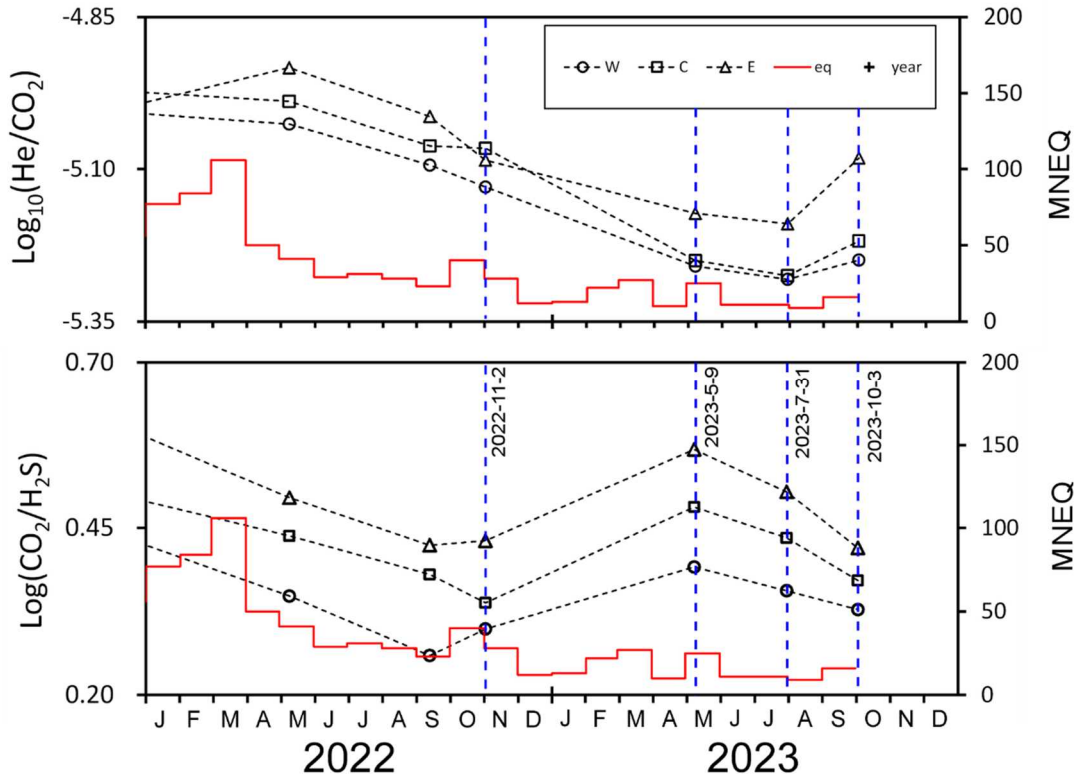


図2 噴気の He/CO<sub>2</sub> 比、CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比の時間変化（2022～2023年）。MNEQ（月別地震回数：赤ヒストグラム）は気象庁の観測に基づく。

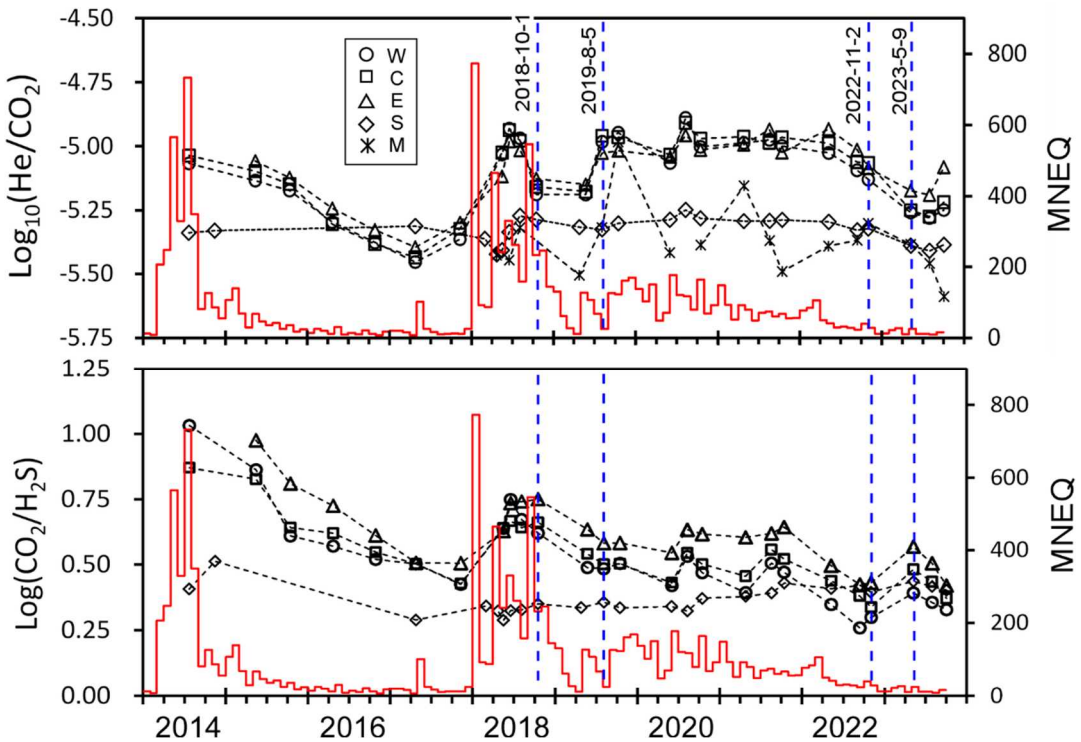


図3 噴気の He/CO<sub>2</sub> 比、CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比の時間変化（2014～2023年）。MNEQ（月別地震回数：赤ヒストグラム）は気象庁の観測に基づく。2018年1月の地震は主に本白根山で発生した。



# 浅間山

(2023年6月~12月)

3月中旬以降、山体の西側での膨張を示すと考えられるわずかな傾斜変動が観測されていたが、6月中旬及び7月上旬にその変動に一時的な加速がみられた。前者の加速期間中、一時的にBH型地震が増加し、期間直後には二酸化硫黄放出量の増加が観測された。後者の加速期間中には火山性地震の増加を伴う一方、期間直後の観測では二酸化硫黄放出量に顕著な減少がみられた。火山性地震は、7月下旬以降、概ね少ない状態で経過しており、浅間山の西側での膨張を示すと考えられる地殻変動は11月頃から停滞している。一方、二酸化硫黄放出量は、3月下旬以前に比べて多い状態が継続しており、山頂火口の熱活動の高まりも引き続き認められた。これらのことから、浅間山では火山活動は次第に低下しつつあるが、火山活動の高まった状態は続いており、山頂火口から概ね2 kmの範囲に影響を及ぼす噴火が発生する可能性がある。

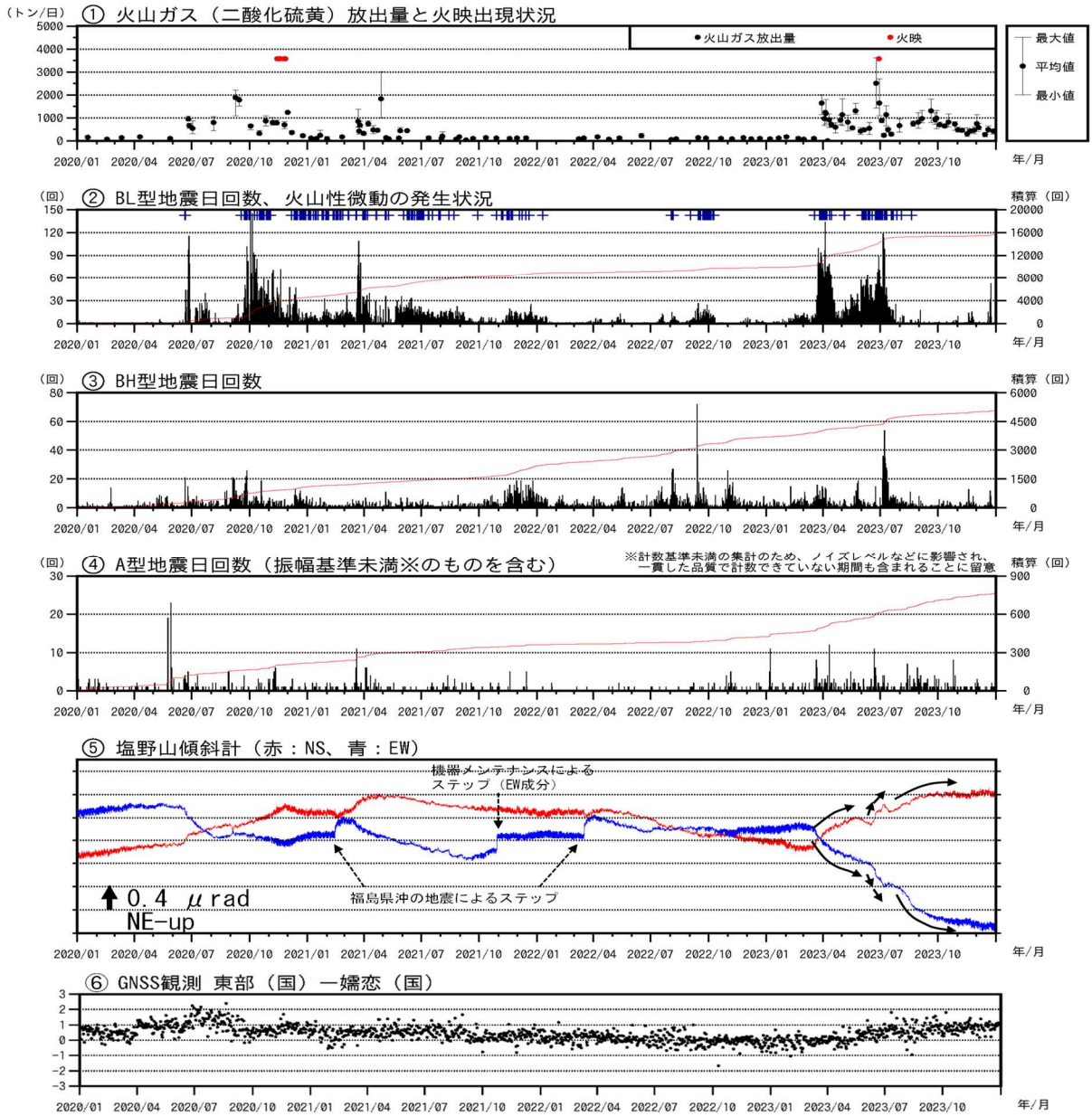


図 1 浅間山 火山活動経過図 (2020 年 1 月 1 日~2023 年 12 月 31 日) (前ページ)

②③④赤色線は積算回数を表し、右縦軸で示す。

- ・ 二酸化硫黄放出量は、1日あたり 300~2,500 トンと、3月下旬以前より多い状態が継続している。11月以降は 500 トン前後で推移。また、6月29日に微弱な火映を観測した (①)。
- ・ 6月下旬に振幅の小さな火山性微動が一時的に増加した。8月20日以降、観測されていない (②)。
- ・ 山体浅部を震源とする火山性地震が、5月中旬から緩やかな増加傾向が続いている中で、7月上旬にさらに増加し、かつ振幅も増大した。その後は減少傾向となり、7月下旬以降は概ね少ない状態で経過している (②③④)。
- ・ 3月中旬以降に認められていた山体の西側での膨張を示すと考えられる傾斜変動は、11月頃から停滞している。この間、6月中旬及び7月上旬に一時的に変動が加速した (⑤)。
- ・ GNSS 連続観測で、一部の基線でみられていたわずかな伸びの変化は、11月頃から停滞している (⑥)。

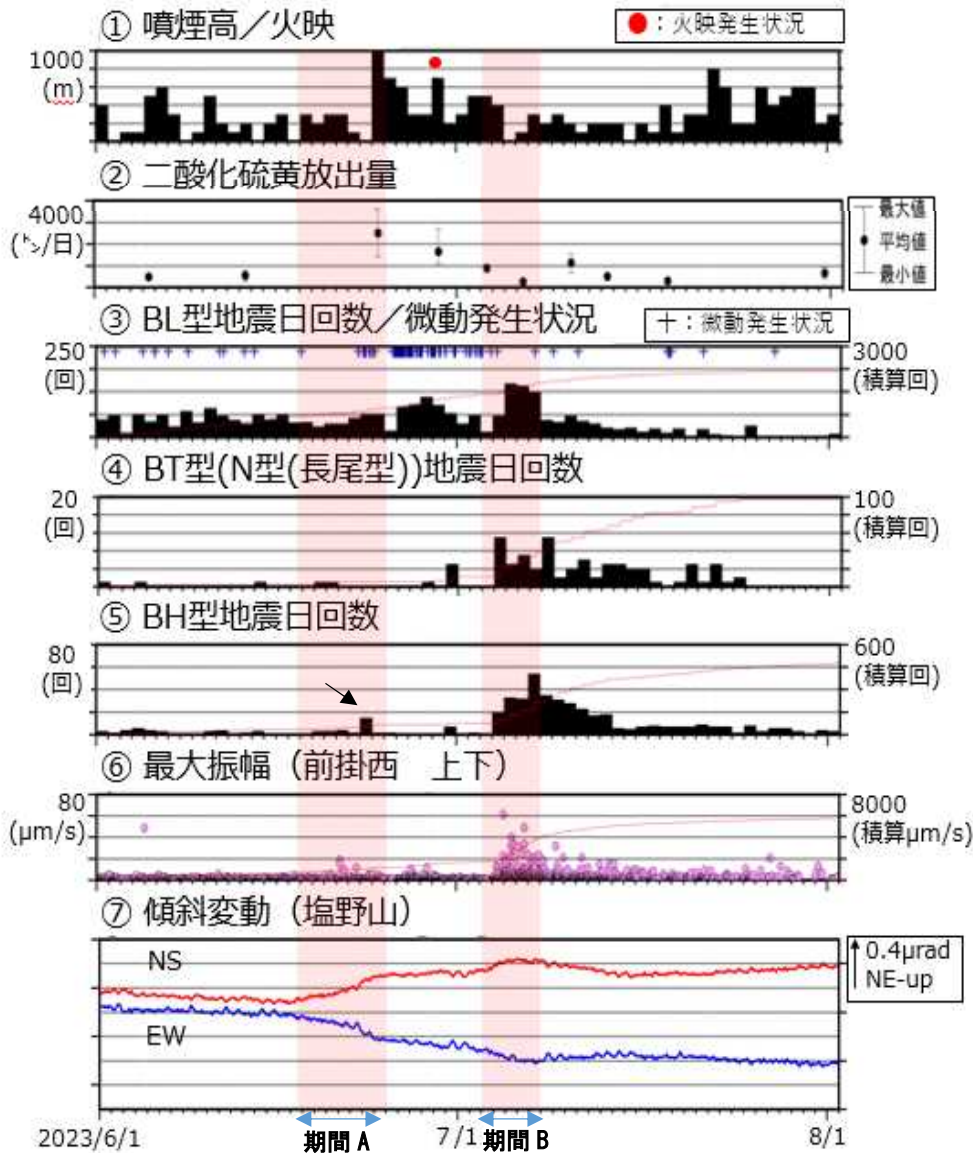


図 2 浅間山 火山活動経過図 (2023 年 6 月 1 日~8 月 1 日)

- ・ 6月18日頃から23日にかけて傾斜変動にやや加速 (0.02 $\mu$ rad/日程度) がみられ、23日16時台に主にBH型からなる地震が増加した (⑤矢印と図3)。その後、BH型地震の回数は減少し、傾斜変動も鈍化した。翌24日には二酸化硫黄放出量が1日あたり2,500 トンと増加した (期間A)
- ・ 29日未明には微弱な火映を (図5)、同日夜遅くには空振を伴う微弱な微動 (図6) を観測した。
- ・ 7月3日頃から5日にかけて傾斜変動が再び加速 (0.04 $\mu$ rad/日) がみられた。5日から7日にかけては山体浅部を震源とする振幅の大きな地震が増加した。大半はBL型地震であったが、BH型地震の割合も高く、また、BT型(N型)の発生頻度も増えた。6日に実施した観測では、二酸化硫黄放出量は1日あたり200 トンと顕著に減少した。これらの火山活動の変化は火道閉塞の進行を示唆する (期間B)。

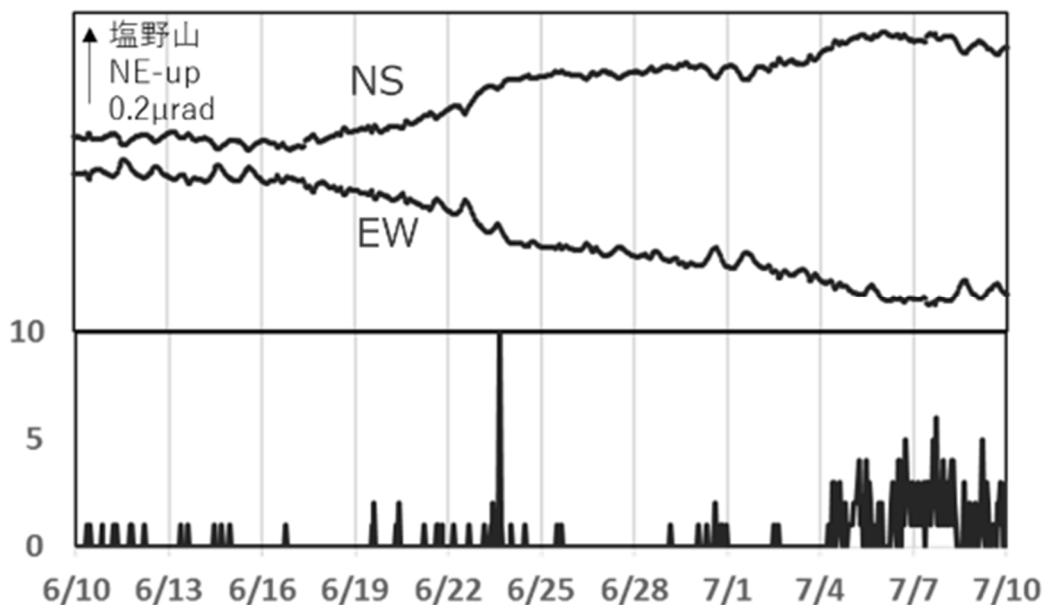


図3 浅間山 塩野山観測点における傾斜データ（上）とBH型地震の時間回数（下）  
（6月10日～7月10日）

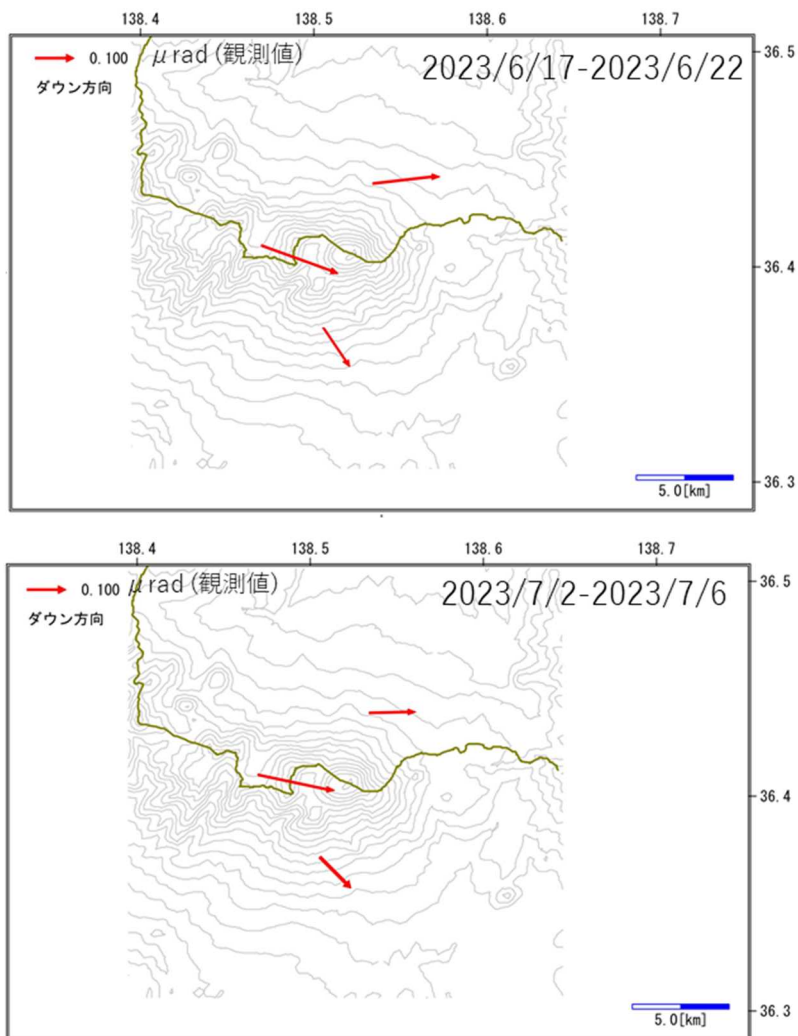


図4 浅間山 傾斜変動にやや加速がみられた6月中旬（上図）および7月上旬（下図）に観測された傾斜変動





図5 浅間山 山頂火口の火映の状況 (左：鬼押監視カメラ、右：浅間西監視カメラ)  
 6月29日未明に高感度のカメラで微弱な火映を観測した。その後、火映は観測されていない。

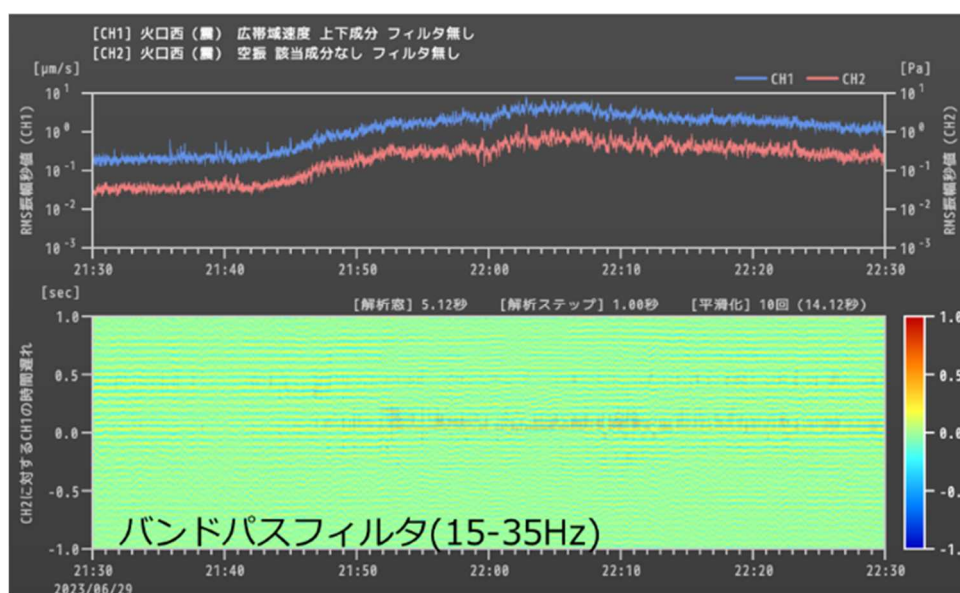
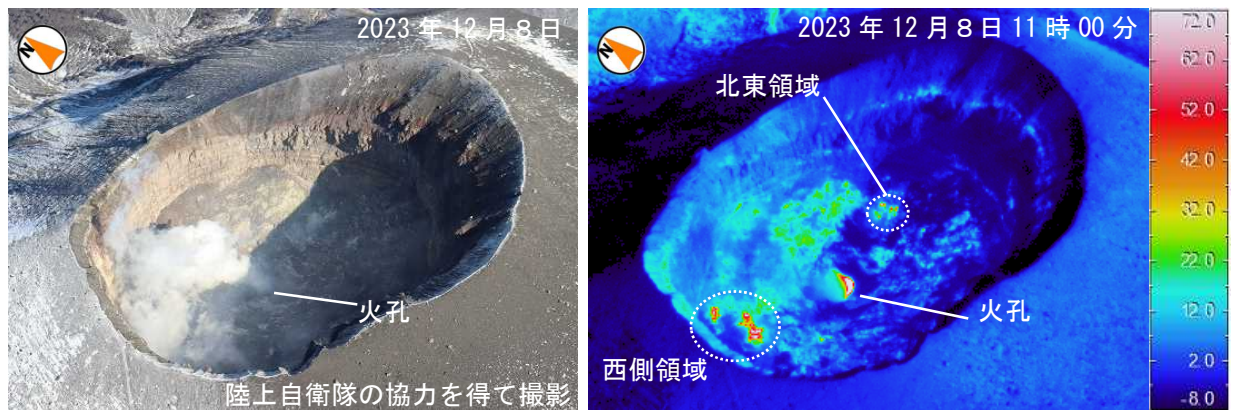
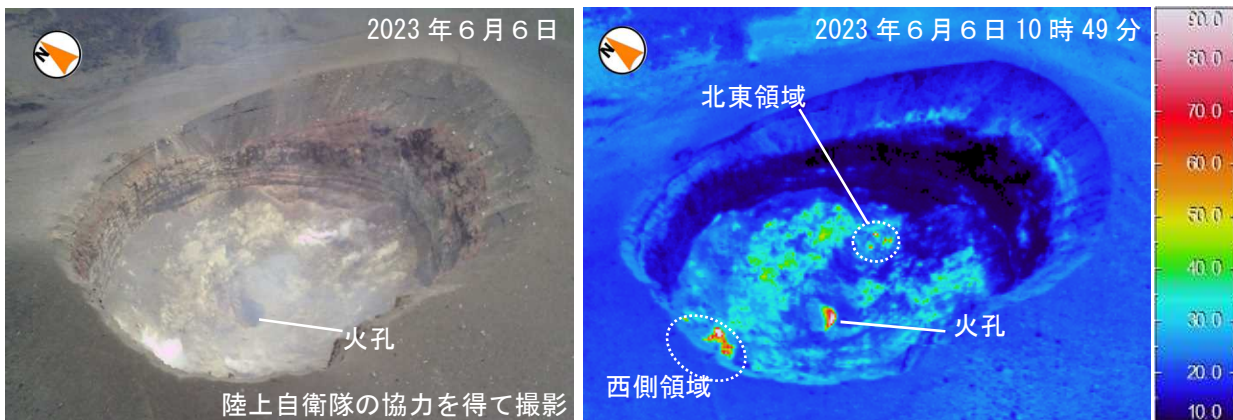


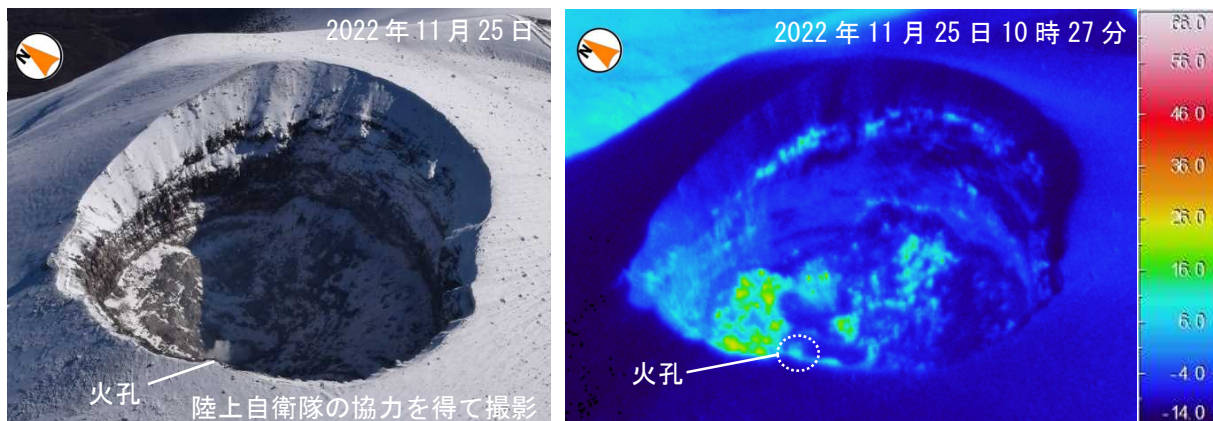
図6 浅間山 火口西(震) 地震波形と空振波形のRMS 振幅秒値と相関関係  
 6月29日21時50分頃から微弱な相関がみられる。噴気の強まりや噴気音のようなものを観測していた可能性がある。



山頂火口の南西 高度約 3,100mから撮影 (気象状況 天気：快晴、気温：約 $-4^{\circ}\text{C}$ 、日射の影響あり)



山頂火口の南西 高度約 3,100mから撮影 (気象状況 天気：薄曇、気温：約 $5^{\circ}\text{C}$ 、日射の影響あり)



山頂火口の南西 高度約 3,100mから撮影 (気象状況 天気：快晴、気温：約 $-1.5^{\circ}\text{C}$ 、日射の影響あり)

図 7 浅間山 火口付近の状況

(上段：2023 年 12 月 8 日、中段：2023 年 6 月 6 日、下段：2021 年 11 月 25 日)

- ・ 12 月 8 日に陸上自衛隊の協力を得て上空からの観測を実施した。
- ・ 噴気孔の位置や地形等に変化はみられず、火口底や火口周辺に新たな噴出物の形跡は認められなかった。
- ・ 火口底中央部の火孔付近と西側領域および北東領域で温度の高い箇所が認められた。前回の観測 (2023 年 6 月) と比較して地表面温度の分布に特段の変化はみられず、前々回 (2022 年 11 月) の観測時よりも火口付近の温度の高い状態が継続している。



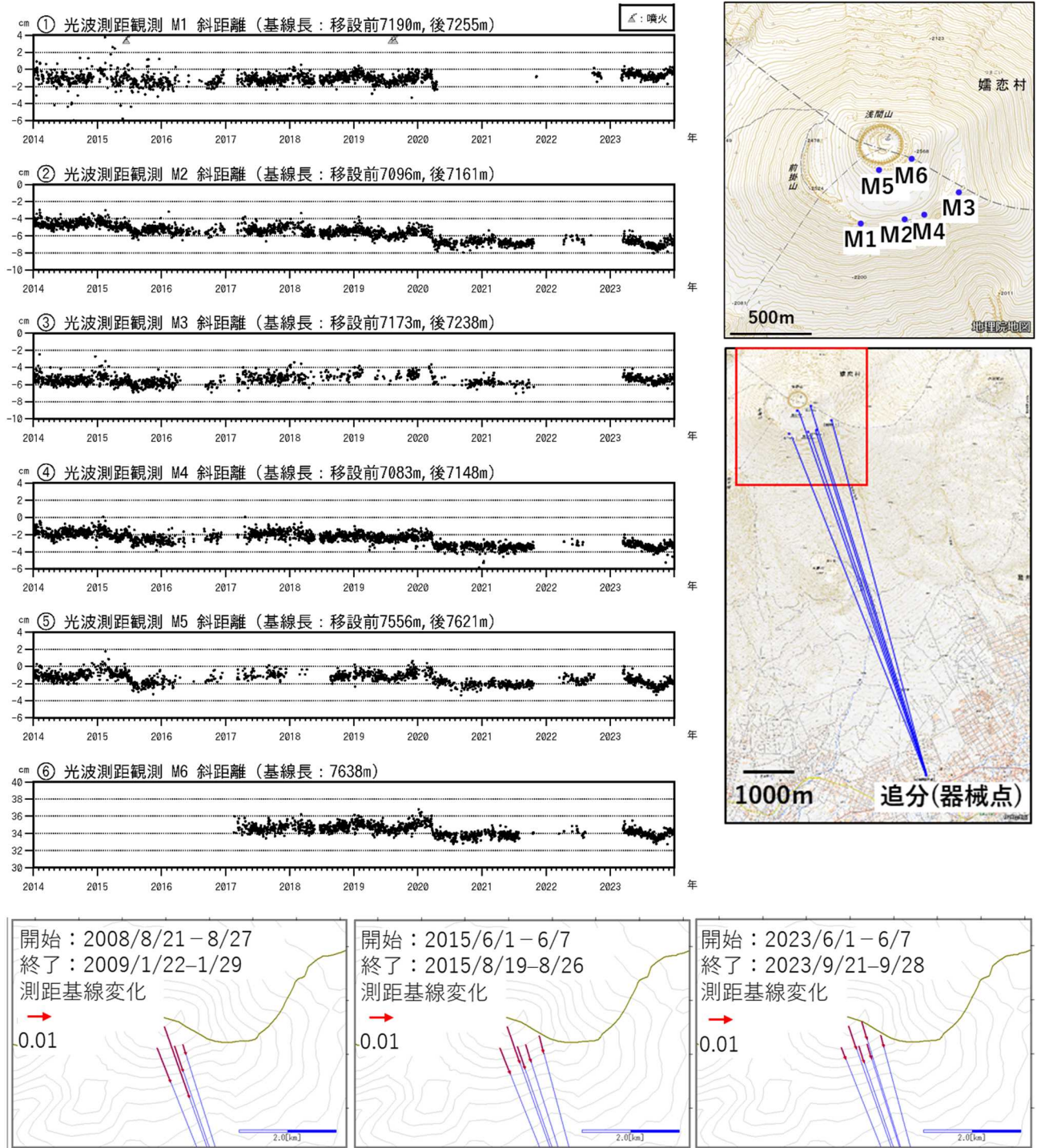


図 8 浅間山 光波測距基線図 (2014 年 1 月 1 日~2023 年 12 月 31 日) (左)、  
観測点配置図 (右)、ベクトル図 (下)

- ・ 光波測距観測では、7 月初め頃から 9 月下旬頃にかけて山頂と追分の間でわずかな縮みの傾向がみられた。これは、山頂部のごく浅いところの膨張によるものである可能性がある。
- ・ 10 月以降、縮みの傾向は認められていない。

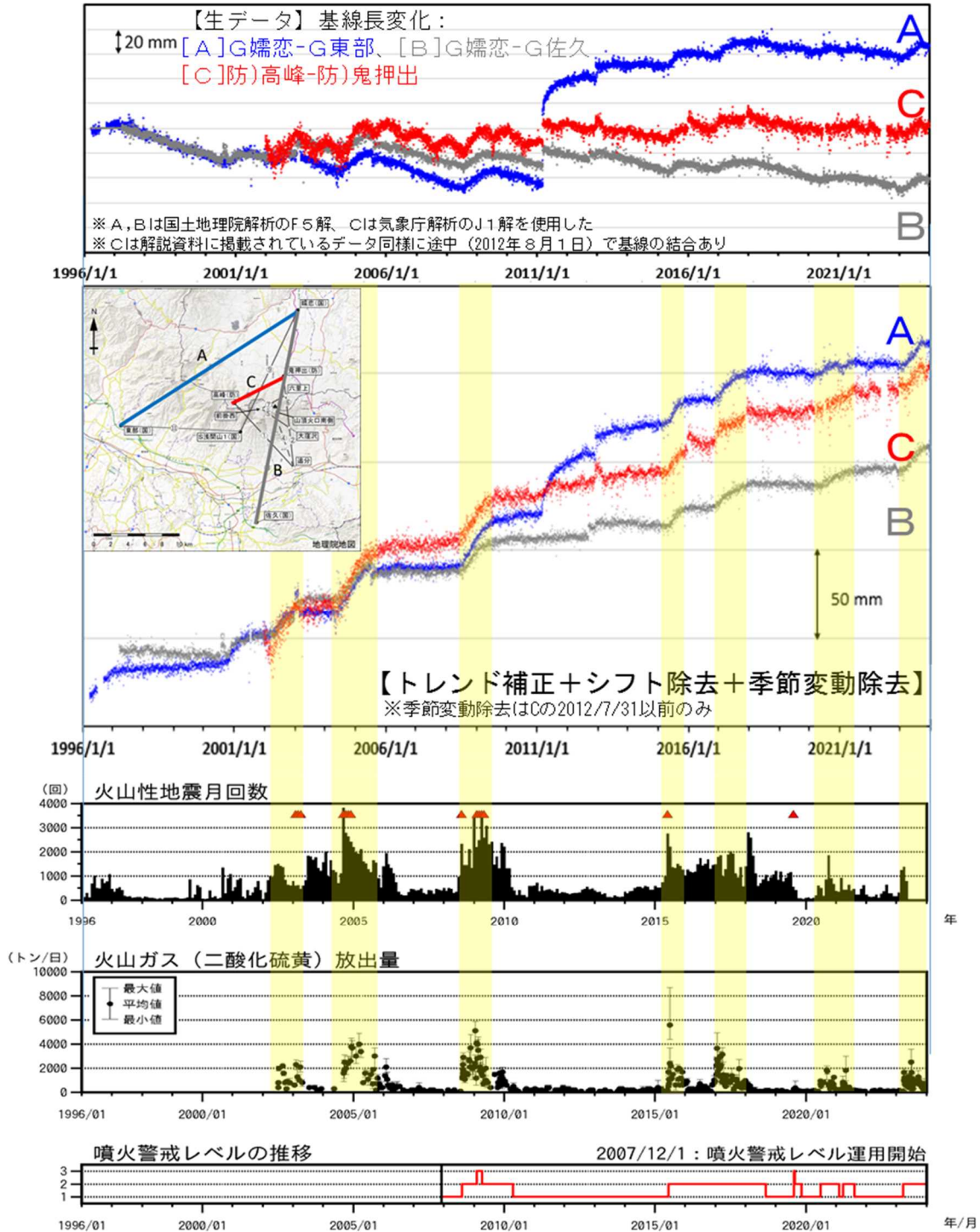


図9 浅間山 中長期的に見た浅間山の火山活動(地殻変動、地震活動、火山ガス放出量)

(1996年1月1日~2023年12月31日)

国土地理院解析(F5解)及び気象庁解析(J1解)は2023年12月30日までの期間を使用

- ・2004年の噴火前にも2000年頃から地殻変動や地震活動の活発化が観測される等、長期的には活動の盛衰を繰り返している。
- ・GNSS連続観測結果によると、2023年の火山活動に伴う地殻変動は、2015年6月のごく小規模な噴火活動期を含む2015年5月から同年10月にかけての期間や二酸化硫黄の放出量が多い状態が継続していた2016年末から2017年の期間にみられた地殻変動と規模はほぼ同程度である。

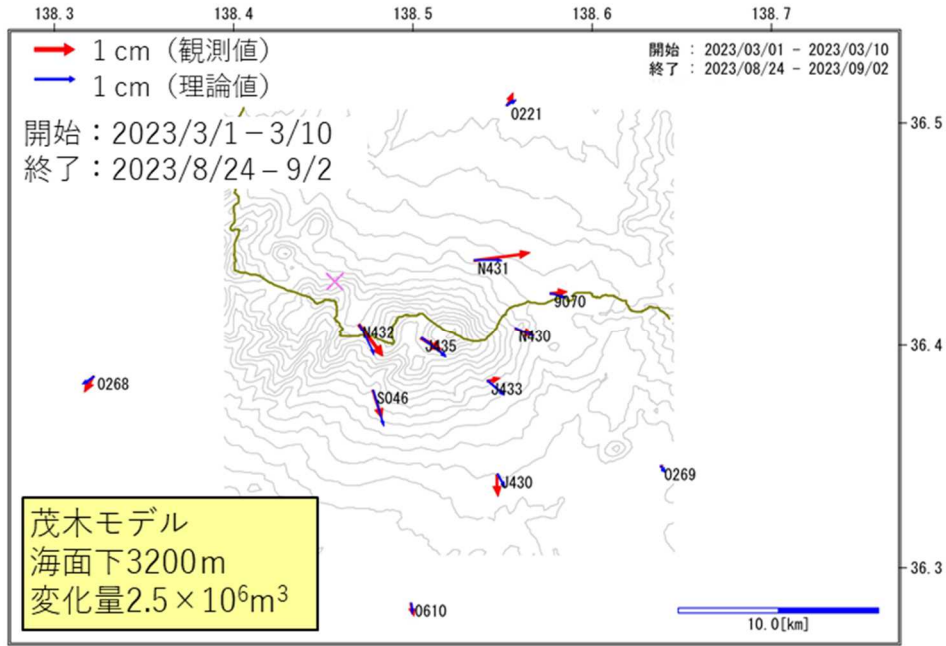


図 10 浅間山 GNSS 連続観測から得られた変位ベクトル及び推定された圧力源  
GNSS 連続観測から求めた圧力源は海面下 3, 200m、体積  $2.5 \times 10^6 \text{m}^3$  と推定される。

