

第 145 回 火山噴火予知連絡会資料

(その4)

西之島、浅間山、焼岳

令和元年 12 月 24 日

火山噴火予知連絡会資料(その4)

目次

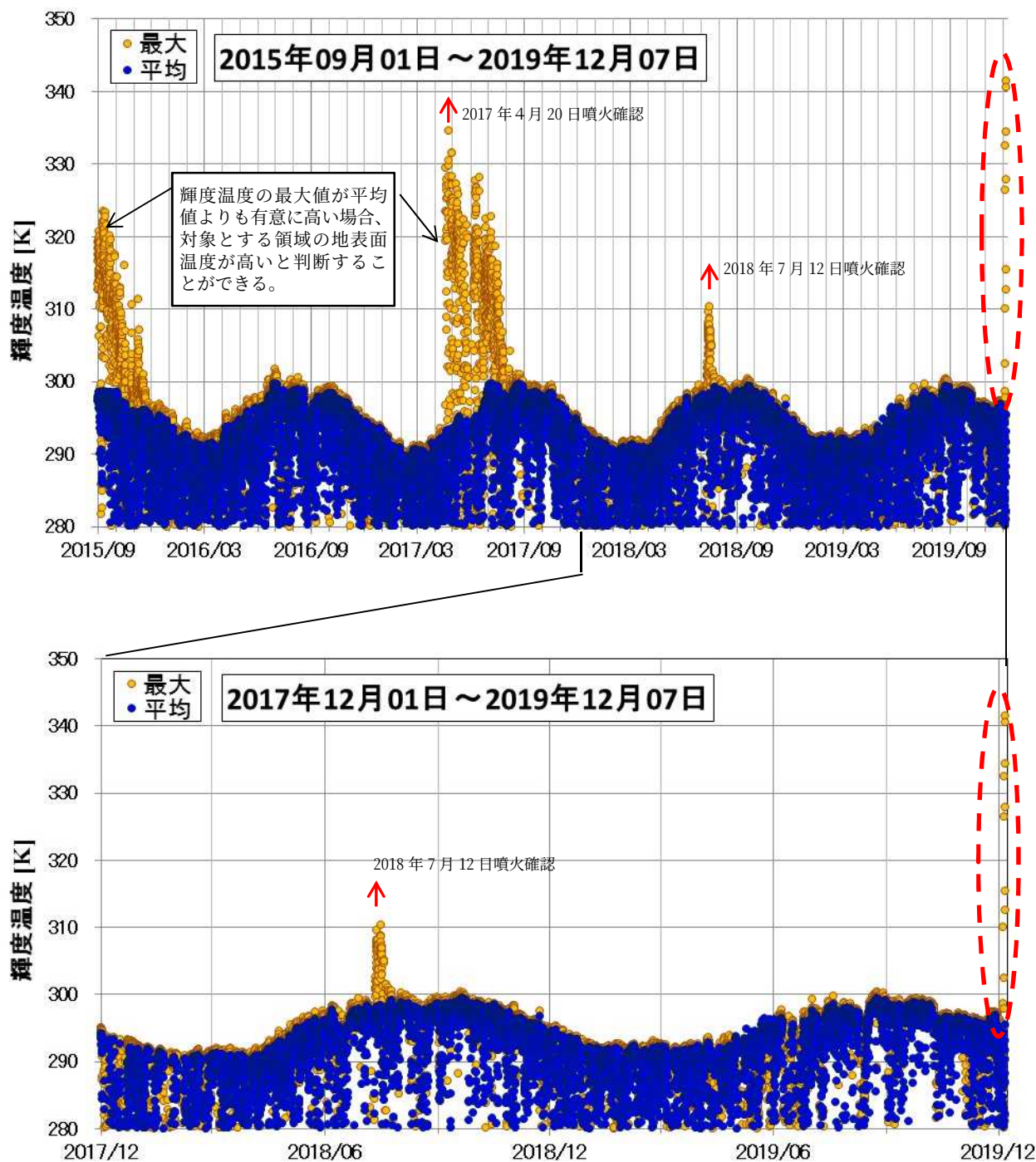
西之島	3
気象庁	3-4
気象研	5-19
東大震研	20-25
地理院	26-27
海保	28-35
JAXA	36-45
浅間山	46
気象庁	46-73
気象研	74-75
東大震研	76-79
防災科研	80-88
地理院	89-94
日大	95-96
焼岳	97
気象庁	97-117
京大防災研	118-126
地理院	127-128
信州大	129-132

西 之 島 （2019 年 12 月 7 日現在）

気象衛星（ひまわり 8 号及び 9 号）による観測では、12 月 5 日 15 時頃から西之島付近で周囲に比べて輝度温度の高い領域が認められた。輝度温度の高さは、2017 年の噴火時の高さと同程度であった。

翌 12 月 6 日 13 時頃に海上保安庁が上空から実施した観測で、西之島の山頂火口より数分間隔で断続的に噴火していることを確認した。薄い灰色の噴煙及び噴石が火口縁上約 200 m まで上がっており、火砕丘の東側の火口からは断続的に噴煙や噴石が上がり、白煙を伴う溶岩が東岸に向かって流下していた。溶岩は海岸から約 200m の地点まで到達していた。西之島で噴火が観測されたのは、2018 年 7 月 18 日以来である。また、海上保安庁が 12 月 7 日 13 時頃に実施した上空からの観測によると、火砕丘の東側の火口から溶岩が東岸に向かって流れ、海に流入していることが確認された。6 日同様に山頂火口からは数分間隔で断続的に、薄い灰色の噴煙と噴石が火口縁上 200m まで上がっていた。火砕丘の東側の火口からも、断続的に噴煙と噴石が上がっていた。

令和元年 12 月 5 日に火口周辺警報（入山危険）及び火山現象に関する海上警報を発表した。



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

図1 西之島 気象衛星ひまわり8号及び9号の観測による西之島付近の輝度温度の変化
(2015年9月～2019年12月7日)

- ・気象衛星ひまわりの観測によると、12月5日から西之島付近で周辺に比べて輝度温度が高い領域が認められている（赤破線内）。
- ・2017年4月の噴火と同程度の輝度温度上昇が観測されている。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島の地形変化

2019 年 12 月の再噴火に伴う地形変化が検出された。溶岩流は、12 月 6 日の段階では海岸まで到達していない。なお、2019 年 10 月の台風接近に伴う陸域面積の縮小が確認された。

1. はじめに

2018 年 9 月以降に撮像された ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島周辺の解析を行ったので、以下報告する。

2. 解析結果

解析に使用したデータを第 1 表に、ALOS-2 で観測されたすべてのパスによる強度画像を用いた陸域面積の推移と概ね 2 週間毎の高頻度で観測されている path14 を用いた低相関度の面積推移を第 1 図に示す。これによれば、2018 年 7 月の噴火以降、陸域の拡大や極端な相関度の低下はなく、2019 年 10 月の台風 19 号接近に伴う陸域の縮小が認められる。

また、地球観測用赤外カメラ（以下、CIRC：分解能 130～210m）による温度変化についても併せて示したが、特段高温域は検出されていない。

2-1. 干渉画像（第 2，3，4，7，8，9 図）

path16 や 17 などの長期間のペアでは、溶岩の加重沈降または熱収縮の影響と考えられる衛星視線方向伸長の位相変化が中央火砕丘および溶岩流出域で検出されたが、それ以外の場所では大きな位相変化は認められなかった。また、path14 や一部の path125 のような短期間のペアでは、全島の大きな位相変化は認められないが、**2019 年 12 月噴火を挟むペア（第 4-T 図）では、溶岩流出域近傍で衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。**

2-2. 相関画像（第 2，3，5，7，8，9 図）

海岸線のわずかな衰退や拡大を示す変化は認められるが、それ以外の内陸では高相関度を示している。**2019 年 12 月噴火を挟むペア（第 5-T 図）では、溶岩流出に伴う低相関度領域が中央火砕丘から東側に広がっているのが認められる。**

2-3. 強度画像（第 2，3，6，7，8，9 図）

海岸付近における地形変化を示す強度画像変化が認められる。特に台風第 19 号が最接近した時期を含むペアで陸域面積の縮小が顕著である。それ以外の期間では、わずかな変化にとどまった。**2019 年 12 月噴火を挟むペア（第 6-T 図）では、溶岩流下域において複雑な強度変化が検出された。**

なお、各干渉解析結果について、対流圏遅延補正など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。

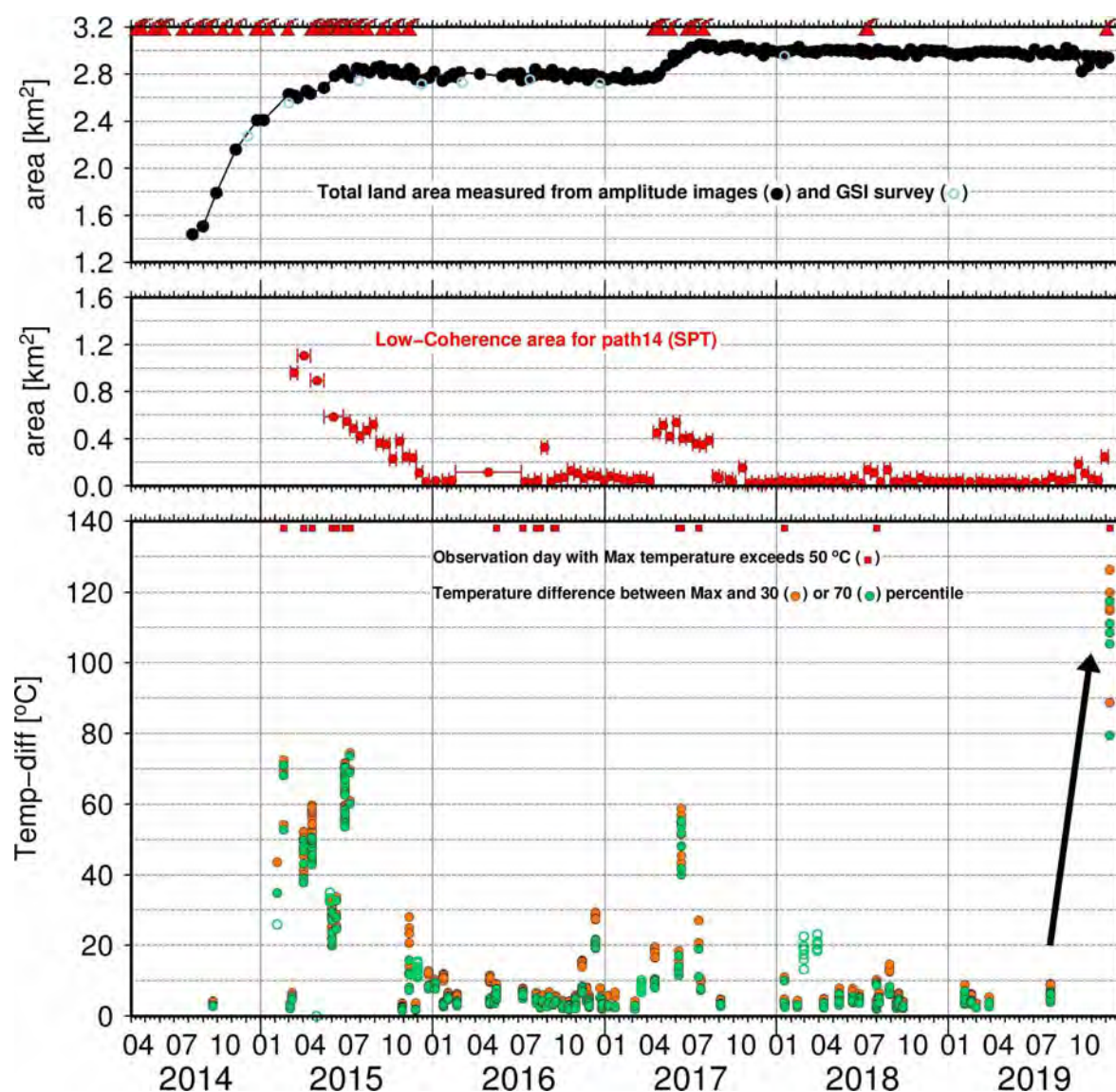
謝辞

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。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された RINC を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院技術資料 C1-No. 478 から生成した地形データを使用した。本解析で用いた CIRC のデータは、JAXA の火山活動・林野火災速報システムから提供された。ここに記して御礼申し上げます。

第 1 表 干渉解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
16-3070 (SM1_U2-9)	南行	右	42.9°	2018.12.03	2019.03.25	第 2 図-A,B,C
				2019.03.25	2019.12.02	第 2 図-D,E,F
17-3070 (SM1_U2-6)	南行	右	31.5°	2019.01.19	2019.02.16	第 3 図-A,B,C
				2019.02.16	2019.08.03	第 3 図-D,E,F
				2019.08.03	2019.10.26	第 3 図-G,H,I
14-3081 (SPT)	南行	右	58.7°	2019.02.01	2019.03.01	第 4, 5, 6 図-A
				2019.03.01	2019.03.15	第 4, 5, 6 図-B
				2019.03.15	2019.03.29	第 4, 5, 6 図-C
				2019.03.29	2019.04.12	第 4, 5, 6 図-D
				2019.04.12	2019.04.26	第 4, 5, 6 図-E
				2019.04.26	2019.05.10	第 4, 5, 6 図-F
				2019.05.10	2019.05.24	第 4, 5, 6 図-G
				2019.05.24	2019.06.07	第 4, 5, 6 図-H
				2019.06.07	2019.06.21	第 4, 5, 6 図-I
				2019.06.21	2019.07.19	第 4, 5, 6 図-J
				2019.07.19	2019.08.02	第 4, 5, 6 図-K
				2019.08.02	2019.08.16	第 4, 5, 6 図-L
				2019.08.16	2019.08.30	第 4, 5, 6 図-M
				2019.08.30	2019.09.13	第 4, 5, 6 図-N
				2019.09.13	2019.09.27	第 4, 5, 6 図-O
				2019.09.27	2019.10.11	第 4, 5, 6 図-P
				2019.10.11	2019.10.25	第 4, 5, 6 図-Q
				2019.10.25	2019.11.08	第 4, 5, 6 図-R
				2019.11.08	2019.11.22	第 4, 5, 6 図-S
				2019.11.22	2019.12.06	第 4, 5, 6 図-T
125-530 (SM1_U2-6)	北行	右	34.3°	2019.02.10	2019.05.19	第 7 図-A,B,C
				2019.05.19	2019.11.03	第 7 図-D,E,F
125-530 (SM1_U2-7)	北行	右	34.3°	2019.02.24	2019.07.28	第 8 図-A,B,C
				2019.07.28	2019.10.20	第 8 図-D,E,F
				2019.10.20	2019.11.17	第 8 図-G,H,I
125-530 (SM2_FP6-5)	北行	右	34.3°	2018.09.09	2019.09.08	第 9 図-A,B,C
				2019.09.08	2019.09.22	第 9 図-D,E,F

