

第 150 回 火山噴火予知連絡会資料

(その3の3)

関東・中部地方

令和4年7月5日

火山噴火予知連絡会資料(その3の3)

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 13-18、気象研 19、地磁気 20-22、東工大 23-30、東大 31-34、防災科研 35-39、 地理院 40-44、東海大 45-49	
浅間山	50
気象庁 50-53、防災科研 54-58、地理院 59-63	
新瀉焼山	64
気象庁 64、地理院 65-66	
弥陀ヶ原	67
気象庁 67-68	
乗鞍岳	69
気象庁 69-70	
白山	71
気象庁 71-72	
富士山	73
気象庁 73-74、防災科研 75-84、地理院 85-88	
箱根山	89
気象庁 89-90、東大 91-93、地理院 94-98、温地研 99-107、東海大 108-110	
伊豆東部火山群	111
気象庁 111-112、地理院 113-118	
「だいち 2 号」SAR 干渉解析判読結果(関東・中部地方)	119
地理院 119-120	
気象庁資料に関する補足事項	121

那 須 岳

(2021 年 12 月～2022 年 5 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。

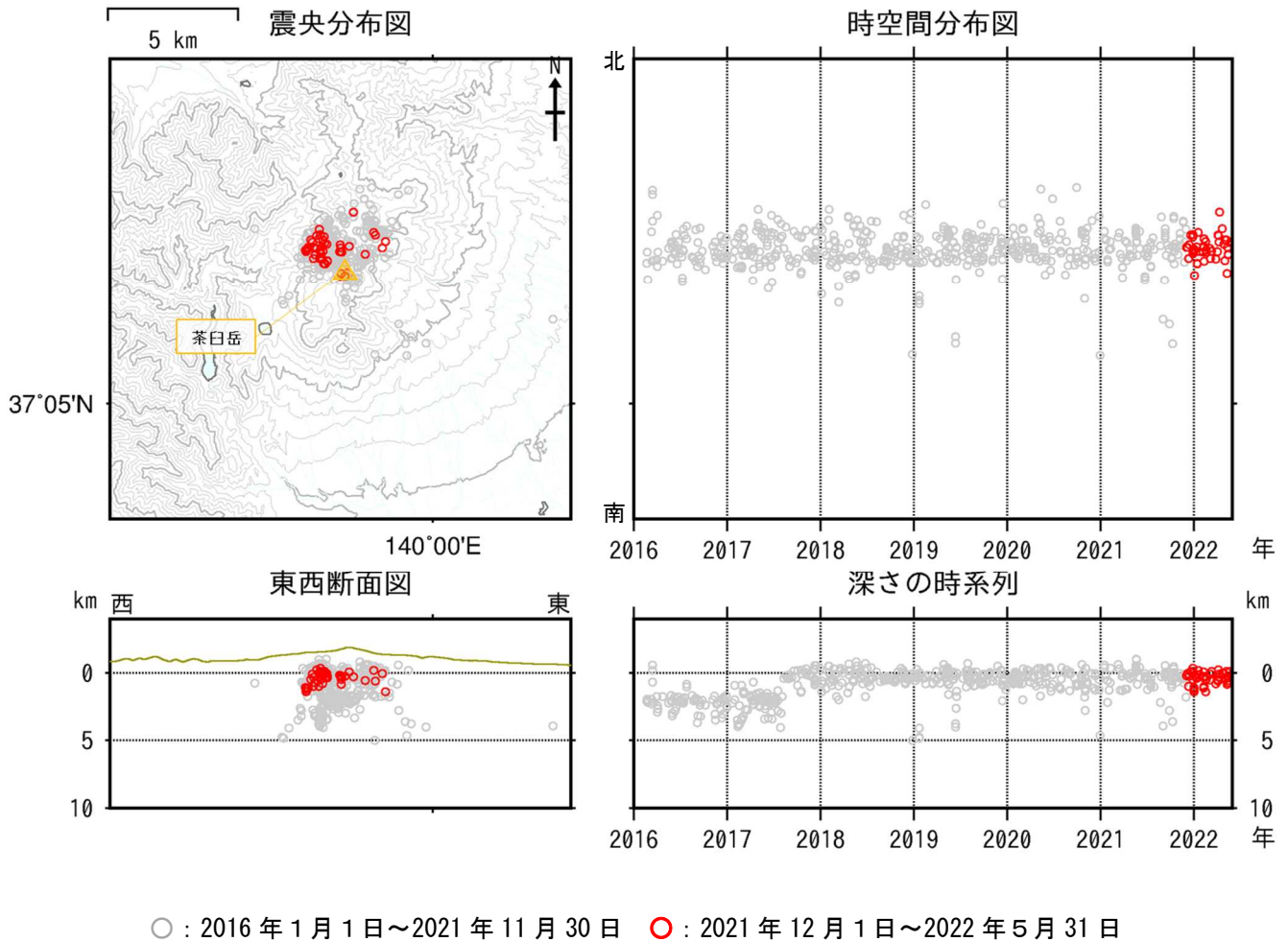


図 1 那須岳 震源分布図 (2016 年 1 月 1 日～2022 年 5 月 31 日)

・火山性地震は概ね少ない状態で経過した。震源は、主に茶臼岳付近の浅いところから深さ 4 km 付近に分布した。

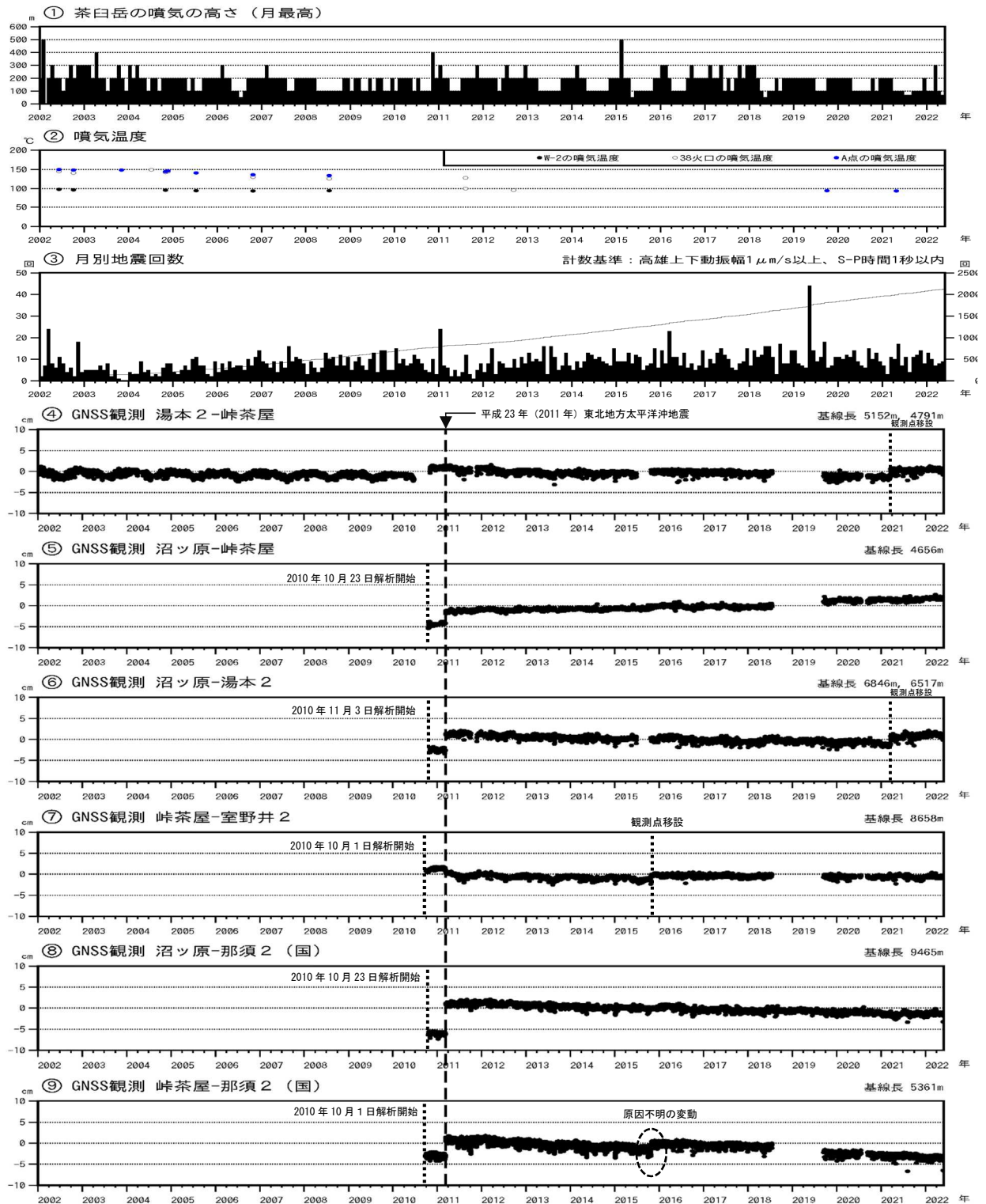
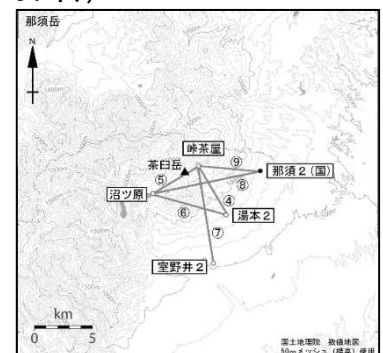


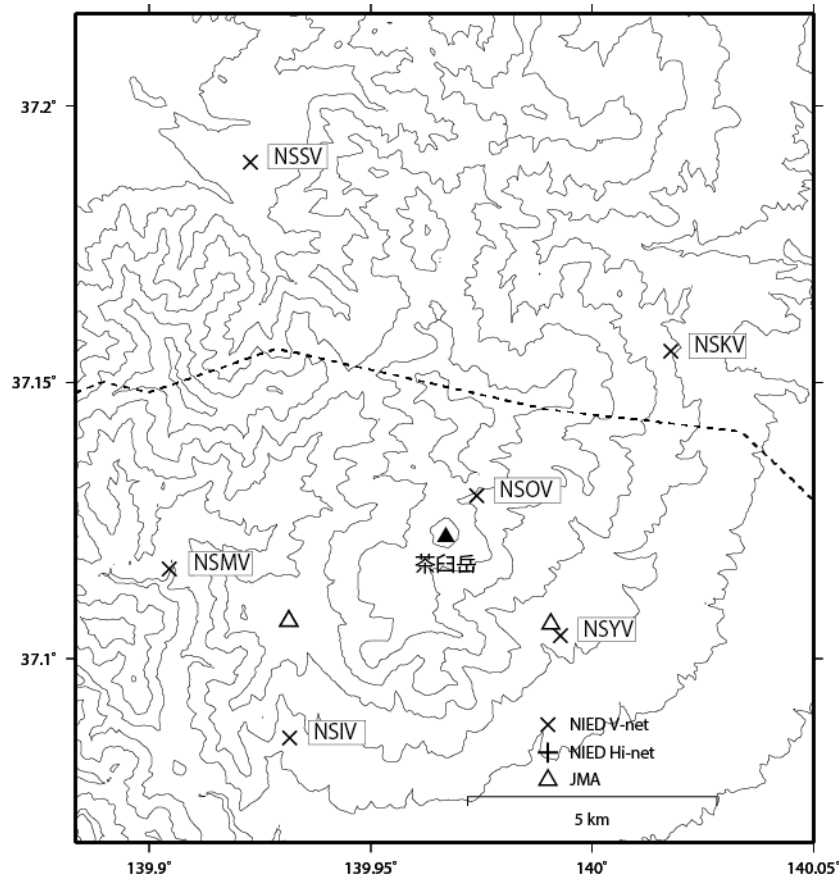
図2 那須岳 火山活動経過図（2002年1月1日～2022年5月31日）

- 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点
 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）

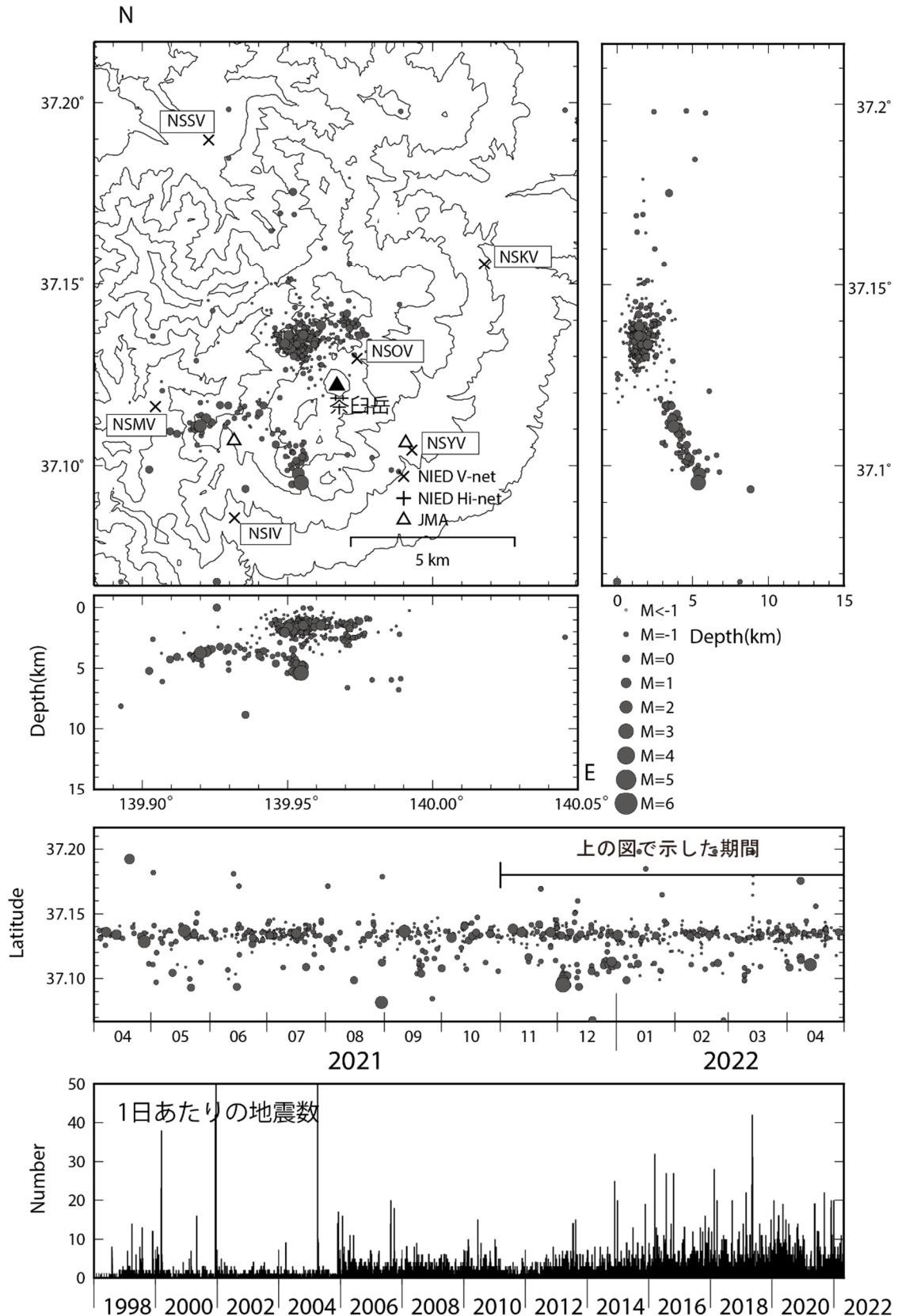
NSYV＝地震計（短周期）

資料概要

○ 地殻変動・地震活動

2021 年 11 月～2022 年 4 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 (2021/11/1~2022/4/30)



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 (2021/11/01~2022/04/30)

那須岳の傾斜変動 (2016/2/1~2022/5/31)

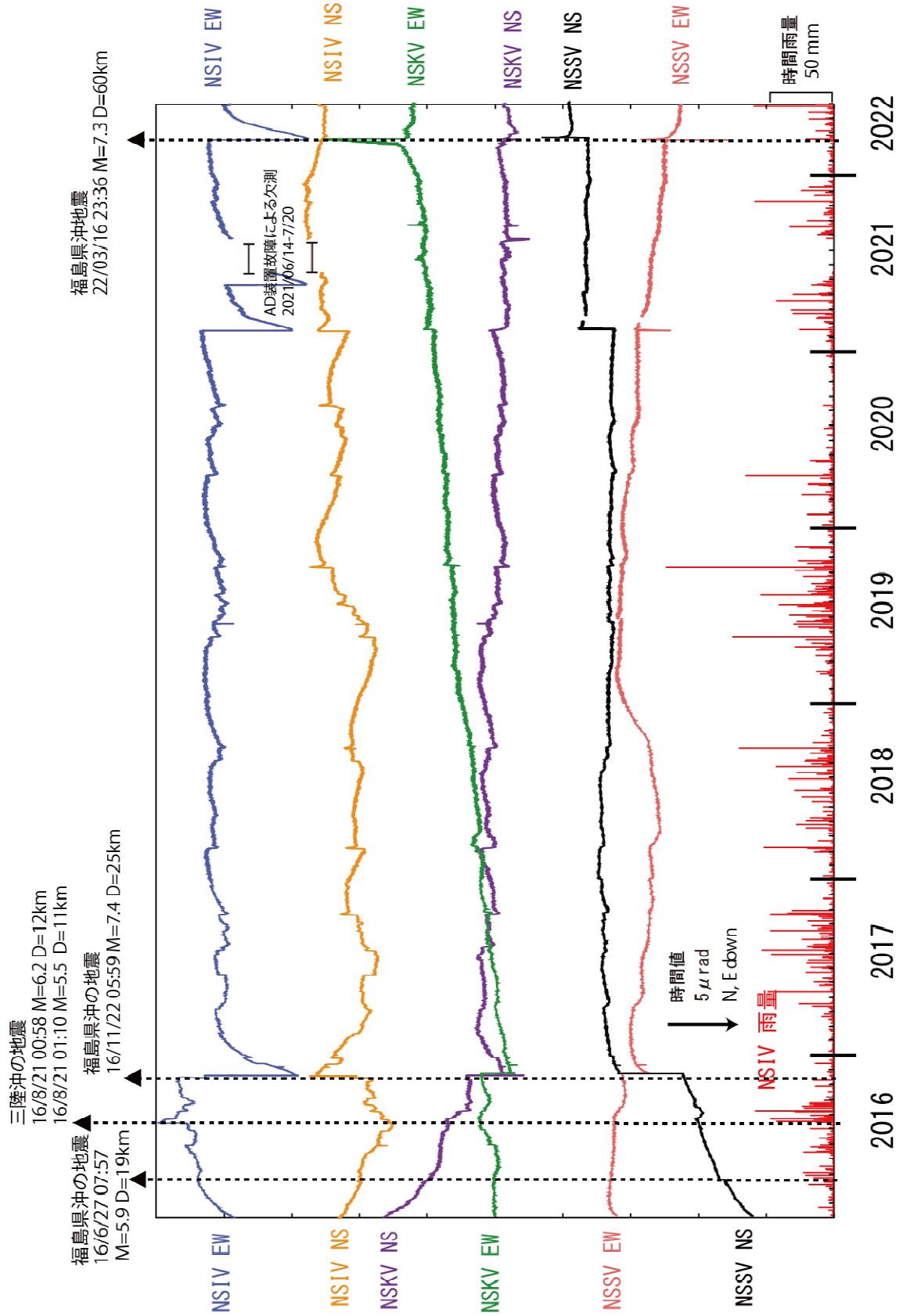


図 2 那須岳の傾斜変動

防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET で得られた、
2021 年 5 月 1 日-2022 年 5 月 30 日の地殻変動【白河（0210）固定】

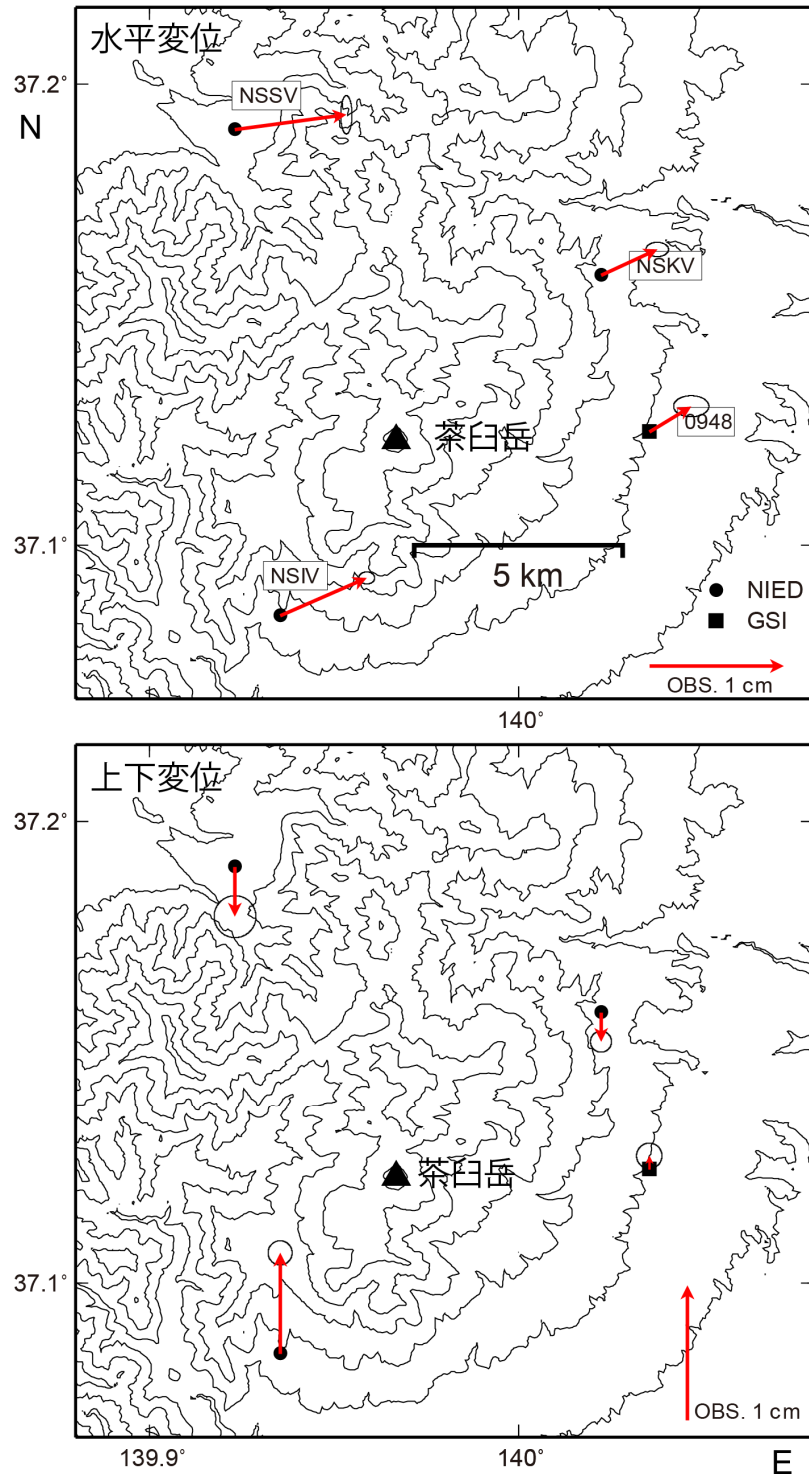


図 3 那須岳周辺 V-net 観測点における GNSS 解析結果。本解析には国土地理院のデータを使用した。この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50m メッシュ（標高）を使用した。

（上段：水平成分、下段：上下成分）

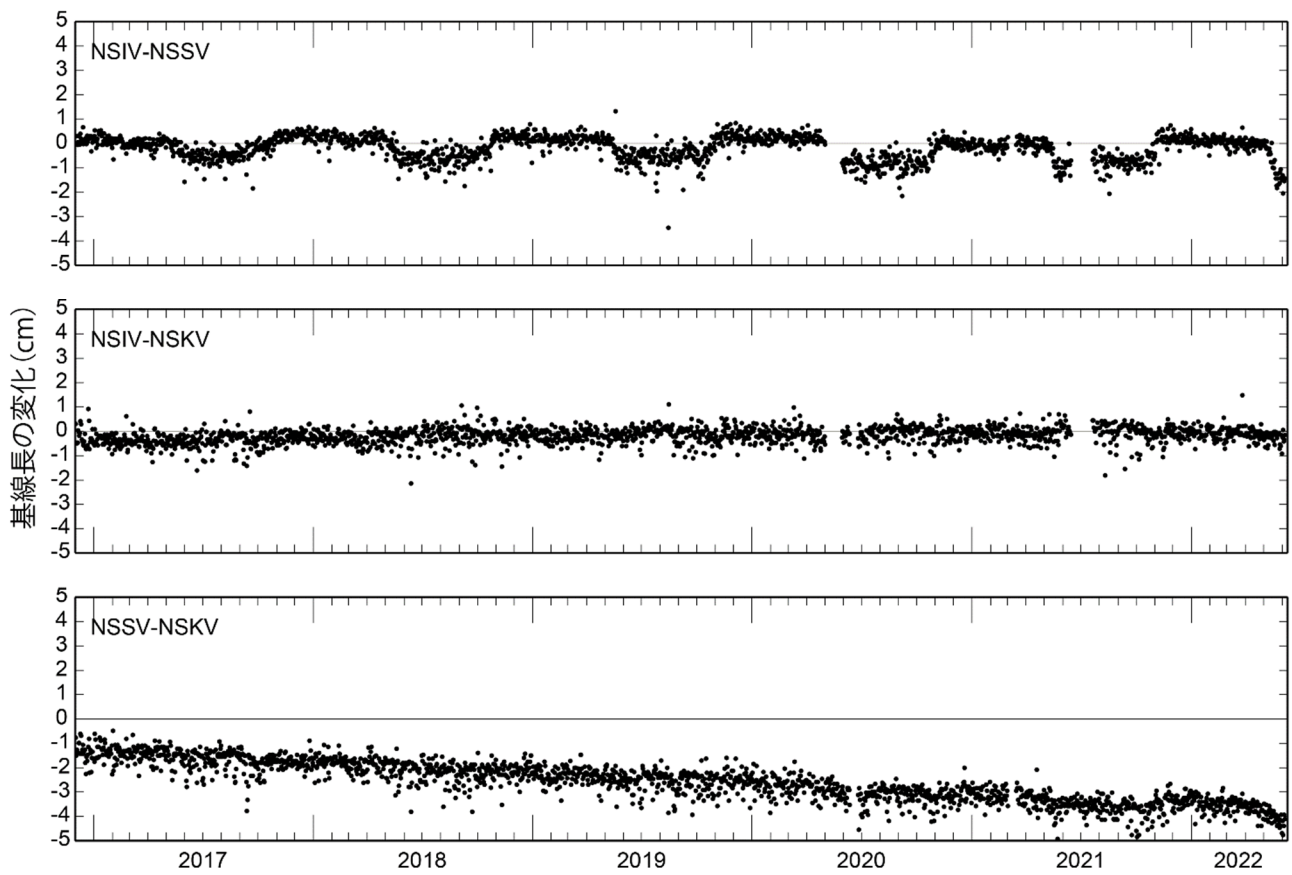


図 4 防災科研観測点 3 点 (NSIV, NSKV, NSSV) 間の基線長変化

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

(2021 年 12 月～2022 年 5 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。

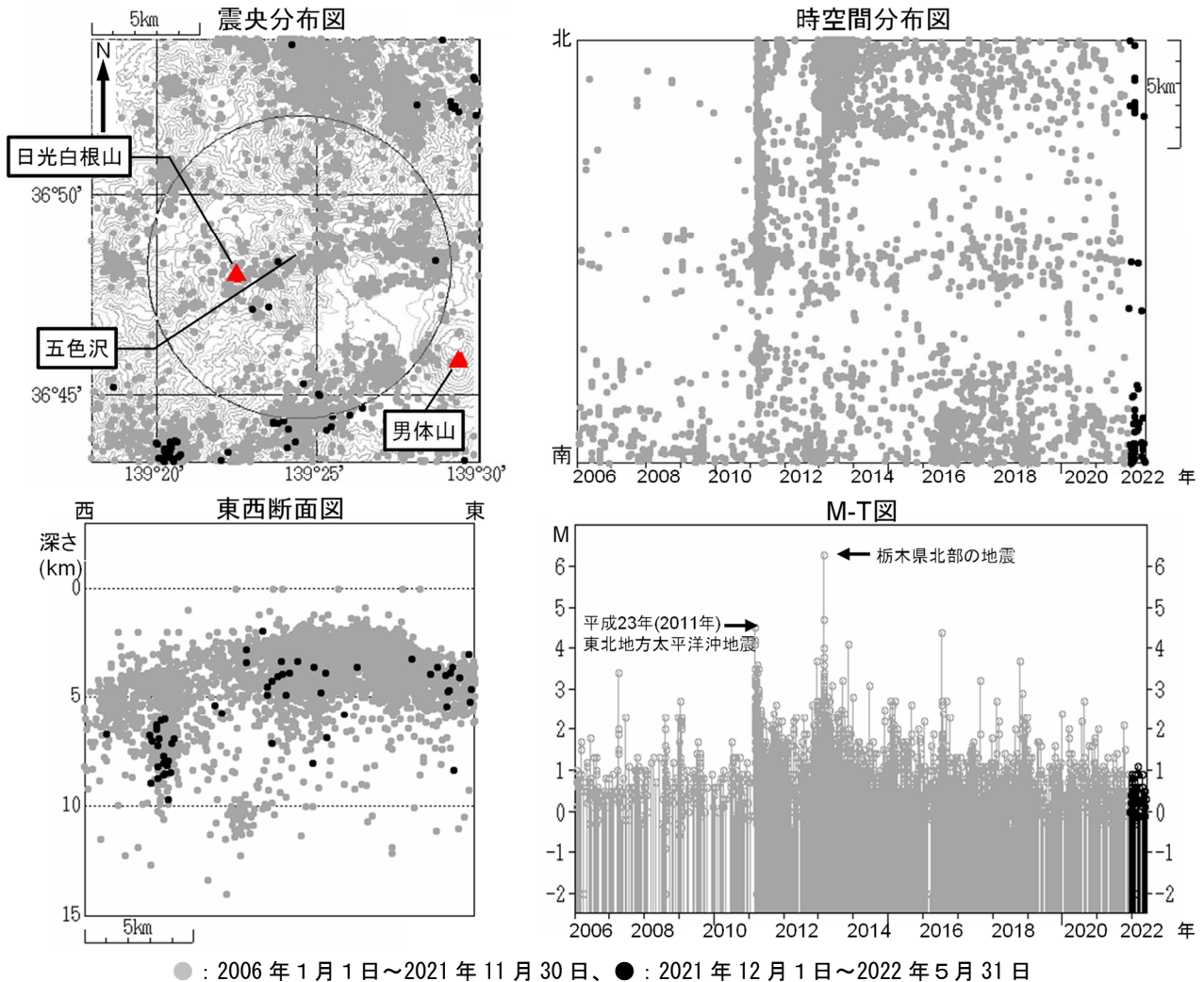


図 1 日光白根山 一元化震源による山体・周辺の地震活動

(2006 年 1 月 1 日～2022 年 5 月 31 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。

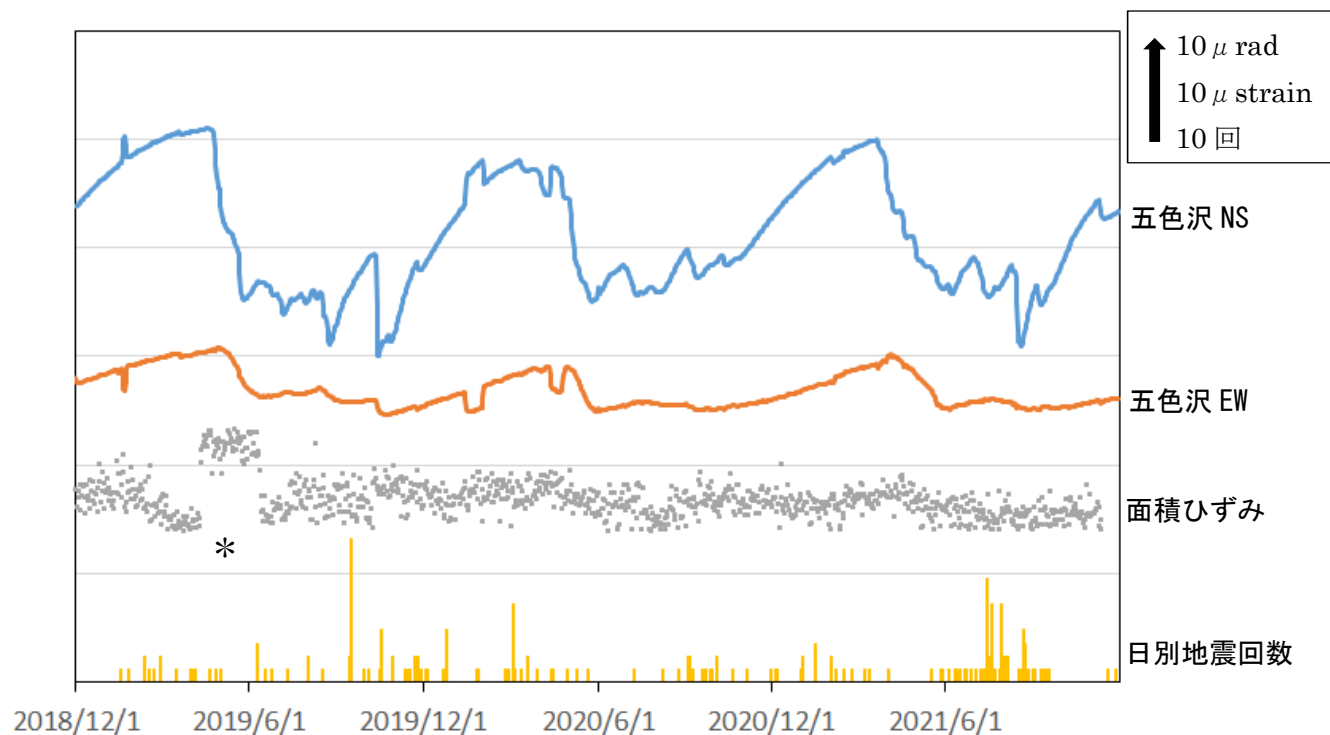


図 2 日光白根山 地殻変動の経過図 (2018 年 12 月 1 日～2021 年 5 月 31 日)

面積ひずみは、図 3 の栗山(国)–片品(国)–五色沢の 3 基線から算出。

* で示す面積ひずみの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。

- ・ 火山活動によるとみられる地殻変動は認められない。

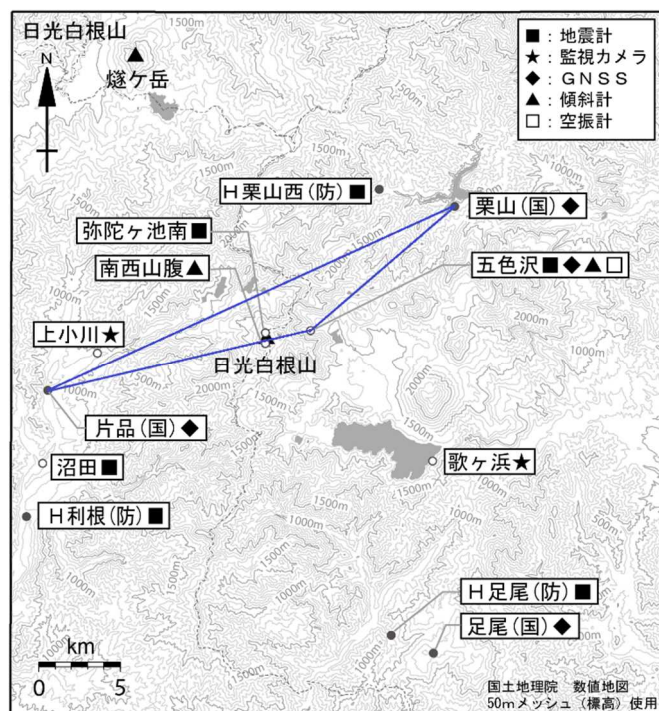


図 3 日光白根山 観測点配置図

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す。

(国) : 国土地理院、(防) : 防災科学技術研究所

草津白根山 (2021年12月～2022年5月)

白根山 (湯釜付近)

湯釜付近では、地震活動は低調な状態が続き、傾斜計にも明瞭な変動が認められないなど、2018年4月に活発化した浅部の火山活動は概ね低下している。しかし、地震活動は2018年4月の活発化前に比べて高い状態が続いており、湯釜湖水の成分分析からは湯釜への高温の火山性流体の供給に低下傾向が認められないなど、湯釜付近の浅部の熱水活動は継続していると考えられる。引き続き、火山活動の推移に注意する必要がある。

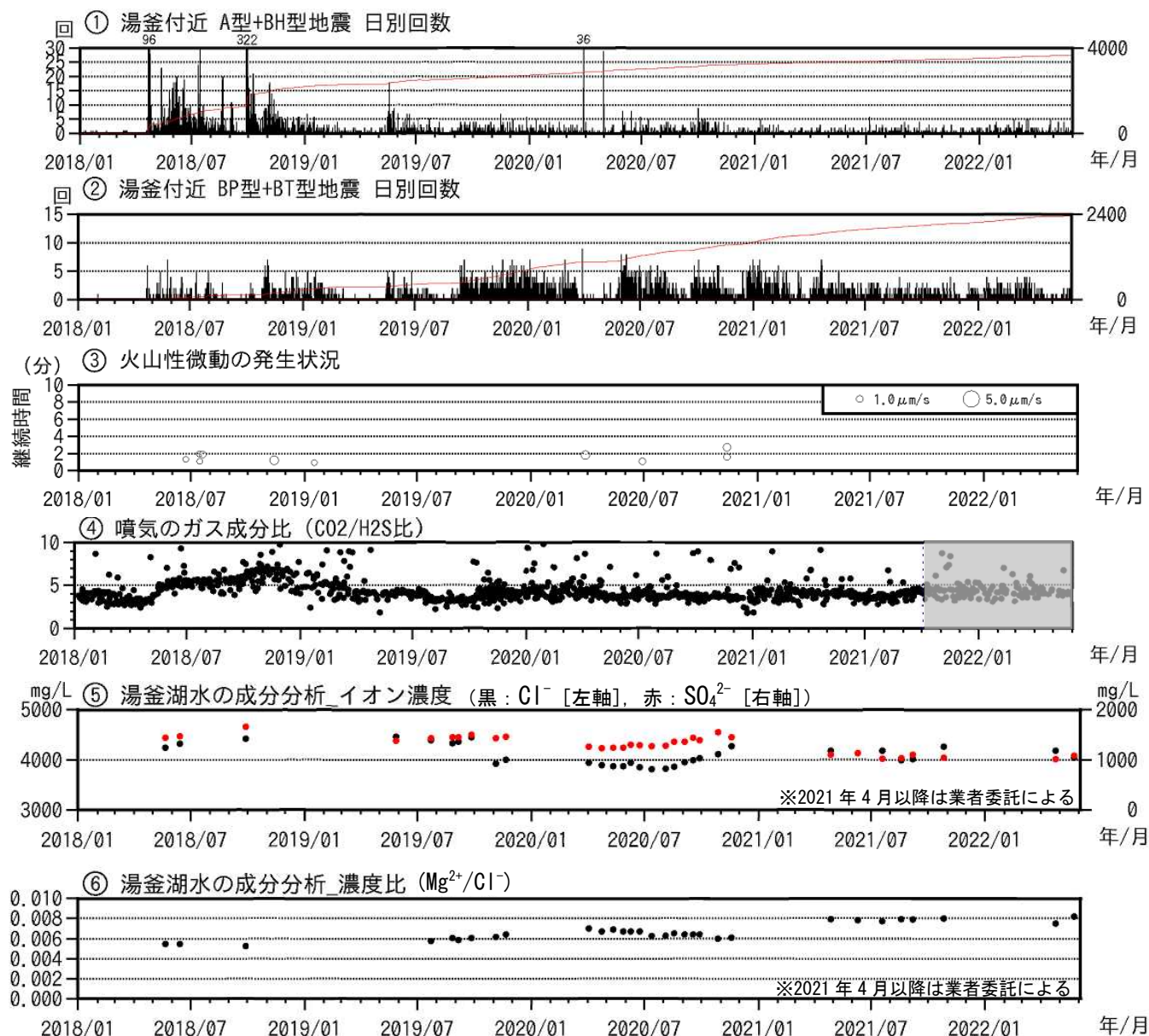


図1 草津白根山 (白根山 (湯釜付近)) 火山活動経過図 (2018年1月1日～2022年5月31日)

- ・湯釜付近の浅部の火山性地震は、概ね少ない状態で経過しているが、2018年4月の活発化前と比較すると、その頻度は高い。
- ・湯釜火口北側噴気地帯の火山ガス成分比 (CO₂/H₂S比、灰色で示す期間のデータについては、センサー感度変化に対する補正を未実施)、及び湯釜湖水の化学分析の結果 (Cl⁻, SO₄²⁻濃度、および Mg²⁺/Cl⁻比) に目立った変動はない。

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、噴気も認められておらず、火山活動は静穏な状態で経過している。なお、逢ノ峰付近では、以前と同様に時々地震が発生しており、引き続き今後の火山活動の推移に注意する必要がある。

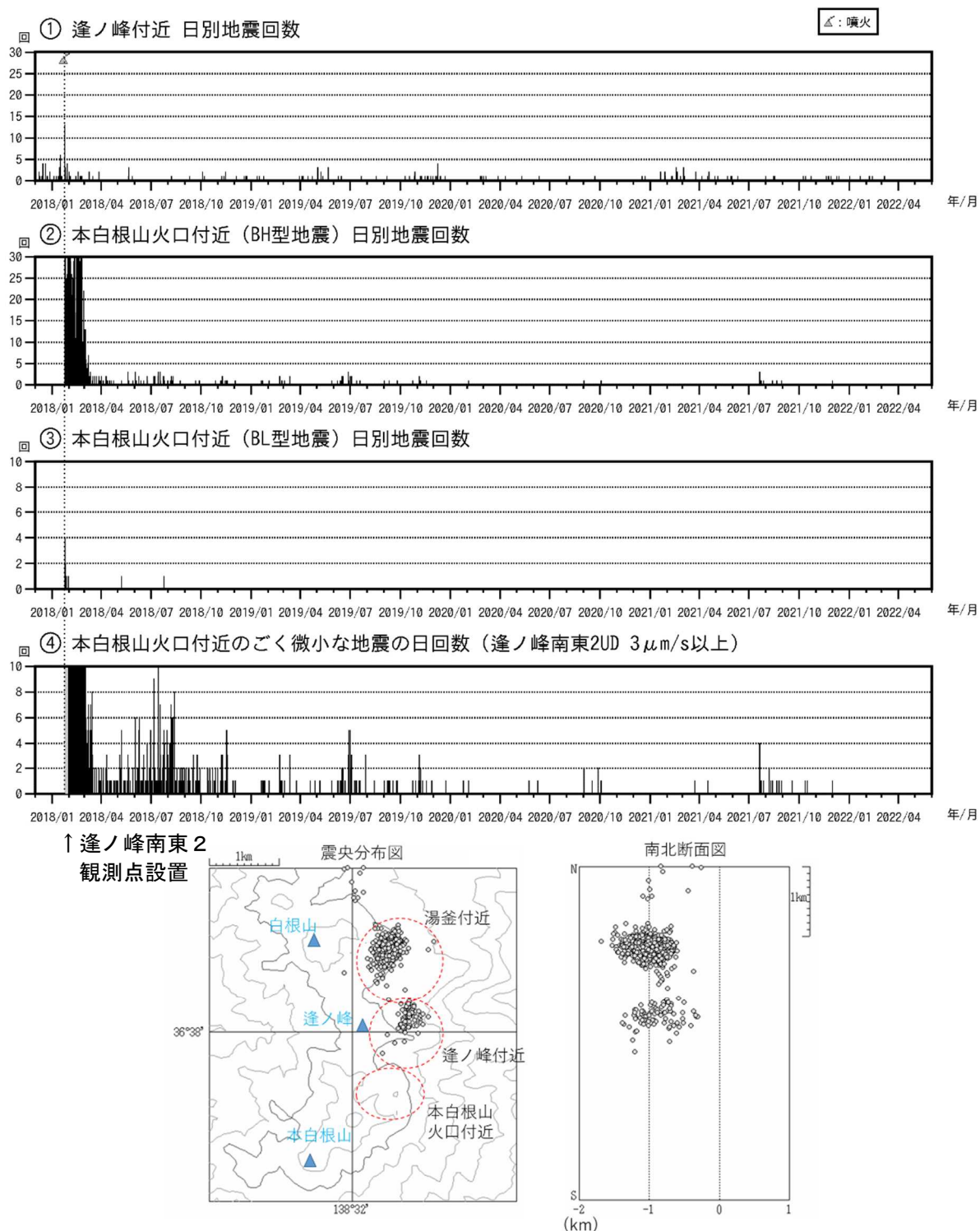


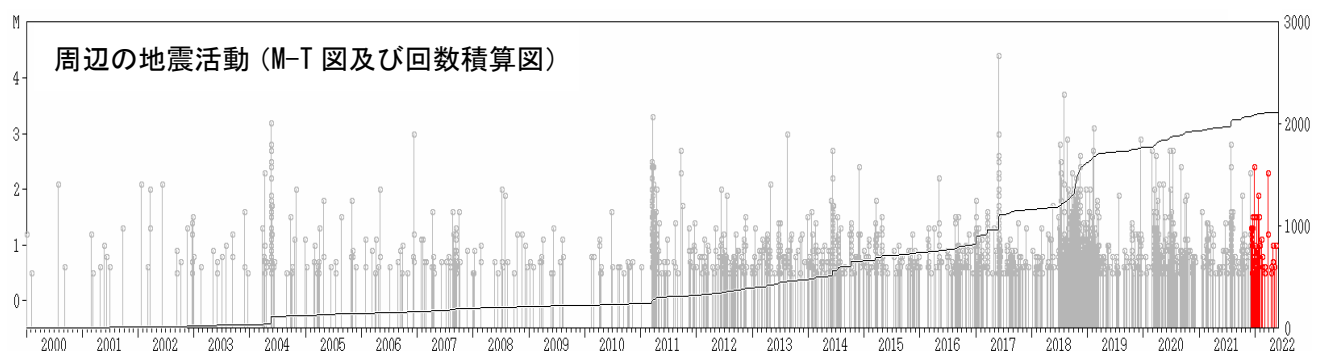
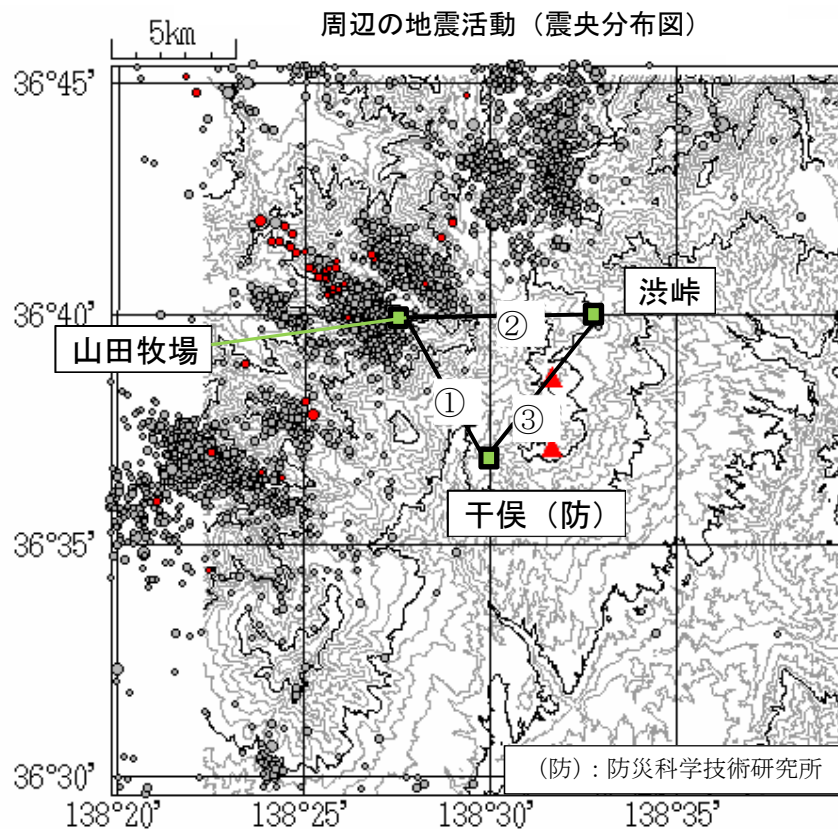
図2 草津白根山（本白根山） 火山性地震の活動経過（2017年12月1日～2022年5月31日）

- ・ 逢ノ峰付近を震源とする火山性地震は時々発生しているが、期間をとおして少ない状態で経過した。
- ・ 今期間、本白根山火口付近を震源とする火山性地震は観測されなかった。

草津白根山

草津白根山では、2014年や2018年に湯釜付近浅部への火山性流体の著しい供給の増加によると考えられる火山性地震の活発化と浅部の膨張などが観測され、2018年には本白根山で水蒸気噴火が発生した。広域の地殻変動観測によると、2014年から2015年頃にかけて急激な変動が起こり、しばらく停滞した後、2018年頃から緩やかな変動が継続しているとみられる。

このように草津白根山の火山活動は、短期的には活動の消長があるものの、中長期的には活発な状態が継続していると考えられ、今後も火山活動の推移に十分注意が必要である。



2021 年 12 月以降は赤でプロットしている
図中の GNSS 基線番号①～③は、図 4 の番号に対応する

図 3 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～2022 年 5 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。
- ・2017 年 5 月～6 月及び 2018 年 6 月～2019 年 4 月に周辺で地震活動の活発化がみられている。
- ・今期間、周辺で活発な地震活動はみられなかった。

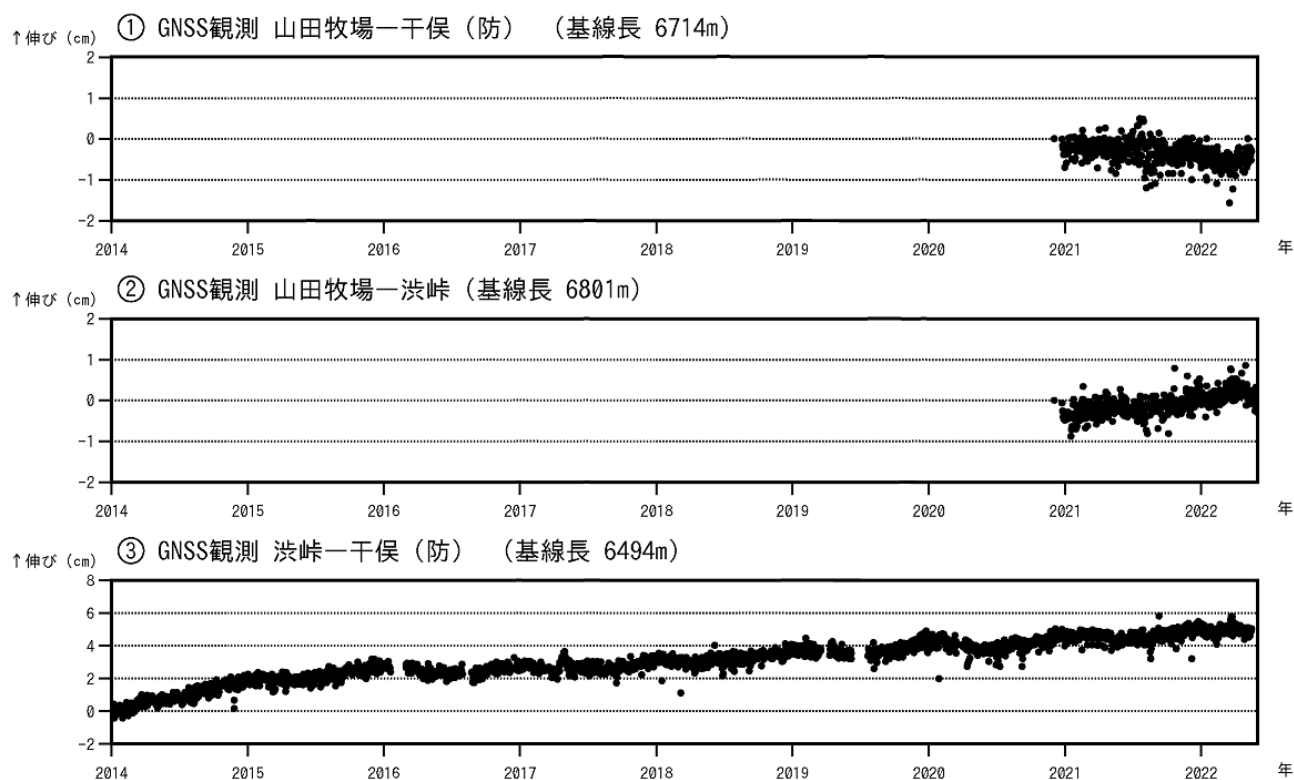


図 4 草津白根山 GNSS 連続観測の結果

- ・ 山田牧場観測点は 2021 年 12 月 25 日より観測を開始した。
- ・ 図中の①～③は、図 3 の①～③に対応する。
- ・ 今期間、地殻変動によるとみられる変動は認められない。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 草津白根山における 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 で撮像された草津白根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.
126-720 (SM1_U2-9)	北行	右	42. 9°	2021. 03. 12	2021. 12. 03	第 1 図

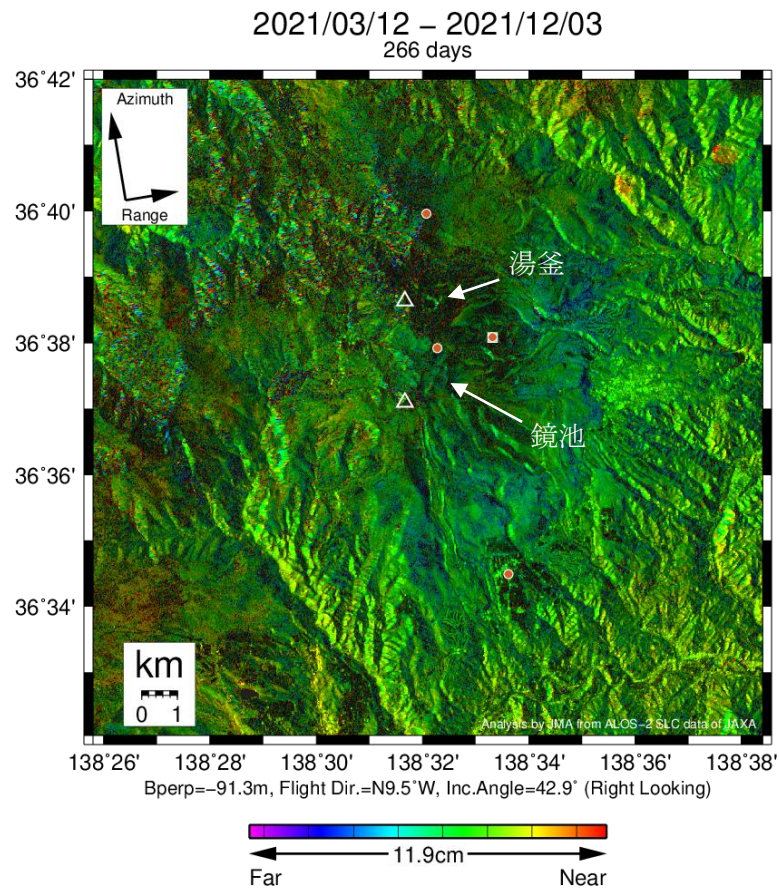
3. 解析結果

北行軌道の長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 草津白根山の干渉解析結果

パス 126 (SM1_U2-9) による草津白根山及び周辺の干渉解析結果

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。

湯釜湖水の化学組成 (2022 年 6 月 1 日観測)

2022 年 6 月 1 日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]。2022 年 6 月 1 日に採取された湖水の Mg/Cl 比は 0.0074 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 ₄ mg/L	Mg mg/L	Mg/Cl
2018/5/18	18.6	1.02	4.51	4220	1490	27.9	0.0066
2019/5/24	18.8	1.10	4.29	4270	1420	31.4	0.0074
2020/4/3	8.3	1.13	3.77	3790	1310	32.2	0.0085
2021/4/20	13.1	1.11	3.90	4080	1270	32.8	0.0080
2021/11/12	14.9	1.08	3.99	4280	1320	35.0	0.0082
2022/4/11	14.7	1.15	3.46	3620	1010	27.5	0.0076
2022/5/10	19.6	1.15	3.74	4000	1110	29.7	0.0074
2022/6/1	18.0	1.13	3.65	3960	1090	29.3	0.0074

分析値は今後変更する場合があります。

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, SO₄の分析にはイオンクロマトグラフ法(Thermo, Integrion), 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。

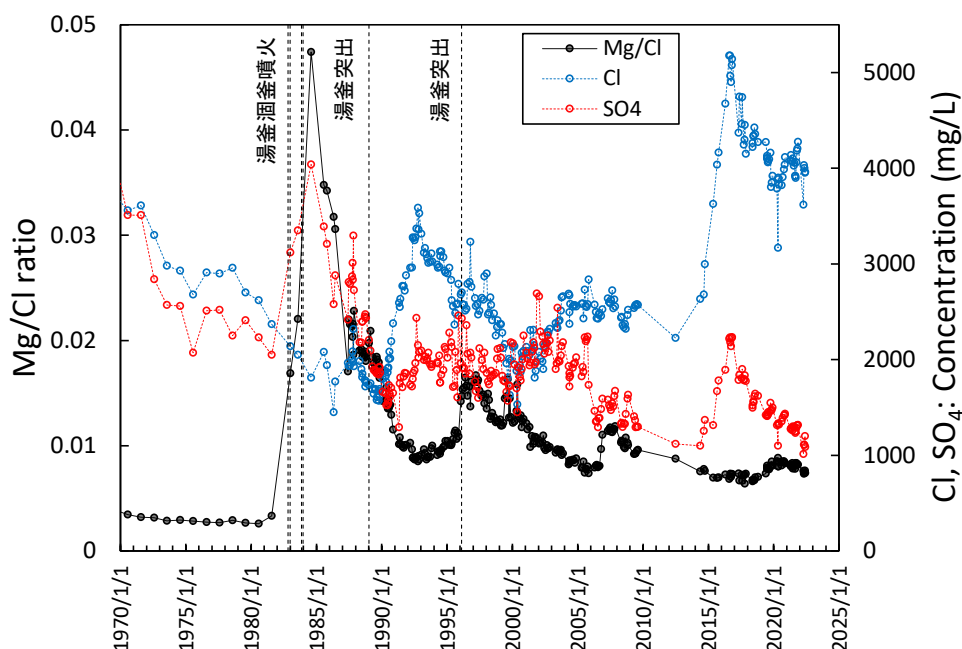


図 2. 湯釜の Cl, SO₄ 濃度, および Mg/Cl 比の変化 (2005 年以前は Ohba et al. [1])

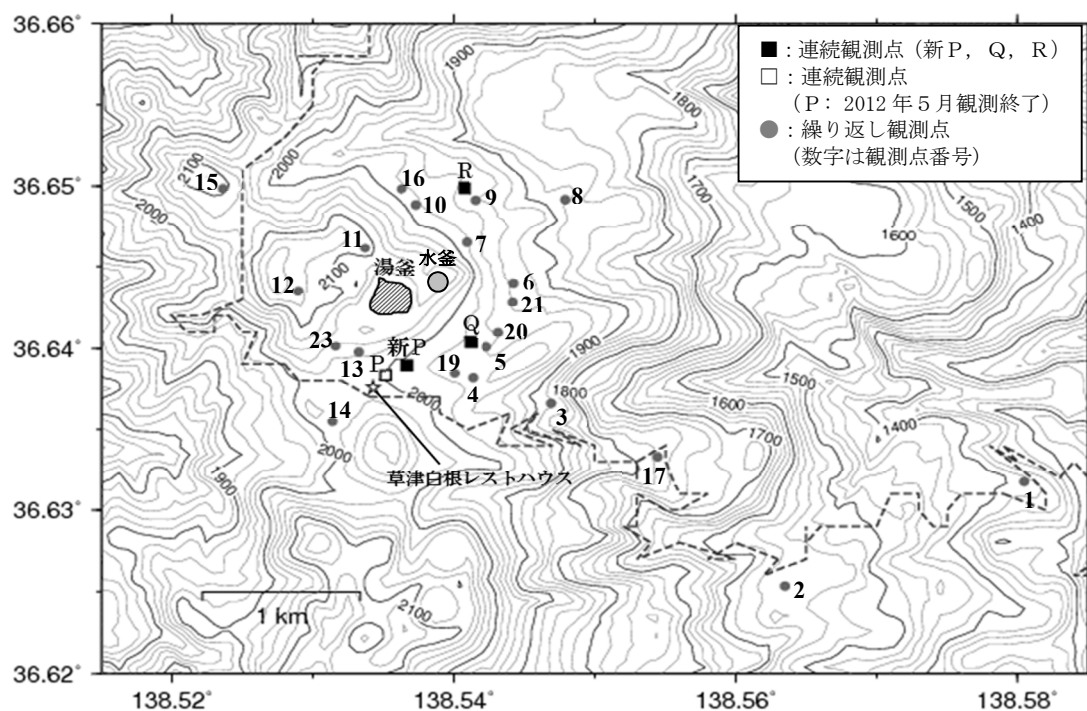
参考文献 [1] T. Ohba et al. (2008) JVGR, 178, 131-144. [2] M.Yaguchi et al. (2021) Front. Earth Sci., 9:741742.