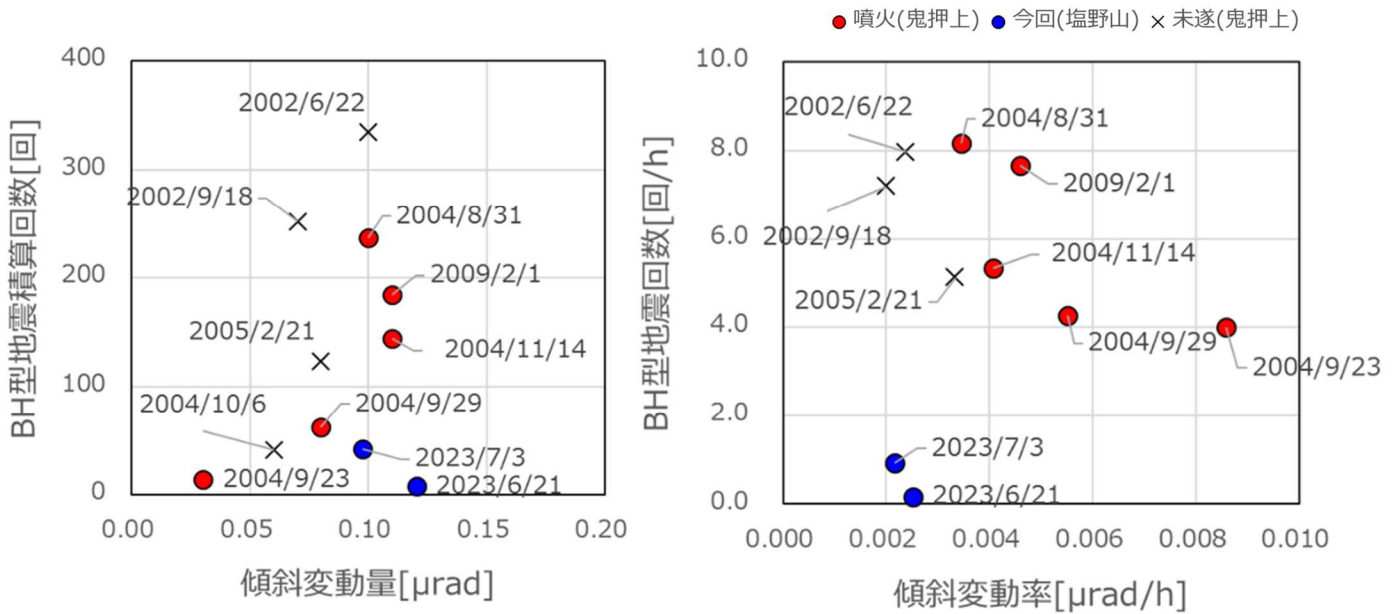


図 11 浅間山 近年の活動急変時の BH 型地震と傾斜変動の関係  
6 月中旬から 7 月上旬にみられた傾斜変動の加速は、過去の活動急変時と比較すると、規模は小さい。



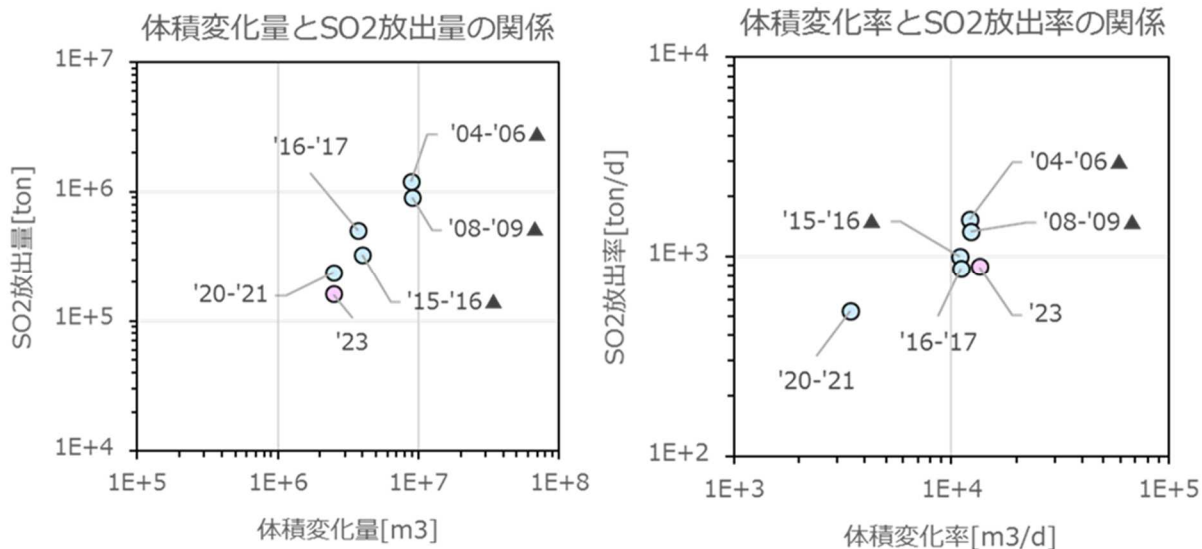


図 12 浅間山 近年の活動活発化時の体積変化と二酸化硫黄放出量の関係

体積変化量は Takeo et al. (2006) の体積変化量とその期間の GNSS 変化量を参考に、各期間の GNSS 変位量を体積変化量に換算した。SO<sub>2</sub> 放出量は、観測値の間のデータを内挿することで、その積算値を算出している。

- ・体積変化率および二酸化硫黄放出率からは、2023 年の活動は 2015 年活動と同程度と考えられる。

## ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 浅間山における SAR 干渉解析結果

ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

### 1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された浅間山周辺のデータについて干渉処理を行ったので報告する。

### 2. 解析データ

解析に使用したデータを第 1 表に示す。

第 1 表 干渉解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
19-2880 (SM1_U2_7)	南向	右	36.1°	2023. 08. 08	2023. 10. 31	第 1 図

### 3. 解析結果

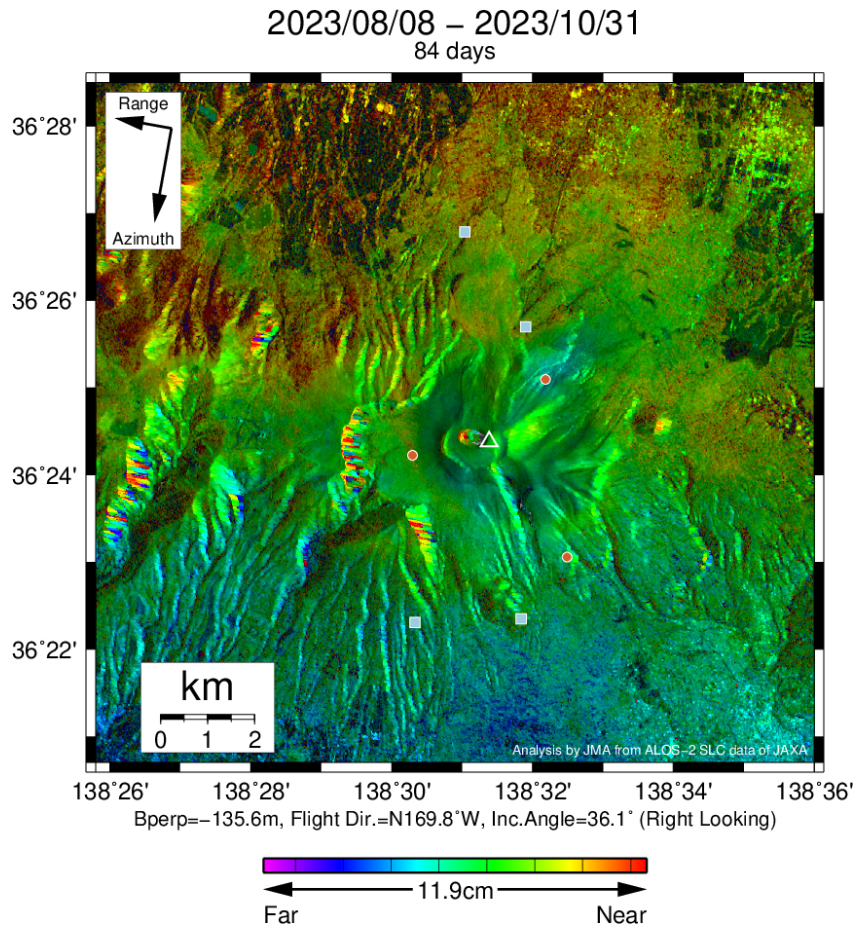
南向軌道の短期ペアについて解析を行った。ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

なお、各干渉解析結果について、電離圏遅延補正を行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

### 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。また、一部のデータは、PIXEL で共有しているものであり、JAXA と東京大学地震研究所の共同研究契約により JAXA から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、国土地理院の数値地図 10m メッシュ（標高）を元にした DEHM を、地形の描画には数値地図 25000（行政界・海岸線）のデータを使用した。ここに記して御礼申し上げます。





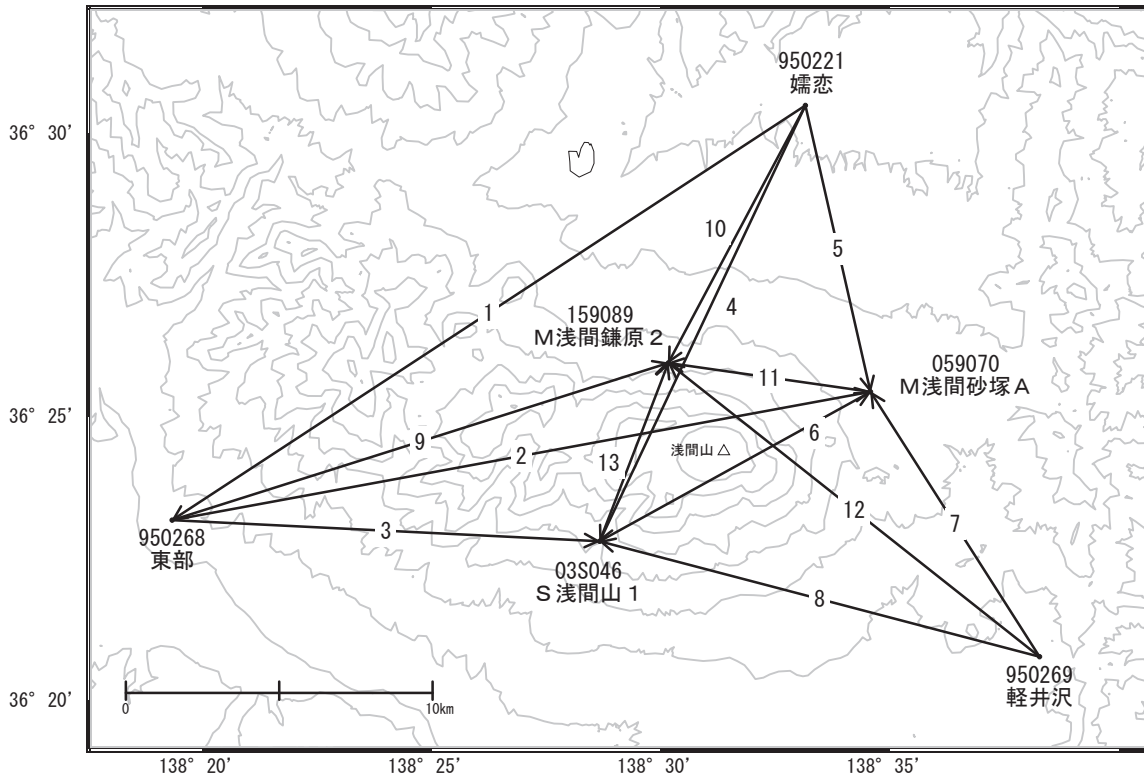
第 1 図 浅間山及び周辺の干渉解析結果 (パス 19 (SM1\_U2-7))

図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点、四角印は傾斜観測点を示す。  
ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

## 浅間山

「東部」—「S浅間山1」等の基線で2023年3月頃から見られていたわずかな伸びは、2023年6月頃から停滞し、2023年7月頃から再び見られていたわずかな伸びは、2023年10月頃から停滞しています。

浅間山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

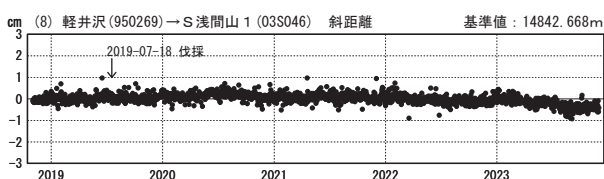
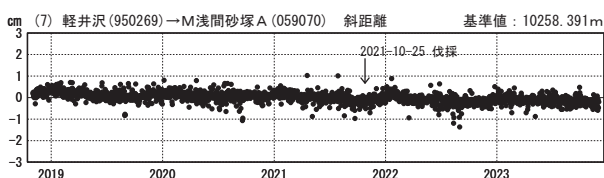
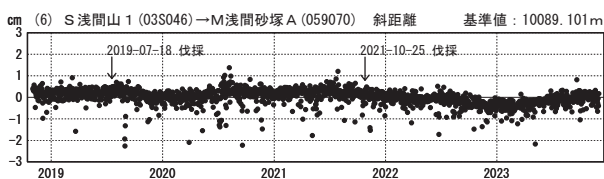
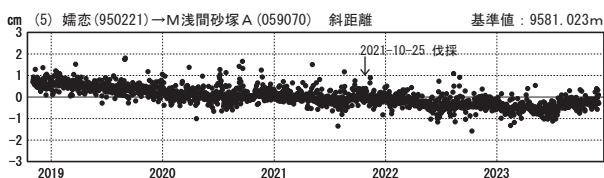
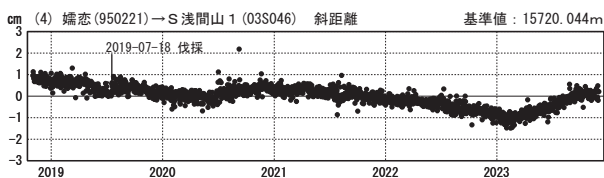
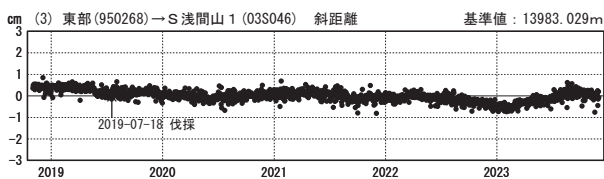
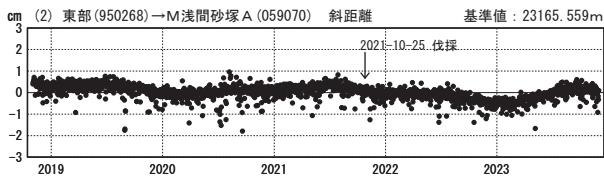
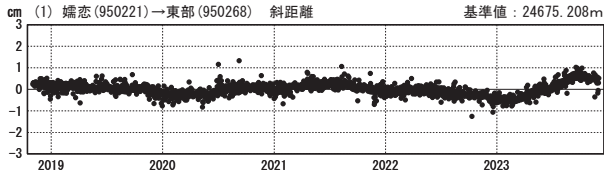


浅間山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
03S046	S浅間山1	2018-11-20	受信機更新
		2019-07-18	伐採
		2023-11-29	受信機交換
059070	M浅間砂塚A	2021-10-25	伐採
950269	軽井沢	2019-10-24	受信機更新
950221	嬬恋	2019-10-25	受信機更新
950268	東部	2021-01-14	アンテナ更新・受信機更新

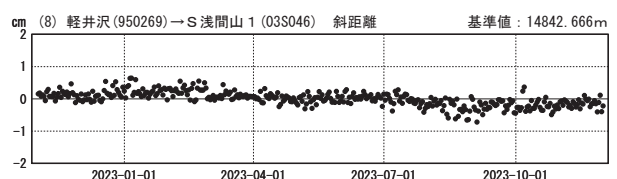
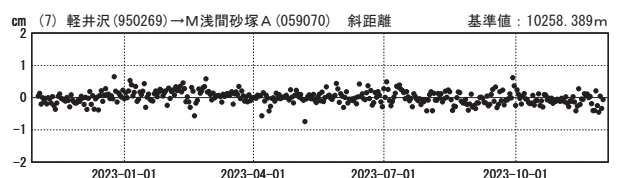
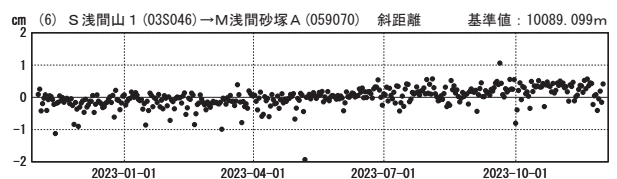
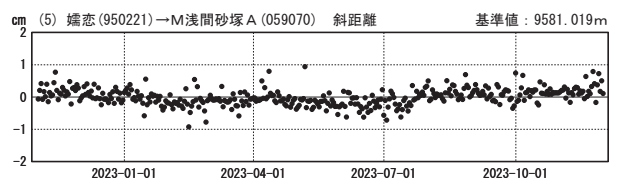
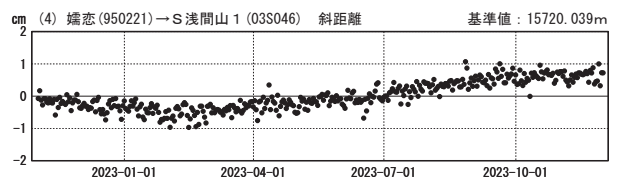
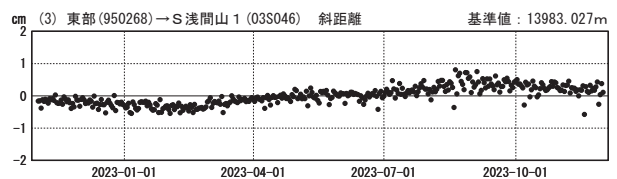
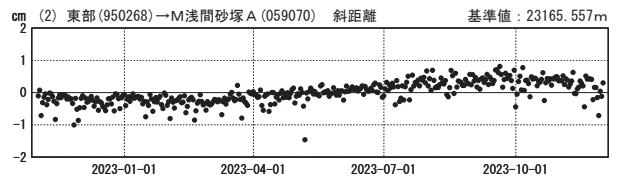
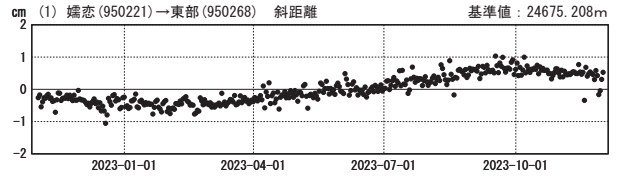
基線変化グラフ (長期)

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

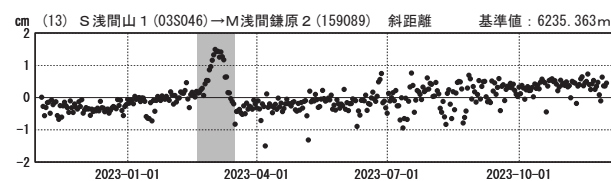
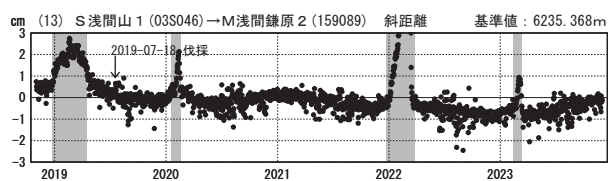
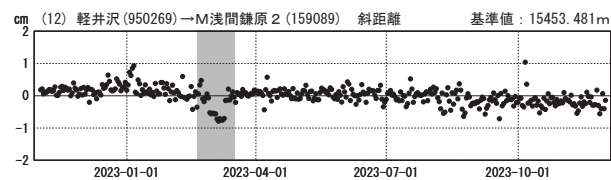
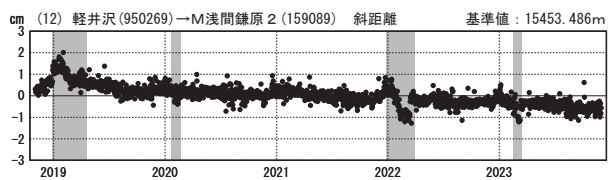
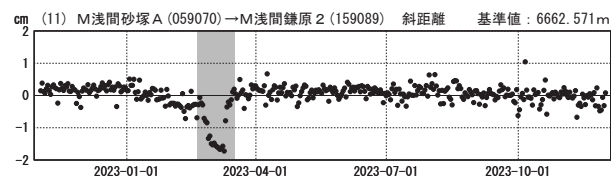
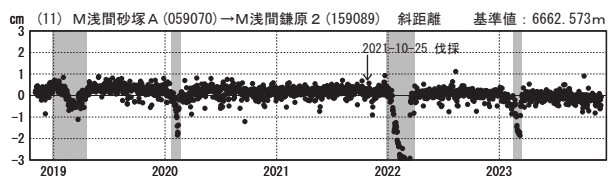
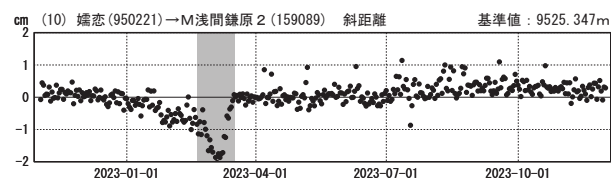
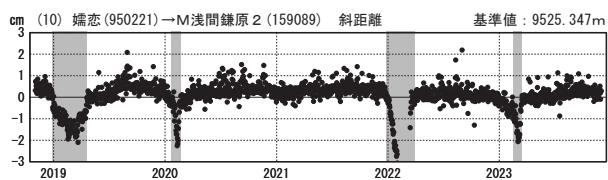
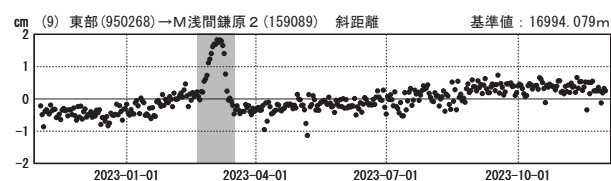
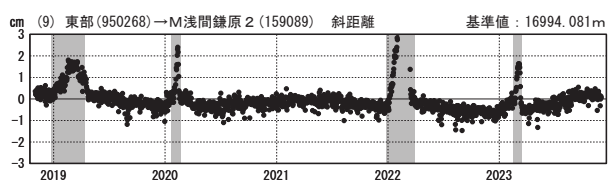
浅間山

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

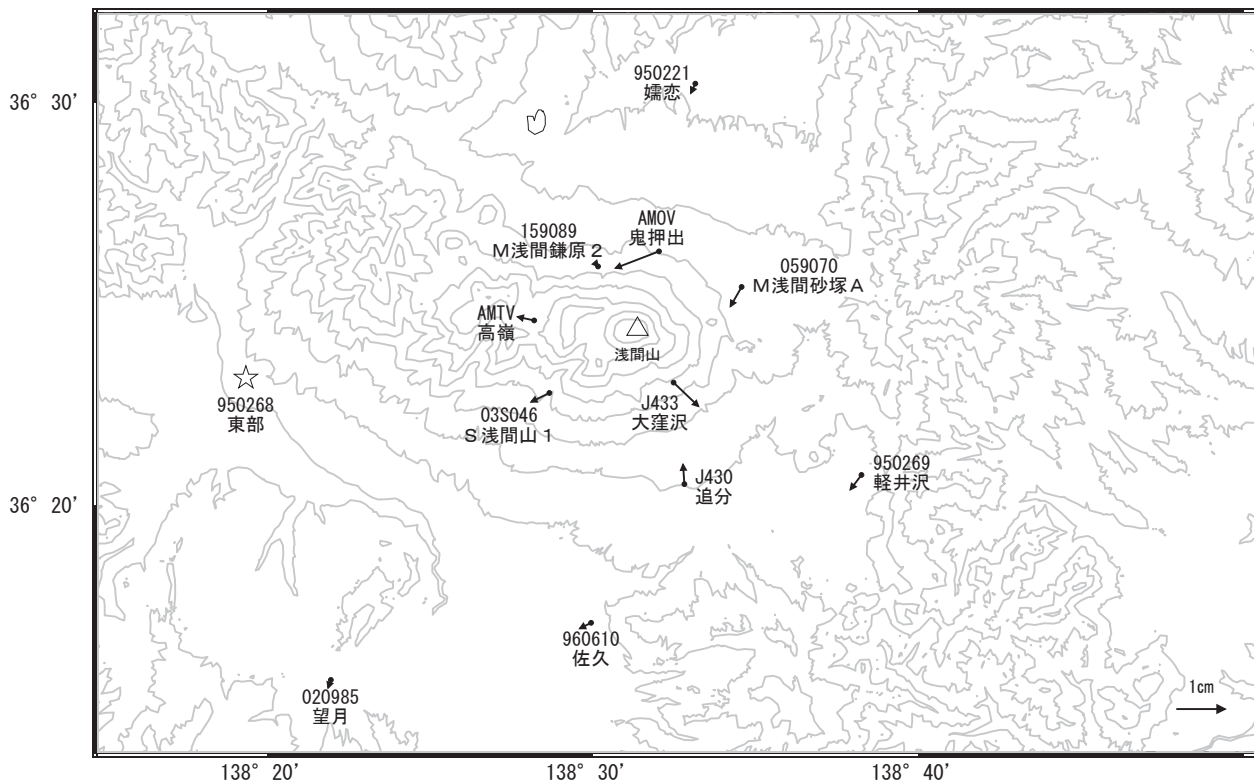
(注) 「M浅間鎌原 2」について

・網掛け期間に見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。

※[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

浅間山周辺の地殻変動(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]

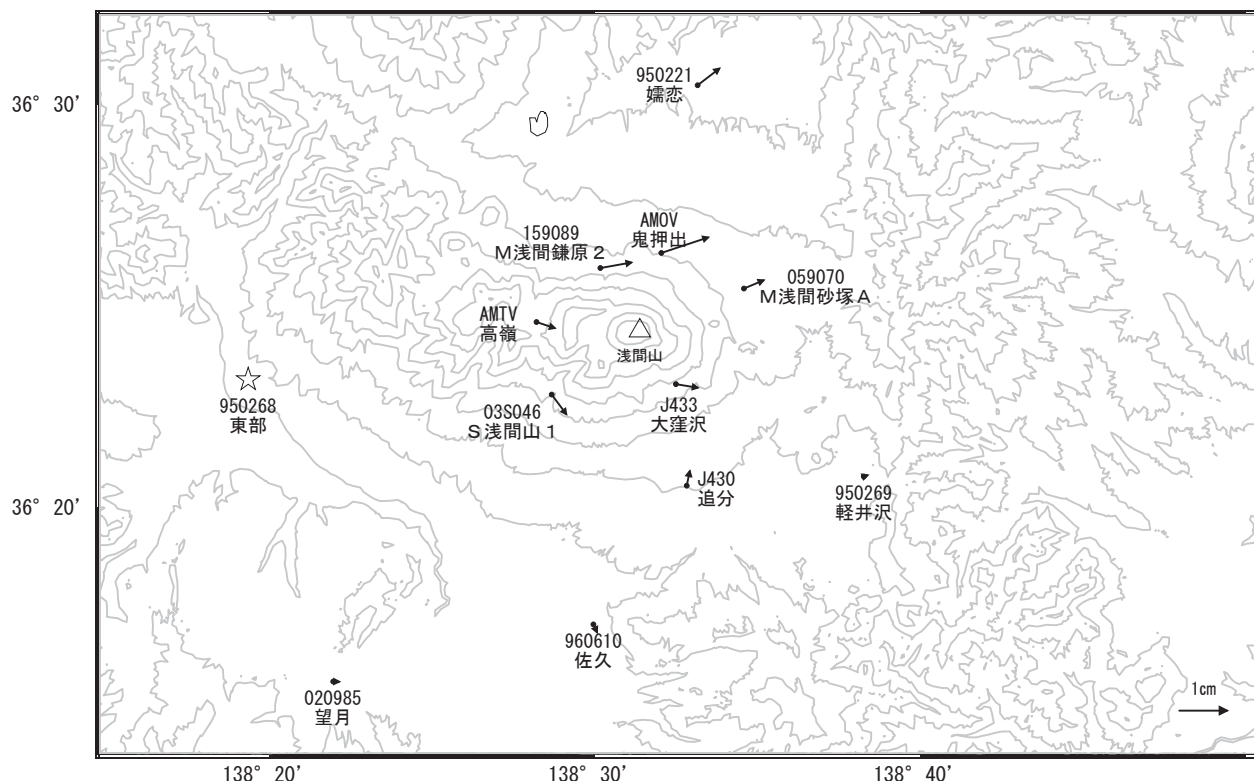


☆ 固定局:東部(950268)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

浅間山周辺の地殻変動(水平:1年間)

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]



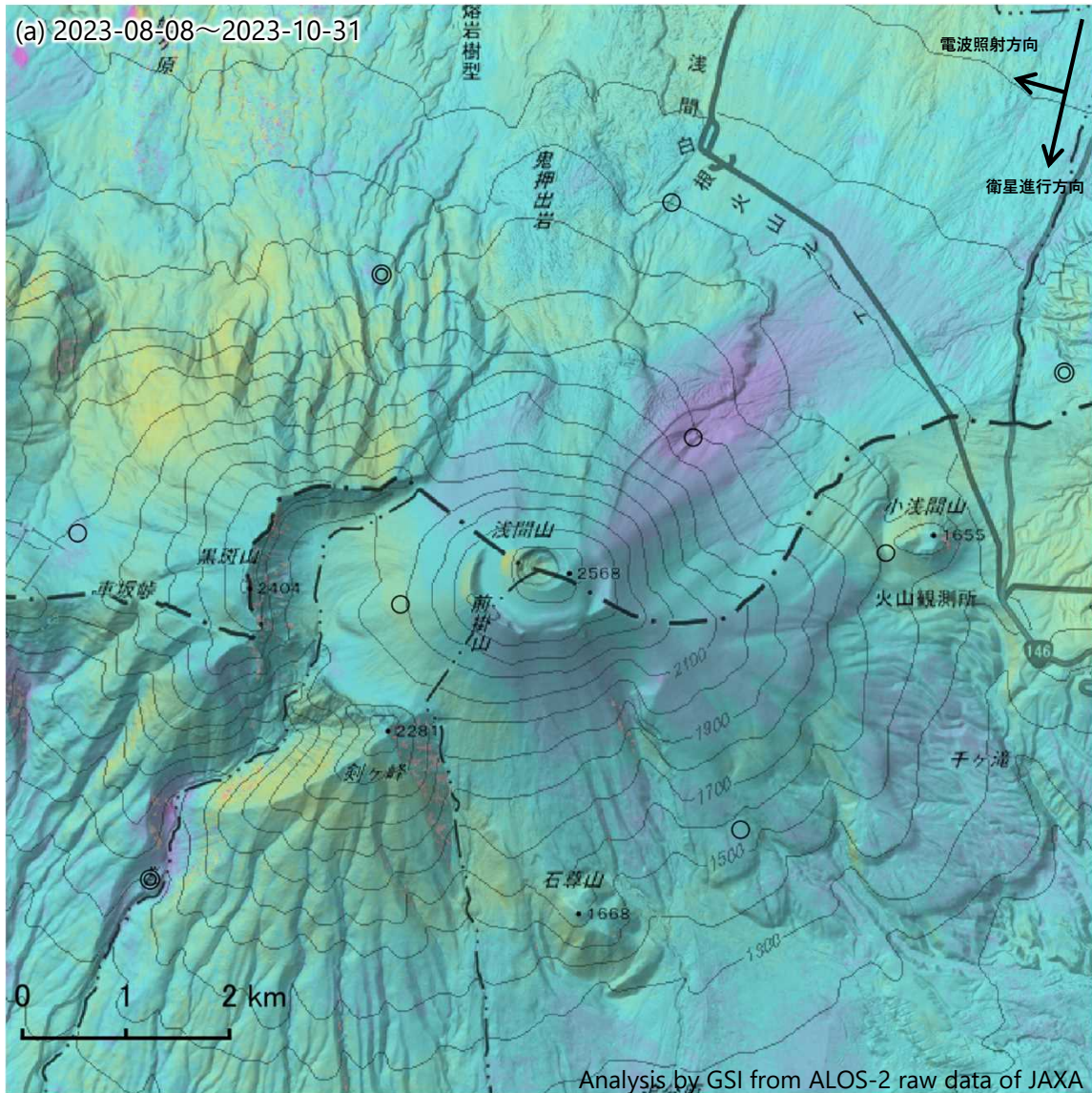
☆ 固定局:東部(950268)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所



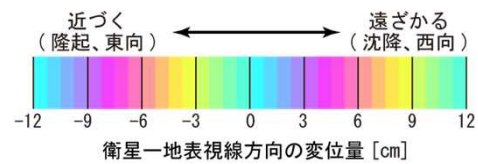
浅間山のSAR干渉解析結果について

ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2023-08-08 2023-10-31 11:50頃 (84日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U-U
入射角	37.2°
偏波	HH
垂直基線長	-136m

- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点

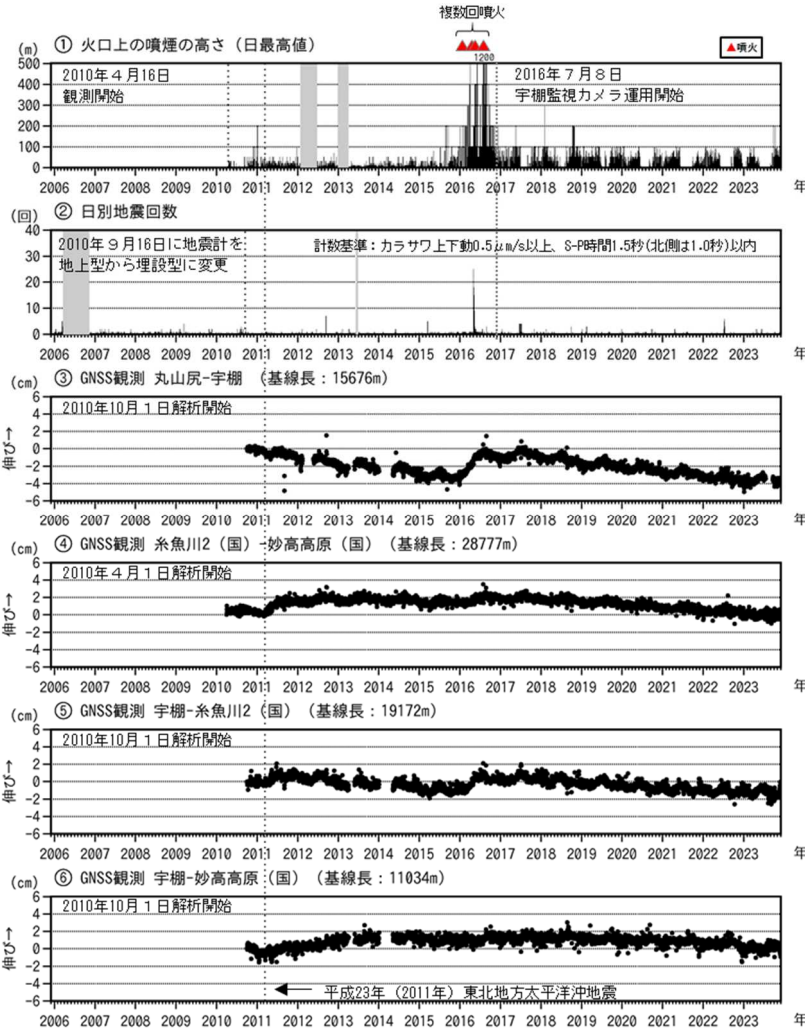


\* U：高分解能(3m)モード

# 新潟 焼 山

(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。



焼山温泉監視カメラ (2023 年 9 月 25 日)

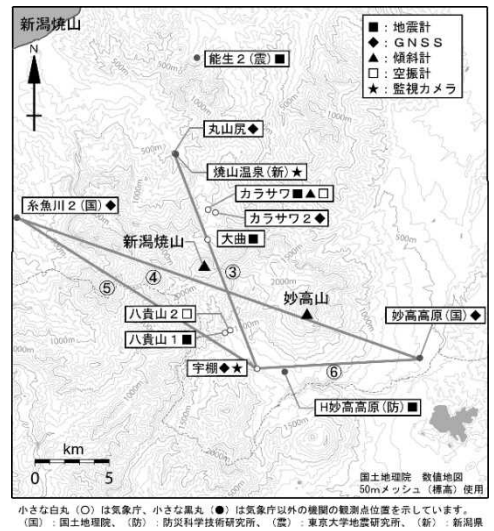


図 1 新潟焼山 火山活動経過図 (2005 年 12 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

(国): 国土地理院

- ①、②のグラフの灰色部分は機器調整による欠測を示す。
- ③～⑥は、観測点配置図 (右図) の③～⑥に対応している。平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震によるステップを補正した。グラフの空白部分は欠測を示す。
- ・今期間、噴煙活動は低調に経過した。噴煙の高さは火口縁上 200m 以下で経過した。
- ・今期間、火山性地震は少なく、地震活動は低調に経過した。
- ・GNSS 連続観測では、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。



# 弥 陀 ケ 原

(2023 年 6 月～2023 年 11 月)

地獄谷周辺の地震活動は低調で、火山活動によるとみられる地殻変動は観測されていないが、地獄谷では、2012 年 6 月以降、噴気の拡大や噴気温度の上昇などがみられており、熱活動が活発な状態が続いている。今後の火山活動の推移に注意が必要である。

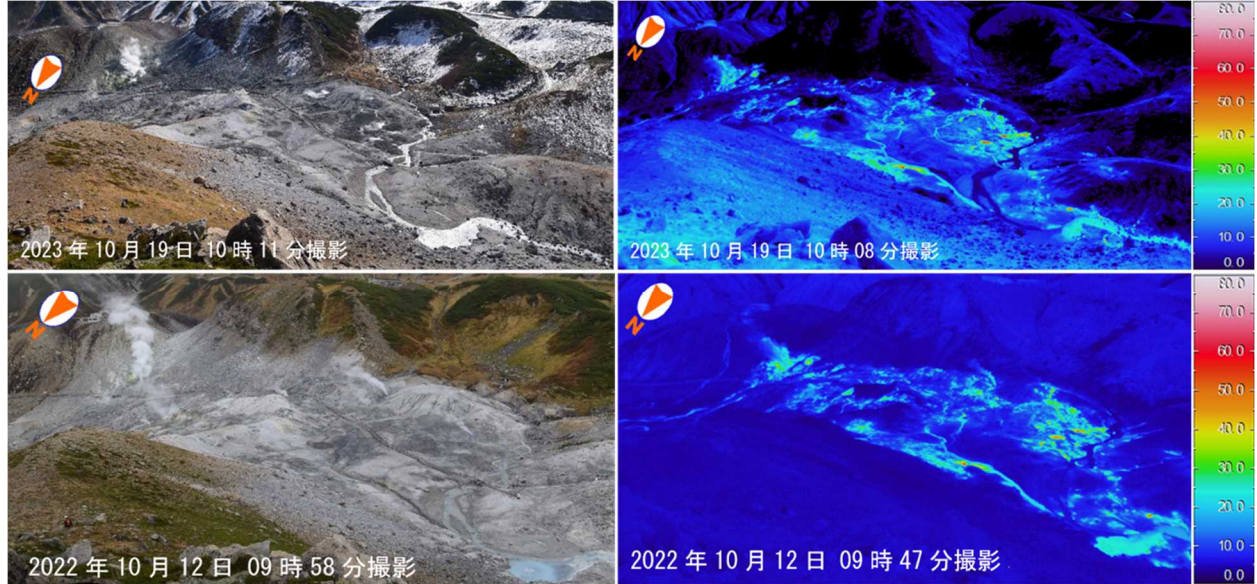


図 1 弥陀ヶ原 地獄谷（紺屋地獄、百姓地獄及び鍛冶屋地獄）の状況  
 ・10 月に実施した現地調査では、紺屋地獄や百姓地獄などで活発な噴気活動が継続していた。2022 年 10 月の観測と比較して、高温領域の分布に特段の変化は認められなかった。