※赤字は 2019 年 12 月の噴火以降に撮像されたデータ。

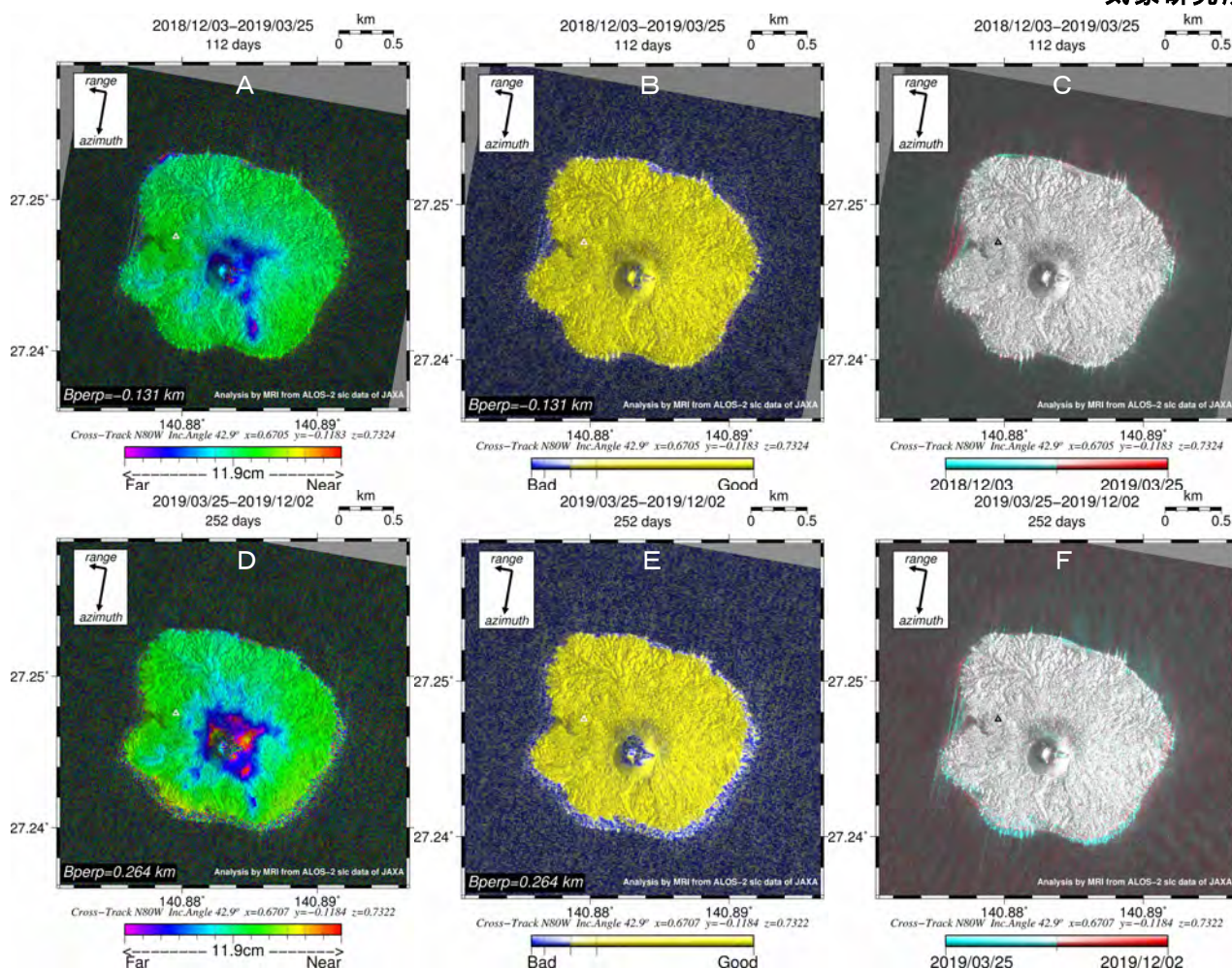


第 1 図 上：強度画像から算出した陸域面積（すべてのパス）と中：低相関度領域（path14 のみ）と下：CIRC により検出された温度推移

上図：活発な噴火活動が生じていた 2015 年 6 月頃までと 2017 年 4 月下旬から 8 月上旬までの再噴火イベントに呼応して陸域の拡大が認められる。2019 年 10 月の変動は台風による影響と考えられる。噴火マークは海上保安庁により火山噴火予知連絡会に報告された資料から読みとった。○は国土地理院で実施された空中写真等の計測結果による面積を示す。

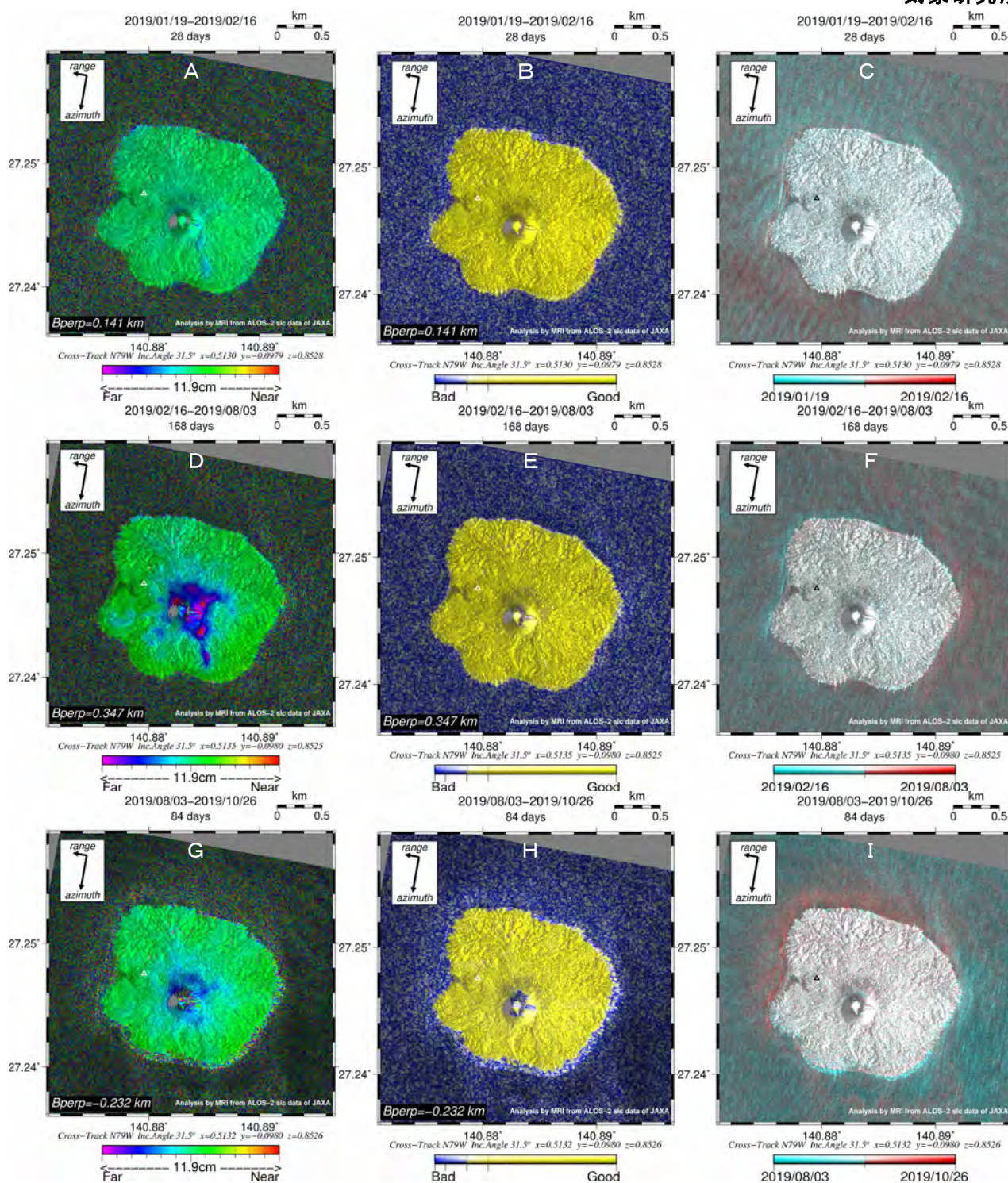
中図：概ね 2 週間毎に撮像されている Path14 を用いて低相関度領域は、2015 年 12 月にはほとんど確認できなくなった。2017 年や 2018 年再噴火時の溶岩流出に伴い一時的に増加した時期もあるが、それ以外は概ね低調で推移している。2019 年 10 月の変動は台風による影響と考えられ、12 月の変動は再噴火による溶岩流出に伴い低相関度領域が増加した。

下図：CIRC により観測された西之島周辺（旧山頂から半径 3km）の温度推移を示す。■は最高温度 50°C 以上の観測日、●は最高温度と 30 パーセント値の差分温度、●は最高温度と 70 パーセント値の差分温度を示す。差分温度が高いほど局所的、低いほど広範な熱異常を示しているとみなせる。2019 年 12 月の噴火後の最高温度は 115°C（12/9 観測）であったが、パーセント値との差分温度から、非常に局所的な現象であると解釈できる。なお色抜きは、得られた最高温度がマイナスであったデータを示す（参照値とした）。

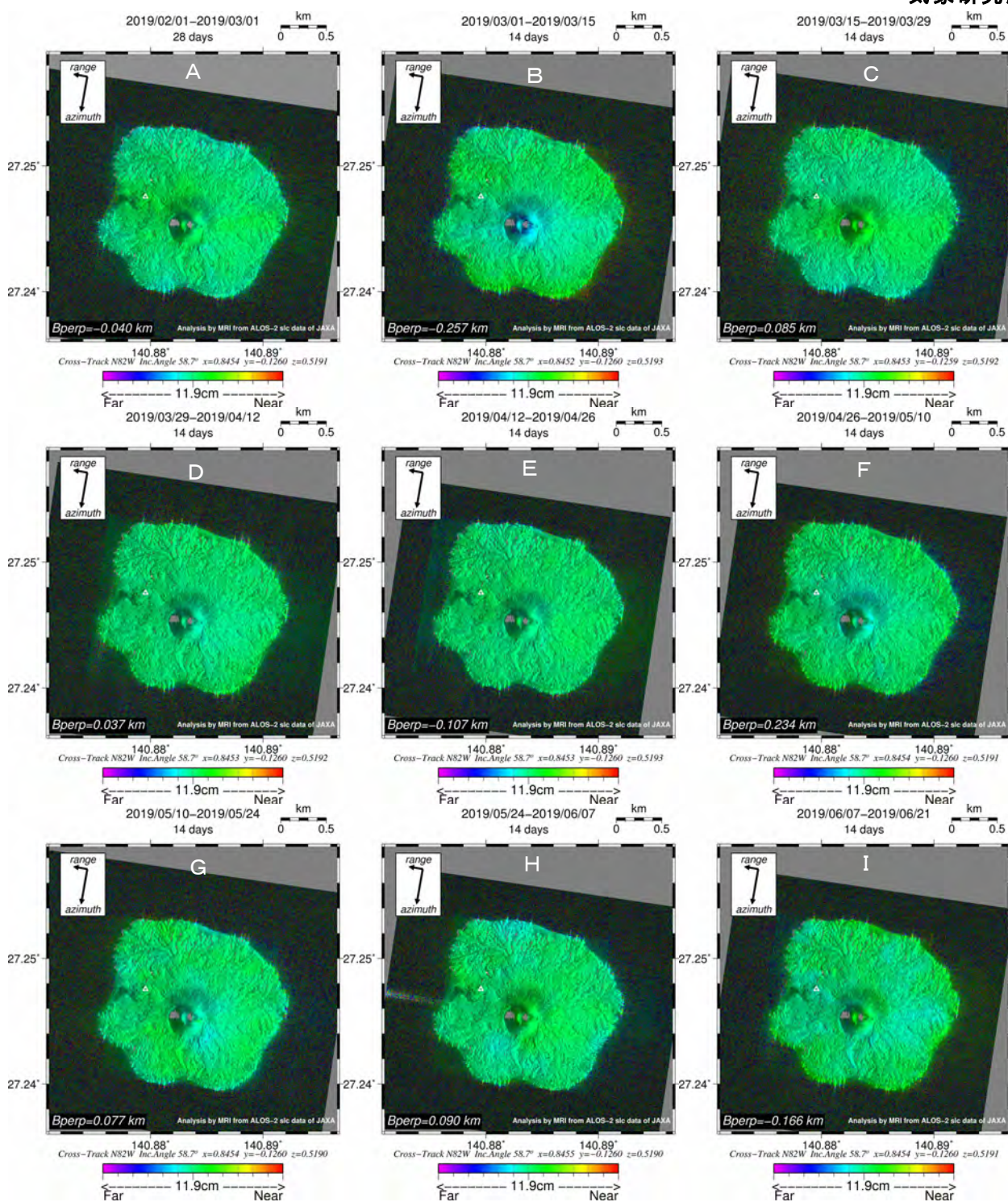


第 2 図 path16 (SM1_U2-9) による干渉解析 A, D: 干渉画像, B, E: 相関画像, C, F: 強度画像

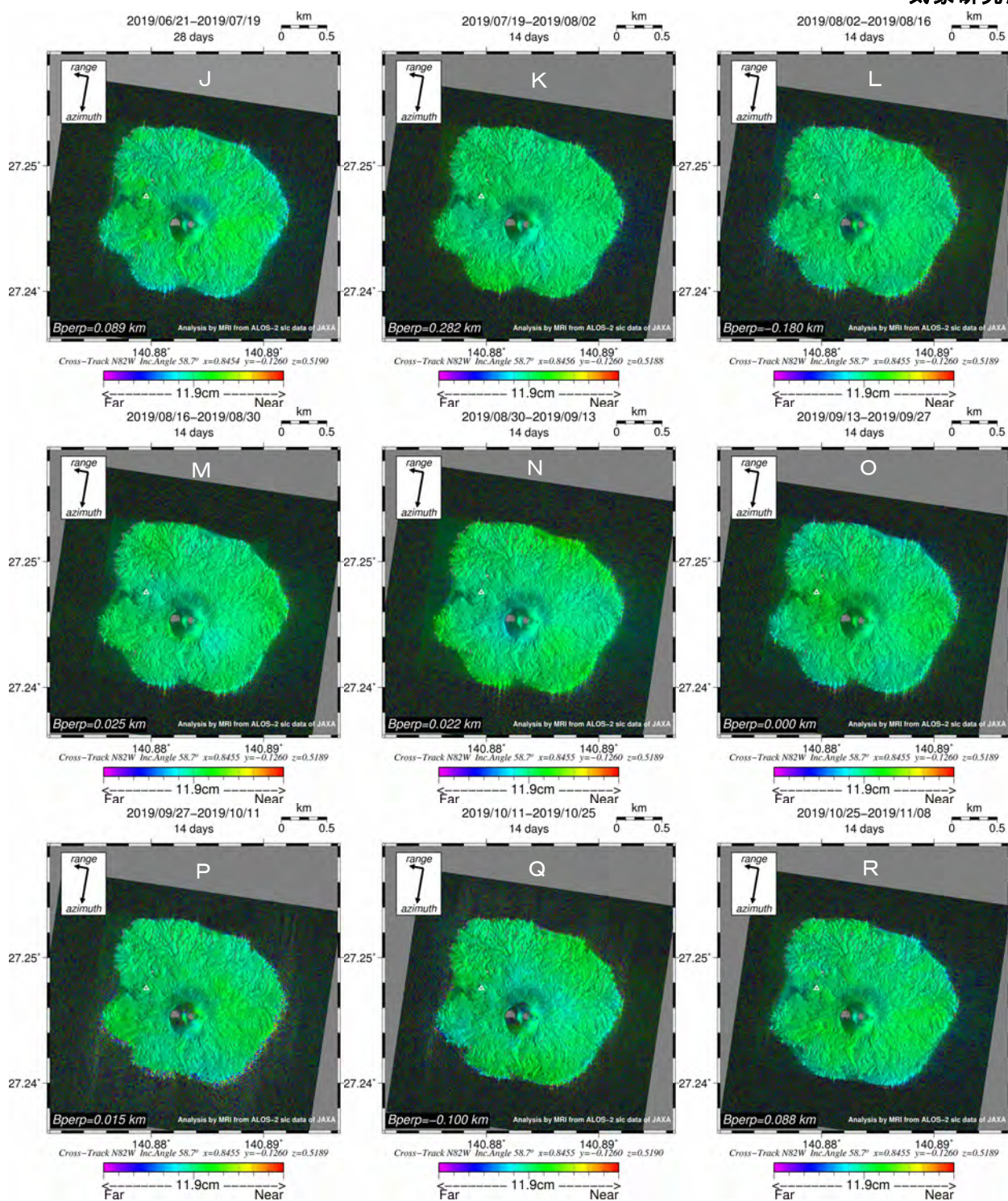
図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 中央火砕丘の東側に 2~3cm 程度の伸長の位相が認められるほか、そこから南へ 500~600m の部分でも 6cm 程度の伸長の位相変化が認められる。(B) 沿岸部を除き、全島的に高相関度を示している。(C) 沿岸部で若干の変化が認められる。(D) 中央火砕丘の東側で最大 8cm の伸長の位相変化が認められる。(E) 中央火砕丘と南側の沿岸部を中心に低相関度領域が顕著である。(F) 南側の沿岸部を中心に陸域の縮小が認められる。