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、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が観測された。それ以降、湯釜の南東の観測点で全磁力の減少が継続していると推測される。

白根山（湯釜付近）における 2018 年から 2022 年 6 月 14 日までの全磁力観測結果について報告する。

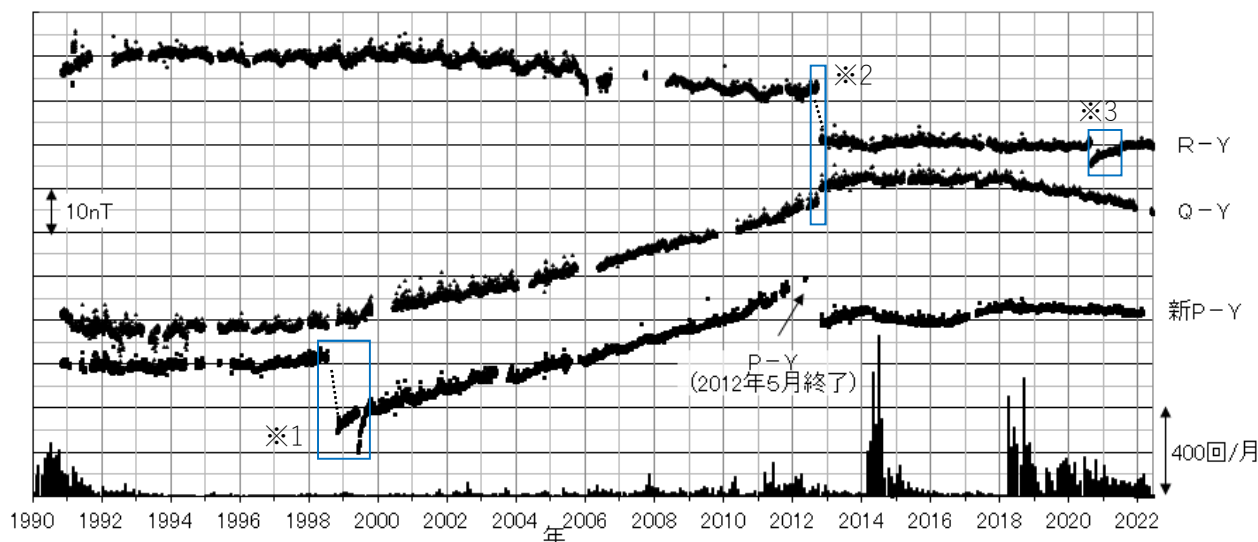
全磁力連続観測では、2018 年 4 月から 7 月にかけて、水釜付近地下の熱消磁を示唆する全磁力変化（新 P 点および Q 点で減少、R 点で増加）が観測された。それ以降は湯釜の南東の観測点（Q 点）については全磁力の減少が継続していると推測される（図 2～図 4 参照）。



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。また、道路（破線）の記載には「国土数値情報（道路データ）国土交通省」を使用した。

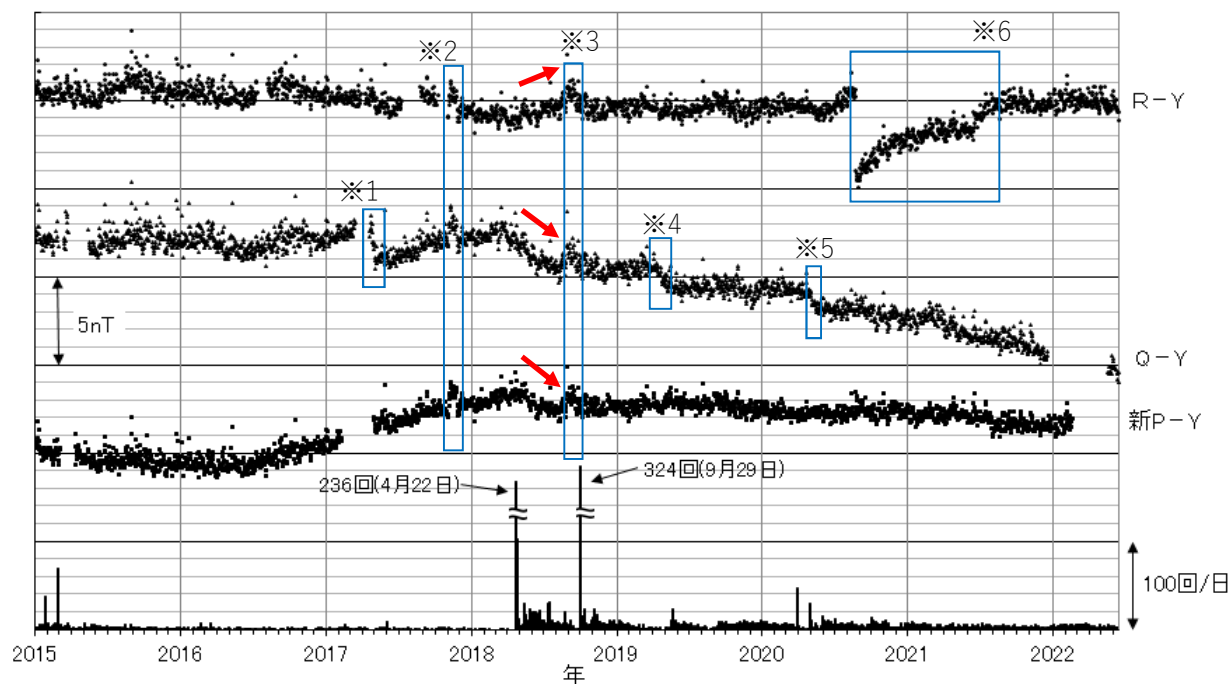
【謝辞】本資料の作成に当たっては、東京大学地震研究所共同利用(2022-D-14)における八ヶ岳地球電磁気観測所の全磁力データの提供を受けた。



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～2022 年 6 月 14 日）

連続観測点 P、Q、R および新 P におけるハ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）。

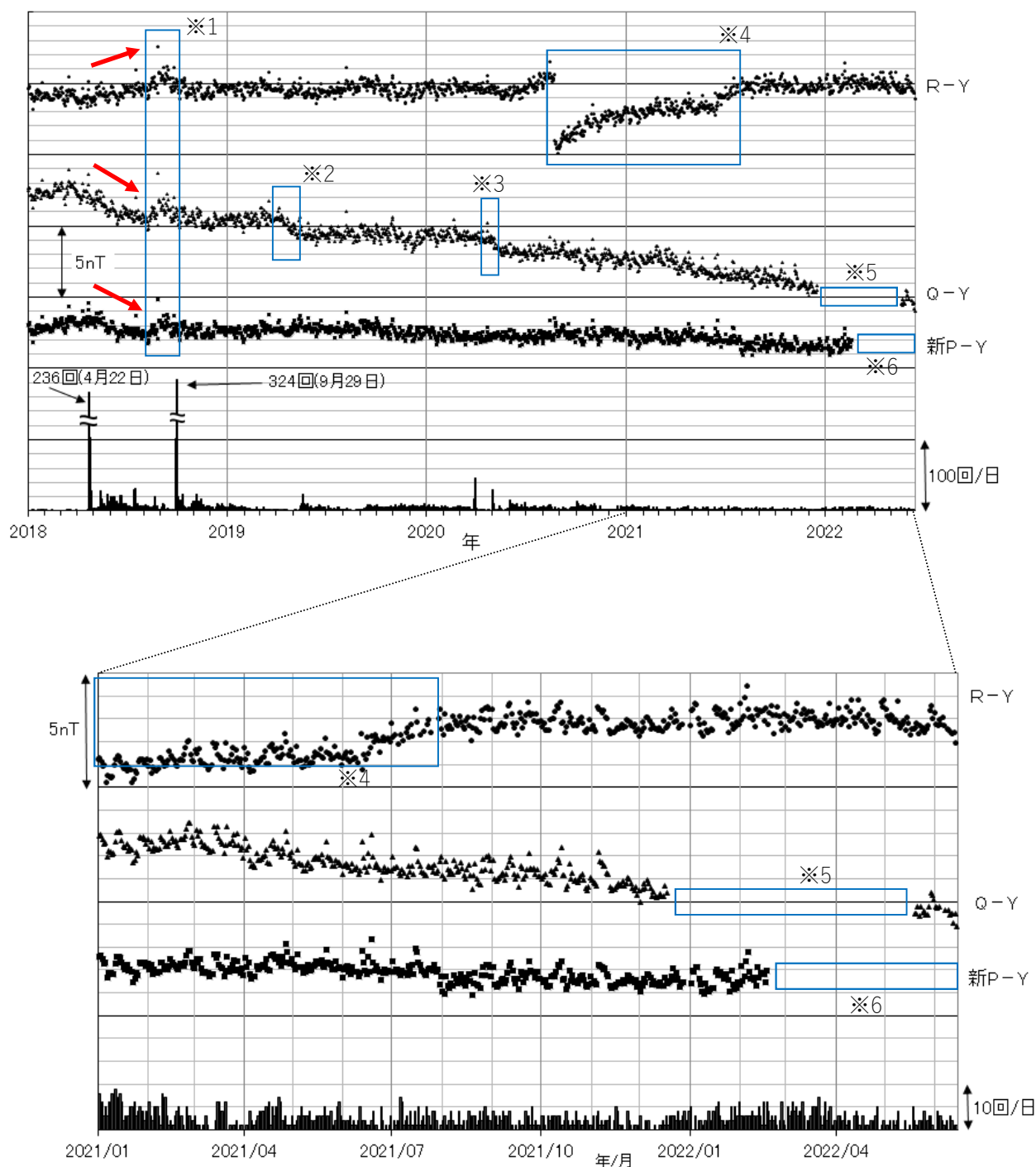
（※1）、（※3）落雷によるステップ状の変化とその後の余効変動を含む、（※2）更新工事に伴う変化



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～2022 年 6 月 14 日）

連続観測点 Q、R および新 P におけるハ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）ハ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 点での原因不明の変化、（※5）2020 年 5 月 3 日の Q 点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

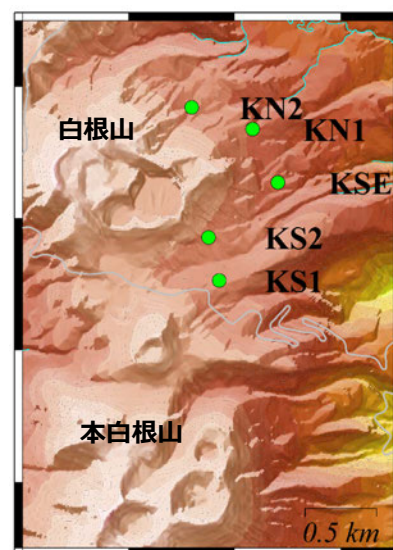
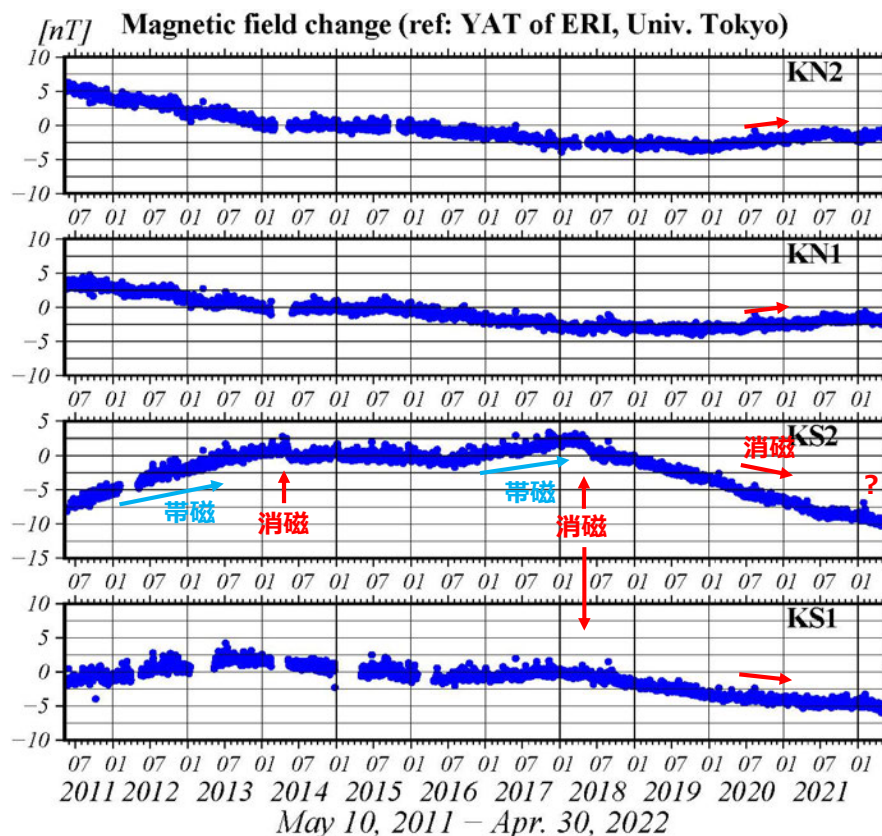


第 4 図 白根山（湯釜付近）における全磁力連続観測結果（2018 年 1 月～2022 年 6 月 14 日）
とその拡大図（2021 年 1 月～2022 年 6 月 14 日）

連続観測点 Q、R および新 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。

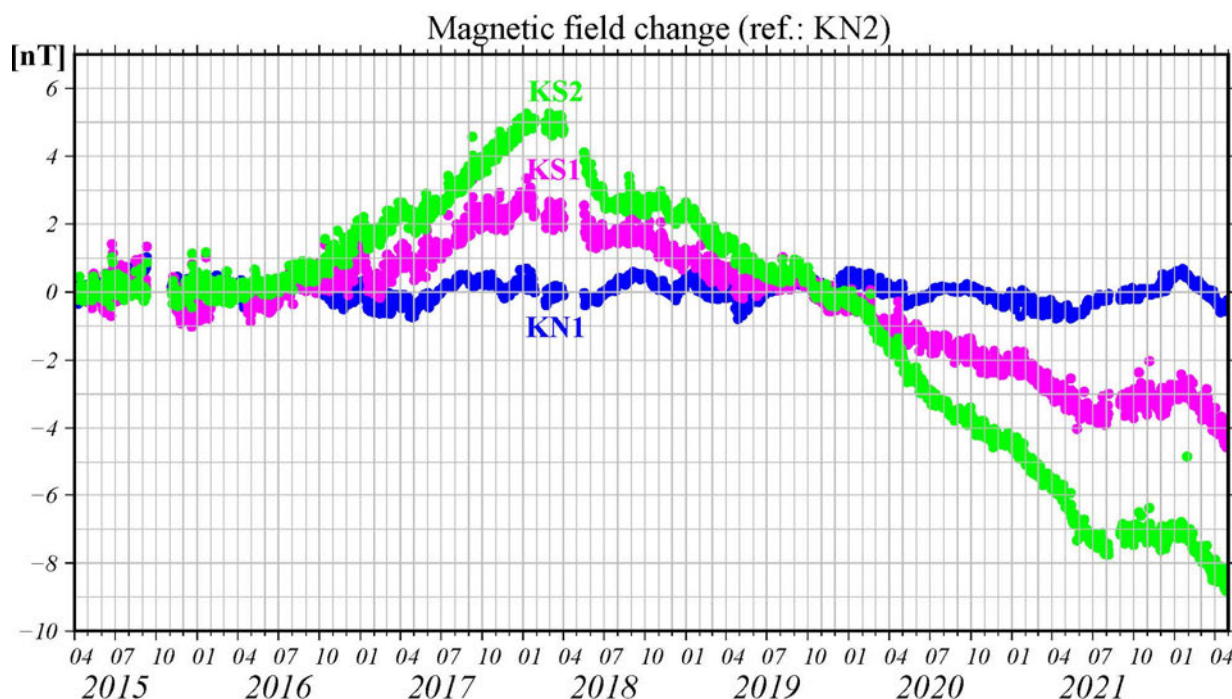
- （※1）2018 年 8 月～9 月に発生した磁気嵐によると考えられる変化、 （※2）2019 年 4 月中旬～5 月上旬の Q 点での原因不明の変化
（※3）2020 年 5 月 3 日の Q 点での原因不明の変化 （※4）落雷によるステップ状の変化とその後の余効変動を含む
（※5）2021 年 12 月 18 日～2022 年 5 月 18 日機器障害による欠測 （※6）2022 年 2 月 18 日から機器障害により欠測中

八ヶ岳に対する草津白根山周辺の地磁気変化（2011年5月～2022年4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が、2022年以降再び変動している。

KN2に対する他3観測点の地磁気変化（2015年4月～2022年4月）



一番北にあるKN2を基準にした変動を見ると、南側の2点は2021年7月頃を境に消磁から帯磁への変化が見て取れる。北側のKN1でも南側の観測点と同じ傾向を示しているが、1nT以下の年周変動の範囲内で変動であるため、今後の推移をみる必要がある。

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圧力源とする緩やかな地殻変動（第2期）は、消長しつつも現在は不明瞭である。

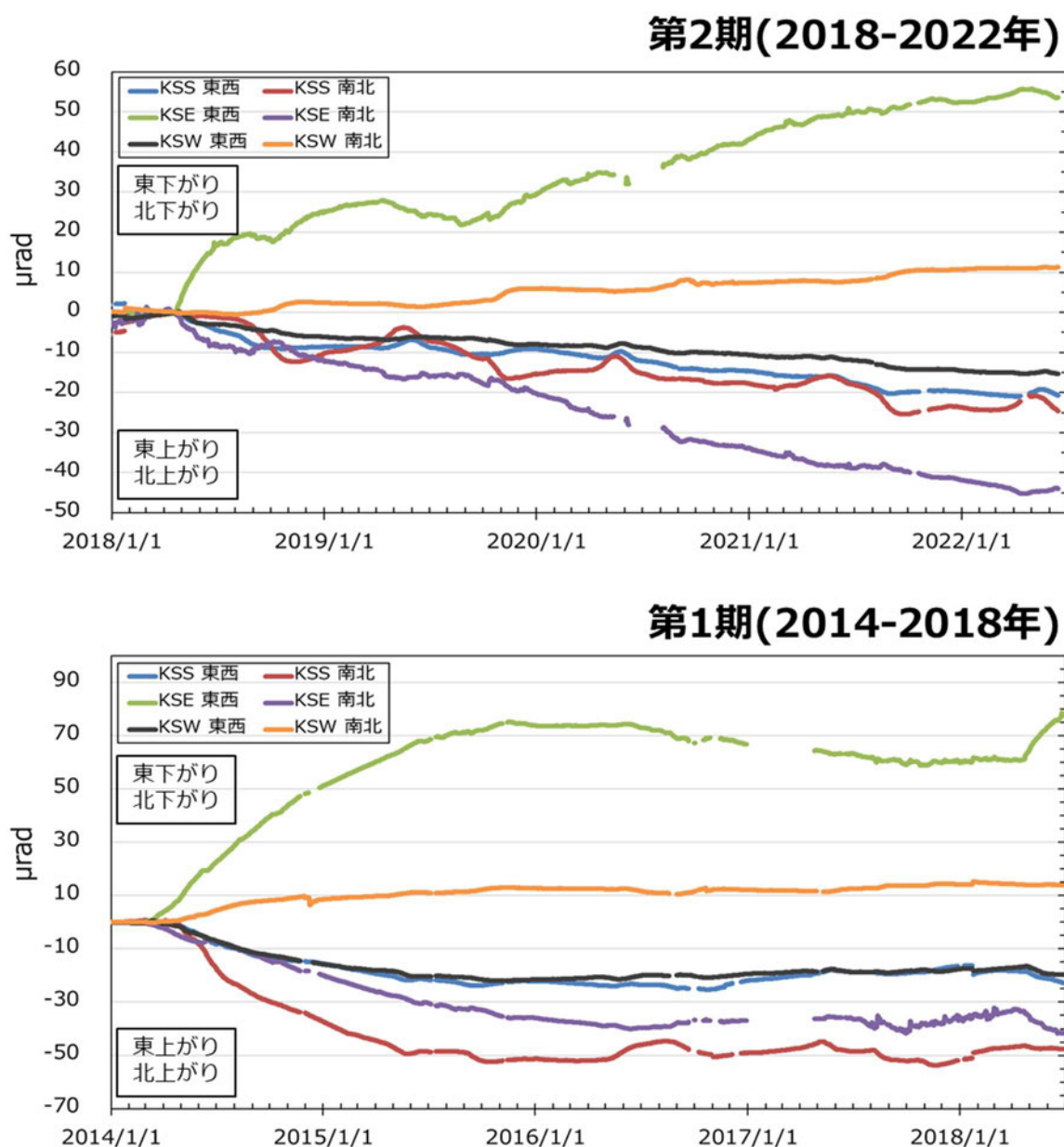


図1. (上) 2018年1月1日～2022年6月15日, (下) 2014年1月1日～2018年7月1日の, それぞれ約4年半の傾斜変動. ここに示したデータは東工大ボアホール型傾斜計3点で, 季節変動・気圧応答・地震や機器障害によるステップ・潮汐を経験的に補正したもの. 縦軸の幅が異なることに注意. 傾斜変動を2014-2016年の第1期, 2018-2020年の第2期に分けて考えると, どちらも大局的には水釜直下の海拔1,000m前後における, 概ね等方的かつ緩やかな圧力増加が進行したものと理解できる.

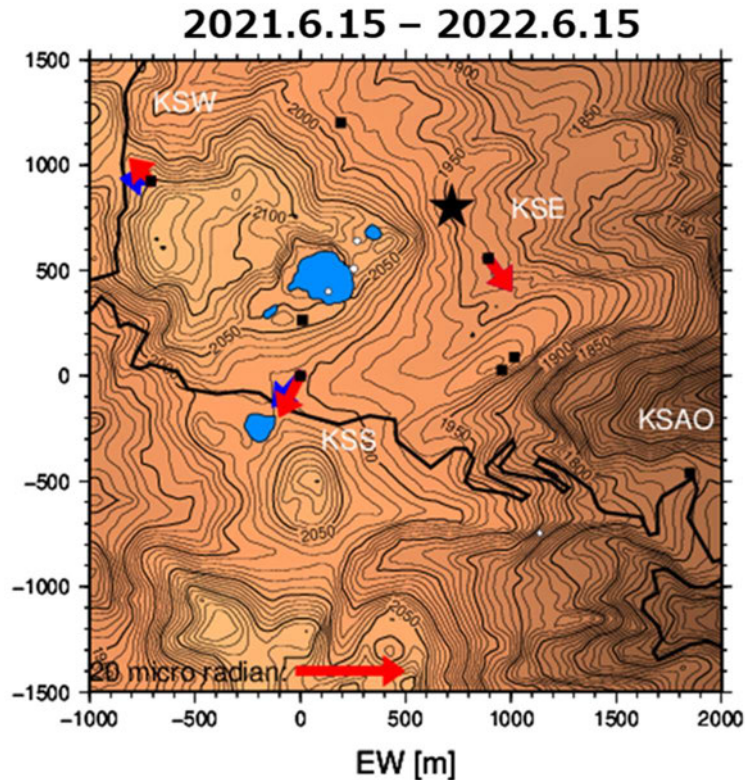


図2. 過去1年間（2021/6/15-2022/6/15）の累積傾斜. 概ね湯釜浅部を圧力源とする変動と考えられ、下図の2018年以降累計と比較して、過去1年間の変動は小さくなっている.

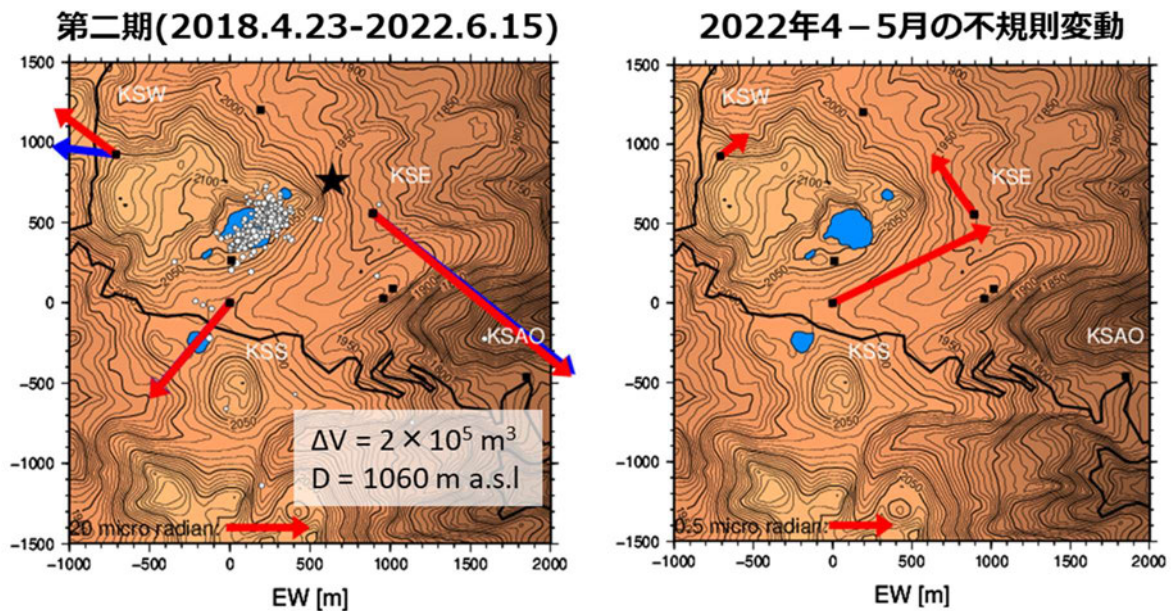


図3. 長期間に対する力源モデル. 等方力源を仮定し、その位置および膨張体積をグリッドサーチで求めた. (左) 第二期2018/4/23-2021/6/7¹, 震源はMが-1より大きなイベントのみ表示. (右) 2022年4-5月に一時的に認められた不規則な傾斜変動. 各点の傾斜変動のセンスは例年の季節変動に矛盾なく、火山活動を反映したものではないと考えられる.

¹ 第1期（2014/1/1-2016/1/1）の圧力源も水釜付近（Terada et al., 2021），等方力源を仮定すると体積増加量 $\Delta V = 3 \times 10^5 \text{ m}^3$, $D = 1,000 \text{ m a.s.l.}$ である（149回予知連絡資料・等）.

草津白根火山・湯釜火口湖の水温変動

年周の変動に対応する水温の上下が継続している。ただし、2021年に発生した機器障害（欠測期間）後の水温変動については、後日、測定信頼性の評価を行う。

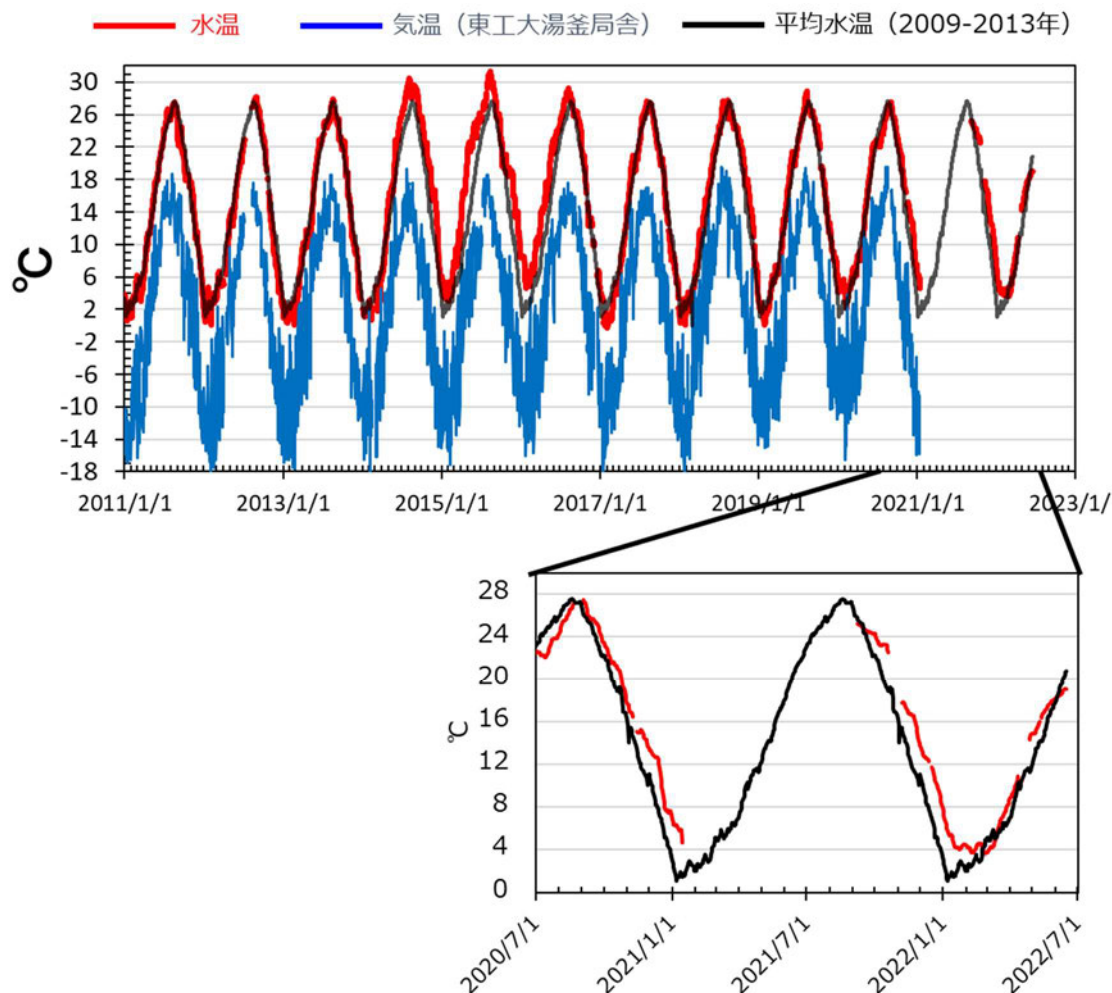


図1. 湯釜湖水温度変化. 近年使用していた水温計は、2019年台風19号の通過時に故障した。そのため、2019年10月15日以降は、2016年にほぼ同一場所に設置した水温計を参照している。新センサの出力値は、旧センサと比べて平均0.3℃低いことに注意が必要である（2017年1月1日から2019年10月12日までの日平均値に基づく）。また、2021年1-8月は機器障害により欠測している。2020年秋、および2021年10月以降は、水温が平年値よりもやや高い。この変動は湖水化学成分の増加（気象研・他、予知連資料）と時期的に一致しているものの、機器障害の可能性は排除できず、詳細は検討中である。

湖底噴出している流体の濃度推定, および湖水濃度予測

湖水 Cl 濃度の時系列データから, 湖底から噴出している流体の Cl 濃度変動を推定した (Terada et al., 2021). 2022 年の湖底流体濃度は, 概ね静穏期に相当する 2,900 ppm 前後と計算される. この状態が継続すると, 本年 2022 年 11 月頃の湖水 Cl 濃度は 3,800 ppm 前後へ低下すると予測される.

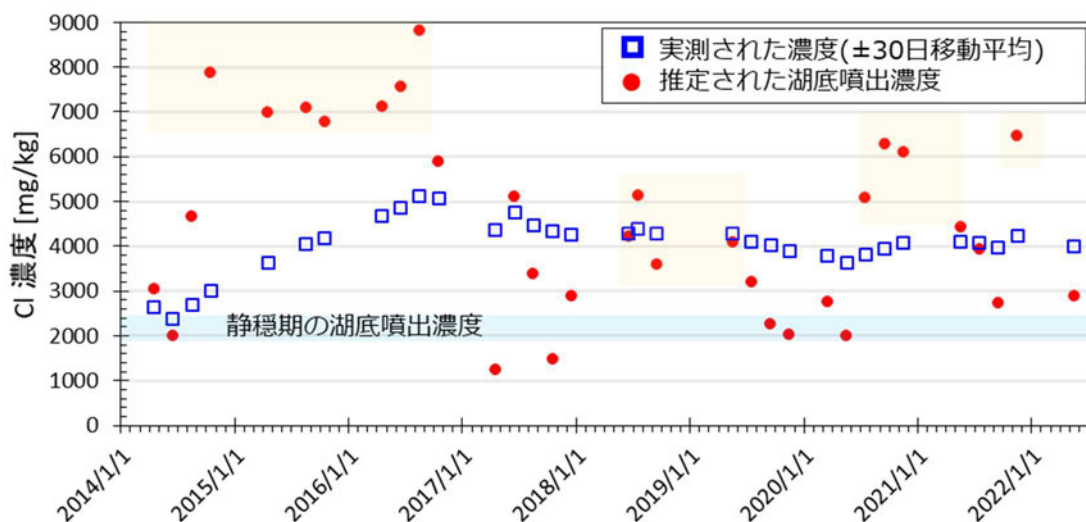


図1. 2014～2021年の湖水 Cl 濃度(気象研・他, 予知連資料)を用いて逐次計算した平衡 Cl 濃度(≡湖底から噴出する流体の Cl 濃度). 黄色ハッチで示す高濃度期が繰り返し現れている. 青色ハッチは, 2014 年の活発化直前における湖水濃度で, 静穏期における湖底噴出流体の Cl 濃度に相当すると考えられる.

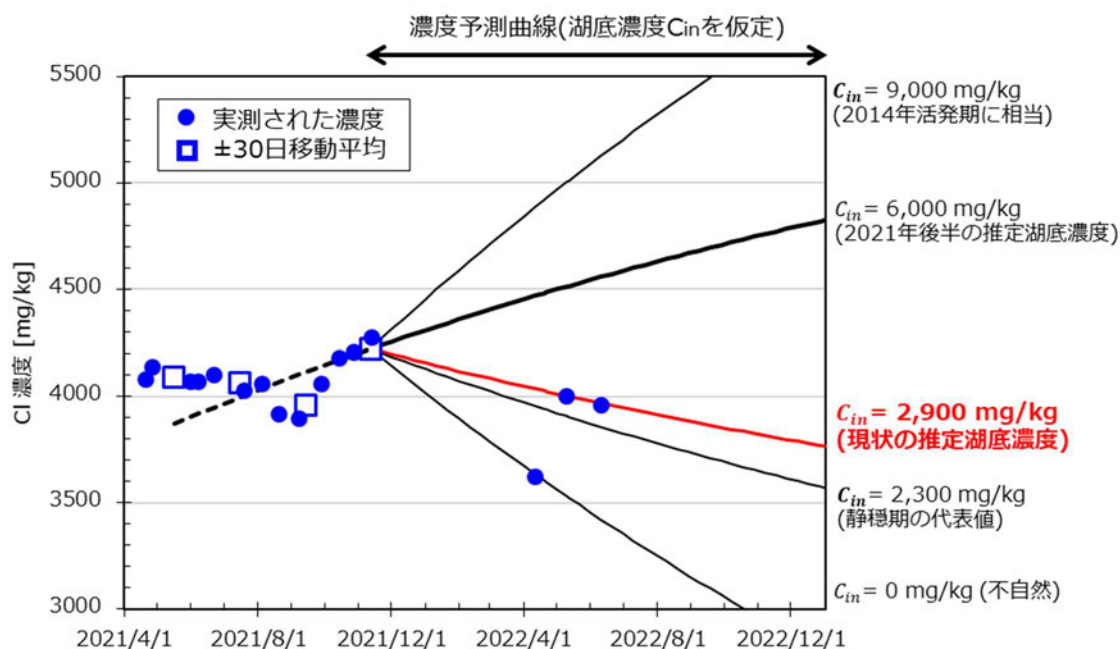
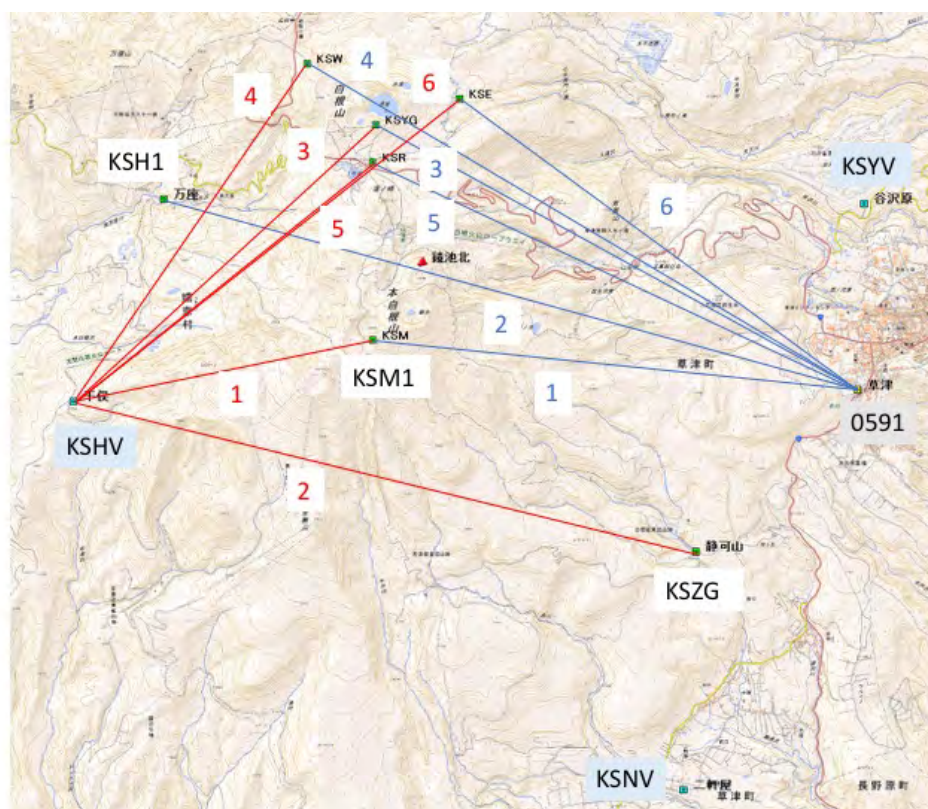


図2. Cl 濃度予測曲線. 現状, 湖底から噴出する流体濃度を 2,900 ppm と仮定した場合の曲線に測定値(青丸)がのっている. 湖底噴出流体の Cl 濃度を 0 (=純水, 不自然な仮定), 2,300 (=静穏期), および 9,000 ppm (=2014 年活発期) とした場合の計算例も併せて示す.

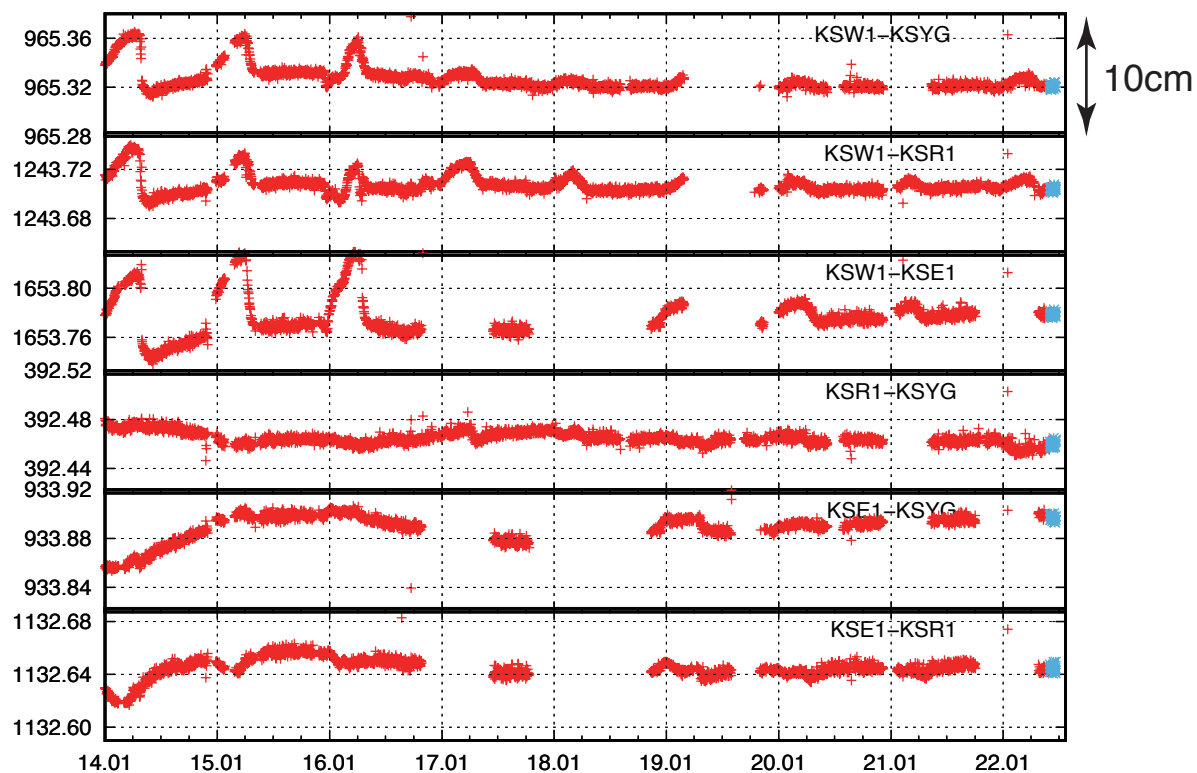
草津白根山および周辺域におけるGNSS観測

本期間、火山活動にともなう地殻変動は検出されていない

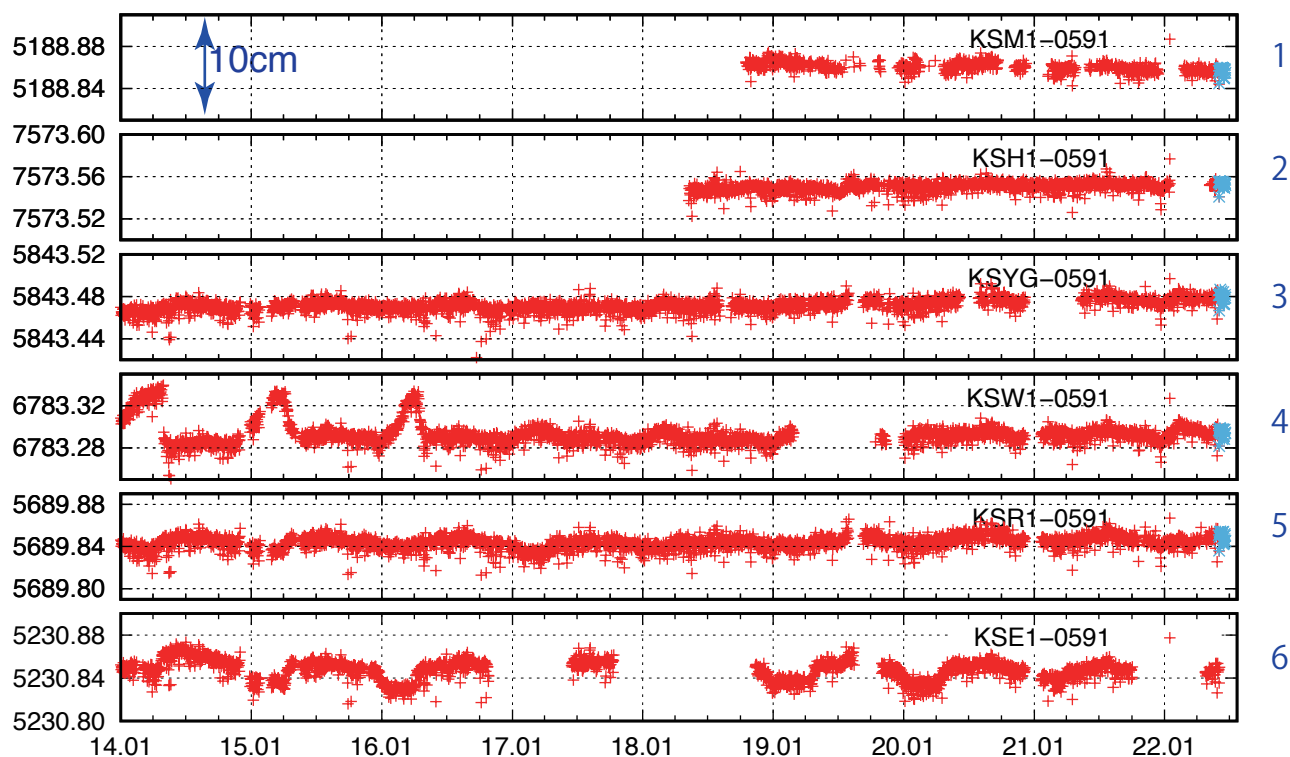


GNSS 連続観測点、基線の分布

国土地理院地形図およびカシミール3Dを用いて作図

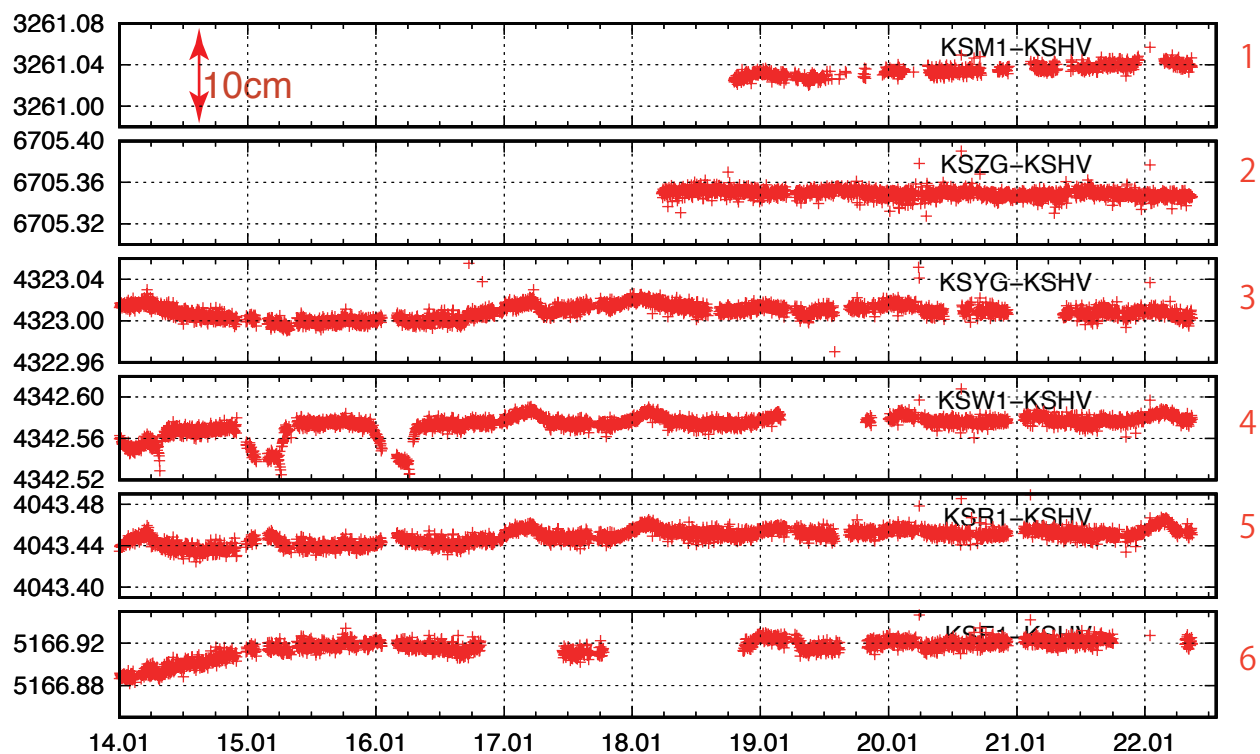


湯釜近傍観測点間の基線長変化 (2014.1.1~2022.6.22)



国土地理院・草津 (960591) に対する基線長変化 (2014.1.1~2022.6.22)

GEONET データを利用した



防災科技研・干俣 (KSHV) に対する基線長変化 (2014.1.1~2022.6.2)

V-NET データを利用した

比抵抗構造から推定される草津白根山のマグマ熱水系

草津白根山のマグマの位置やその上部に発達する熱水系の分布を推定するため、草津白根山から概ね半径 10 km 圏内で比抵抗構造調査を行った結果、草津白根山広域の深さ 10 km 程度までの 3 次元比抵抗構造モデルを推定することに成功した (Matsunaga et al., 2022)。地震活動や地盤変動源などとの対比から、海拔下 0～4 km に見つかった低比抵抗領域は塩濃度の高い火山性流体に富む領域であると解釈され、その直下に 2014 年の火山活動活発化の際に観測された膨張源があることから、海

抜下 5 km 以深のやや低比抵抗の領域は、活動的なマグマを含む部分熔融した領域であると解釈した。また、火山性流体に富む低比抵抗領域の上部付近には脆性－塑性境界に対応するシーリングゾーンの存在も示唆された。草津白根山のマグマ熱水系の全貌が初めて明らかとなった。

参考文献：

Matsunaga et al. (2022) J. Volcanol. Geothermal Res., doi:10.1016/j.jvolgeores.2022.107600.