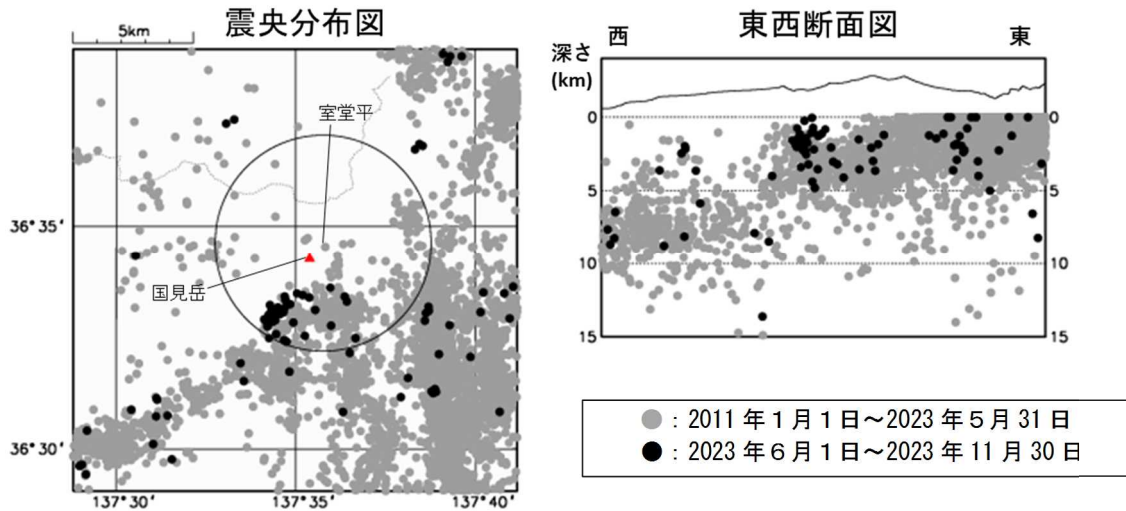


図 2 弥陀ヶ原 一元化震源による周辺の地震活動 (2011 年 1 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)  
 この図では、関係機関の地震波形を一元的に処理し、地震観測点の標高を考慮する等した手法で得られた震源を用いている (ただし、2020 年 8 月以前の地震については火山活動評価のための参考震源である)。

- ・地獄谷周辺の地震活動は、低調に経過した。
- ・7 月 3 日に地獄谷の南西 2 km 付近を震源とする地震が一時的に増加したが、この地震活動の前後で弥陀ヶ原の火山活動に特段の変化は認められなかった。

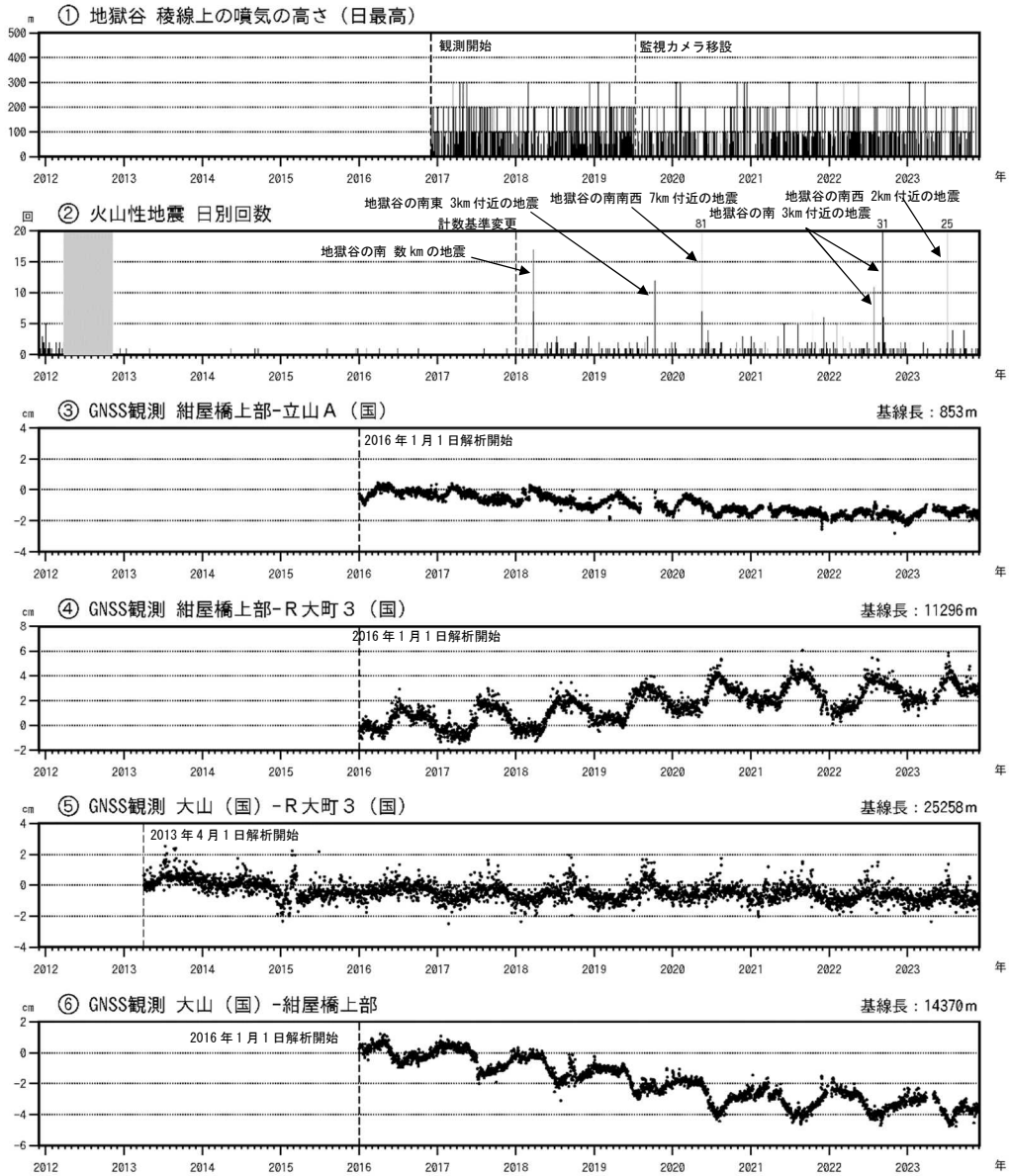


図 3 弥陀ヶ原 火山活動経過図 (2011 年 12 月 1 日~2023 年 11 月 30 日)  
 ・地獄谷からの噴気の高さは 200m 以下で推移し、噴気活動に変化はなかった。  
 ・地獄谷周辺の地震活動は、低調に経過した。  
 ・GNSS 連続観測では、火山活動によるとみられる変動は認められなかった。

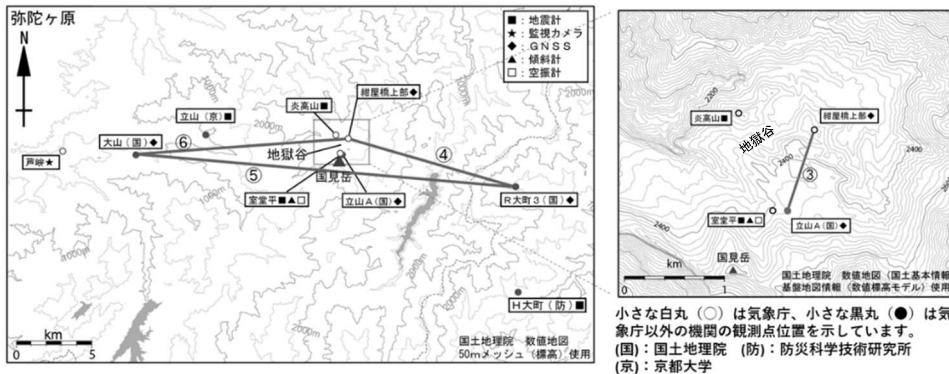


図 4 弥陀ヶ原 観測点配置図



# 焼 岳

(2023 年 6 月～2023 年 11 月)

山頂付近の微小な地震活動が継続して発生し、GNSS 連続観測では、山頂付近での緩やかな膨張の可能性のある変化が継続している。また、焼岳周辺では数年おきに震度 1 以上を観測する地震を含む活発な地震活動がみられることから、中長期的に焼岳の火山活動は高まってきている可能性がある。

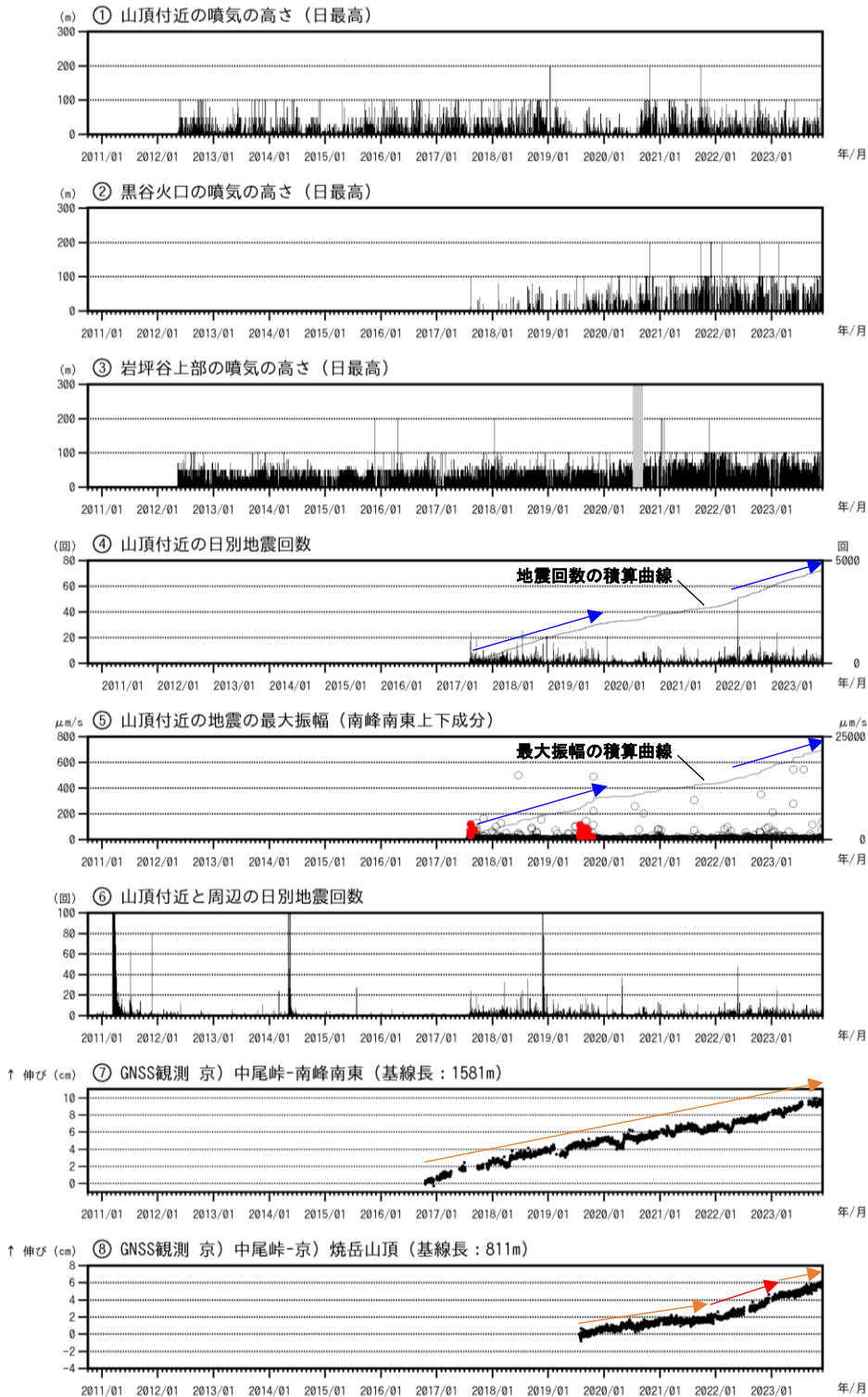


図 1 焼岳 火山活動経過図 (前ページ) (2010 年 10 月 1 日~2023 年 11 月 30 日)

- ④山頂付近の地震とは、焼岳山頂付近の概ね海拔 0 km 以浅が震源と推定される地震のことを示す。
- : 空振を伴う火山性地震
- ⑦⑧の空白部分は欠測を示す。京) : 京都大学。⑦⑧は図 3 の基線番号⑥⑧に対応。
- ・ 黒谷火口の噴気の高さは 2017 年 8 月以降観測される頻度が増えており、2021 年 10 月頃からは日最高 100m で経過している。
- ・ 2017 年、2019 年には空振を伴う火山性地震が発生した。
- ・ 2022 年 1 月頃からは、地震回数に増加傾向がみられるが、2017 年 8 月から 2019 年末の期間にみられた地震活動 (積算曲線の勾配) とほぼ同程度である (④⑤青矢印)。
- ・ 山頂付近の緩やかな膨張を示すと考えられる変化が継続している (⑦⑧橙矢印、赤矢印)。
- ・ ⑧の基線では、2022 年 1 月頃から焼岳山頂 (京) 観測点の南東進と隆起による伸びの変化がみられていたが (赤矢印)、2023 年 2 月頃より伸びの変化は 2021 年 12 月以前と同程度に鈍化している (橙矢印)。

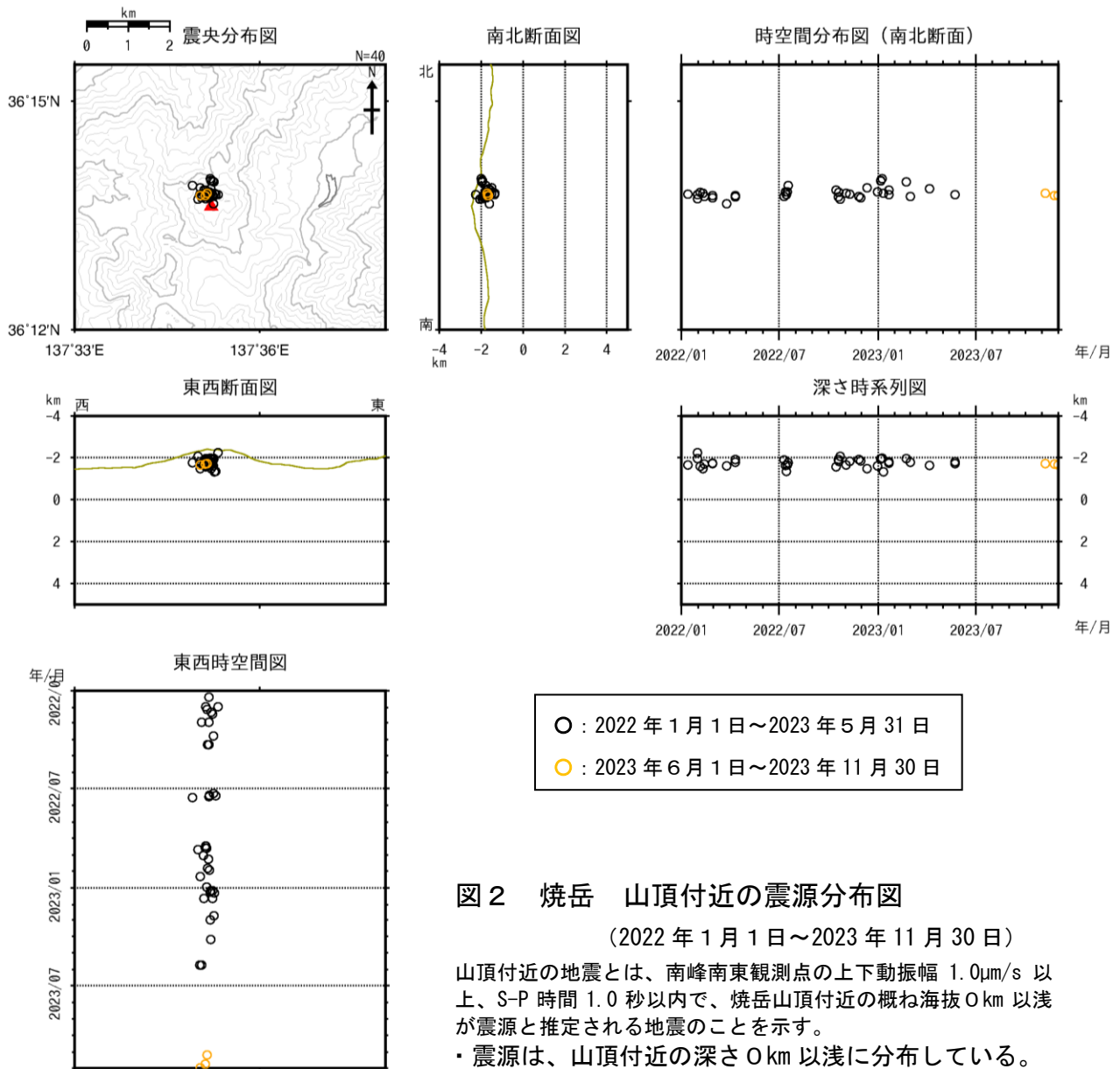


図 2 焼岳 山頂付近の震源分布図

(2022 年 1 月 1 日~2023 年 11 月 30 日)

山頂付近の地震とは、南峰南東観測点の上下動振幅 1.0 $\mu$ m/s 以上、S-P 時間 1.0 秒以内で、焼岳山頂付近の概ね海拔 0 km 以浅が震源と推定される地震のことを示す。

- ・ 震源は、山頂付近の深さ 0 km 以浅に分布している。

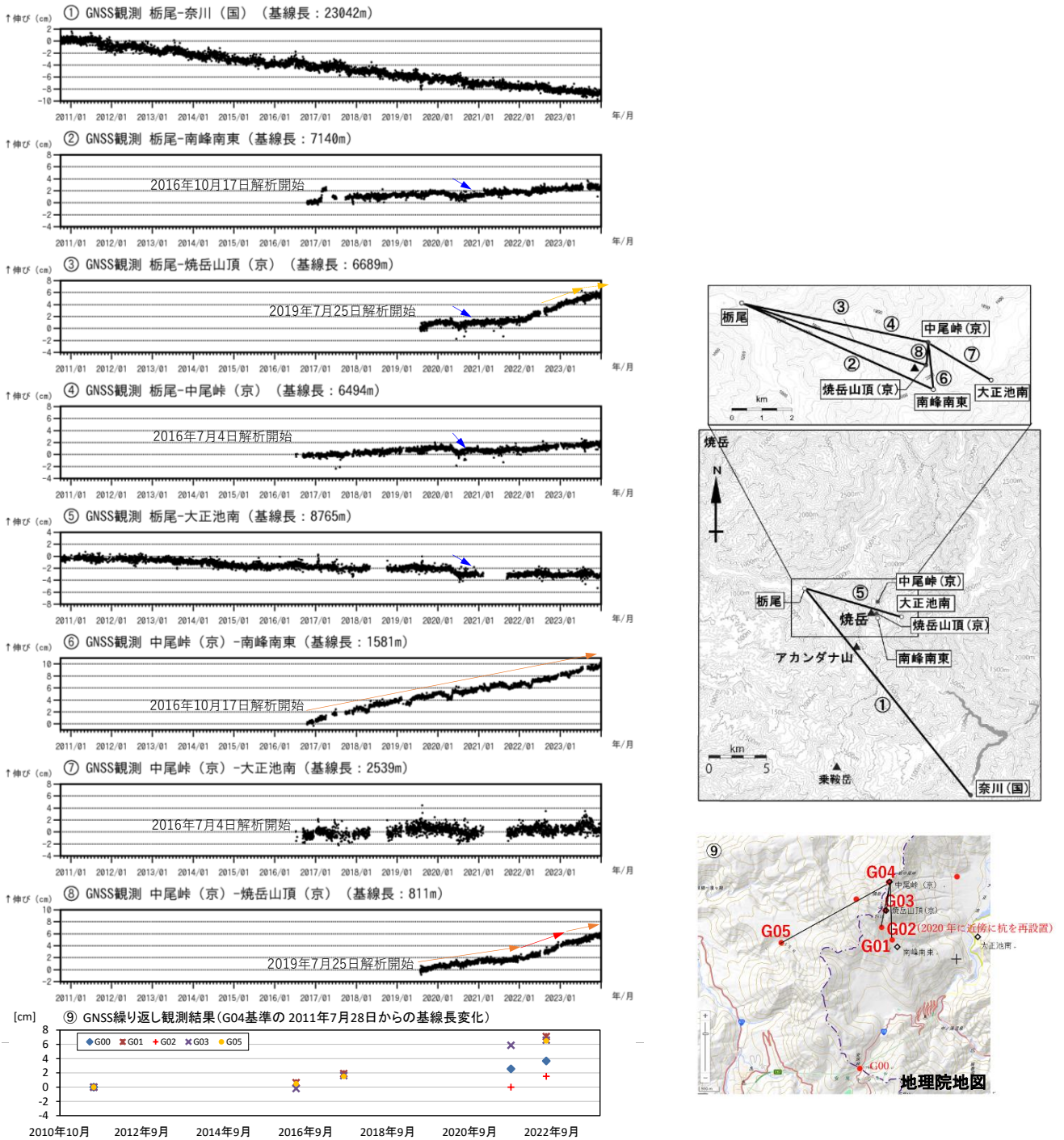


図3 焼岳 GNSS 観測による基線長変化 (2010年10月1日~2023年11月30日) 及び GNSS 観測点配置図

左: GNSS 観測結果 GNSS 連続観測の基線は右図 GNSS 基線①~⑧に対応。グラフの空白部分は欠測を示す。(国): 国土地理院、(京): 京都大学。

右上: GNSS 連続観測の基線図、右下: GNSS 繰り返し観測の基線図

- ・②~⑤の基線では、2020年5月下旬頃から7月頃にかけて、2020年4月22日以降活発化した山頂の東~北東側の地震活動に関連すると考えられる変化がみられた(青矢印)。
- ・⑥と⑧の基線では、山頂付近の緩やかな膨張を示すと考えられる変化が継続している(橙矢印)。
- ・③と⑧の基線では、2022年1月頃から焼岳山頂(京)観測点の南東進と隆起による伸びの変化がみられていたが(赤矢印)、2023年2月頃より伸びの変化が鈍化している(橙矢印)。
- ・⑨のGNSS繰り返し観測結果でも山頂付近の膨張傾向を示すと考えられる変化がみられている

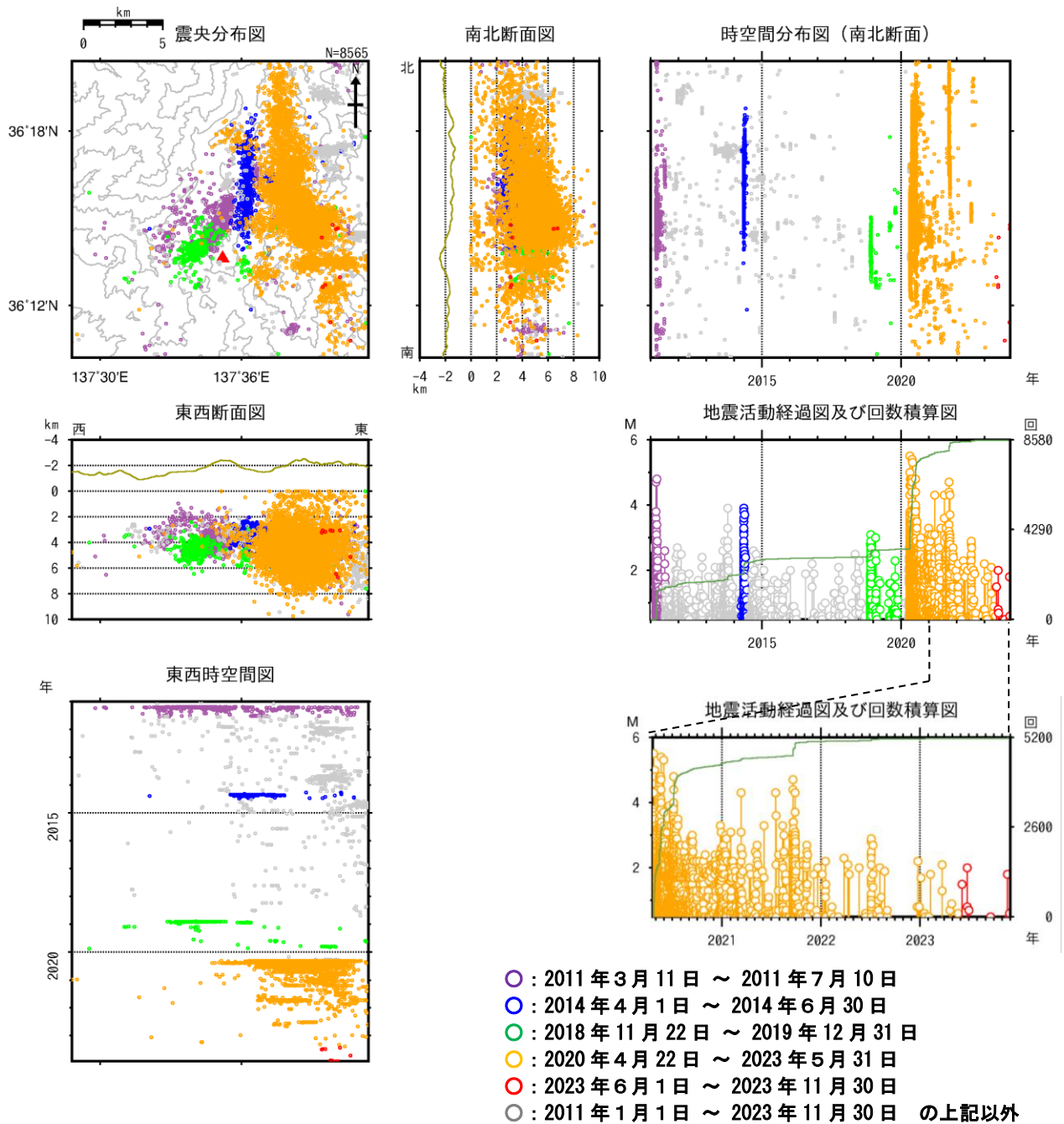


図 4 焼岳 広域地震観測網による山体及び周辺の地震活動

(2011年1月1日~2023年11月30日)

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手法で得られた震源を用いている。

- ・ 焼岳周辺の地震活動は 2020 年 4 月 22 日以降活発化した山頂の東～北東側のやや深いところを震源とする地震活動を含め、低調に経過した。
- ・ 焼岳周辺では、2011 年（紫丸）、2014 年（青丸）、2018 年から 2019 年にかけて（緑丸）、2020 年 4 月以降（橙丸）、地震活動の活発化がみられた。



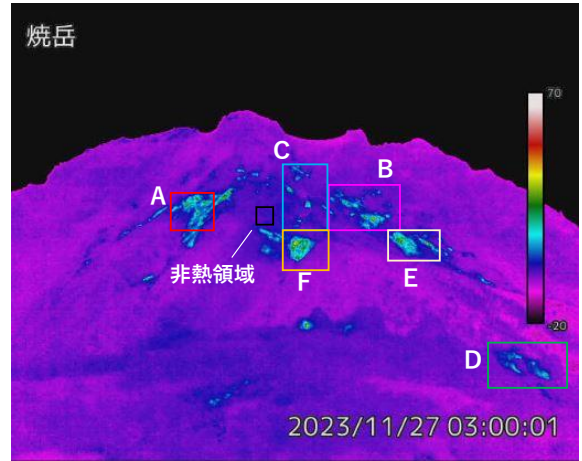
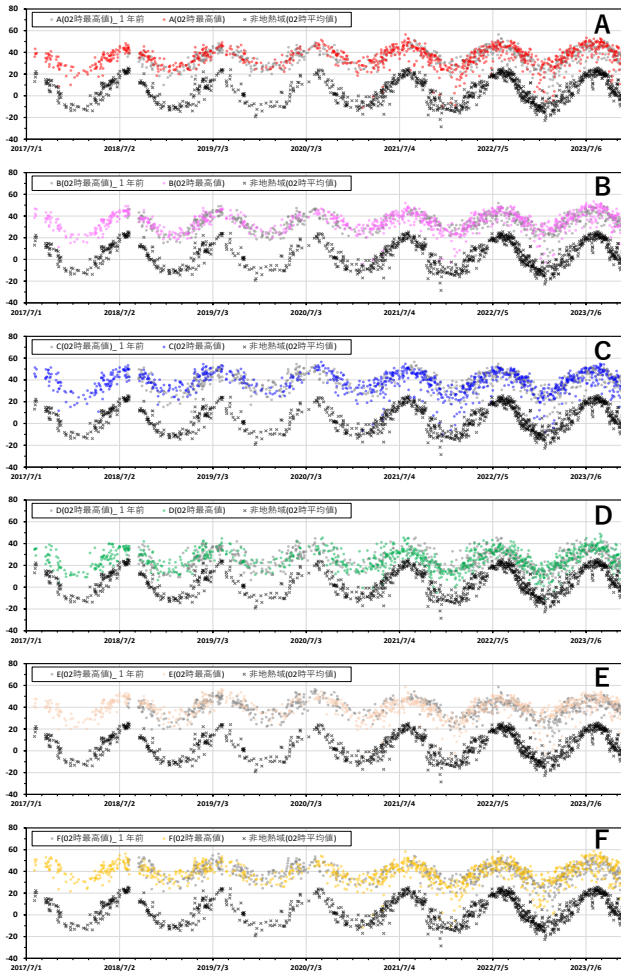


図5 焼岳 中尾峠赤外熱映像カメラによる焼岳北側斜面の地熱域の最高温度の推移 (2017年7月1日~2023年11月30日) とカメラ画像とその解析範囲

各色プロット：領域内最高温度、灰色：領域内最高温度（前年）、黒色：非地熱域内平均温度  
 ・焼岳北側斜面の地熱域では、地熱域の広がりやその温度上昇は認められなかった。

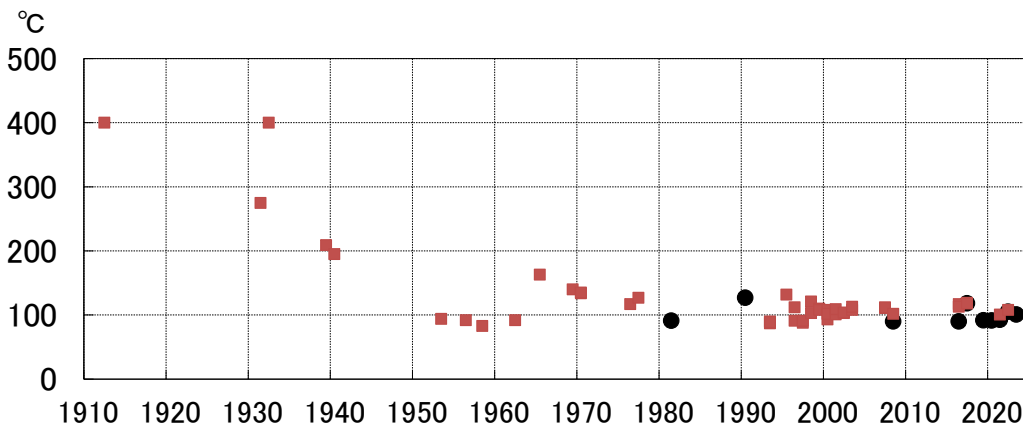


図6 焼岳 現地観測による焼岳北峰南斜面の噴気温度の推移 (1910年7月1日以降)

赤四角印は加藤 (1912)、小平 (1932、1940、1942)、小坂 (1961、1966)、小坂・小沢 (1966)、杉浦・水谷 (1978)、三宅・小坂 (1998)、Sumino et al. (2010) 及び齋藤 (2019) によって得られたデータを示す。  
 ・2023年7月20日に実施した現地観測では、焼岳北峰南斜面の噴気温度は101°Cであった。

## 焼岳山頂付近におけるドローン写真測量による地形変化

### 概要

2023年7月から10月にかけて焼岳の火口・噴気孔を対象にドローンを用いた写真測量を行い、SfMソフトウェアを利用して地形表層モデル(DSM)を作成した。作成したDSMを基盤地図情報数値標高モデル(5mメッシュ, 測量年度2009年~2018年)と比較した結果, 2019年に大きな地形変化が確認された黒谷火口の地形変化を捉えることができた。

### 本文

2023年7月27日, 10月18日に焼岳山頂部と山頂南西の岩坪谷噴気孔周辺でドローン(DJI Phantom 4 Pro)を用いた垂直写真撮影を行った(図1-a)。得られた画像からSfMソフトウェア(PIX4Dmapper)を用いて数値表層モデル(DSM), オルソモザイク画像を作成した。位置補正に関しては, 今回の観測ではGNSS測量等で取得する地上基準点(GCP)を設けなかったため, 電子国土基本図(オルソ画像)との比較をGISソフトウェア(QGIS)上で目視で行って水平位置を補正し, 国土地理院発行の基盤地図情報数値標高モデル(5mメッシュ)と標高値の比較を行って垂直位置を補正した。

地形変化を検討するために, 今回得られたDSMと地理院5mメッシュDEM(測量年度2009年~2018年)の差分を算出し, 段彩図を作成した(図1)。今回得られたDSMは地理院5mメッシュDEMに比べて高解像度(約5cm)であるため, 地理院5mメッシュDEMのピクセルサイズに合わせてダウンサイズした。標高値は, 地理院5mメッシュDEMピクセルの中央に最も近いDSM上の地点を求め, その標高値を採用した。GCPによる補正測量を行っていない影響や, ダウンサイズの影響, さらに低標高地では植生の高さの影響により, 最大で15m程度の地形の不一致が認められたものの, 調査範囲の大部分の地形は2009年~2018年当時と一致し, 顕著な地形変化を被っていないことが分かった(図1-aでほぼ全域が黄緑に配色されている)。

黒谷火口では, 2009年~2016年当時と比較して, 火口径が拡大し, 火口底が最大で約100m上昇したことが分かった(図1-c~f)。火口の形状は, 火口の南側が崩落し, 北側が埋積されることで, 細く深いじょうご型から浅く広い形状へと変化した。火口内部(図1-bの青線の内側)の地形変化量を算出したところ, 崩落量(負の変化量)は約12万 $\text{m}^3$ , 埋積量(正の変化量)は約14万 $\text{m}^3$ となった。崩落量と埋積量が完全に一致しないものの, 溶岩が崩落によって破壊され細粒化し, ある程度の空隙を保って堆積していることを考えれば, 概ね妥当な数値と考える。

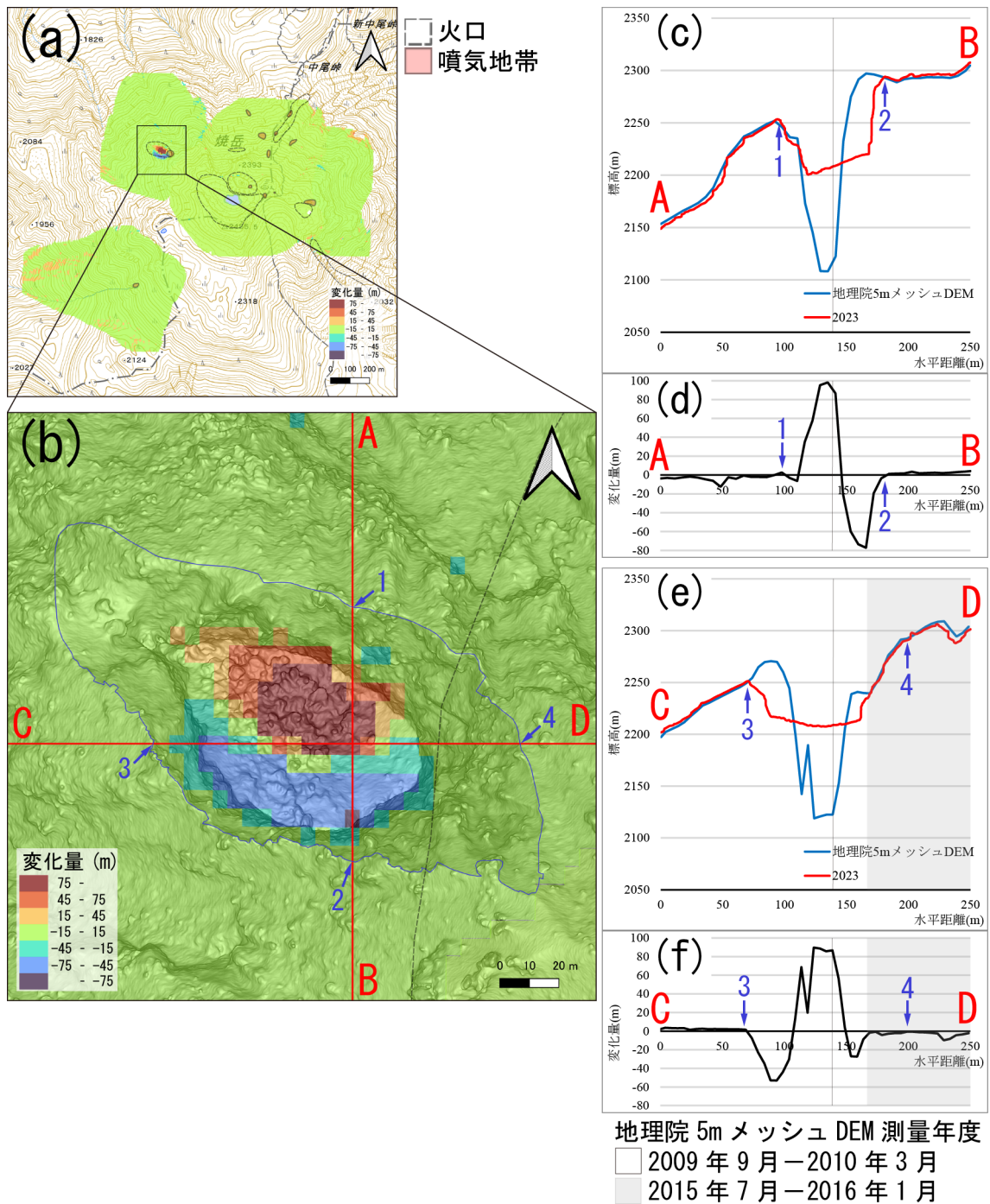


図1. ドローン写真測量による地形変化

a, 観測範囲全域の変化量段彩図 (基図は国土地理院標準地図) .

b, 黒谷火口周辺の変化量段彩図 (基図は本調査 DSM から作成した傾斜量図) . 青線は火口範囲, 破線は地理院 5m メッシュ DEM の測量年度境界 (破線以西が 2009 年 9 月-2010 年 3 月, 以東が 2015 年 7 月-2016 年 1 月) を示す.