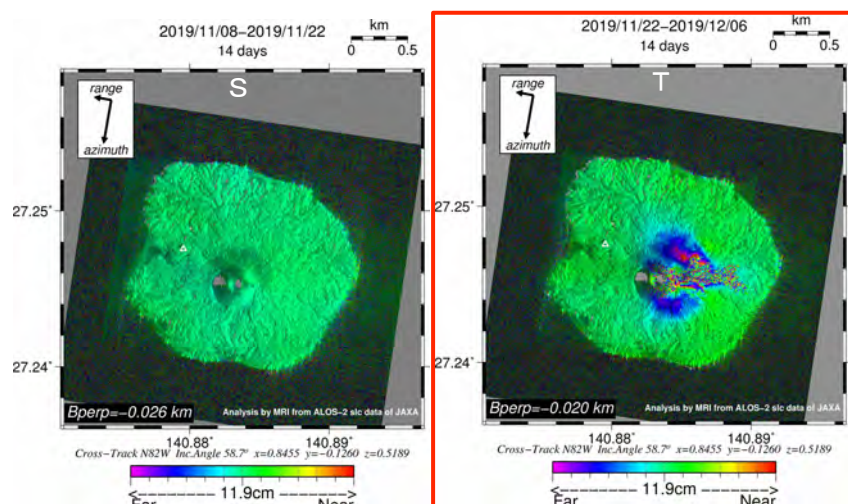
第3図 path17(SM1_U2-6)による干渉解析 A, D, G:干渉画像, B, E, H:相関画像, C, F, I:強度画像
 図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 中央火砕丘から南へ 500~600m くらいにかけ, 1~2cm 程度の伸長の位相変化が認められる。(B) 沿岸部を除き, 全島的に高相関を示している。(C) 沿岸部で若干の変化が認められる。(D) 中央火砕丘と南へ 500~600m の部分で最大 6cm 程度の位相伸長変化が認められる。(E) 全島的に高相関度を示している。(F) 沿岸部で若干の変化が認められる。(G) 中央火砕丘付近で 2~3cm の伸長の位相変化が認められる。(H) 南側の沿岸部を中心に低相関度領域が顕著である。(I) 南側の沿岸部を中心に陸域の縮小が認められる。



第 4 図 path14 (SPT) による干渉解析結果(1)

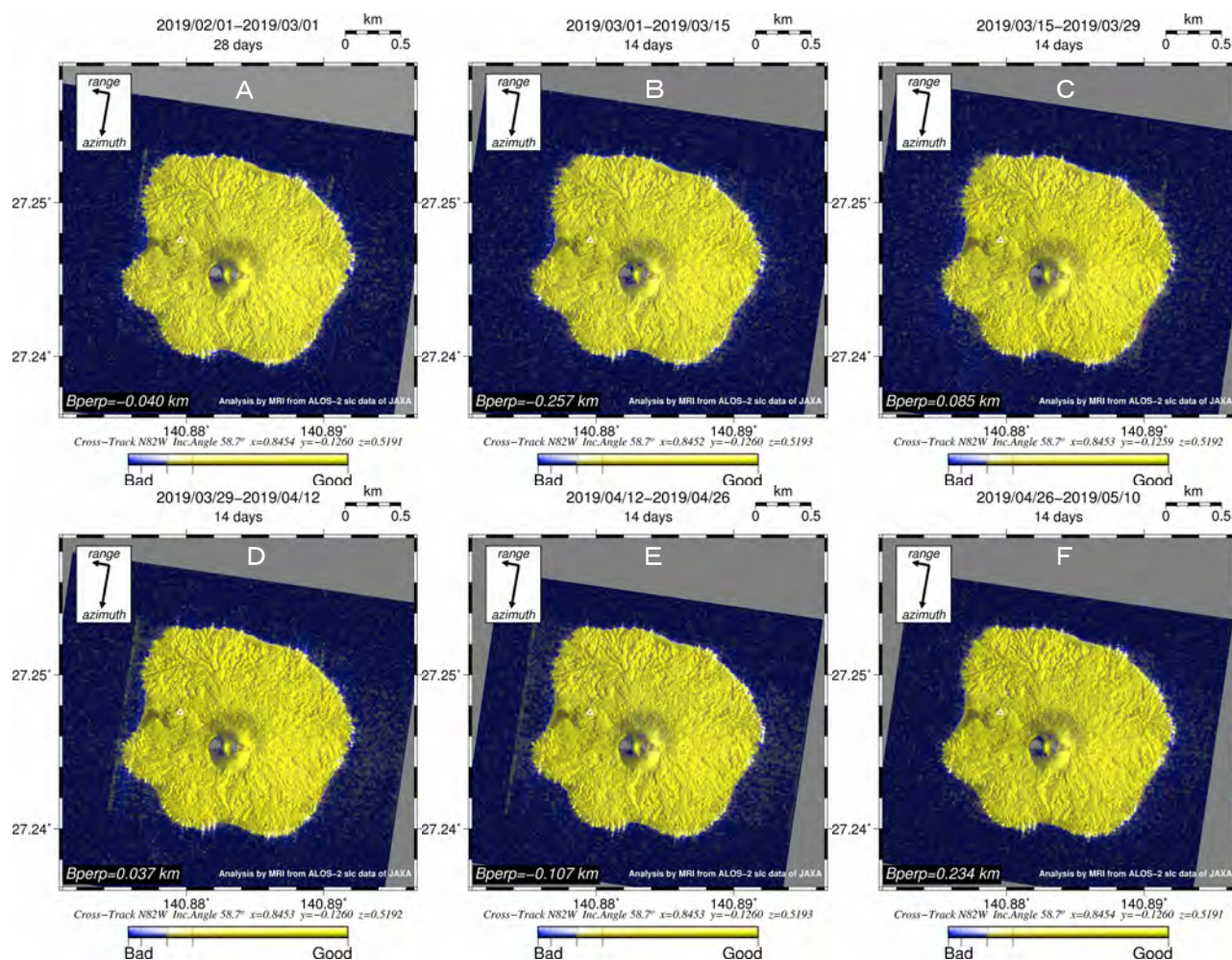


第 4 図 path14 (SPT) による干渉解析結果 (2)

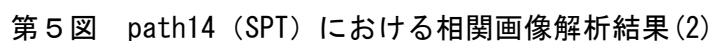


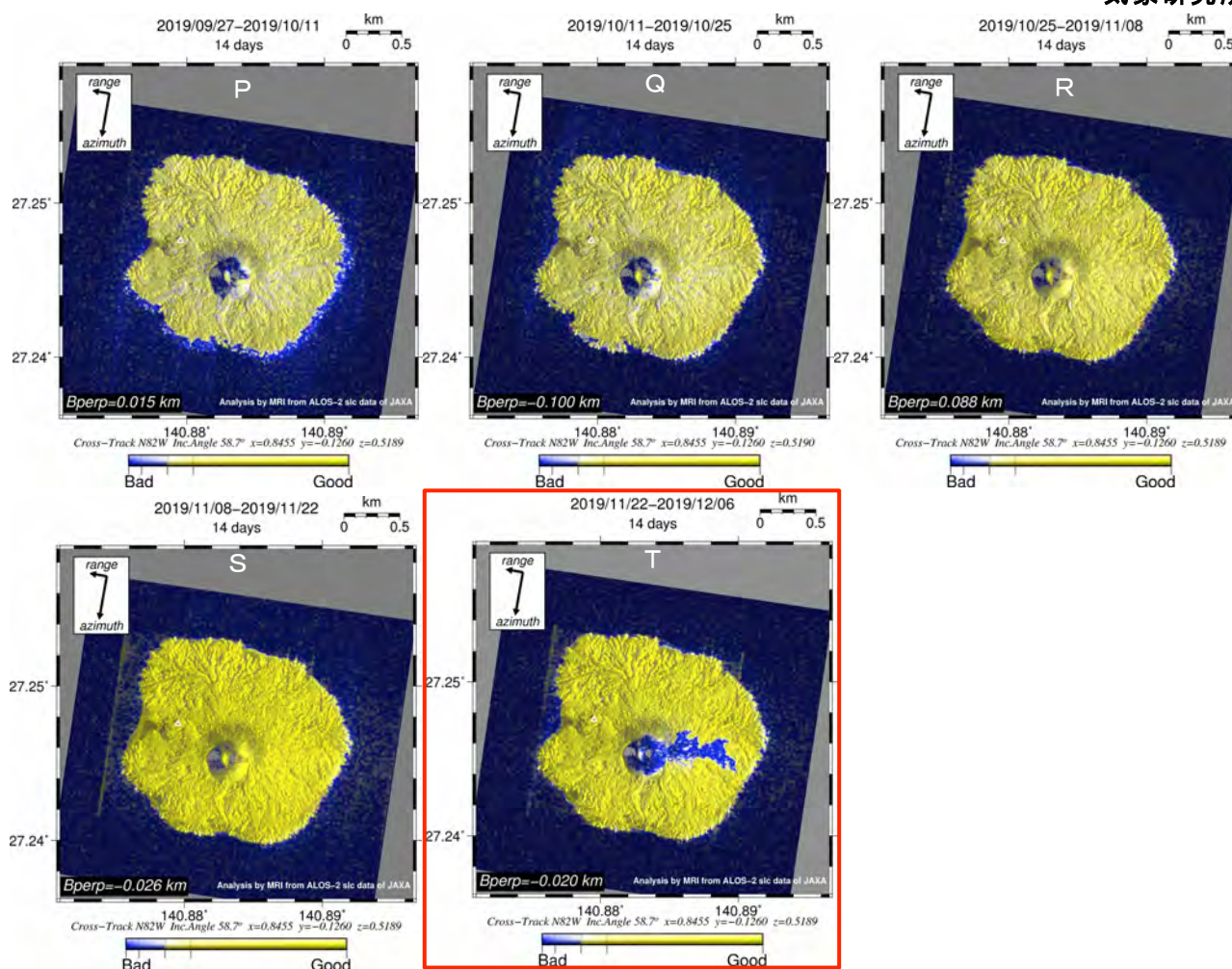
第 4 図 path14 (SPT) による干渉解析結果 (3)

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(T)再噴火に伴い中央火砕丘から東側において非干渉領域が確認でき、最大 6cm 程度の伸長の位相変化が認められるほかは、顕著な位相変化は認められない。



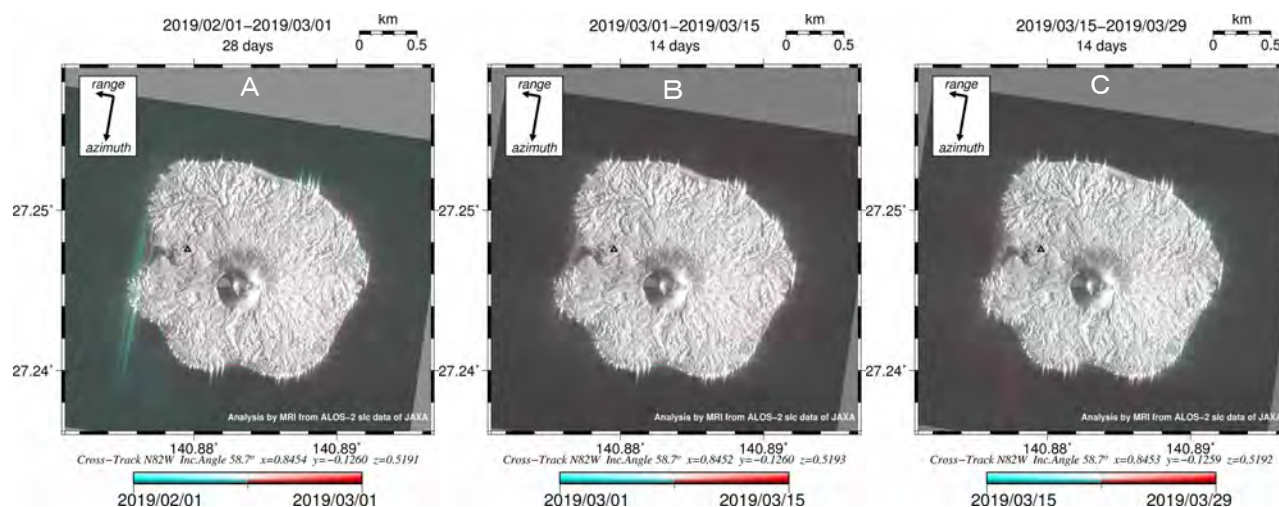
第 5 図 path14 (SPT) における相関画像解析結果 (1)