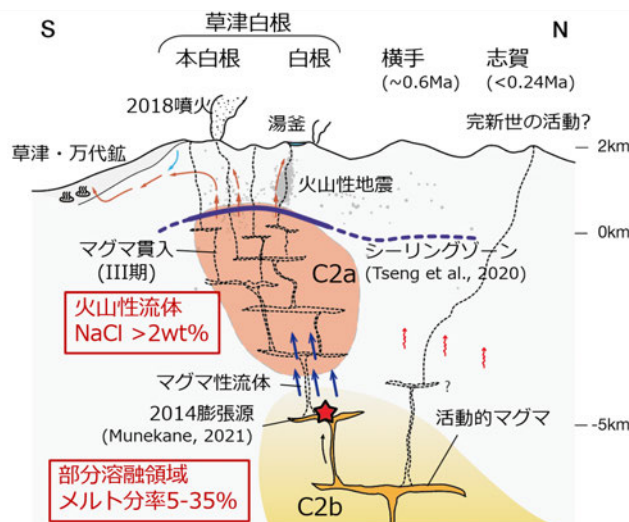


図 1：推定された草津白根山のマグマ熱水系。

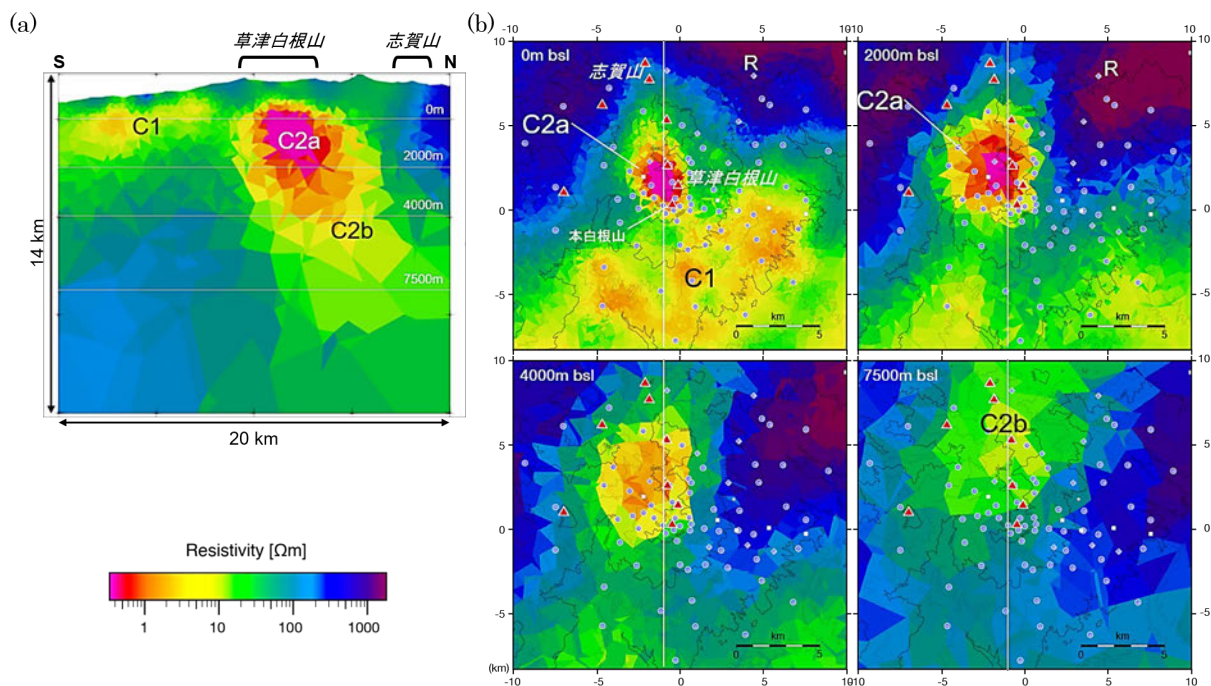


図 2：草津白根火山の 3 次元比抵抗構造モデル。(a) 草津白根山山頂域を通る南北断面図。(b) 海拔下 0 m, 2000 m, 4000 m, 7500 m における水平断面図。

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 ^3He 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 $^3\text{He}/^4\text{He}$ がやや低く、相対的に ^4He 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 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が観測されており、とくに北側噴気では 2019 年の秋以降にも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。 ^3He 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、 ^4He 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^[1]。

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遊離ガスを採取し、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比と、ヘリウムとネオン濃度の比 ($^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ 比) を希ガス質量分析計^[2, 3]を用いて測定した。

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^[4]あるいは 2001 年^[5]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る (7.7~8.0 R_A)。湯釜周辺では 2018 年 5 月以降、マグマ起源物質の関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。

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。

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。1994 年の報告値 (6.4 R_A) は 2014 年 10 月~2018 年 2 月の範囲 (6.5~6.9 R_A) に入るが、2001 年には高い値 (7.7 R_A) も報告されている。

万座湯畑でも同様に精度のよい測定結果は得られておらず測定点も少ないものの、2018 年 5 月と 6 月には 2001 年の報告値 (7.0 R_A) に近い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比 (6.8~6.9 R_A) が観測されていた。しかし 7 月と 10 月にはやや高い値 (7.5~7.7 R_A) が観測されている。

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、本白根山の噴火に応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、 ^4He 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 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が観測されている。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る可能性が考えられる。全体的に 2018 年 9 月以降にマグマ起源成分の寄与率はやや下がったように見えるものの、2017 年以前と比較して $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比は依然として高い。また北側噴気では 2019 年 10 月からマグマ起源成分の寄与率が再び高まり、2021 年現在もその傾向が続いていることから、今後も注意深く観測を継続する必要がある。

[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。

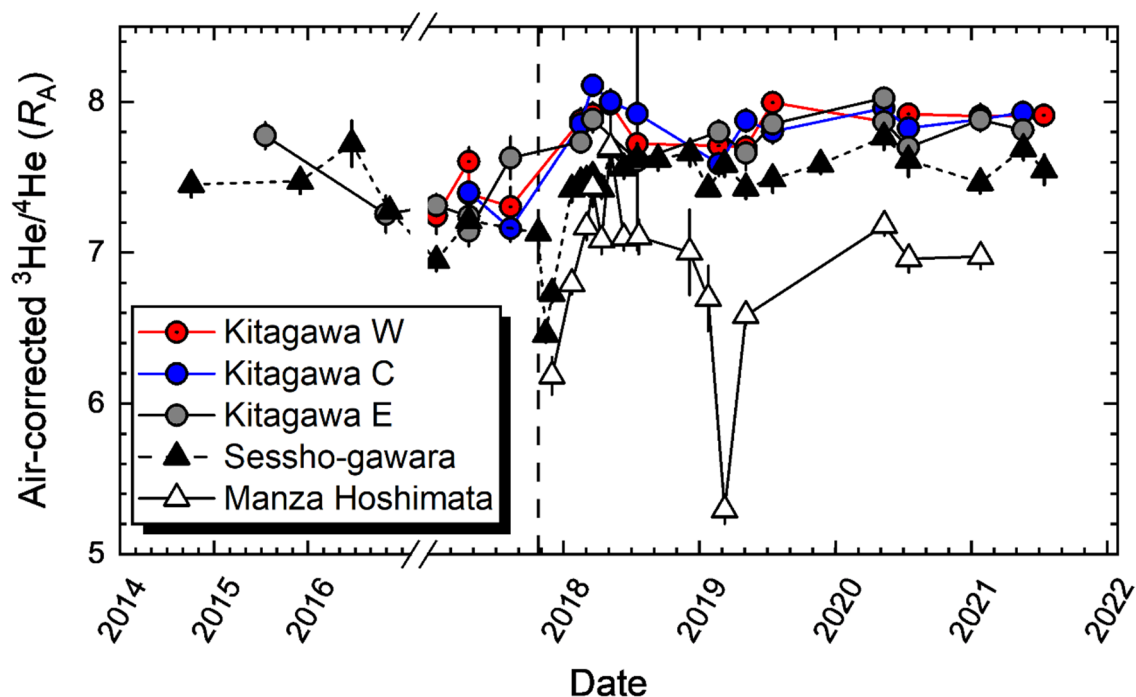


図 2. 北側噴気地帯の 3 噴気孔（西：W、中央：C、東：E）、殺生河原噴気、万座干俣噴気の 2014 年 10 月～2021 年 10 月の $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比（大気ヘリウムの混入は補正済み）。誤差は 1σ で、測定誤差と大気ヘリウム混入の補正に伴う誤差を含む。縦の破線は 2018 年 1 月 23 日の本白根山の水蒸気噴火を示す。

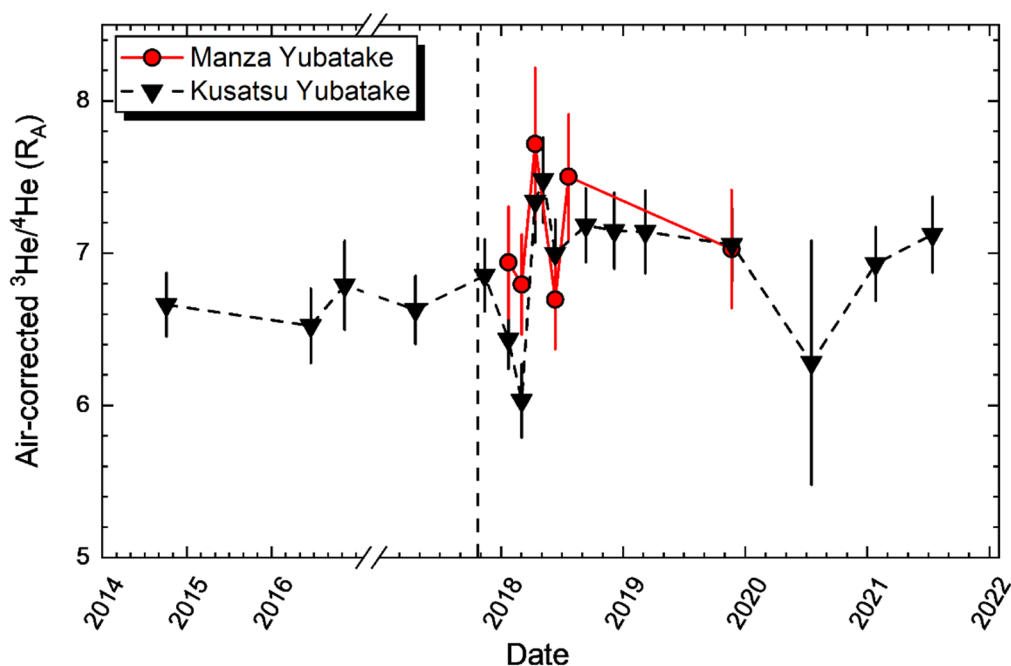
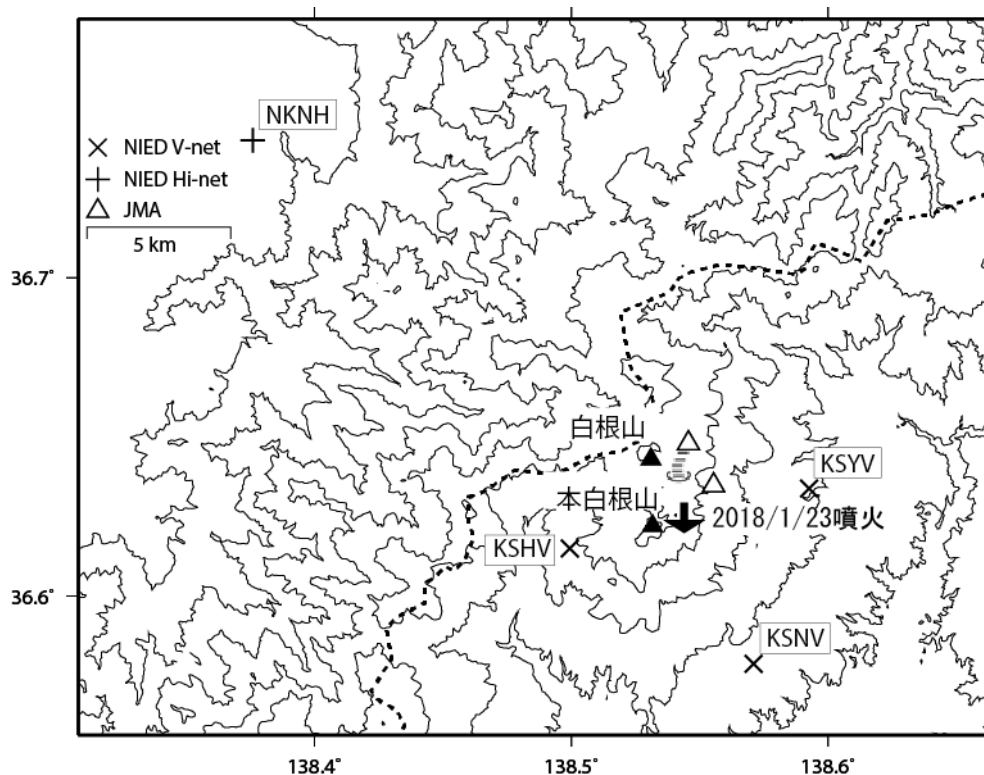


図 3. 草津湯畑温泉と万座湯畑温泉の 2014 年 10 月～2021 年 10 月の $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比（大気ヘリウムの混入は補正済み）。誤差は 1σ で、測定誤差と大気ヘリウム混入の補正に伴う誤差を含む。縦の破線は 2018 年 1 月 23 日の本白根山の水蒸気噴火を示す。

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。

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

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

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

資料概要

○ 地殻変動

図 1 は傾斜計設置以降の変動記録、図 2 は GNSS の解析結果である。KSHV と KSNV に西下がりの傾斜変動がみられるが、火山活動との関連は不明である。

草津白根山の傾斜変動 (2012/4/1~2022/5/31)

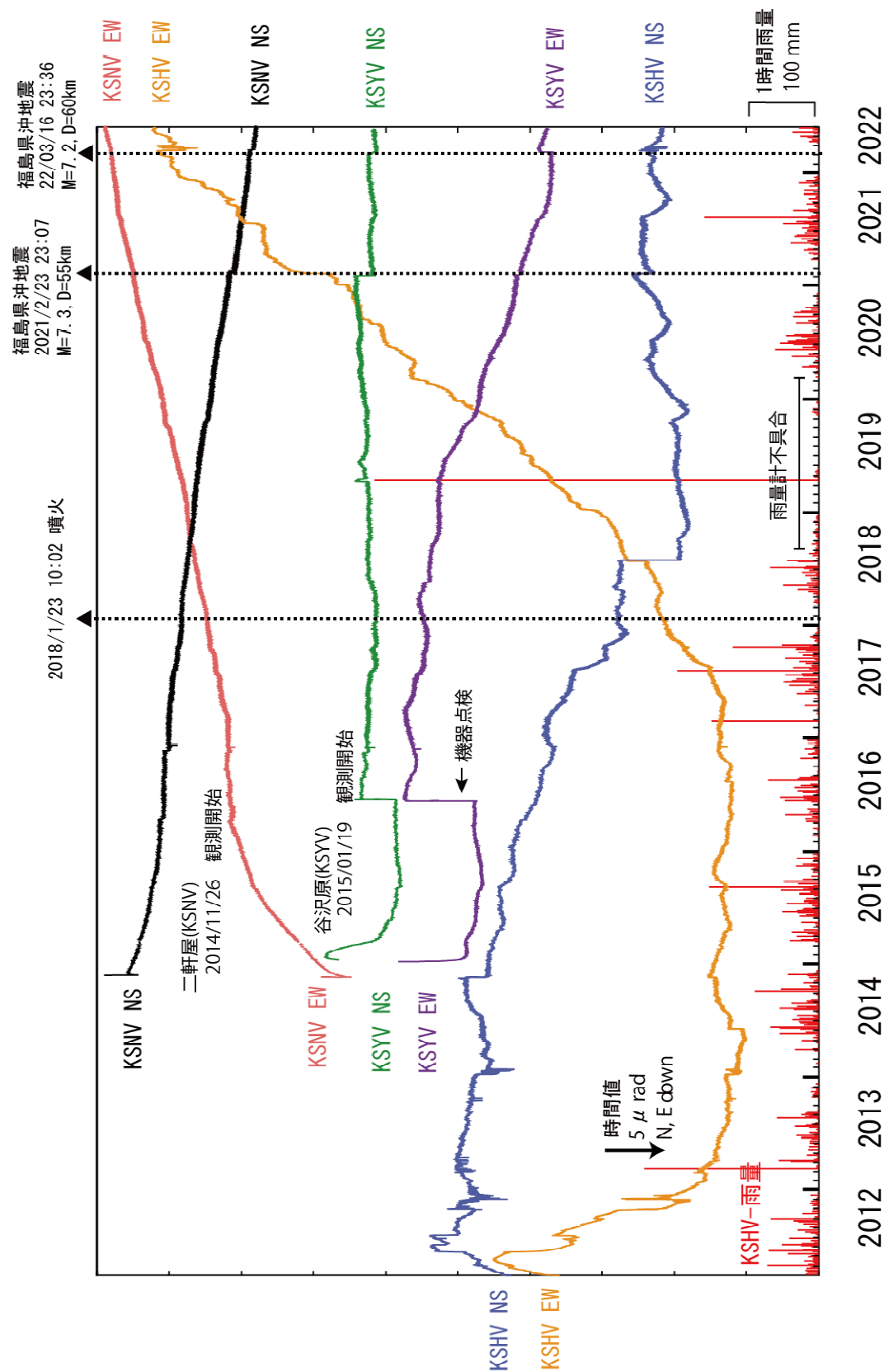


図 1 草津白根山の傾斜変動

防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET で得られた、
2021 年 5 月 1 日－2022 年 5 月 31 日の地殻変動【長野栄(0982)固定】

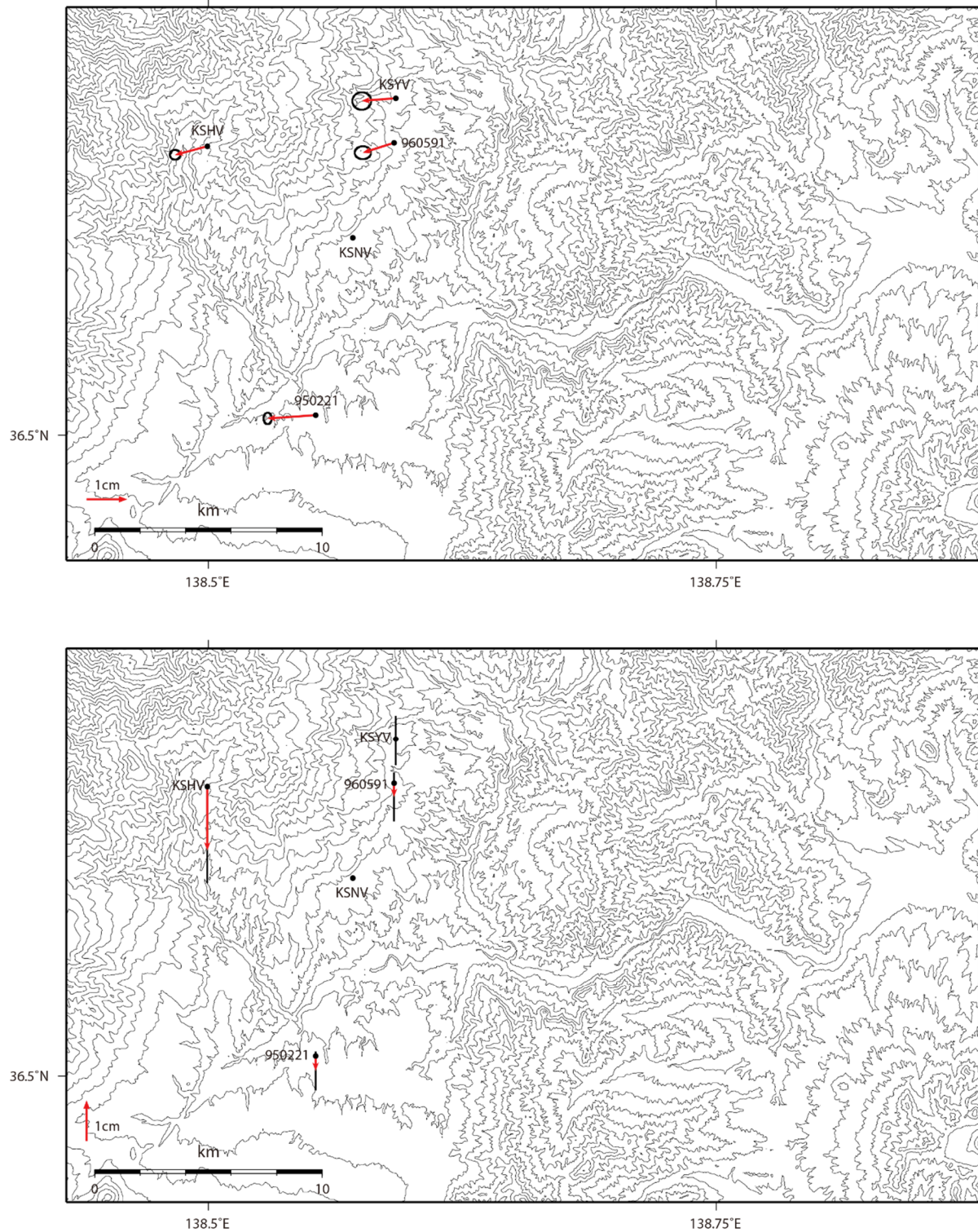


図 2 草津白根山周辺 V-net 及び国土地理院 GEONET 観測点における GNSS 解析結果
(上段：水平成分、下段：上下成分)

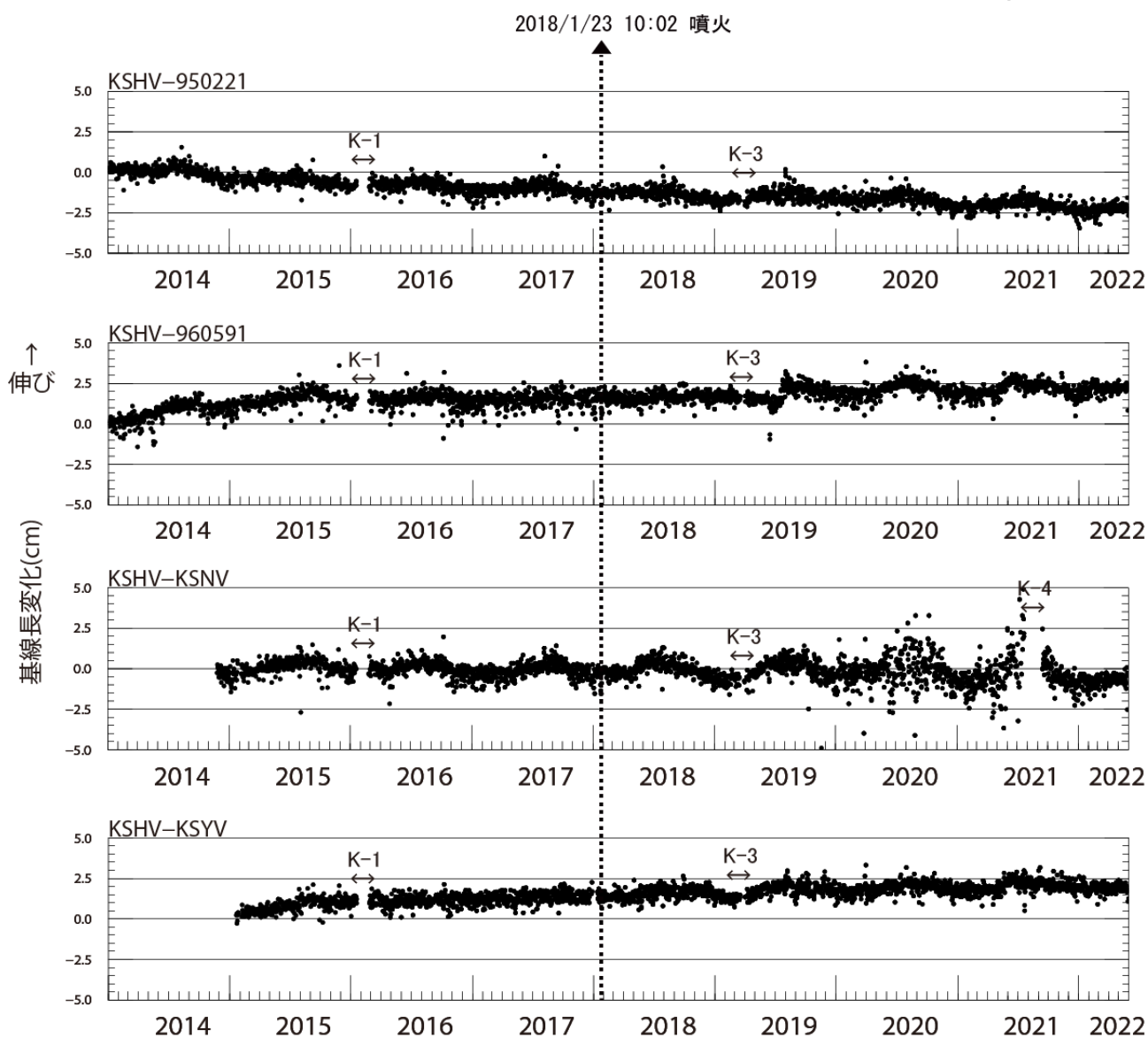


図 3 防災科研 3 観測点と、KSHV-GEONET 草津観測点 (0591)、KSHV-GEONET 孺恋観測点 (0221) の基線長変化 (2014/1/1~2022/5/31)

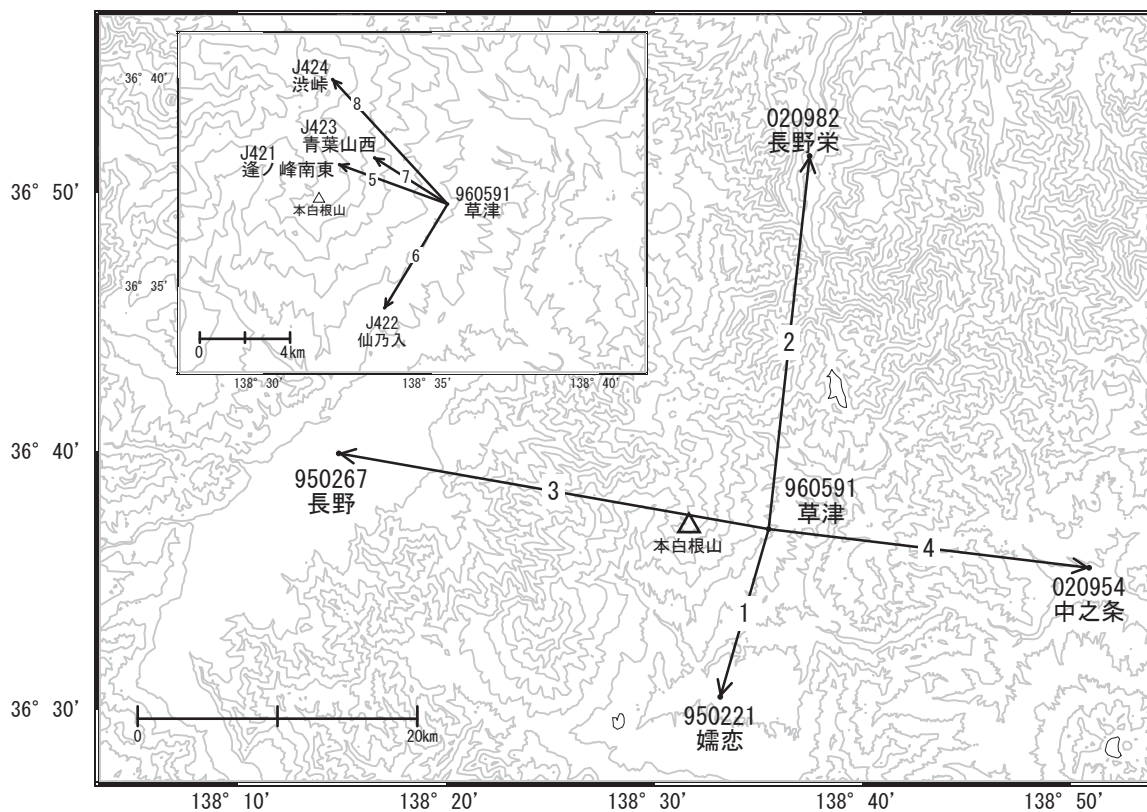
表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
	草津白根山干俣 (KSHV)		2012/3/26	2周波観測開始
		K-1	2016/1/20～2/13	機器異常による欠測
		K-3	2019/3/20～4/7	機器異常による欠測
	草津白根山二軒屋 (KSNV)		2014/11/25	2周波観測開始
			2015/1/15～ 2015/4/17	通信回線不調
		K-4	2021/7/23～9/14	受信機電源不具合による欠測
	草津白根山谷沢原 (KSYV)		2015/1/19	2周波観測開始
		K-2	2017/12/29～ 2018/1/12	機器異常による欠測

草津白根山

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。

草津白根山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



草津白根山周辺の各観測局情報

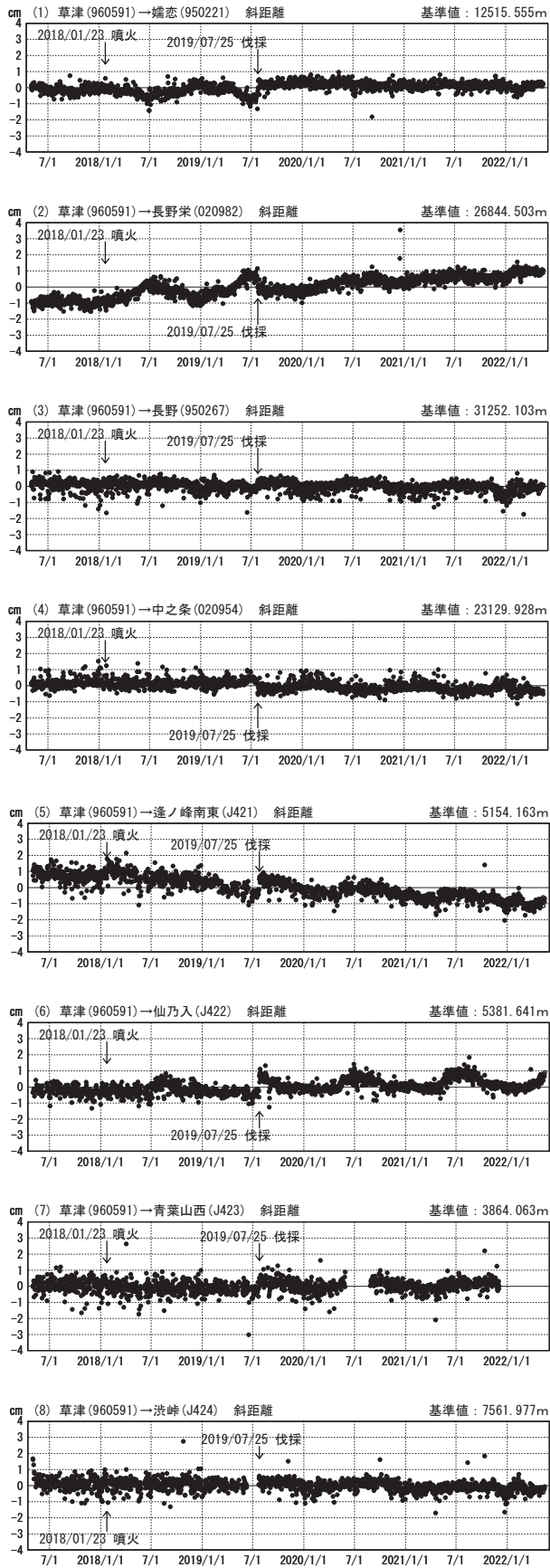
点番号	点名	日付	保守内容
960591	草津	20190725	伐採
020982	長野栄	20191018	受信機交換
950221	嬬恋	20191025	受信機交換
950267	長野	20201125	二重管化
		20201126	アンテナ交換・レドーム交換
		20211112	受信機交換

第150回火山噴火予知連絡会

国土地理院・気象庁

基線変化グラフ（長期）

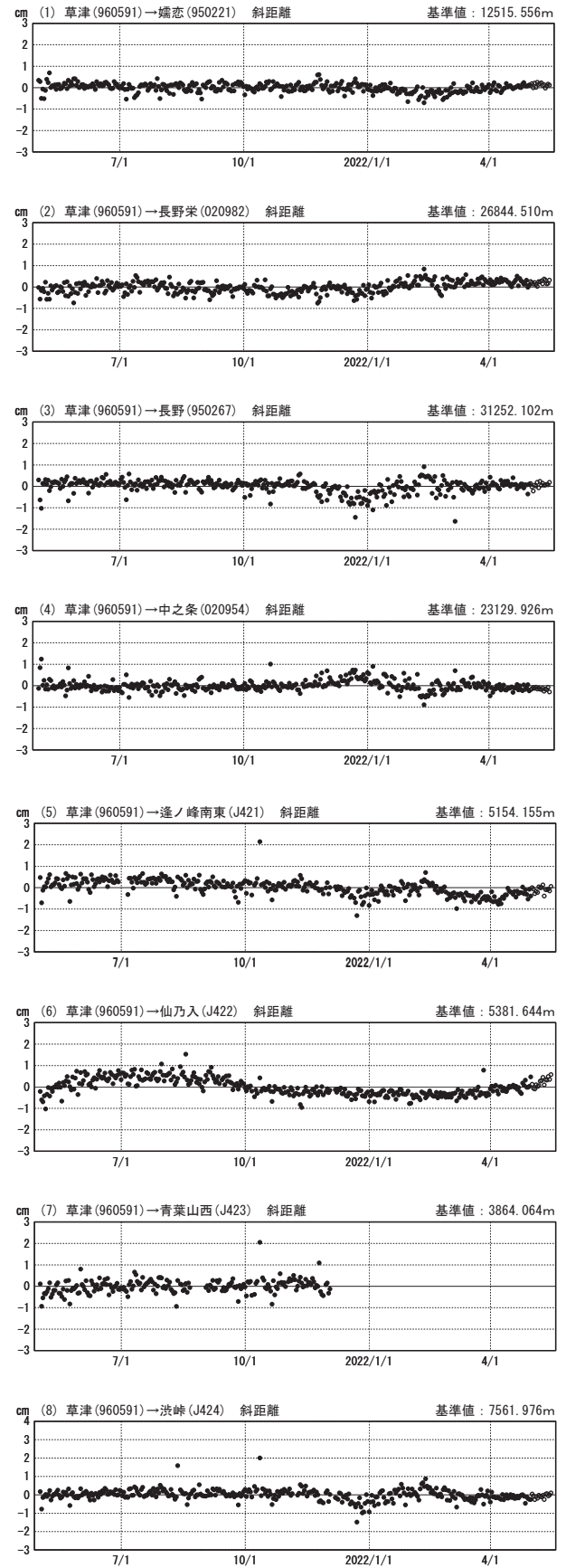
期間：2017/05/01～2022/05/15 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

基線変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



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

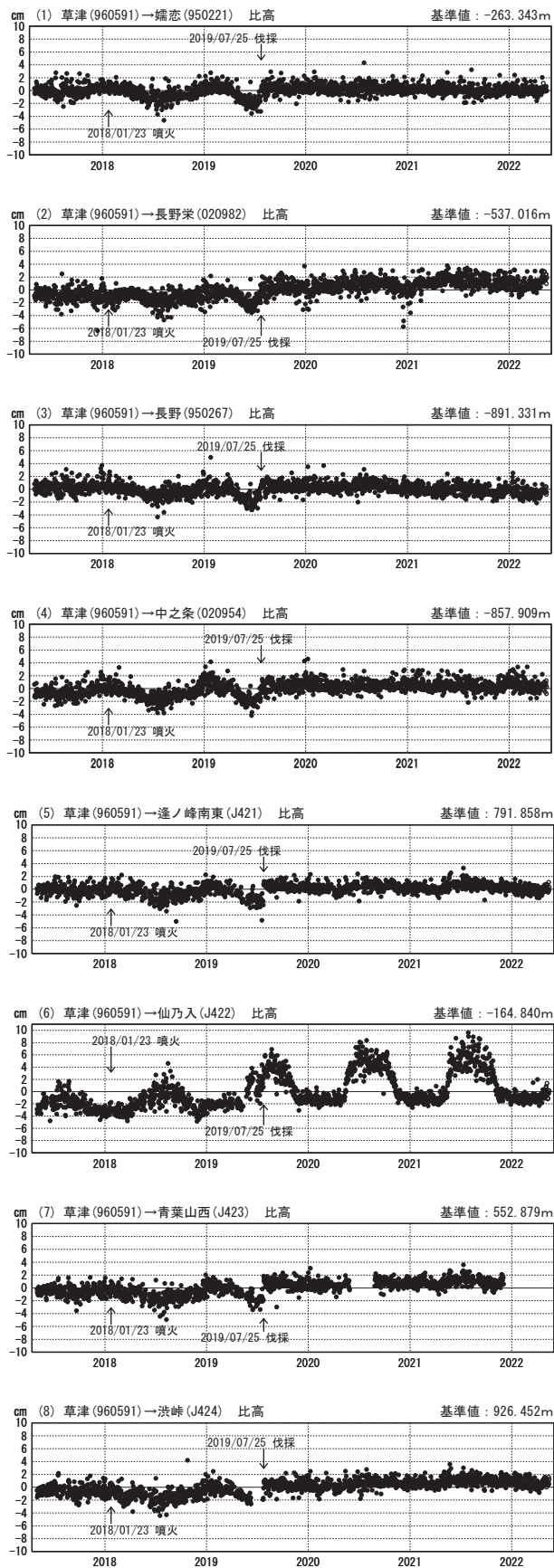
草津白根山

第150回火山噴火予知連絡会

国土地理院・気象庁

比高変化グラフ（長期）

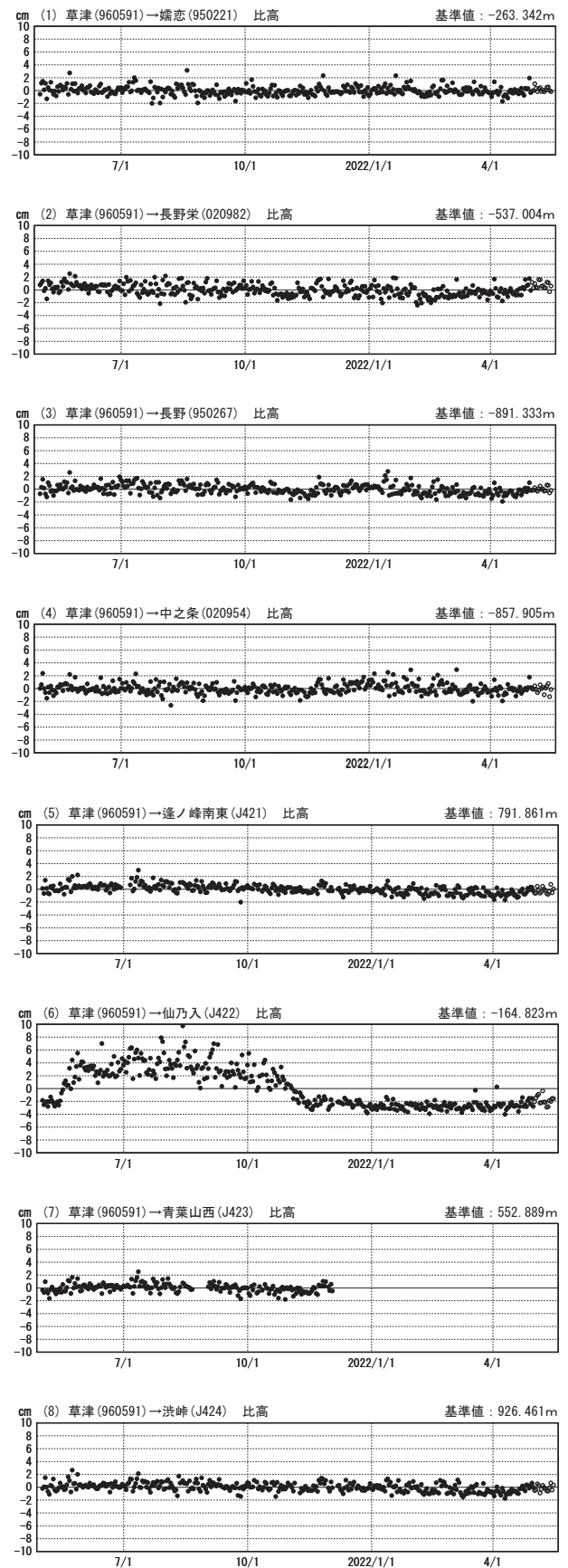
期間：2017/05/01～2022/05/15 JST



●---[F5:最終解] ○---[R5:速報解]

比高変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



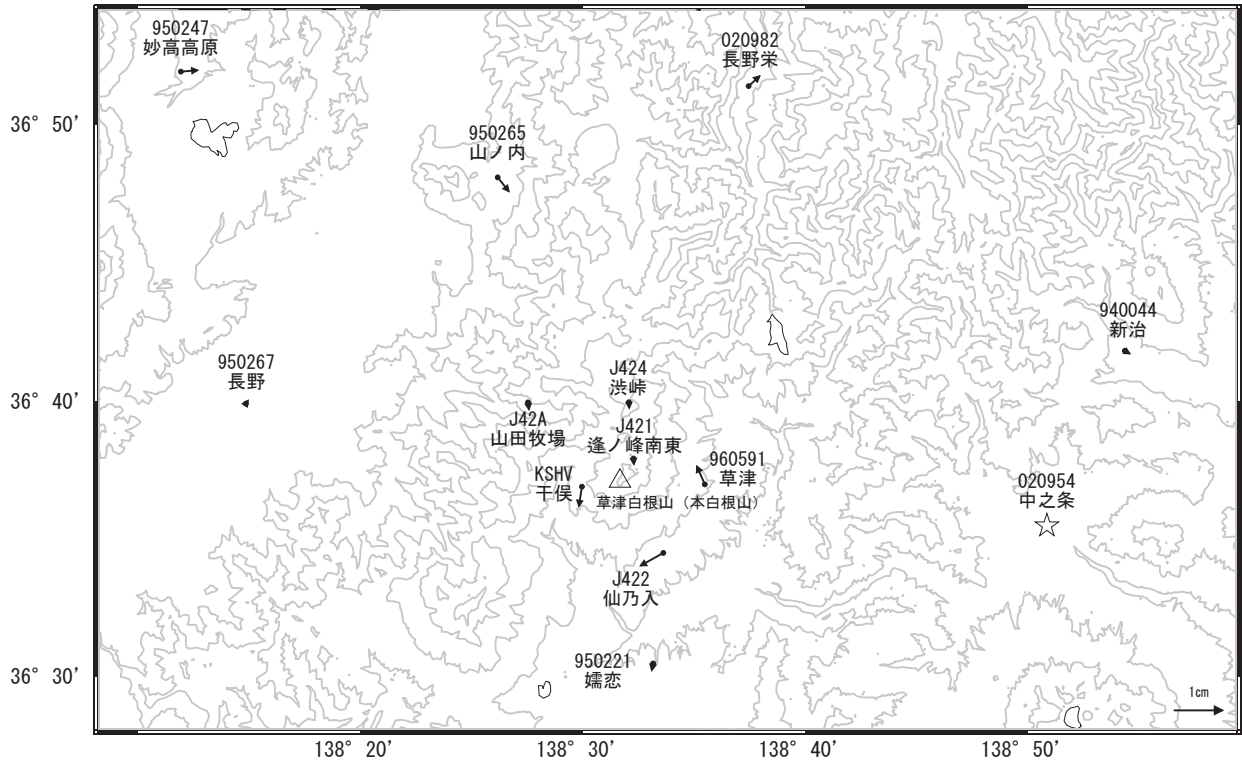
国土地理院・気象庁

※[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

草津白根山

草津白根山周辺の地殻変動(水平:3か月)

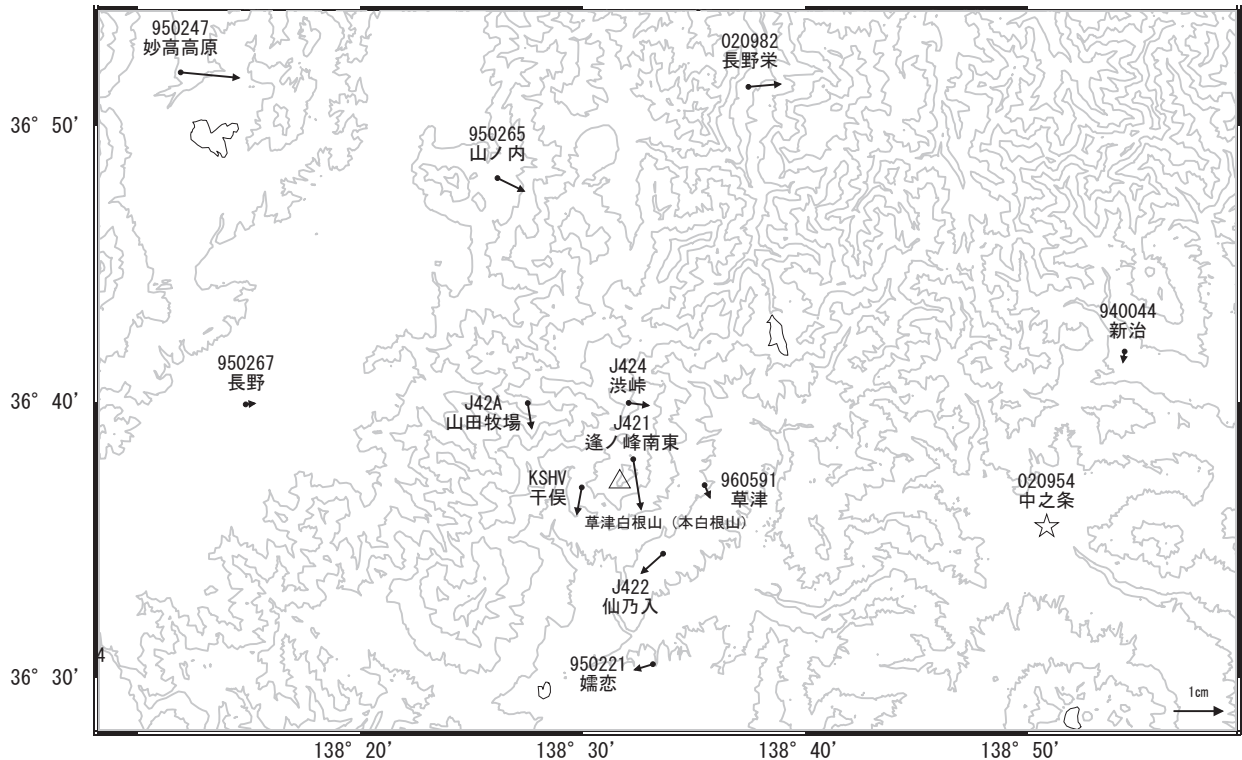
基準期間:2022/02/06~2021/05/15[F5:最終解]
 比較期間:2022/05/06~2022/05/15[R5:速報解]



国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

草津白根山周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2021/05/06~2021/05/15[F5:最終解]
 比較期間:2022/05/06~2022/05/15[R5:速報解]



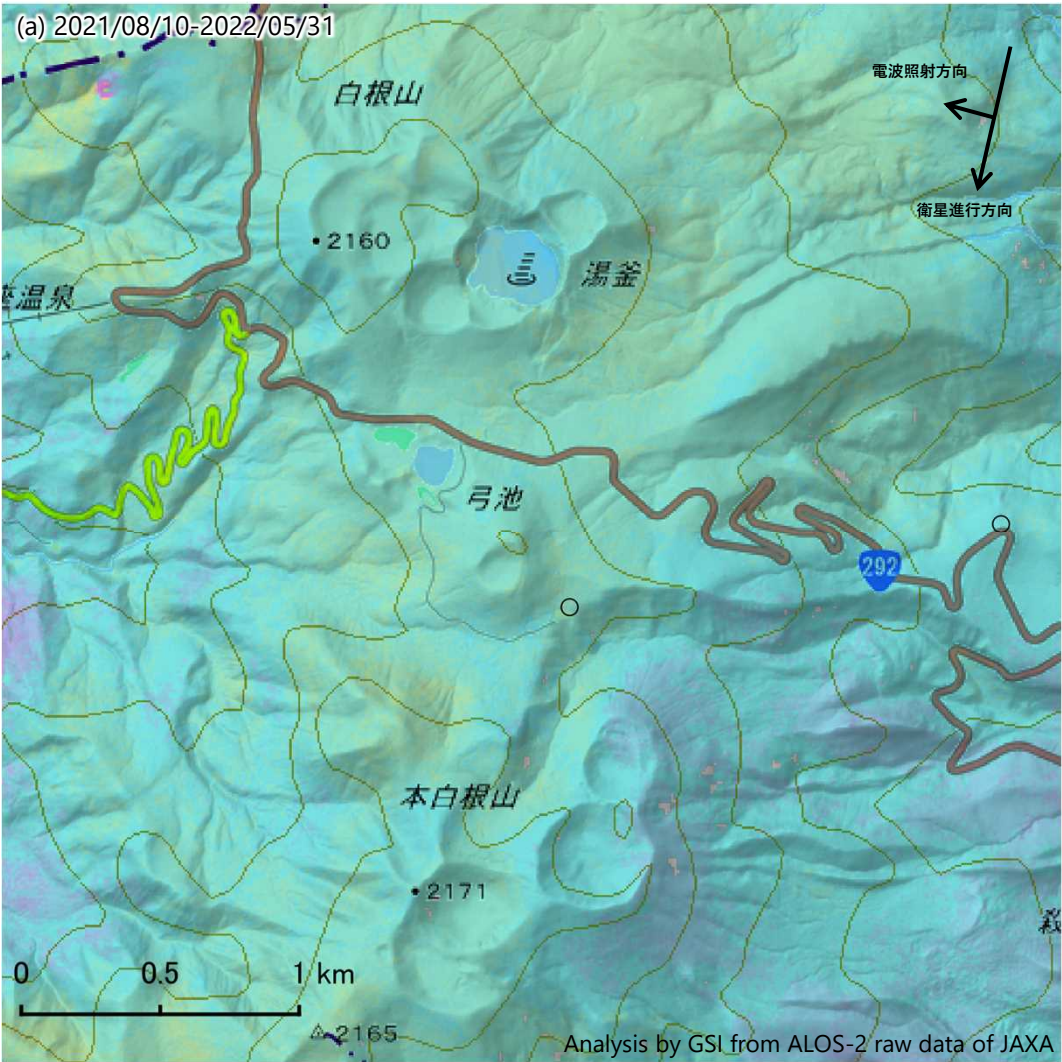
☆ 固定局:中之条(020954)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

草津白根山

草津白根山のSAR干渉解析結果について

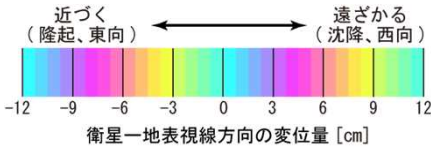
ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2021/08/10 2022/05/31 11:50頃 (294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	37.5°
偏波	HH
垂直基線長	+ 117m

* 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

草津白根山

草津白根山噴気の化学組成（2014 年 7 月～2022 年 5 月）

Chemical composition of the fumarolic gases sampled at Kusatsu-Shirane volcano, Japan (July 2014 to May 2022)

1. 概要

2014 年 7 月から 2022 年 5 月にかけて、草津白根山の山頂北側地熱地帯で繰り返し噴気を採取・分析した。2021 年 8 月から 2022 年 5 月にかけて、噴気の $\text{He}/\text{H}_2\text{S}$ 比が低下する傾向が続いている。このことは、浅部熱水系に供給されるマグマ成分の流量が低下傾向にあることを示唆している。一方で、2022 年 5 月の $\text{He}/\text{H}_2\text{S}$ 比は、地震活動が低調であった 2017 年 11 月の値と比較して高い。2022 年 5 月における浅部熱水系に供給されるマグマ成分の流量は、2017 年 11 月の頃の流量より高いと考えられる。

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）。これらに加え、東山麓の殺生河原（S）と西山麓の万座干保（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 W、C'、E について、 H_2O を除いた噴気の成分（＝ドライガス）中の H_2S 濃度は、2021 年 4 月から 8 月にかけて低下したがその後、2022 年 5 月に向けて上昇した。既存の研究[2]によると、草津白根山ではドライガスの H_2S 濃度が 10%程度まで低下すると火山活動が活発化し、噴火の可能性が高まる。2022 年 5 月の H_2S 濃度は、地震活動が低調であった 2017 年 11 月の H_2S 濃度と同程度か、若干高い。2017 年 11 月と 2022 年 5 月の地震回数は、それぞれ、12 回と 41 回であった。

図 3 に示されるように、噴気 W、C'、E の $\text{He}/\text{H}_2\text{S}$ 比は 2021 年 4 月から 8 月にかけて上昇したが、その後、2022 年 5 月に向けて低下した。2022 年 5 月の $\text{He}/\text{H}_2\text{S}$ 比は、地震活動が低調であった 2017 年 11 月の $\text{He}/\text{H}_2\text{S}$ 比よりも高い。図 4 に示される $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の時間変化は、 $\text{He}/\text{H}_2\text{S}$ 比の時間変化に類似しているが、2022 年 5 月の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は、地震活動が低調であった 2017 年 11 月の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比と同程度まで低下した。噴気 W、C、E のドライガス中の H_2S 濃度や、 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比から判断すると、2022 年 5 月の火山活動は 2017 年 11 月の状態に近づいているように見えるが、2022 年 5 月の地震回数は 2017 年 11 月よりも多い。

He はマグマに由来する成分、 H_2S は熱水系に由来する成分であり、2021 年 8 月から 2022 年 5 月にかけて $\text{He}/\text{H}_2\text{S}$ 比が低下していることは、湯釜直下に存在する熱水溜りに供給されるマグマ成分の流量は低下傾向にあることを示唆している。しかし、2022 年 5 月の $\text{He}/\text{H}_2\text{S}$ 比は 2017 年 11 月の値よりも高く、地震も毎月 40 回ほど発生していることを考慮すると、地震活動が低調であった 2017 年 11 月と比較し

てマグマ成分の供給流量は高い、と考えられる。

2022 年 5 月の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比が、2017 年 11 月頃の値まで低下していることは、マグマ起源流体に含まれる CO_2 濃度の低下が原因かもしれない。He のマグマメルトに対する溶解度は、 CO_2 の溶解度よりも高く、マグマ脱ガスによる揮発性成分の枯渇に伴い、放出される流体の He/ CO_2 比は次第に上昇する可能性がある。図 5 に示されるように、噴気 W、C'、E の He/ CO_2 比は、2019 年以降の地震活動低下に伴い、低下することが期待されているにも拘わらず、比較的高い値を示しており、マグマに含まれる揮発性成分が枯渇しつつある可能性を支持している。なお、2014 年から 2018 年にかけて観測された He/ CO_2 比変動の原因は、浅部熱水系に供給されるマグマ成分流量の増減であると考えられる[3]。2014 年から 2018 年の期間、マグマ成分の He/ CO_2 比は、最近の値よりも低かったと考えられる。

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] J.Ossaka et al. (1980) Variation of chemical compositions in volcanic gases and waters at Kusatsu-Shirane volcano and its activity in 1976. Bull. Volcanol., 43, 207-216.
- [3] 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

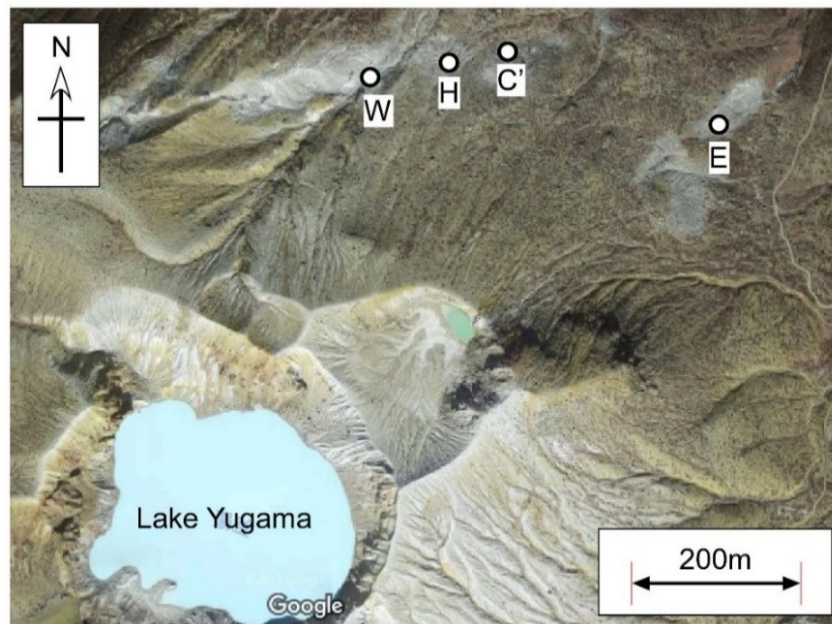


図 1 草津白根山山頂北側山麓噴気 W、C'、E の位置。H は新たに生じた陥没孔（背景図として、GoogleMap を使用した）

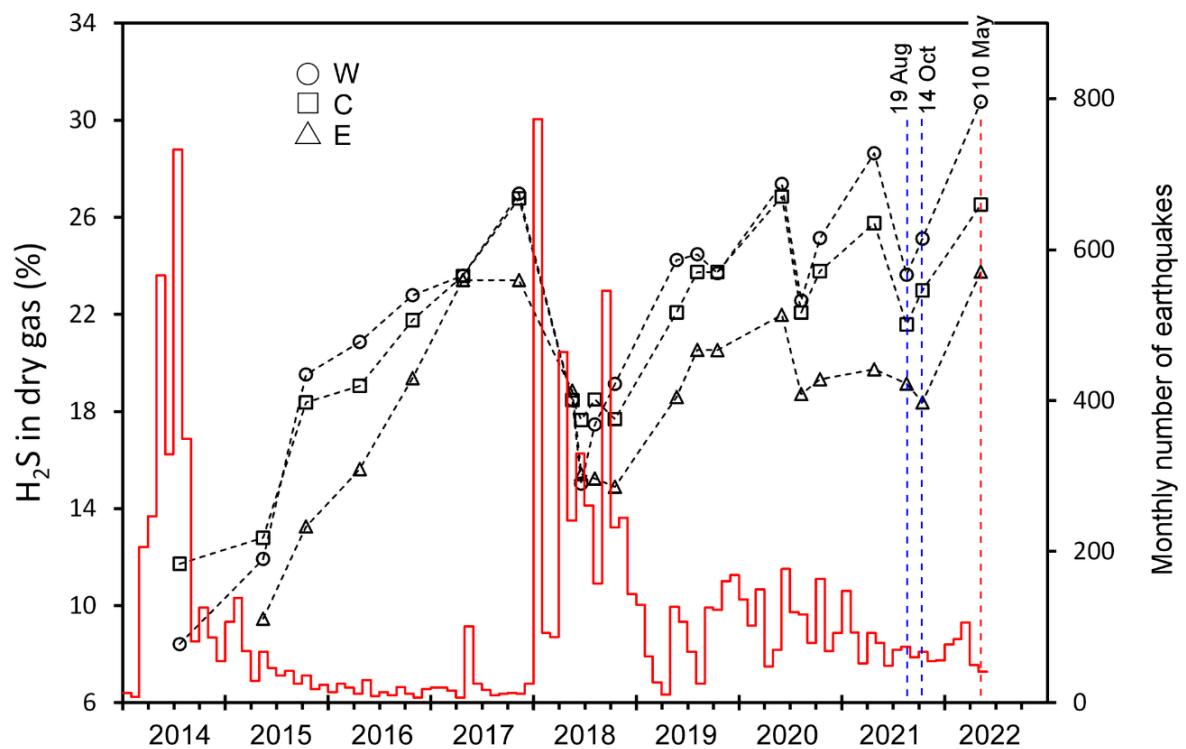


図 2 H_2O を除いた成分（＝ドライガス）における H_2S 濃度の変化。月別地震回数は気象庁の観測に基づく。2018 年 1 月の地震は主に本白根山で発生した。