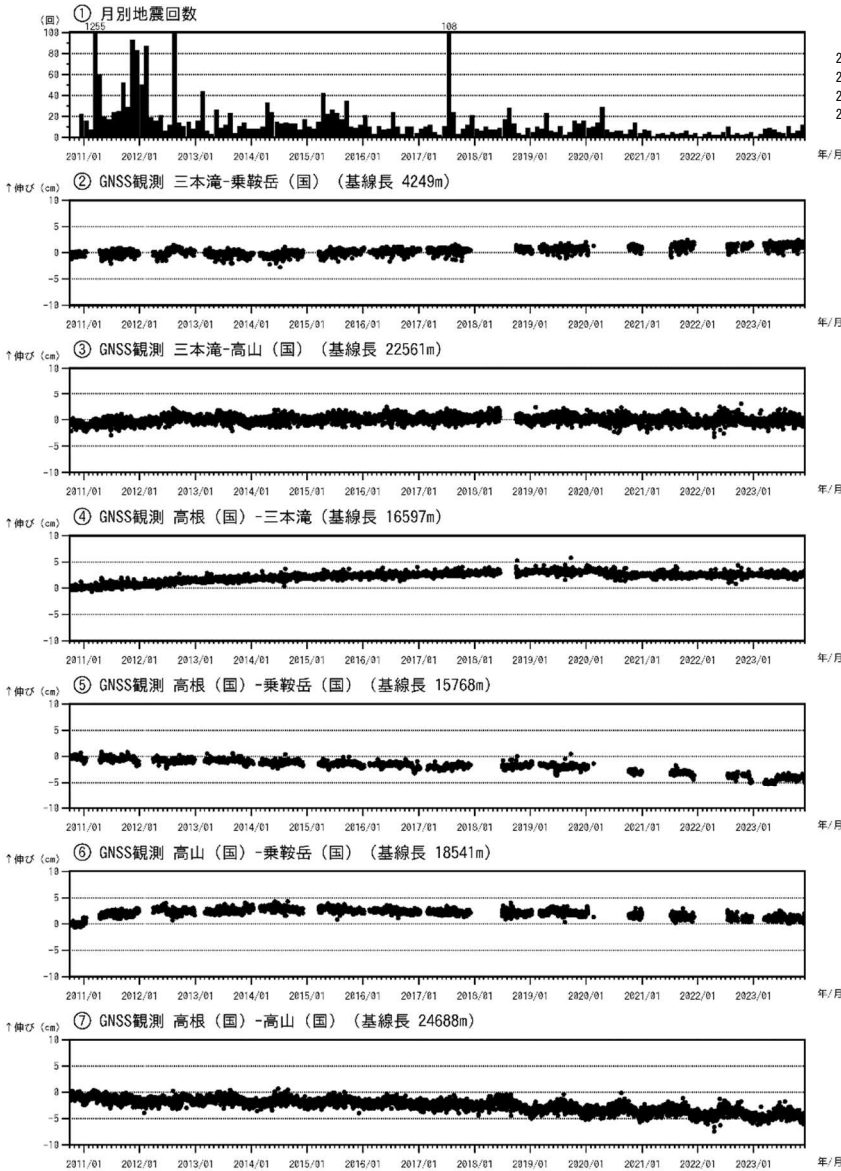
c, d, AB 断面の標高断面図と変化量断面図.

e, f, CD 断面の標高断面図と変化量断面図.

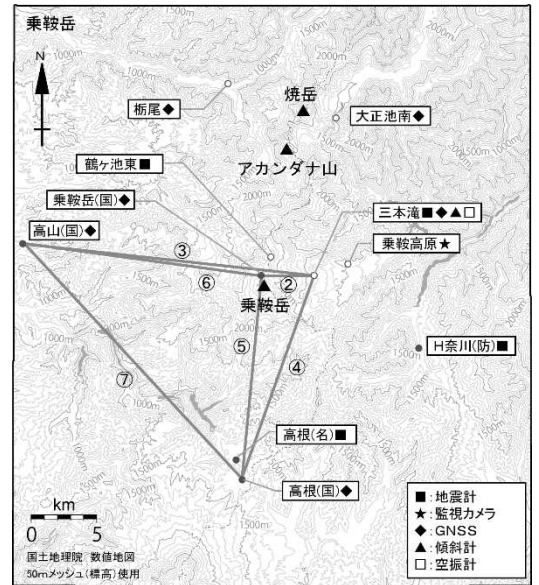
# 乗鞍岳

(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。



【計測基準】  
 2010年12月10日～2011年3月1日 三本滝振幅 0.5 $\mu$ m/s 以上、S-P 時間 2秒以内  
 2011年3月2日～2011年3月10日 三本滝振幅 0.5 $\mu$ m/s 以上、S-P 時間 1秒以内  
 2011年3月11日～2013年10月31日 三本滝振幅 3.0 $\mu$ m/s 以上、S-P 時間 1秒以内  
 2013年11月1日～ 三本滝振幅 2.0 $\mu$ m/s 以上、S-P 時間 1秒以内



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、(防)：防災科学技術研究所、(名)：名古屋大学

図 1 乗鞍岳 火山活動経過図

- ① 月別地震回数(2010年12月10日～2023年11月30日)
- ②～⑦ GNSS連続観測による基線長変化(2010年10月1日～2023年11月30日)(国)：国土地理院
- ②～⑦は右図の②～⑦に対応している。グラフの空白部分は欠測を示す。
- 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震によるステップを補正した。

- ・火山性地震の発生は少なく、地震活動は低調に経過した。
- ・GNSS連続観測では、火山活動によるとみられる変動は認められなかった。



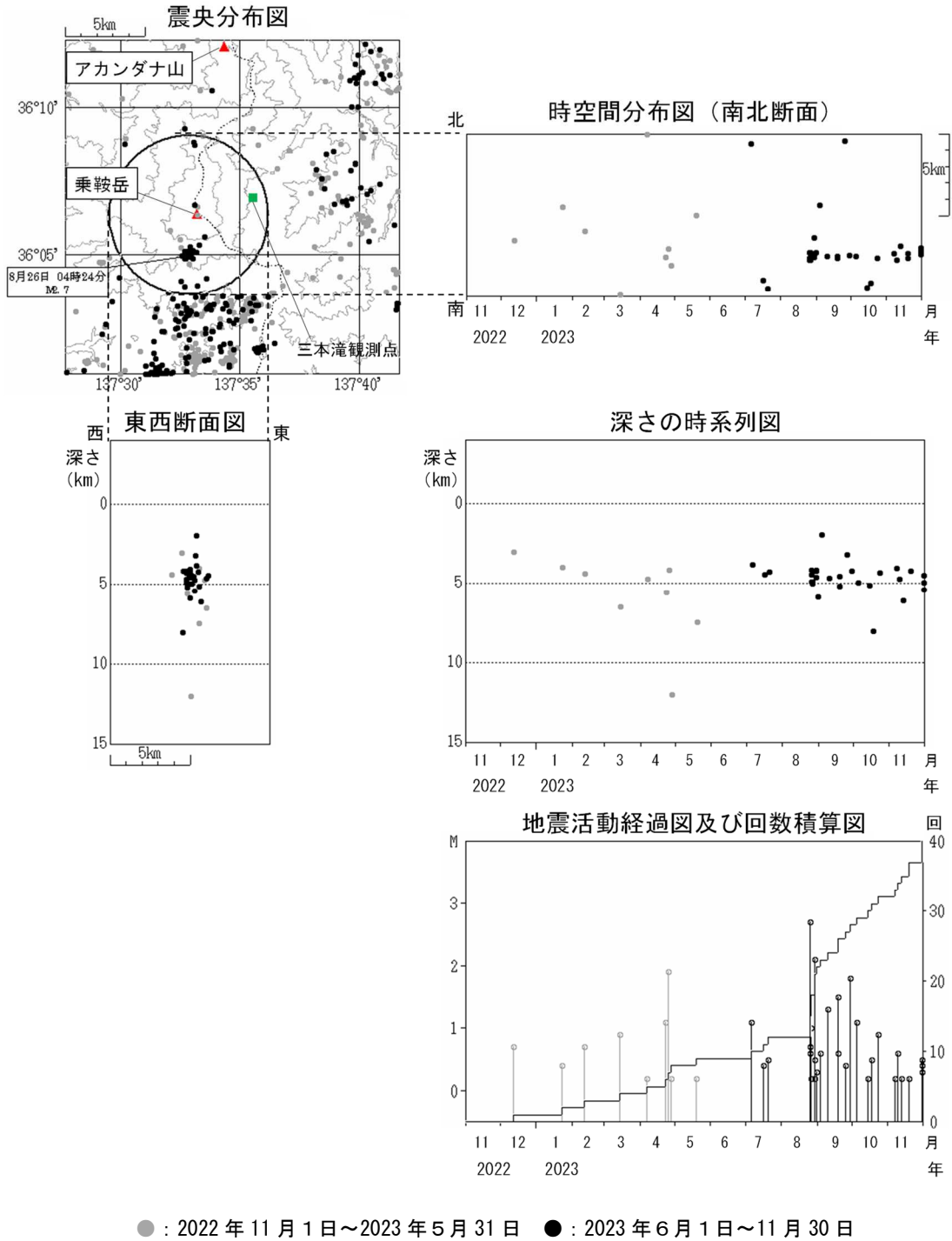


図2 乗鞍岳 一元化震源による山体・周辺の地震活動 (2022 年 11 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

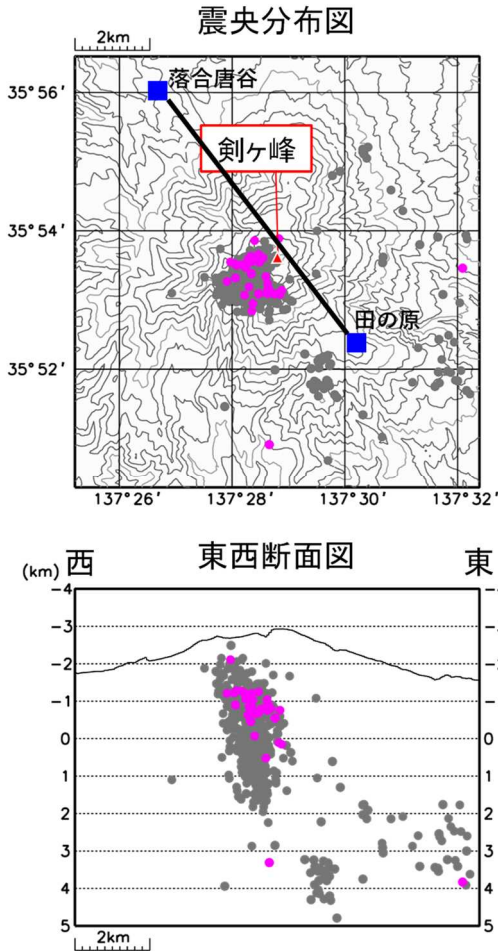
この図では、関係機関の地震波形を一元的に処理し、地震観測点の標高を考慮する等した手法で得られた震源を用いて、M0.2 以上の地震を表示している。

- ・乗鞍岳付近の地震活動は、低調に経過している。
- ・8月26日4時24分に、乗鞍岳の南南西2km付近でマグニチュード2.7の地震が発生し、高山市高根町で震度1を観測した。この地震以降、乗鞍岳の南南西2km付近で、まとまった地震活動がみられるが、これらの活動に伴う火山活動の変化は認められない。

# 御 嶽 山

(2023 年 6 月～2023 年 11 月)

地震活動は、2022 年 3 月中旬以降低調に経過している。GNSS 連続観測でも山体膨張を示すと考えられる変化は認められず、火山活動は静穏な状態に戻る傾向が続いている。



● 2017/08/01 - 2023/05/31  
 ● 2023/06/01 - 2023/11/30  
 ■ GNSS観測点

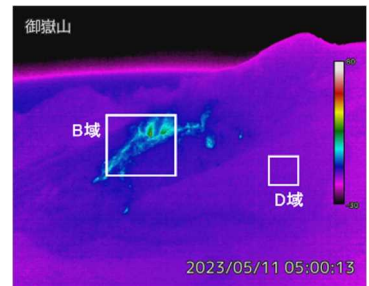


図 2 御嶽山 奥の院赤外熱映像カメラ カメラ位置とその解析範囲

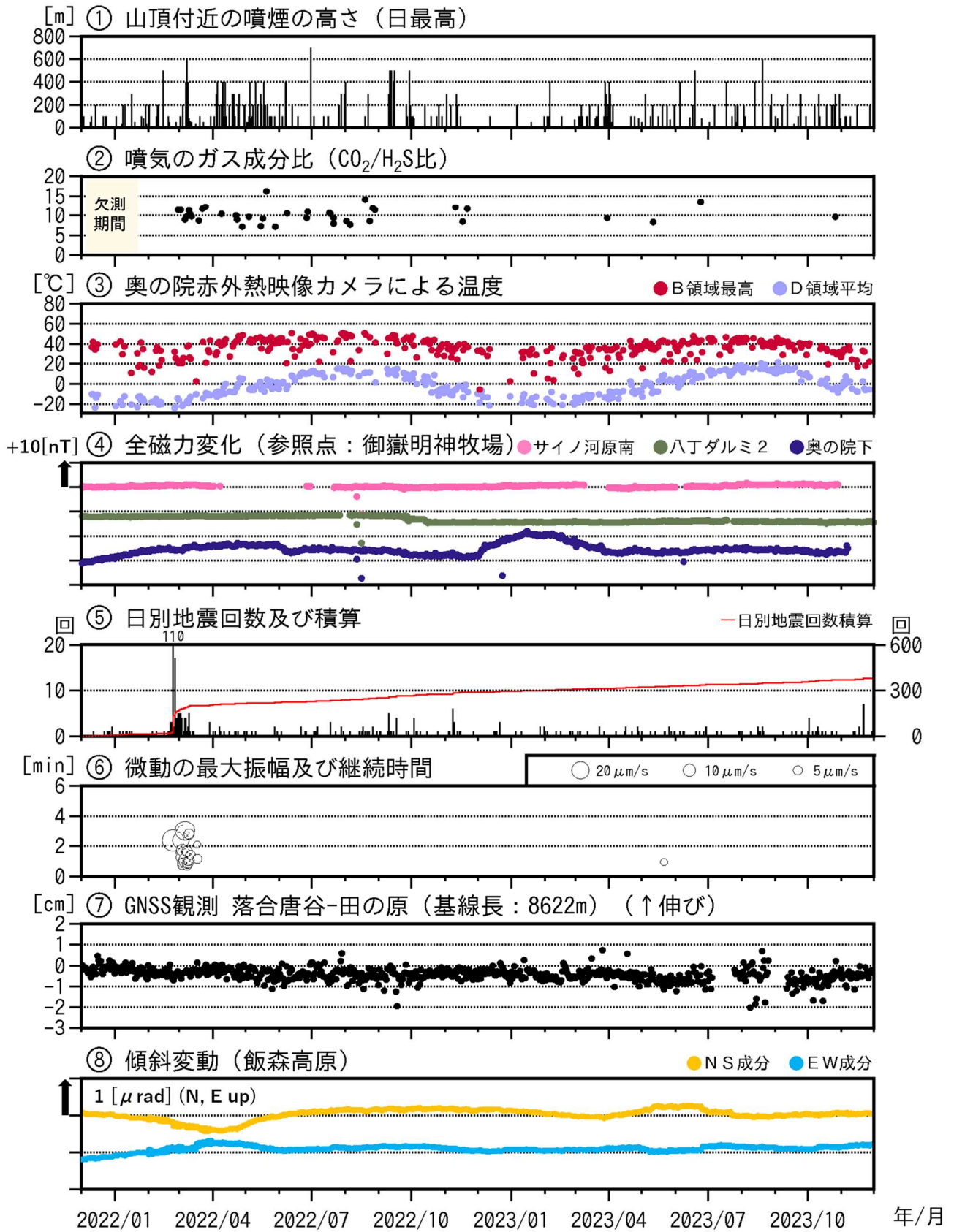
図 1 御嶽山 震源分布図

(2017 年 8 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

- ・ 地震活動に特段の変化は認められなかった。

図 3 (次ページ) 御嶽山 火山活動経過図 (2021年 6 月～2023年11月30日)

- ・ ①今期間、山頂付近の噴気活動に特段の変化は認められなかった。
- ・ ②今期間、マルチガスによる観測では、CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S の変化は認められなかった。
- ・ ③地熱域の温度は長期的な低下傾向がみられるものの、今期間も温度が高い状態が継続している。
- ・ ④今期間、火山活動によると考えられる全磁力変動は認められなかった。なお、奥の院下観測点で主に冬季から春季にかけてみられる全磁力変動は季節変動に対応すると考えられる。
- ・ ⑤今期間、地震活動は低調であった。
- ・ ⑥今期間、火山性微動は観測されなかった。
- ・ ⑦GNSS 連続観測の一部の基線で見られる平成 26 年御嶽山噴火以降の長期的な縮みの傾向は、鈍化している。
- ・ ⑧今期間、傾斜計による観測では火山活動によるとみられる変化は認められなかった。

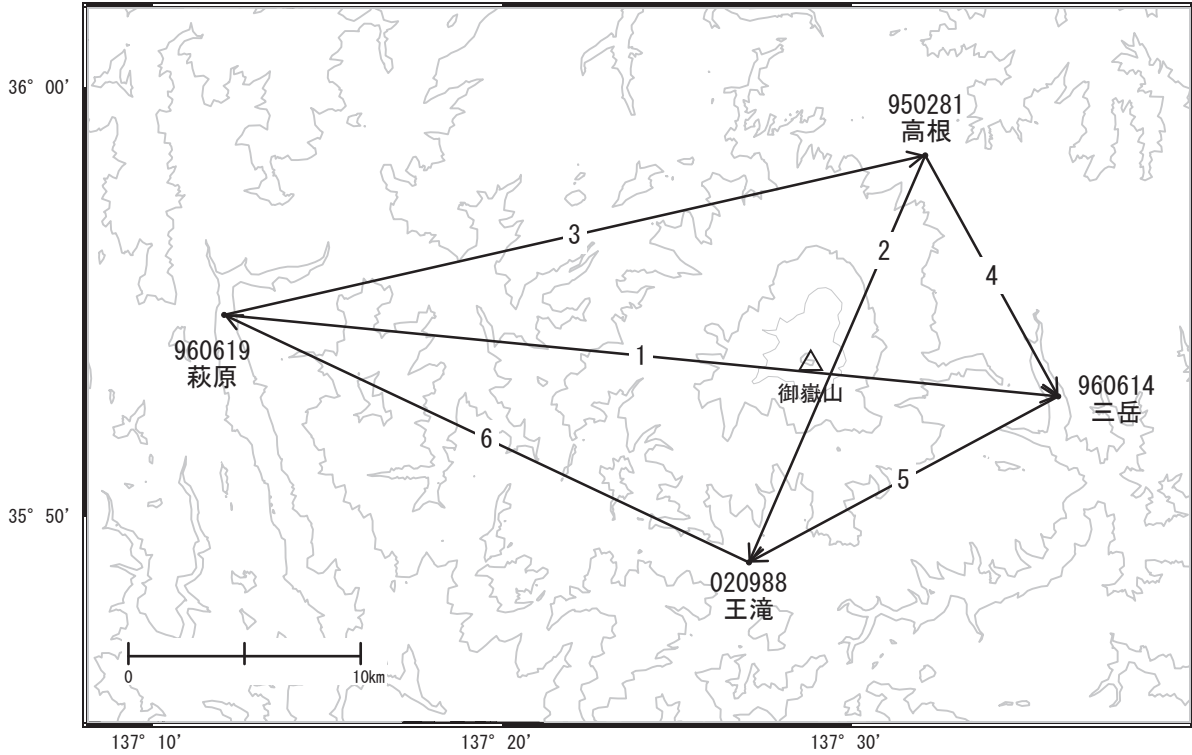


注) グラフ②は H<sub>2</sub>S 濃度が 0.5ppm を超え、かつ CO<sub>2</sub> 濃度と H<sub>2</sub>S 濃度との間の相関係数が 0.6 を超えるデータのみプロットしている

# 御嶽山

G N S S 連続観測結果では、顕著な地殻変動は見られません。

御嶽山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



御嶽山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
020988	王滝	2019-10-10	受信機更新
950281	高根	2021-11-11	受信機更新
960619	萩原	2022-12-15	アンテナ更新・受信機更新
960614	三岳	2022-12-16	アンテナ更新・受信機更新

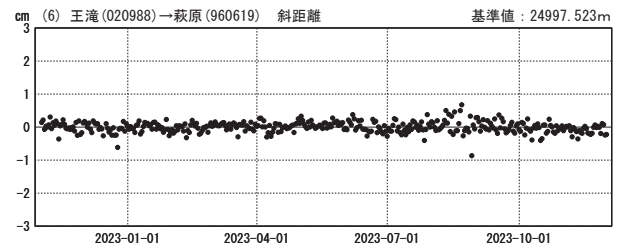
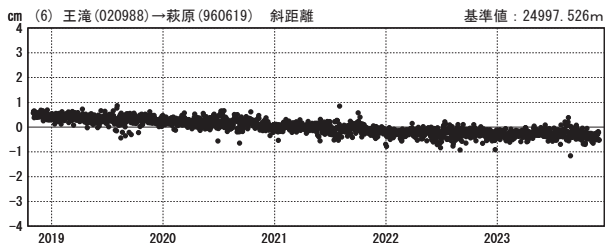
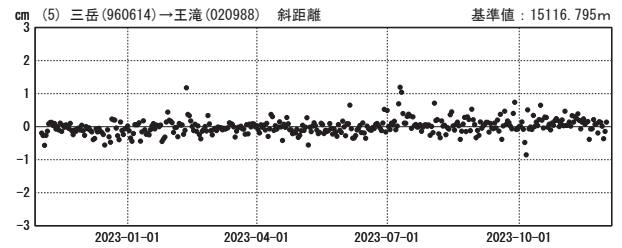
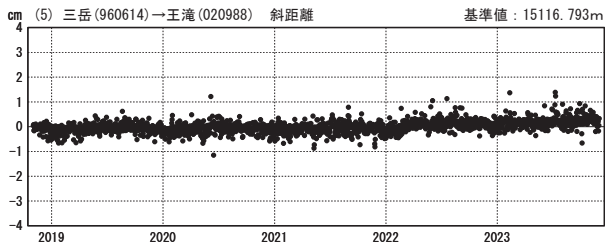
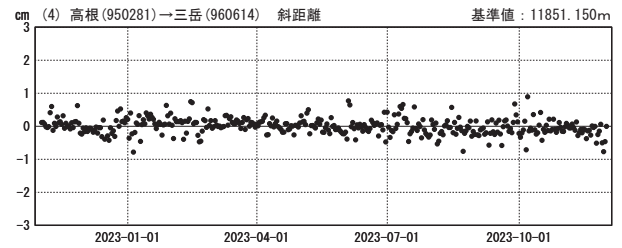
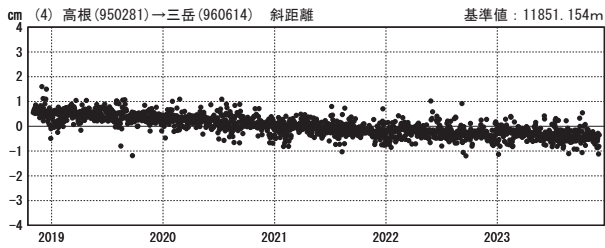
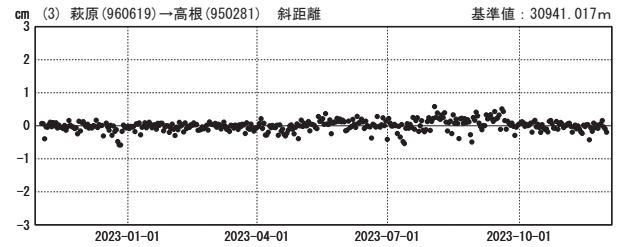
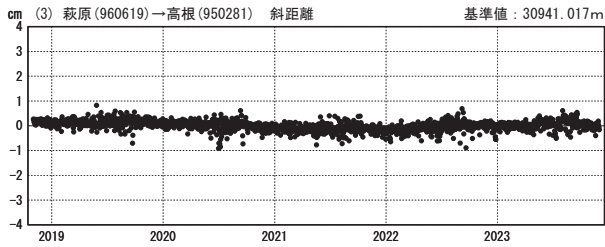
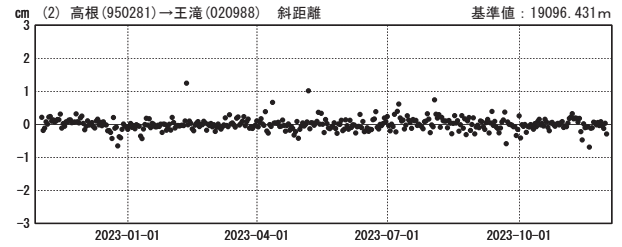
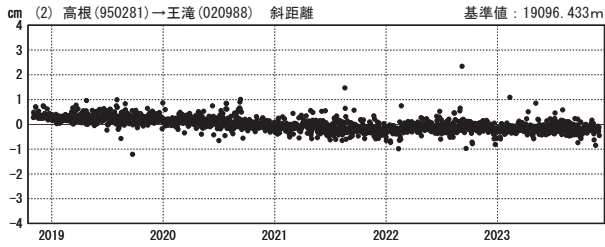
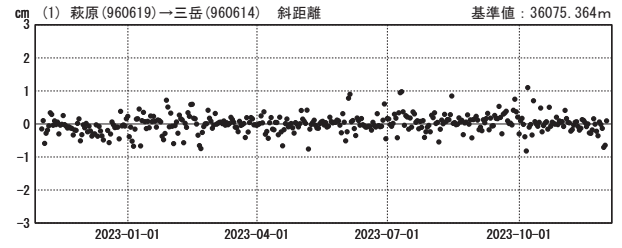
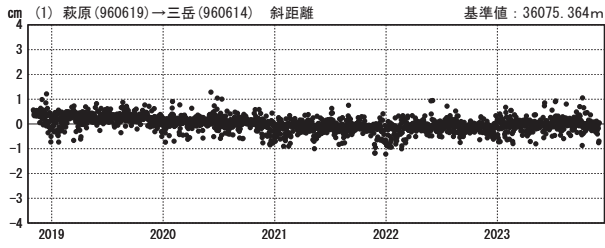


基線変化グラフ（長期）

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]

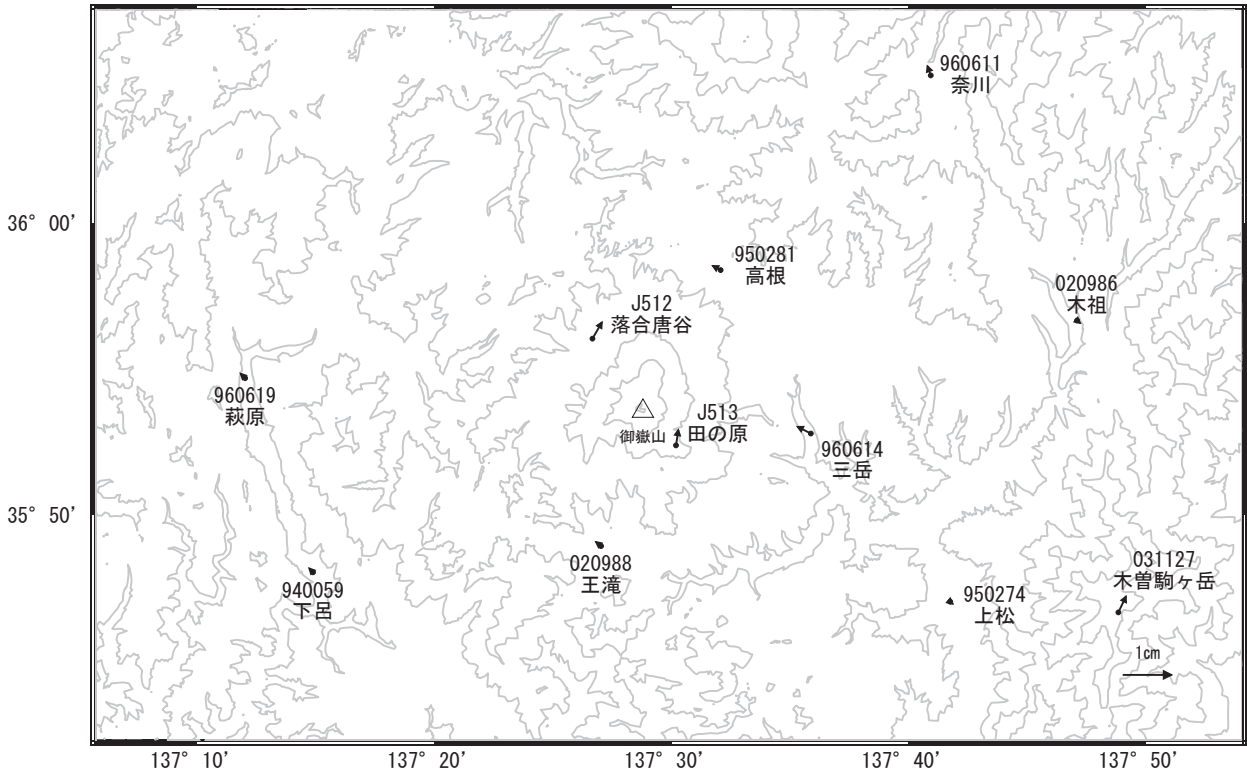
国土地理院

※[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

御嶽山

### 御嶽山周辺の地殻変動(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]

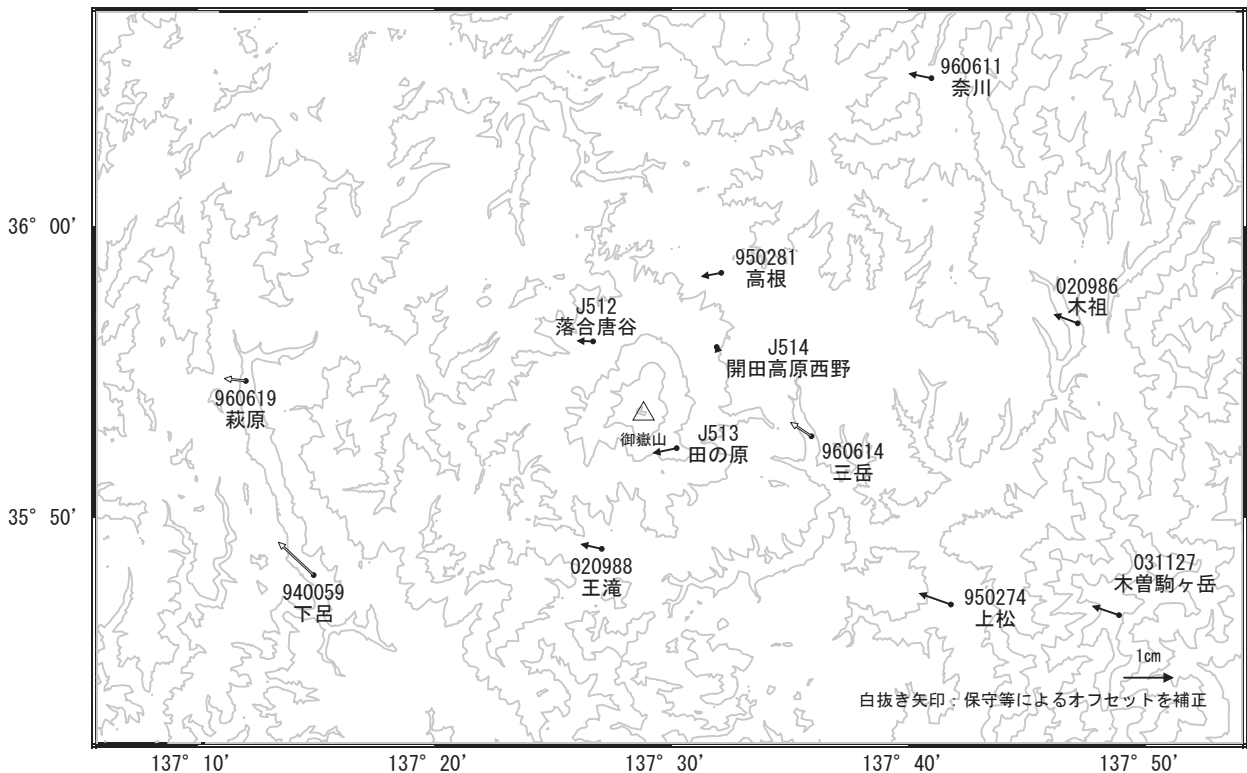


☆ 固定局:白鳥(950282)

国土地理院・気象庁

### 御嶽山周辺の地殻変動(水平:1年間)

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]

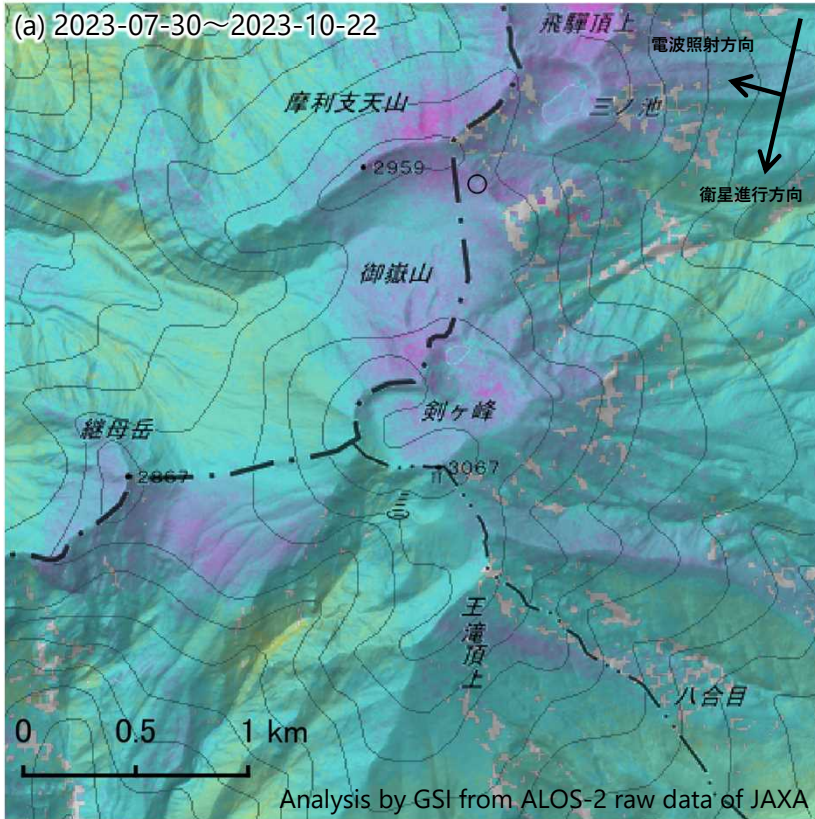


☆ 固定局:白鳥(950282)

国土地理院・気象庁

御嶽山のSAR干渉解析結果について

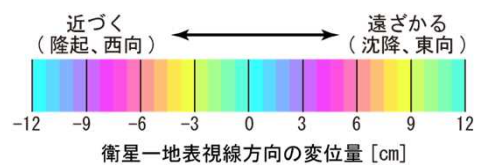
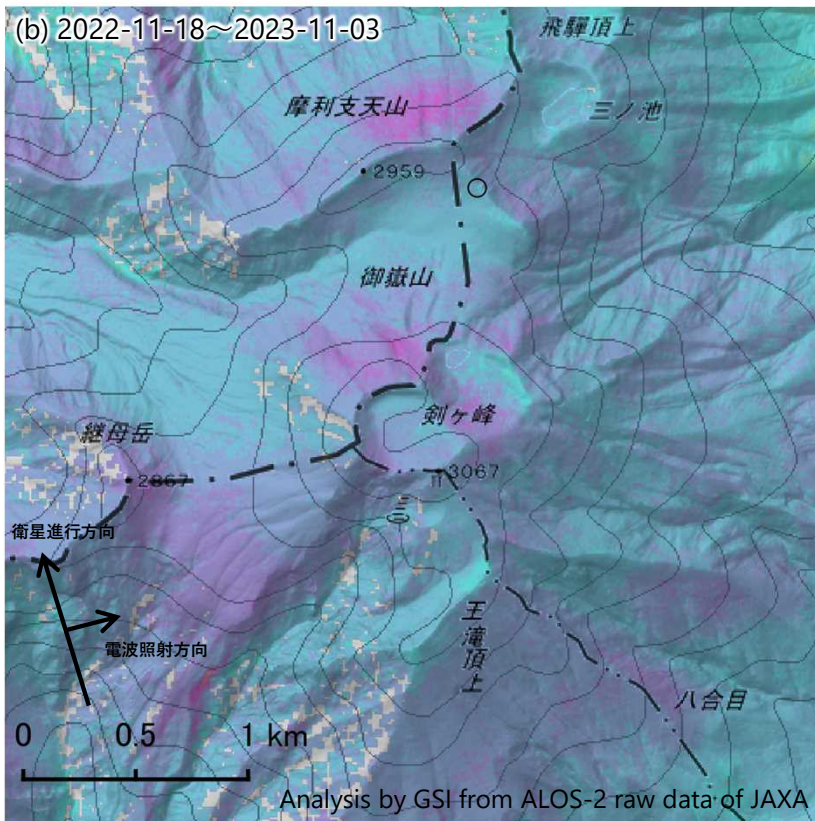
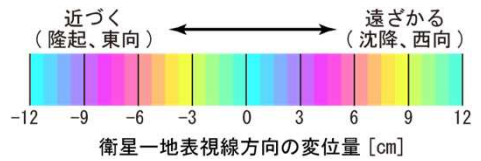
ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2023-07-30 2023-10-22 11:57頃 (84日間)	2022-11-18 2023-11-03 23:45頃 (350日間)
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右(西)	右(東)
観測モード*	U-U	U-U
入射角	32.1°	35.7°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 108m	+ 62m