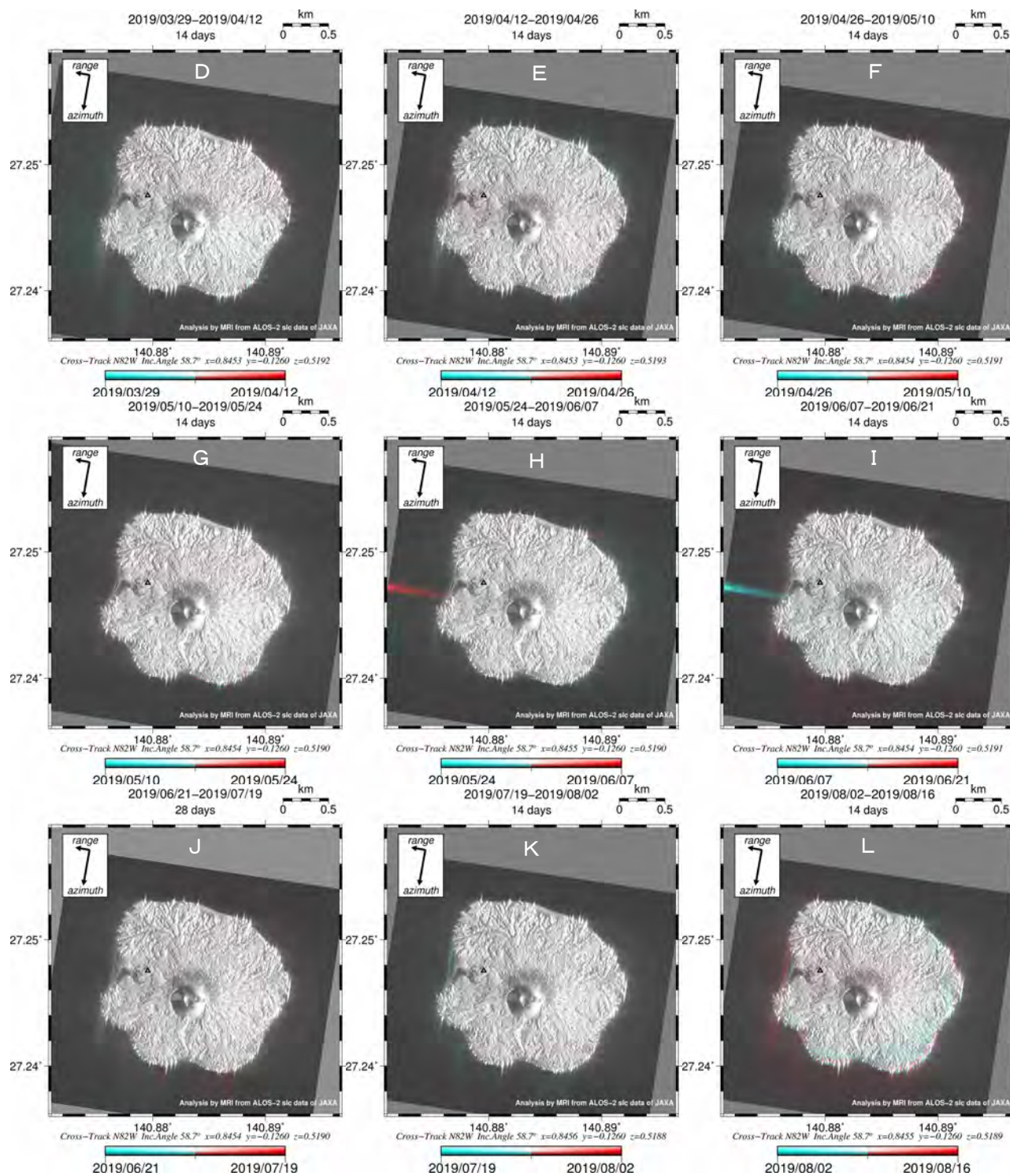


第5図 path14 (SPT) における相関画像解析結果(3)

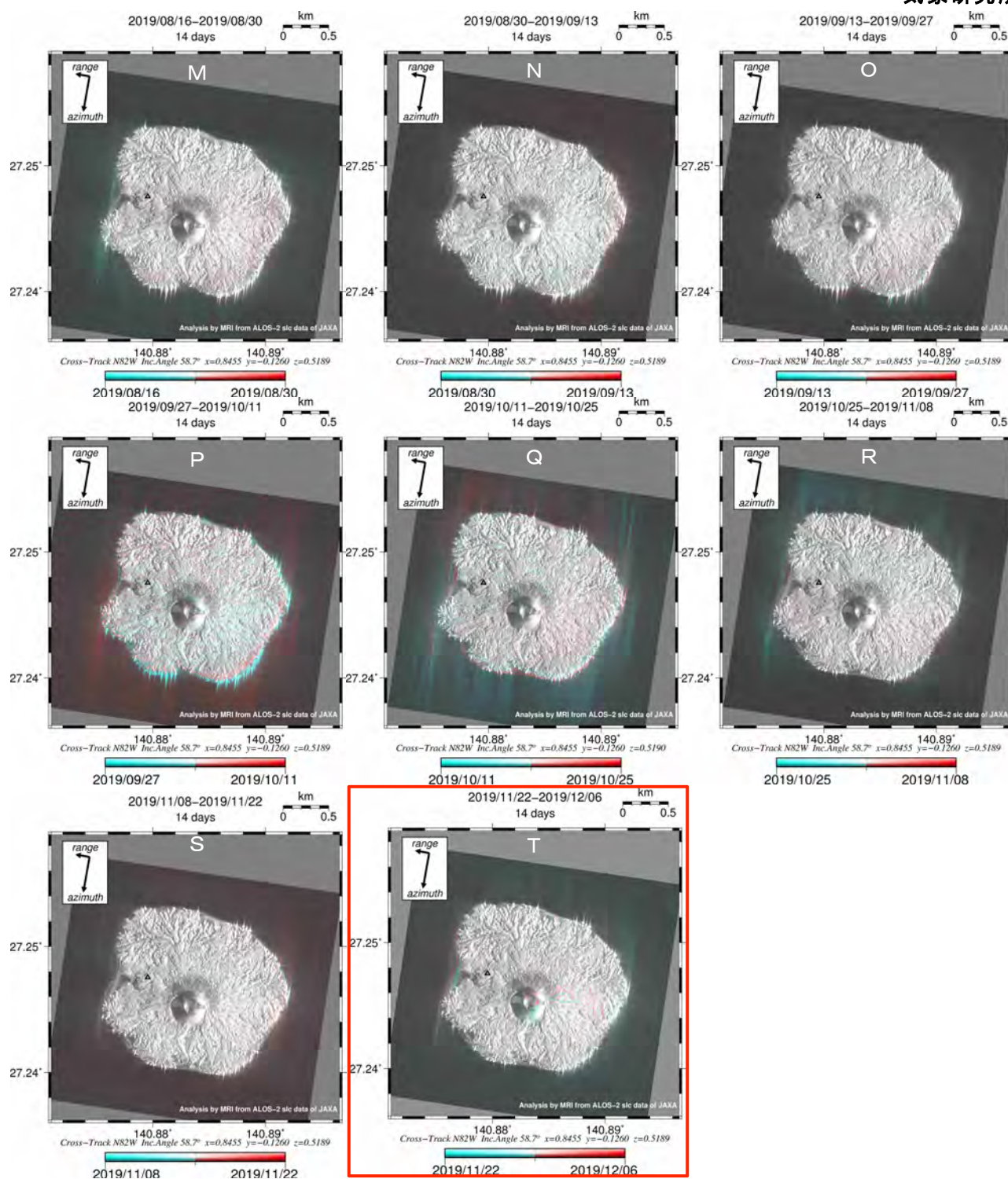
図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。黄色は高い相関度、青色は低い相関度を示す。(L)および (P) において、沿岸近傍にわずかに低相関度領域が認められる(台風の接近に伴う影響と考えられる)がそれ以外は全島の的に高相関度である。(T) 中央火砕丘から東側に溶岩の流下に伴う低相関度領域が認められる。



第6図 path14 (SPT) における強度画像解析結果(1)

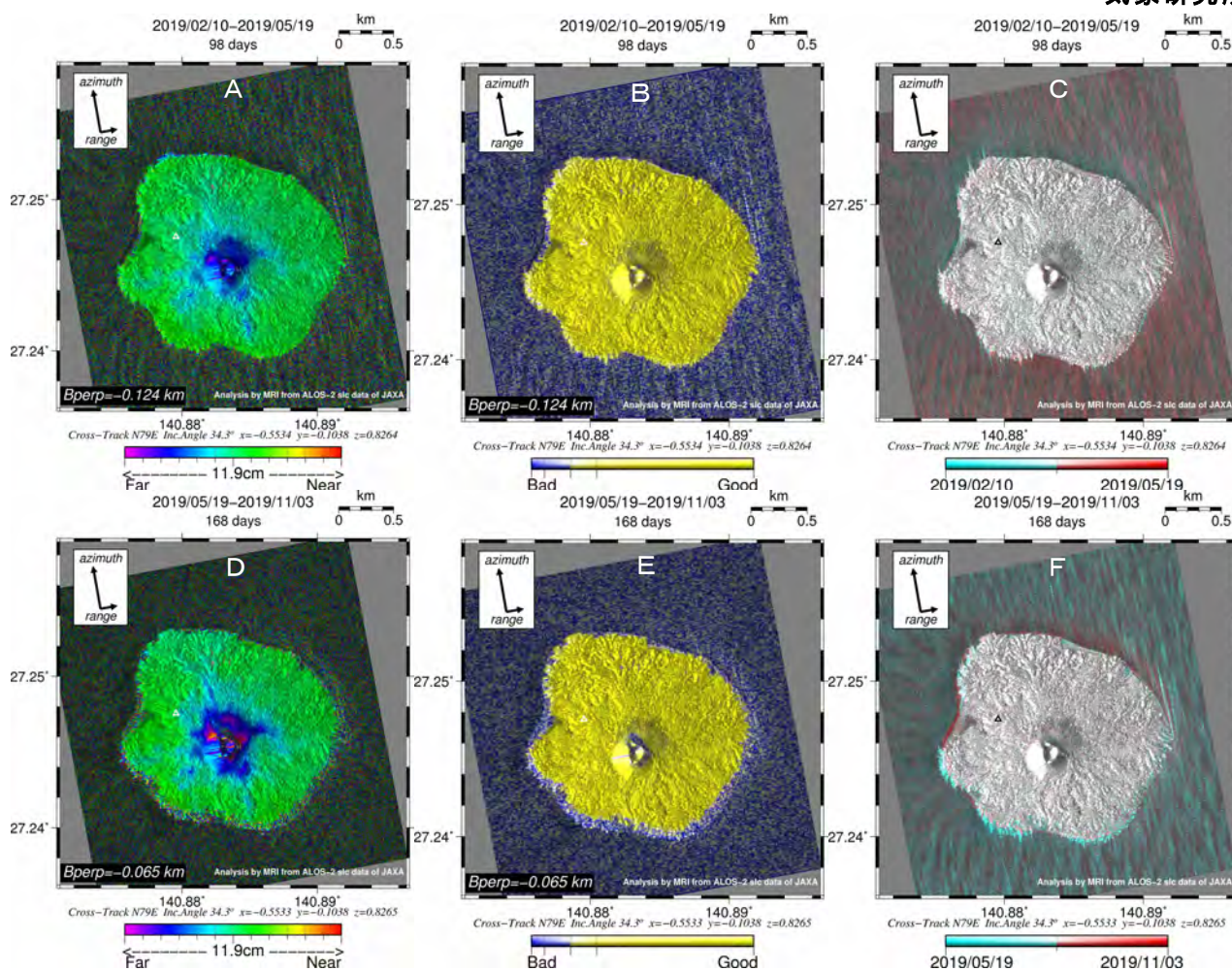


第 6 図 path14 (SPT) における強度画像解析結果 (2)



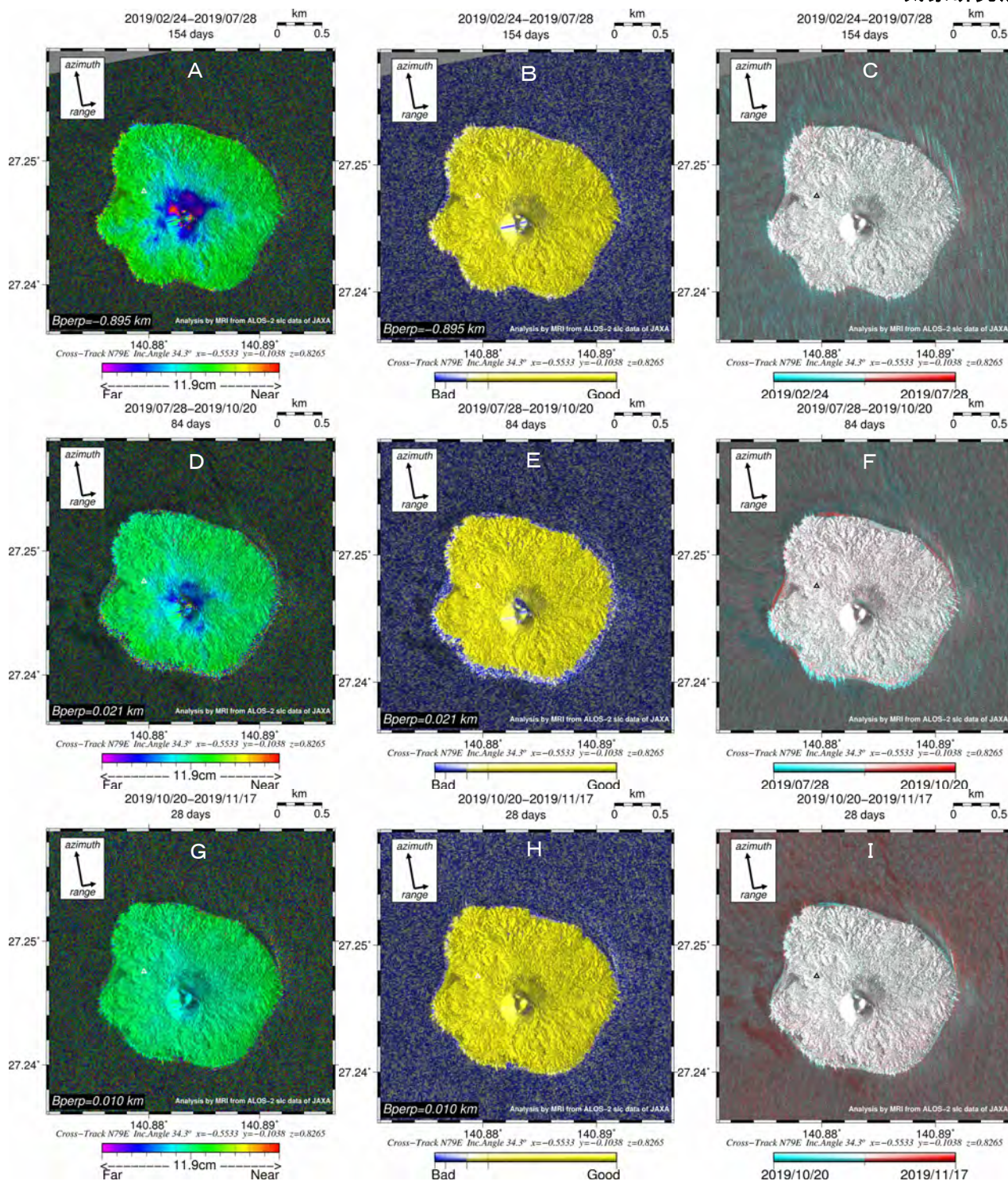
第 6 図 path14 (SPT) における強度画像解析結果 (3)

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(P) 南側の海岸部で台風の接近に伴う陸域の衰退が認められるほかは特段の変化はない。(T) 中央火砕丘とその東側の溶岩流痕による複雑な変化が認められる。