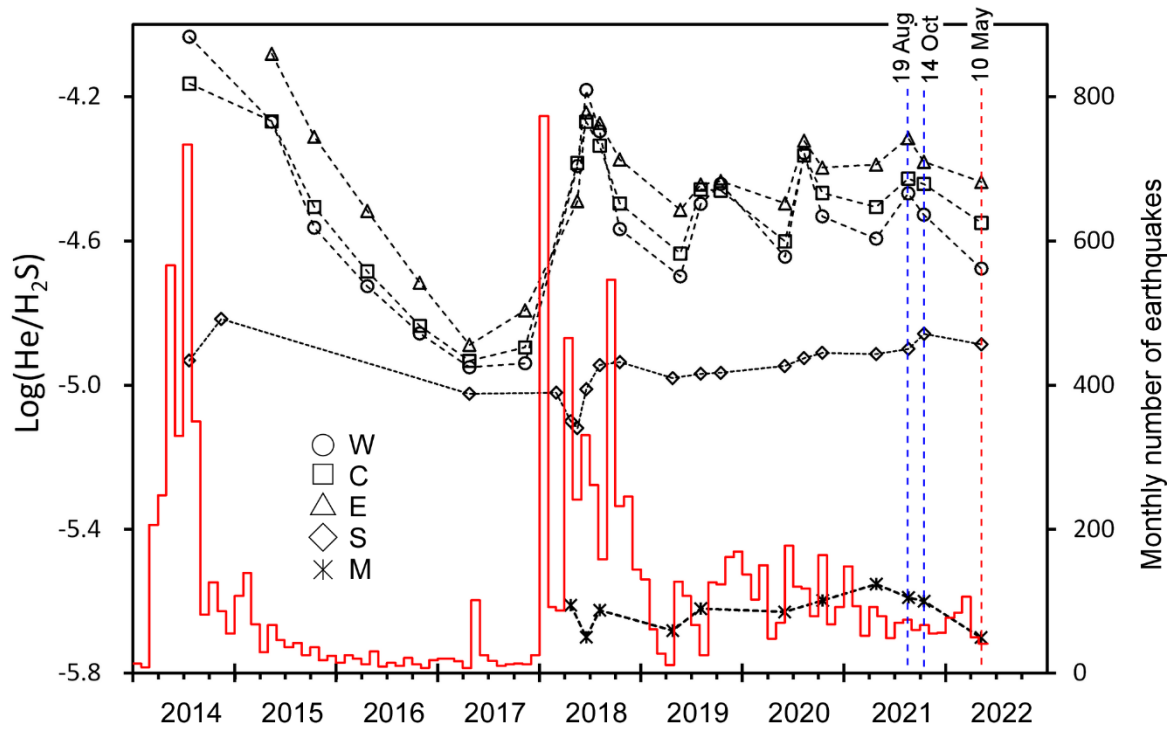


図 3 $\text{He}/\text{H}_2\text{S}$ 比の時間変化。月別地震回数は気象庁の観測に基づく。

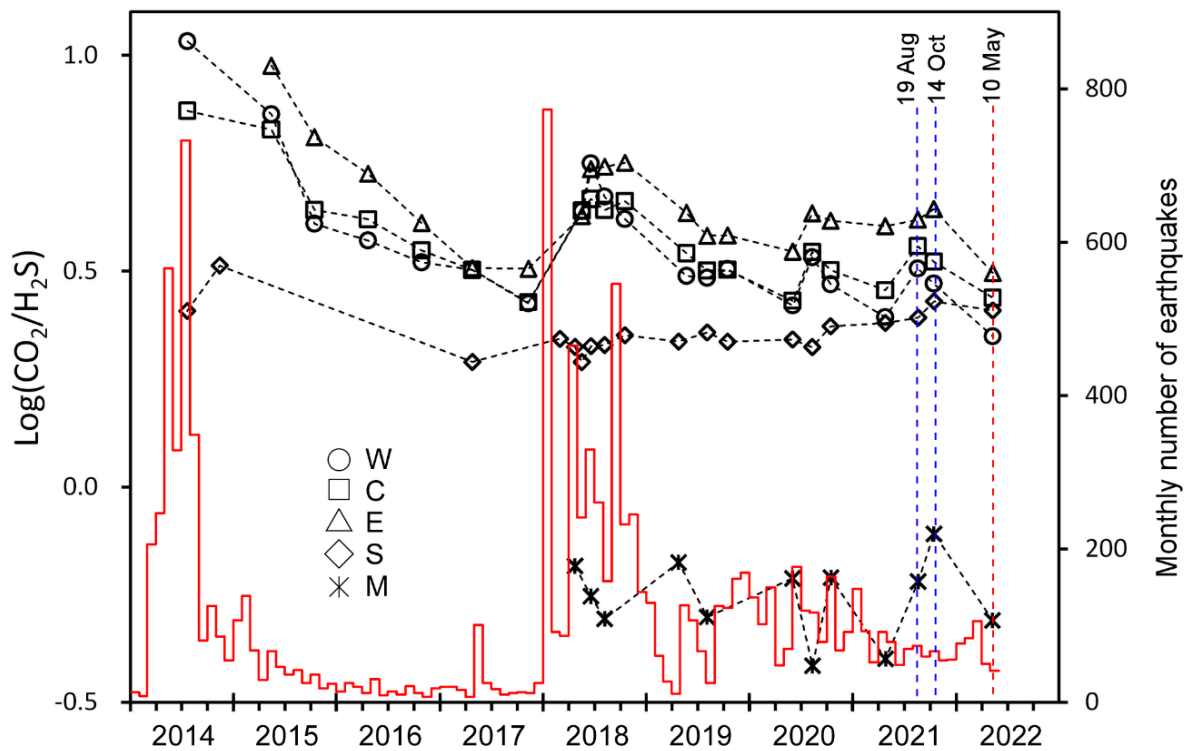


図 4 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の時間変化。月別地震回数は気象庁の観測に基づく。

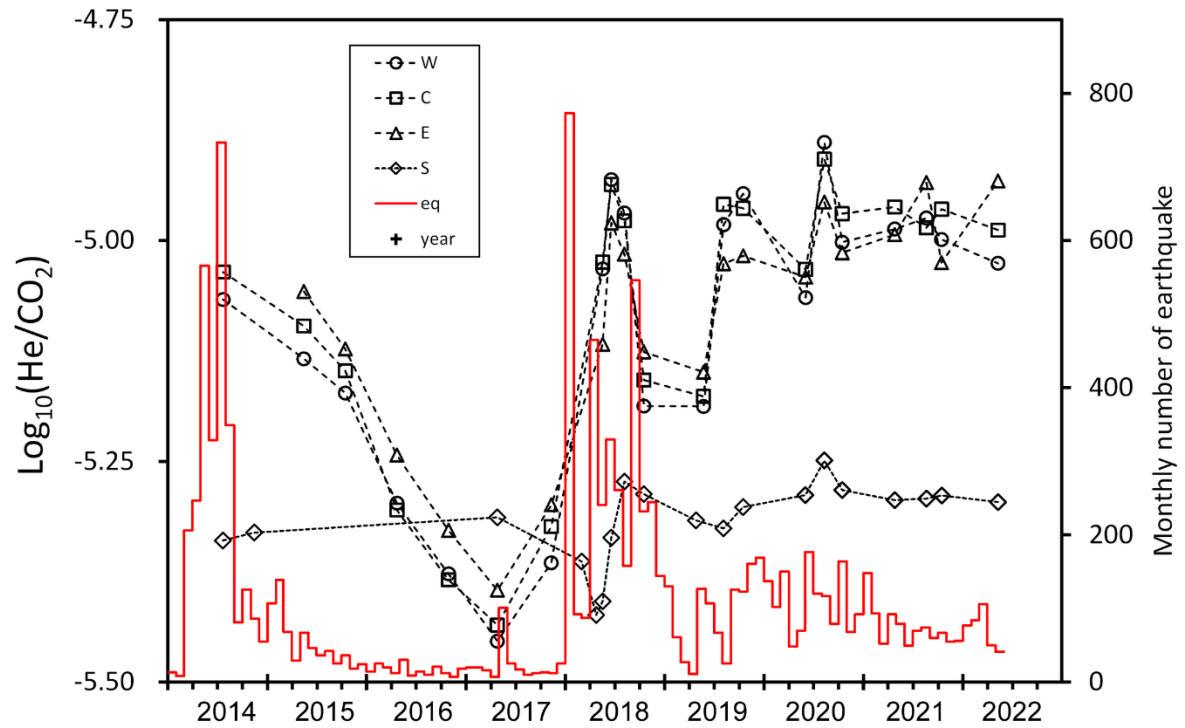


図 5 He/CO_2 比の時間変化。月別地震回数は気象庁の観測に基づく。

浅間山

(2021 年 12 月～2022 年 5 月)

火山性地震は、1 月中旬頃から概ね少ない状態で経過した。噴煙量及び火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は概ね少ない状態で経過した。深部からのマグマ上昇を示す地殻変動は観測されていない。以上のことから、浅間山の火山活動は低下した状態と考えられるが、今後も火口から 500m の範囲に影響を及ぼす程度のごく小規模な噴火の可能性があるため、突発的な火山灰噴出や火山ガス等に注意する必要がある。

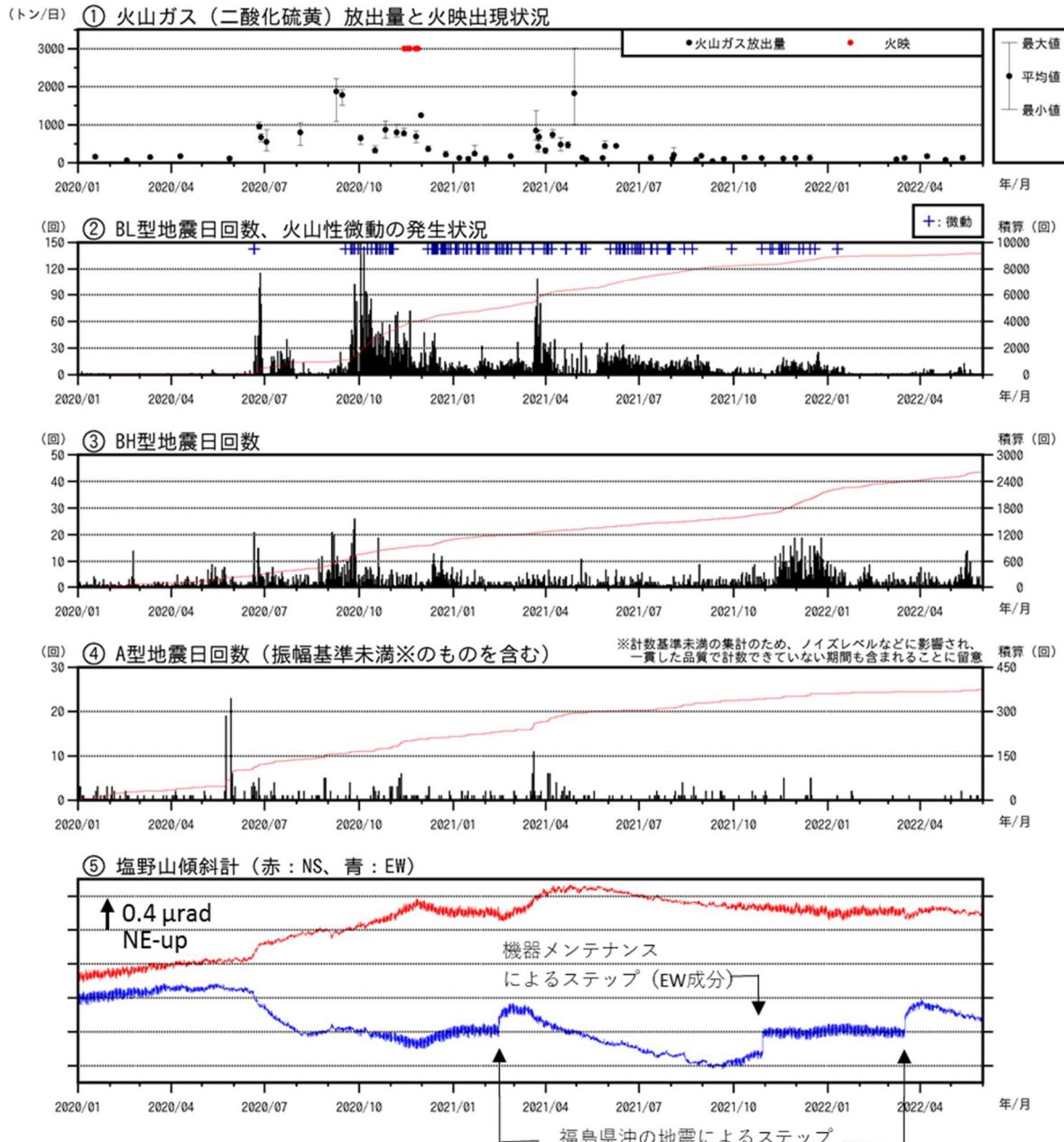


図 1 浅間山 火山活動経過図（2020 年 1 月 1 日～2022 年 5 月 31 日）

②③④赤色線は積算回数を表し、右縦軸で示す。

- ・ 2022 年 1 月中旬以降、地震回数は概ね少ない状態で経過した（②③④）。
- ・ 二酸化硫黄放出量（①）は、概ね少ない状態で経過した。
- ・ 傾斜変動（⑤）は、特段の変化は認められない。

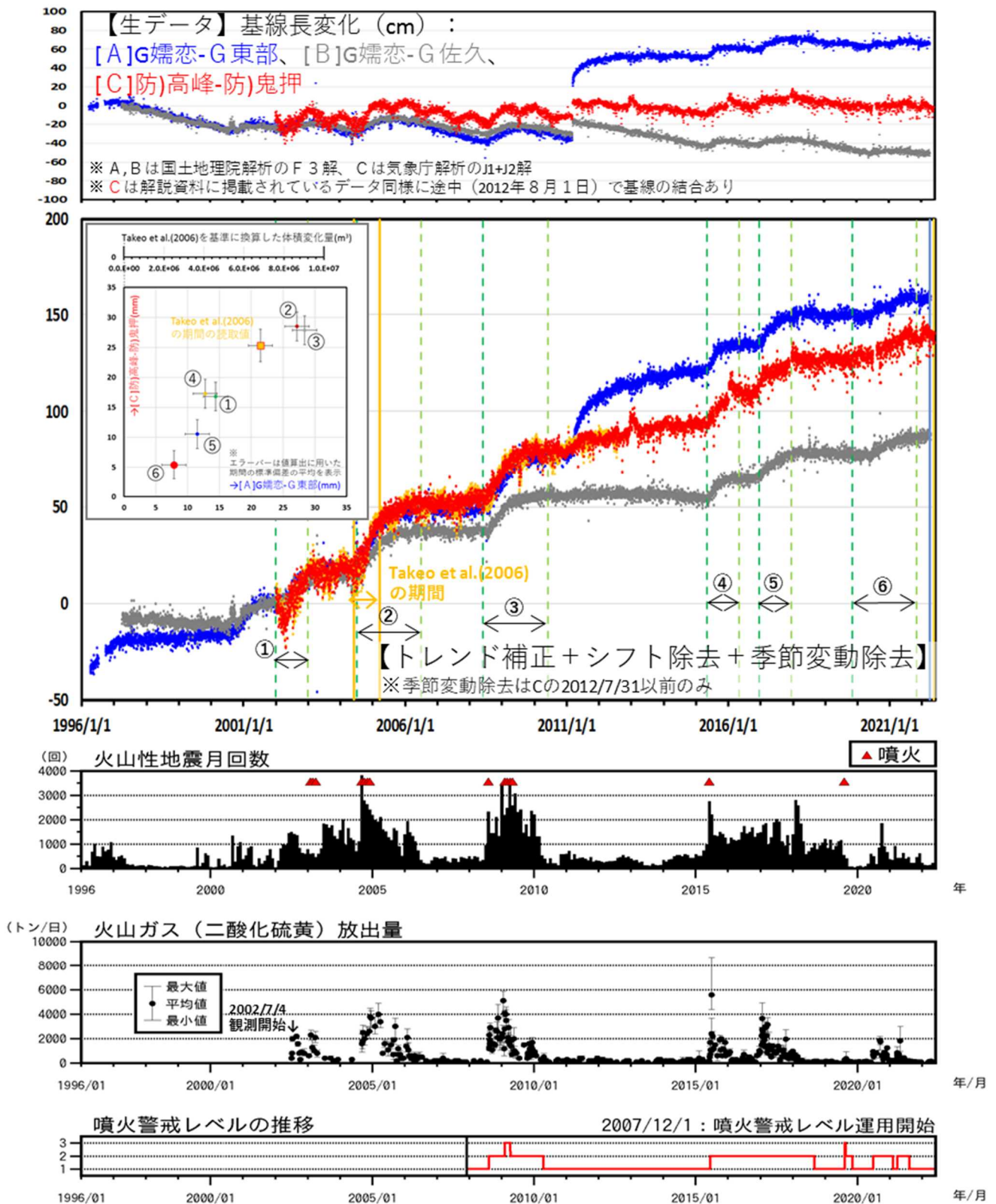


図2 浅間山 中長期的に見た浅間山の火山活動 (地殻変動、地震活動、火山ガス放出量)

図は、2022年5月31日までのデータを表示。

- ・2004年の噴火前も、2000年頃から地殻変動、地震活動の活発化などが繰り返し観測された。それ以降も、活動の盛衰を繰り返している。

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.
126-720(SM1_U2_9)	北行	右	42.9°	2021.03.12	2021.12.03	第 1 図

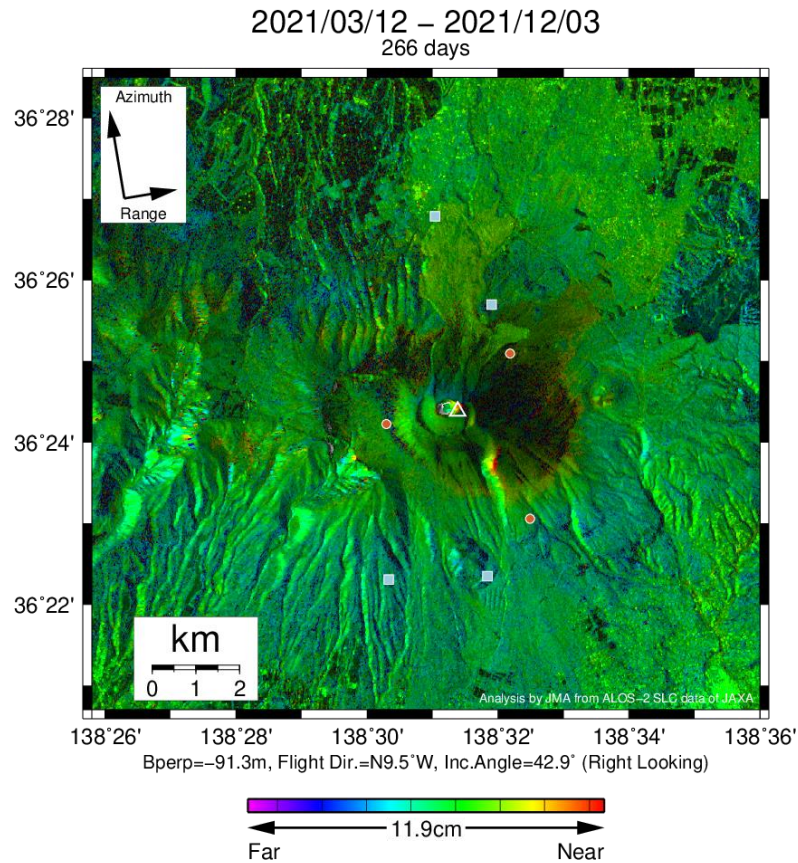
3. 解析結果

北行軌道の長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。

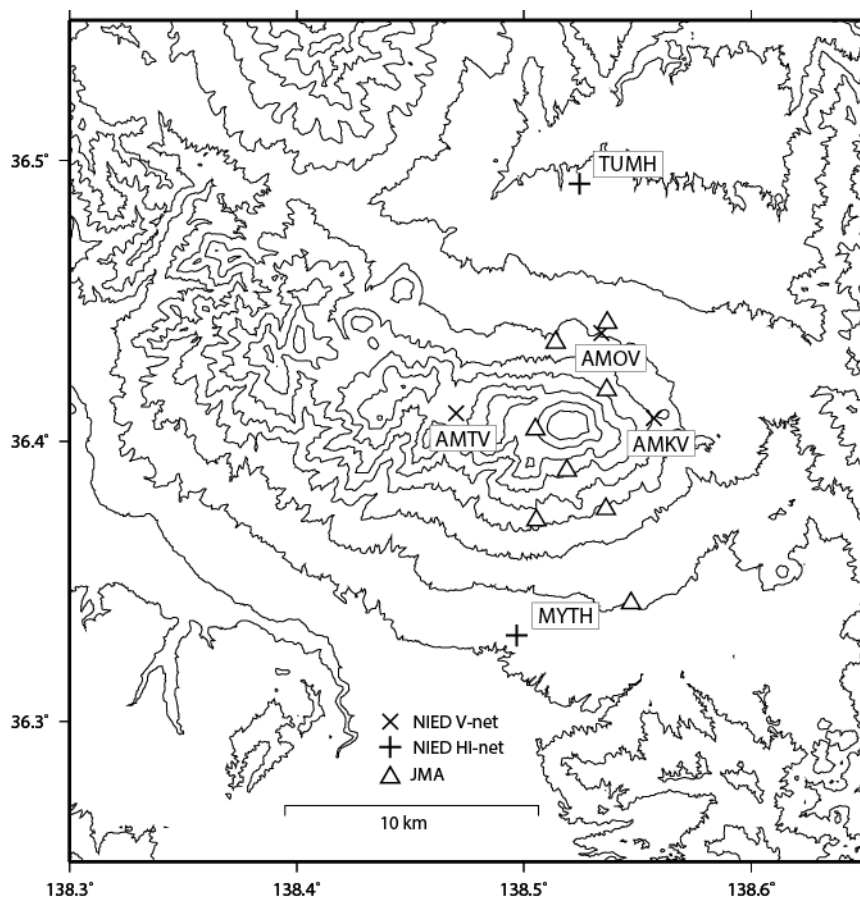


第 1 図 浅間山の干渉解析結果

パス 126 (SM1_U2-9) による浅間山及び周辺の干渉解析結果

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。

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

資料概要

○ 地殻変動

2021 年 12 月～2022 年 5 月期間中、火山活動に関連する明瞭な地殻変動は観測されなかった。

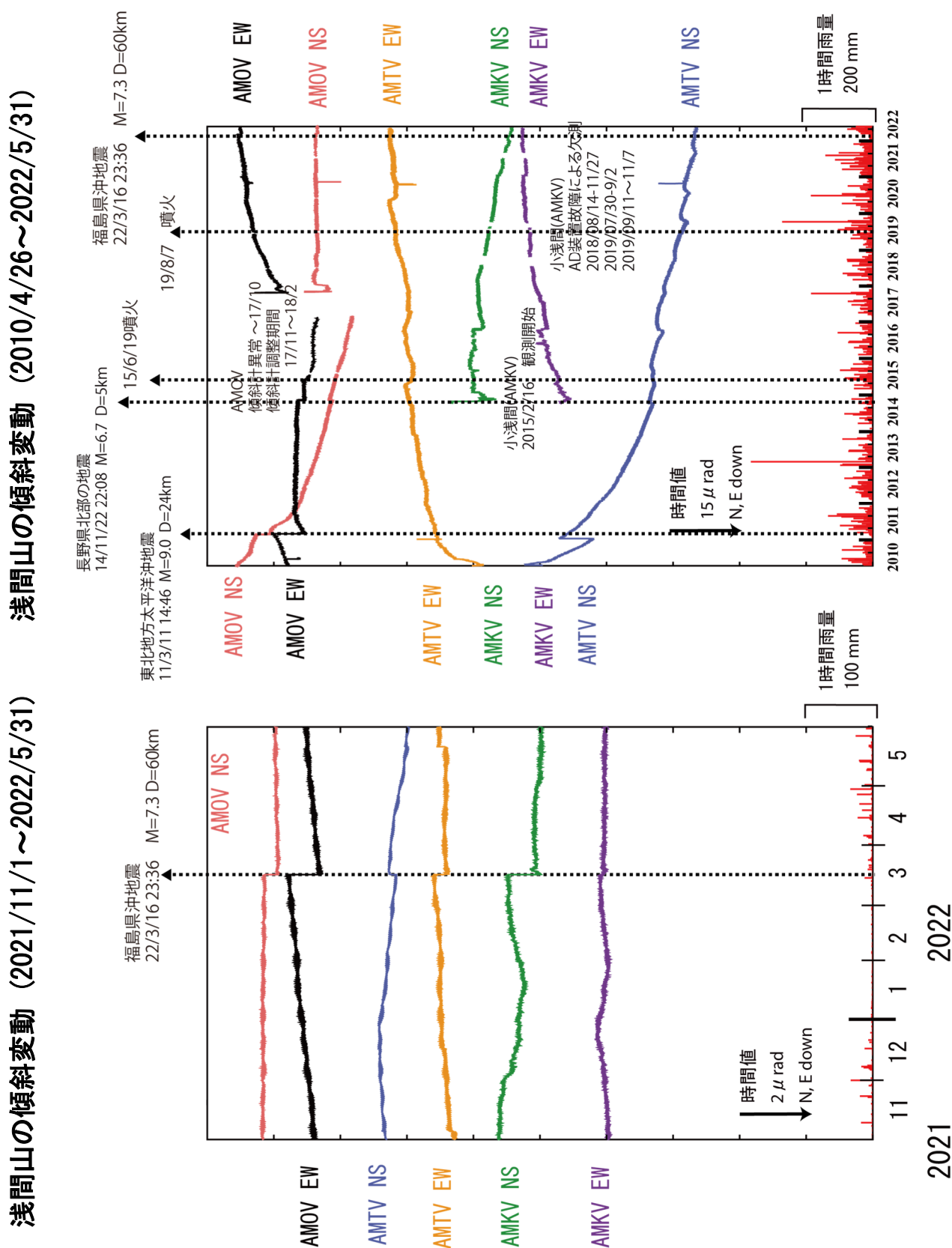


図 1 浅間山の傾斜変動

防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET で得られた、
2021 年 5 月 1 日-2022 年 5 月 31 日の地殻変動【孺恋 (0221) 固定】

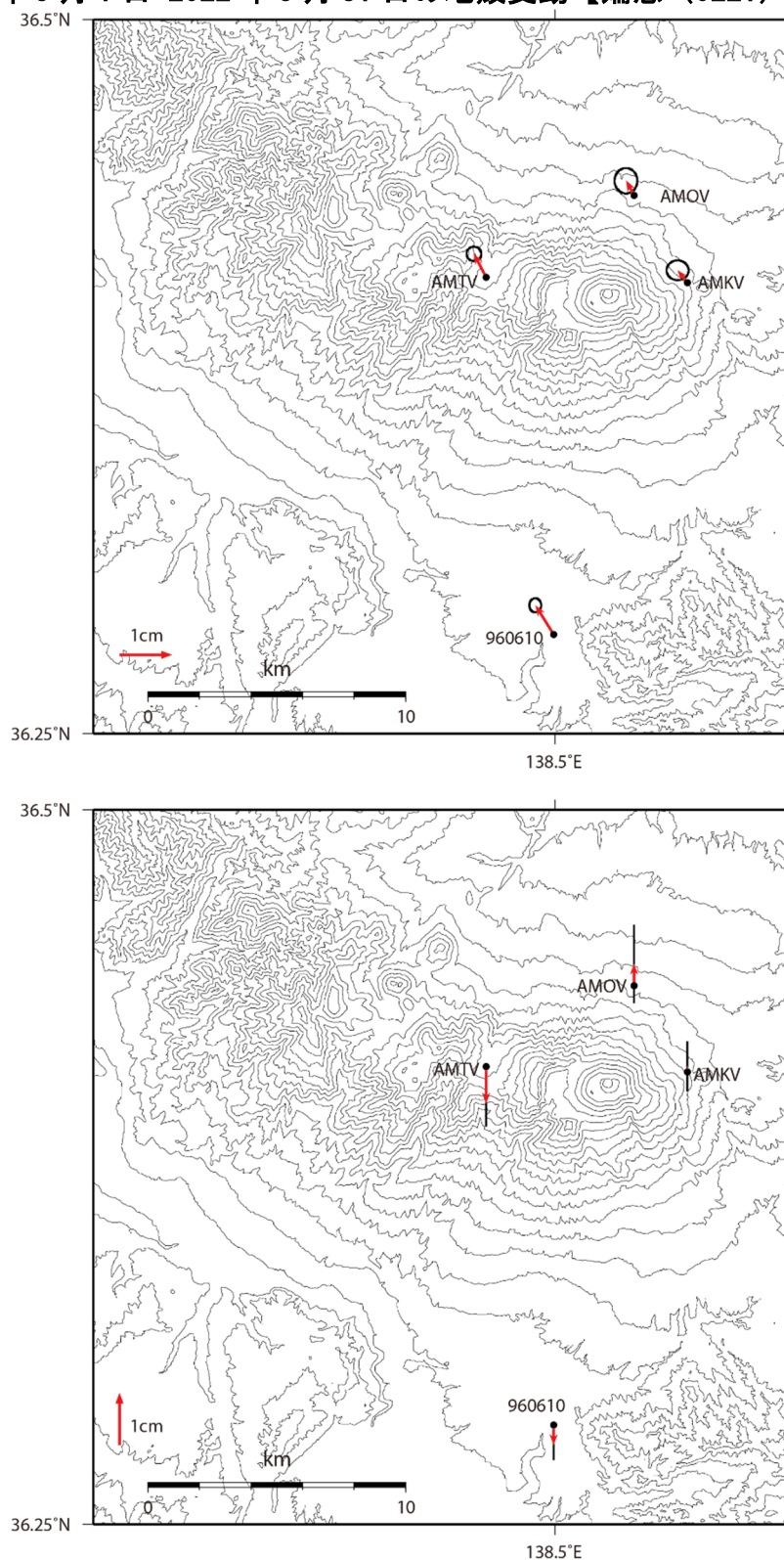


図 2 浅間山周辺の GNSS 解析結果。
(上段：水平成分、下段：上下成分)

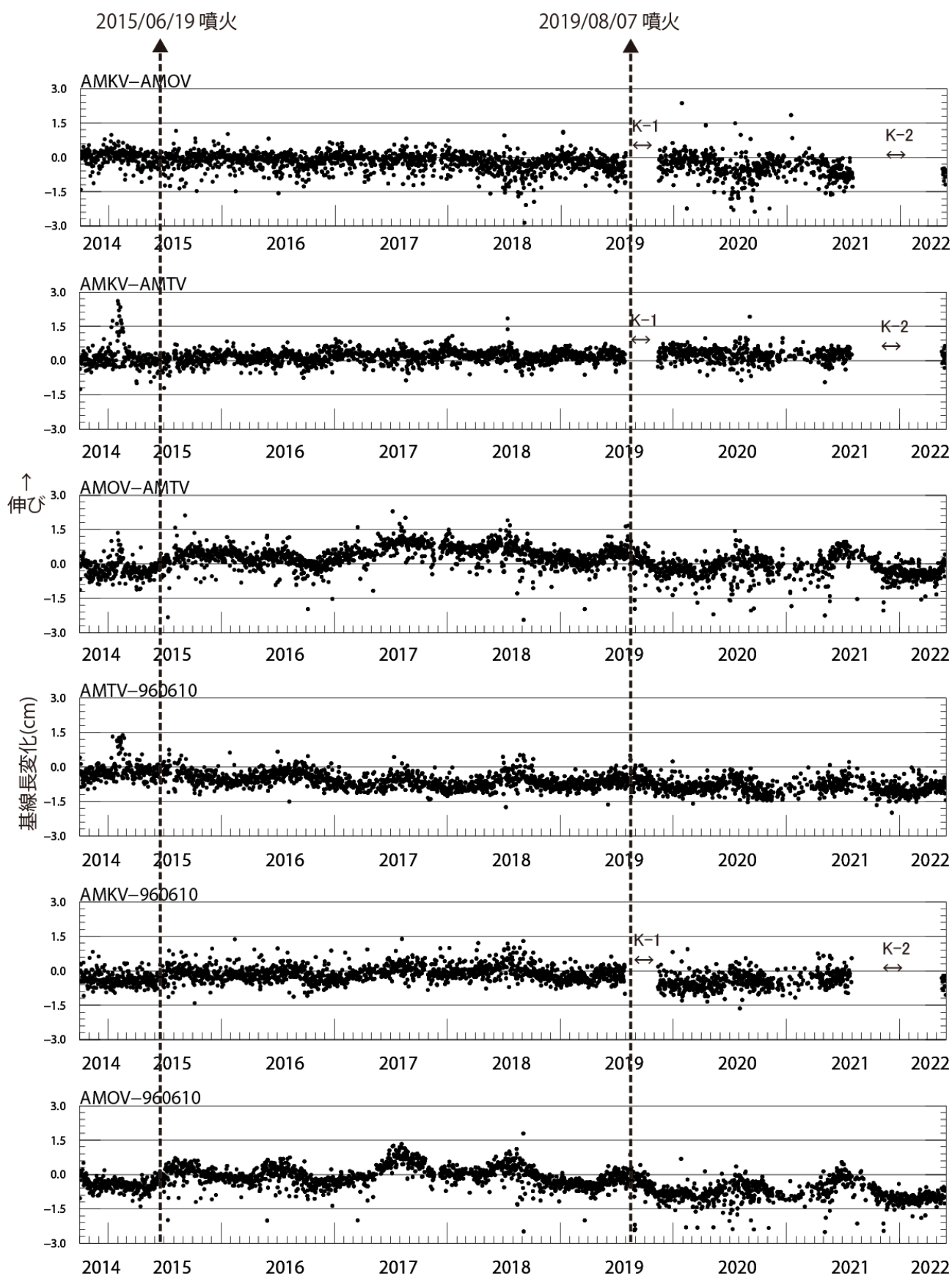


図 3 防災科研観測点 3 点（鬼押出，高峰，小浅間）および GEONET 草津 (0610) 間の基線長変化。2014/10/1～2022/5/31

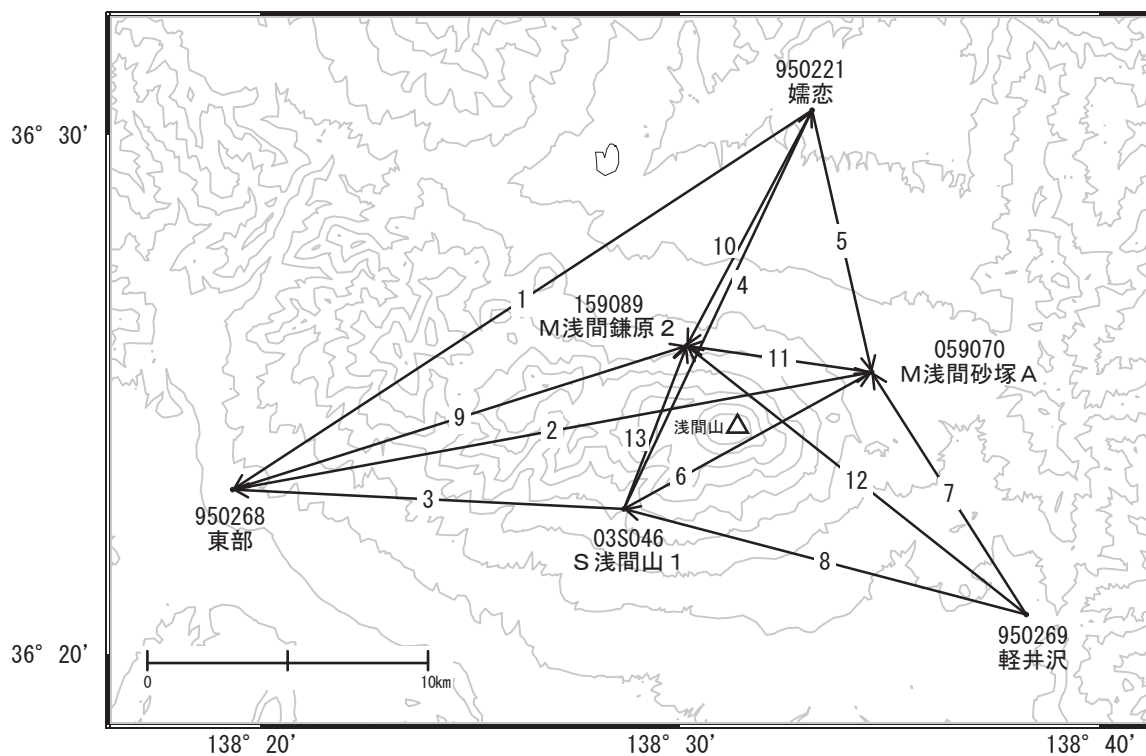
表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
	浅間山鬼押出 (AMOV)		2010/2/23	2周波観測開始
	浅間山高峰 (AMTV)		2010/5/22	2周波観測開始
			2015/7/22 ～2015/8/27	通信断発生、復帰後補完実施も7/22～一部のデータの補完できず
	浅間山小浅間 (AMKV)		2014/10/2	2周波観測開始
		K-1	2019/7/30 ～2019/11/18	アンテナ故障により欠測
			2019/12/12- 12/18	受信機不具合により欠測
		K-2	2021/08/02～ 2022/5/19	受信機不具合により欠測

浅間山

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。

浅間山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

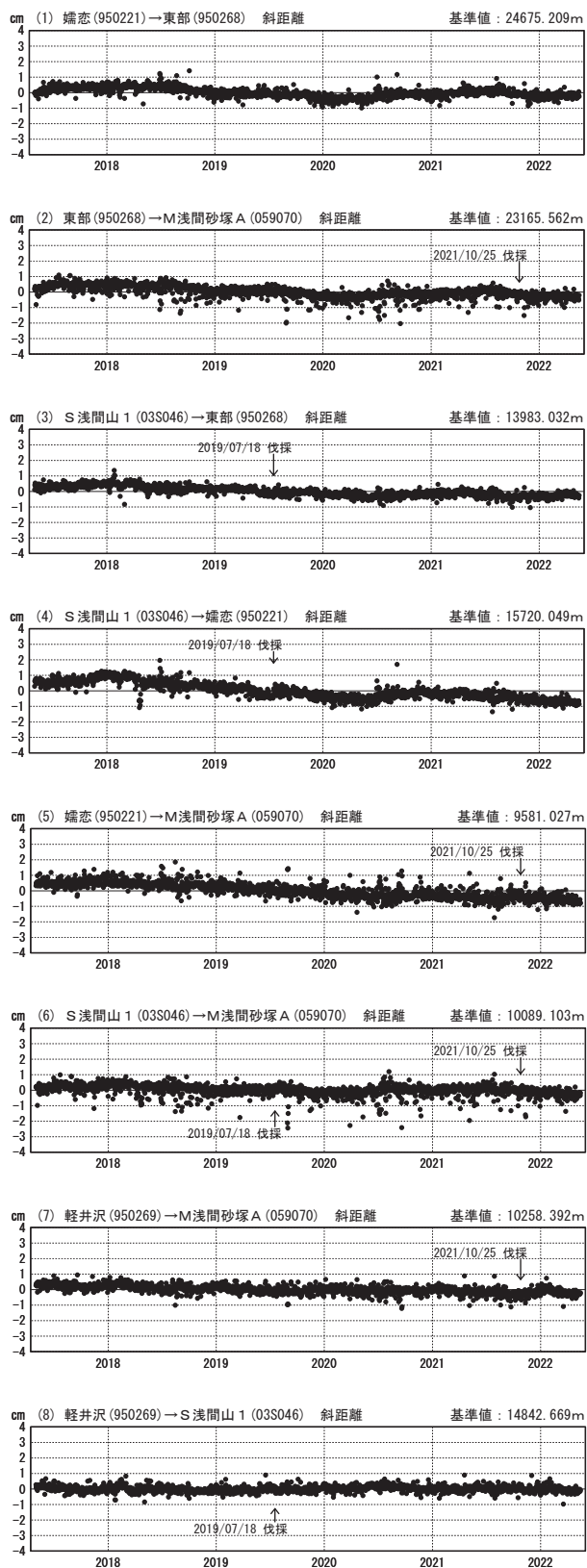


浅間山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
03S046	S浅間山1	20190718	伐採
59070	M浅間砂塚A	20211025	伐採
950269	軽井沢	20191024	受信機交換
950221	嬬恋	20191025	受信機交換
950268	東部	20210114	受信機交換

基線変化グラフ（長期）

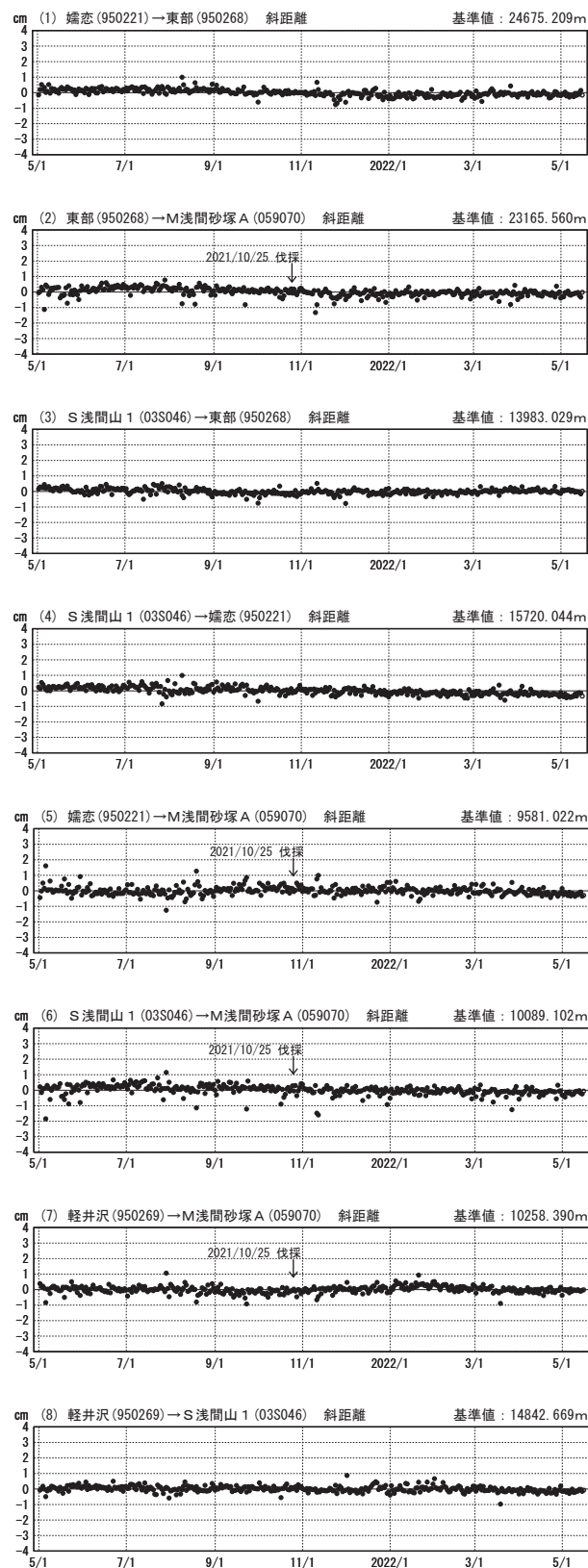
期間：2017/05/01～2022/05/15 JST



●---[F5:最終解] ○---[R5:速報解]

基線変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



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

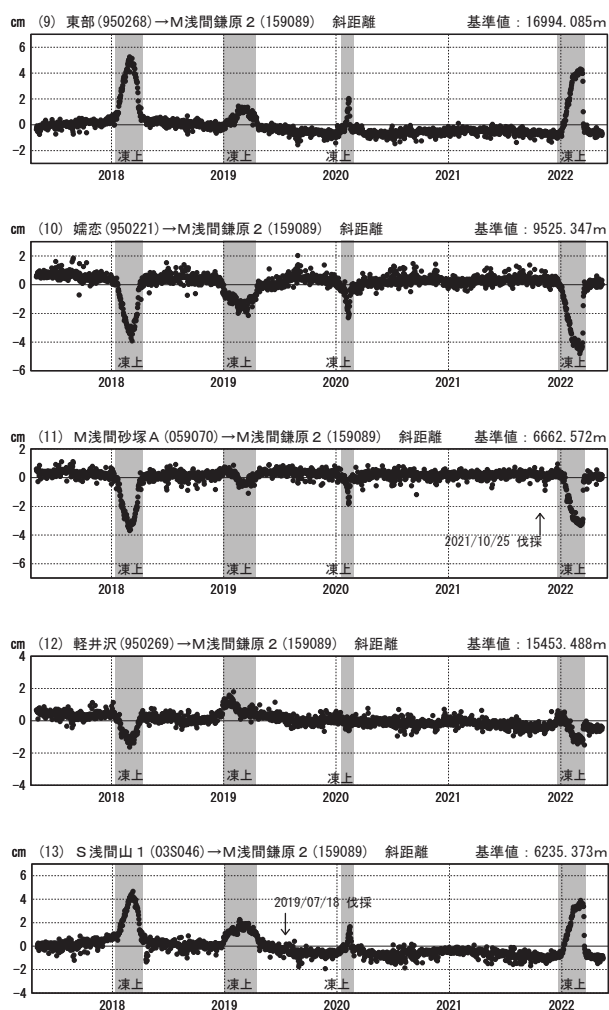
浅間山

第150回火山噴火予知連絡会

国土地理院

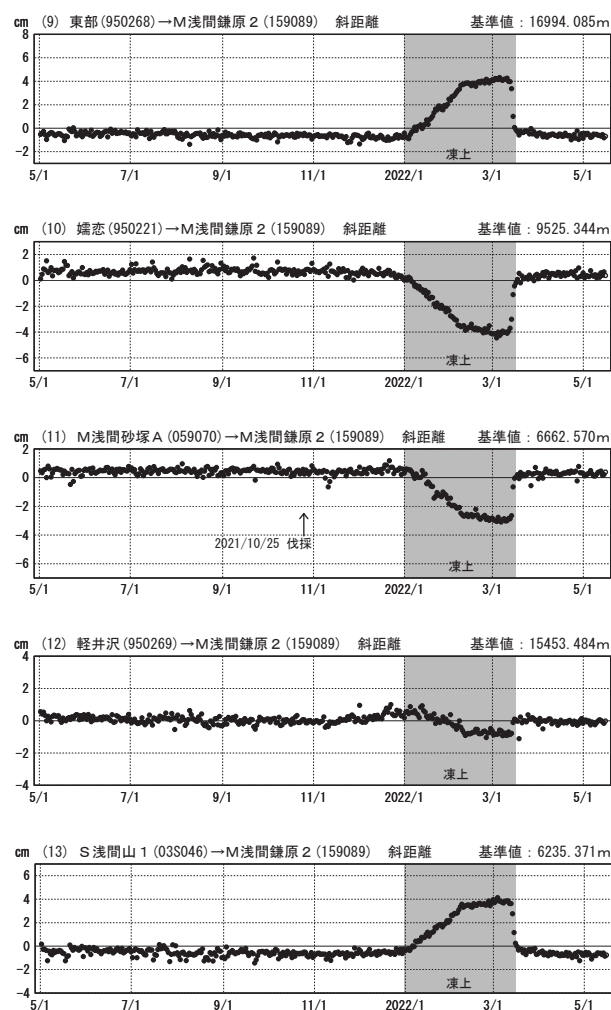
基線変化グラフ（長期）

期間：2017/05/01～2022/05/15 JST



基線変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



国土地理院

(注) 「M浅間鎌原 2」について

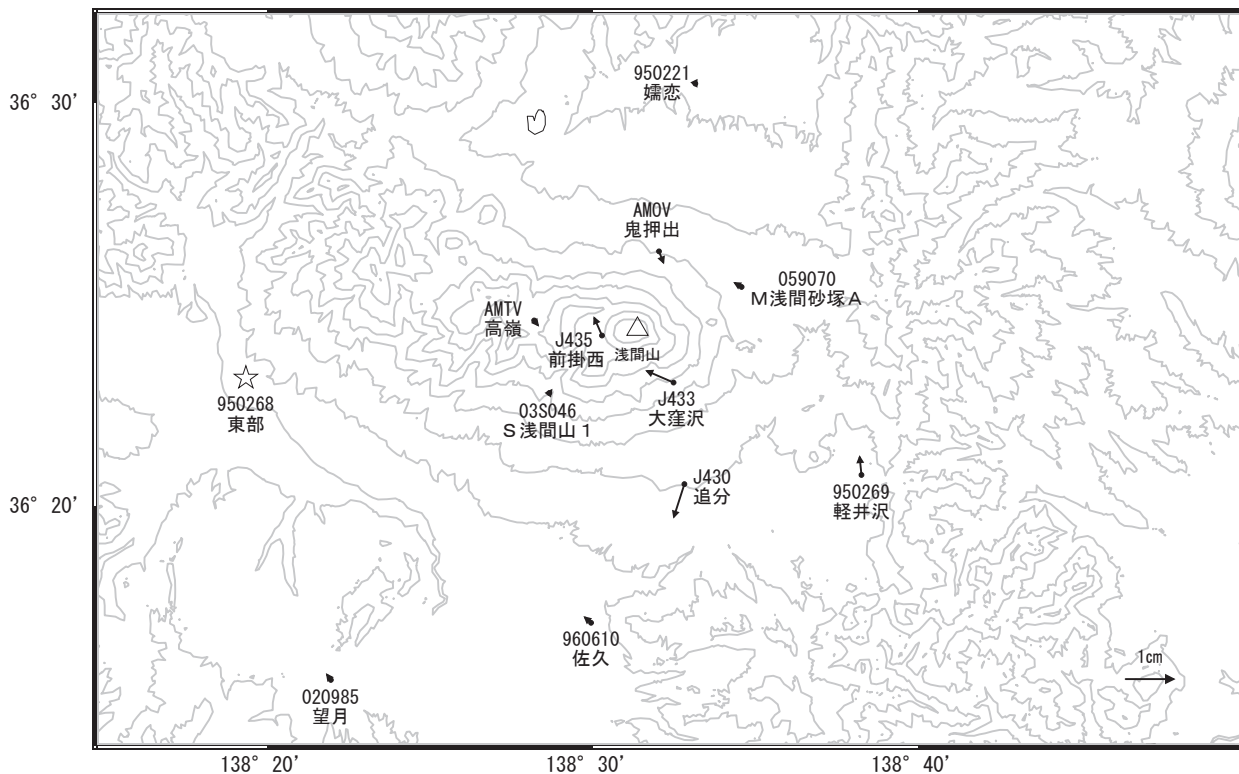
- ・2018年1月22日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。
- ・2019年1月1日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。
- ・2020年2月1日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。
- ・2022年2月1日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。

※[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

浅間山周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2022/02/06~2022/02/15[F5:最終解]
比較期間:2022/05/06~2022/05/15[F5:最終解]

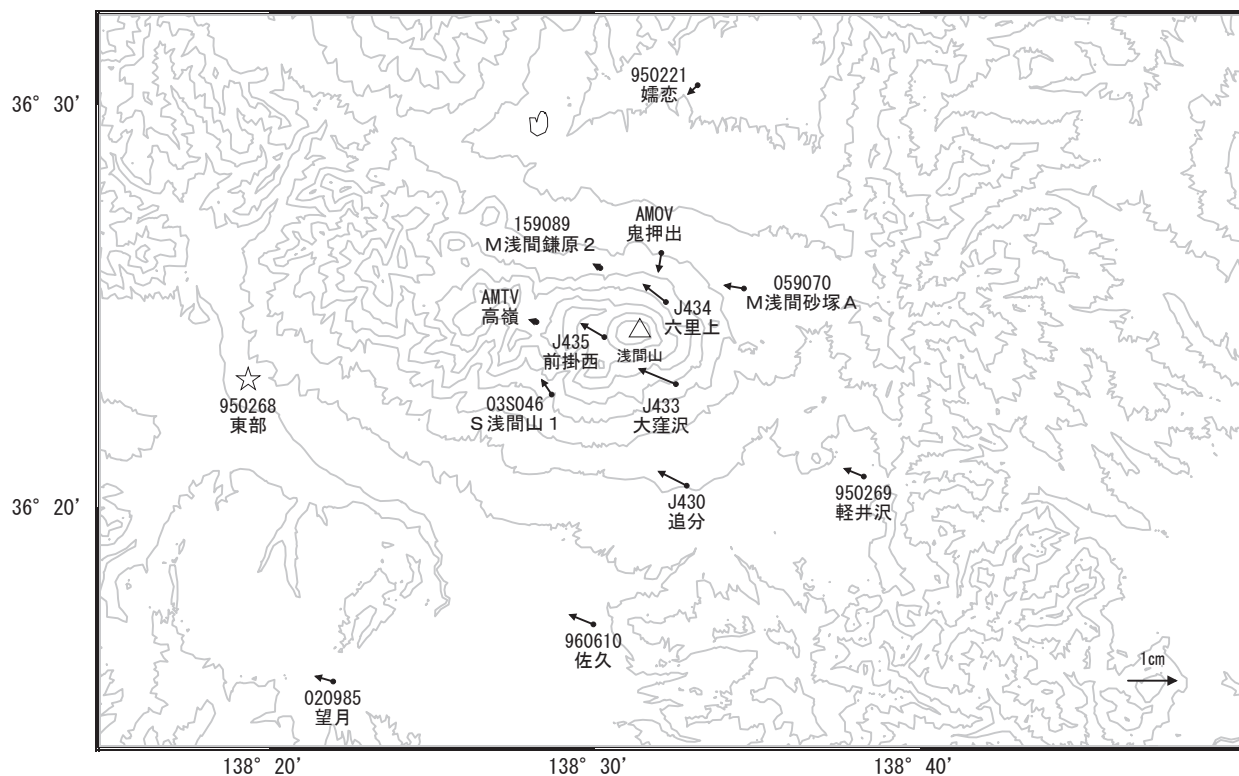


☆ 固定局:東部(950268)