\* U：高分解能(3m)モード

○ 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



# 白山

(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。

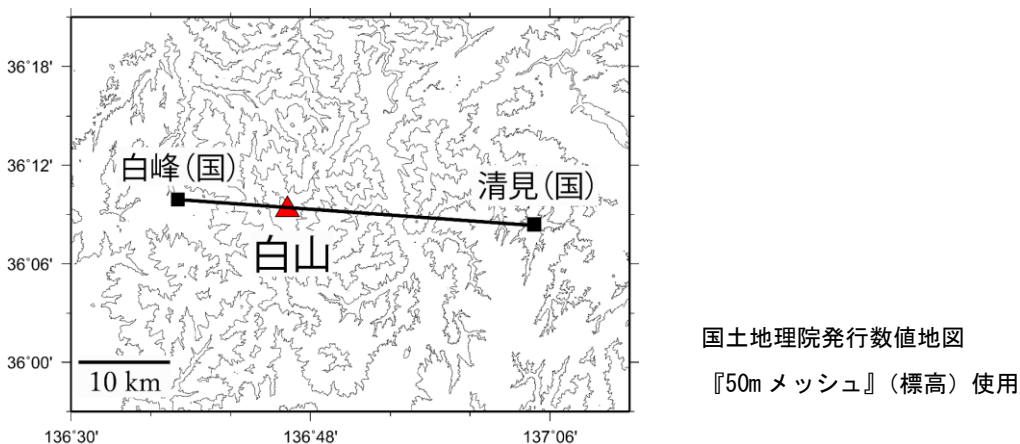
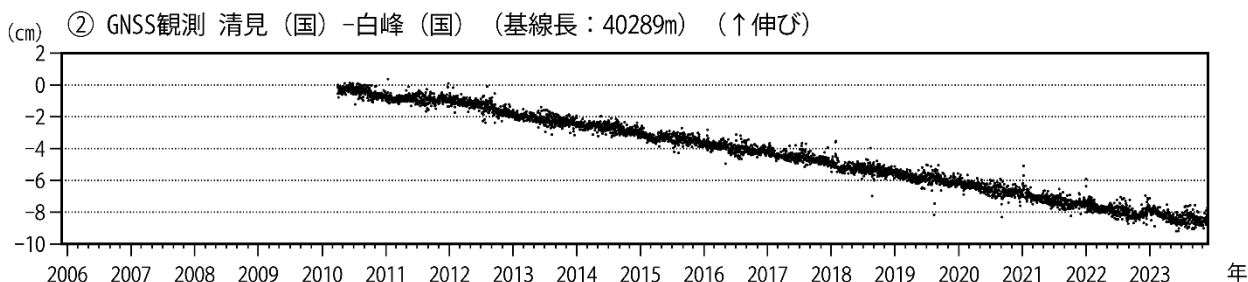
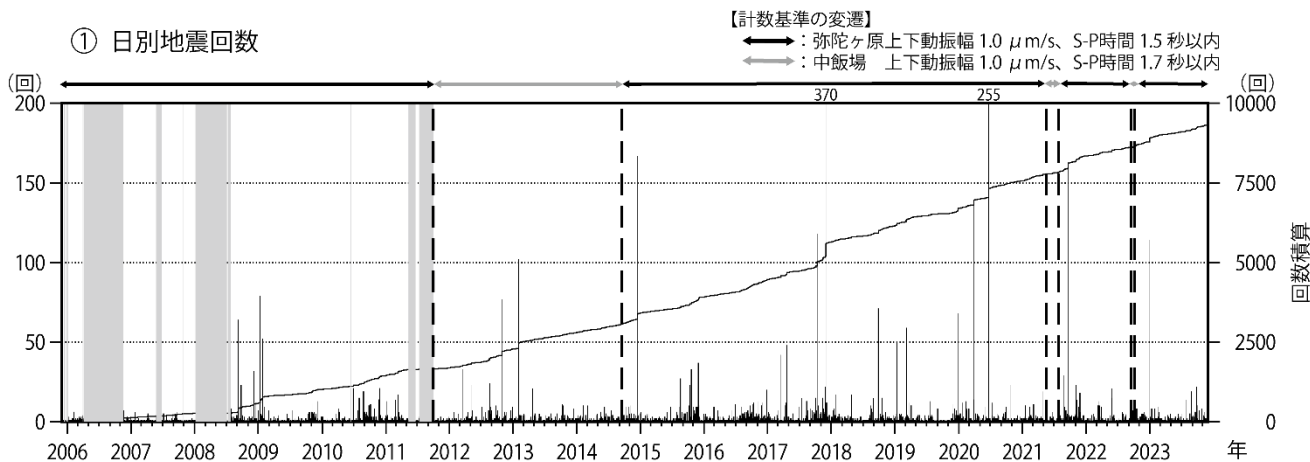


図 1 白山 日別地震回数及び GNSS 基線長変化 (2005 年 12 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)  
灰色部分は機器障害による欠測期間

- ・地震活動に特段の変化は認められない。
- ・火山性微動は観測されていない。
- ・地殻変動観測では、火山活動によるとみられる特段の変化は認められない。



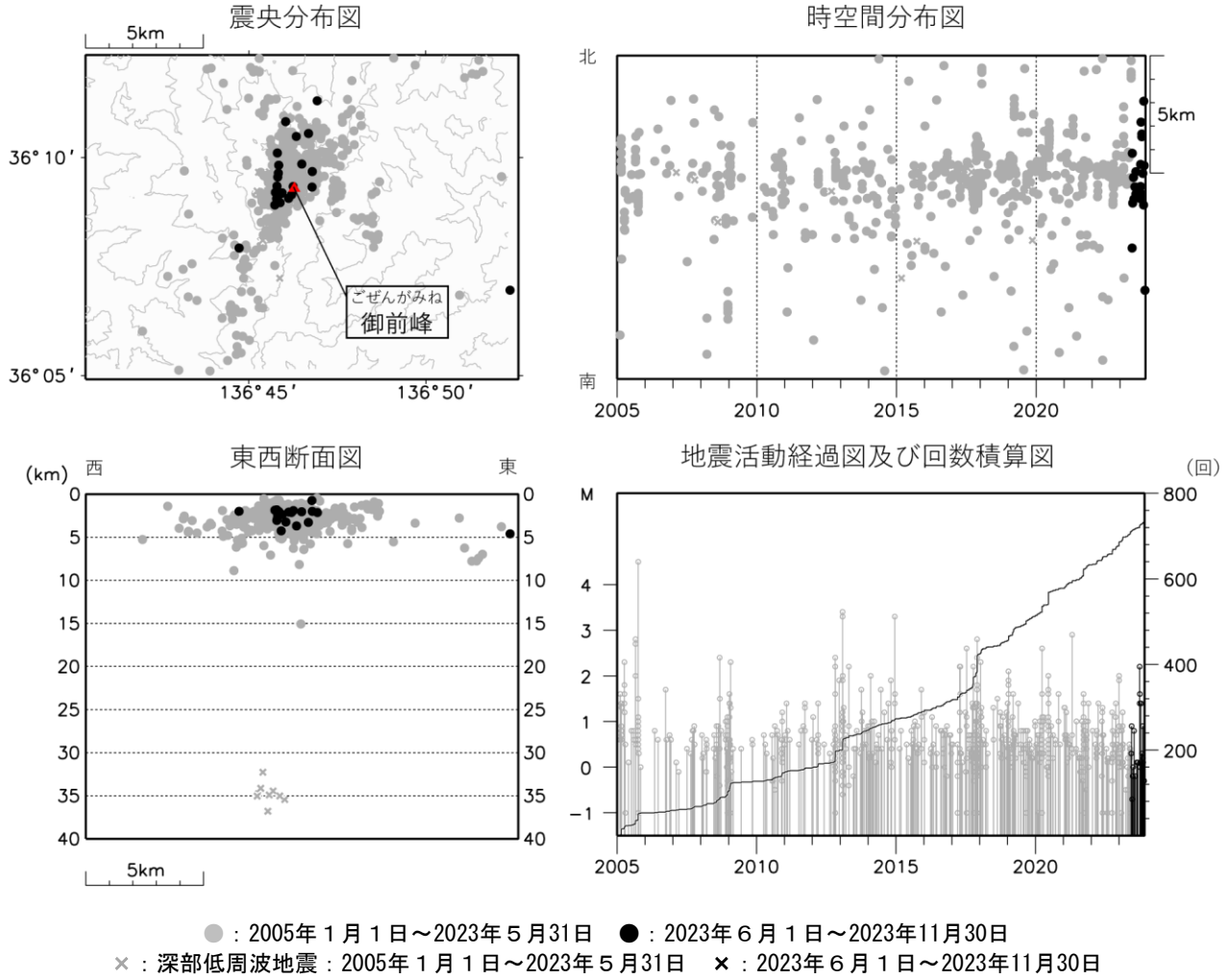


図 2 白山 一元化震源による白山付近の地震活動 (2005年 1 月 1 日～2023年11月30日)  
 この図では、関係機関の地震波形を一元的に処理し、地震観測点の標高を考慮する等した手法で得られた震源を用いている (ただし、2020 年 8 月以前の地震については火山活動評価のための参考震源である)。

・今期間、深部低周波地震は観測されていない。



図 3 白山 山頂部の状況 (2023 年 11 月 27 日 白峰監視カメラによる)

・白峰 (白山山頂の西約 12km) に設置してある監視カメラでは、山頂部に噴気は認められない。

# 富士山

(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。

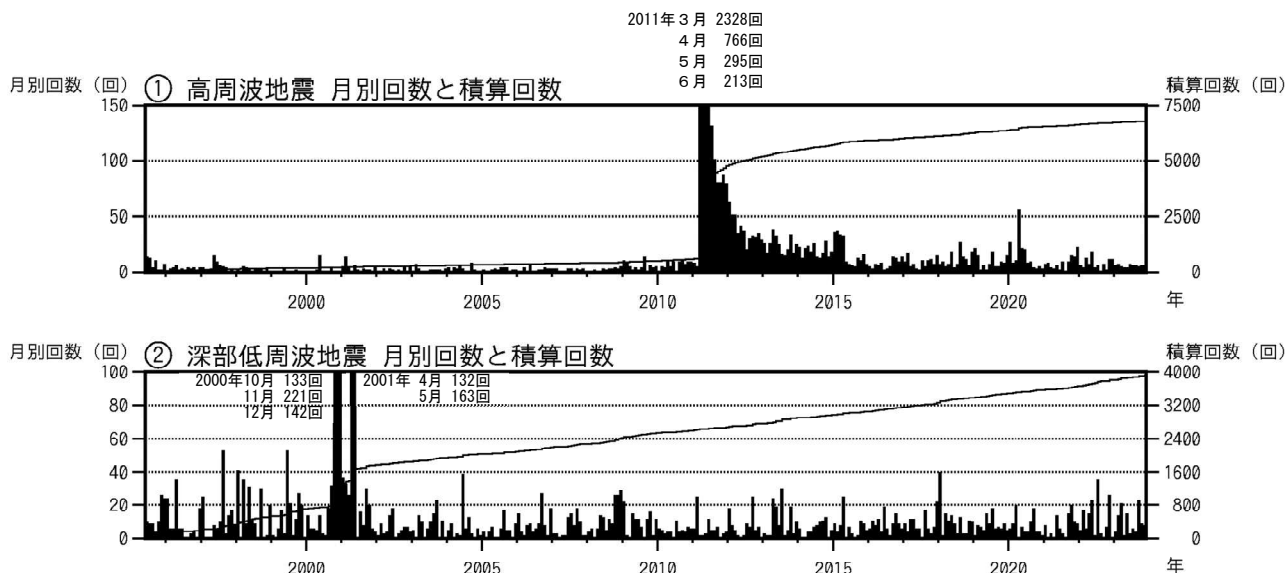


図 1 富士山 月別地震回数とその積算回数 (1995 年 6 月～2023 年 11 月 30 日)

※機器障害のため 2007 年 5 月 10 日～2007 年 6 月 1 日まで欠測

※①高周波地震の計数基準

2011 年 3 月 22 日までは、富士山頂観測点の振幅  $0.5 \mu\text{m/s}$  以上、S-P 時間 3.0 秒以内

2011 年 3 月 23 日～現在までは (防) 富士第 5 観測点の振幅  $0.3 \mu\text{m/s}$  以上、S-P 時間 3.0 秒以内

(防) : 国立研究開発法人防災科学技術研究所

欠測等の場合は代替点 (富士山頂、太郎坊) により計数。

②低周波地震の計数基準

広域地震観測網により震源決定された地震のうち、①と同じ基準を満たす地震。

- ・2011 年 3 月 15 日に静岡県東部 (富士山の南部付近) で発生したマグニチュード 6.4 の地震以降、地震活動が活発な状況となっていたが、2016 年以降、発生前の状況には戻っていないものの、低調に経過している。
- ・火山性微動及び浅部の低周波地震は観測されなかった。
- ・深部低周波地震は全期間では少ない状況で経過した。

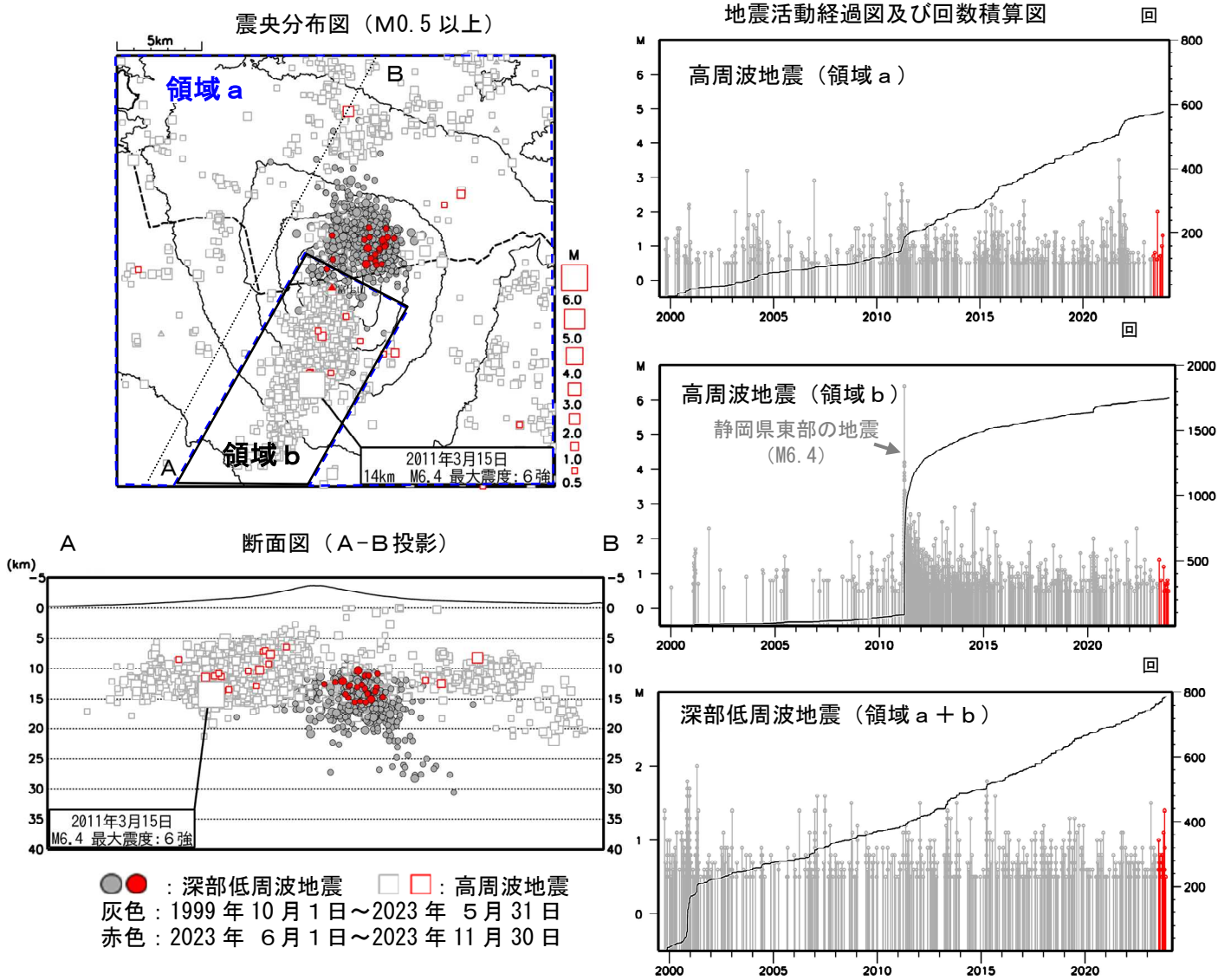
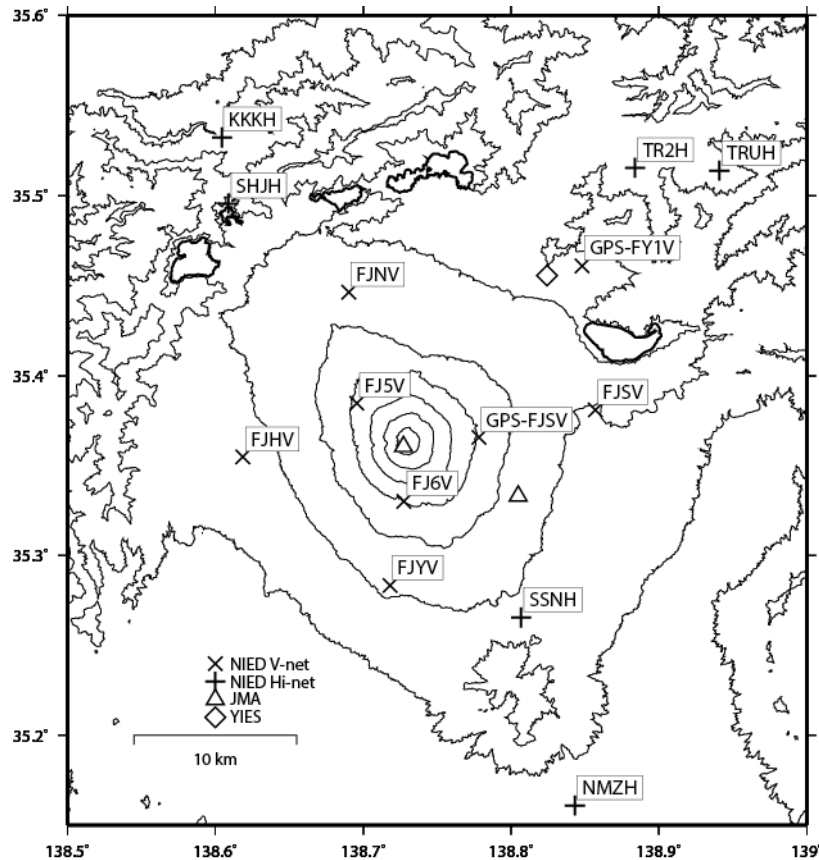


図 2 富士山 一元化震源による山体及び周辺の地震活動 (1999年10月1日~2023年11月30日)

- ・領域 a 内の高周波地震は 2011 年 3 月以降、それ以前と比較してやや多い状態で推移している。2021 年 9 月 29 日に山頂の東南東約 10 km でマグニチュード 3.5 の地震があり、静岡県小山町で震度 3 を観測した。
- ・領域 b 内では、2011 年 3 月 15 日に静岡県東部（富士山の南部付近）で発生したマグニチュード 6.4 の地震以降、地震活動が活発な状況となっていたが、2016 年以降は、2011 年以前の状況には戻っていないものの、低調に経過している。
- ・深部低周波地震の活動に特段の変化は認められない。震源はこれまでと大きな変化はなく、北東山腹の深さ 10~15 km 付近に分布した。

## 富士山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。

- FJNV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計
- FJ5V=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
- FJYV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
- FJHV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
- FJ5V=地震計（短周期）、傾斜計、GNSS
- FJ6V=地震計（短周期）、傾斜計、GNSS
- FY1V=地震計（短周期）、GNSS

## 資料概要

## ○ 地震活動

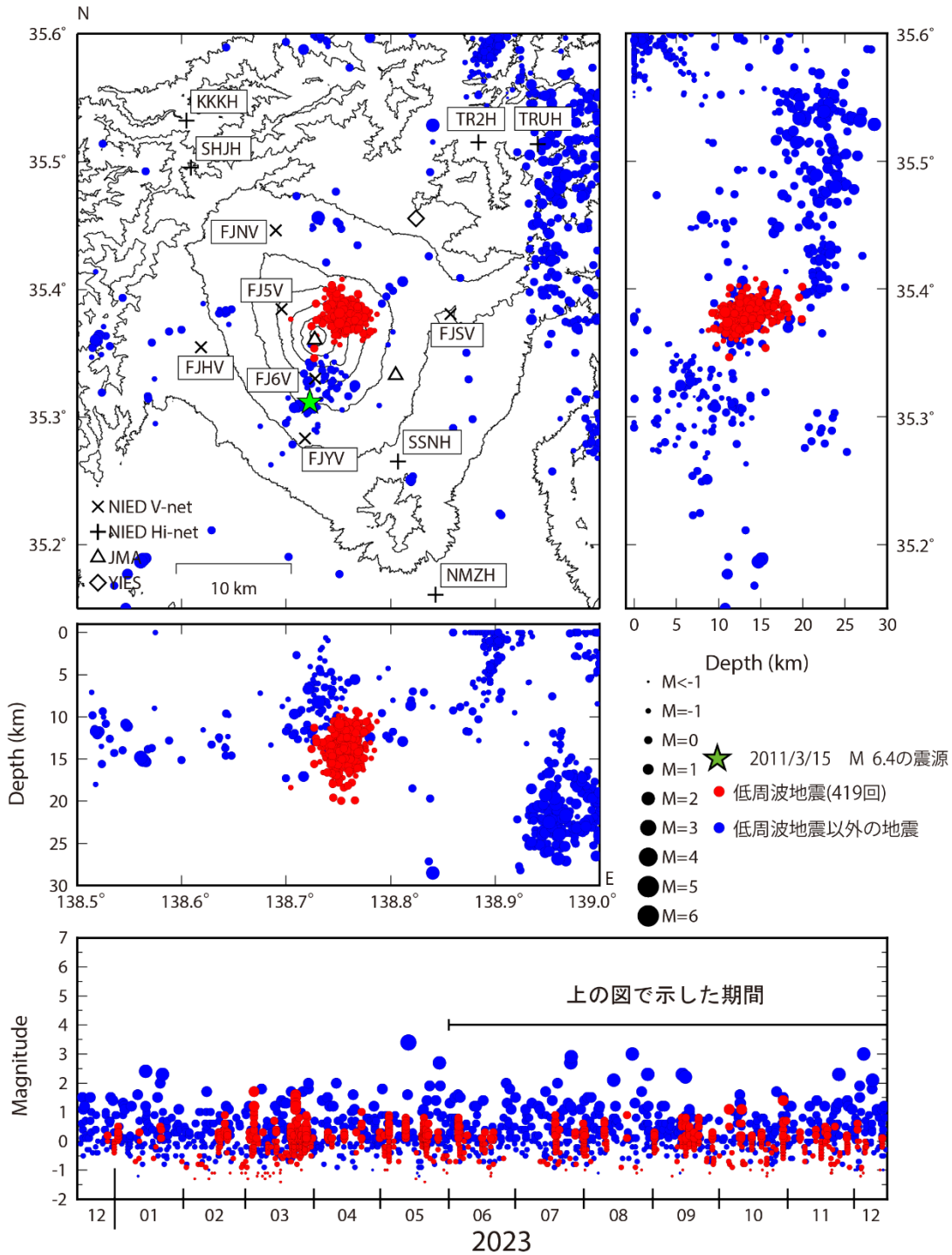
前回までの報告と同様に、2011年3月15日静岡県東部地震の余震は減少しながらも継続している（図1）。深部低周波地震の積算回数が2013年からやや増加傾向が続いている（図3）。

## ○ 地殻変動

地殻変動観測には、火山活動に起因すると考えられる明瞭な変動は認められない。



富士山の地震活動 (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 50mメッシュ（標高）を使用した。

図 1 富士山の地震活動 (2023/6/1~2023/12/15)

富士山の深部低周波地震活動ダイヤモンド・ダイアグラム

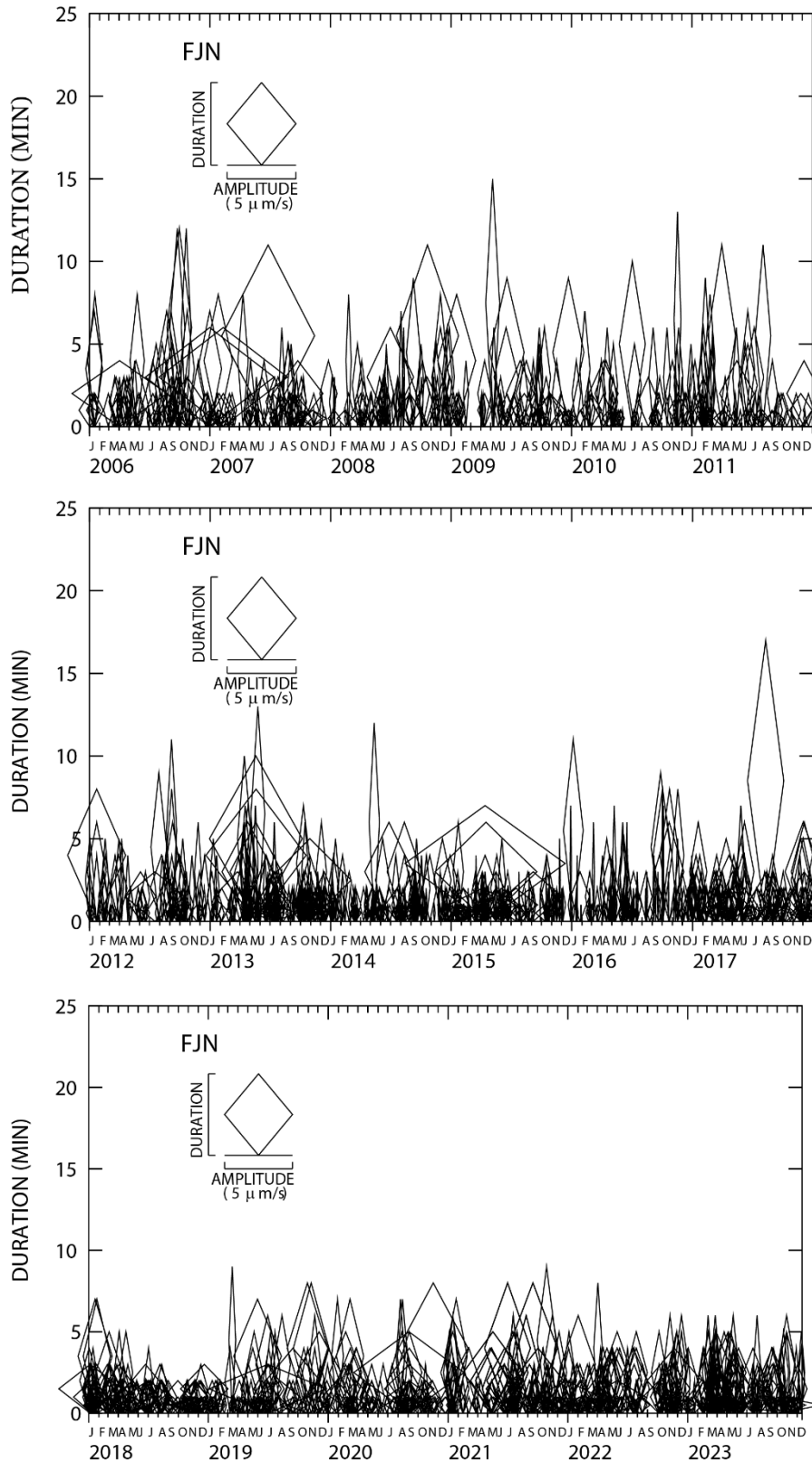
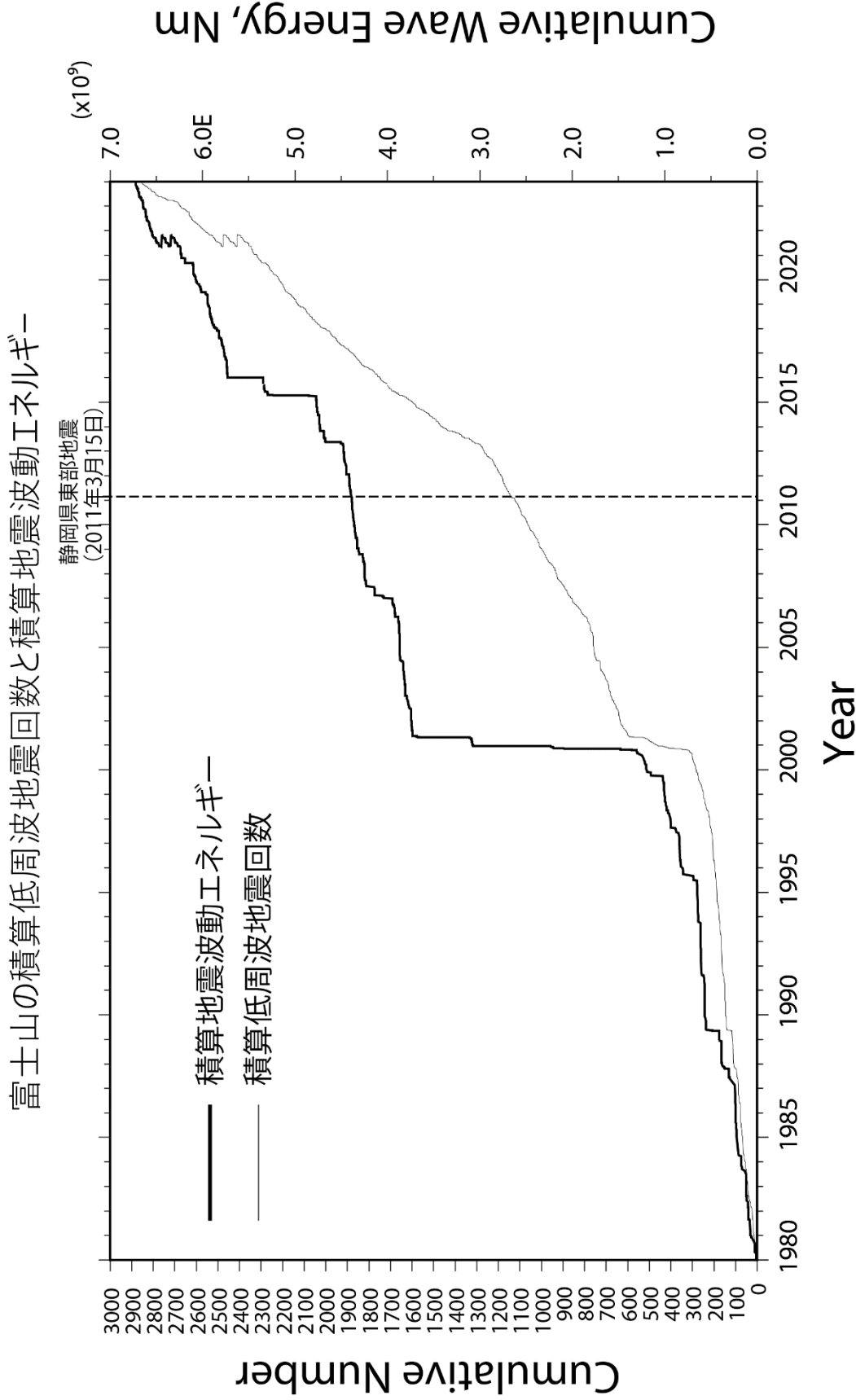


図 2 富士山深部低周波地震活動ダイヤモンド・ダイアグラム (2006/01/01-2023/12/15)

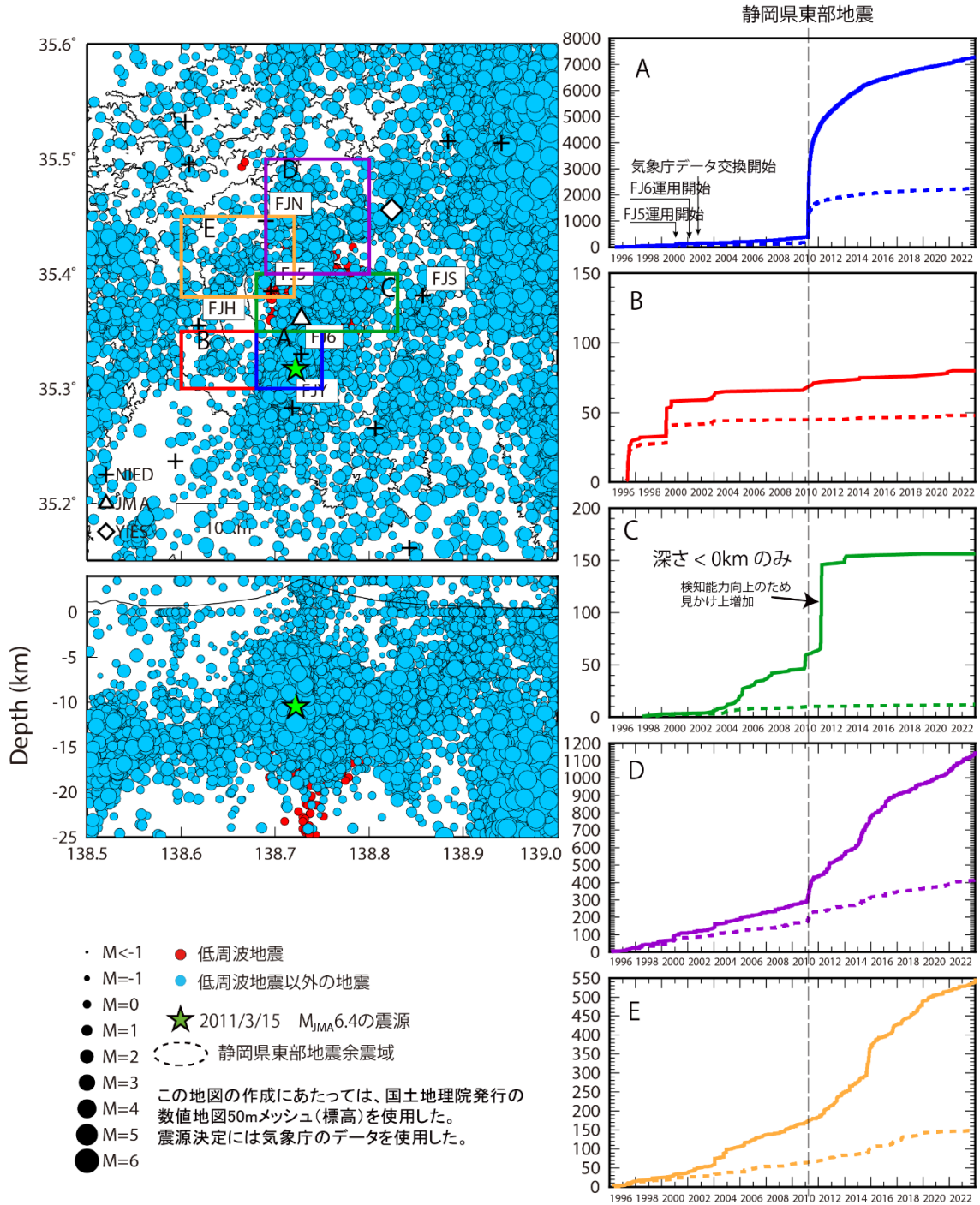


(FJN観測点の振幅から推定。但し、FJN欠測時は、FJ5、FJ6を使用。) (2023/12/31まで)

図 3 富士山積算低周波地震回数と積算地震波動エネルギー

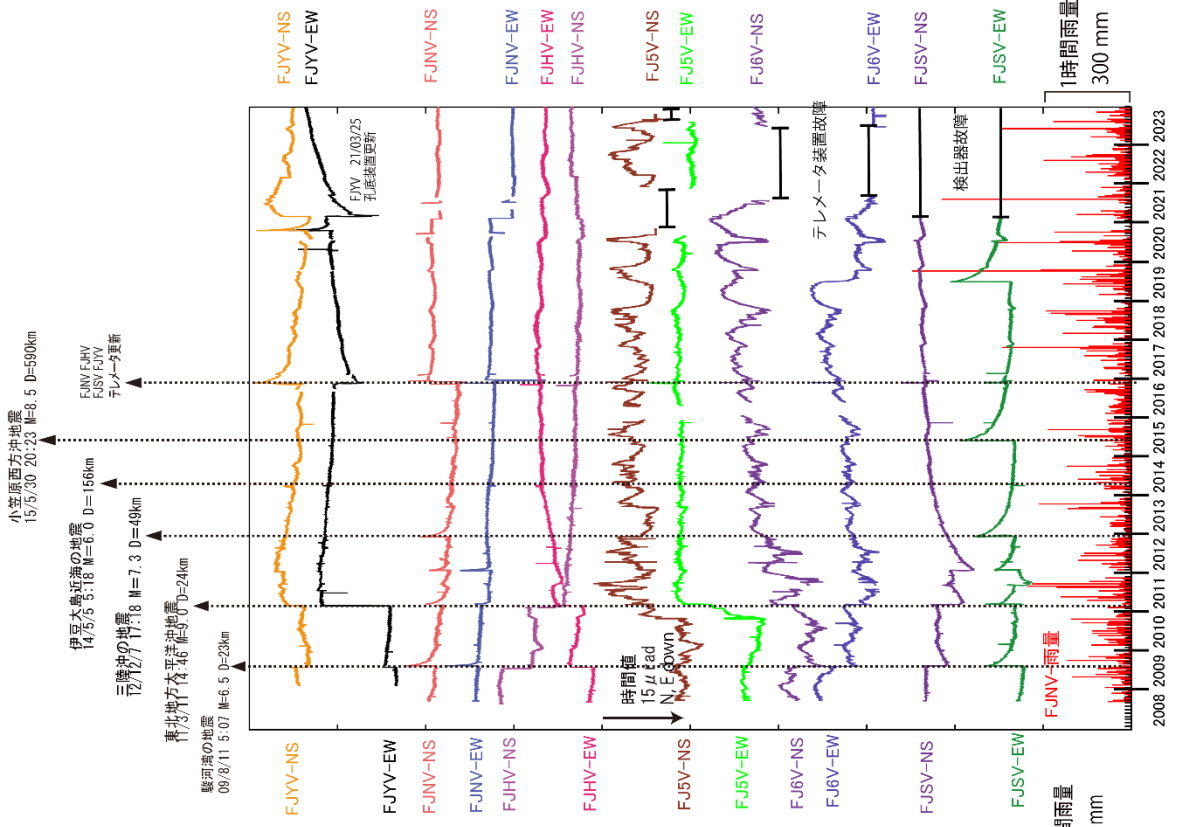
富士山周辺の積算地震回数

(1996/01/01~2023/12/31, 深さ<25kmの低周波地震以外の地震, 破線はM>0.5)





富士山の傾斜変動 (2008/1/1 ~ 2023/12/31)



富士山の傾斜変動 (2023/6/1 ~ 2023/12/31)

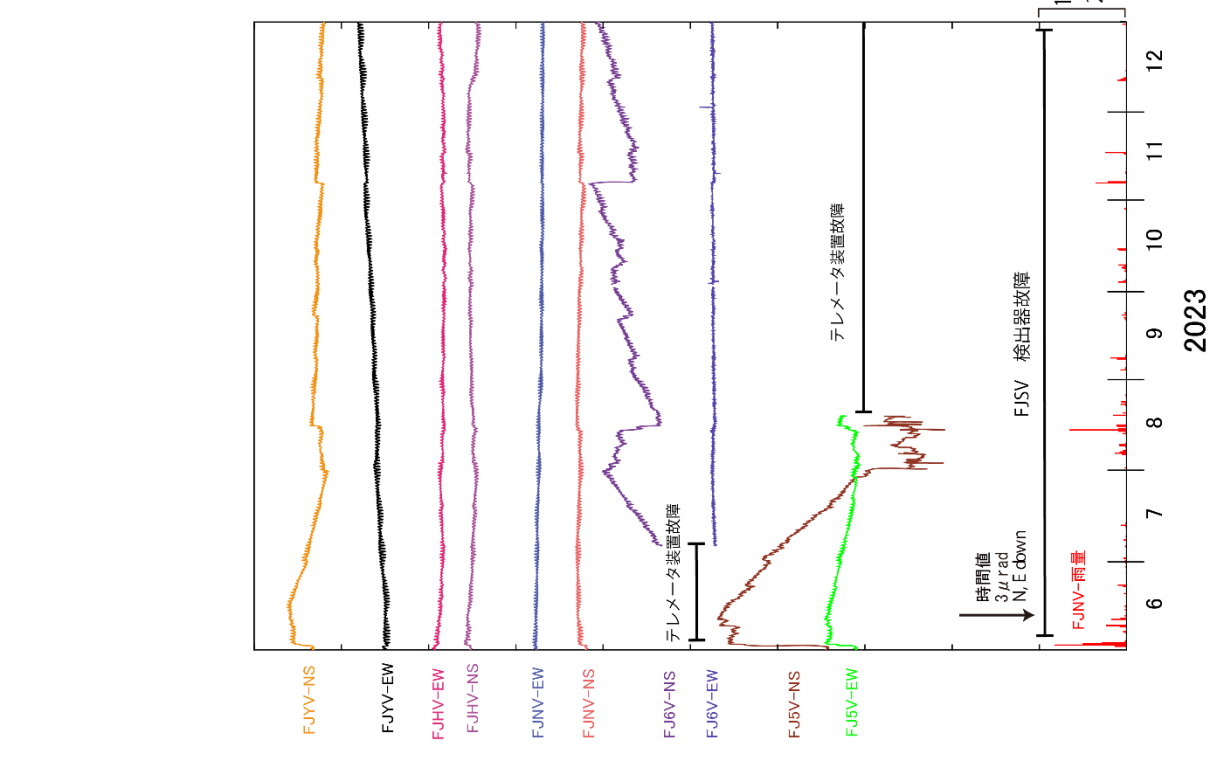


図 5 富士山の傾斜変動

### 富士山の GNSS 観測結果

基線長変化 (日平均値, 2014/1/1~2024/1/18)