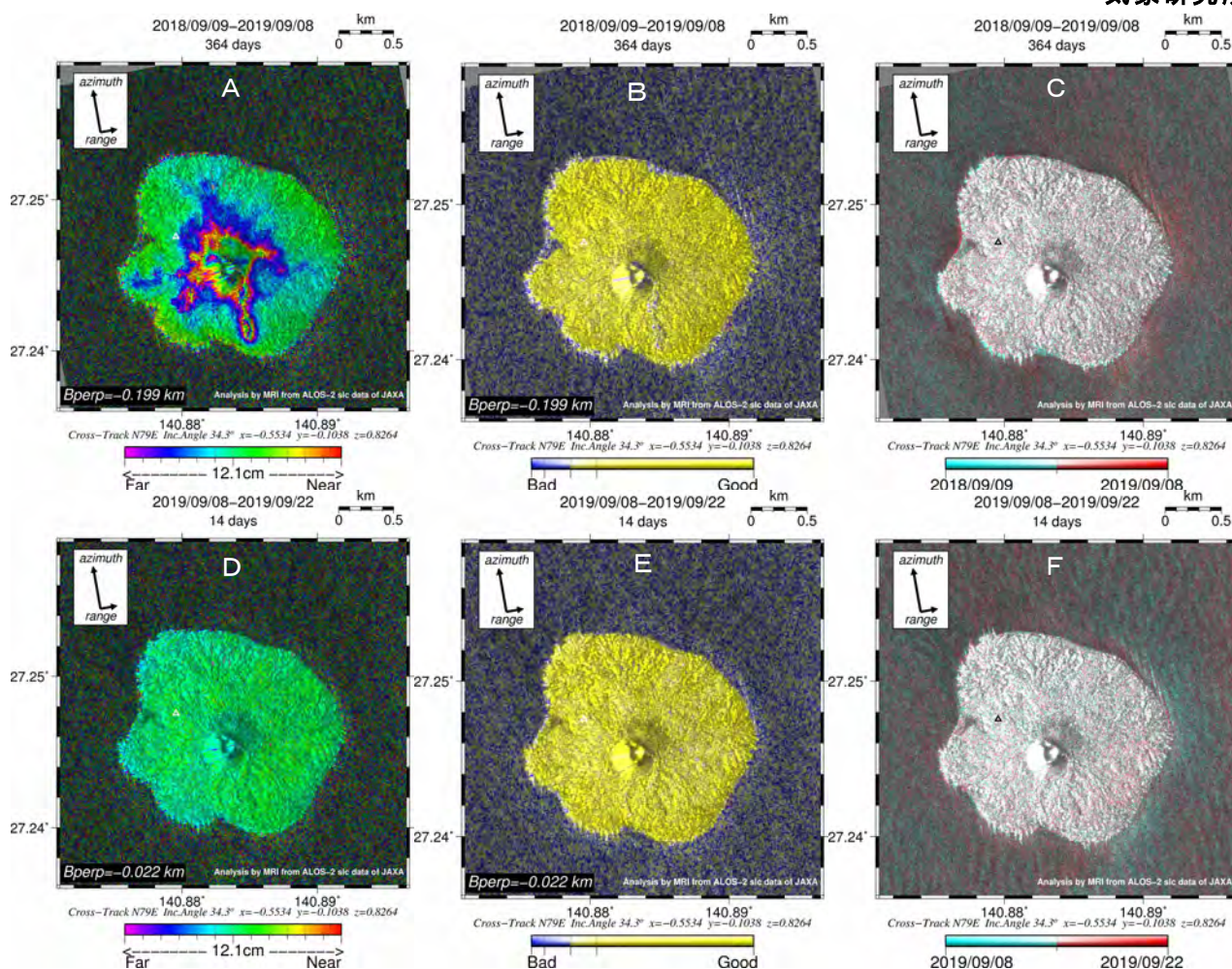


第 7 図 path125 (SM1_U2-6) による干渉解析 A, D:干渉画像, B, E:相関画像, C, F:強度画像

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 中央火砕丘付近で 2~3cm 程度の伸長の位相変化が認められる。(B) 全島の的に高相関度を示している。(C) 沿岸部で若干の変化が認められる。(D) 中央火砕丘付近で最大 6cm の伸長の位相変化が認められる。(E) 中央火砕丘と南側の沿岸部を中心に低相関度領域が顕著である (台風の影響)。(F) 南側の沿岸部を中心に陸域の縮小が認められる。



第 8 図 path125 (SM1_U2-7) による干渉解析 A, D, G: 干渉画像, B, E, H: 相関画像, C, F, I: 強度画像
 図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 中央火砕丘付近で最大 6cm 程度の伸長の位相変化が認められる。(B) 全島的に高相関度を示している。(C) 沿岸部で若干の変化が認められる。(D) 中央火砕丘付近で最大 3cm の伸長の位相変化が認められる。(E) 中央火砕丘と南側の沿岸部を中心に低相関度領域が顕著である(台風の影響)。(F) 南側の沿岸部を中心に陸域の縮小が認められる。(G) 短期間のペアのため顕著な位相変化は認められない。(H) 全島的に高相関度を示している。(I) 沿岸部で若干の変化が認められる。



第 9 図 path125 (SM2_FP6-5) による干渉解析 A, D: 干渉画像, B, E: 相関画像, C, F: 強度画像

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 中央火砕丘を中心に放射状に最大 1 サイクル程度の伸長の位相変化が認められる。(B) 沿岸部で低相関度領域が認められるが、全島的には概ね高相関度を示している。(C) 沿岸部で若干の変化が認められる。(D) 短期間のペアのため、顕著な位相変化は認められない。(E) 全島的に高相関度を示している。(F) 沿岸部で若干の変化が認められる。

西之島における 2013 年以降の噴出物の化学組成変化

概要: 西之島における 2013 年以降の噴出物の化学組成について, 本年の調査で採取した新たな試料の分析データを加えて整理した結果, 全岩化学組成がわずかではあるが系統的に変化していることがわかった。とくに SiO_2 の減少, MgO や CaO の増加傾向が認められる。これまでの噴出物の解析結果も考慮すると, 時間経過とともに, より深部に由来する苦鉄質マグマの寄与が大きくなっていることが示唆される。

分析試料:

1. 2013-2015 年噴出物 (2016 年 10 月および 2019 年 9 月*上陸調査時に西之島西岸で採取した溶岩およびスコリア, 2016 年は報告済みのデータ¹⁾)
2. 2017 年噴出物 (2019 年 9 月上陸調査時に西岸および南西岸で採取した溶岩 12 試料)
3. 2017-2018 年噴出物 (2019 年 6 月**ドローンによる調査時に 2018 年火口付近から採取したスコリア 1 試料)

* 令和元年度西之島総合学術調査 (環境省) による。

** 気象庁気象研究所観測船啓風丸での調査による。

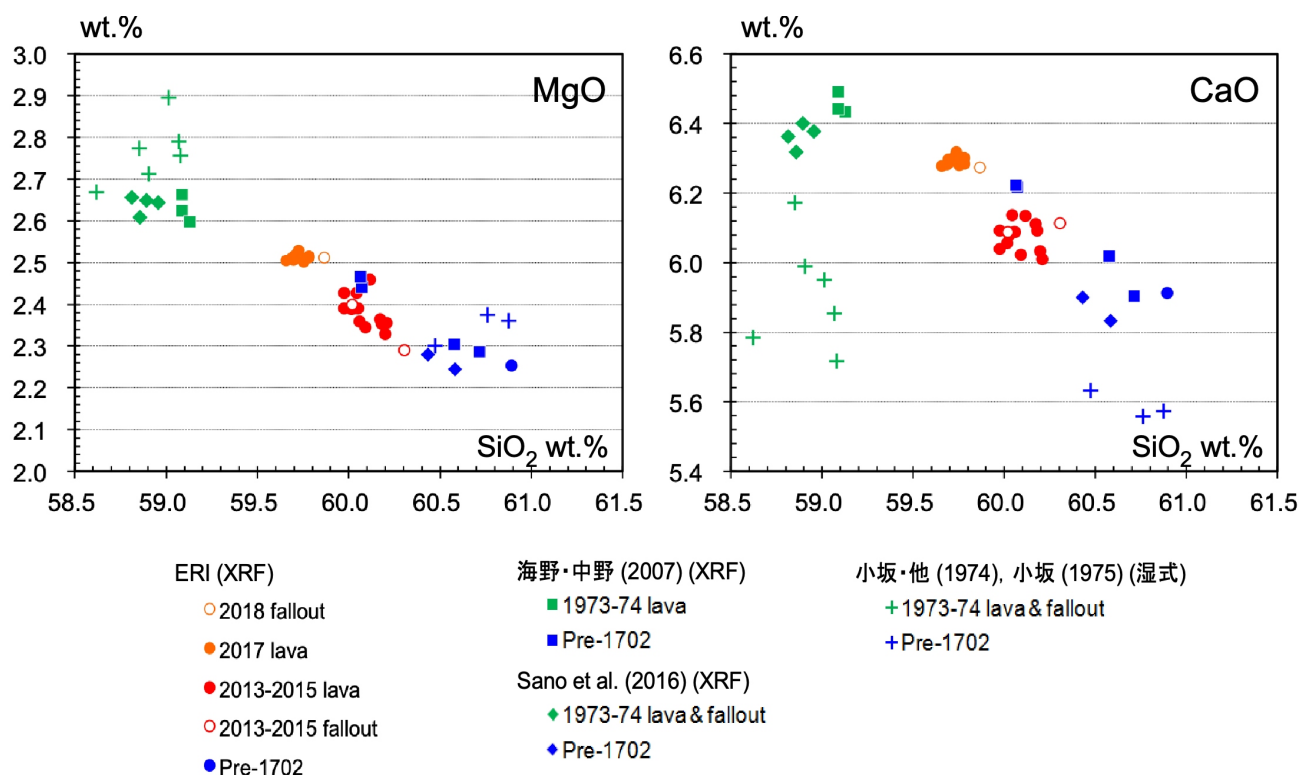
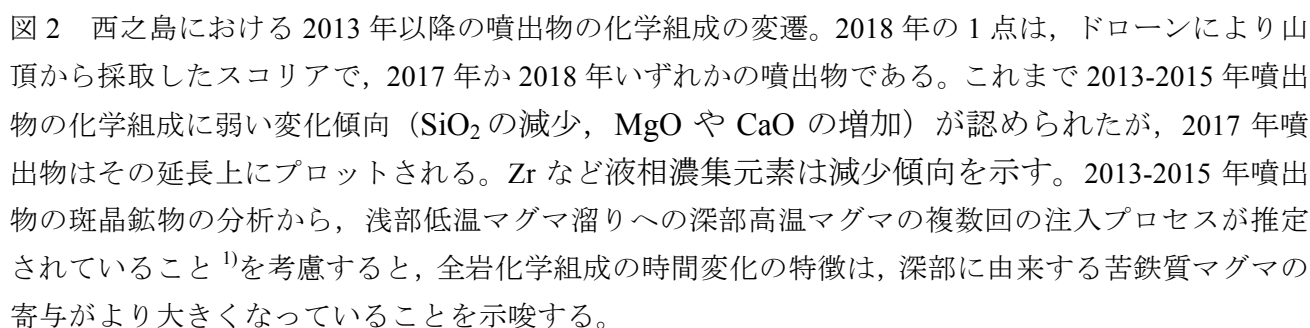


図 1 西之島噴出物の全岩化学組成とその変遷。2017-2018 噴出物は, 2013-2015 噴出物より MgO や CaO にやや富み, 化学組成で区別できる。



1) 前野・ほか (2018) 海洋理工学会誌, 24, 1, 35-44.

ひまわり8号・しきさいによる西之島2019年12月活動の観測

西之島2019年活動についてひまわり8号, GCOM-C/SGLI(しきさい)の赤外画像により噴火推移の観測を行った。以下に, 12月4日から16日までの観測結果を報告する。

12月4日ー5日未明: 西之島では2019年12月4日夜から5日未明にかけて噴火と思われる熱異常が観測された。活動は, 4日20時50分頃から徐々にレベルが上がり(a1), 21時30分頃～0時頃には高い状態(a2)となり, その後若干低下したものの比較的高い状態が5日0時～3時50分頃まで継続し(a3), 4時にバックグラウンドレベルまで低下した(A: 前駆的活動期)(図1)。この間, 爆発的噴火や溶岩流の噴出等が起きたと考えられる。

12月5日午後: 先の活動は一旦収まったかに見えたが, 5日15時前に活動が再開した。16時30分以降, 高い熱異常が一定レベルで継続する(図1)ことから, この頃には溶岩流が定常的に噴出していたと考えられる(B: 溶岩流の噴出期)。

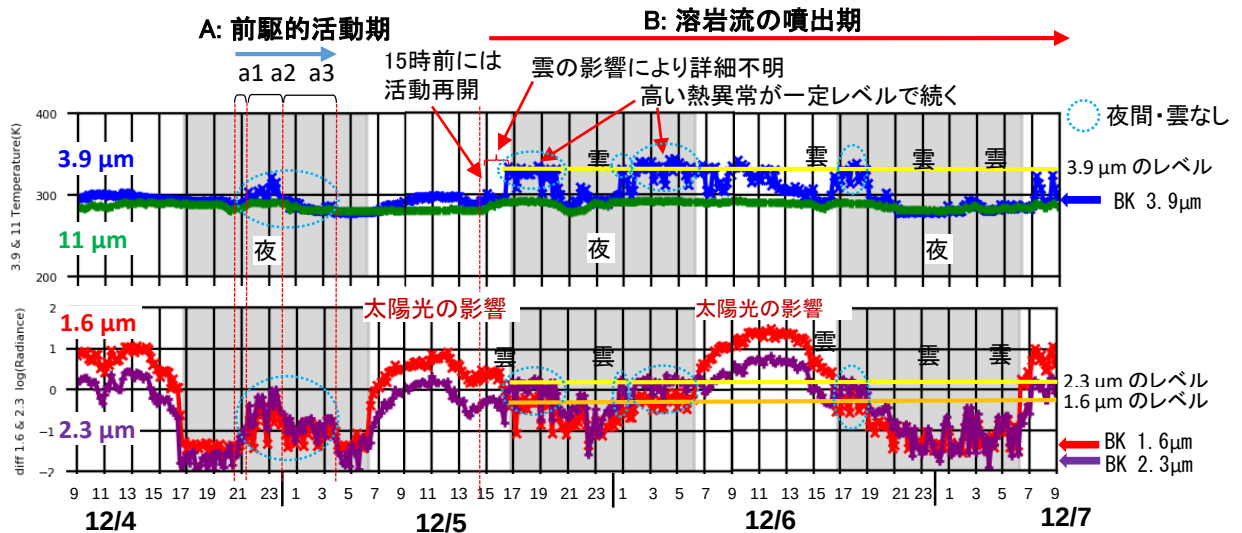


図1. ひまわり8号による熱異常の時間変化(12月4日朝-7日朝)。熱異常レベルの確認は夜間, 雲のない時期を選んだ。

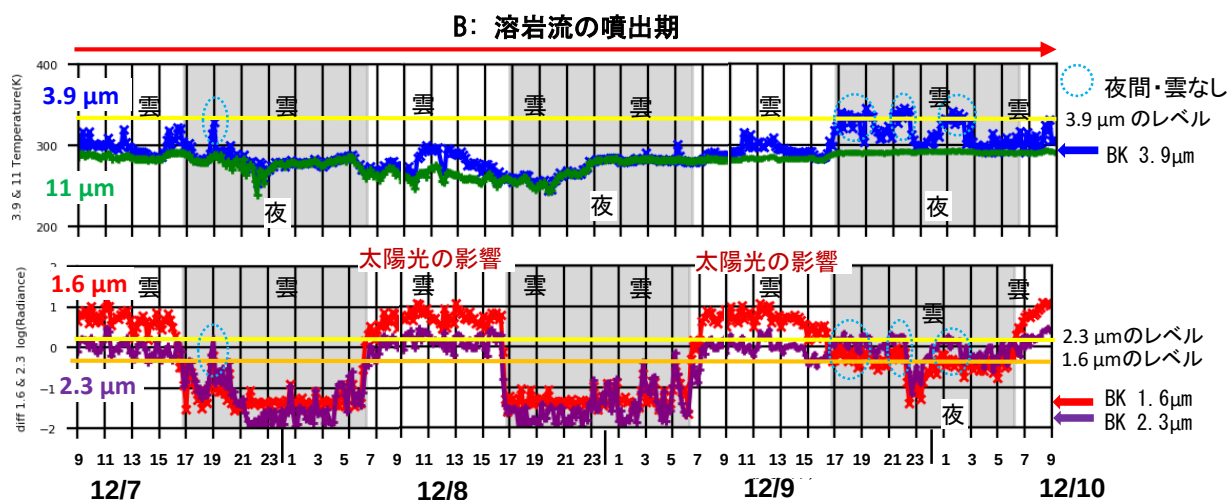


図2. ひまわり8号による熱異常の時間変化(12月7日朝-10日朝)