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:2021/05/06~2021/05/15[F5:最終解]
比較期間:2022/05/06~2022/05/15[F5:最終解]

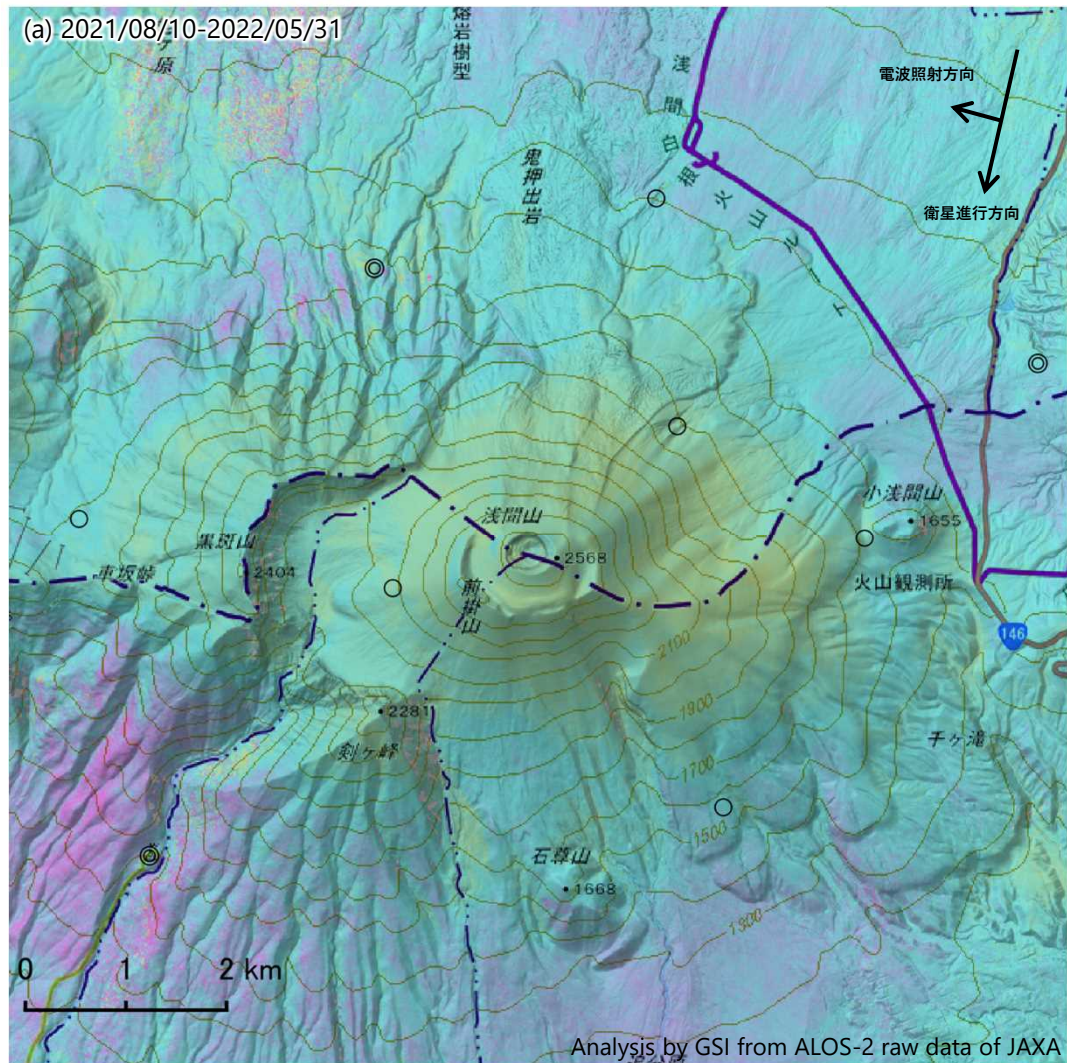


☆ 固定局:東部(950268)

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

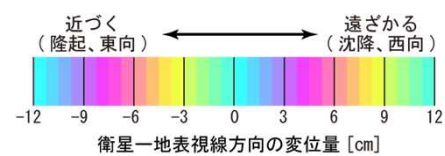
ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2021/08/10 2022/05/31 11:50頃 (294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	+ 117m

* U：高分解能(3m)モード

- ◎ 国土地理院GNSS観測点
○ 国土地理院以外のGNSS観測点



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

浅間山

新潟焼山

(2021年12月～2022年5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。

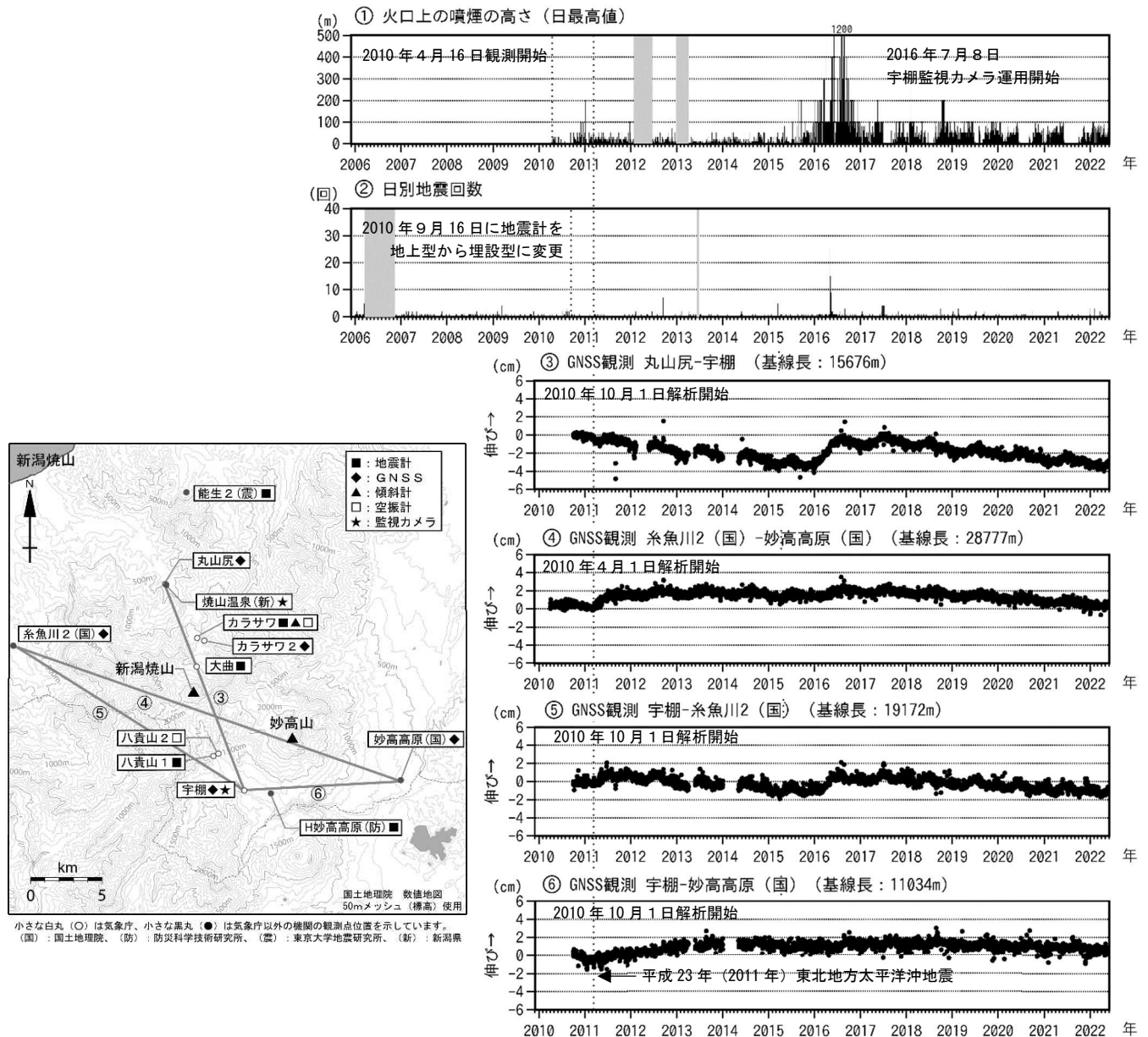


図1 新潟焼山 火山活動経過図 (2005年12月1日～2022年5月31日)

(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。

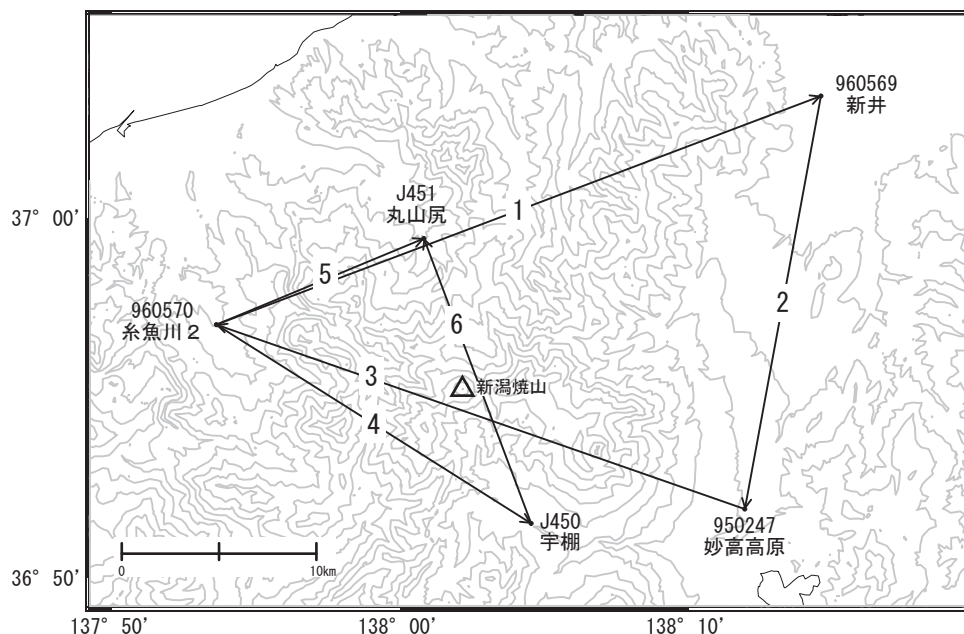
③～⑥は(観測点配置図)の③～⑥に対応している。平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震によるステップを補正した。グラフの空白部分は欠測を示す。

- ・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100m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ている。
- ・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。

新潟焼山

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。

新潟焼山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

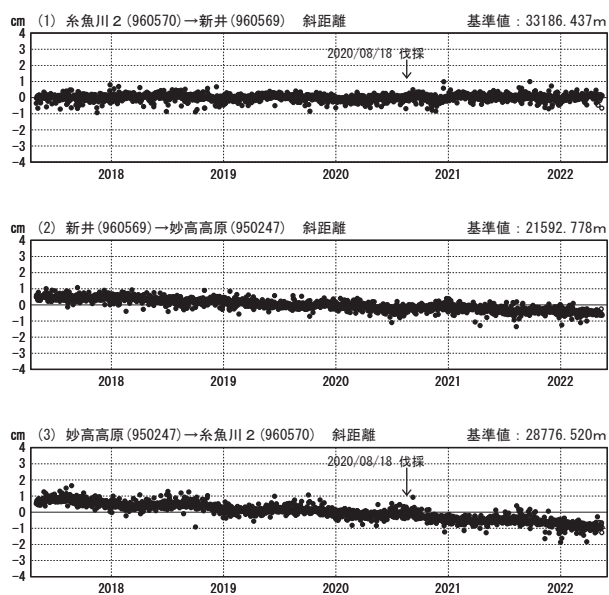


新潟焼山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960570	糸魚川2	20200818	伐採

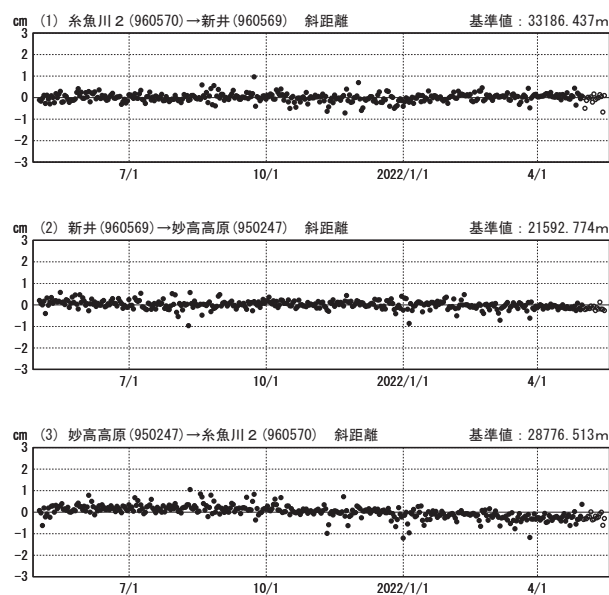
基線変化グラフ(長期)

期間: 2017/05/01~2022/05/15 JST



基線変化グラフ(短期)

期間: 2021/05/01~2022/05/15 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

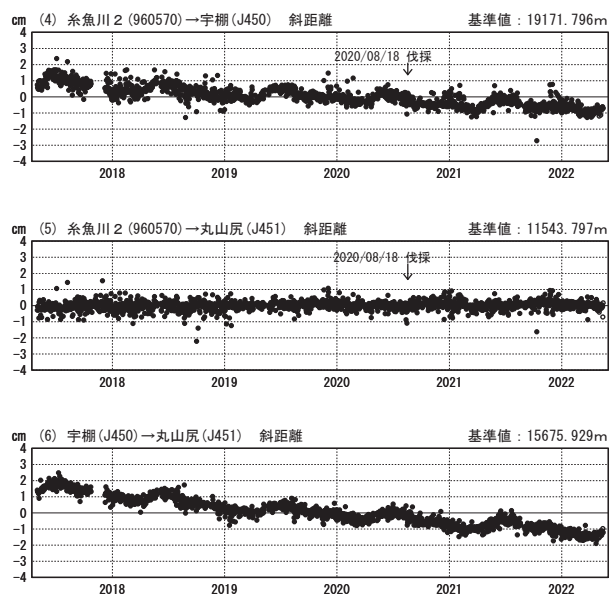
国土地理院・気象庁

※[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

新潟焼山

基線変化グラフ（長期）

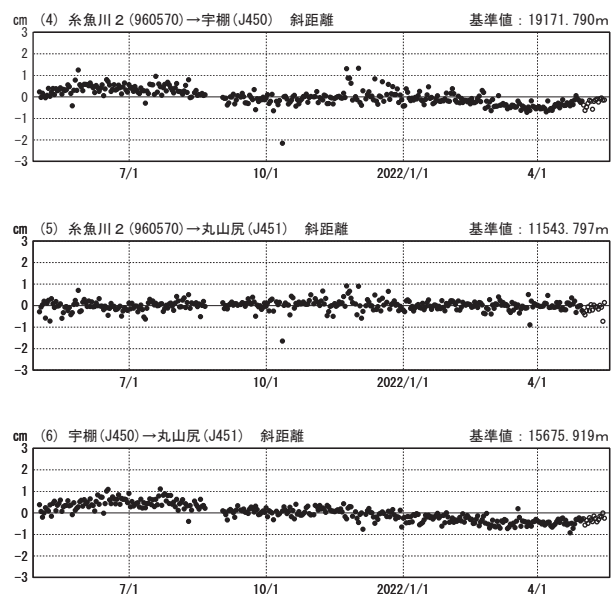
期間：2017/05/01～2022/05/15 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

基線変化グラフ（短期）

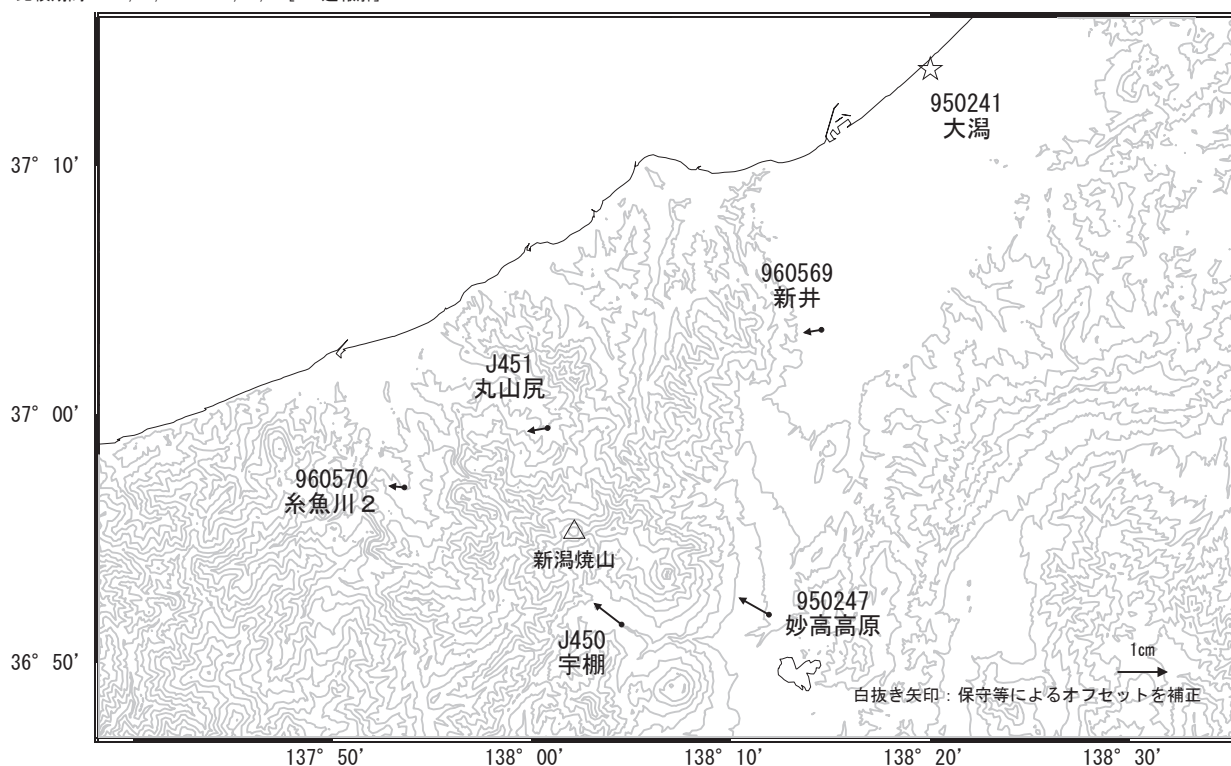
期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



国土地理院・気象庁

新潟焼山周辺の地殻変動(水平:1年間)

基準期間：2021/05/06～2021/05/15 [F5:最終解]
 比較期間：2022/05/06～2022/05/15 [R5:速報解]



☆ 固定局：大湯 (950241)

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

新潟焼山

弥 陀 ケ 原

(2021 年 12 月～2022 年 5 月 31 日)

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 芦峯監視カメラによる噴煙の状況 (2022 年 5 月 17 日)

- ・ 噴気活動に変化はなく、引き続き、熱活動は活発な状態が続いている。

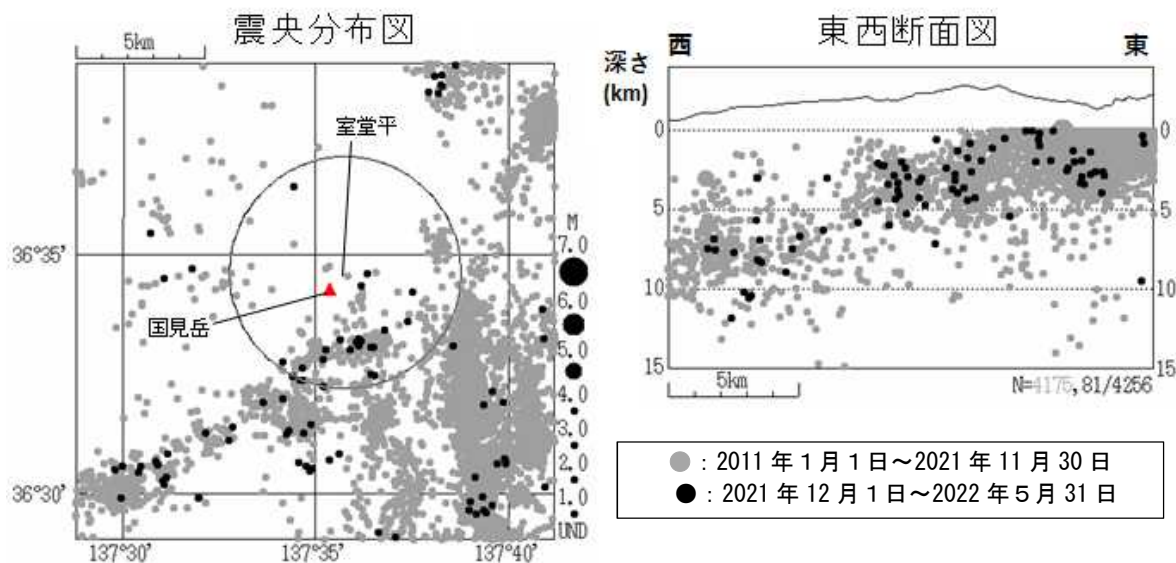


図 2 弥陀ヶ原 一元化震源による周辺の地震活動 (2011 年 1 月 1 日～2022 年 5 月 31 日)

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、低調に経過している。

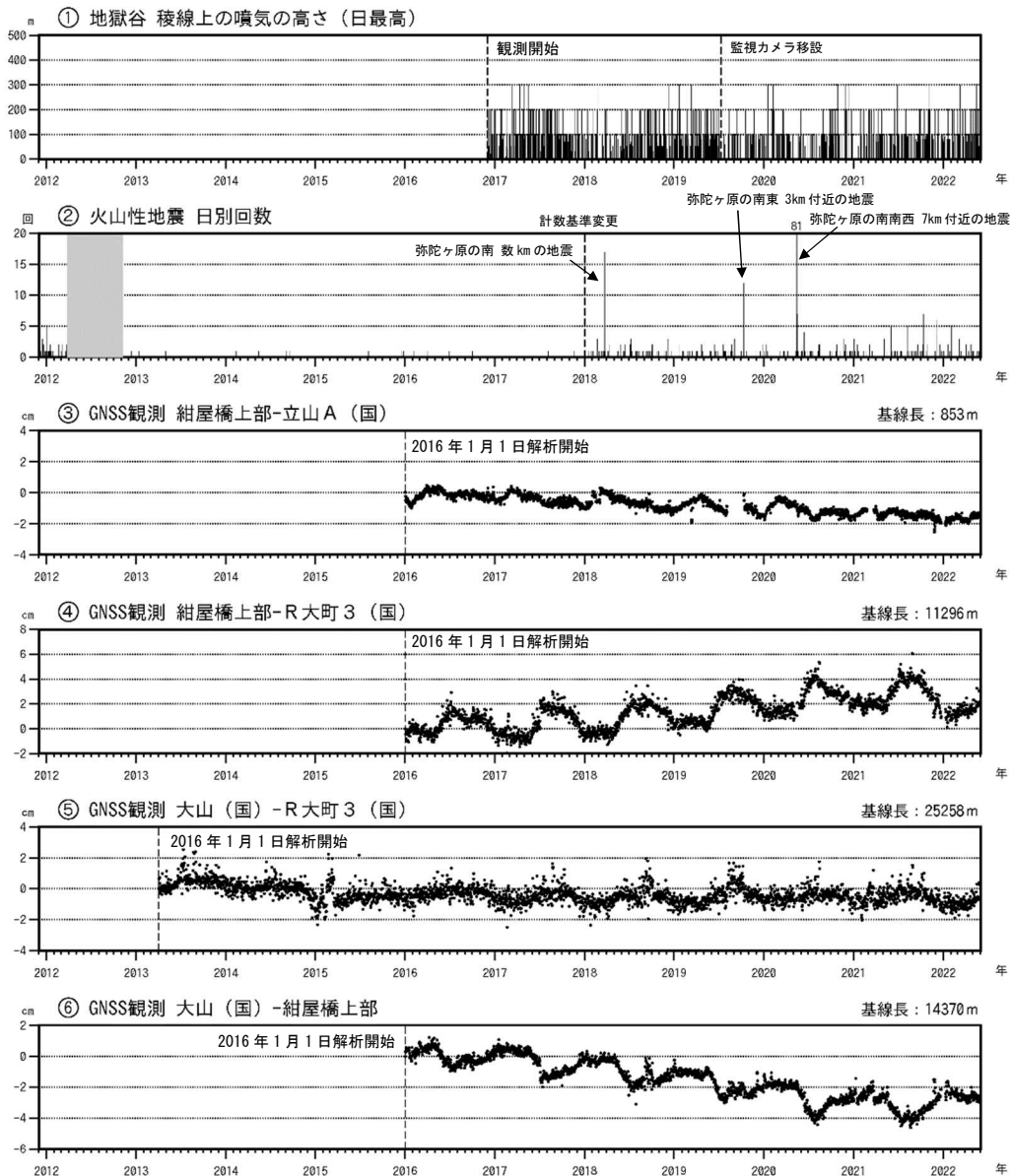


図3 弥陀ヶ原 火山活動経過図 (2011年12月1日~2022年5月31日)

- ・地獄谷からの噴気の高さは300m以下で推移し、噴気活動に変化はない。
- ・地獄谷周辺の地震活動は、低調に経過している。
- ・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。

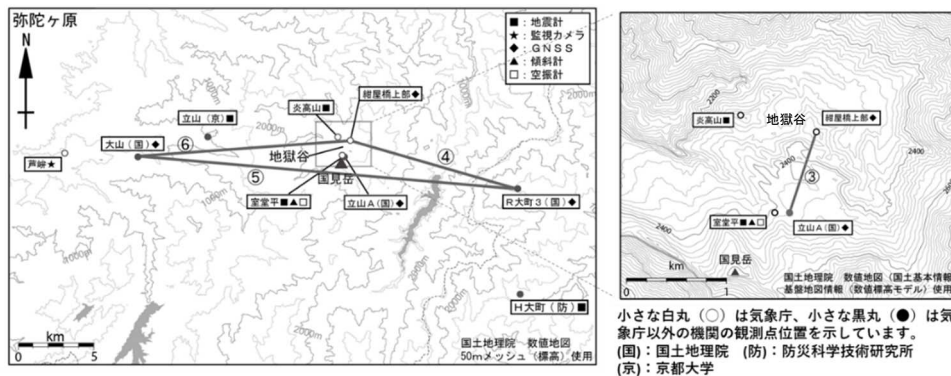


図4 弥陀ヶ原 観測点配置図

乗 鞍 岳

(2021 年 12 月～2022 年 5 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。

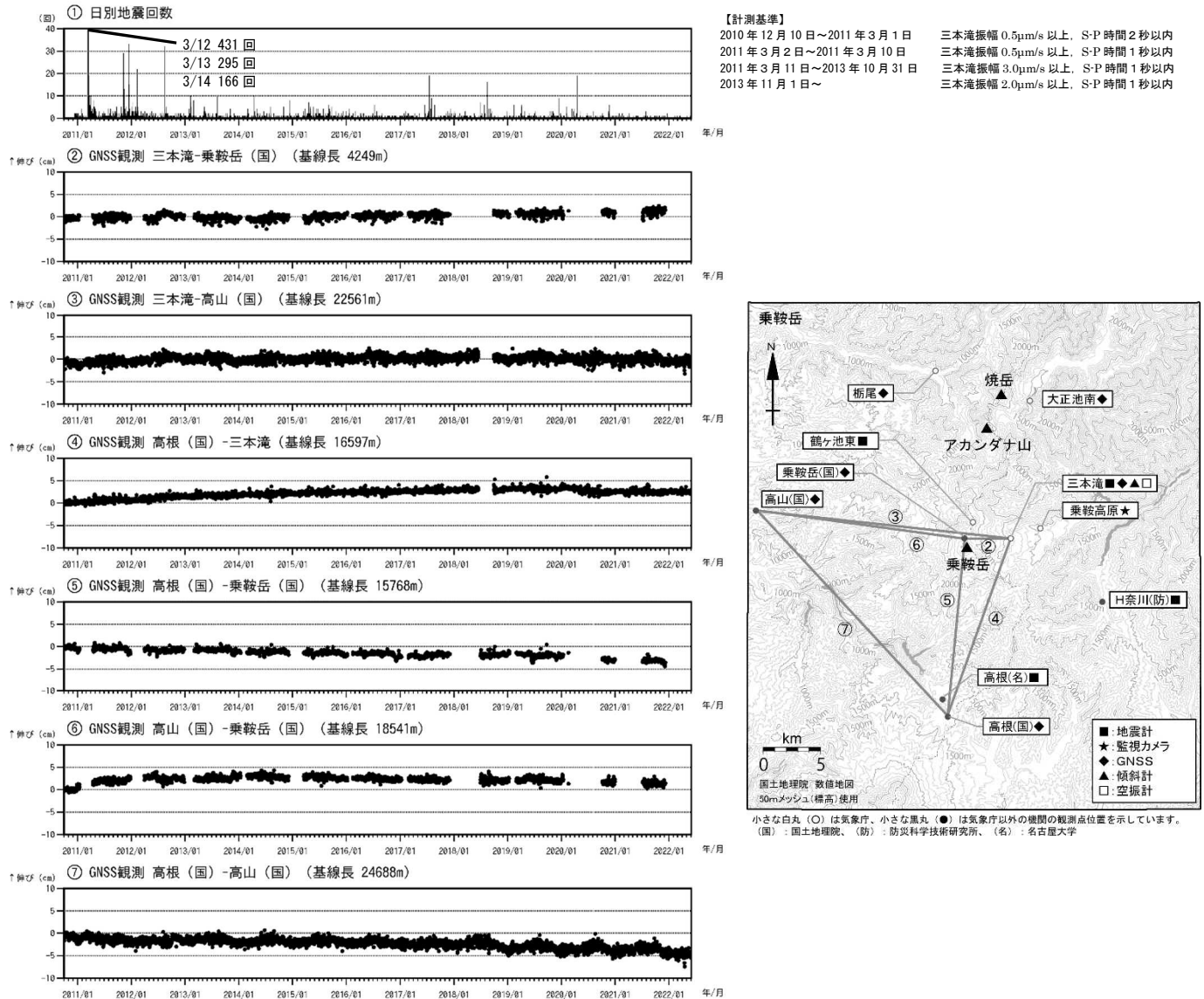


図 1 乗鞍岳 火山活動経過図

- ① 日別地震回数(2010 年 12 月 10 日～2022 年 5 月 31 日)
 ②～⑦ GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月 1 日～2022 年 5 月 31 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。

・ 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。

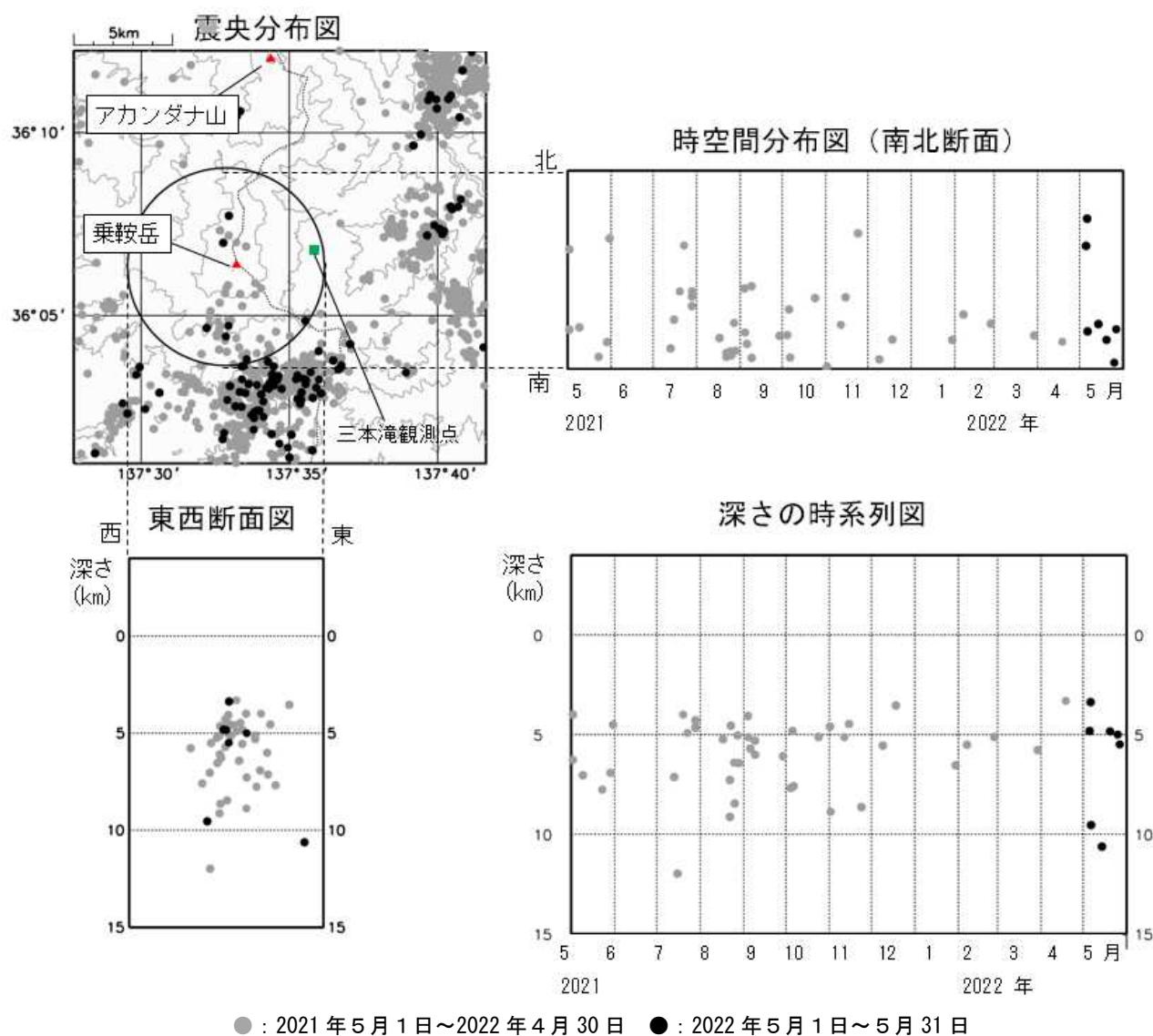


図 2 乗鞍岳 一元化震源による山体・周辺の地震活動

(2021 年 5 月 1 日～2022 年 5 月 31 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。

- ・乗鞍岳付近の地震活動は、低調に経過している。

白 山

(2021 年 12 月～2022 年 5 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。

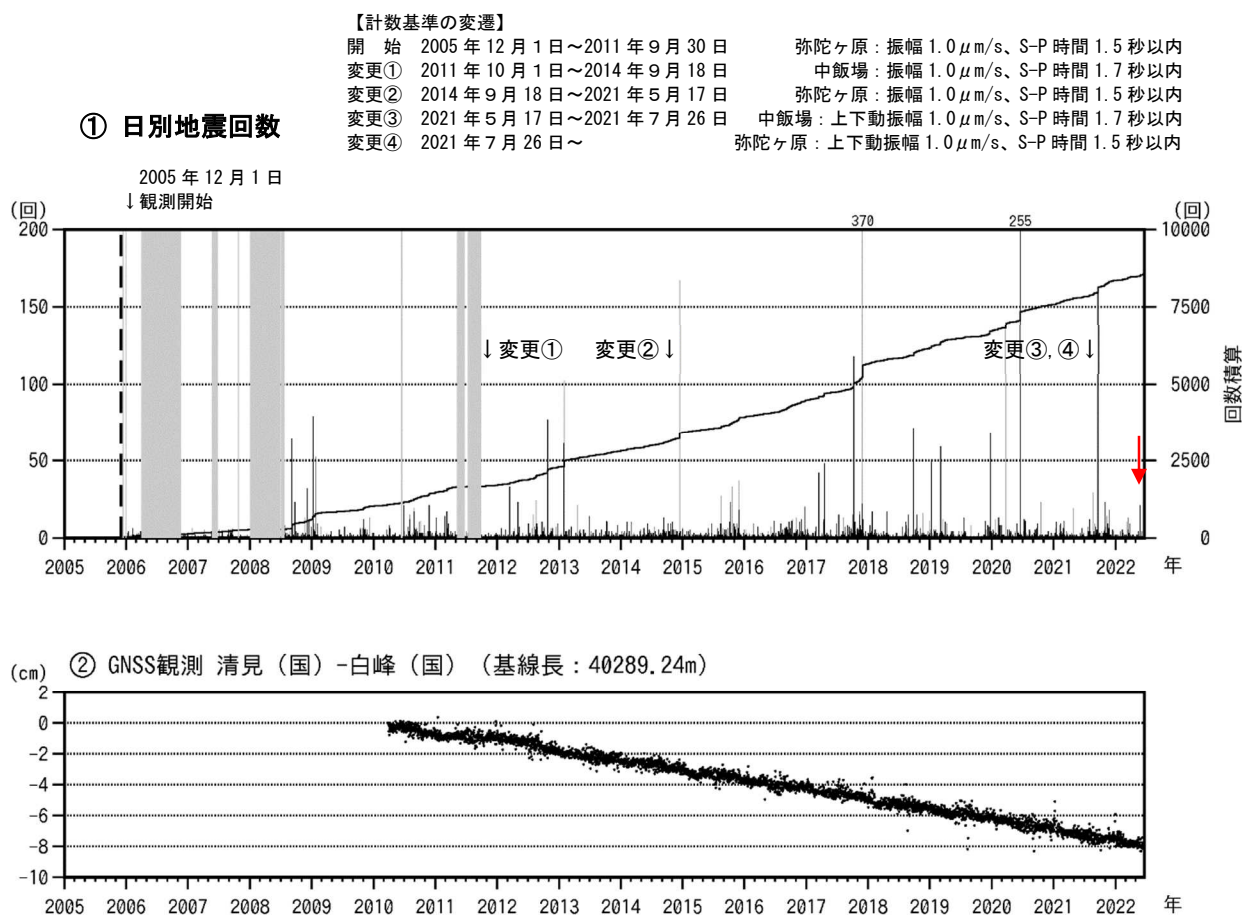


図 1 白山 日別地震回数及び GNSS 基線長変化（2005 年 12 月～2022 年 5 月 31 日）

灰色部分は機器障害による欠測期間

- ・ 5 月 28 日、29 日に一時的に地震回数の増加がみられた（赤矢印）。
- ・ 火山性微動は観測されていない。

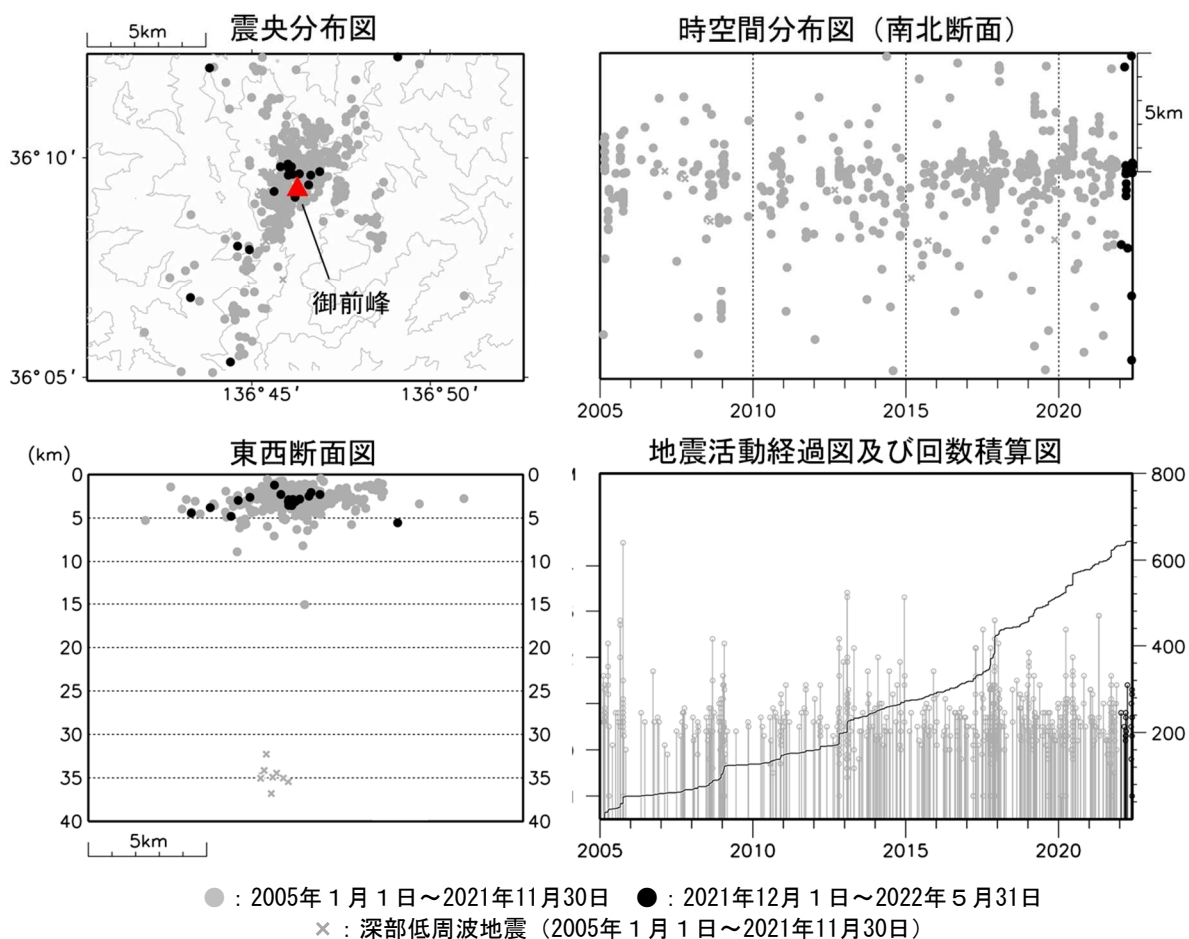


図2 白山 一元化震源による白山付近の地震活動 (2005年1月1日～2022年5月31日)

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)。

- ・本期間、深部低周波地震は観測されていない。

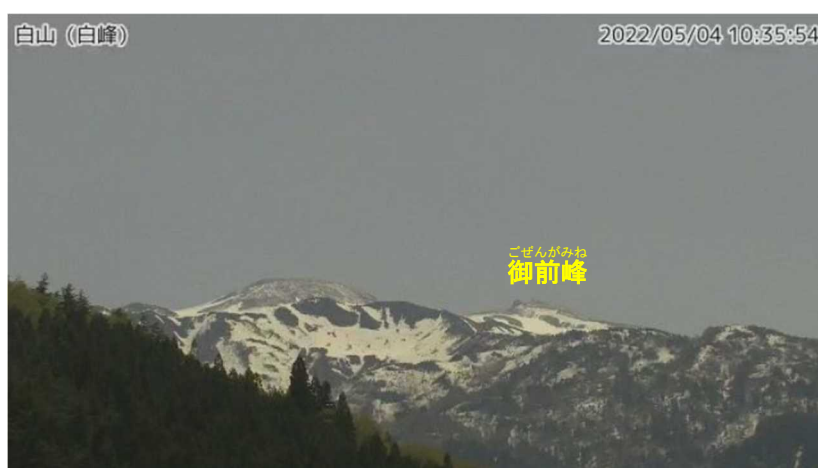


図3 白山 山頂部の状況 (2022年5月4日 白峰監視カメラによる)

- ・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

(2021 年 12 月～2022 年 5 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。

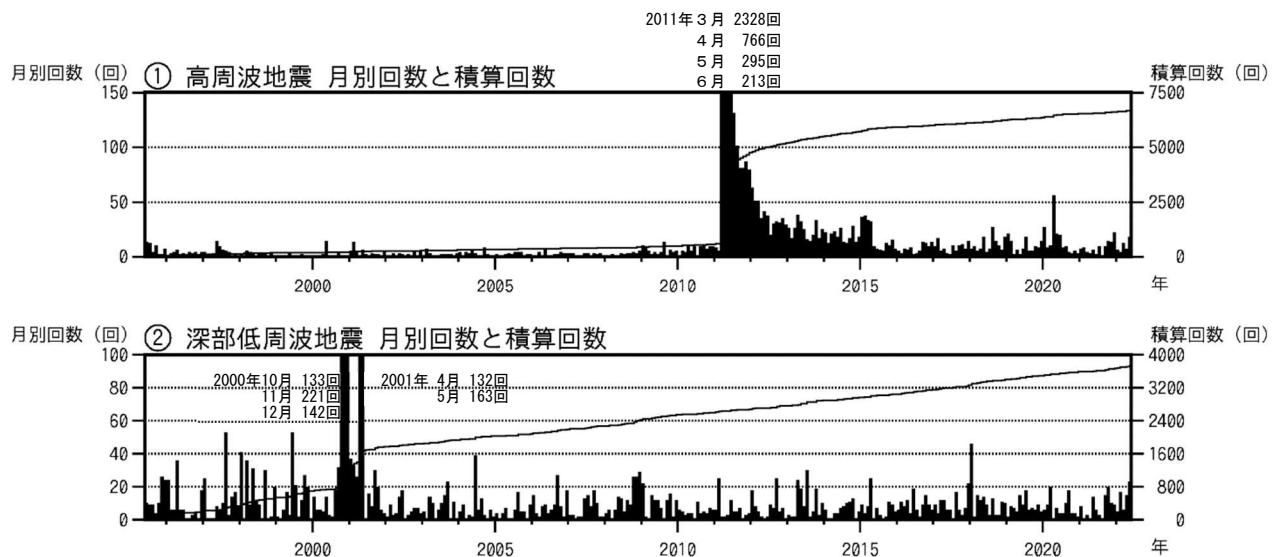


図 1 富士山 月別地震回数とその積算回数 (1995 年 6 月～2022 年 5 月 31 日)

※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 M6.4 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。

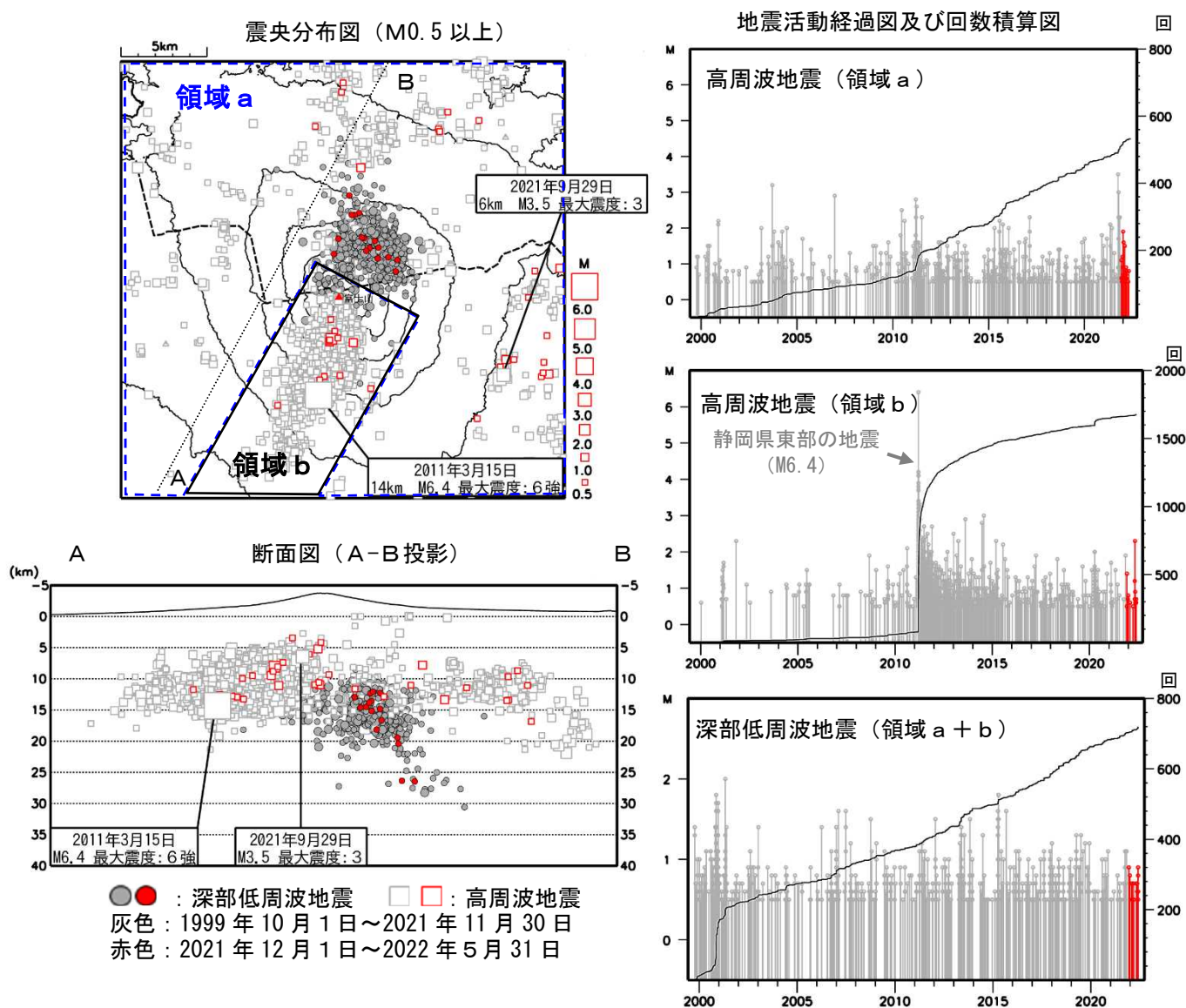
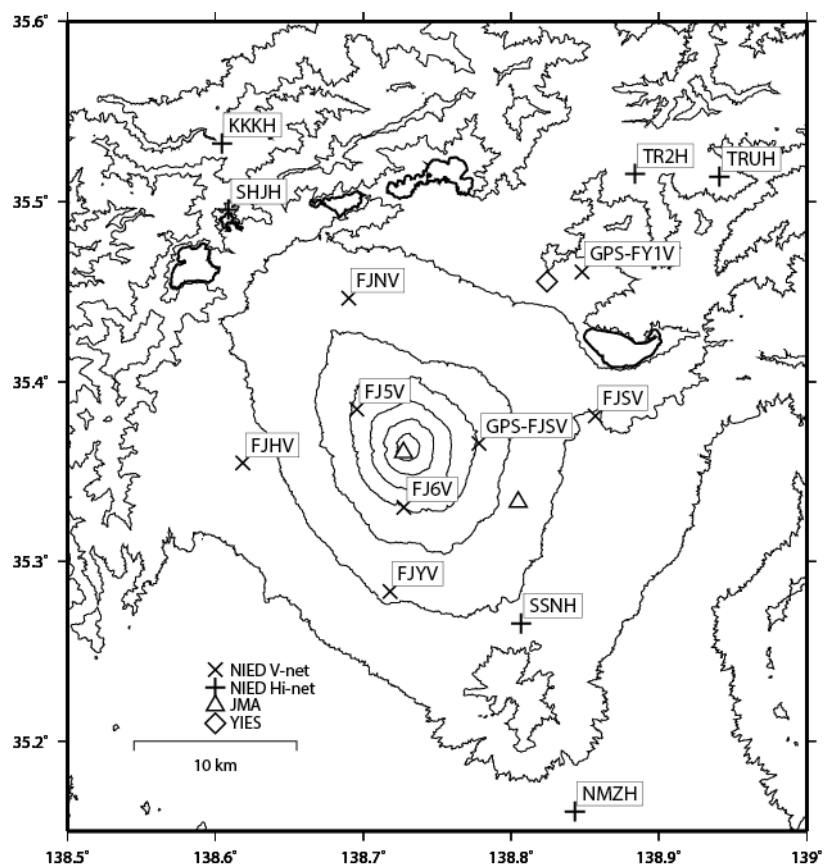


図2 富士山 一元化震源による山体及び周辺の地震活動
(1999 年 10 月 1 日 ~ 2022 年 5 月 31 日)

- ・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 10~25 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
- FJSV=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

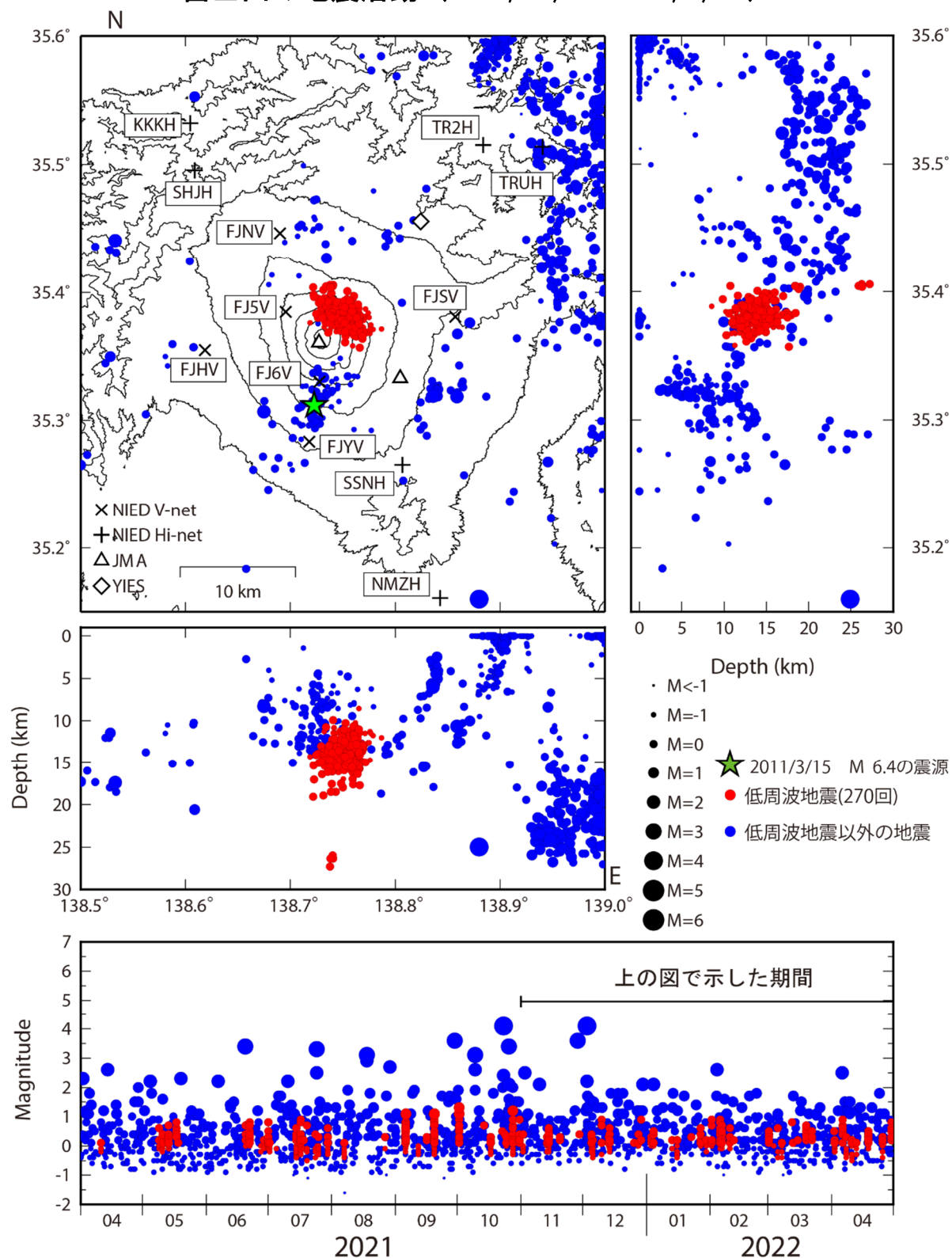
○ 地震活動

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 (2021/11/1~2022/4/30)



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 (2021/11/1~2022/4/30)