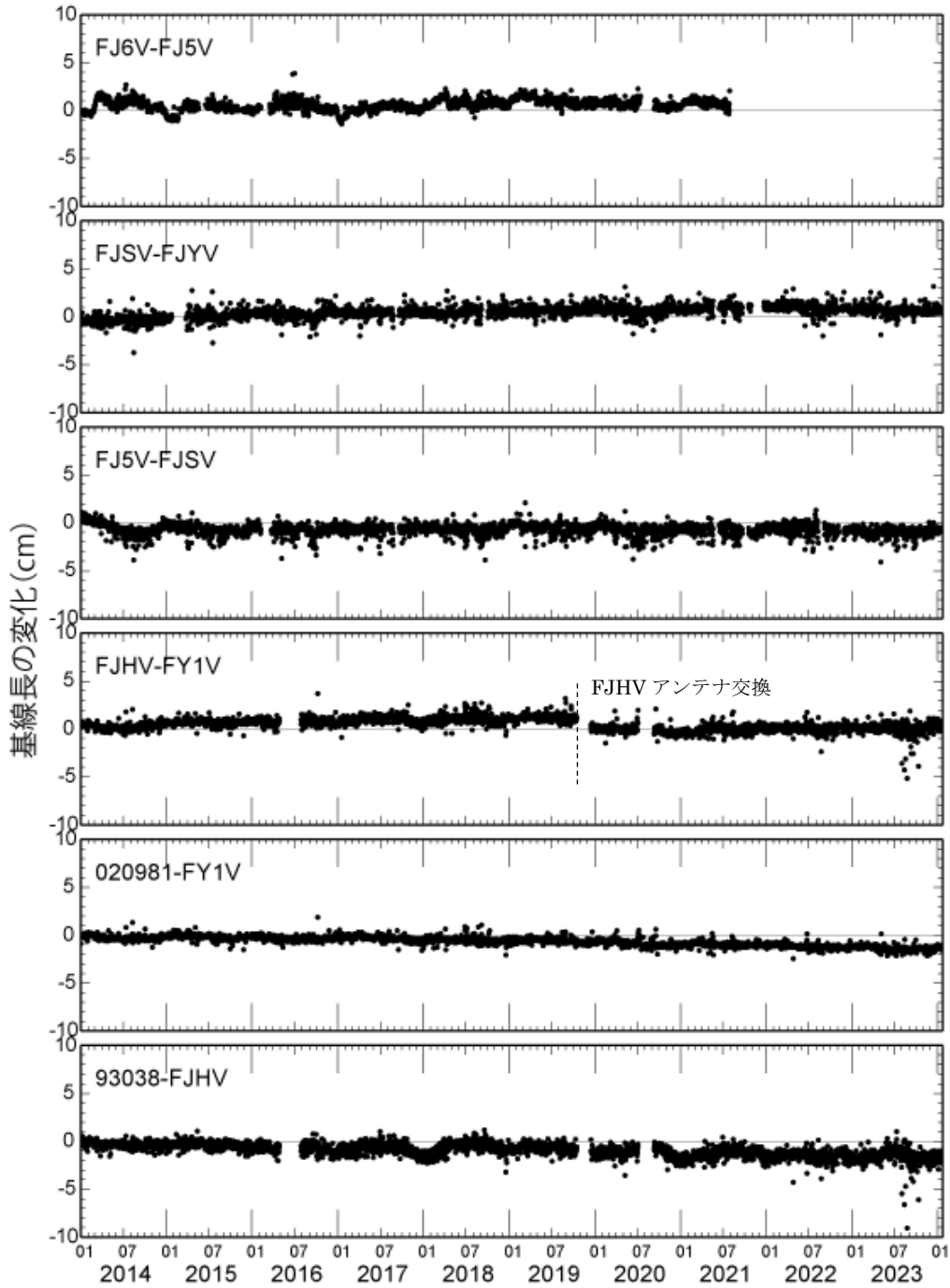
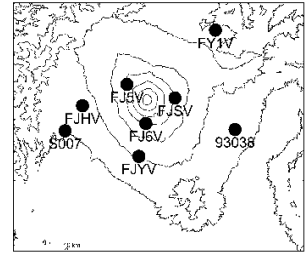


図 8 富士山の GNSS 観測結果

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。

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		
0616	富士第5 (FJ5V)		2002/10/24	観測開始		
			2002/11/1	アンテナ大幅移動		
			2007/2/22	データ異常のため解析結果にばらつき		
			2007/5/31	センサーリセット		
		K-3	2013/9/4~	通信障害の為、欠測		
		K-4	2013/11/13	2周波観測開始		
0615	富士広見 (FJHV)		2021/10/02-10/13	通信機器不具合により欠測		
			2002/10/24	観測開始		
			2002/11/1	アンテナ大幅移動		
		K-2	2010/11/18~2011/3/5	欠測		
			2011/3/5	アンテナ交換 (アンテナID0615→0811へ変更)		
			2011/4/2	修理済みのアンテナへ交換		
		K-3	2013/9/5~	通信障害の為、欠測		
			2013/8/2	2周波機器設置		
		K-4	2013/11/13	2周波観測開始		
			2016/3/27~2016/4/6	欠測		
0770	富士第6 (FJ6V)		2016/4/20~2016/7/7	欠測		
			2019/10/15~2019/11月	観測小屋修繕にともなうアンテナ一時撤去		
			2002/10/16	観測開始		
		K-1	2007/6/16~2007/8/30	欠測		
			2007/6/27	バッテリーコントローラ故障		
			2007/8/21	バッテリーコントローラ再設置		
		K-4	2013/11/13	2周波観測開始		
			2021/09/18~	データ送信機不具合のため欠測		
		0777	富士富士宮 (FJMH)		2002/10/21	観測開始
					2008/8/9~2008/8/31	欠測
	2008/9/1			アンテナ交換		
	2009/3/4			センサーリセット		
	2017/2/4~2017/2/28			機器故障により欠測		
K-5	2017/5/1~			機器不調		
	富士忍野 (FY1V)		2013/7/31	2周波機器設置		
			2013/11/13	2周波観測開始		
			2018/10/1	台風被害にともなう観測点水没のため欠測		
	富士吉原 (FJYV)		2013/11/13	2周波機器設置及び観測開始		
			2015/1/25~2015/3/26	通信断		
			2019/10/15~2019/11/06	通信断(観測小屋修繕に伴うアンテナ一時撤去)		
	富士須走 (FJSV)		2013/11/13	2周波機器設置及び観測開始		
			2019/4/25-6/4	受信器故障による欠測		
			2021/9/23-10/12	受信器故障による欠測		

表2 富士山 2周波GNSS観測点位置

観測点番号	観測点名	緯度、経度	備考
0616	富士第5 (FJ5V)	35.3848N 138.6955E	
0615	富士広見 (FJHV)	35.3549N 138.6185E	
0770	富士第6 (FJ6V)	35.3302N 138.7276E	
	富士忍野 (FY1V)	35.4610N 138.8479E	同名の地震観測点(35.4557N 138.8242E) と位置は異なる
	富士吉原 (FJYV)	35.2833N 138.7181E	
	富士須走 (FJSV)	35.3658N 138.7782E	同名の地震観測点(35.3809N 138.8571E) と位置は異なる

# 箱根山

(2023年6月~2023年12月)

10月31日に神山付近で一時的に地震が増加したが、それ以外の期間では、地震活動は低調に経過した。GNSS連続観測では、大涌谷を挟む基線で7月頃から伸びの変化がみられ、9月頃に鈍化したが、11月頃から再び一部の基線で伸びの変化がみられている。

大涌谷周辺の想定火口域では活発な噴気活動が続いているため、火山灰等の突発的な噴出現象に注意する必要がある。

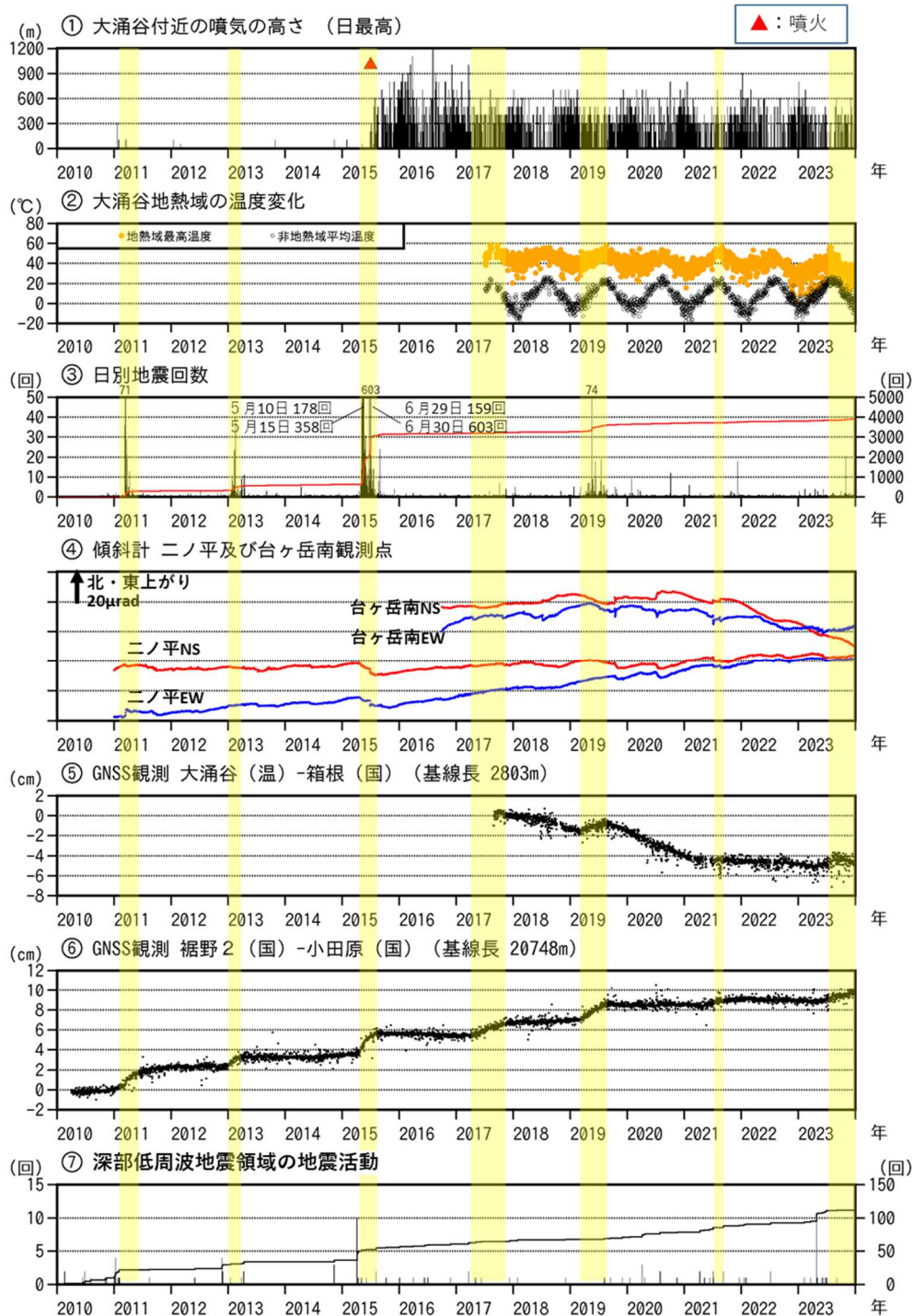




図 1 箱根山 活動経過図 (前ページ)

- ・ ①大涌谷の火口や噴気孔及び温泉供給施設から引き続き噴気が勢いよく噴出しているが、今期間、噴気の高さには変化がみられていない。
- ・ ②地熱域の温度には大きな変化はなかった。
- ・ ③10月31日01時台から03時台にかけて神山付近で地震が一時的に増加したが、その他の期間では、地震回数は少ない状態で経過し、浅部の低周波地震や火山性微動は発生していない。
- ・ ④傾斜計では、今期間火山活動によるとみられる地殻変動は観測されていない。
- ・ ⑤⑥箱根山を挟む基線で7月頃から伸びがみられ、9月頃鈍化したが、11月頃から再び一部の基線で伸びが認められる。箱根山では概ね2年周期でGNSS基線長⑥に伸びの変化がみられている。
- ・ ⑦深部低周波地震領域 (図3破線丸) での地震回数は少ない状態で経過した。

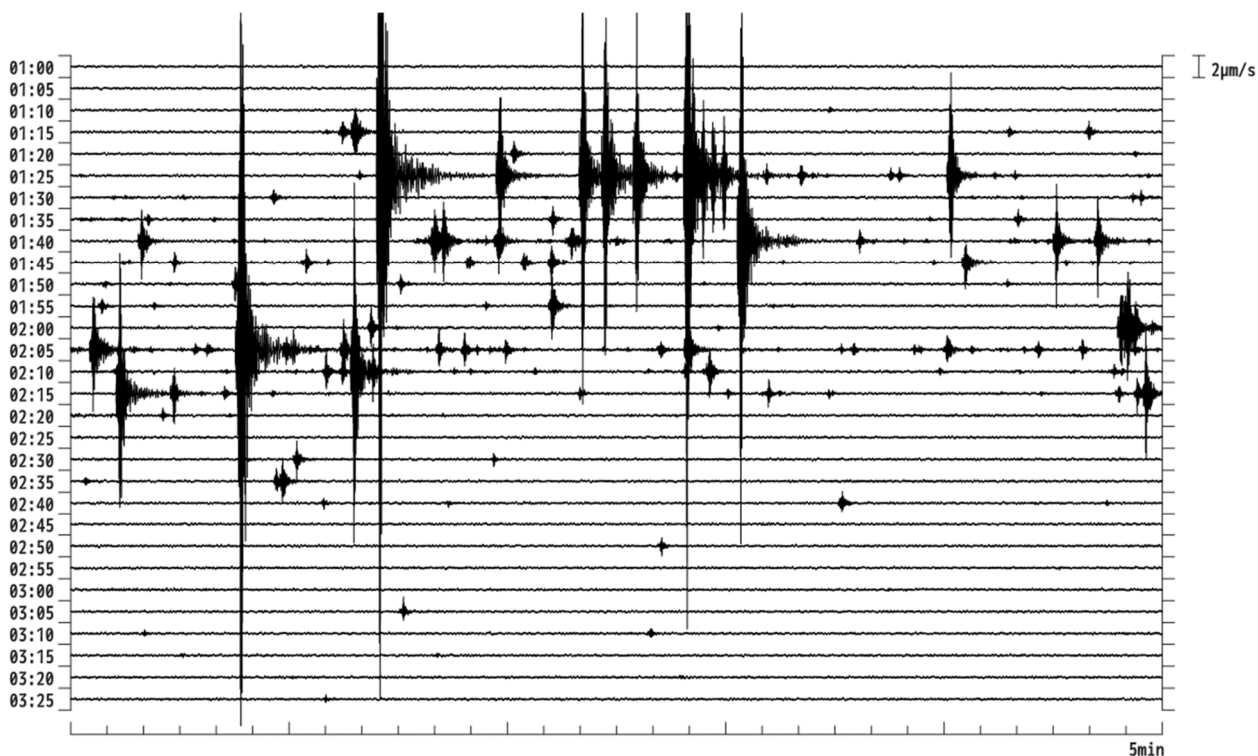


図 2 箱根山 10月31日01時00分～03時30分の地震波形図  
(駒ヶ岳(温) 短周期 上下成分)

- ・ 10月31日1時頃から3時頃にかけて神山付近で地震が一時的に増加した。
- ・ その他の観測データには、この地震活動に伴う特段の変化は認められなかった。

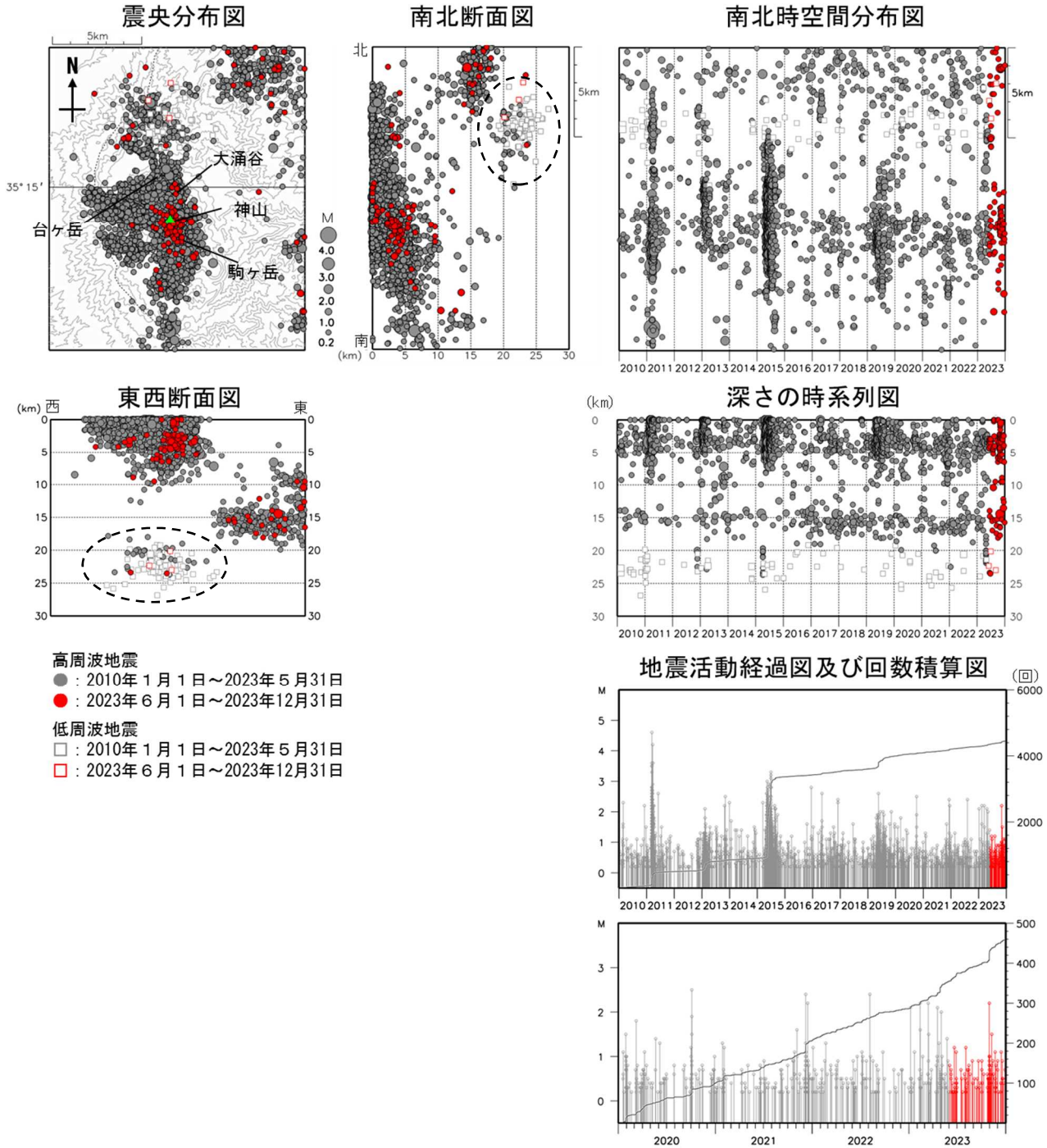


図3 箱根山 一元化震源による山体周辺の地震活動（30km以浅）

断面図中の破線丸は図1の深部低周波地震領域に概ね対応する。

- ・ 5月2日から3日にかけて駒ヶ岳付近での微小地震が一時的に増加した後、それ以前と比較して地震の発生頻度がわずかに高い状態となっている。
- ・ 10月31日に神山付近での地震が一時的に増加した。
- ・ 深部低周波地震領域での地震は少ない状態で経過した。

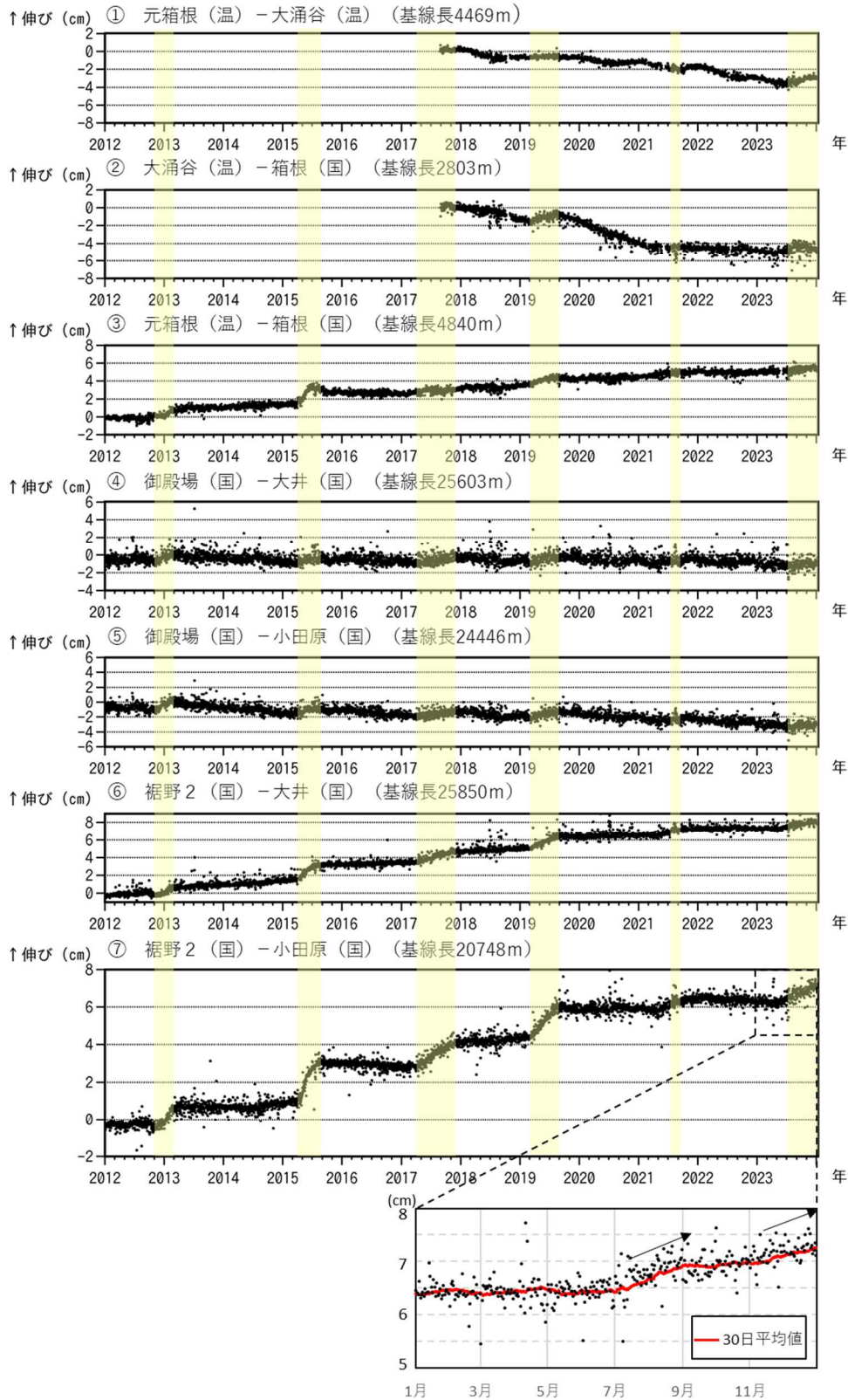


図 4 箱根山 GNSS 連続観測解析結果

①～⑦は図 5 下段の①～⑦に対応。

- ・ 7月頃から箱根山を挟む基線で伸びがみられ、9月頃に鈍化した。11月頃から再び一部の基線で伸びがみられる。



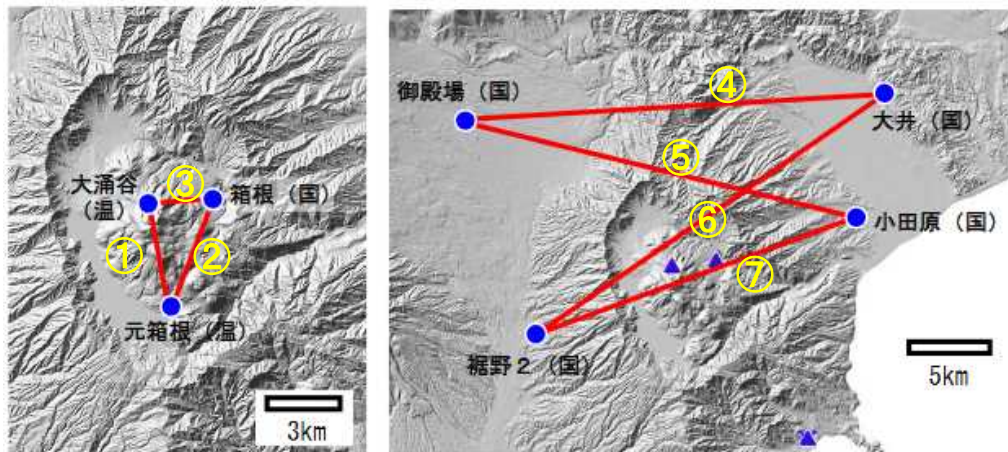
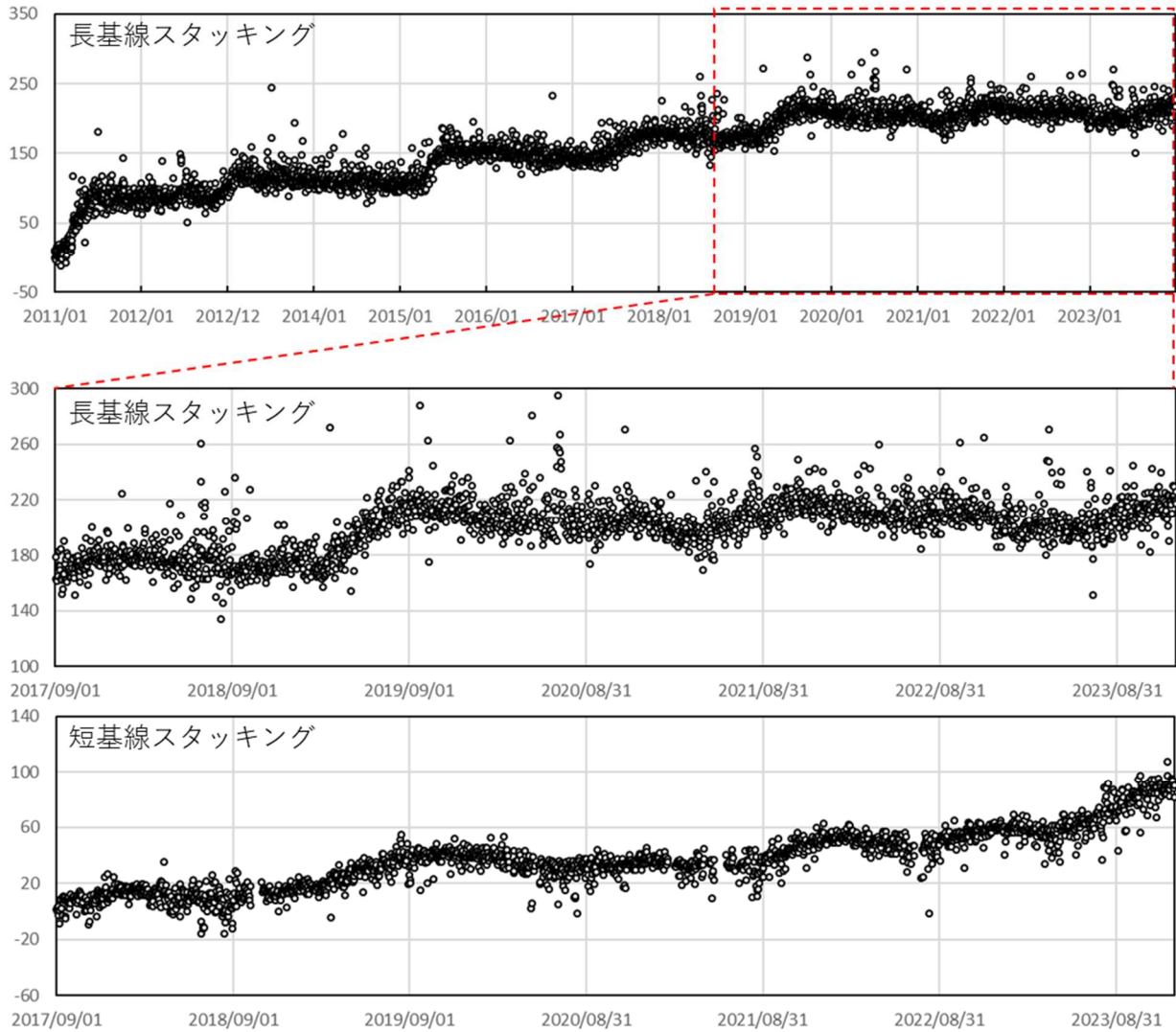


図5 箱根山 GNSS スタッキング解析結果

長基線スタッキングは下段の基線④⑤⑥⑦から、短基線スタッキングは下段の基線①②③からそれぞれ算出した。

- ・短基線スタッキング解析結果では、7月頃から伸びがみられたが11月頃から鈍化している。



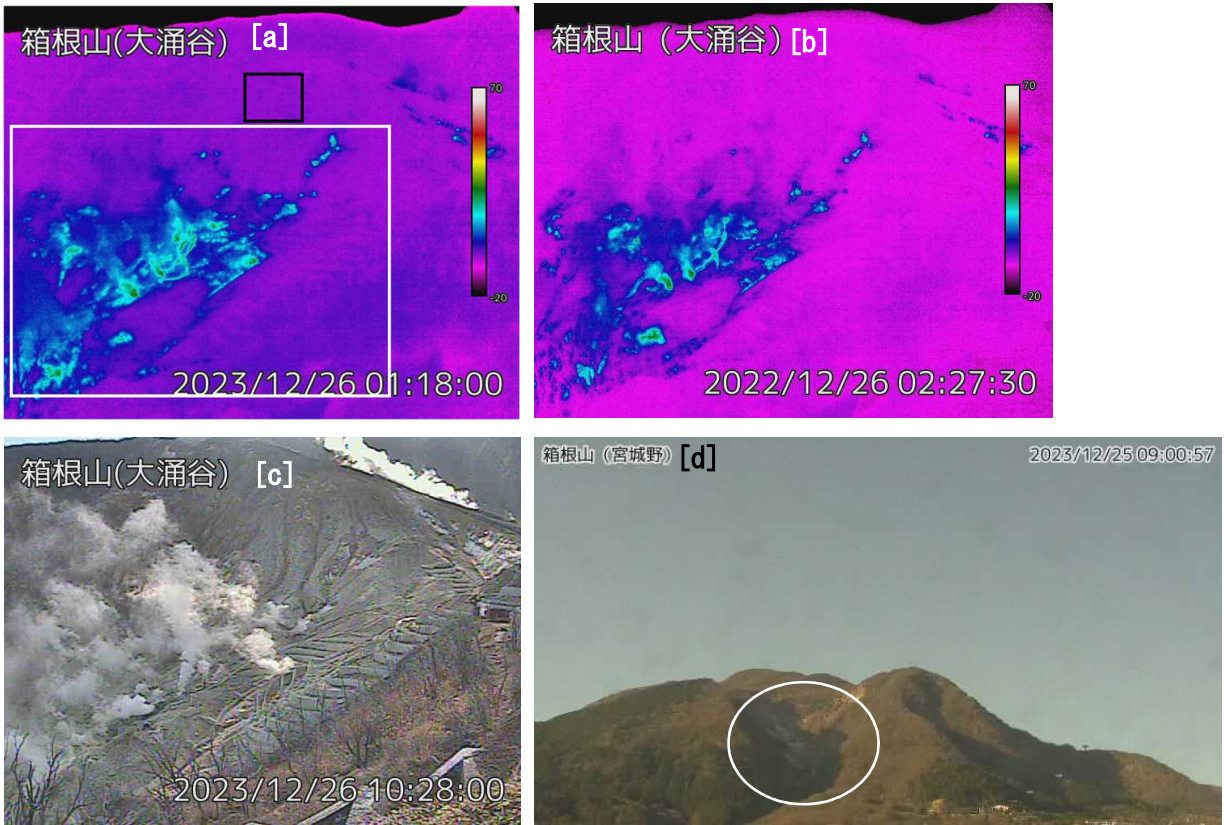


図 6 箱根山 大涌谷及び早雲地獄の噴気及び地熱域の状況

[a] 白四角及び黒四角はそれぞれ図 1 ②の地熱域最高温度領域、非地熱域平均温度領域に対応

[d] 円内は早雲地獄からの噴気の様相

- ・地熱域の広がりには特段の変化は認められなかった。
- ・大涌谷では活発な噴気活動が続いている。

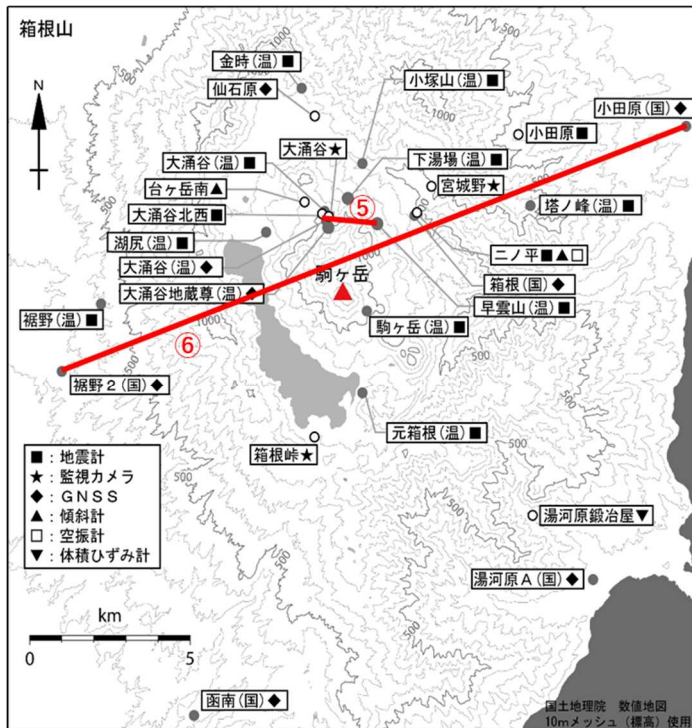


図 7 箱根山 観測点配置図

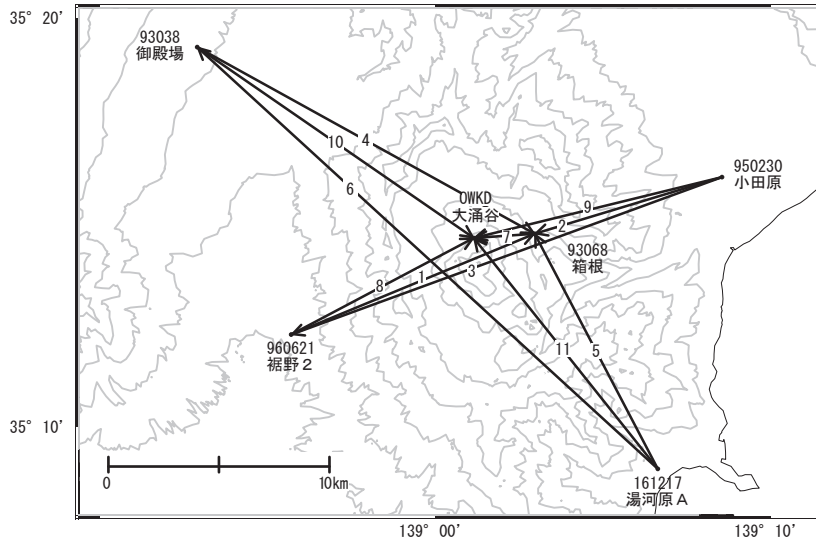
⑤⑥は図 1 の⑤⑥に対応

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、(温) : 神奈川県温泉地学研究所

# 箱根山

「小田原」－「裾野2」等の基線で2023年7月頃から見られていたわずかな伸びは、2023年9月頃から停滞し、2023年11月頃から再びわずかな伸びが見られます。

箱根山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

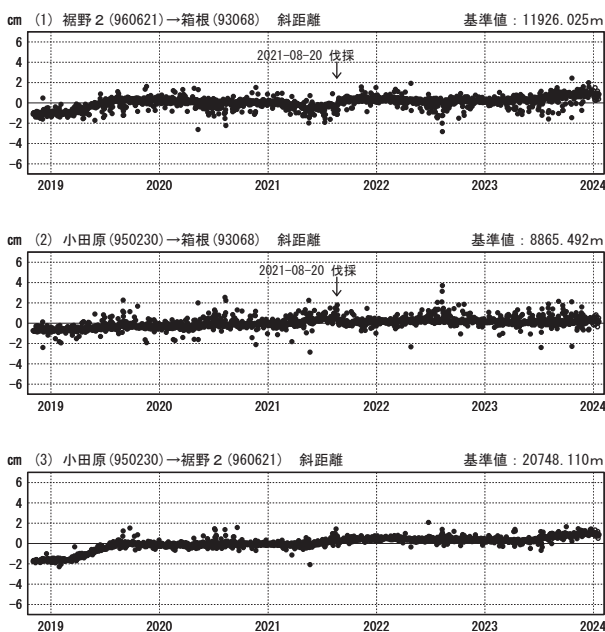


箱根山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
93038	御殿場	2018-11-15	受信機交換
93068	箱根	2021-08-20	伐採
		2023-02-09	アンテナ更新・受信機更新
161217	湯河原A	2021-11-14	受信機更新
960621	裾野2	2023-02-27	アンテナ更新・受信機更新