12月5日夕方-10日夕方: 一部、雲の被覆により確認できない部分もあるが、10日夕方まではほぼ一定レベルの熱異常が続くことから(図2), 5日夕方に始まった溶岩流の噴出は、この間ほぼ一定の噴出率で継続していたと考えられる(各バンドの黄色/オレンジの実線)。

9日の「しきさい」熱赤外画像で、島中央部にある火砕丘の東側基底部付近から噴出したと思われる溶岩流(白色部)が、東南東に向かって700~800 m程流下しているのが認められる(海に達している)(図3)。

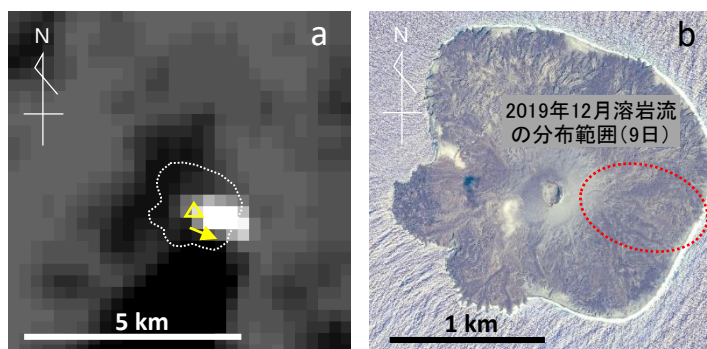


図3. a.「しきさい」12月9日21時57分の熱赤外画像(11 μm バンド). b. 2017年8月28日のプレアデス画像. 2019年12月溶岩流の分布範囲(9日)を赤点線で示す.

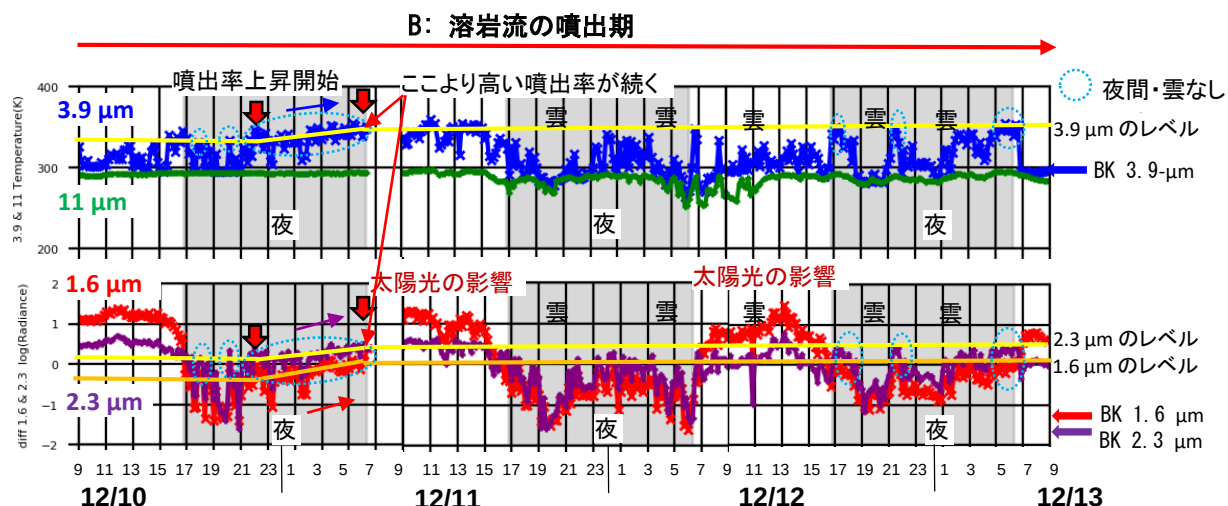


図4. ひまわり8号による熱異常の時間変化(12月10日朝-13日朝)

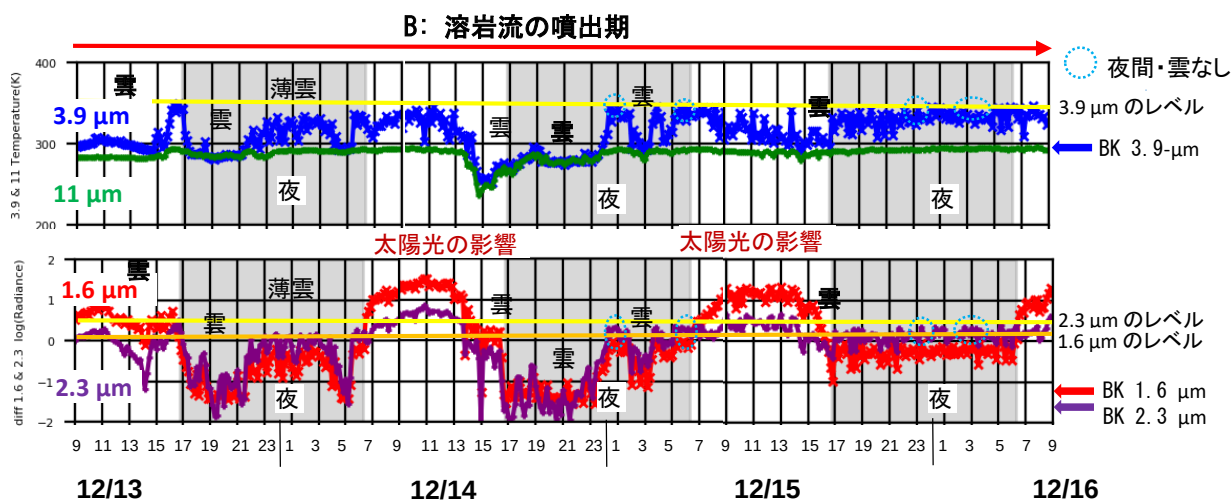


図5. ひまわり8号による熱異常の時間変化(12月13日朝-16日朝)

12月10日夜-11日未明: 12月5日から一定レベルの溶岩噴出が続いて来たが、10日22時から11日6時頃にかけて熱異常レベルが上がる(赤太矢印間)ことから、この間、噴出率が上昇したと考えられる(図4)。

12月11日-16日: 溶岩流の噴出は続いている。熱異常のレベルから、11日6時頃から続く高い噴出率は、現在(16日6時)も継続していると考えられる(図4, 5)。

噴出率の推定

ラウン2015年噴火と西之島2017年噴火のデータ (Kaneko et al., 2019a, b) から求めた “夜間 ひまわり8号1.6 μm バンド輝度値と噴出率の間の経験式 (ER-model ver.1)” を基に、噴出率の推定を行った。今回、噴火当初の噴出率は $0.29 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ (5日19時頃の輝度値: $0.67 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ を使用) であったが、11日5時以降は $0.45 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ($1.0 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$) 程度と比較的高い状態が続いている。この値は、2017年噴火の最盛期の噴出率 ($0.35 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$) を上回っている。

図6に今回と過去の西之島噴火（第2期：2017年，第1期：2013-15年）の噴出率の比較を示す。

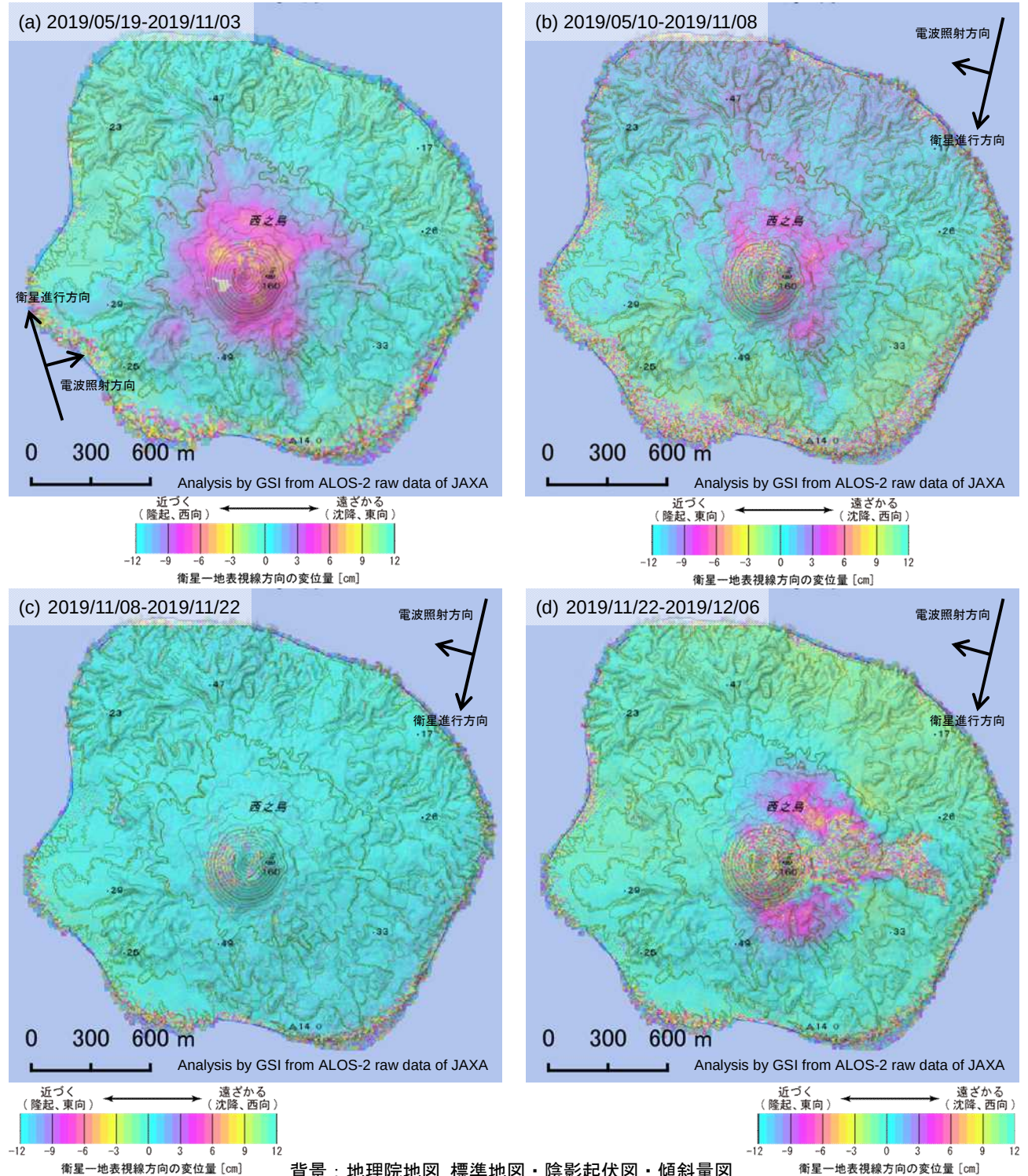
噴火	噴出率 $\times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$
2019 年噴火	
12月5日	0.29
12月11-16日	0.45
第2期:2017年噴火	
最盛期(4月下旬)	0.35
平均	0.15
第1期:2013-15年噴火	
最盛期(2014年9月)	0.53
平均(最初の15ヶ月)	0.20

図6. 西之島 2019年噴火, 2017年噴火, 2013-15年噴火の噴出率の比較.

データは2017年噴火: Kaneko et al. (2019), 2013-15年噴火: Maeno et al. (2016)を使用.