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

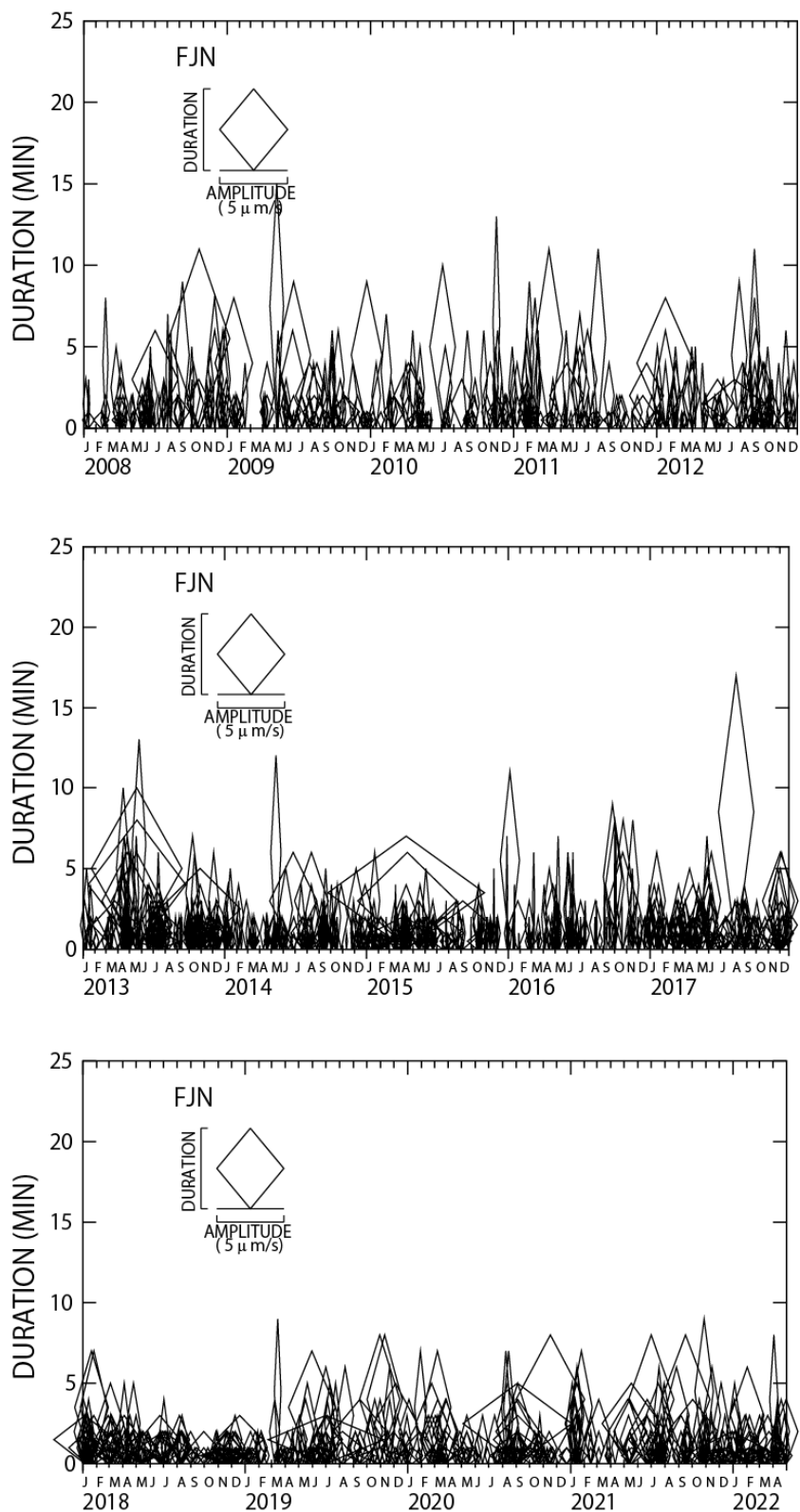
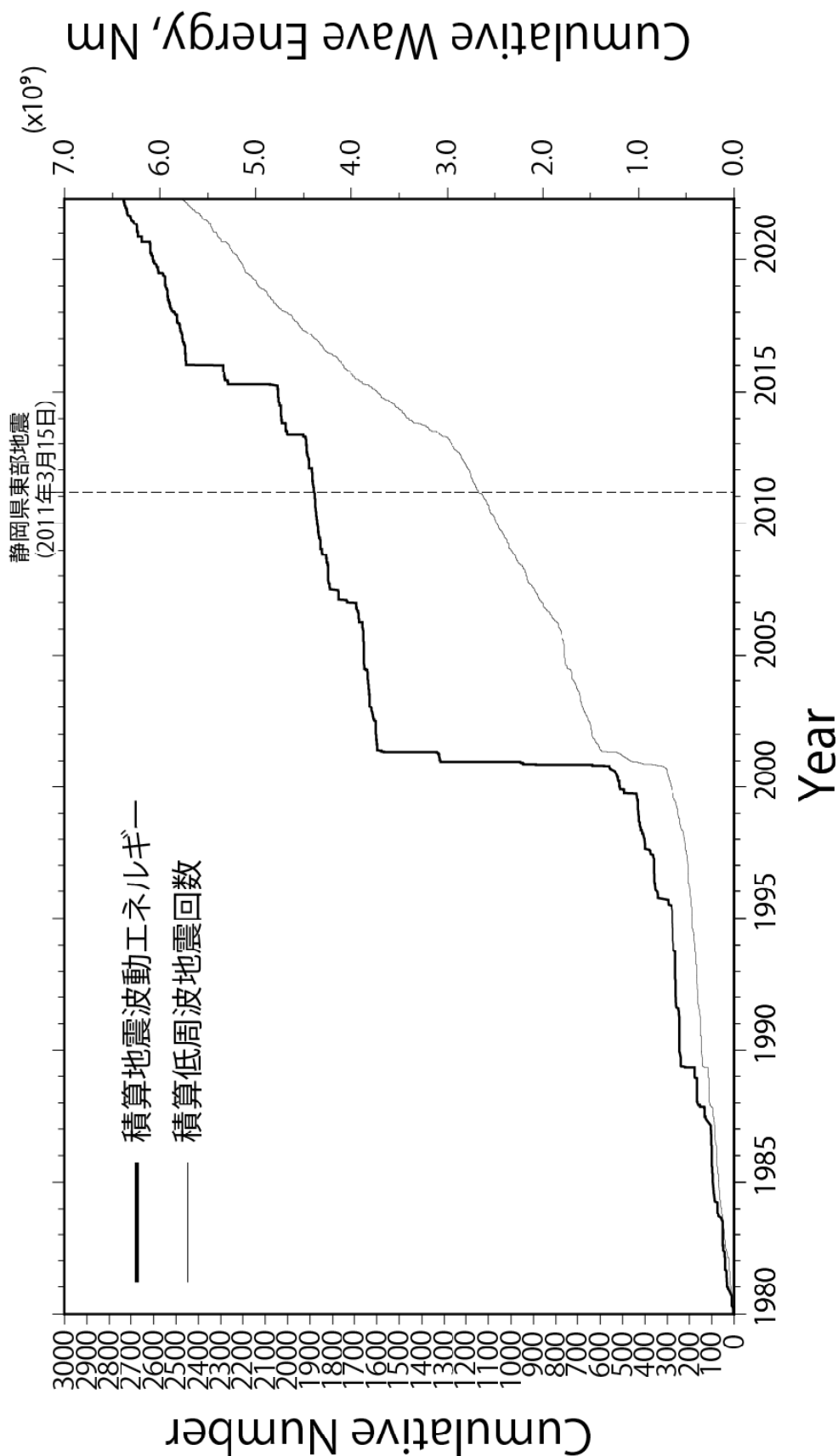


図 2 富士山深部低周波地震活動ダイヤモンド・ダイアグラム
(2008/01/01-2022/5/31)

富士山の積算低周波地震回数と積算地震波動エネルギー



(FJN観測点の振幅から推定。但し、FJN欠測時は、FJ5、FJ6を使用。) (2022/04/30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

(1996/01/01～2022/4/30, 深さ<25kmの低周波地震以外の地震, 破線はM>0.5)

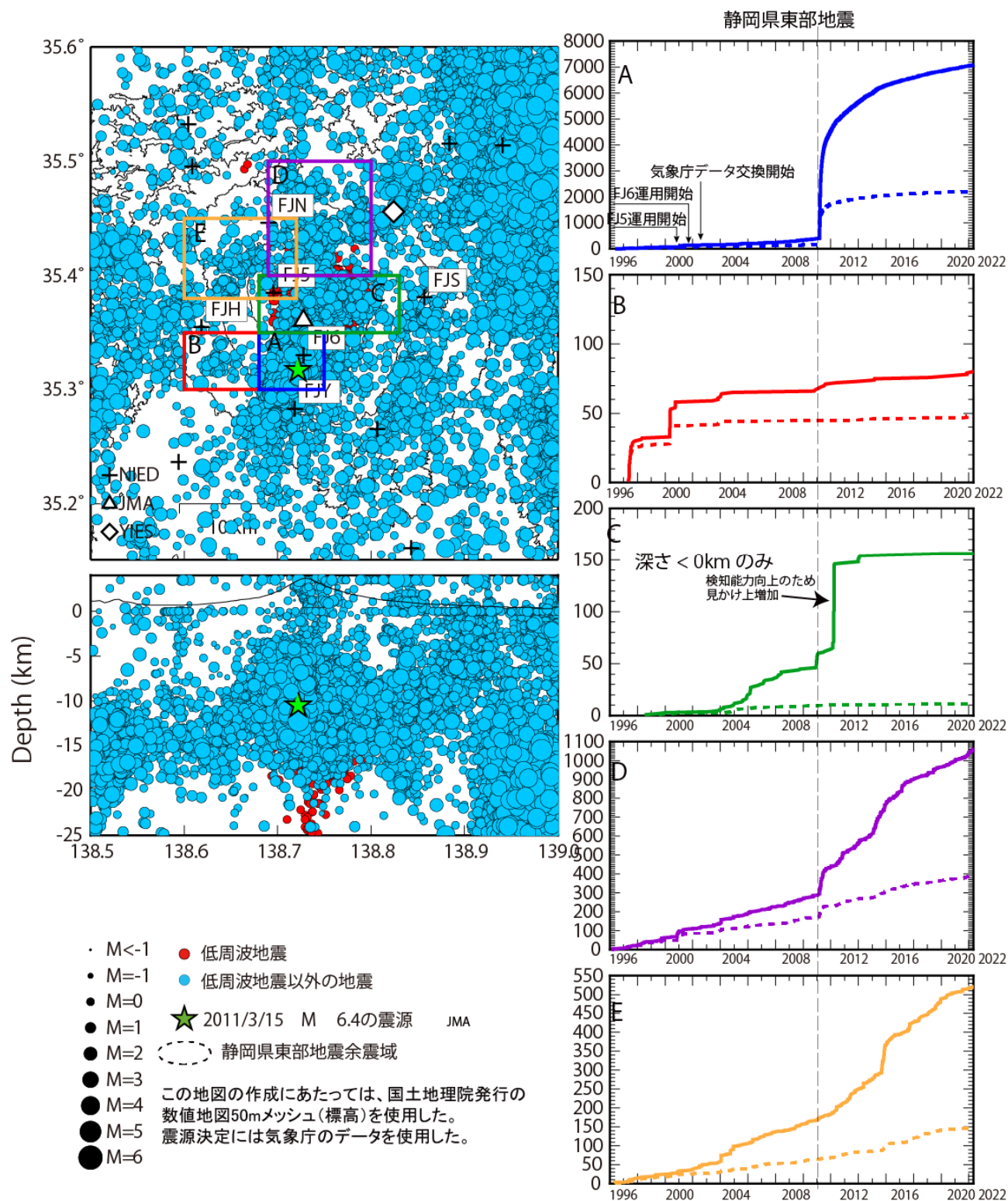
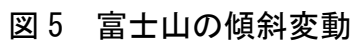


図 4 富士山周辺の積算地震回数

富士山の傾斜変動 (2021/11/1~2022/5/31)



防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET・気象庁 GNSS 観測点で得られた、2021 年 4 月 1 日-2022 年 5 月 31 日の地殻変動【富士（93076）固定】

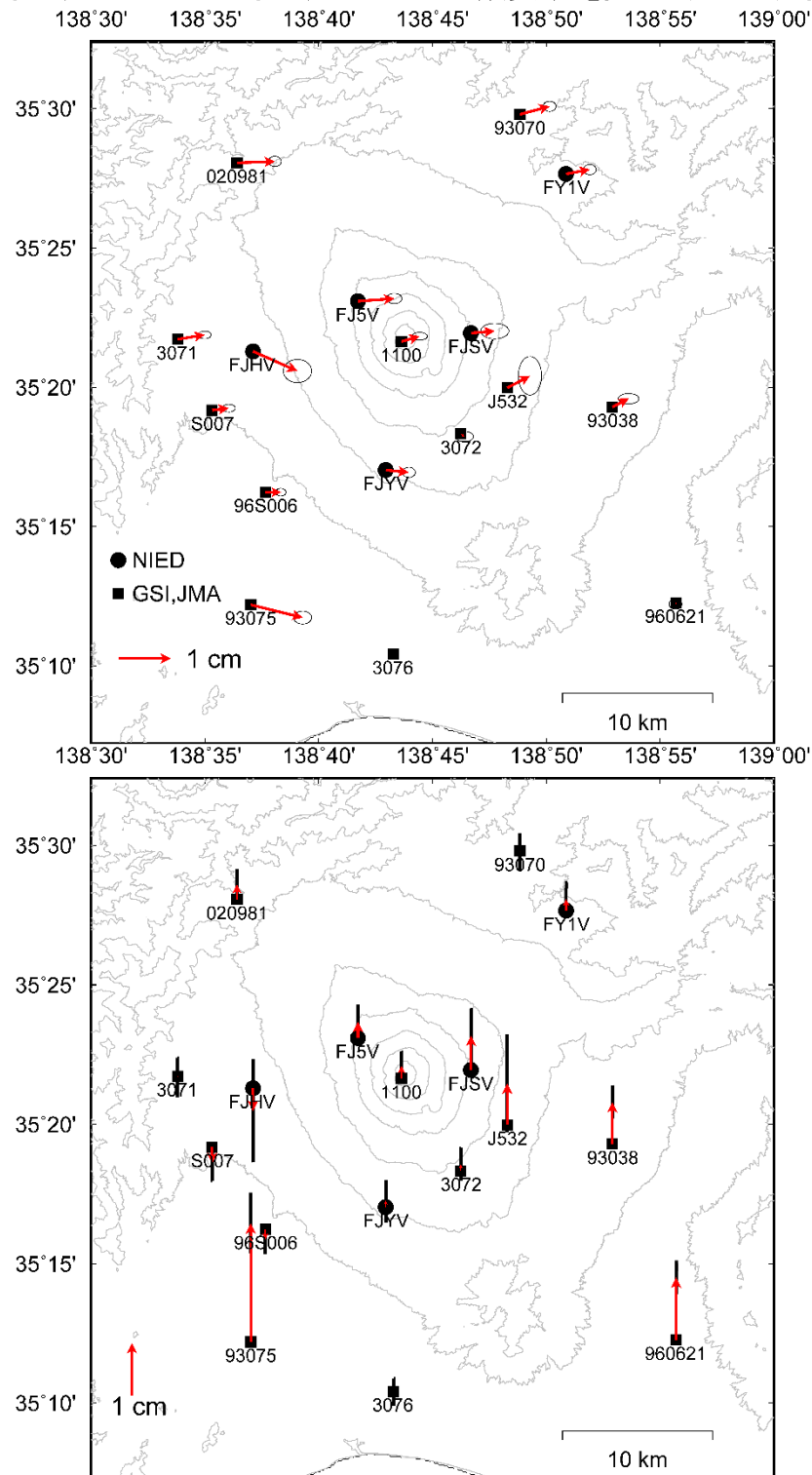


図 6 富士山周辺の GNSS 解析結果.

(上段：水平成分、下段：上下成分)

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。

防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET・気象庁 GNSS 観測点で得られた、2019 年 4 月 1 日-2022 年 5 月 31 日の地殻変動（一次トレンド補正済み）【富士（93076）固定】

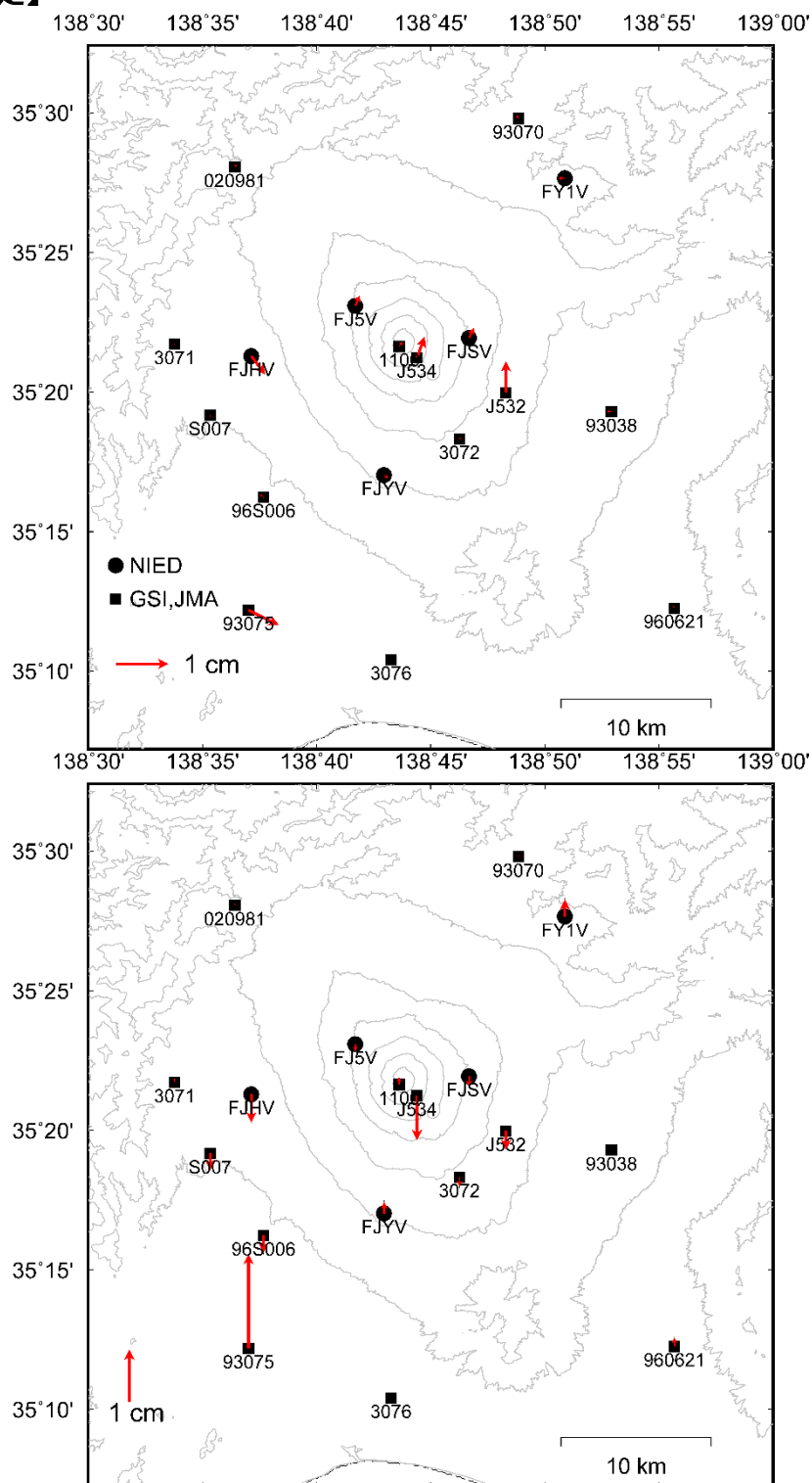


図 7 富士山周辺の GNSS 解析結果（一次トレンド補正済み）。

（上段：水平成分、下段：上下成分）

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。

富士山の GNSS 観測結果

基線長変化（日平均値, 2013/12/1～2022/5/31）

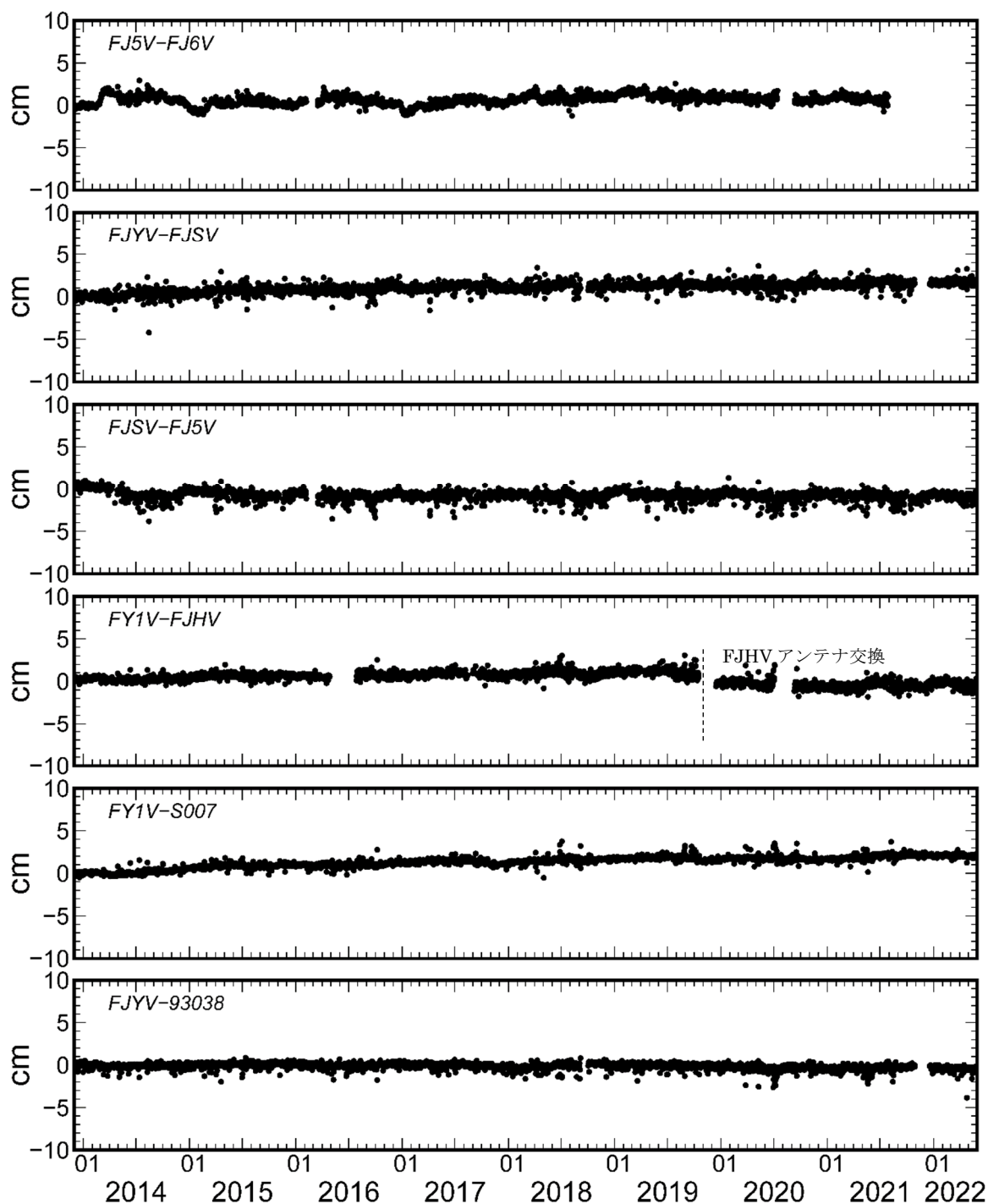
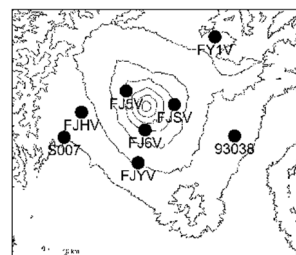


図 8 富士山の GNSS 観測結果

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。

第 150 回火山噴火予知連絡会

防災科学技術研究所

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)		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
			2016/4/20～2016/7/7	欠測
0770	富士第6 (FJ6V)		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
			2020/07/14～2020/09/11	受信機不具合による欠測
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/	受信器故障による欠測

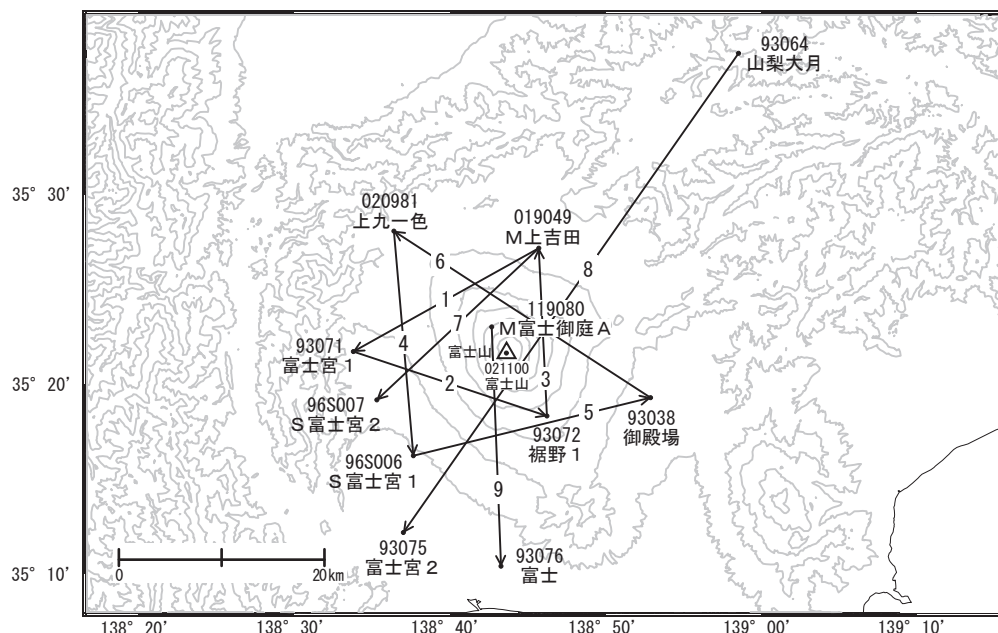
表2 富士山 2周波GNSS観測点位置

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

富士山

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。

富士山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



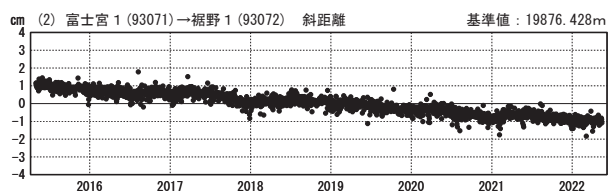
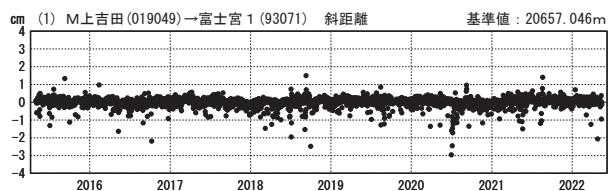
富士山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
93038	御殿場	20181115	受信機交換
93064	山梨大月	20190419	アンテナ交換
		20201206	受信機交換
93071	富士宮1	20150618	受信機交換
93072	裾野1	20191121	受信機交換
93075	富士宮2	20201214	受信機交換
19049	M上吉田	20191024	受信機交換

点番号	点名	日付	保守内容
93076	富士	20191201	受信機交換
96S006	S富士宮1	20150320	受信機交換
96S007	S富士宮2	20150320	受信機交換
		20150511	受信機交換
119080	M富士御庭A	20140909	アンテナ・受信機交換

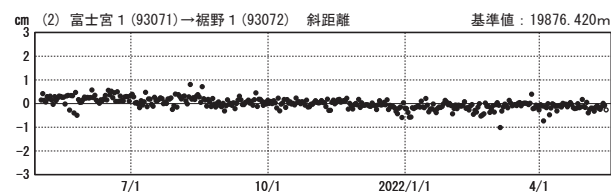
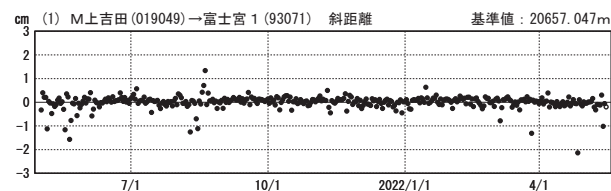
基線変化グラフ (長期)

期間: 2015/05/01~2022/05/15 JST



基線変化グラフ (短期)

期間: 2021/05/01~2022/05/15 JST



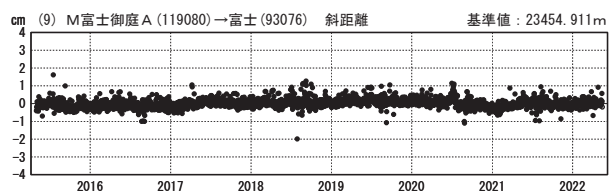
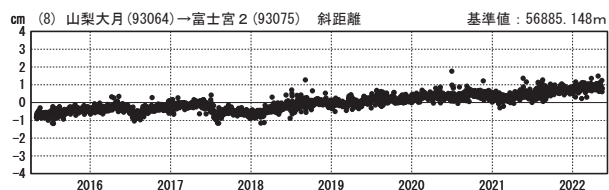
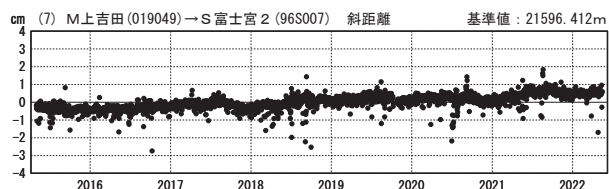
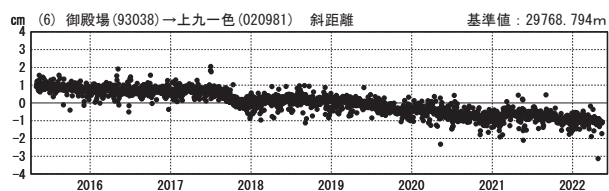
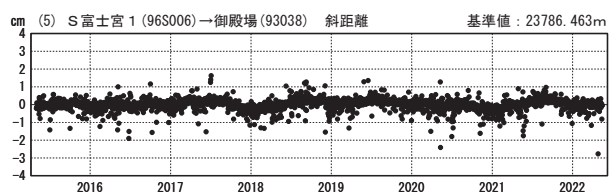
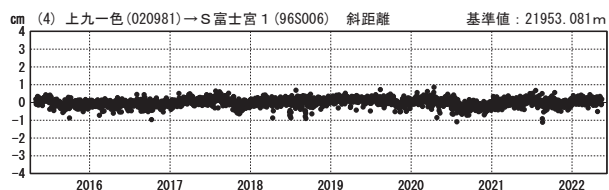
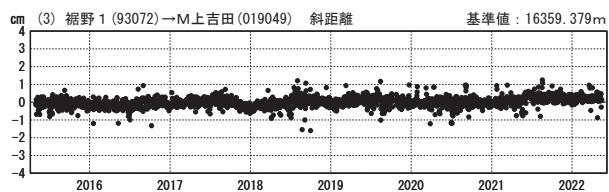
国土地理院

※[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

富士山

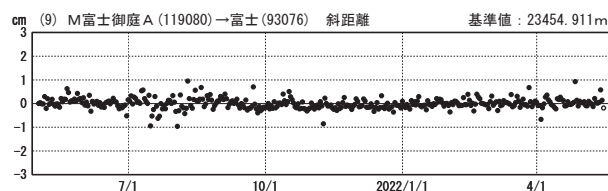
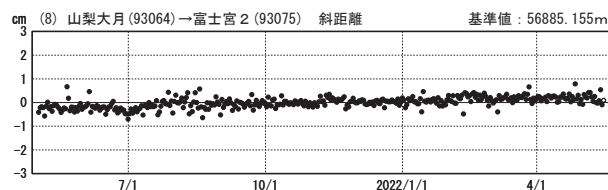
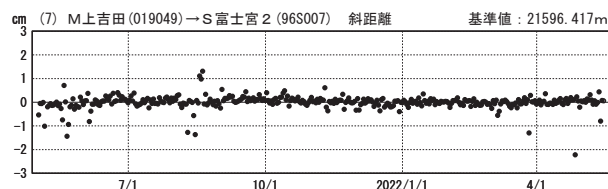
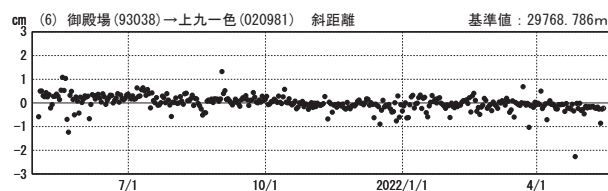
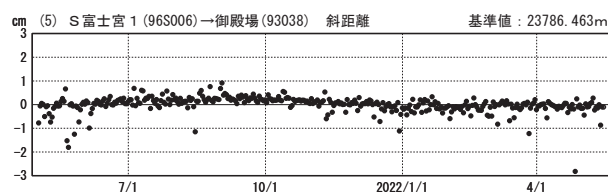
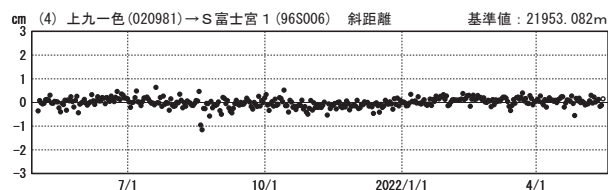
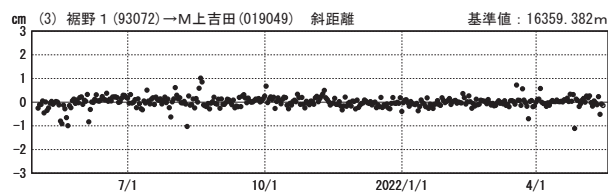
基線変化グラフ（長期）

期間：2015/05/01～2022/05/15 JST



基線変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



●— [F5:最終解] ○— [R5:速報解]

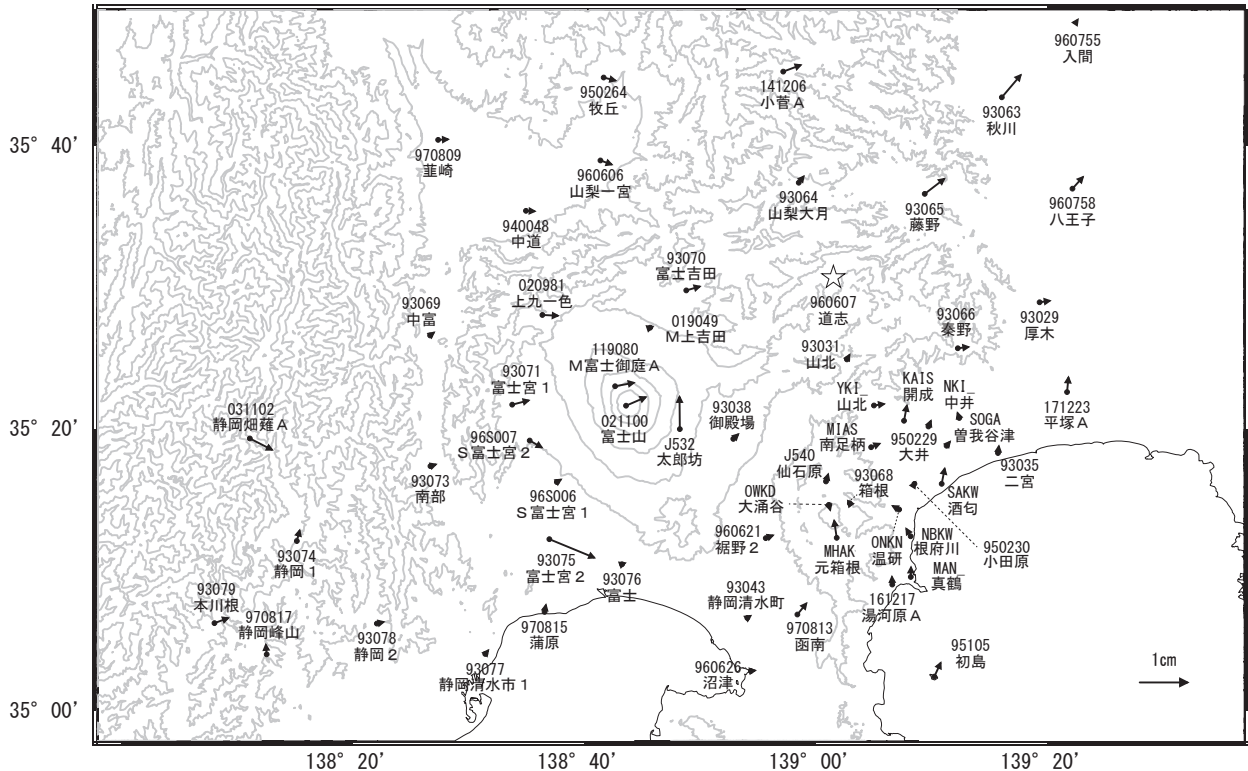
国土地理院

※[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

富士山

富士山周辺の地殻変動(水平:3か月)

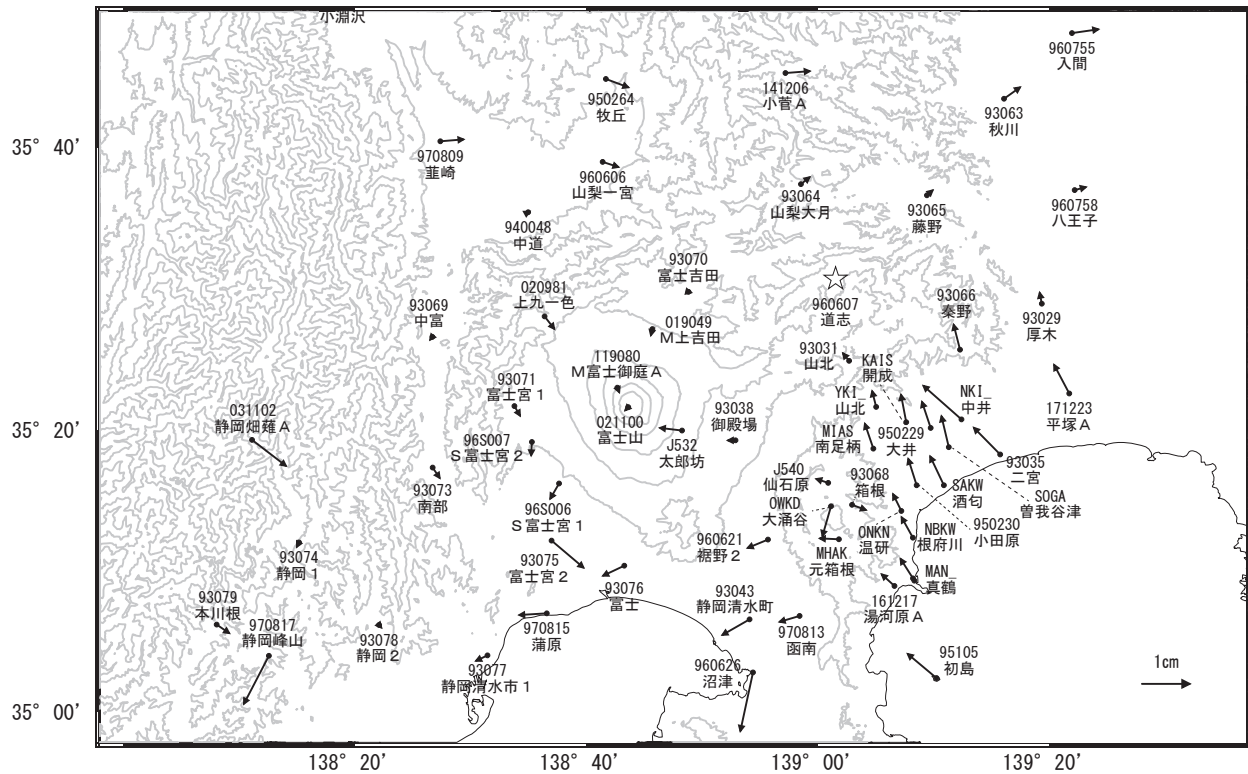
基準期間:2022/02/06~2022/02/15[F5:最終解]
比較期間:2022/05/06~2022/05/15[R5:速報解]



国土地理院・気象庁・温泉地学研究所

富士山周辺の地殻変動(水平:1年)

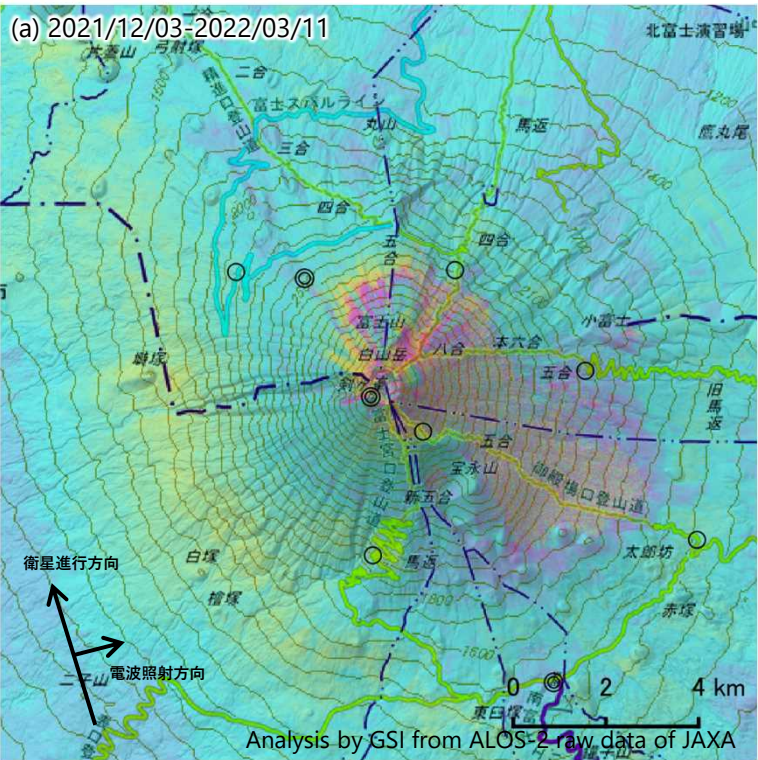
基準期間:2021/05/06~2021/05/15[F5:最終解]
比較期間:2022/05/06~2022/05/15[R5:速報解]



国土地理院・気象庁・温泉地学研究所

富士山のSAR干渉解析結果について

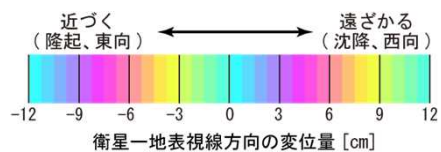
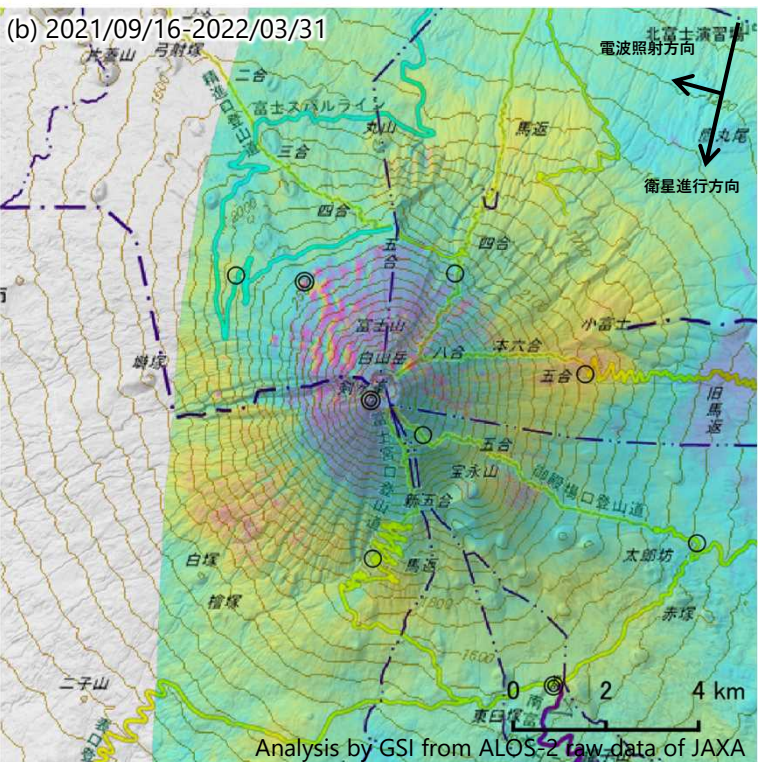
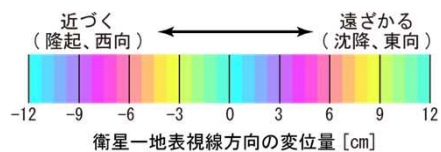
ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021/12/03 2022/03/11 23:45頃 (98日間)	2021/09/16 2022/03/31 11:43頃 (196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*	U-U	U-U
入射角	42.3°	44.6°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 138m	+ 164m

* U：高分解能(3m)モード

- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

箱 根 山

(2021 年 12 月～2022 年 5 月)

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。ただし、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。

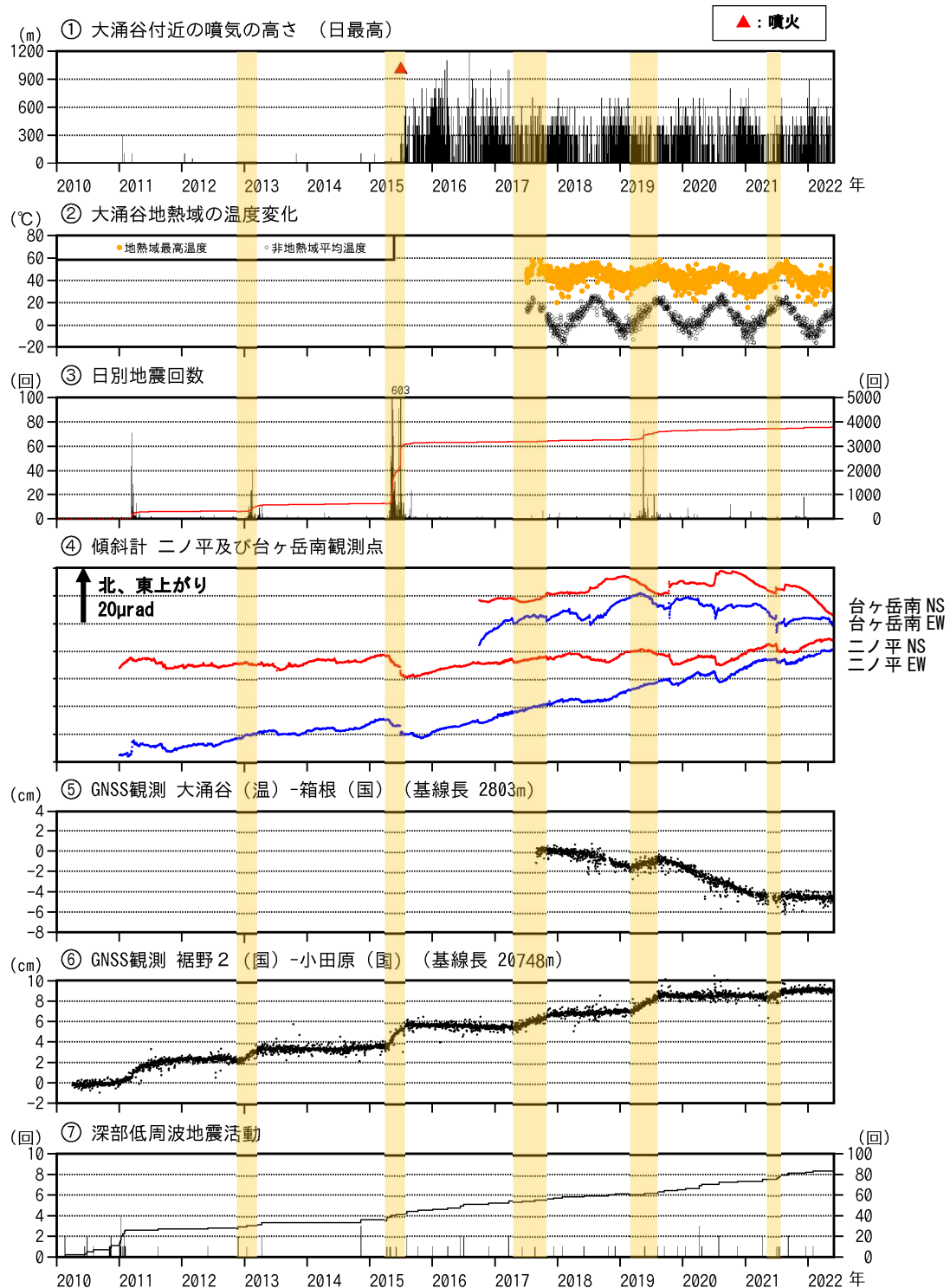


図 1 箱根山 活動経過図

- ・ 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。
- ・ ③今期間、地震回数は少ない状態で経過し、浅い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今期間、火山活動による変動はみられなかった。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今期間、深部低周波地震の活動は低調に経過した。

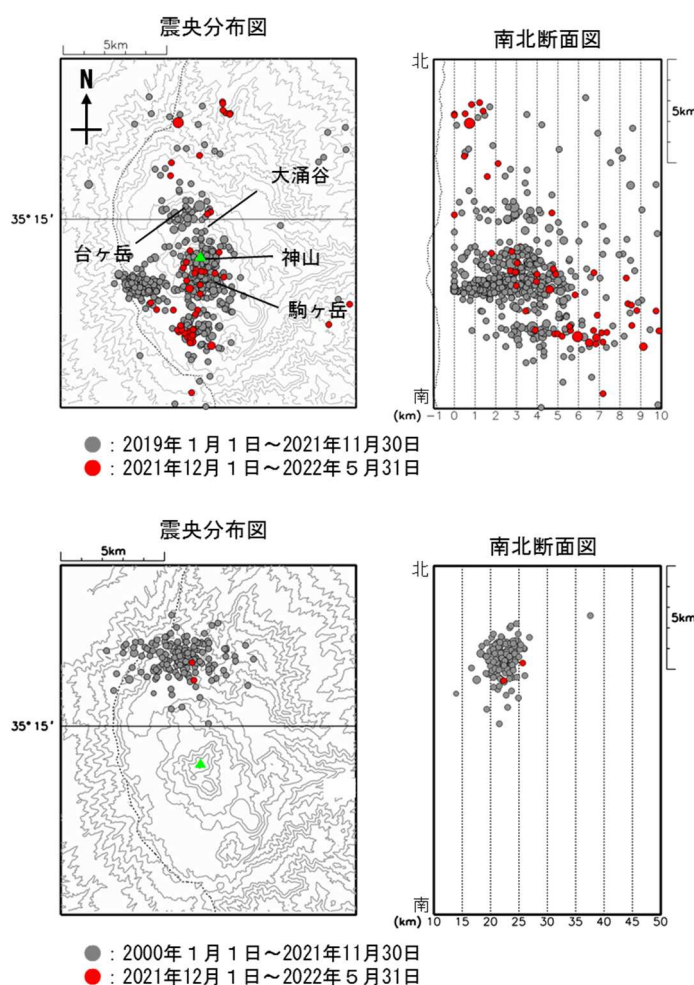


図 2 箱根山 一元化震源による山体周辺地震活動

上段：10km 以浅、下段：深部低周波地震

- ・ 火山性地震は少なく、地震活動は低調に経過した。



図 3 箱根山 大涌谷及び早雲地獄の状況

図 1 ②の最高温度は橙枠内に対応する。黒枠は非地熱域を示す。

- ・ 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。早雲地獄では、噴気は少ない状態が続いている。

箱根山

箱根山噴気のヘリウム同位体比

1. 概要

2017年2月から2021年11月にかけて箱根山の3地点で噴気を採取し、ヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$ 比) を測定した。 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の経時変動は火山活動の活発化と関連がある。2021年春以降 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比はやや高い値で推移しているため、今後も注意深く観測していく必要がある。

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。 ^3He 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、 ^4He 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^[1]。

3. 試料採取地点・分析法

図1に示した各地点の噴気 (N, C: 大涌谷、S: 上湯場) において、真空コック付きのガラス製容器に噴気を採取し、試料の $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比と、ヘリウムとネオン濃度の比 ($^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ 比) を希ガス質量分析計^[2,3]を用いて測定した。

試料中のヘリウムには、地下でのガスの移動中、あるいは試料採取時に混入した大気由来のヘリウムが含まれている。このような大気起源ヘリウムの混入による $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の改変は、 $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ 比を用いて補正できる。これ以降、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混入を補正している。

4. 結果・考察

図2に2017年から2021年にかけての箱根山の噴気における、大気混入を補正した $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比 (Air-corrected $^3\text{He}/^4\text{He}$) の経時変化を示す。参考のため、Kagoshima et al. (2019)^[4]による、大涌谷 (Fumarole A) および上湯場 (Fumarole B) における噴気の、2015年から2018年2月にかけての経時変化も示している。

2017年2月以降の各噴気の $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比は、N: $5.5\text{--}7.0 R_A$ 、C: $5.5\text{--}6.8 R_A$ 、S: $5.6\text{--}7.0 R_A$ の範囲で変動した。2020年以前では、2017年10月から11月の間の噴気 N と S (N: $6.3\text{--}6.5 R_A$, S: $6.5\text{--}6.7 R_A$)、及び2019年7月から11月の間の噴気 N ($6.3\text{--}6.6 R_A$) が比較的高い値を継続して示し、2019年1月や5月などにも短期的な $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の上昇が見られた。 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の上昇はマグマ起源ヘリウムの寄与率の増大を反映するため、これらの時期にマグマ起源ガスの供給量が増大していた可能性がある。火山ガス組成の変動や基線長の変化などから2017年と2019年に箱根山の火山活動が活発化したことが示唆されており^[5,6]、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の上昇と整合的である。

噴気 N における $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比は、2019年1月から2020年1月までの平均値が $6.3 \pm 0.2 R_A$ (1σ) であるの

に対し、2020 年 3 月から 10 月までの平均値は $5.6 \pm 0.1 R_A$ (1σ)と低い値で推移した。このため、2020 年 3 月以降に噴気 N へのマグマ起源ガスの供給量が減少し、浅部で混入する地殻起源ヘリウムの寄与が相対的に増加した可能性がある。

2021 年春以降は噴気 N を含む全ての地点で $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が上昇し、マグマ起源ガスの供給量が再び増大した可能性がある。近年の箱根山における火山活動は約 2 年周期で活発化しているが^[5]、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の上昇は、同様の傾向が 2021 年現在も続いていることを示唆する。以降の火山活動と比較しつつ、今後の推移を注視する必要がある。

[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] Kagoshima, T., Sano, Y., Takahata, N., Lee, H., Lan, T., Ohba, T., 2019. Secular variations of helium and nitrogen isotopes related to the 2015 volcanic unrest of Mt. Hakone, central Japan. *Geochem., Geophys., Geosys.*, 20, 4710–4722.
- [5] Mannen K., Abe Y., Daita Y., Doke R., Harada M., Kikugawa G., Honma N., Miyashita Y., Yukutake Y., 2021. Volcanic unrest at Hakone volcano after the 2015 phreatic eruption: reactivation of a ruptured hydrothermal system? *Earth, Planets Space*. 73, 1–15.
- [6] Ohba T., Yaguchi M., Nishino K., Numanami N., Daita Y., Sukigara C., Ito M., Tsunogai U., 2019. Time variations in the chemical and isotopic composition of fumarolic gases at Hakone volcano, Honshu Island, Japan, over the earthquake swarm and eruption in 2015, interpreted by magma sealing model. *Earth, Planets Space*. 71, 1–18.