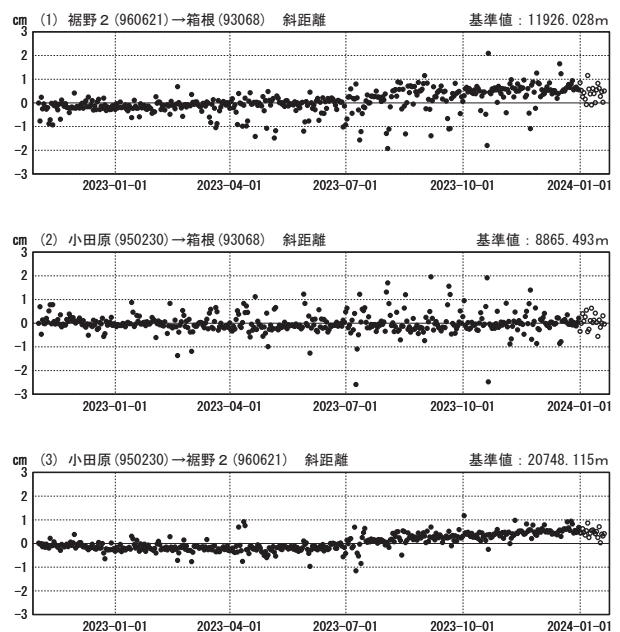
基線変化グラフ(長期)

期間: 2018-11-01~2024-01-19 JST



基線変化グラフ(短期)

期間: 2022-11-01~2024-01-19 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

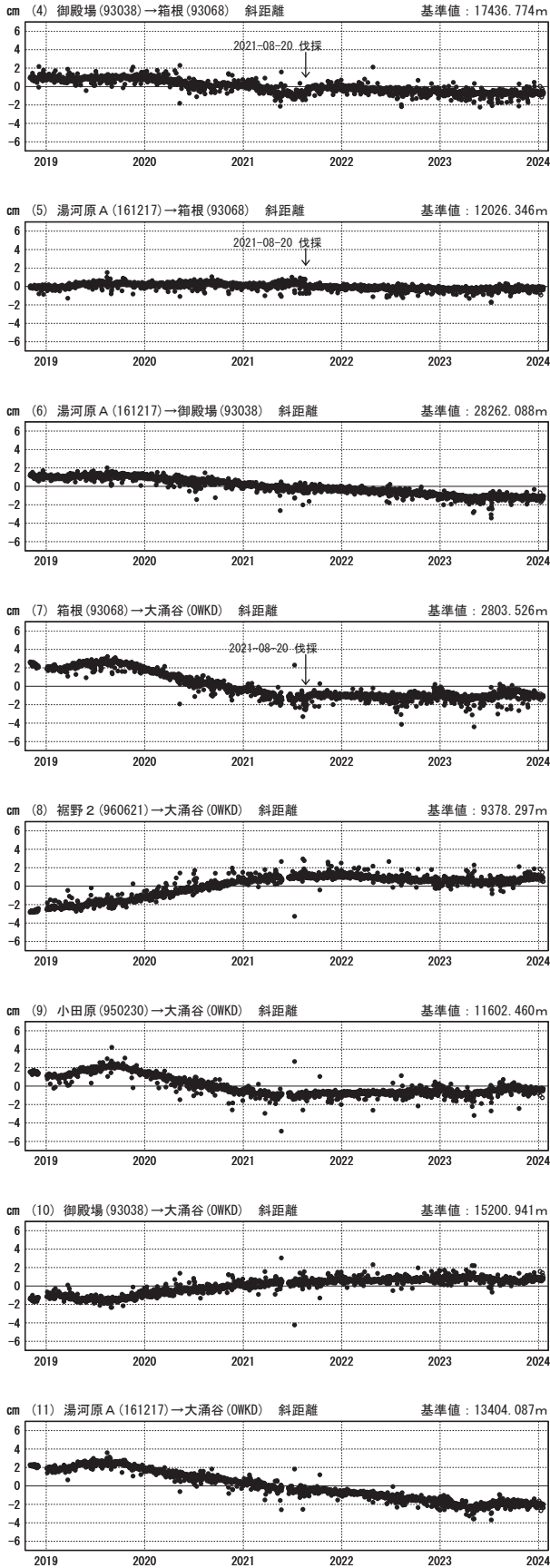
国土地理院・温泉地学研究所

※[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

箱根山

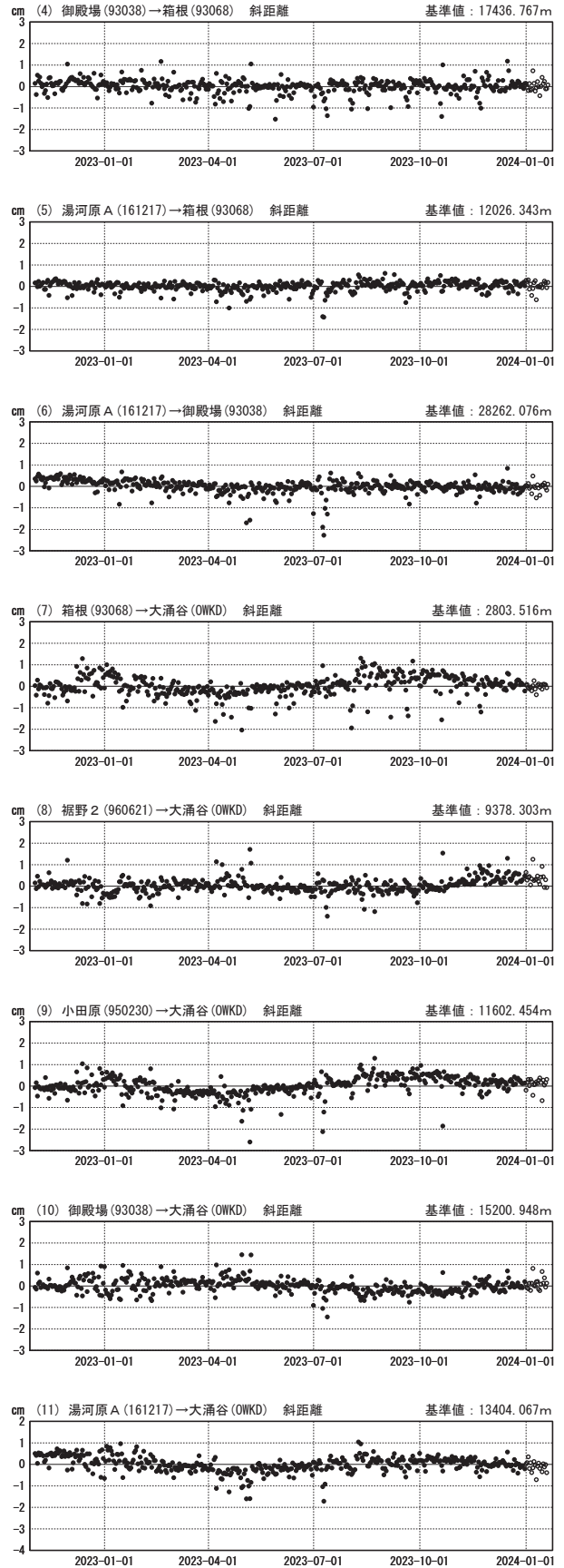
基線変化グラフ（長期）

期間：2018-11-01~2024-01-19 JST



基線変化グラフ（短期）

期間：2022-11-01~2024-01-19 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

国土地理院・温泉地学研究所

※[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

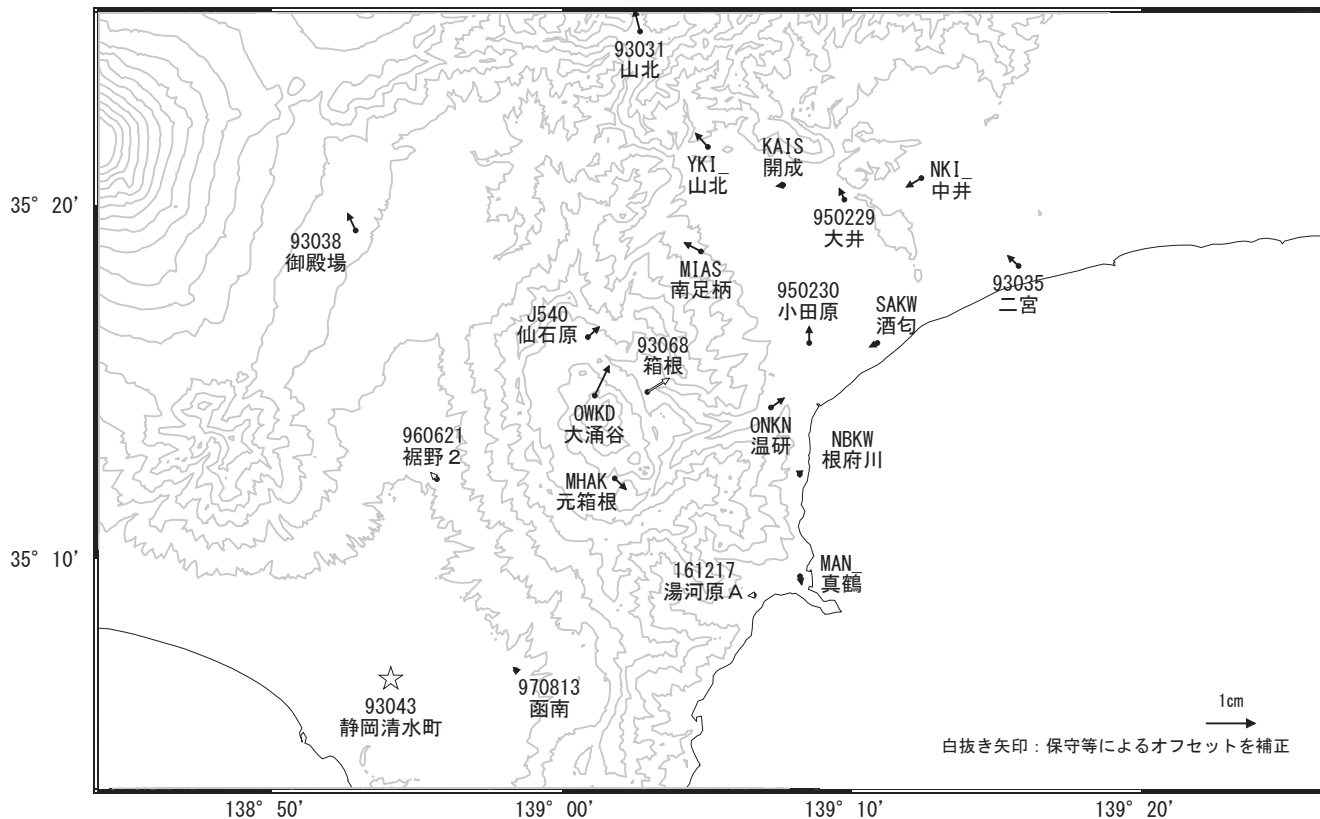
箱根山



### 箱根山周辺の地殻変動(水平:3か月) 一次トレンド除去

基準期間:2023-10-10~2023-10-19 [F5:最終解]  
比較期間:2024-01-10~2024-01-19 [R5:速報解]

計算期間:2015-10-01~2016-10-01



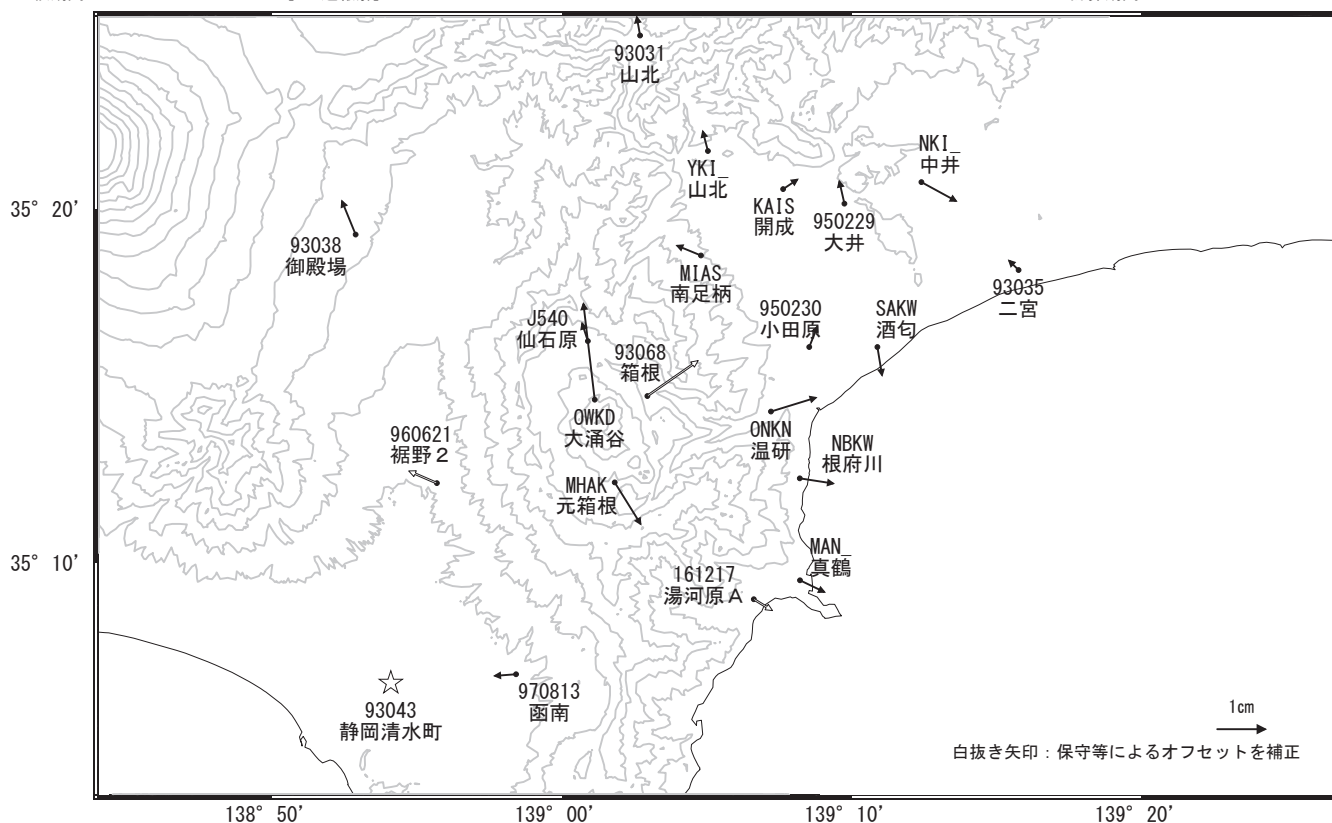
☆ 固定局:静岡清水町(93043)

国土地理院・気象庁・温泉地学研究所

### 箱根山周辺の地殻変動(水平:1年) 一次トレンド除去

基準期間:2023-01-10~2023-01-19 [F5:最終解]  
比較期間:2024-01-10~2024-01-19 [R5:速報解]

計算期間:2015-10-01~2016-10-01



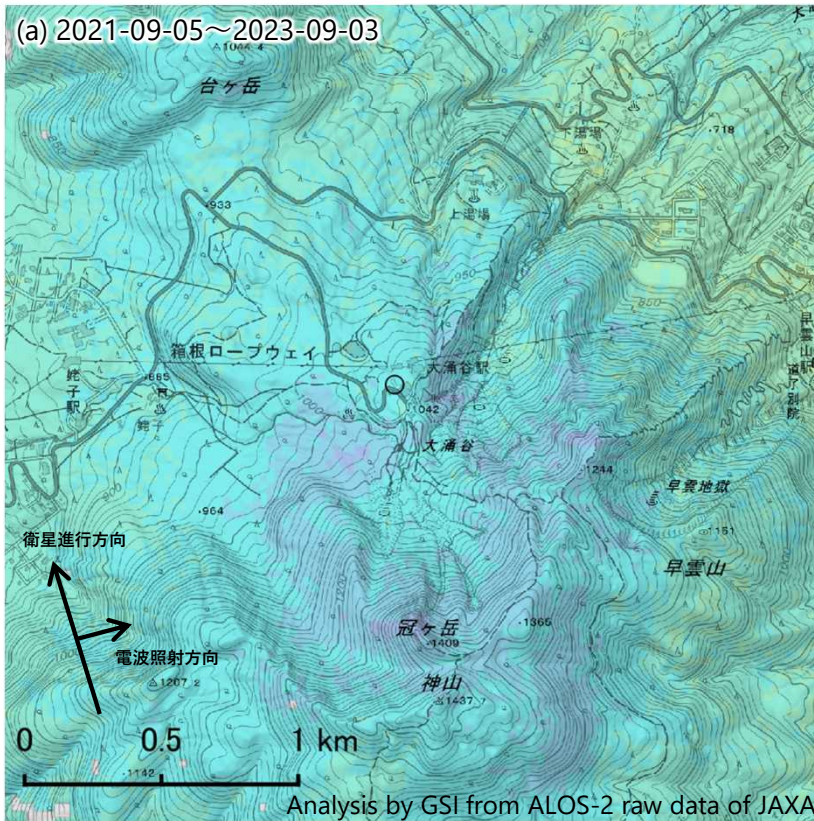
☆ 固定局:静岡清水町(93043)

国土地理院・気象庁・温泉地学研究所



箱根山のSAR干渉解析結果について

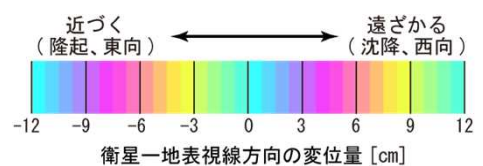
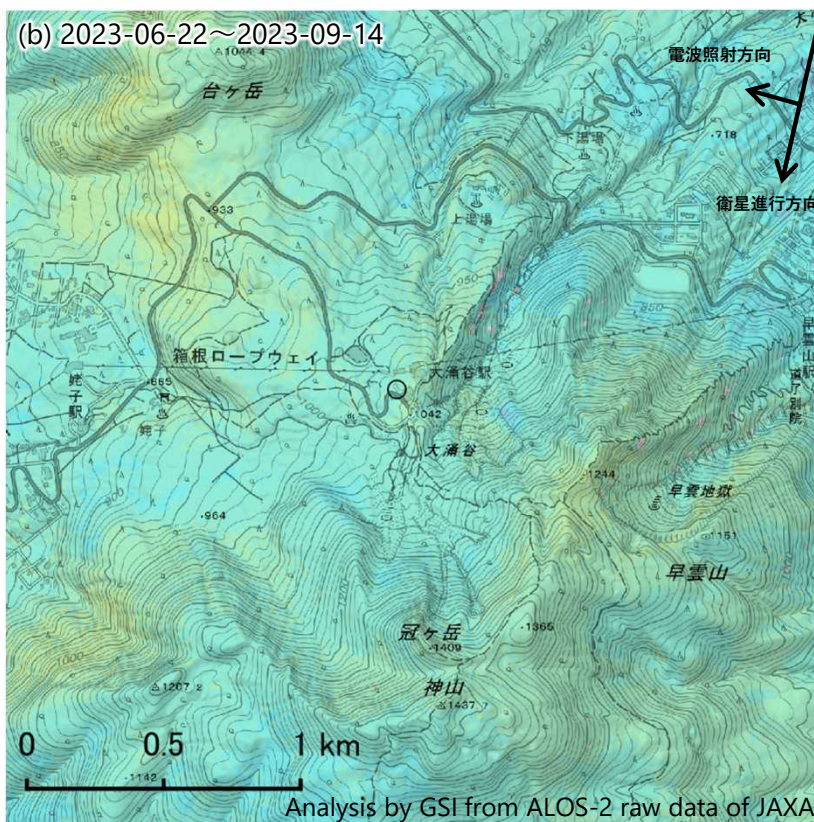
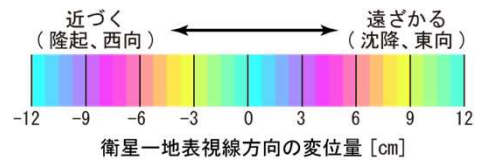
ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021-09-05 2023-09-03 23:38頃 (728日間)	2023-06-22 2023-09-14 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	33.4°	42.8°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 125m	- 139m

\* U：高分解能(3m)モード  
H：高分解能(6m)モード

○ 国土地理院以外のGNSS観測点

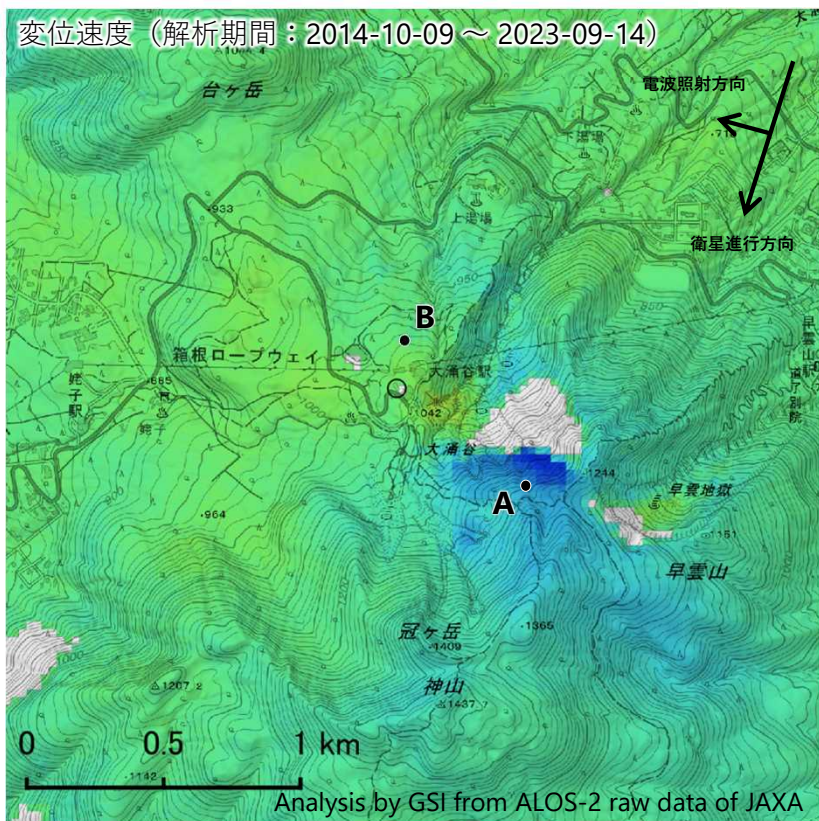


背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図



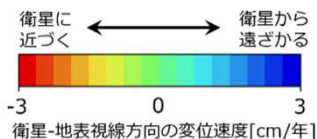
### 箱根山の干渉SAR時系列解析結果（南行）

大涌谷の地点A周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られます。

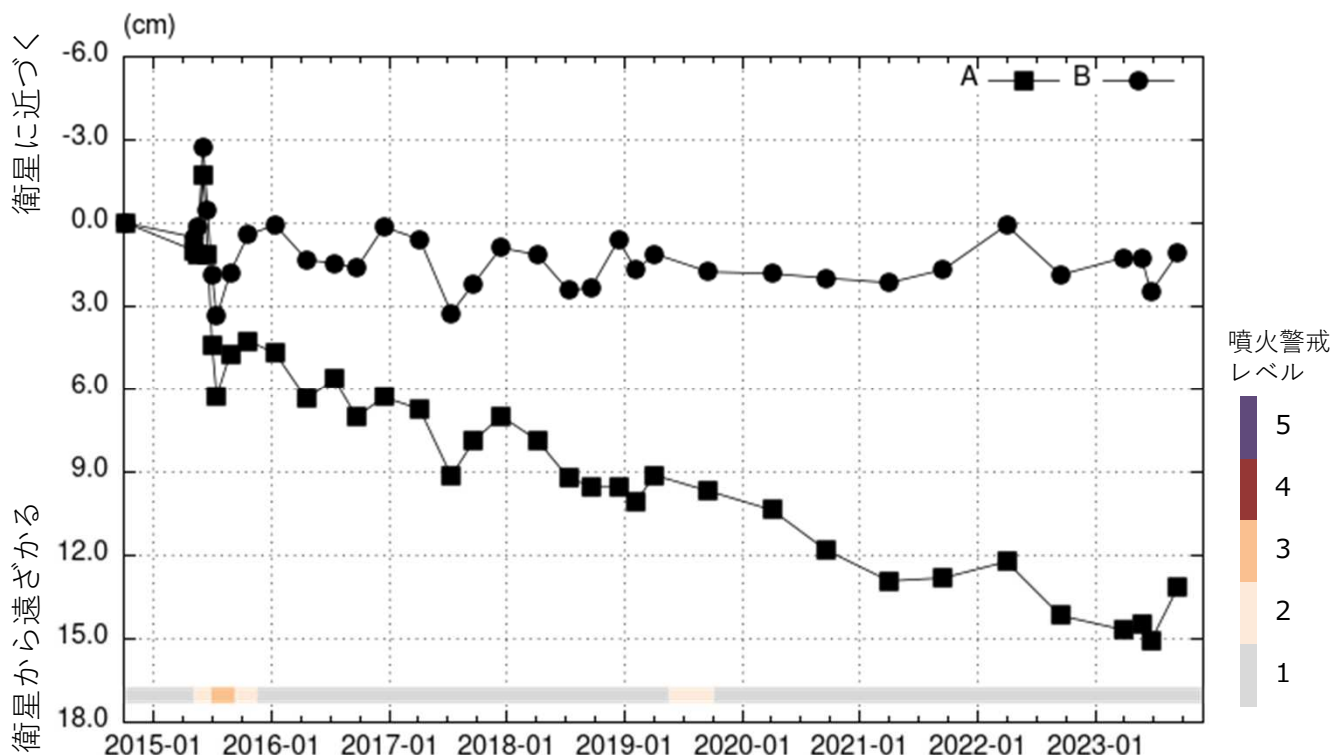


衛星名	ALOS-2
観測期間	2014-10-09 ～ 2023-09-14 (3262日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U
入射角	42.8°
偏波	HH
データ数	35
干渉ペア数	101

\* U：高分解能(3m)モード  
○ 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 ※参照点は電子基準点「箱根」付近  
干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



地点A・Bにおける衛星-地表視線方向の変位の時系列

箱根山

本解析で使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。

## 箱根山

### ○地震活動の状況

2023 年 5 月、8 月、10～11 月に地震活動の一時的な高まりが観測された（図 2、3）。

### ○地殻変動の状況

GNSS 基線長変化では、一部の基線で 2023 年 7 月以降に緩やかな伸びの傾向がみられたが、9 月以降は明瞭でない（図 5）。その他、当所が箱根カルデラ内（図 1）に設置した傾斜計では、降水の影響によるとみられる変動を除き、特に顕著な変動はみられなかった（図 4）。地下水位でも、火山活動に起因すると考えられる顕著な変化は認められなかった（図 6）。

### ○火山ガスの状況

大涌谷 15-2 噴気（図 7）近傍の雰囲気中のマグマ性ガスの比率（ $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$  及び  $\text{HCl}/\text{H}_2\text{S}$ ）は、2019 年の噴火警戒レベル 2 発表前後に顕著な上昇が見られた後、徐々に低下し最近まで横ばいであった。しかし、2023 年の 5 月に急増を見せ、その後も高いまま推移している。（図 8）。

DOAS 観測による大涌谷の二酸化硫黄の放出率では、2023 年の 8 月と 9 月には、当所が継続的な観測を開始した 2017 年以降初めて 40 ton/day を超える平均放出率を観測したが、2015 年噴火の直後に観測された 100 ton/day を超えるほどの放出率は 2017 年以降観測されていない（図 9）。

なお、本資料の作成に当たっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュを使用しました。震源決定には、当所データの他に東京大学地震研究所、防災科学技術研究所および気象庁の地震波形データを利用しました。国土地理院及び気象庁の GNSS 観測データを利用しました。

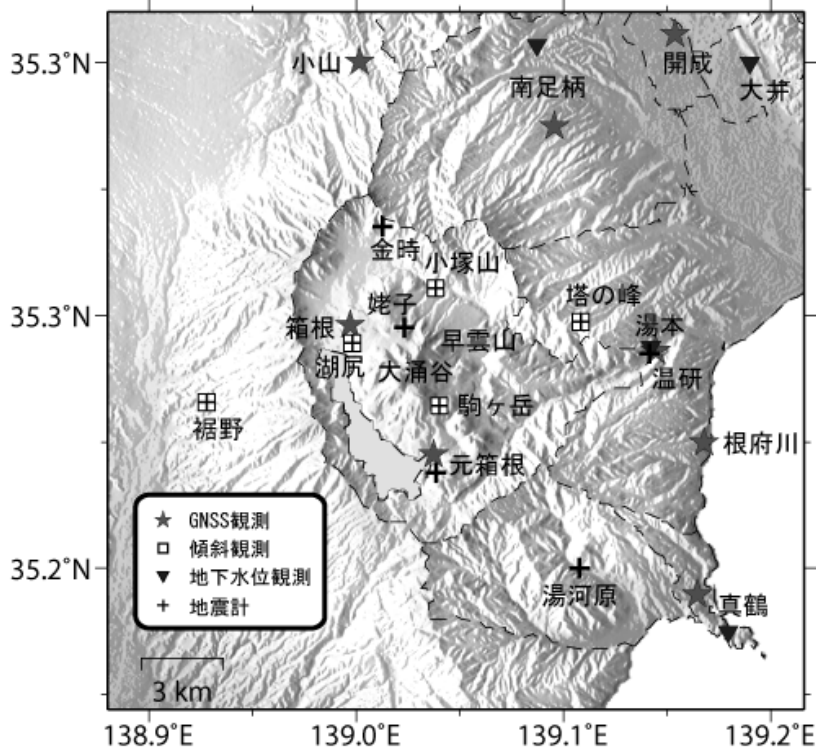


図 1 観測点配置図

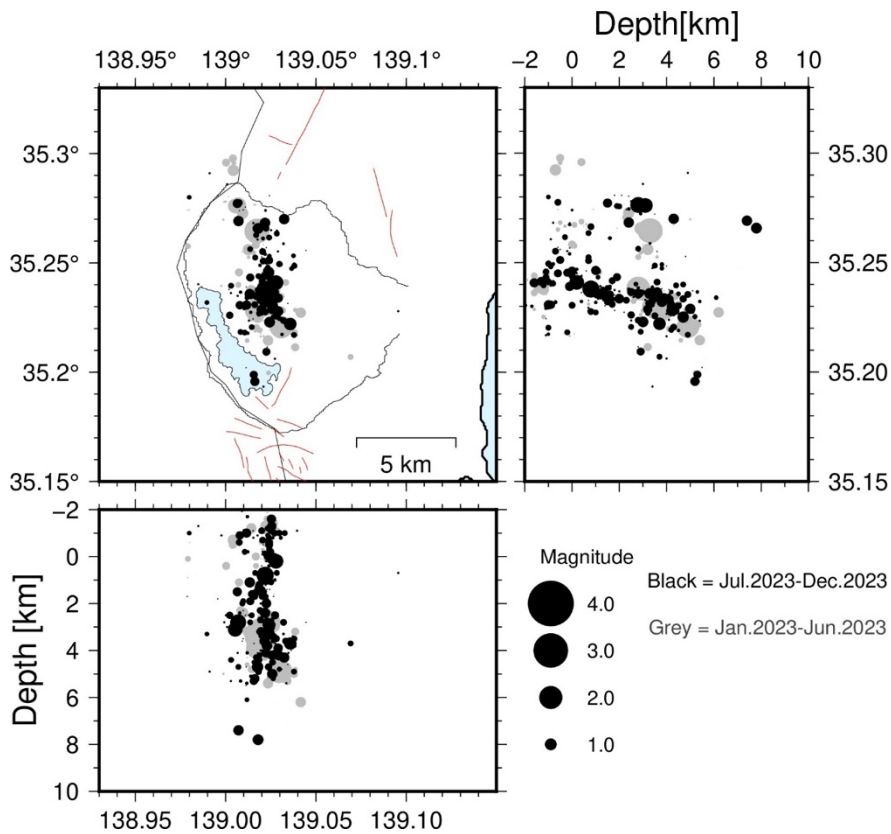


図 2 箱根火山周辺の震源分布 (2023 年 1 月 1 日～2023 年 12 月 31 日)

黒色丸：2023 年 7 月 1 日～2023 年 12 月 31 日

灰色丸：2023 年 1 月 1 日～2023 年 6 月 30 日

- ・今期間、駒ヶ岳周辺の深さ 3km 付近、大涌谷周辺の地表付近、仙石原周辺の深さ 3km などで地震が多く観測された。



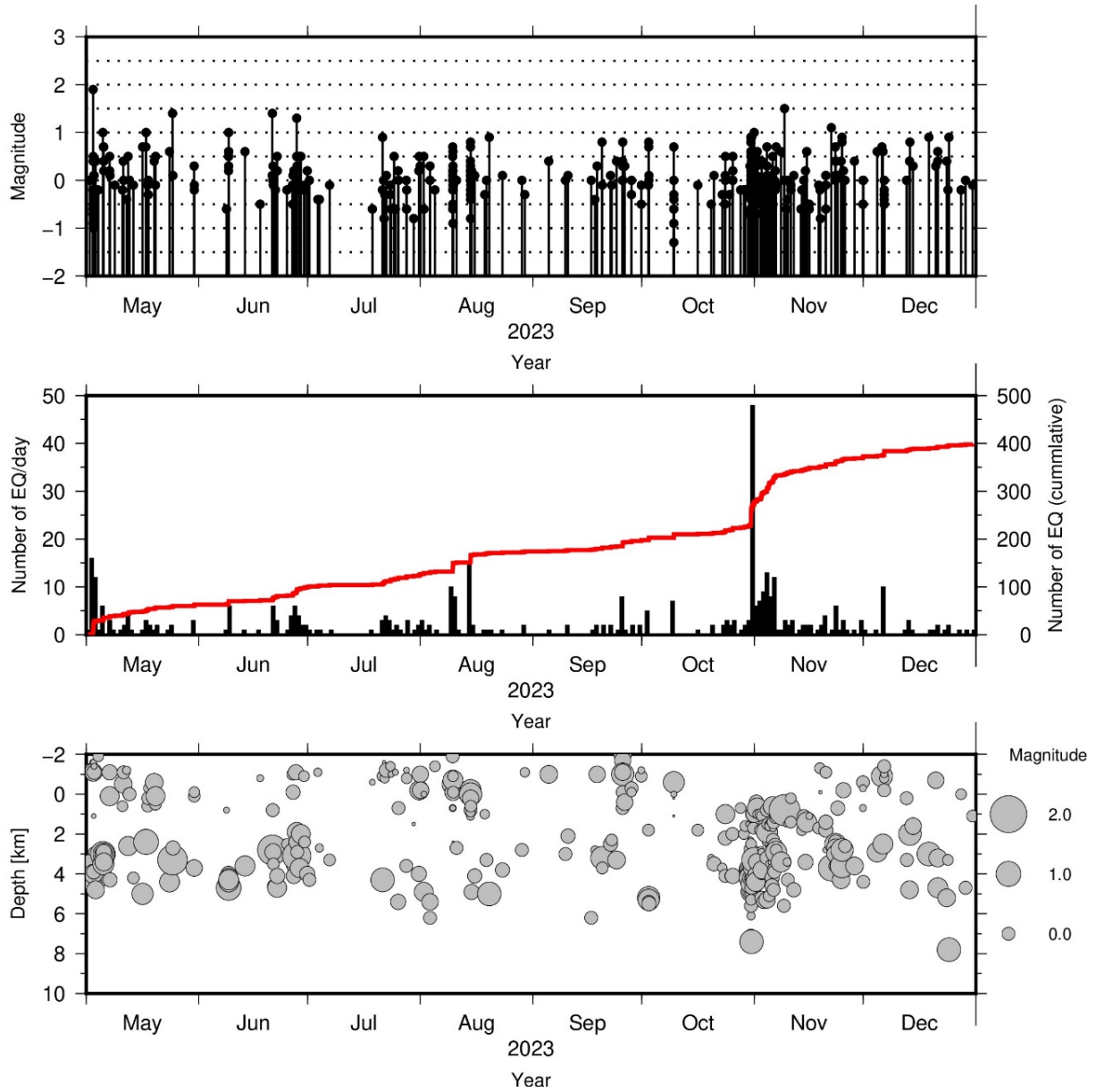


図 3.1 箱根火山周辺の地震活動（2023 年 5 月～2023 年 12 月）  
 上から MT 図、日別地震発生個数と 2023 年 5 月からの累積個数、深さと時間の図  
 ・今期間、2023 年 5 月、8 月、10～11 月に地震の増加が観測された。

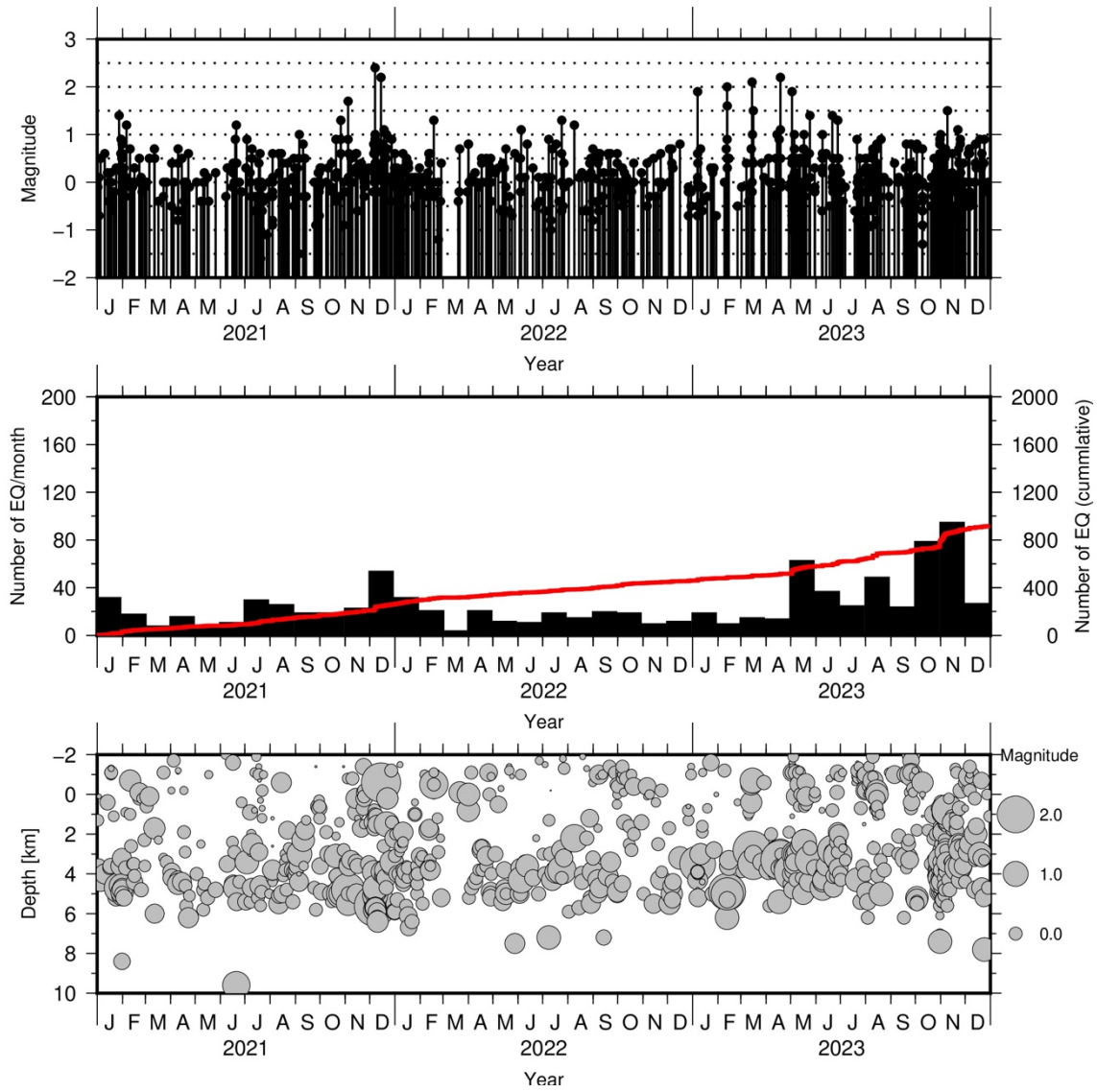


図 3.2 箱根火山周辺の地震活動（2021 年 1 月～2023 年 12 月）  
 上から MT 図、日別地震発生個数と 2021 年 1 月からの累積個数、深さと時間の図