西之島の SAR 干渉解析結果について

判読) (a)(b)では、火砕丘周辺で収縮とみられる衛星から遠ざかる変動が見られます。
 (d)では、火砕丘の東側に火山噴出物の影響とみられる非干渉地域が見られます。また、
 火砕丘の北東側及び南東側で収縮とみられる衛星から遠ざかる変動が見られます。



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。

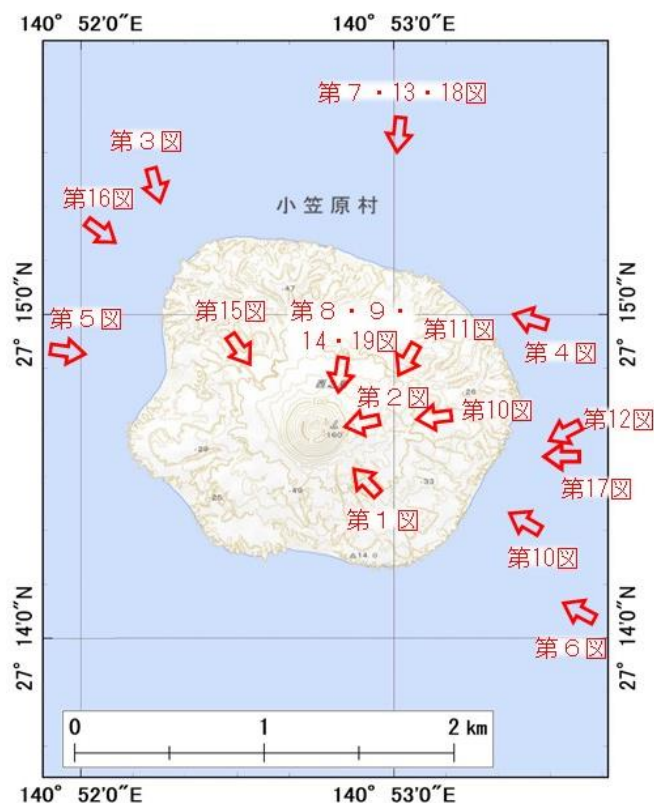
西之島

	(a)	(b)	(b)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2019/05/19 2019/11/03 23:35 頃 (168 日間)	2019/05/10 2019/11/08 11:18 頃 (182 日間)	2019/11/08 2019/11/22 11:18 頃 (14 日間)	2019/11/22 2019/12/06 11:18 頃 (14 日間)
衛星進行方向	北行	南行	南行	南行
電波照射方向	右	右	右	右
観測モード*	U-U	S-S	S-S	S-S
入射角	34.3°	58.7°	58.7°	58.7°
偏波	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	+ 50 m	- 242 m	+ 20 m	+ 26 m

* S: スポットライト (3×1m) モード

* U: 高分解能(3m)モード

西之島



地形図は国土地理院の電子地形図（タイル）を使用した

矢印は画像の撮影場所を示す

○ 最近の活動について

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2019/ 7 /12	第 三 管 区 海上保安本部	火砕丘中央火口の火口縁東から微小な白色噴気が放出されていた（第1図）。 天候不良のため、変色水域の状況は確認できなかった。

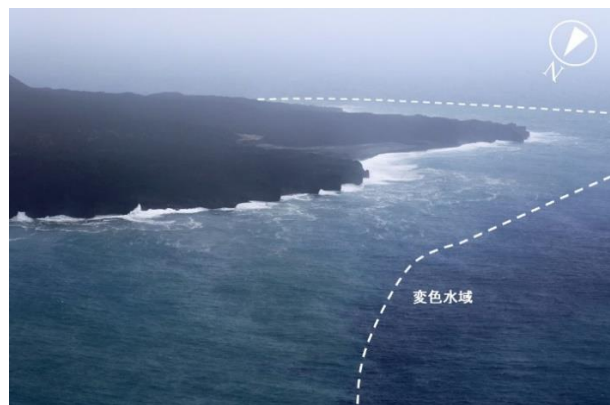


第 1 図 西之島 白色噴気
2019 年 7 月 12 日 13:55 撮影

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2019/8/14	第三管区 海上保安本部	火砕丘中央火口の火口縁東から微小な白色噴気が放出されていた（第2図）。 西之島全周に幅約 500m の緑～黄緑色の変色水域が分布していた（第3図）。 北西岸から長さ約 1.8 k m の緑色の変色水域が伸びていた。



第2図 西之島 白色噴気
2019年8月14日 15:15 撮影



第3図 西之島 変色水域
2019年8月14日 14:57 撮影

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2019/10/15	第三管区 海上保安本部	西之島北岸に幅約 100m の薄い黄緑色の変色水域が分布していた（第4図）。 山頂周辺の低い位置に雲が存在したため火口内の観測はできなかったが、火口縁東側から白色噴気が放出されていた。



第4図 西之島 北岸の変色水域
2019年10月15日 13:43 撮影

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2019/11/19	海 上 保 安 庁	北岸に黄白色の変色水域が幅約 100m、長さ約 700m で分布していた（第 5 図）。 北東岸から南東岸にかけて黄白色の変色水域が幅約 100～200m、長さ約 1000m で分布していた（第 6 図）。 火砕丘からの噴煙、噴気は認められなかった。 西之島の南約 9.3 kmにある西之島南海丘付近に変色水は認められなかった。

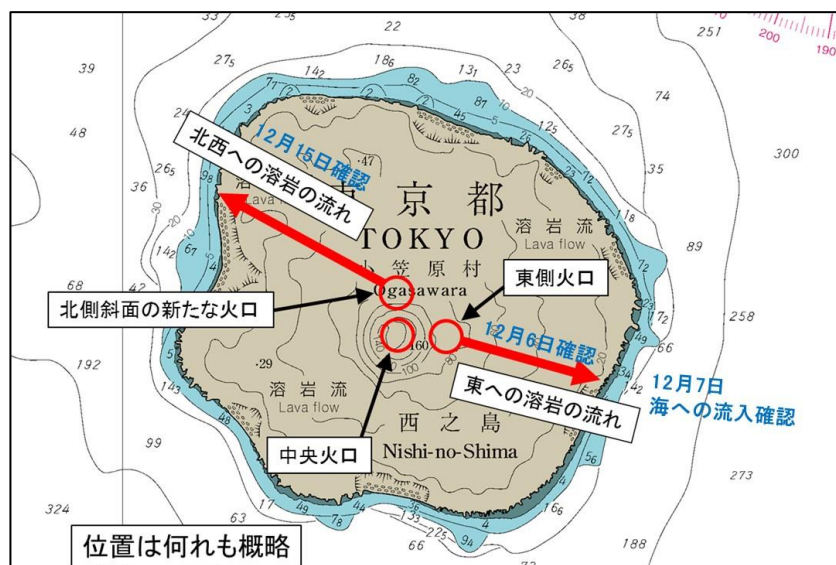


第 5 図 西之島 北岸の変色水域
2019 年 11 月 19 日 15 : 10 撮影



第 6 図 西之島 東岸の変色水域
2019 年 11 月 19 日 15 : 01 撮影

12 月以降の噴火活動



西之島 概略図 海図 W1356 を使用

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2019/12/6	海上保安庁	火砕丘の中央火口内の赤熱した箇所から、約 200m 上空に数分間隔で断続的に、薄い灰色の噴煙と噴石の噴き上げを確認した（第 8 図）。また、火砕丘の東側麓の赤熱した火口からも断続的に噴煙と噴石の噴き上げを確認した（第 9 図）。 火砕丘の東側麓の火口から、白煙を伴う溶岩が東岸に向かって流下しており、海岸線まで約 200m の地点に到達していた（第 7 図、第 10 図）。



第 7 図 西之島 全景
2019 年 12 月 6 日 12:46 撮影



第 8 図 西之島 噴出物
2019 年 12 月 6 日 12:46 撮影



第 9 図 西之島 火口（熱画像）
2019 年 12 月 6 日 12:37 撮影



第 10 図 西之島 新たな火口と溶岩流
2019 年 12 月 6 日 13:23 撮影

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2019/12/ 7	第 三 管 区 海上保安本部	火砕丘の中央火口内の赤熱した箇所から、数分間隔で断続的に、約 200m 上空に薄い灰色の噴煙と噴石が噴き上がっていることを確認した（第 11 図）。火砕丘の東側麓の赤熱した火口からも断続的に噴煙と噴石が噴き上がっていることを確認した。 火砕丘の東側麓の火口から、白煙を伴う溶岩が東岸に向かって流下し、海へ流入していることを確認した（第 12 図）。



第 11 図 西之島 火口周辺
2019 年 12 月 7 日 13:11 撮影



第 12 図 西之島 海に流入する溶岩流
2019 年 12 月 7 日 13:10 撮影

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2019/12/15	海 上 保 安 庁	火砕丘中央火口から爆発的噴火が毎秒～数秒に 1 回の間隔で続いており、灰色の噴煙が上空 300m まで上がっていた（第 13 図）。火口から噴出している赤熱した溶岩片は車大のものもあり、その一部は火砕丘の麓より遠くまで飛散していた（第 14 図）。 新たな火口が北側斜面に開口して溶岩を北に流し、麓付近で方向を北西に変えて、旧島の北側を通り海に流入していた（第 15 図、第 16 図、第 18 図、第 19 図）。また、東側の溶岩流は依然として海に流入を続けていた（第 17 図）。



第 13 図 西之島 全景
2019 年 12 月 15 日 12:48 撮影



第 14 図 西之島 飛散する噴出物
2019 年 12 月 15 日 12:23 撮影



第 15 図 西之島 北西の溶岩流
2019 年 12 月 15 日 12:20 撮影



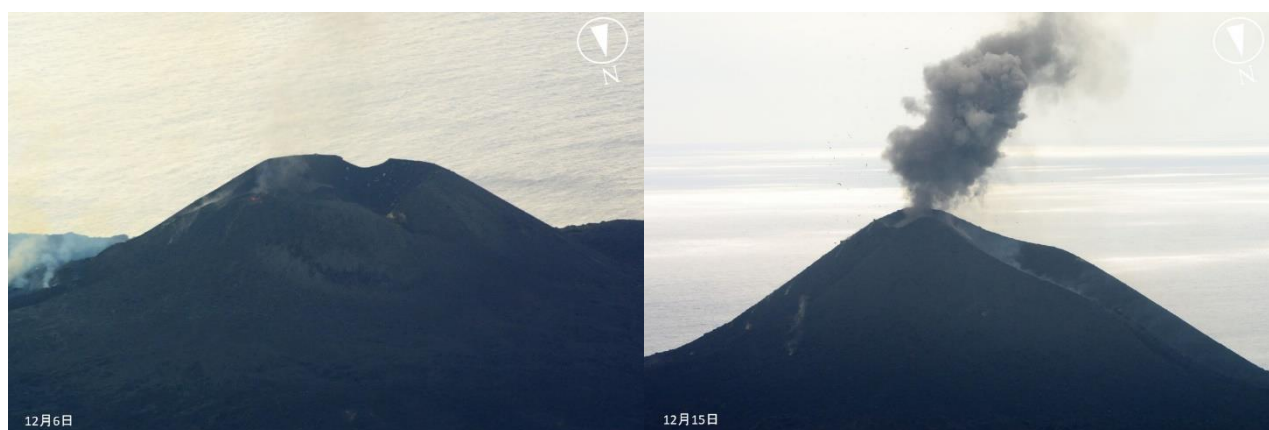
第 16 図 西之島 北西の溶岩流 2
2019 年 12 月 15 日 12:20 撮影



第 17 図 西之島
東側の溶岩流（熱画像）海岸部
2019 年 12 月 15 日 12:46 撮影



第 18 図 西之島 6 日・15 日全体比較
上 6 日、下 15 日撮影
東西の溶岩流入部で海岸線が前進している



第 19 図 西之島 6 日・15 日火口比較
左 6 日、右 15 日撮影
火口縁が大きく削れている

衛星「しきさい」(GCOM-C) および 衛星「だいち 2 号」(ALOS-2) 搭載小型赤外カメラ (CIRC) による西之島観測結果

要旨：

2019 年 12 月 5 日以降、西之島では活発な噴火活動が継続していると見られる。JAXA (宇宙航空研究開発機構) は、GCOM-C および ALOS-2 搭載 CIRC により西之島の噴火活動の推移を観測した。この解析により、12 月 17 日には西之島の短波長赤外線(1.6μm)の最高輝度(赤外線の明るさ)が最大となるなど、噴火活動が引き続き活発であることが示唆された。

また、北斜面の高温部が継続的に観測され、北斜面の溶岩流などを反映していた。

GCOM-C は、火山灰観測に適した近紫外線から地表面温度を反映する熱赤外線まで 19 バンドで観測する分光放射計であり、250m 分解能で平均約 2 日に 1 回(中緯度)観測する。これは同程度の観測頻度の衛星の中で、最も高い地上分解能である。また CIRC は、熱赤外線を観測するカメラで、約 210m の地上分解能で観測できる。

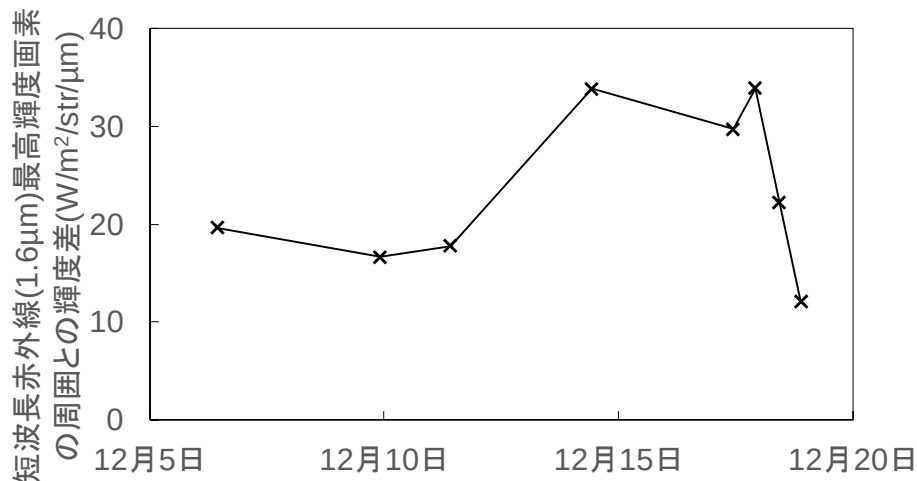


図 1：西之島の GCOM-C 短波長赤外線(1.6μm)での周囲との輝度（赤外線の明るさ）の差の推移

判読結果(12月20日時点)：

12 月 5 日の噴火以降、西之島では高温部が観測されてきた。西之島における、短波長赤外線の最高輝度の推移を図 1 に示す。12 月 14 日には、短波長赤外線(1.6μm)の輝度（赤外線の明るさ）が大幅に増加し、12 月 17 日まで高い輝度(温度)が維持された。12 月 18 日には輝度が減少したが、引き続き高温である。

また、12 月 14 日の GCOM-C 画像の最高輝度の位置が北側斜面であり、雲列のない位置

西之島

のため、太陽光の反射ではなく溶岩流などの高温の物質による放射と考えられる。なお、同画素の輝度温度（赤外線のみるさに対応した温度）は 420°C であったが、例えば画素内に 20m 四方の 900°C の領域があった場合にも同様の明るさとなる。そのため、同画素の範囲には非常に高温な領域が含まれる可能性がある。

また、12 月 9 日の ALOS-2 搭載 CIRC や 12 月 11 日の GCOM-C でも北側斜面での高温部があるため、北側斜面の溶岩流は 9 日から 11 日ごろに始まったことが示唆される。

判読結果(12 月 15 日時点) :

12 月 5 日の噴火以降、西之島では高温部が観測されてきた。しかし、12 月 14 日には、短波長赤外線($1.6\mu\text{m}$)の輝度（赤外線のみるさ）が大幅に増加した。最高輝度の推移を図 1 に示す。また、12 月 14 日の最高輝度の位置が東側斜面ではなく北側斜面であったことに注意が必要である。この画素は雲列とは位置が異なり、太陽光の反射ではなく高温による放射と考えられる。なお、同画素の輝度温度（赤外線のみるさに対応した温度）は 420°C であったが、例えば画素内に 20m 四方の 900°C の領域があった場合にも同様の明るさとなる。そのため、同画素の範囲には非常に高温な領域が含まれる可能性がある。

また、図 8 から図 2 にかけて、継続して北斜面にも高温部が認められており、12 月 9 日ごろ以降に北斜面での火山活動が発生していた可能性が示唆される。

判読結果(12 月 6 日時点) :

衛星「しきさい」(GCOM-C)は 5 日 22 時頃に続き、6 日 10 時頃に西之島を観測した。晴天で (図 10(a))、熱赤外線で高温の領域を観測した (図 10(b))。短波長赤外線でも山頂から東側の斜面に高温部を認めた (図 10(c))。今のところ、それ以外の斜面に高温部は見当たらないことが分かる。

図 10(b)の熱赤外線は、西之島島内の輝度温度の最高と最低に約 55°C の差があった。これに対し、図 10(c)の短波長赤外線は、高温部 $19.6\text{W/str/m}^2/\mu\text{m}$ 、周辺部 $0.7\text{W/str/m}^2/\mu\text{m}$ であり、輝度の差は $18.9\text{W/str/m}^2/\mu\text{m}$ であり、相当する温度は約 390°C であった。そのため、東側斜面に非常に高温の火砕物または溶岩の存在が示唆される。