[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。

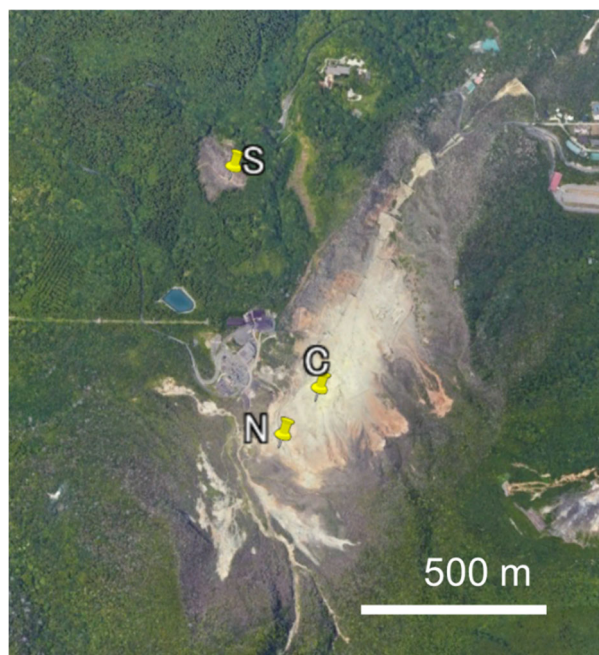


図 1. 箱根山の噴気 N, C, S の位置。背景図として Google Earth を使用した。

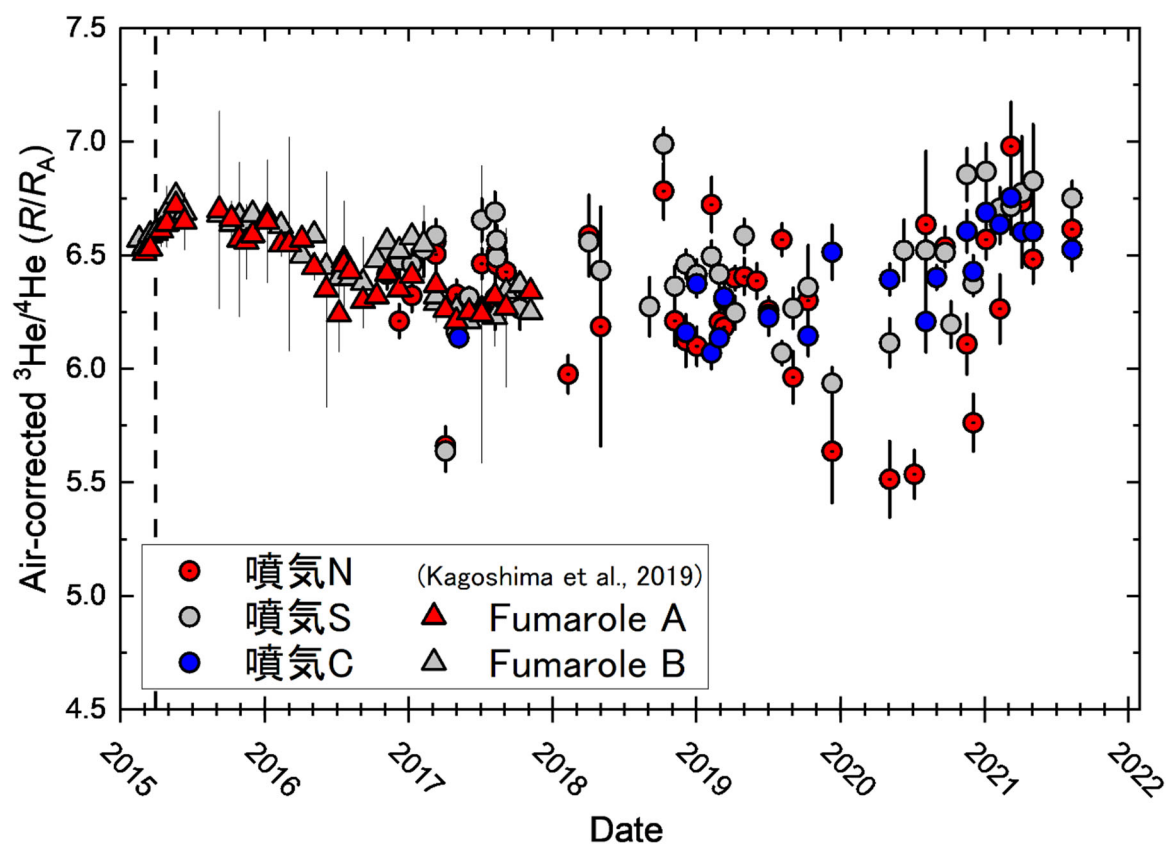
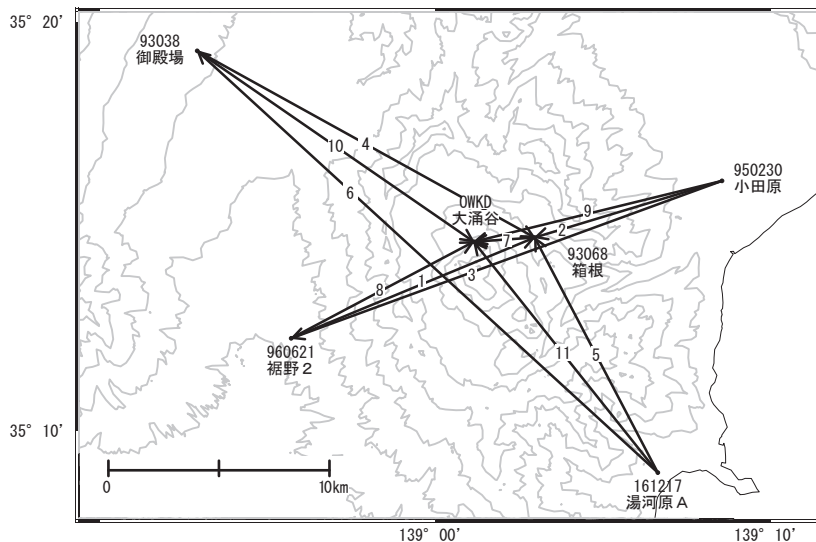


図 2. 箱根山の噴気 (N, C, S) における $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比 (大気ヘリウムの混入は補正済み) の経時変化。エラーバー (1σ) は、測定誤差と大気ヘリウム混入の補正に伴う誤差を含む。点線は 2015 年 6 月 30 日の噴火を示している。Fumarole A および Fumarole B は、それぞれ大涌谷および上湯場の噴気における、Kagoshima et al. (2019)^[4]による報告値。

箱根山

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。

箱根山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



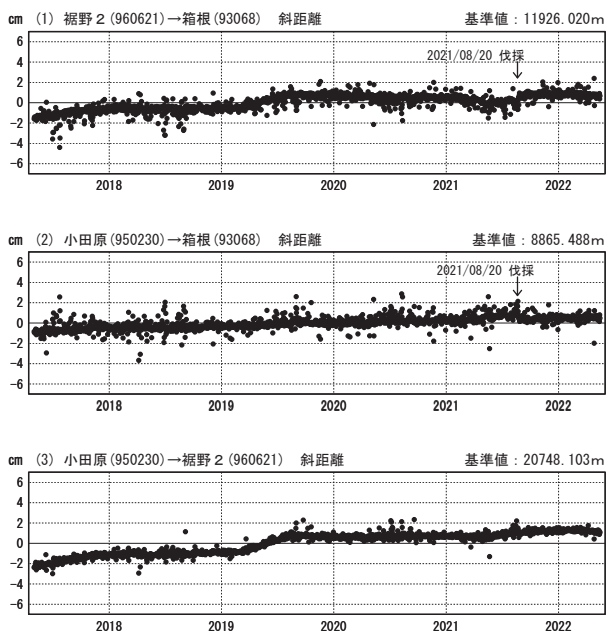
箱根山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
93038	御殿場	20181115	受信機交換
93068	箱根	20180820	伐採
950230	小田原	20171023	受信機交換

点番号	点名	日付	保守内容
161217	湯河原A	20170502	アンテナ交換
		20211114	受信機交換

基線変化グラフ(長期)

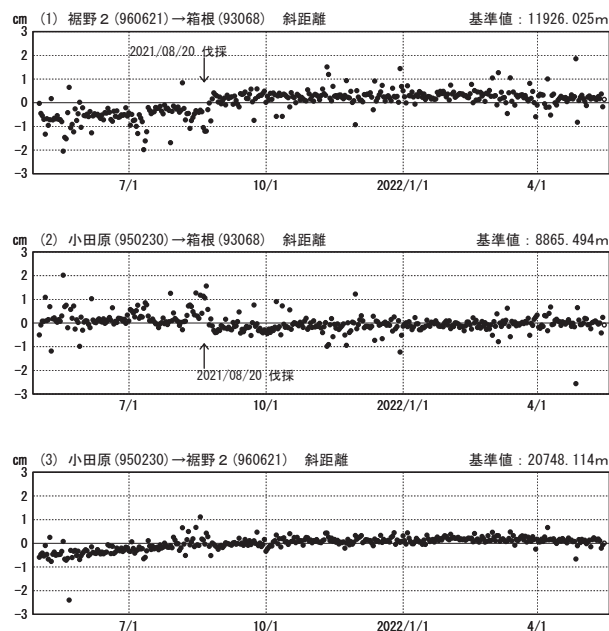
期間: 2017/05/01~2022/05/15 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

基線変化グラフ(短期)

期間: 2021/05/01~2022/05/15 JST



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

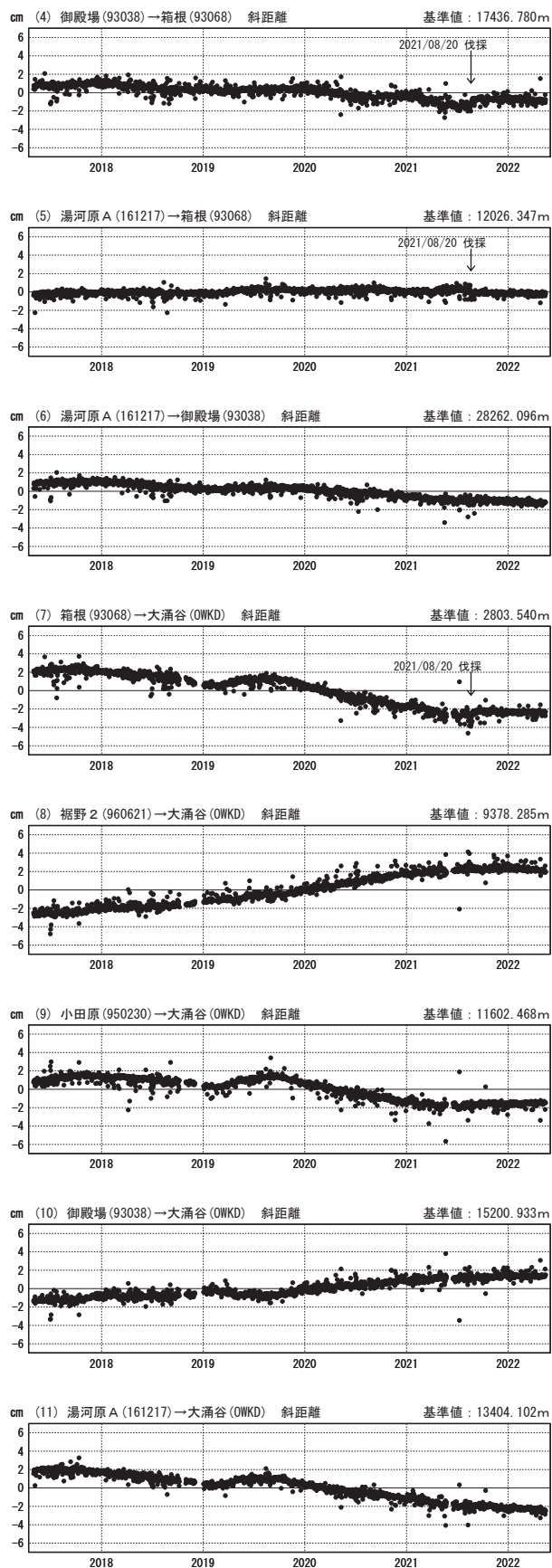
箱根山

第150回火山噴火予知連絡会

国土地理院・温泉地学研究所

基線変化グラフ（長期）

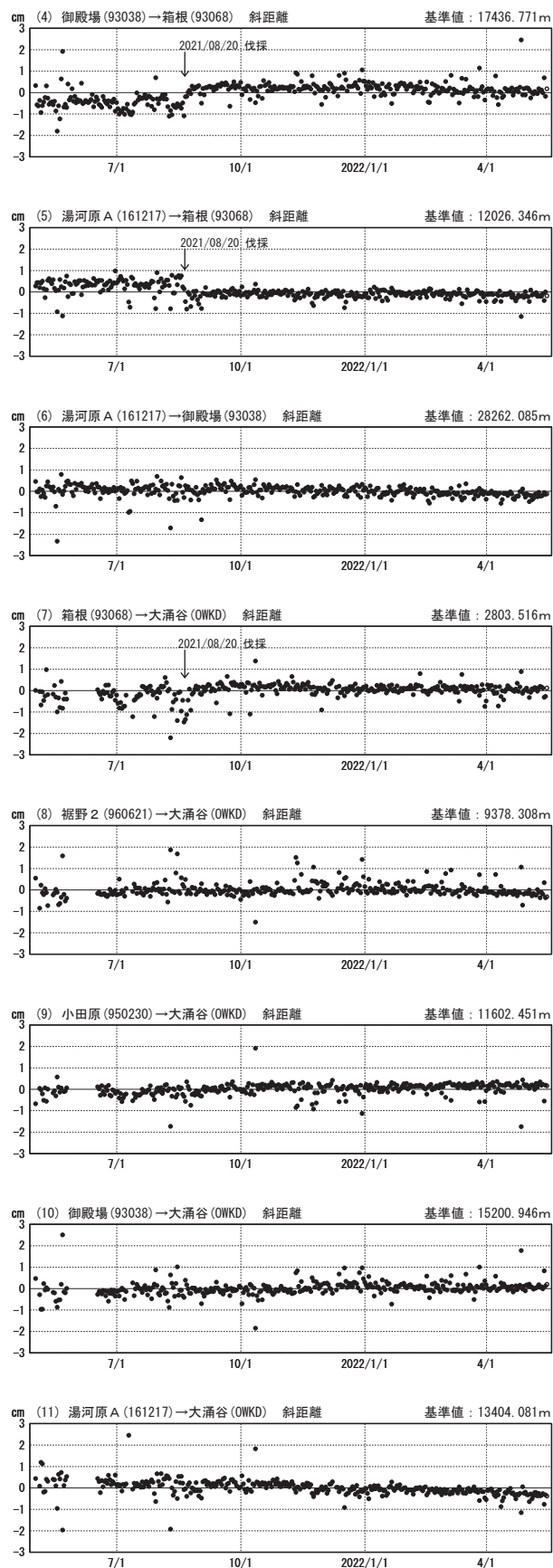
期間：2017/05/01～2022/05/15 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

基線変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



国土地理院・温泉地学研究所

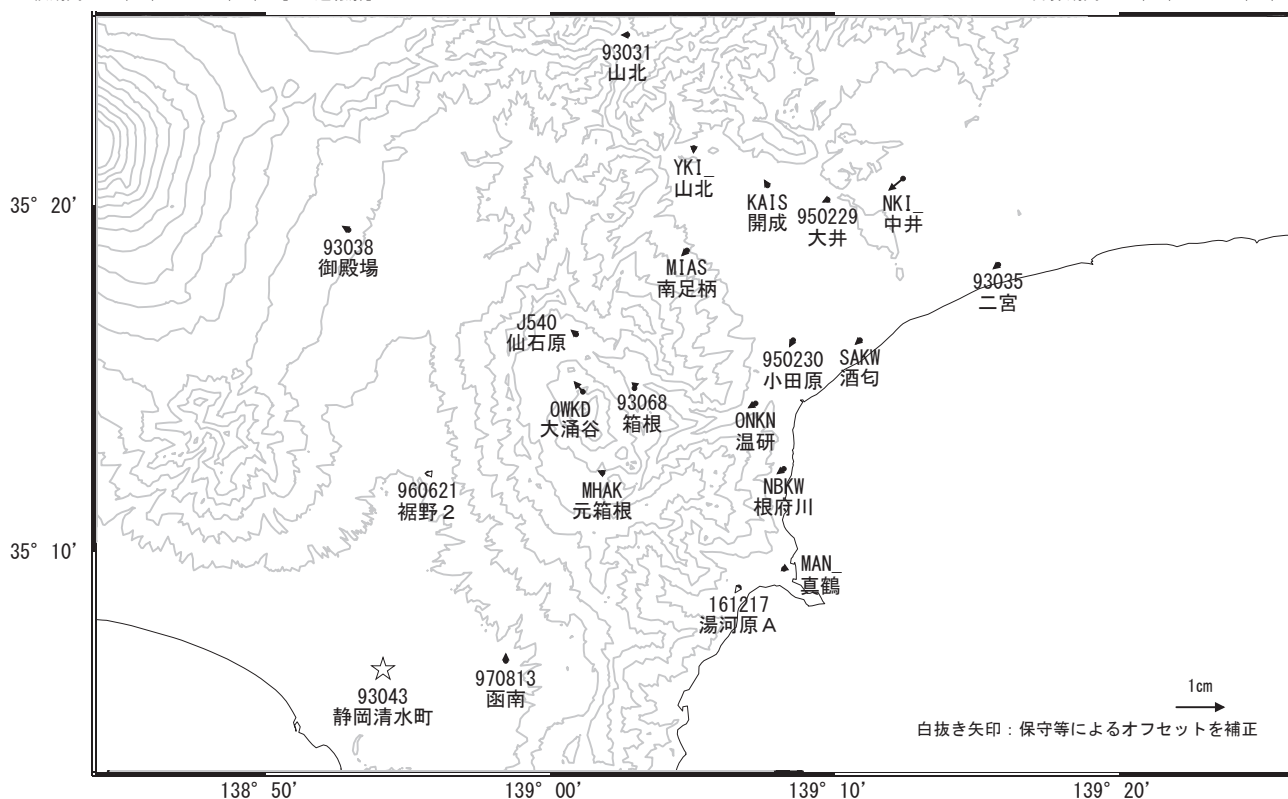
※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

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:2022/02/06~2022/02/15[F5:最終解]
比較期間:2022/05/06~2022/05/15[R5:速報解]

計算期間:2015/10/01~2016/10/01



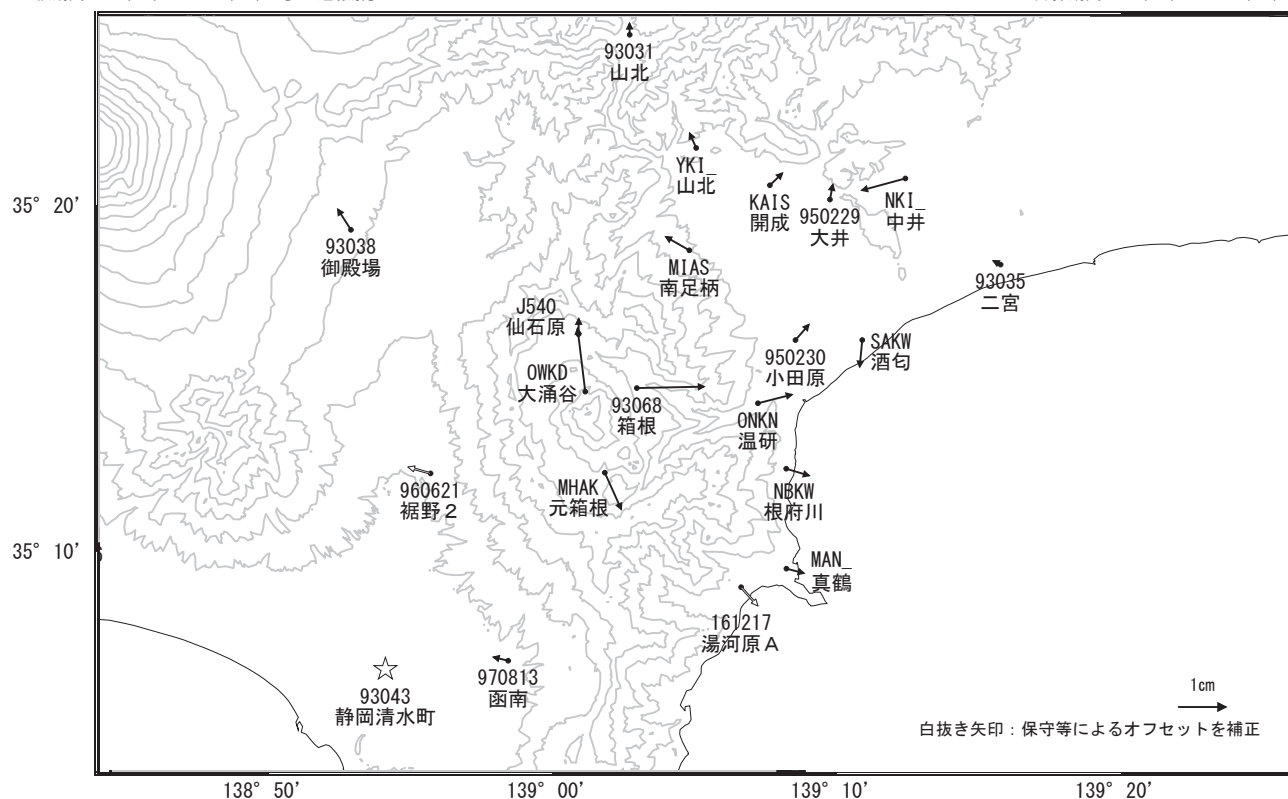
☆ 固定局: 静岡清水町 (93043)

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:2021/05/06~2021/05/15[F5:最終解]
比較期間:2022/05/06~2022/05/15[R5:速報解]

計算期間:2015/10/01~2016/10/01

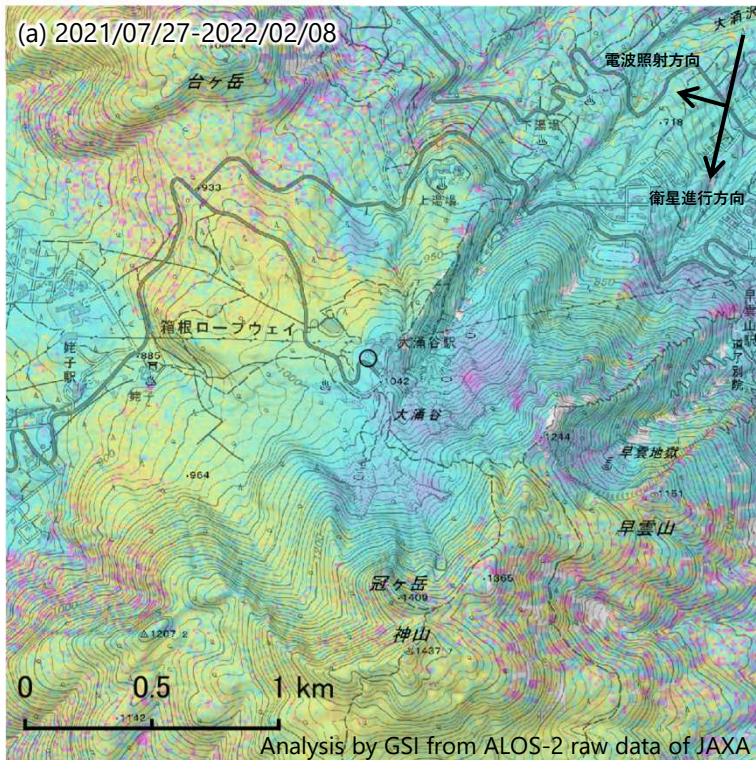


☆ 固定局: 静岡清水町 (93043)

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

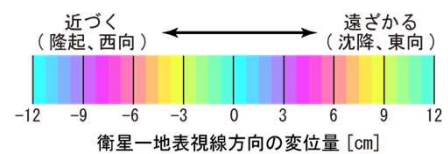
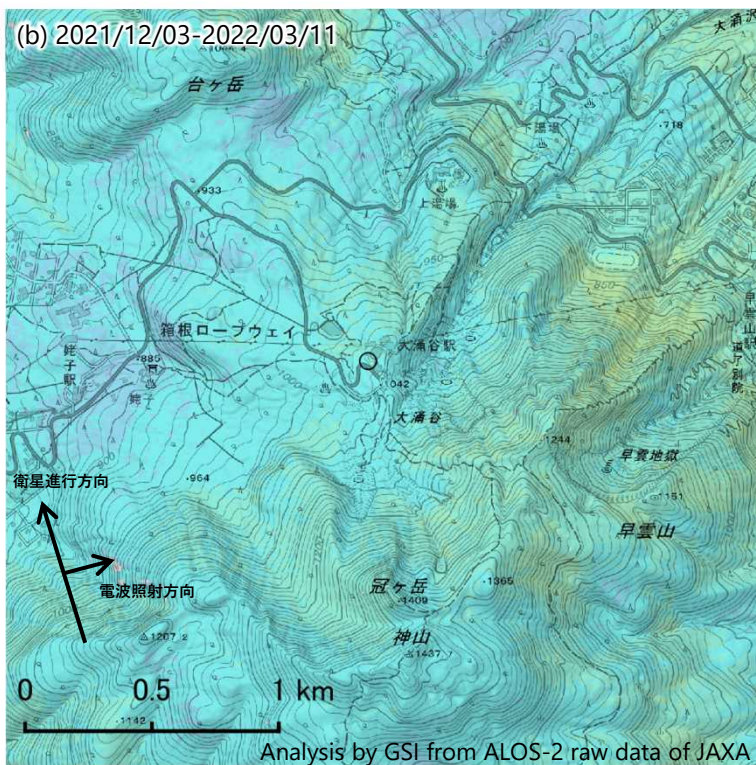
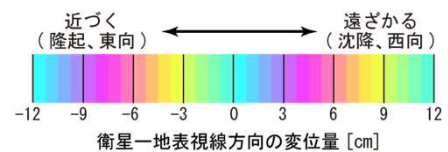
(a)では、大涌谷周辺に収縮とみられる衛星から遠ざかる変動が見られます。



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021/07/27 2022/02/08 11:50頃 (196日間)	2021/12/03 2022/03/11 23:45頃 (98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	32.3°	43.6°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 331m	+ 138m

* U：高分解能(3m)モード

○ 国土地理院以外のGNSS観測点

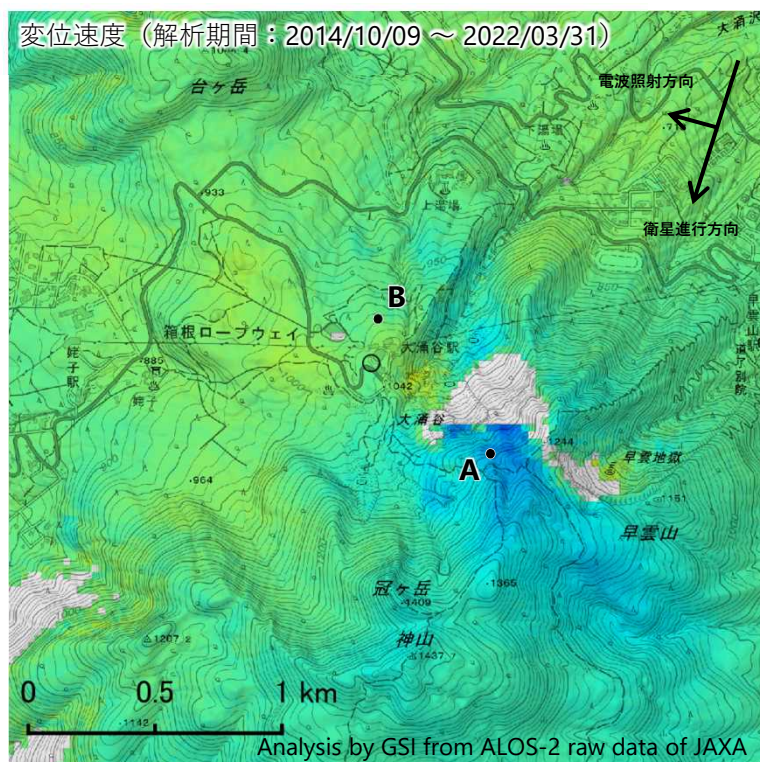


背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

箱根山

箱根山の干渉SAR時系列解析結果（南行）

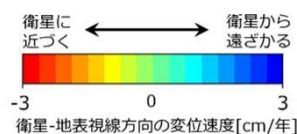
大涌谷の地点A周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られます。



衛星名	ALOS-2
観測期間	2014/10/09 ～ 2022/03/31 (2730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	30
干渉ペア数	82

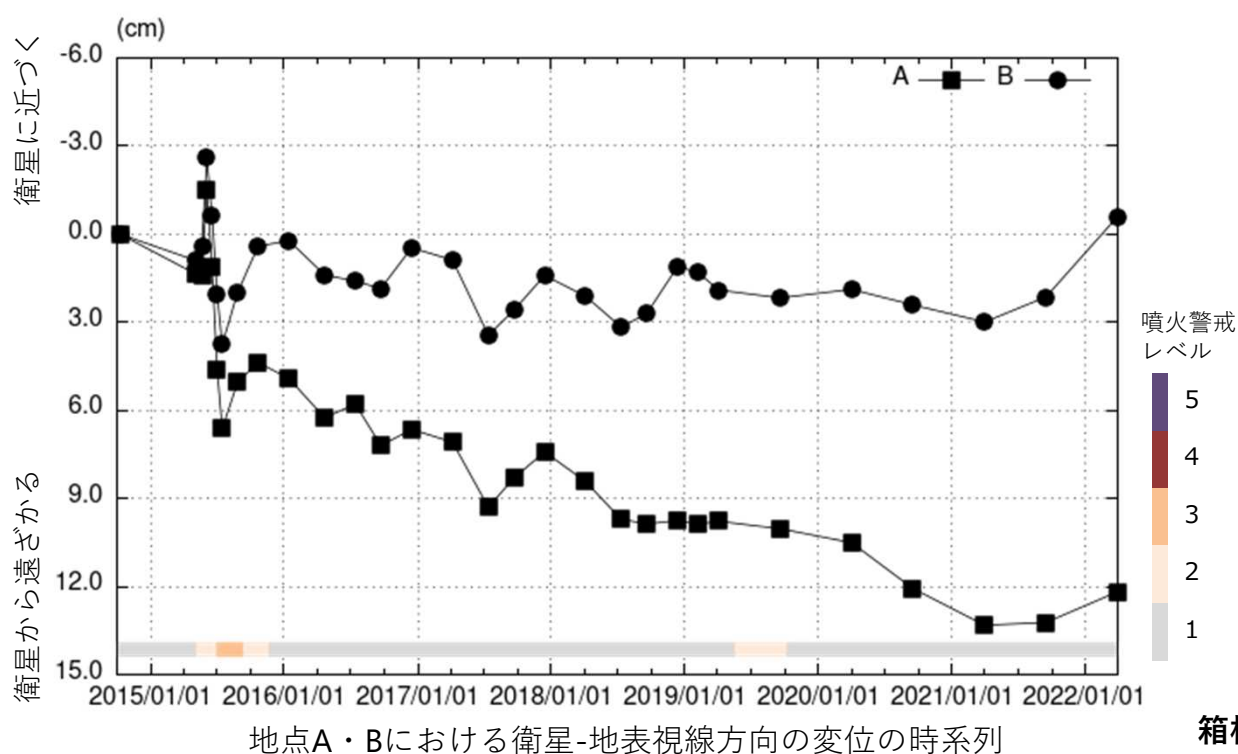
* U：高分解能(3m)モード

○ 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



本解析で利用したデータの一部分は、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

2021 年 12 月 7 日に芦ノ湖南部で地震が一時的にまとまって発生したが、それ以外の期間では概ね静穏に推移した（図 2、図 3）。

○地殻変動の状況

当所が箱根カルデラ内（図 1）に設置した傾斜計では、今期間、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）。その他、GNSS 基線長変化（図 5）、干渉 SAR 解析（図 6）、地下水位（図 7）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。

○火山ガスの状況

大涌谷 15-2 噴気（図 8）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、徐々に低下していたが、2021 年 6 月頃からわずかながらも上昇に転じ、直近の観測（2022 年 5 月）でも低下には至っていない（図 9）。

DOAS 観測による大涌谷の二酸化硫黄の放出率は、大きな変化なく数～数十 ton/day で推移した（図 10）。

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。

ALOS-2/PALSAR-2 による観測データは火山噴火予知連絡会衛星解析グループを通して JAXA から提供されたものです。データの所有権は JAXA にあります。解析には、防災科学技術研究所が開発した SAR 干渉解析ツール(RINC)を使用しました。

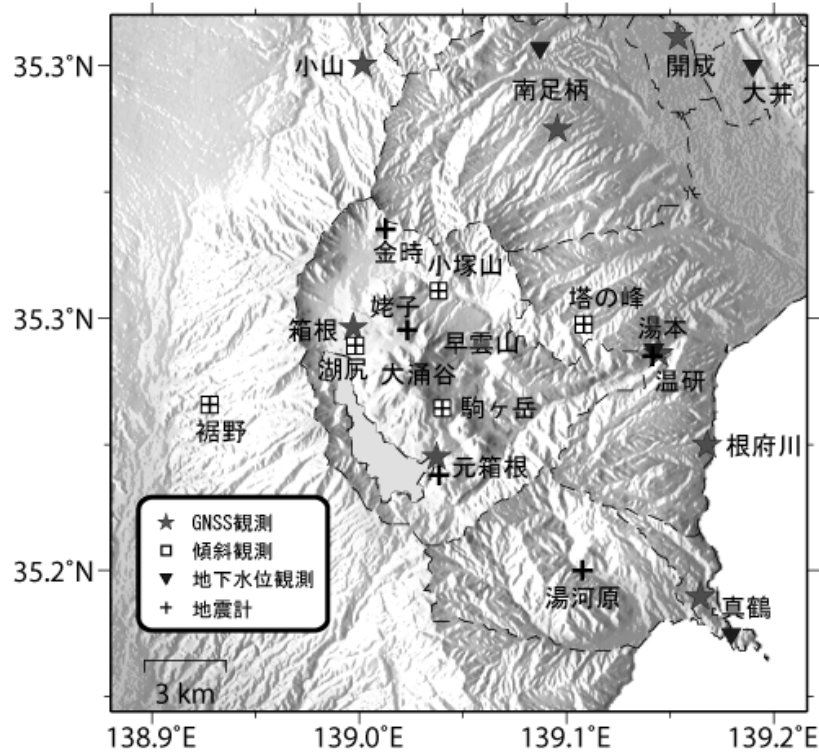


図 1 観測点配置図

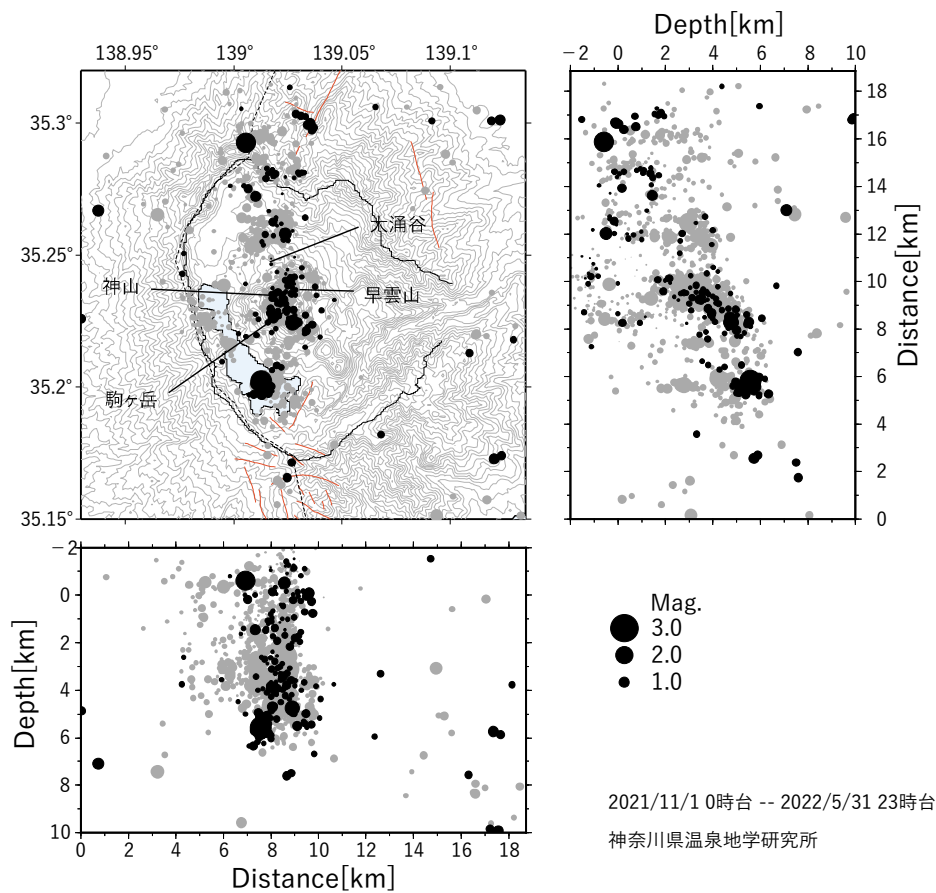


図 2 箱根火山周辺の震源分布 (2019 年 6 月 1 日～2022 年 5 月 31 日)

黒色丸：2021 年 11 月 1 日～2022 年 5 月 31 日

灰色丸：2019 年 6 月 1 日～2021 年 10 月 31 日

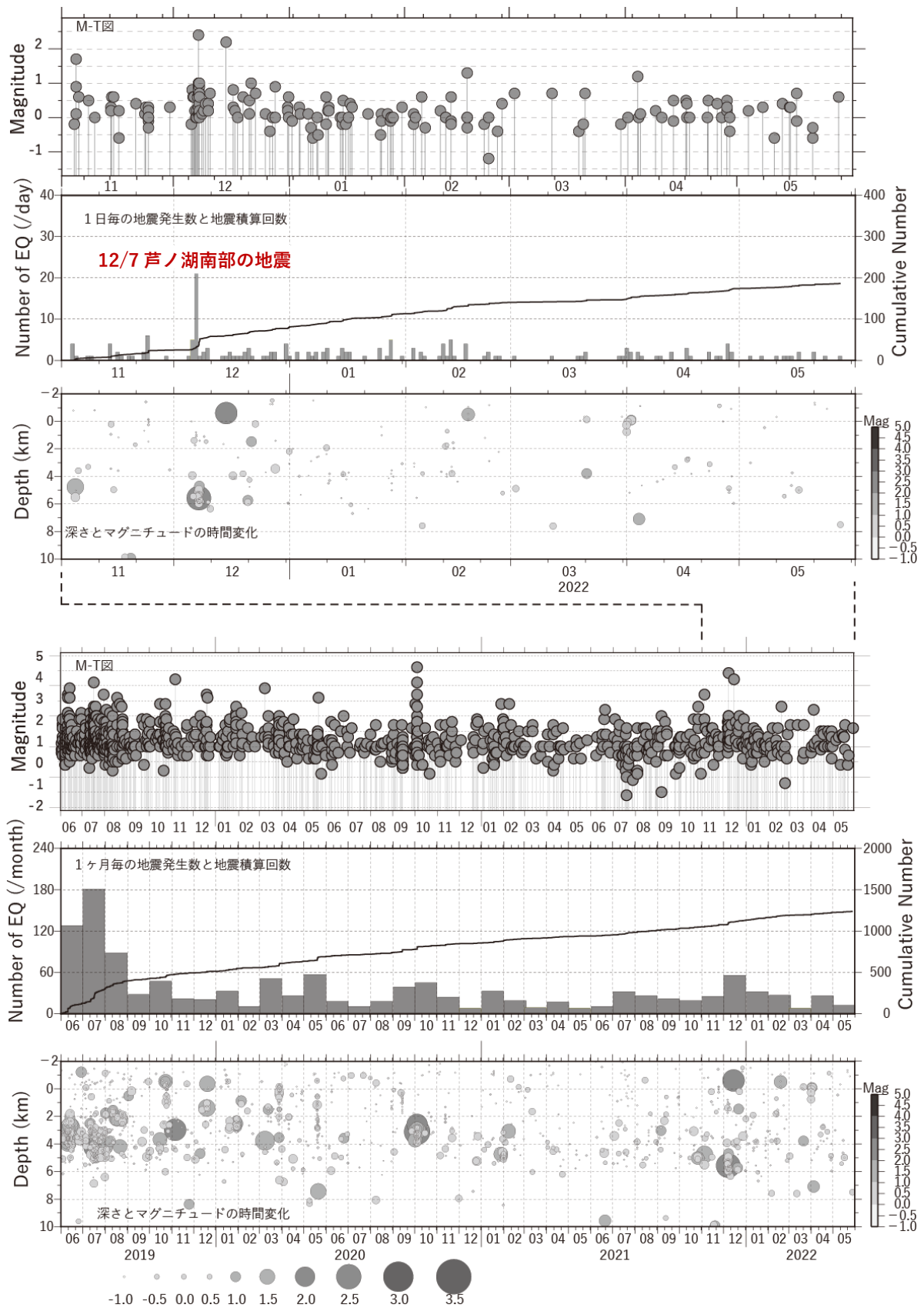


図 3 箱根火山周辺の地震活動

上段：2021 年 11 月 1 日～2022 年 5 月 31 日

下段：2019 年 6 月 1 日～2022 年 5 月 31 日

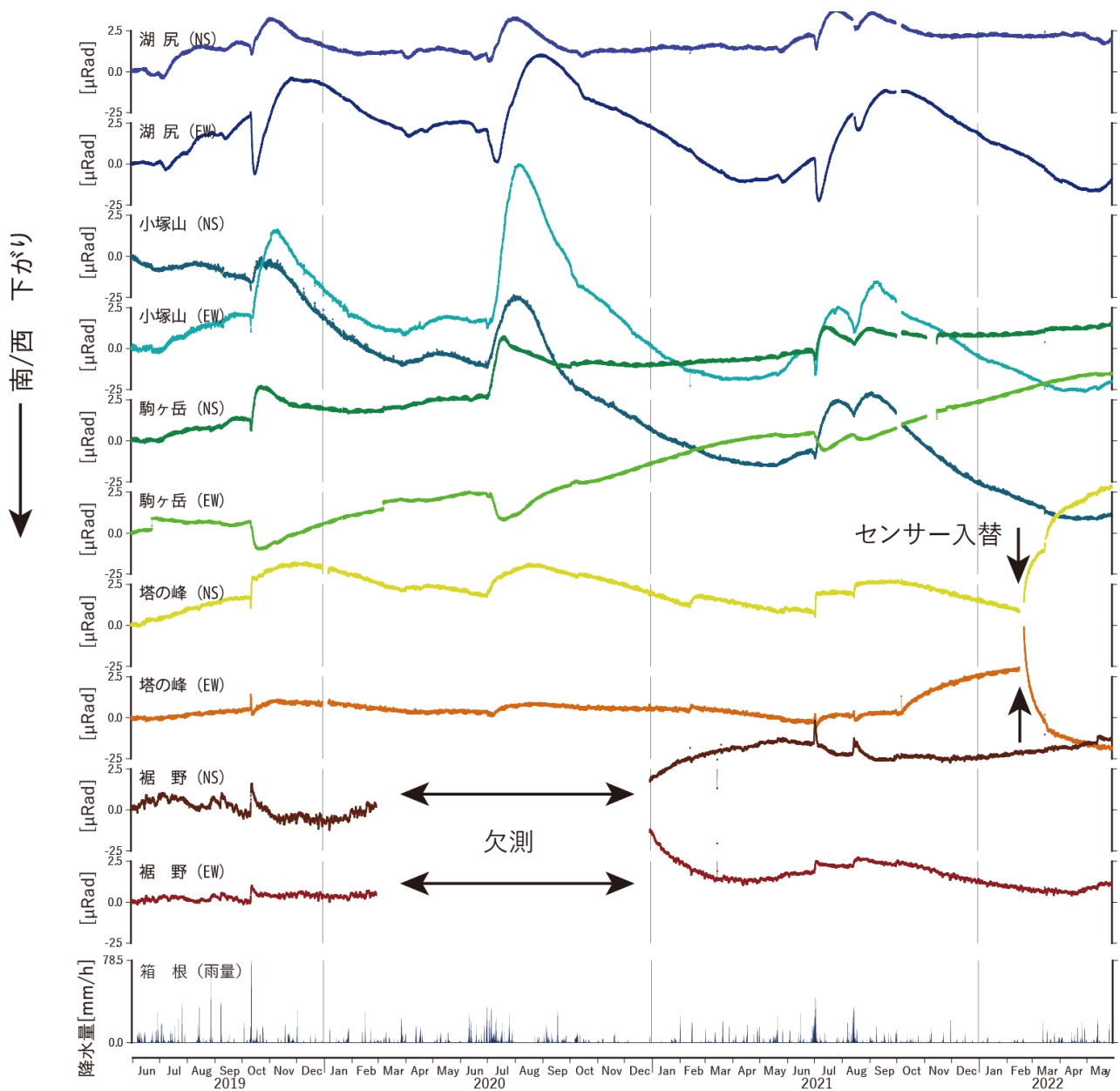


図 4 傾斜変動記録 (2019 年 6 月 1 日～2022 年 5 月 31 日)

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

裾野は 2020 年 3 月から 12 月まで観測点工事のため欠測

- ・ 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。

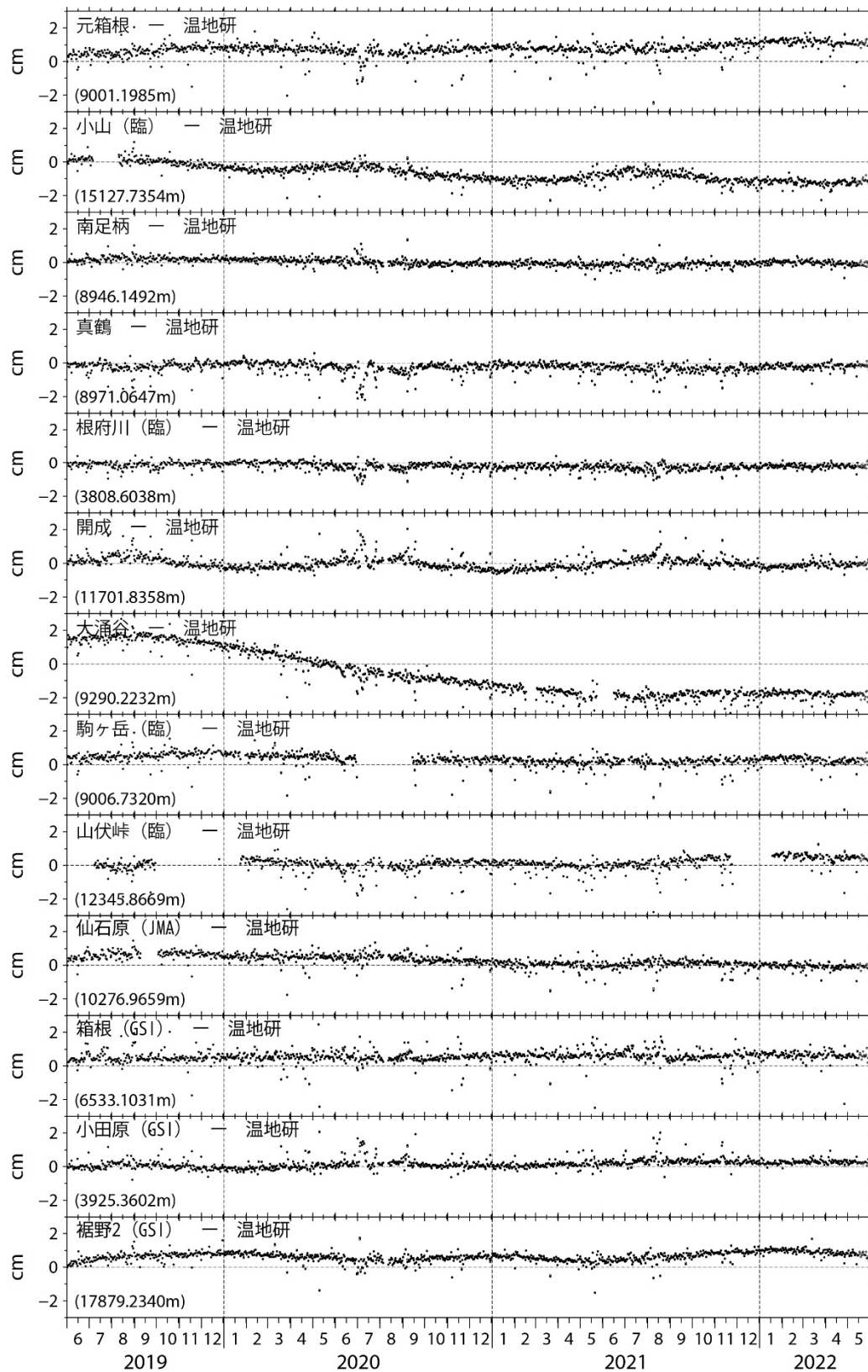


図 5 GNSS 基線長変化 (2019 年 6 月 1 日～2022 年 5 月 31 日)

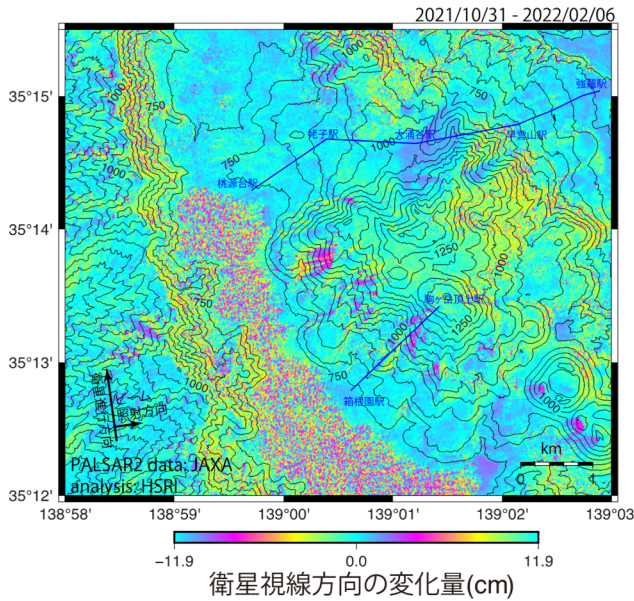
温泉地学研究所を中心とした各観測点の基線長変化

- ・火山活動に起因すると考えられる顕著な変化はみられない。

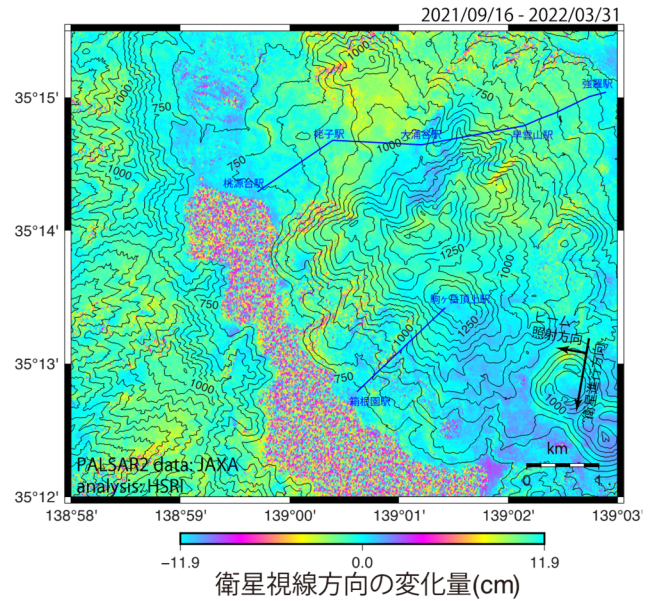
表 1 干渉 SAR 解析に使用した ALOS-2/PALSAR-2 データおよび観測条件

Path-Frame	軌道・観測方向	Primary	Secondary	大涌谷付近の入射角	図番号
125-690	北行軌道・右	2021/10/31	2022/02/06	33.4°	図 6 (a)
18-2910	南行軌道・右	2021/09/16	2022/03/31	42.8°	図 6 (b)
126-700	北行軌道・右	2022/03/25	2022/05/06	43.6°	図 6 (c)
19-2910	南行軌道・右	2022/04/19	2022/05/17	32.3°	図 6 (d)

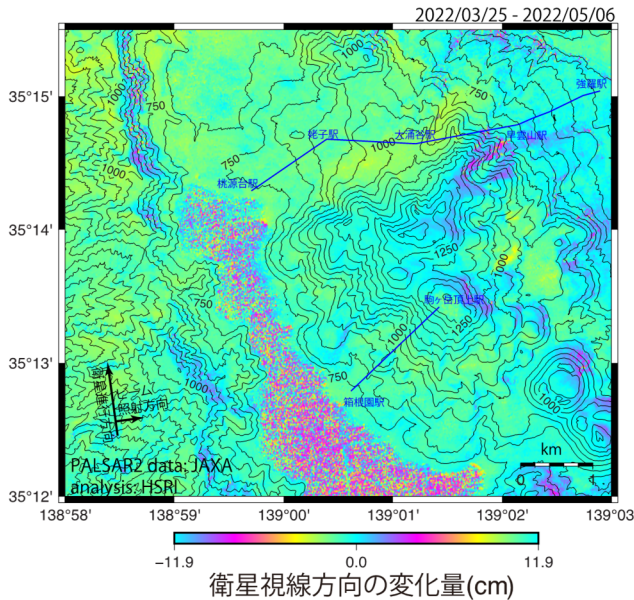
(a)



(b)



(c)



(d)

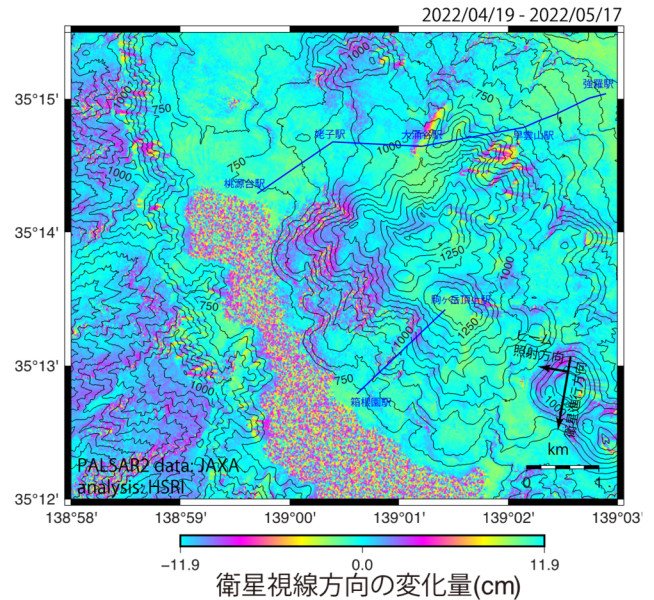


図 6 箱根火山を対象とした干渉 SAR 解析結果 ※図中の青線はロープウェイおよびケーブルカー
・火山性の地殻変動は認められない。

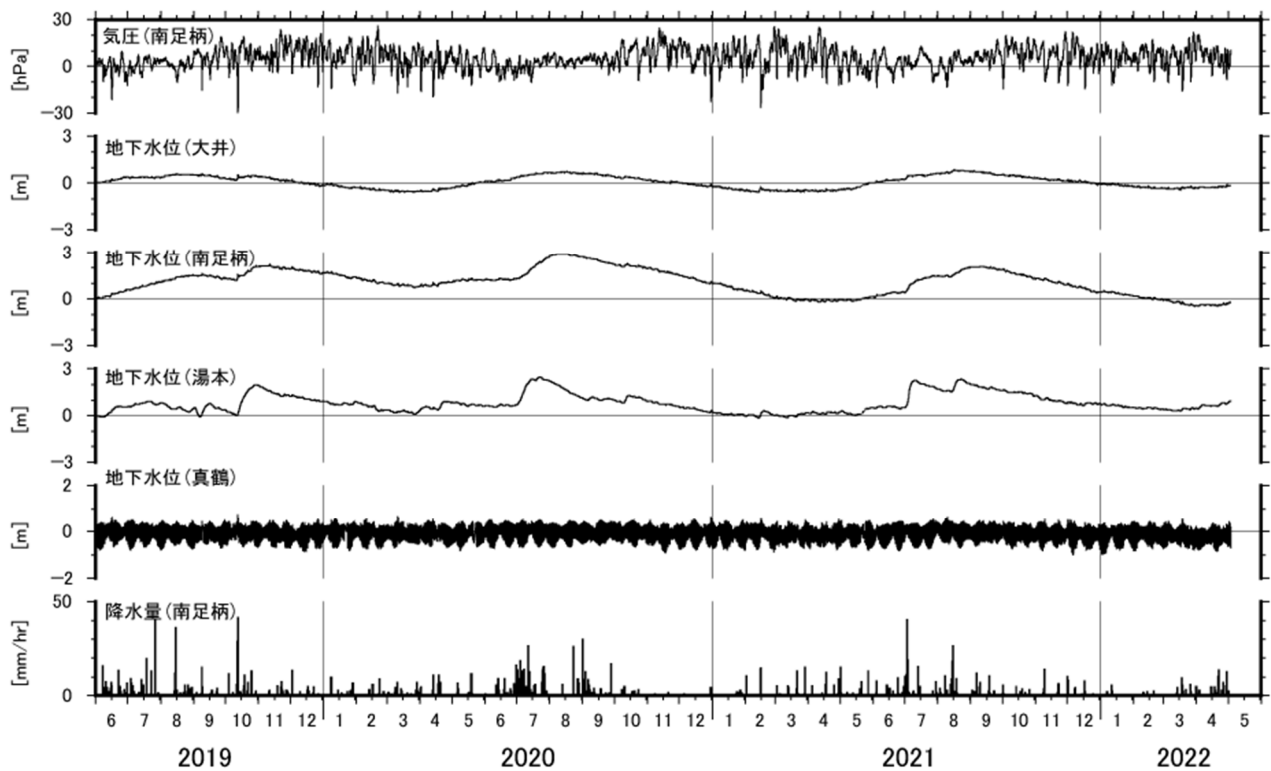


図 7 地下水位観測結果 (2019 年 6 月 1 日～2022 年 5 月 31 日)