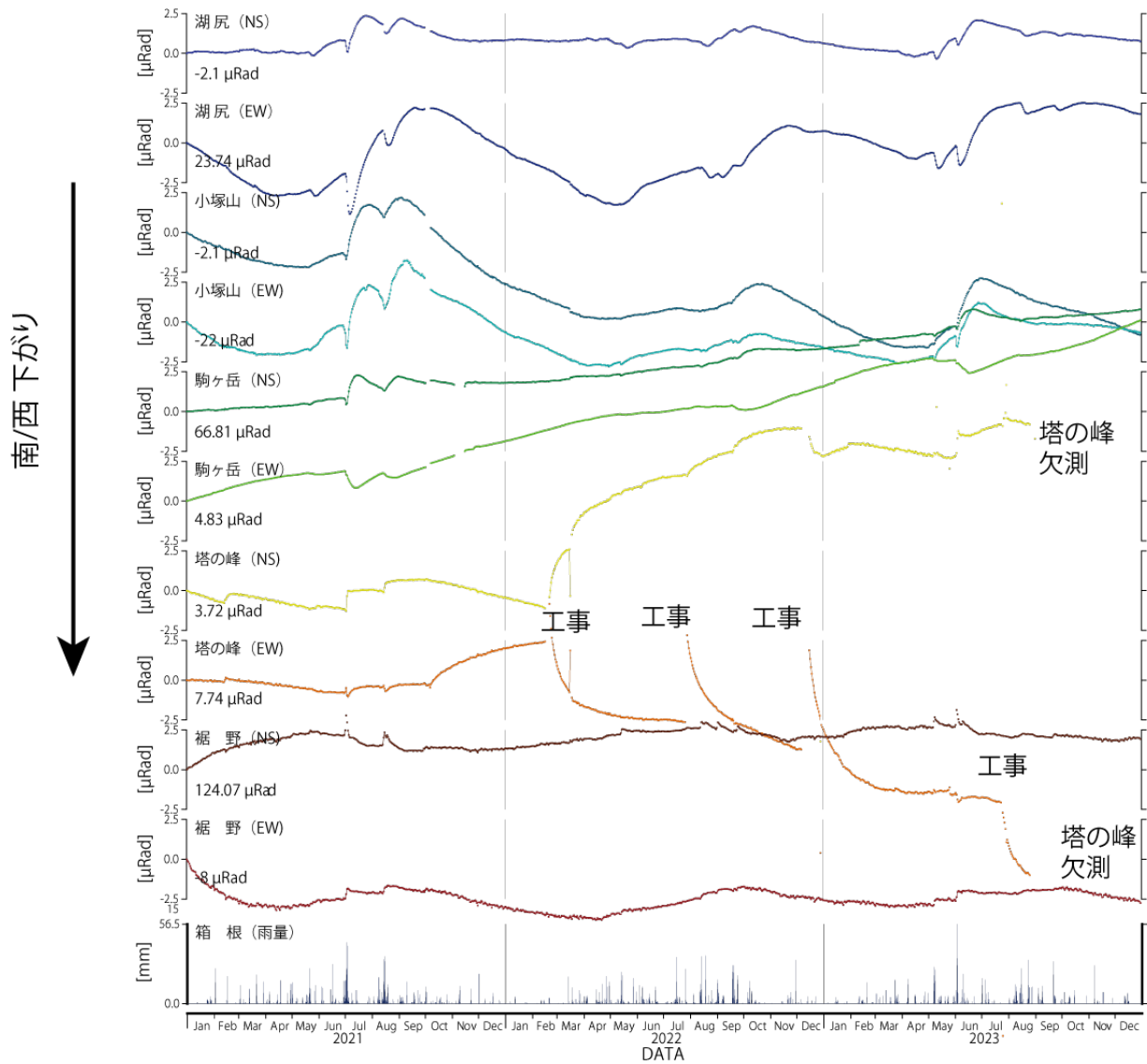


図 4 傾斜変動記録 (2021 年 1 月 1 日～2023 年 12 月 31 日)

ステップや異常値の一部は取り除いている

降水量は気象庁アメダス観測点 (箱根) を使用した

2022 年 2 月、8 月および 12 月に見られる塔の峰の大きな変動は、センサーの入れ替え作業によるもの

2023 年 7 月に見られる塔の峰の大きな変動は、工事によるもの

塔の峰は 2023 年 8 月の工事以降、機器不具合のため欠測

- ・ 降水の影響とみられる変動を除き、顕著な変動はみられない。

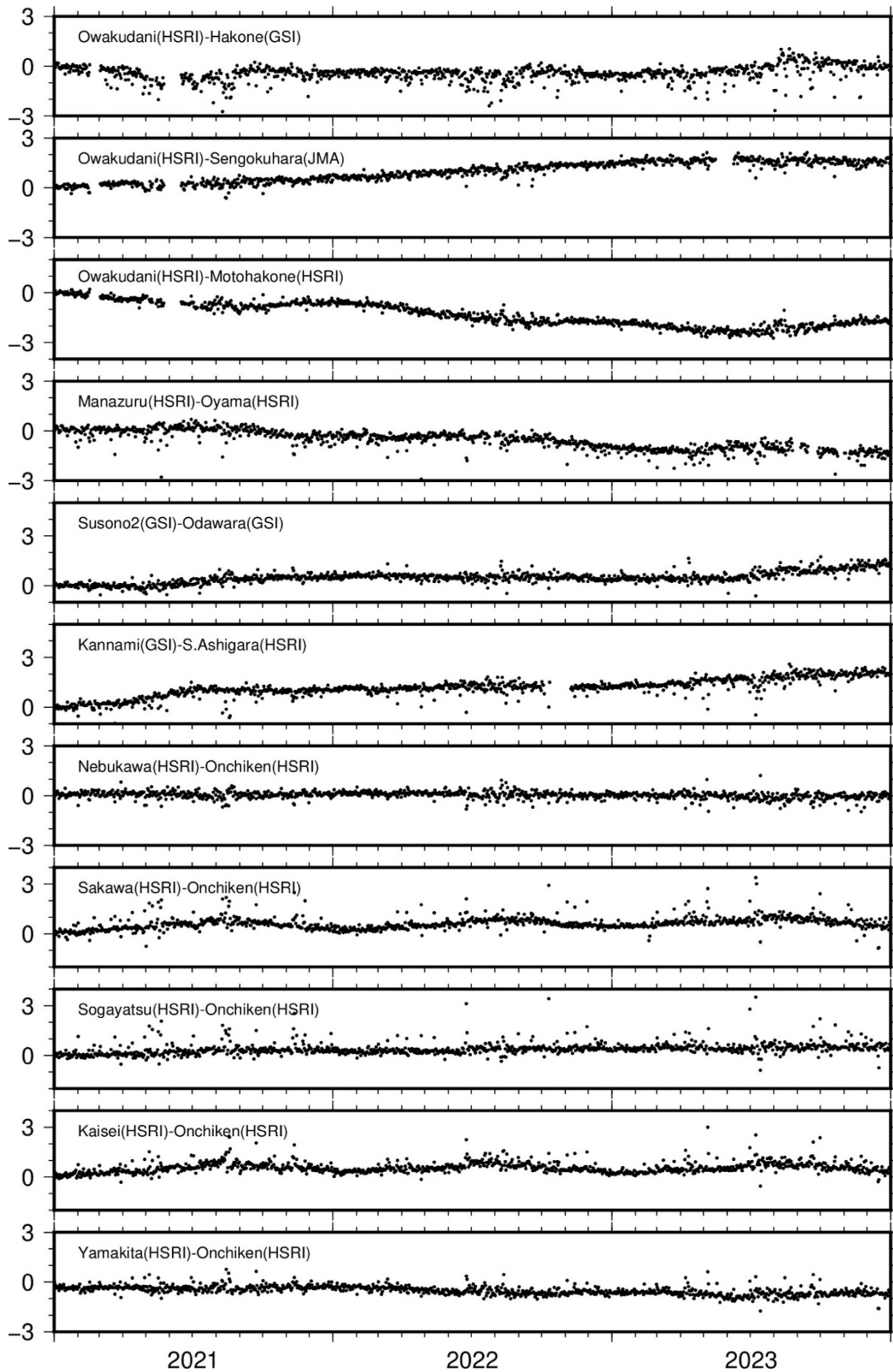


図 5 GNSS 基線長変化 (2021 年 1 月 1 日～2023 年 12 月 31 日)

箱根周辺の各基線長の変化

- 一部の基線で 2023 年 7 月以降に緩やかな伸びの傾向がみられたが、9 月以降は明瞭でない。



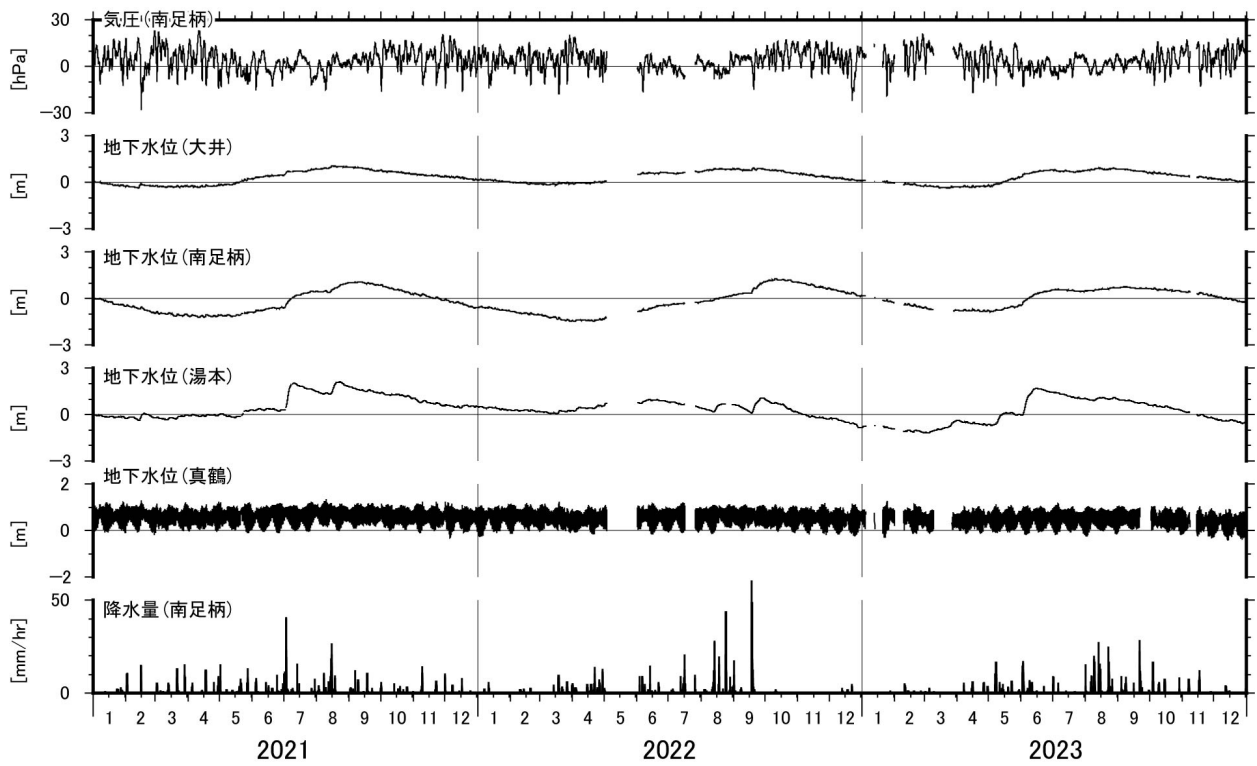


図 6 地下水位観測結果 (2021 年 1 月 1 日～2023 年 12 月 31 日)  
 ・降水の影響によると見られる変動を除き、顕著な変動は見られない。



図 7 大涌谷の火口、噴気孔、測定点の位置

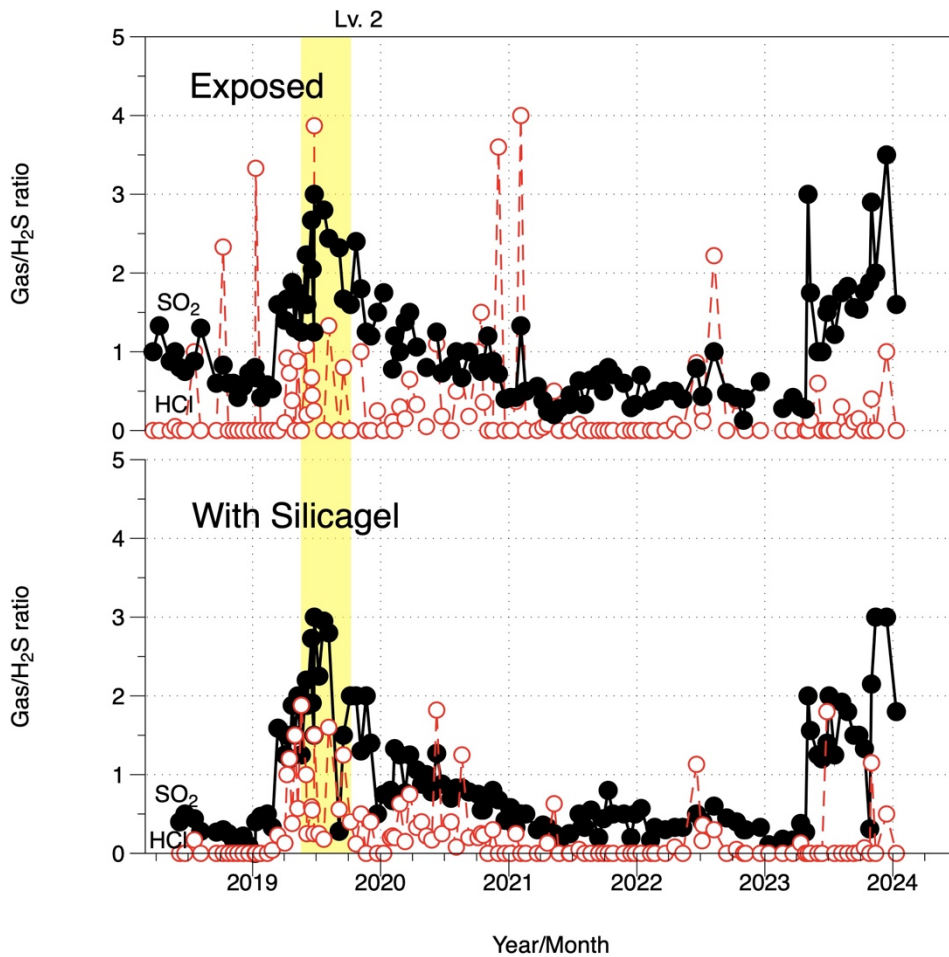


図 8 15-2 噴気近傍の雰囲気中の火山ガス組成比 (パッシブ型検知管による測定)  
黄色ハッチは噴火警戒レベル 2 の期間

- ・ マグマ性ガスの比率は、2019 年の噴火警戒レベル 2 発表前後に顕著な上昇が見られた後、徐々に低下し最近まで横ばいであった。しかし、2023 年の 5 月に急増を見せ、その後も高いまま推移している。

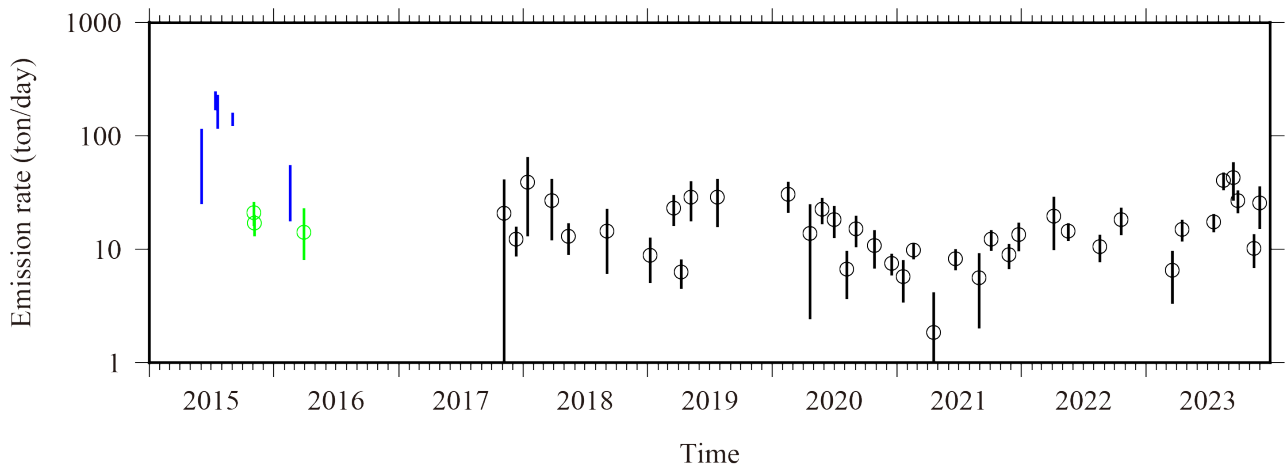


図 9 大涌谷の二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) の放出率 (ton/day)

2016 年以前のデータは気象庁 (青色) 及び気象研究所 (緑色) による

- ・ 2023 年の 8 月と 9 月には、当所が継続的な観測を開始した 2017 年以降初めて 40 ton/day を超える平均放出率を観測したが、2015 年噴火の直後に観測された 100 ton/day を超えるほどの放出率は 2017 年以降観測されていない。

## 箱根山の火山ガス組成（2024 年 1 月）

### Chemical composition of volcanic gas at Mt Hakone (January 2024)

#### 1. 概要

箱根山の大涌谷地熱地帯において、ほぼ毎月火山ガスを三か所の噴気孔（n、s、c）で採取・分析した。噴気の He/CH<sub>4</sub> 比、CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比、SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比に着目すると、2023 年 12 月から 2024 年 1 月にかけて、浅部熱水系に対するマグマ性流体の供給率は上昇あるいは停滞する傾向にあると考えられる。

#### 2. 噴気の採取・分析

箱根カルデラ中央火口丘神山の大涌谷地熱地帯の 3 か所（図 1）で、噴気を繰り返し採取・分析した。噴気 s では、2013 年 5 月から 2024 年 1 月にかけて、ほぼ毎月採取・分析を実施した。噴気 n では、2013 年 5 月から 2024 年 1 月にかけて、ほぼ毎月採取・分析を実施した。噴気 c は、2015 年 6 月の小噴火で生じた噴気孔で、2019 年 1 月から 2024 年 1 月にかけて採取・分析を行った。

噴気を採取するため、チタン製のパイプを噴気孔に挿入し、チタン管と孔の隙間を砂などで注意深く塞いだ。次にチタン管にゴム管を接続し、ゴム管の出口を真空ガラス瓶のコックに接続した。真空ガラス瓶にはあらかじめ高濃度のアルカリ性水溶液（KOH）20ml を封入した。コックを慎重に開けることにより火山ガスを KOH 水溶液に吸収させた。KOH 水溶液を分析することにより、CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比を求めた。真空ガラス瓶のヘッドスペースに集まった KOH 溶液に溶けないガス成分を、Ar キャリアーガスを用いたガスクロマトグラフにより分析し、He/CH<sub>4</sub> 比を求めた。SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比を求めるために、上述の採取とは別に、現場でヨウ素溶液を噴気と反応させ、SO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>S をそれぞれ、硫酸イオンと自然硫黄に酸化した。この試料を持ち帰り、実験室でそれぞれの量を決定し、SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比を求めた。

#### 3. 結果・考察

He/CH<sub>4</sub> 比の時間変化と半月毎の地震回数を図 2 に示す。2023 年 12 月から 2024 年 1 月にかけて噴気 n、s、c の He/CH<sub>4</sub> 比はわずかに低下した。2023 年 5 月頃から始まった He/CH<sub>4</sub> 比が高い傾向は継続している。図 3 に CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比の変化を示す。2023 年 12 月から 2024 年 1 月にかけて、噴気 n、s、c の値は僅かに上昇した。He/CH<sub>4</sub> 比と同様に、CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比についても 2023 年 5 月頃から始まった比の高い傾向は継続している。図 4 に SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比の変化を示す。2023 年 12 月から 2024 年 1 月にかけて、噴気 c の SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比は上昇した。噴気 n、s の SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比は低い値を保持した。

He/CH<sub>4</sub> 比、CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比、SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比に基づくと、浅部熱水系に対し、マグマ性成分の供給量は 2023 年 12 月から 2024 年 1 月にかけて上昇あるいは停滞する傾向にあると考えられる。





図 1 箱根山噴気 n、s、c の位置。（背景に GoogleMap を使用）

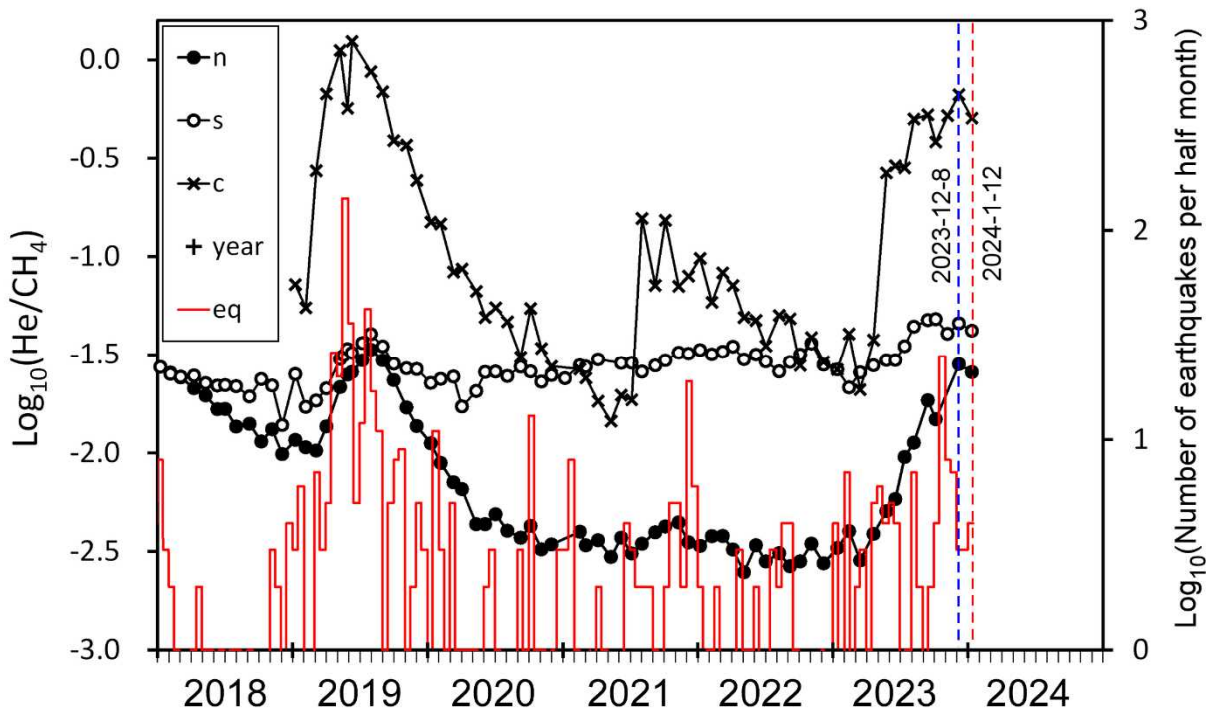


図 2  $\text{He}/\text{CH}_4$  比の時間変化（地震回数（赤線）は気象庁の観測に基づく）

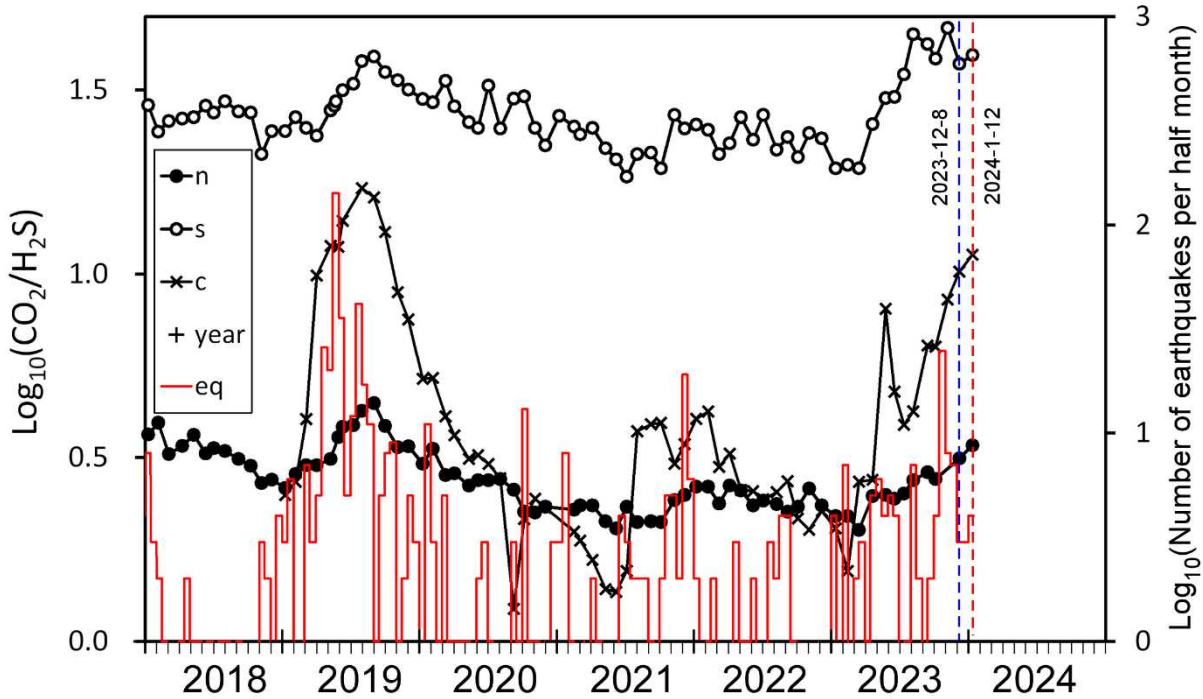


図 3 CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比の時間変化（地震回数は気象庁の観測に基づく）

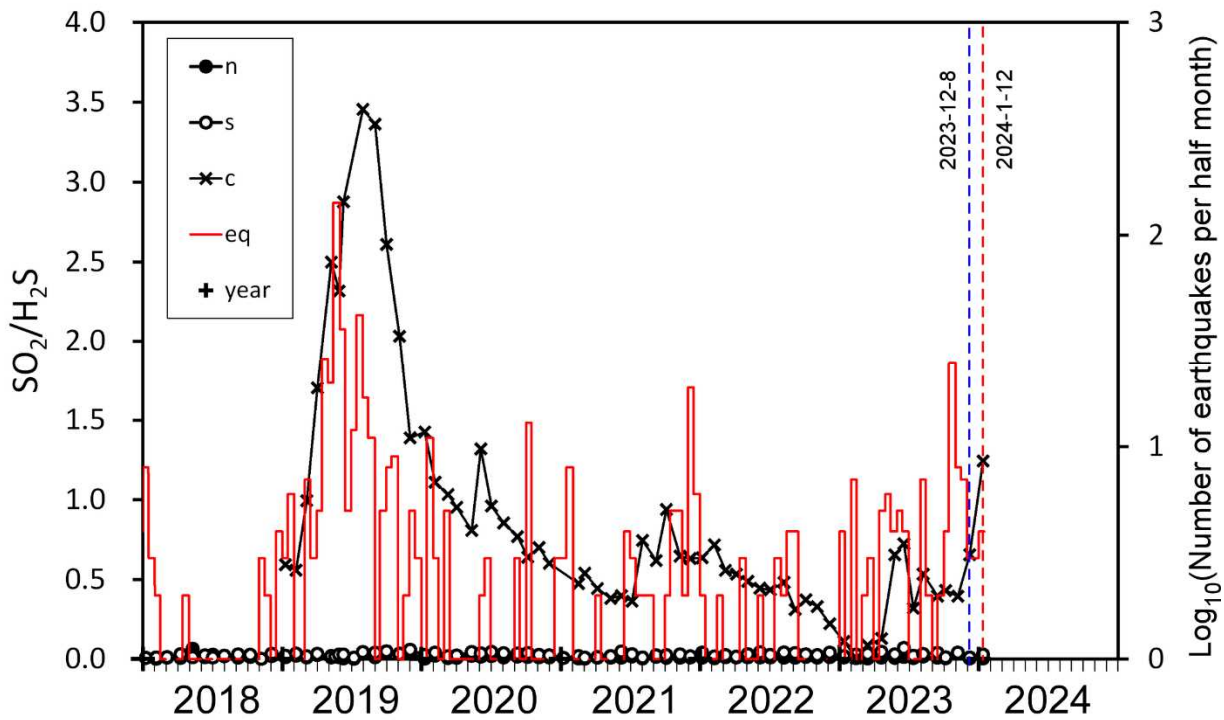


図 4 SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比の時間変化（地震回数は気象庁の観測に基づく）

# 伊豆東部火山群

(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。

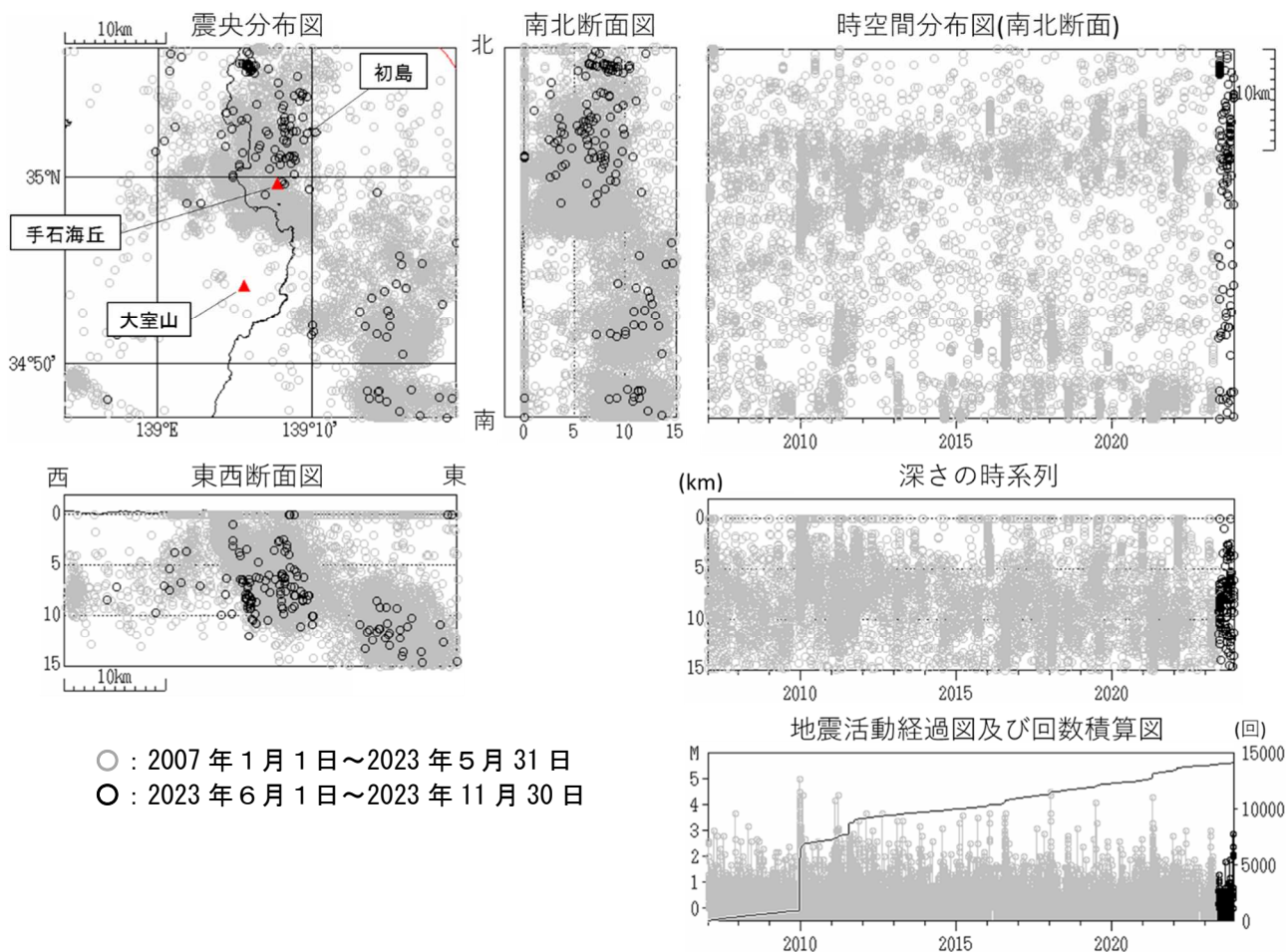


図 1 伊豆東部火山群 一元化震源による地震活動の推移 (2007 年 1 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

・今期間、地震活動は低調に推移した。

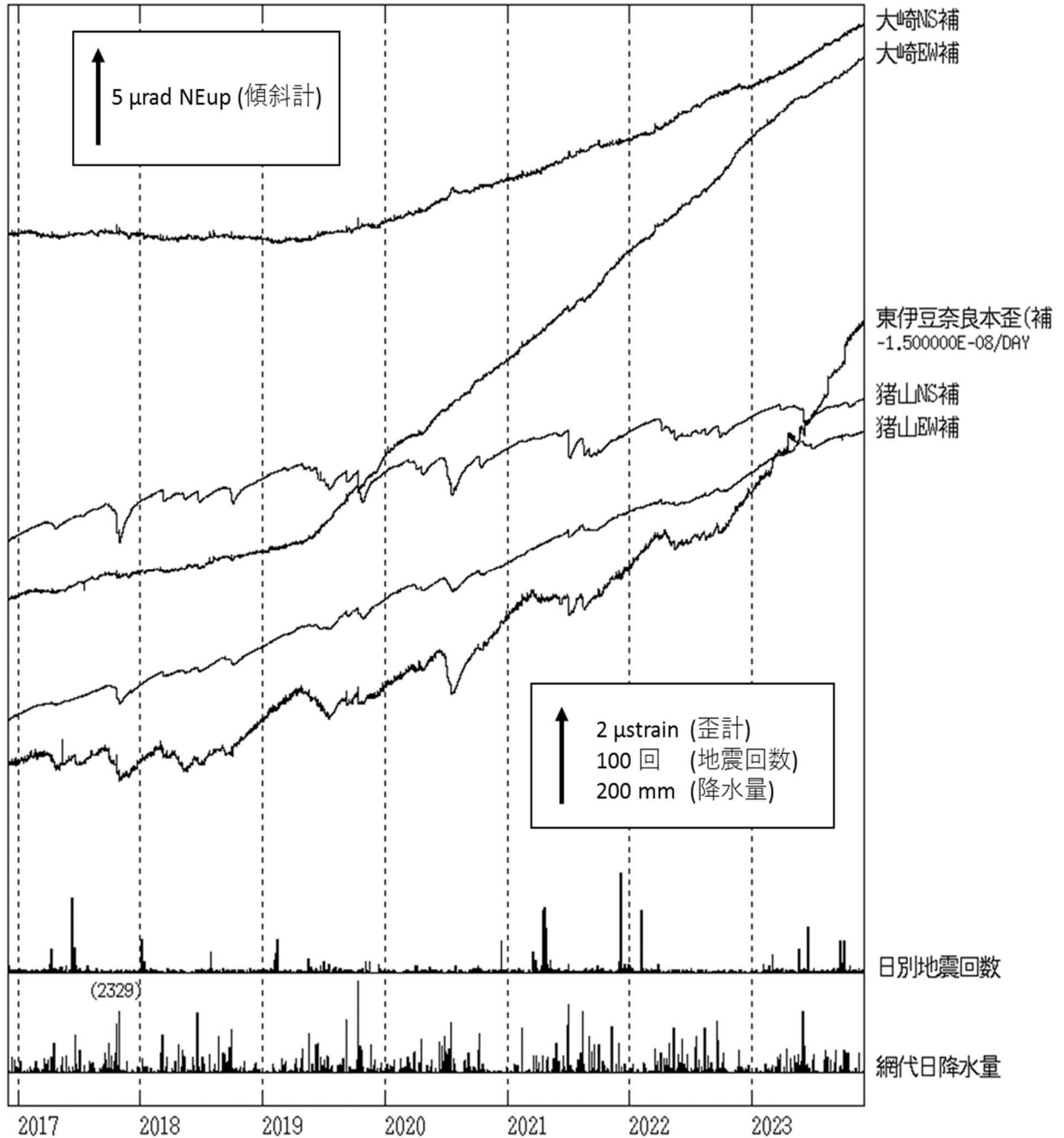


図 2 伊豆東部火山群 大崎及び猪山観測点における傾斜変動、東伊豆奈良本観測点における体積ひずみ計の記録と日別地震回数

(2017 年 1 月 1 日～2023 年 11 月 30 日)

東伊豆奈良本観測点の体積ひずみデータは、トレンド除去(-0.015 μ strain/日)を施している。

- ・ 2019 年 5 月頃から大崎観測点の NS 成分、EW 成分で変化が見られているが、原因は不明である。
- ・ 今期間、火山活動によるとみられる変動は認められなかった。



## 気象庁資料に関する補足事項

## 1. データ利用について

- ・資料は気象庁のほか、以下の機関のデータも利用して作成している。

北海道地方（北方領土を含む）：国土交通省北海道開発局、国土地理院、北海道大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、北海道、地方独立行政法人北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所及び公益財団法人地震予知総合研究振興会

東北地方：国土交通省東北地方整備局、国土地理院、東北大学、弘前大学、北海道大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、青森県及び公益財団法人地震予知総合研究振興会

関東・中部地方：関東地方整備局、中部地方整備局、国土地理院、東北大学、東京工業大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、長野県、新潟県、山梨県、神奈川県温泉地学研究所及び公益財団法人地震予知総合研究振興会

伊豆・小笠原地方：国土地理院、東京大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、東京都

九州地方・南西諸島：九州地方整備局大隅河川国道事務所、九州地方整備局長崎河川国道事務所（雲仙砂防管理センター）、国土地理院、九州大学、京都大学、鹿児島大学、東京大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、宮崎県、鹿児島県、大分県、十島村、三島村、屋久島町、公益財団法人地震予知総合研究振興会及び阿蘇火山博物館

## 2. 一元化震源の利用について

- ・2001 年 10 月以降、Hi-net の追加に伴い検知能力が向上している。
- ・2010 年 10 月以降、火山観測点の追加に伴い検知能力が向上している。
- ・2016 年 4 月 1 日以降の震源では、M の小さな地震は、自動処理による震源を表示している場合がある。自動処理による震源は、震源誤差の大きなものが表示されることがある。
- ・2020 年 9 月以降の震源は、地震観測点の標高を考慮する等した手法で求められている。

## 3. 地図の作成について

- ・資料内の地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線・地図画像)』、『数値地図 50m メッシュ (標高)』、『基盤地図情報』及び『電子地形図 (タイル)』を使用した。