2022 年 5 月 3 日 18 時以降はデータ収集中

- ・ 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 8 大涌谷の火口、噴気孔、測定点の位置

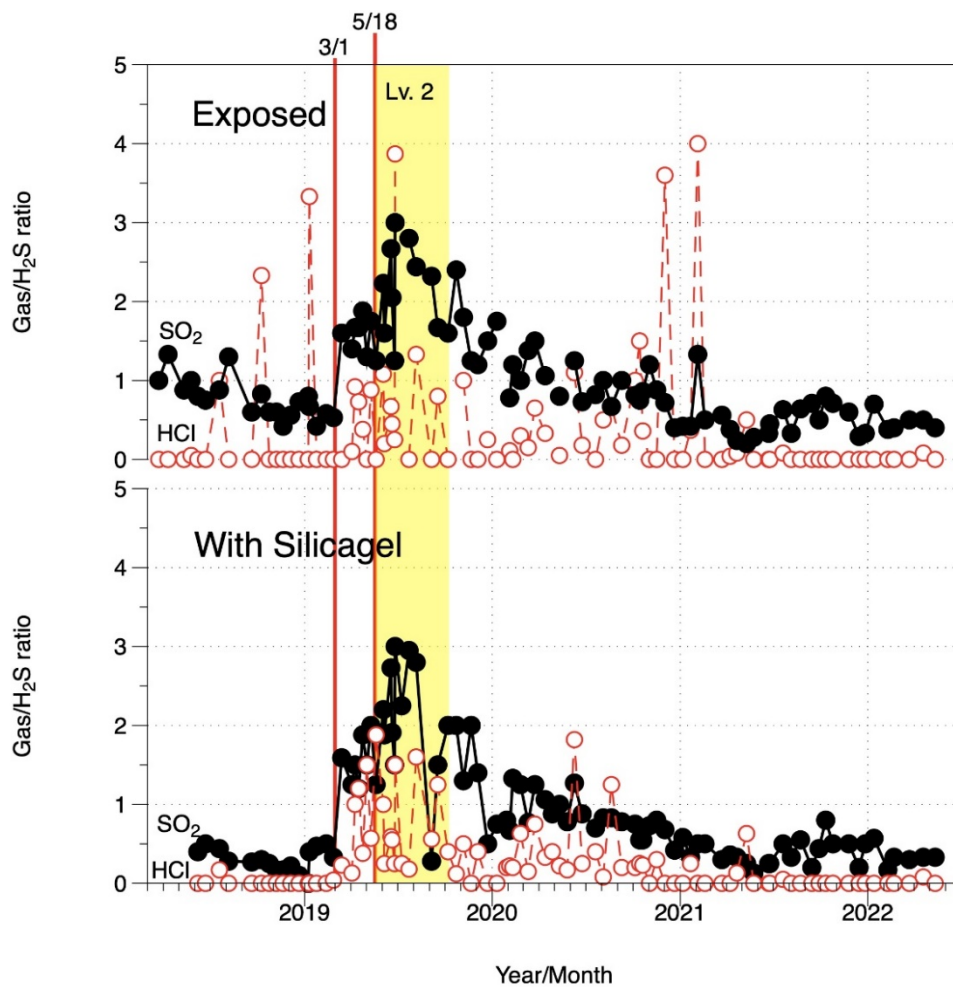


図 9 15-2 噴気近傍の雰囲気中の火山ガス組成比（パッシブ型検知管による測定）

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、徐々に低下していたが、2021 年 6 月頃からわずかながらも上昇に転じた。直近の観測（2022 年 5 月）でも顕著な低下には至っていない。

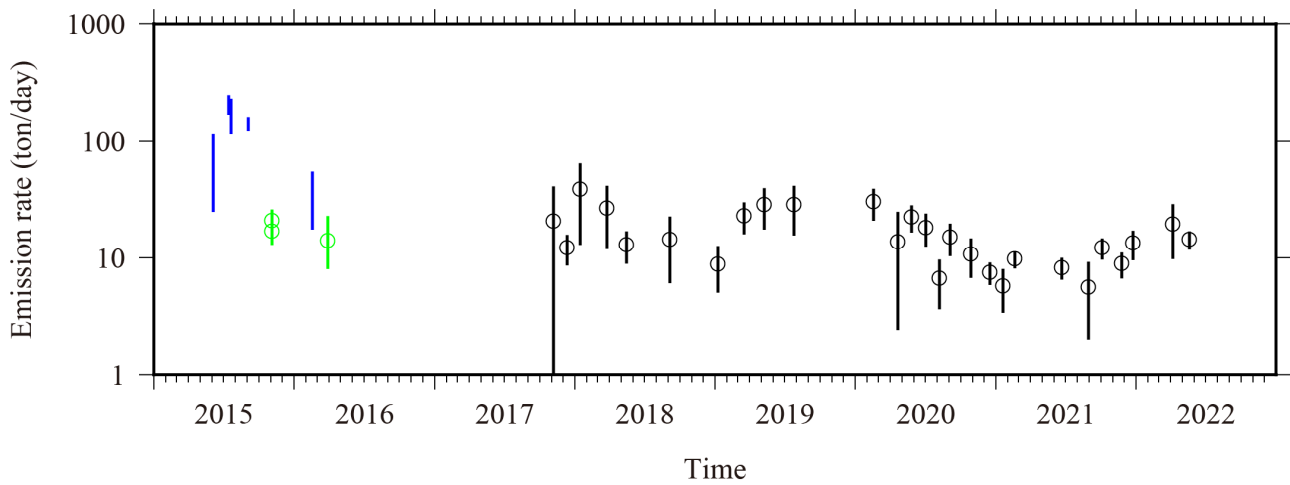


図 10 大涌谷の二酸化硫黄 (SO₂) の放出率 (ton/day)

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

- ・ 2015 年噴火の直後に 100 ton/day を超える放出率が観測されたが、当所が継続的な観測を開始した 2017 年以降は、数～数十 ton/day で推移している。

箱根山の火山ガス組成（2022 年 6 月）

Chemical composition of volcanic gas at Mt Hakone (June 2022)

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 c の He/CH_4 比に着目すると、2021 年 8 月頃に浅部熱水系に対し、マグマ性成分の供給量が増加したと推定される。しかしその規模は小さく、2022 年 6 月の時点で解消されつつあると考えられる。

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 n と s では、2013 年 5 月から 2022 年 6 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 2022 年 6 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、 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 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 キャリヤーガスを用いたガスクロマトグラフにより分析し、 He/CH_4 比を求めた。 $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 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_2 と H_2S 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、 $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比を求めた。

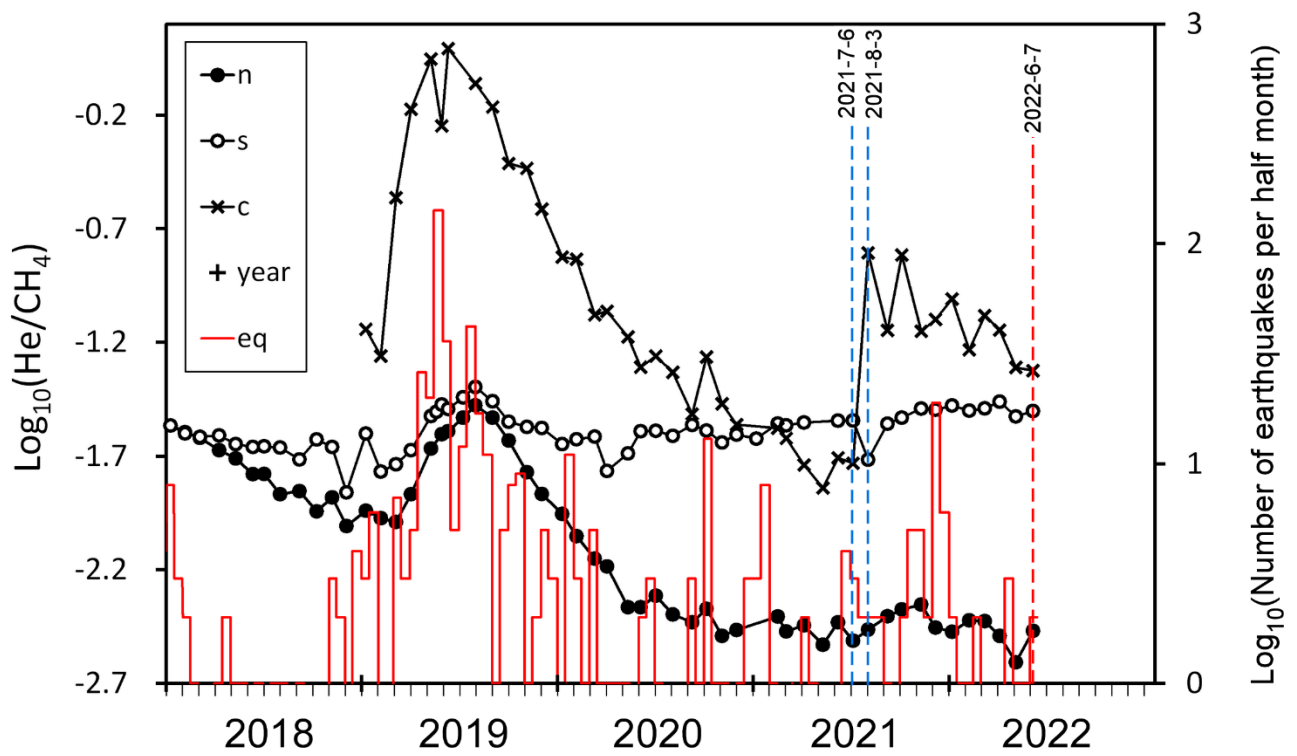
3. 結果・考察

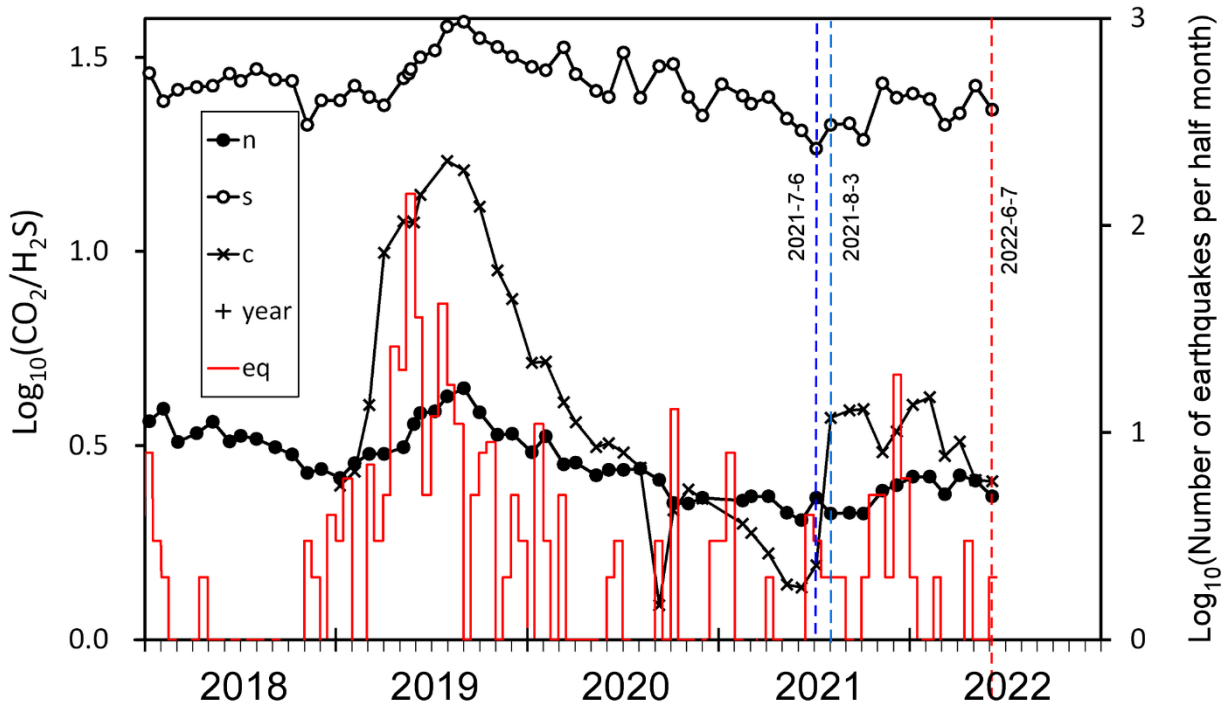
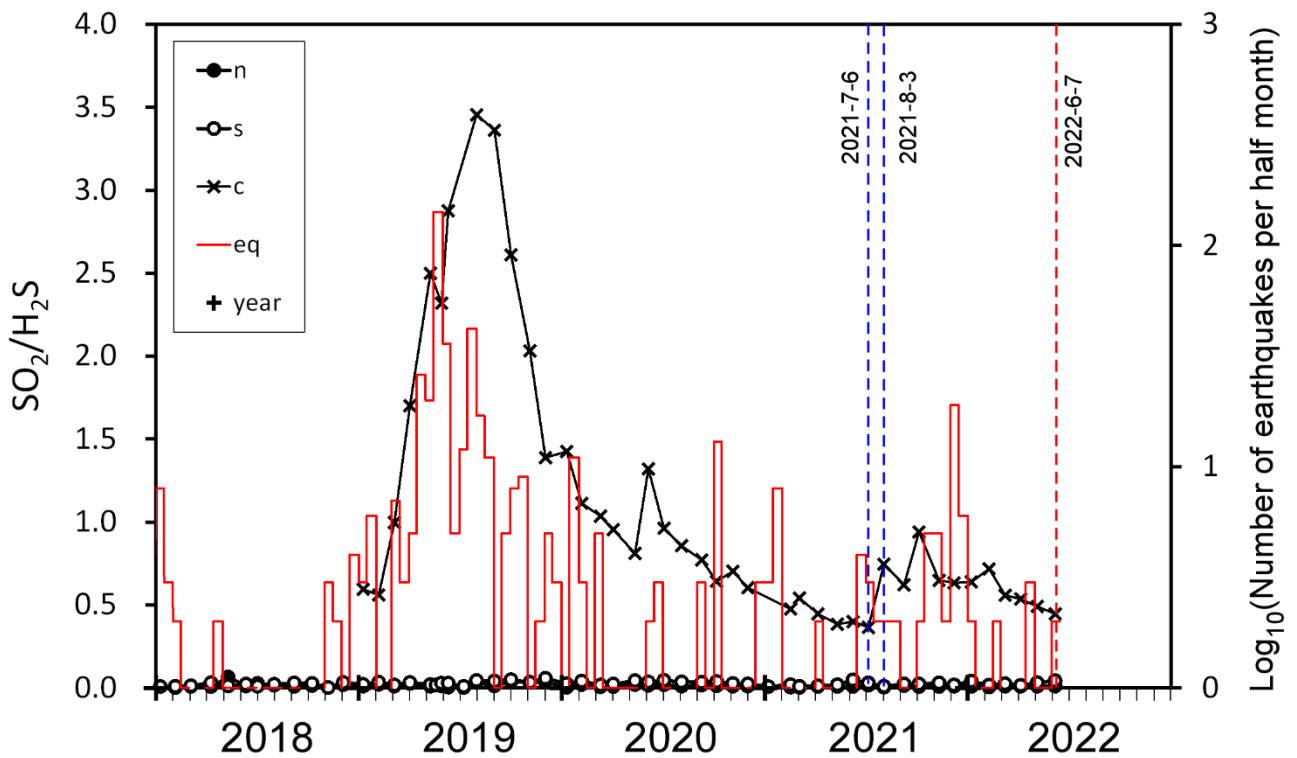
He/CH_4 比の時間変化と半月毎の地震回数を図 2 に示す。2021 年 7 月から 8 月にかけて、c の He/CH_4 比は急激に増加したが、その傾向は継続せず、2022 年 6 月にかけて増減を繰り返し、徐々に低下している。n の He/CH_4 比は、2021 年 8 月から 11 月にかけて緩やかに上昇し、その後、緩やかに低下している。s の He/CH_4 比は、2021 年 8 月に一度低下したが、すぐに復帰し、その後は停滞している。図 3 に $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の変化を示す。2021 年 7 月から 8 月にかけて、c の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は急激に上昇し、その後は増減を繰り返し、平均的には 2022 年 6 月に向けて低下傾向を示している。n と s の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は 2021 年 8 月から 2022 年 6 月にかけて、平均的には緩やかな上昇傾向を示している。図 4 に $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の変化を示す。2021 年 7 月から 10 月にかけて、c の $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比に明瞭な上昇が観測されたが、その傾向は継続せず、2022 年 6 月に向けて緩やかな低下傾向を示している。

噴気 c の He/CH_4 比に基づいて判断すると、2021 年 8 月頃に、浅部熱水系に対し、マグマ性成分の供給量が増加したと推定される。しかし、その規模は小さく、地震回数が顕著に増加することはなかった。2021 年 8 月に起きたマグマ性成分の供給量増加の傾向は、2022 年 6 月の時点で解消されつつあると考えられる。



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

図 2。He/CH₄ 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。CO₂/H₂S 比の時間変化（地震回数は気象庁の観測に基づく）図 4。SO₂/H₂S 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

(2021 年 12 月～2022 年 5 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。

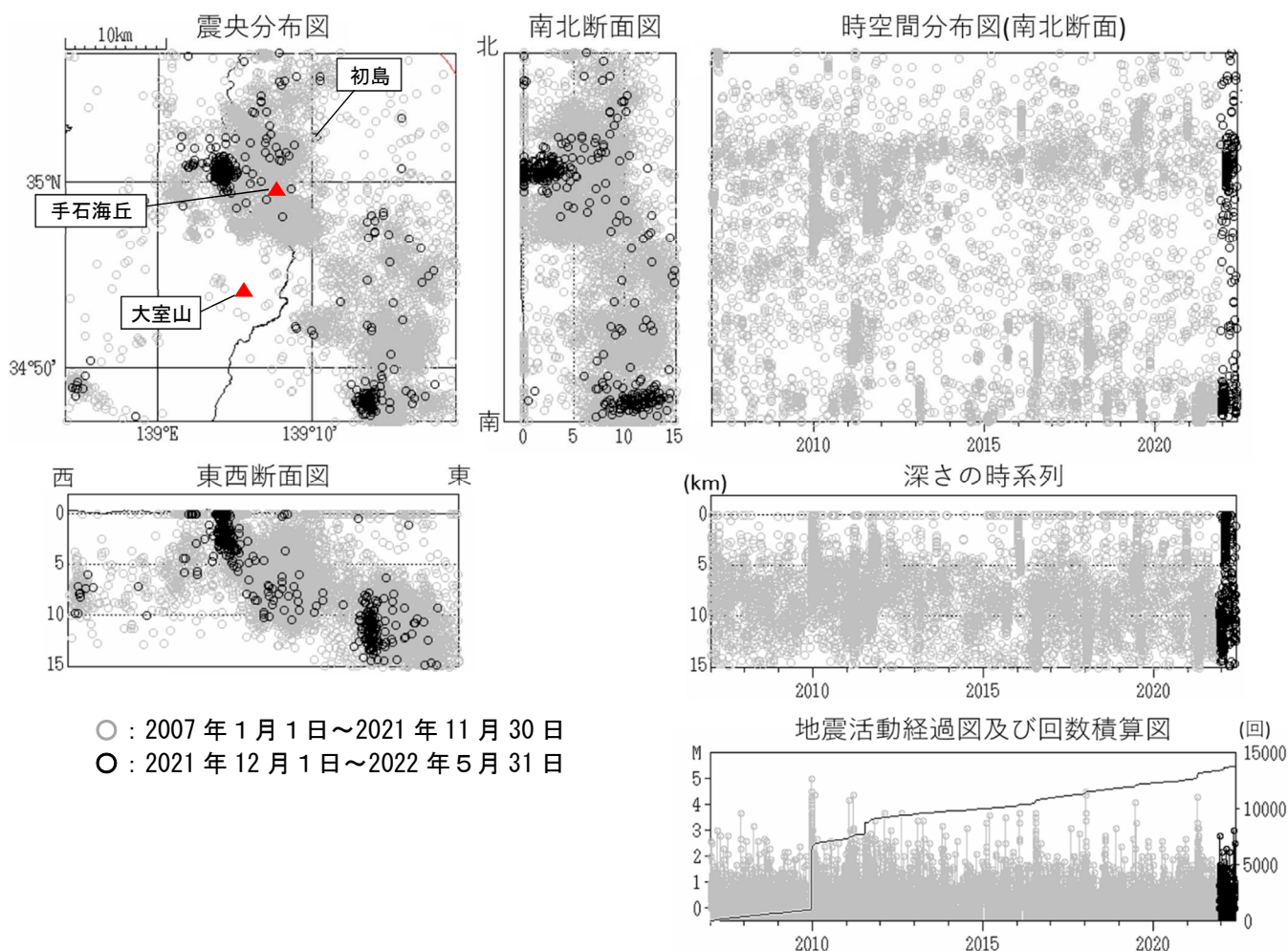


図 1 伊豆東部火山群 一元化震源による地震活動の推移

(2007 年 1 月 1 日～2022 年 5 月 31 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新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）。

- ・ 2022 年 2 月 4 日から 7 日にかけて手石海丘の北西側の領域で地震が一時的に増加したものの、今期間、概して地震活動は低調に推移した。

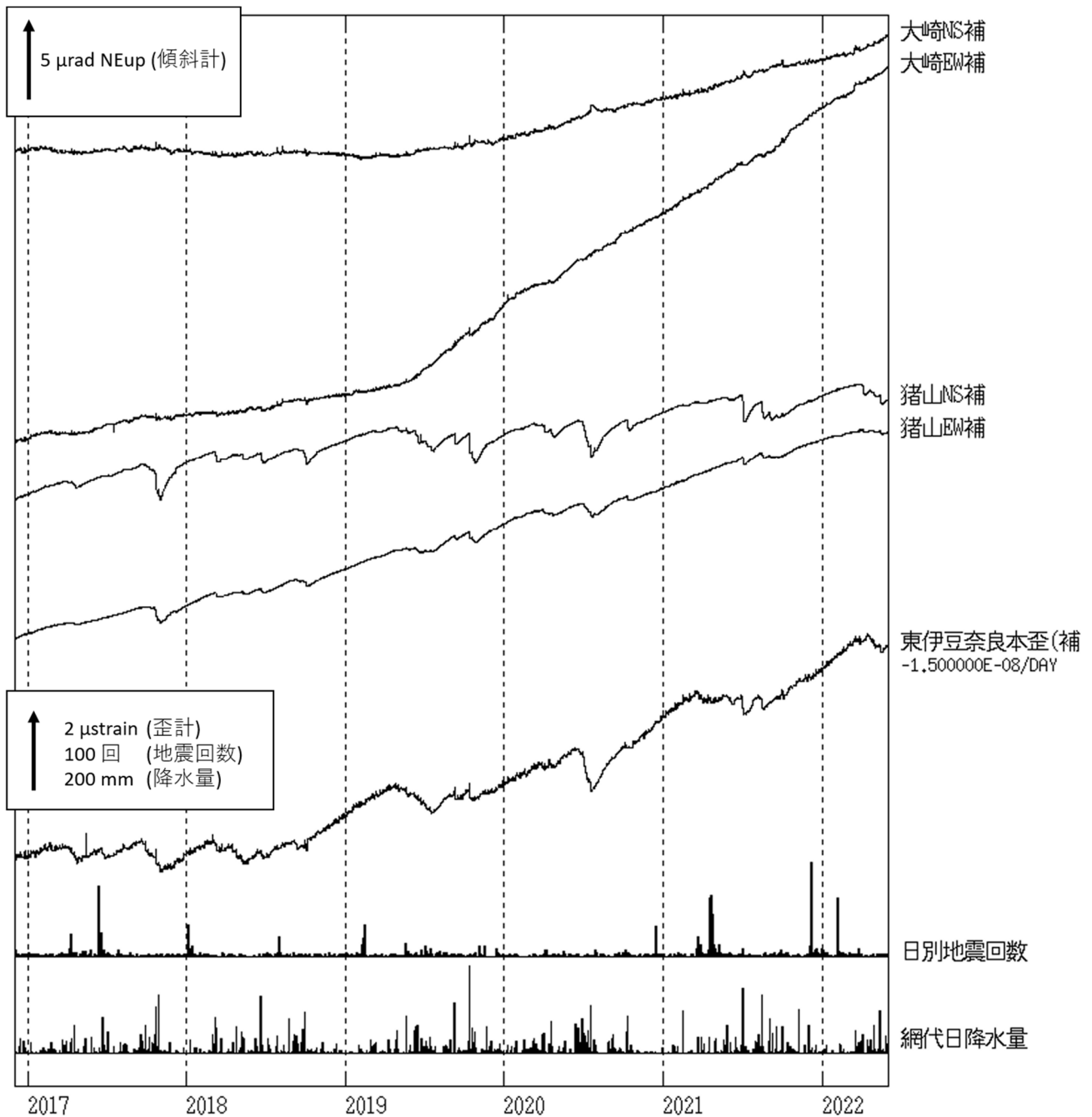


図2 伊豆東部火山群 大崎及び猪山観測点における傾斜変動、東伊豆奈良本観測点における体積ひずみ計の記録と日別地震回数

(2016年12月1日～2022年5月31日)

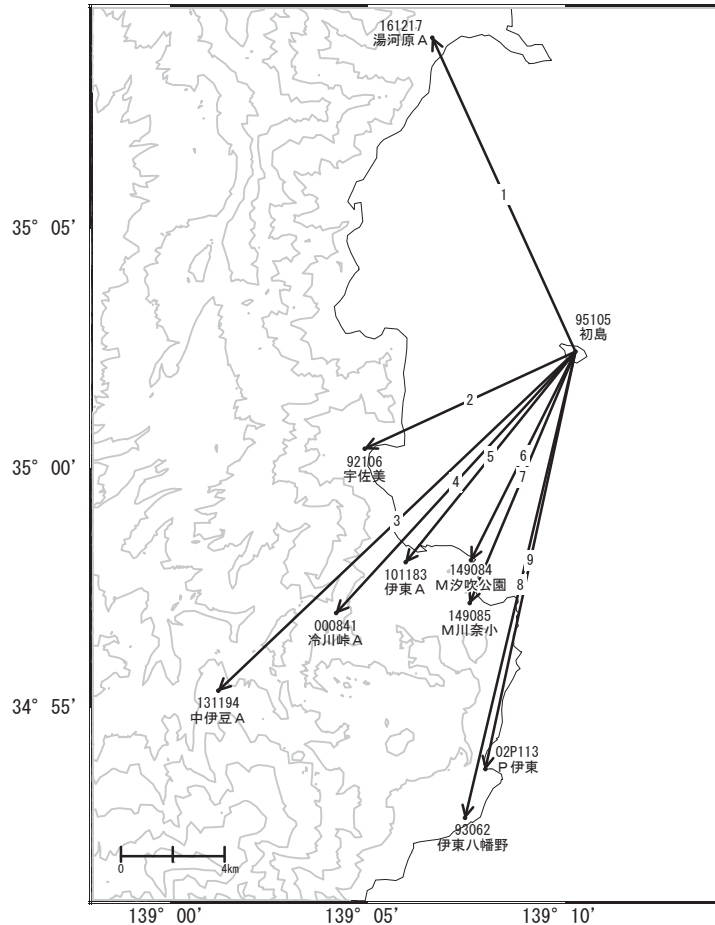
東伊豆奈良本観測点の体積ひずみデータは、トレンド除去($-0.015 \mu\text{strain}/\text{日}$)を施している。

- ・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、火山活動によると見られる変動は認められなかった。

伊豆東部火山群

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。

伊豆東部火山群周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



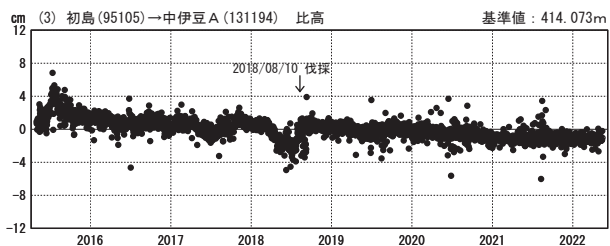
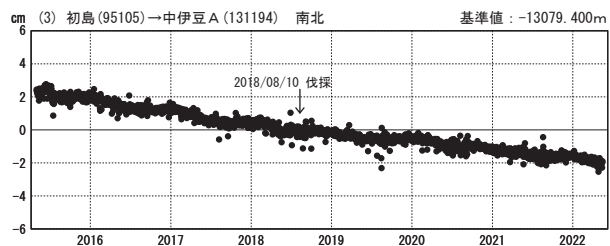
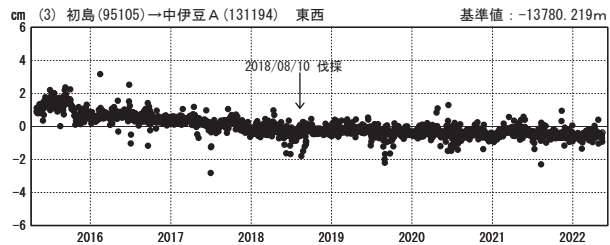
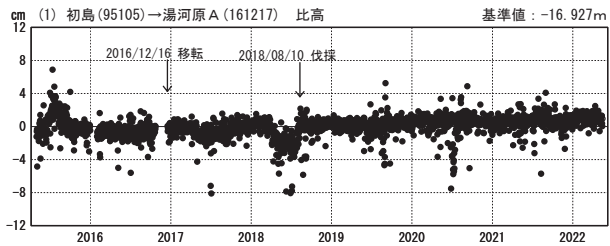
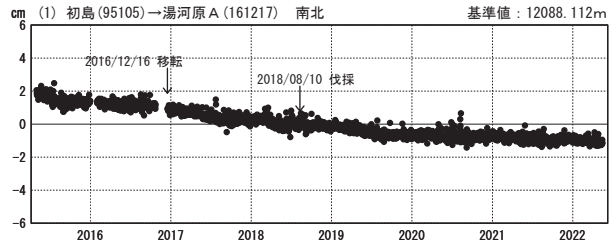
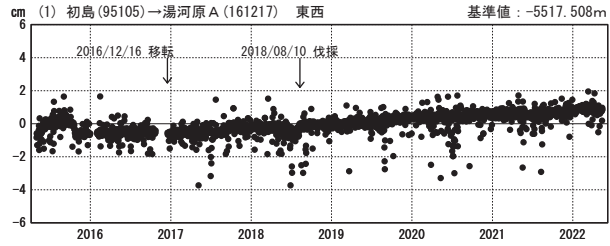
伊豆東部火山群周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
92106	宇佐美	20180118	受信機交換
93062	伊東八幡野	20161208	伐採
		20200610	伐採
		20200708	伐採
		20201214	受信機交換
95105	初島	20151020	伐採
		20160912	受信機交換
		20170131	受信機交換
		20180810	伐採
000841	冷川峠A	20150527	受信機交換
		20181115	受信機交換
		20210528	伐採
		20210917	伐採

点番号	点名	日付	保守内容
02P113	P伊東	20160307	受信機交換
101183	伊東A	20180118	受信機交換
		20190412	アンテナ交換
131194	中伊豆A	20211114	受信機交換
149084	M汐吹公園	20181218	受信機交換
149085	M川奈小	20181218	受信機交換
		20201225	受信機交換
161217	湯河原A	20161216	移転(湯河原→湯河原A)
		20170502	アンテナ交換
		20211114	受信機交換

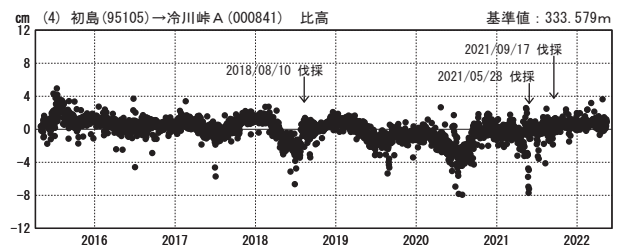
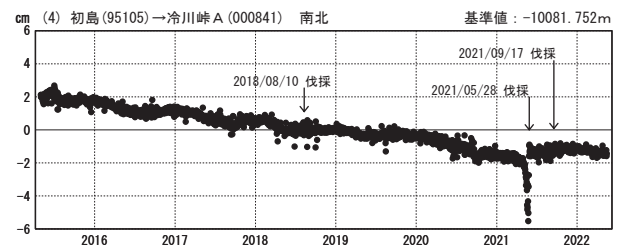
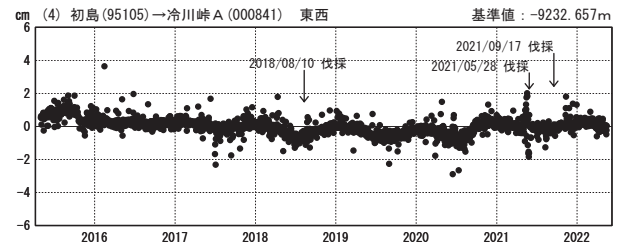
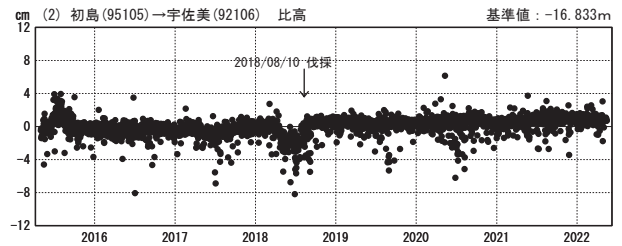
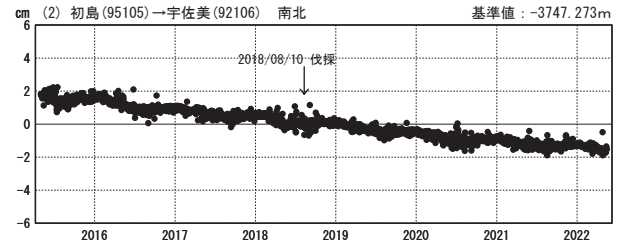
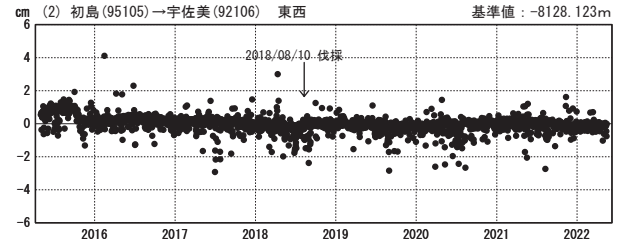
成分変化グラフ

期間：2015/05/01～2022/05/15 JST



成分変化グラフ

期間：2015/05/01～2022/05/15 JST



●---[F5:最終解] ○---[R5:速報解]

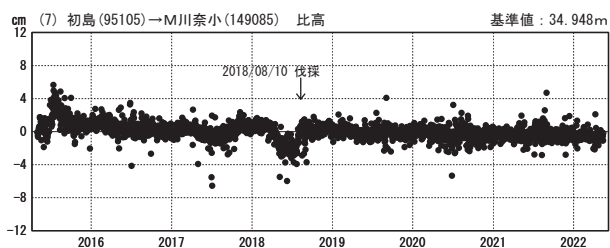
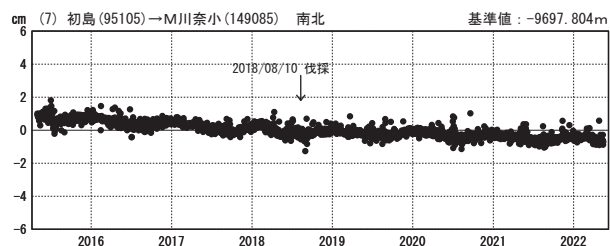
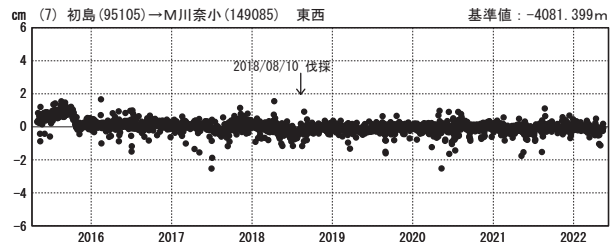
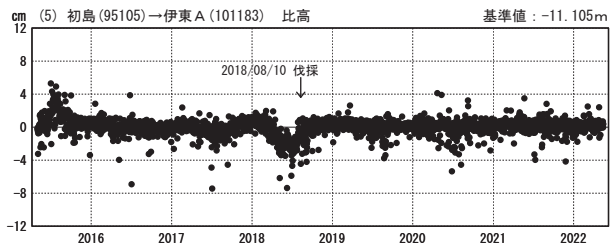
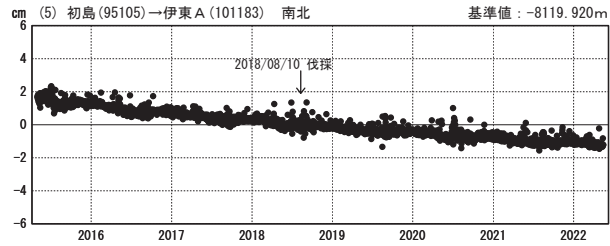
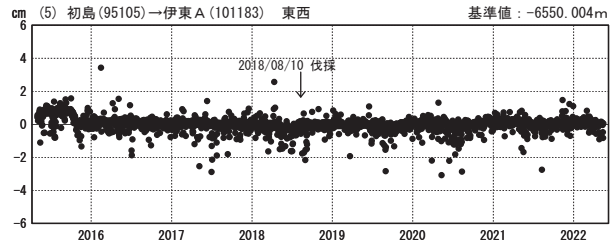
国土地理院

※[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

伊豆東部火山群

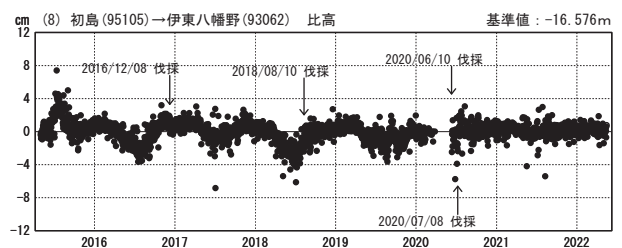
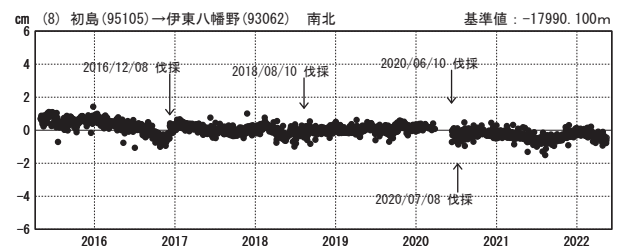
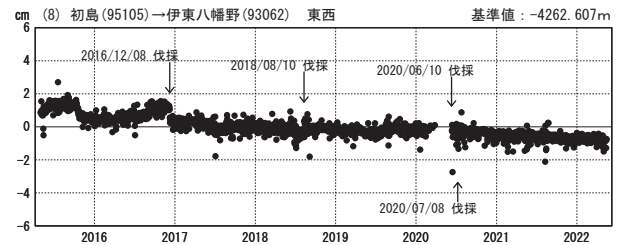
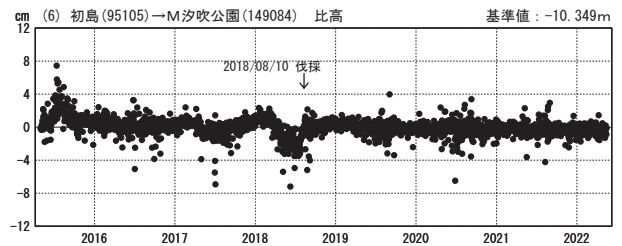
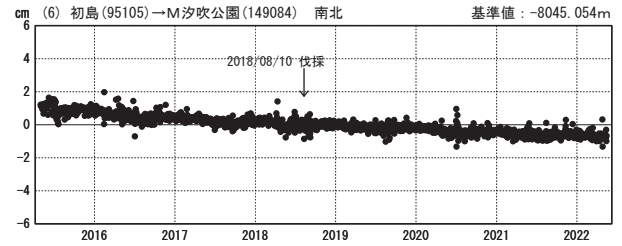
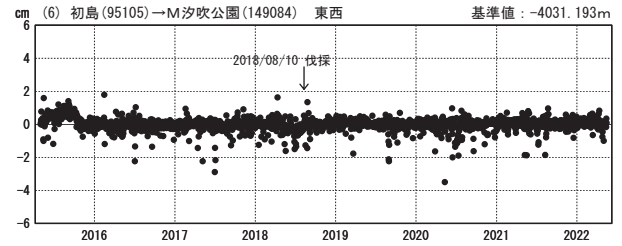
成分変化グラフ

期間：2015/05/01～2022/05/15 JST



成分変化グラフ

期間：2015/05/01～2022/05/15 JST



●---[F5:最終解] ○---[R5:速報解]

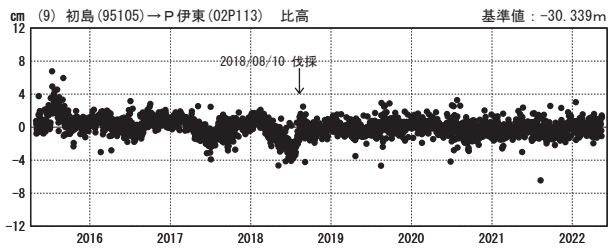
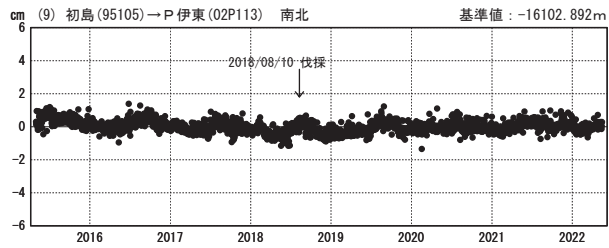
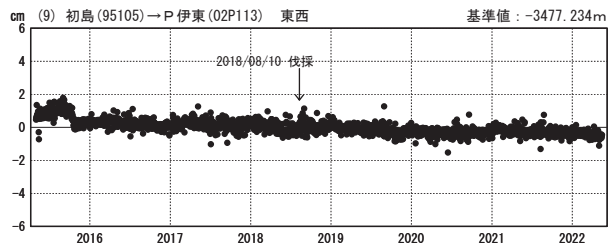
国土地理院

※[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

伊豆東部火山群

成分変化グラフ

期間：2015/05/01～2022/05/15 JST



●---[F5:最終解] ○---[R5:速報解]

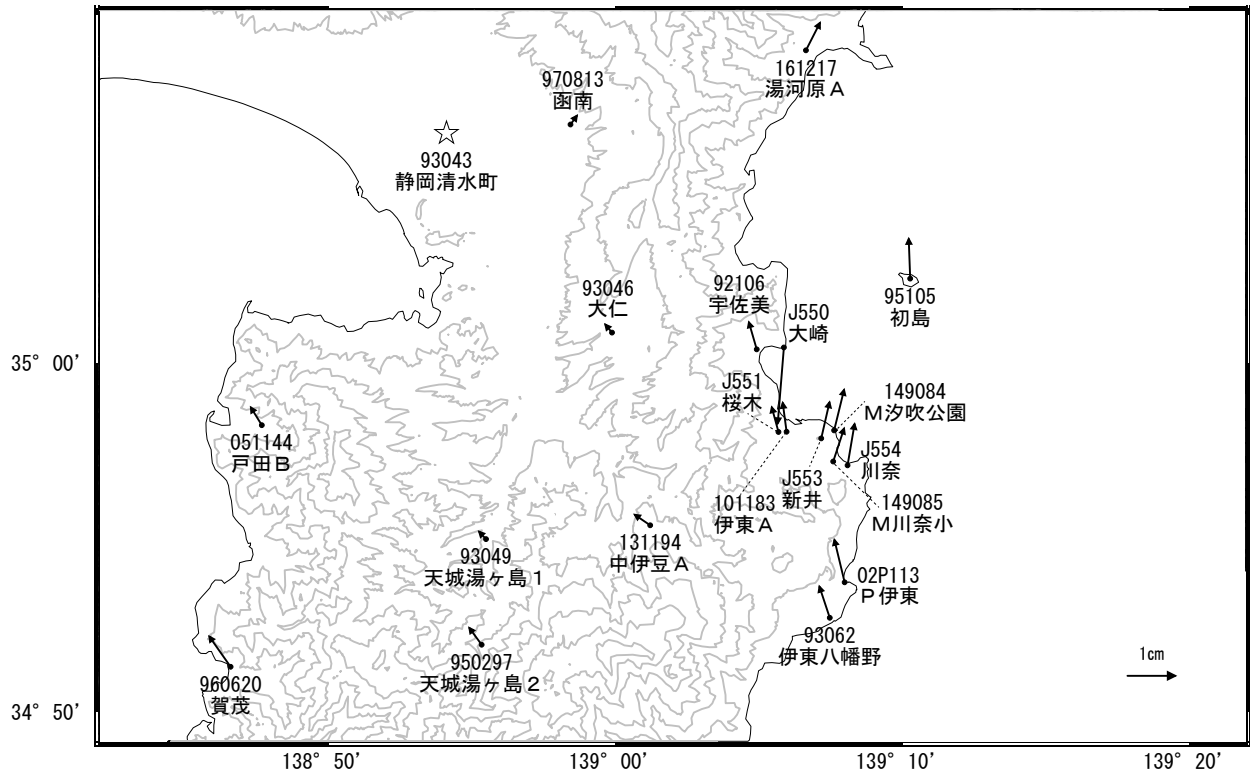
国土地理院

※[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

伊豆東部火山群

伊豆東部火山群周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2021/05/06~2021/05/15[F5:最終解]
 比較期間:2022/05/06~2022/05/15[R5:速報解]

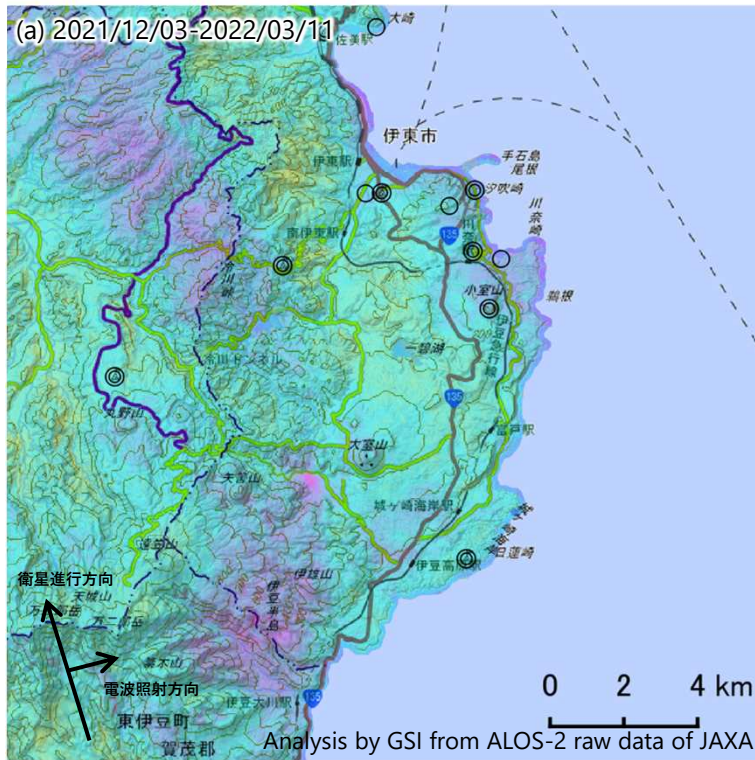


☆ 固定局: 静岡清水町 (93043)

国土地理院・気象庁

伊豆東部火山群の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。

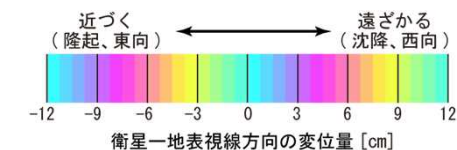
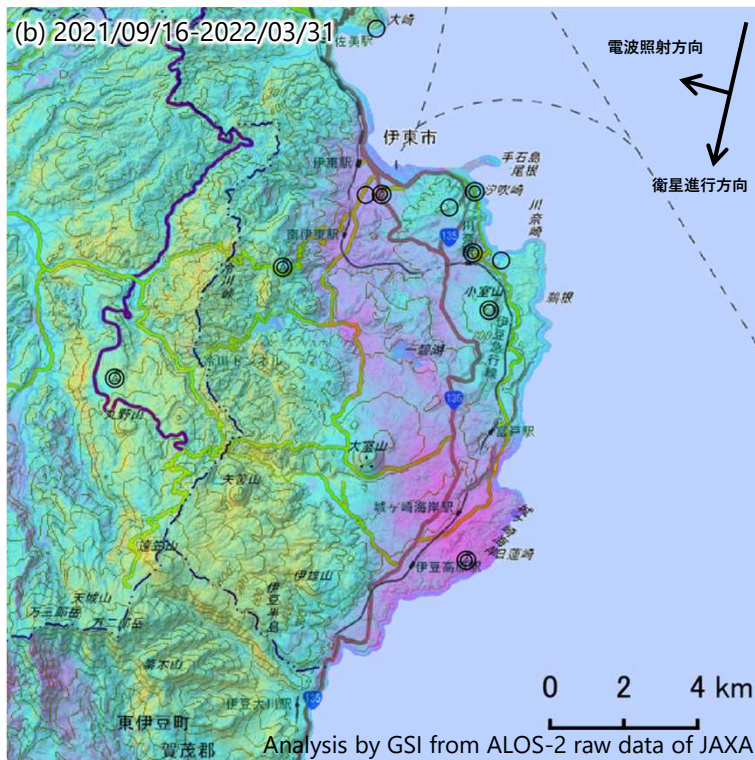
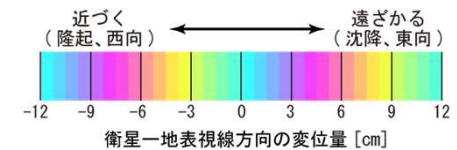


	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021/12/03 2022/03/11 23:45頃 (98日間)	2021/09/16 2022/03/31 11:43頃 (196日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	U-U	U-U
入射角	43.6°	42.0°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 138m	+ 164m

* U：高分解能(3m)モード

◎ 国土地理院GNSS観測点

○ 国土地理院以外のGNSS観測点



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

「だいち2号」SAR干渉解析判読結果（関東・中部地方）

地方	活火山名	観測日		期間 [日]	衛星 進行 方向	観測 方向	判読結果 変動なし:ノイズレベルを超える変動は見られません。 干渉不良:干渉不良により有意な結果は得られていません。	資料
		1回目	2回目					
関東・中部	那須岳	2021/05/25	2021/10/26	154	北行	右	変動なし	
		2021/06/13	2021/11/28	168	北行	右	変動なし	
		2021/03/21	2021/12/12	266	北行	右	変動なし	
		2021/12/12	2022/03/20	98	北行	右	変動なし	
	高原山	2021/06/13	2021/11/28	168	北行	右	変動なし	
	男体山	2021/05/30	2021/11/14	168	北行	右	変動なし	
		2021/06/13	2021/11/28	168	北行	右	変動なし	
		2021/11/28	2022/03/06	98	北行	右	変動なし	
		2021/09/16	2022/03/31	196	南行	右	変動なし	
	日光白根山	2021/05/30	2021/11/14	168	北行	右	変動なし	
	赤城山	2021/05/30	2021/11/14	168	北行	右	変動なし	
		2021/11/14	2022/02/20	98	北行	右	変動なし	
		2021/09/16	2022/03/31	196	南行	右	変動なし	
	榛名山	2021/05/16	2021/10/31	168	北行	右	変動なし	
		2021/06/18	2021/12/03	168	北行	右	変動なし	
		2021/08/10	2022/02/22	196	南行	右	干渉不良	
	草津白根山	2021/05/16	2021/10/31	168	北行	右	変動なし	
		2021/06/18	2021/12/03	168	北行	右	変動なし	
		2021/08/10	2022/02/22	196	南行	右	干渉不良	
		2021/08/10	2022/05/31	294	南行	右	変動なし	○
	浅間山	2021/05/16	2021/10/31	168	北行	右	変動なし	
		2021/06/18	2021/12/03	168	北行	右	変動なし	
		2021/08/10	2022/02/22	196	南行	右	干渉不良	
		2021/08/10	2022/05/31	294	南行	右	変動なし	○
	横岳	2021/06/04	2021/11/19	168	北行	右	変動なし	
		2021/08/10	2022/02/22	196	南行	右	干渉不良	
	新湯焼山	2021/06/04	2021/11/19	168	北行	右	変動なし	
	妙高山	2021/06/04	2021/11/19	168	北行	右	変動なし	
	弥陀ヶ原	2021/05/21	2021/11/05	168	北行	右	変動なし	
	荒岳・アカンダナ山	2021/05/21	2021/11/05	168	北行	右	変動なし	
		2021/08/01	2022/05/22	294	南行	右	変動なし	○
		2021/11/25	2022/05/26	182	南行	右	変動なし	○
	乗鞍岳	2021/05/21	2021/11/05	168	北行	右	変動なし	
	御嶽山	2021/05/21	2021/11/05	168	北行	右	山頂付近に収縮と見られる衛星から遠ざかる変動が見られます。	
		2022/02/11	2022/02/25	14	北行	右	変動なし	○
		2021/08/01	2022/05/22	294	南行	右	変動なし	○
	白山	2021/05/07	2021/10/22	168	北行	右	変動なし	
		2021/10/22	2022/01/28	98	北行	右	干渉不良	
	富士山	2021/05/16	2021/10/31	168	北行	右	変動なし	
		2021/06/18	2021/12/03	168	北行	右	変動なし	
		2021/07/27	2022/02/08	196	南行	右	干渉不良	
		2021/08/10	2022/02/22	196	南行	右	変動なし	
		2021/12/03	2022/03/11	98	北行	右	変動なし	○
		2021/09/16	2022/03/31	196	南行	右	変動なし	○

「だいち2号」SAR干渉解析判読結果（関東・中部地方）

地方	活火山名	観測日		期間 [日]	衛星 進行 方向	観測 方向	判読結果 変動なし:ノイズレベルを超える変動は見られません。 干渉不良:干渉不良により有意な結果は得られていません。	資料
		1回目	2回目					
関東・中部	箱根山	2021/05/16	2021/10/31	168	北行	右	変動なし	
		2021/06/18	2021/12/03	168	北行	右	変動なし	
		2021/07/27	2022/02/08	196	南行	右	大涌谷周辺に収縮とみられる衛星から遠ざかる変動が見られます。	○
		2021/12/03	2022/03/11	98	北行	右	変動なし	○
		2021/09/16	2022/03/31	196	南行	右	変動なし	
	伊豆東部火山群	2021/05/16	2021/10/31	168	北行	右	変動なし	
		2021/06/18	2021/12/03	168	北行	右	変動なし	
		2021/07/27	2022/02/08	196	南行	右	変動なし	
		2021/12/03	2022/03/11	98	北行	右	変動なし	○
		2021/09/16	2022/03/31	196	南行	右	変動なし	○

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。