観測データ :

なお、図 6 以降の衛星画像については、等高線および海岸線に国土地理院の技術資料 C1-No.489 を用いた。

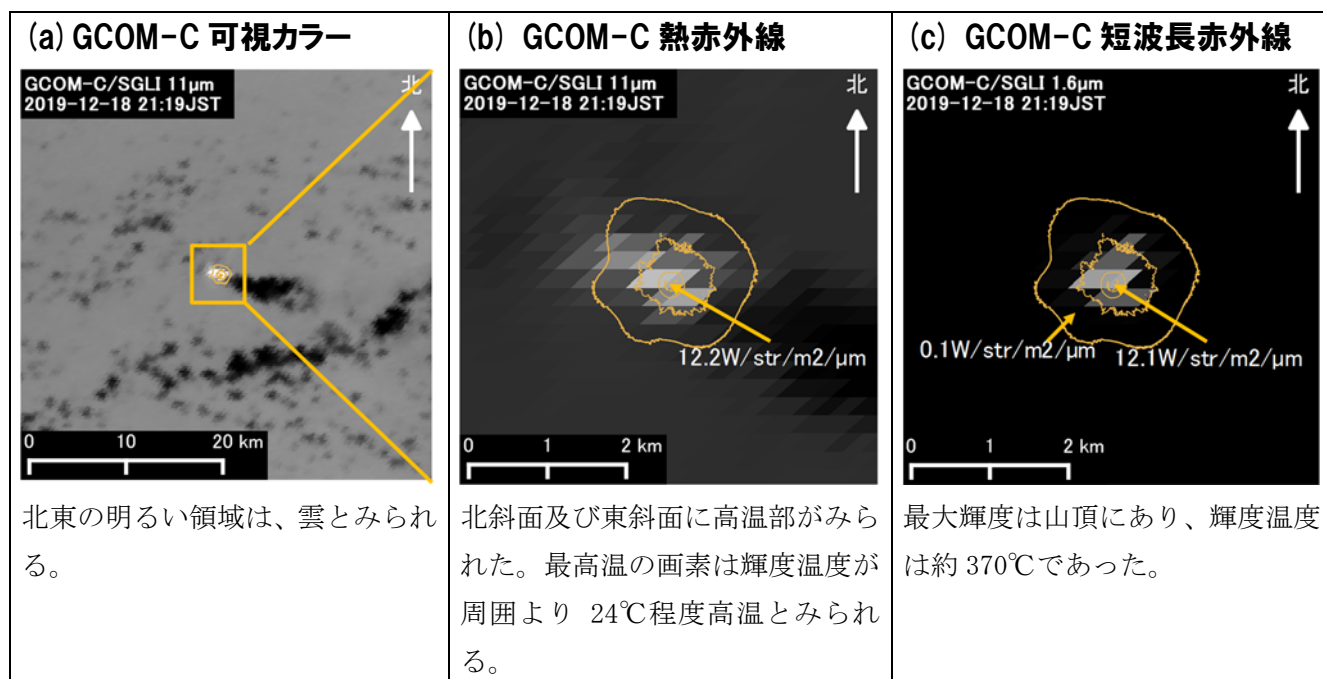


図 2：衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (2019 年 12 月 18 日 21:19JST 頃観測)

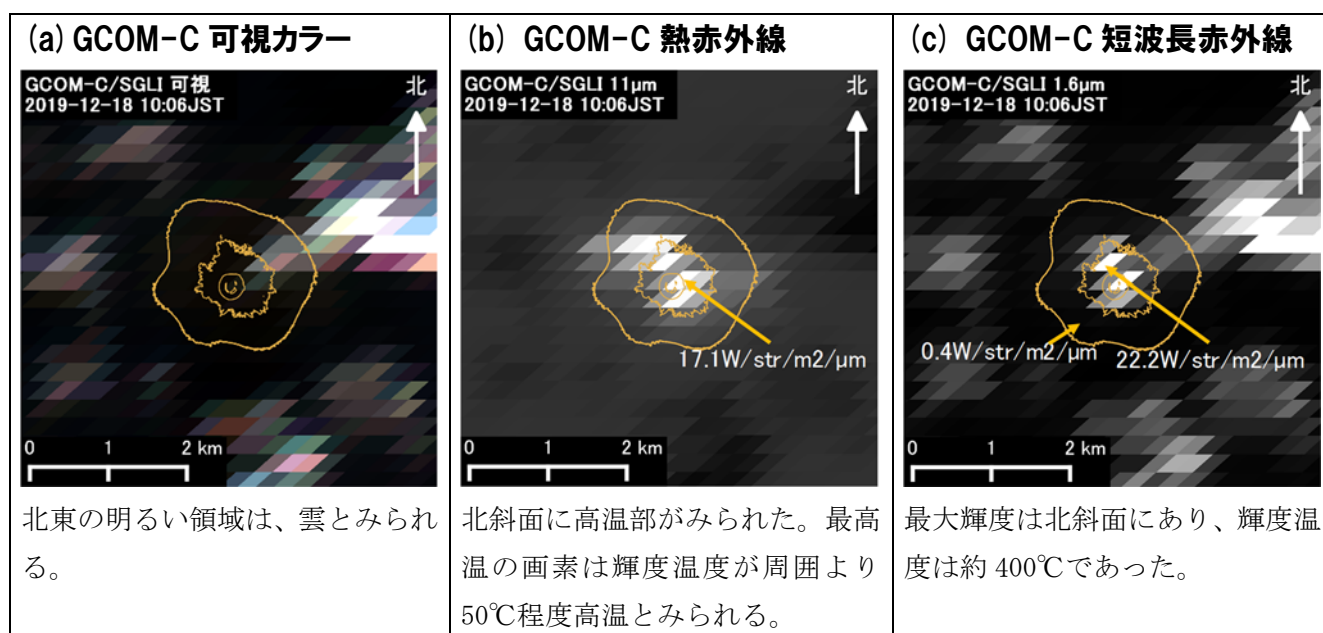


図 3：衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (2019 年 12 月 18 日 10:06JST 頃観測)

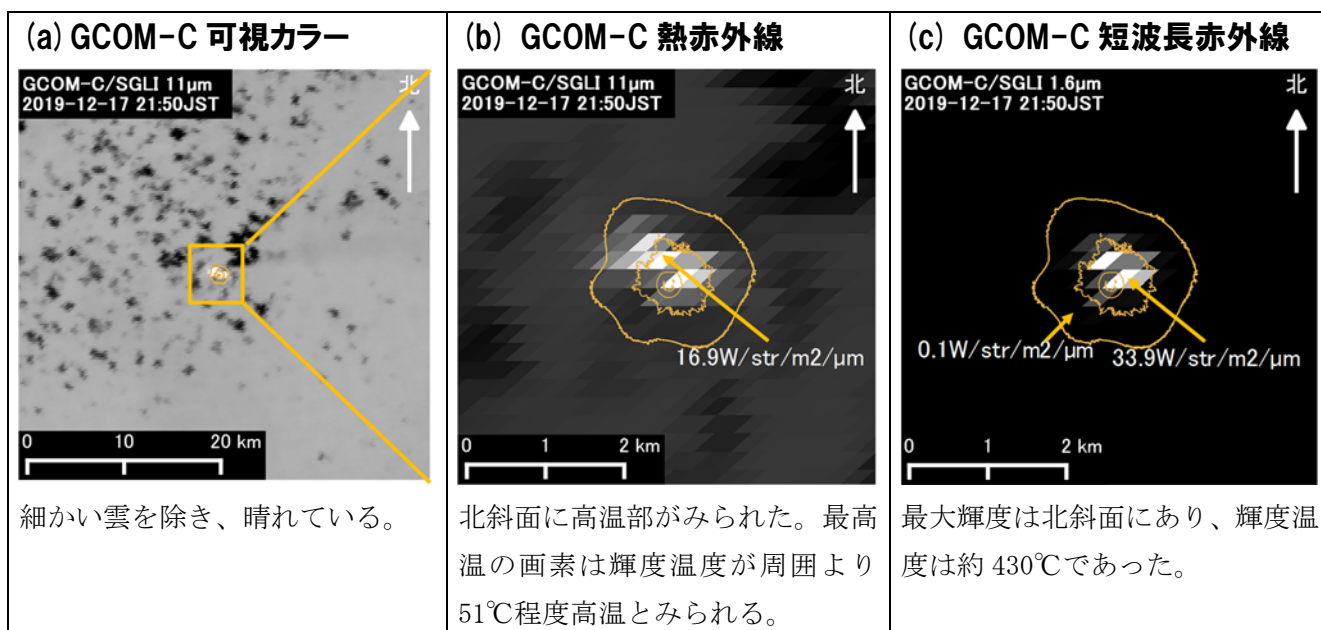


図 4：衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (2019 年 12 月 17 日 21:50JST 頃観測)

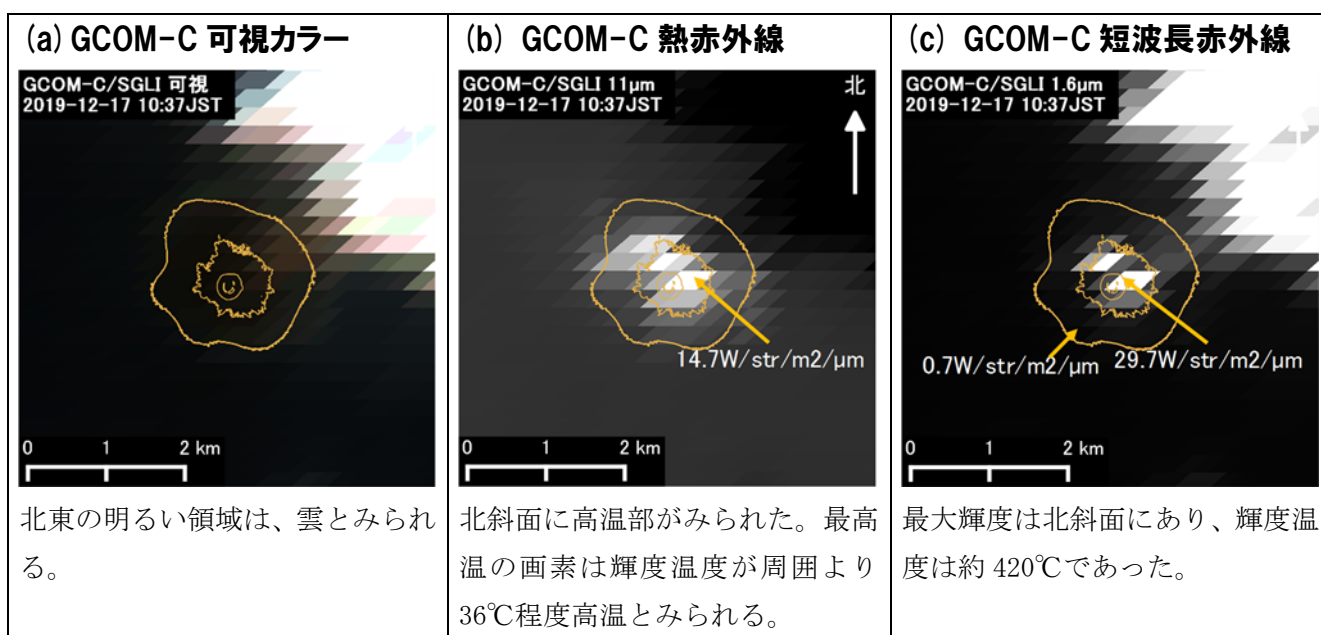


図 5：衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (2019 年 12 月 17 日 10:37JST 頃観測)

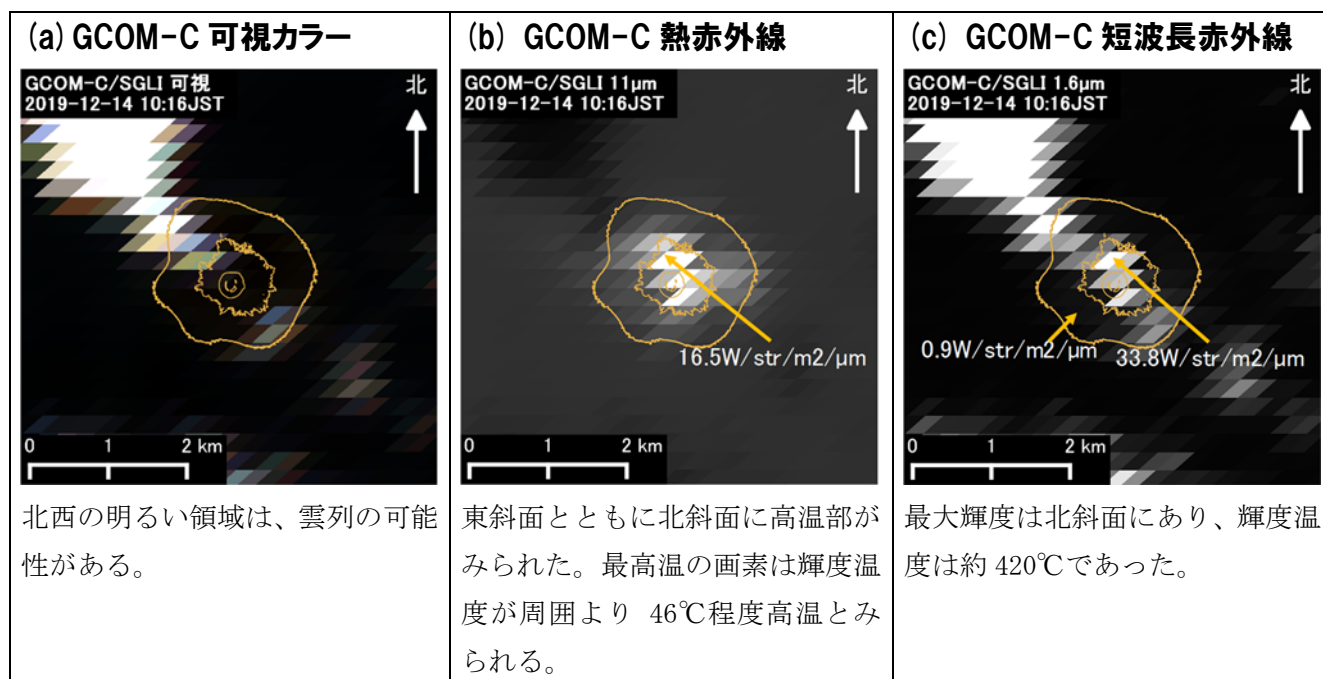


図 6：衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (2019 年 12 月 14 日 10:16JST 頃観測)

図 6(a) 北西の白い領域は、父島の風向は東北東であることから、噴煙もしくは雲列と考えられる。また、赤外線画像(b)および(c)の高温部およびその周辺では反射率が低いいため、噴煙ではなく、雲列の可能性があると考えられる。

また、赤外線画像(b)および(c)の最高温の画素の反射率は低く、太陽光反射ではなく、高温の物質からの赤外線放射であることが分かる。

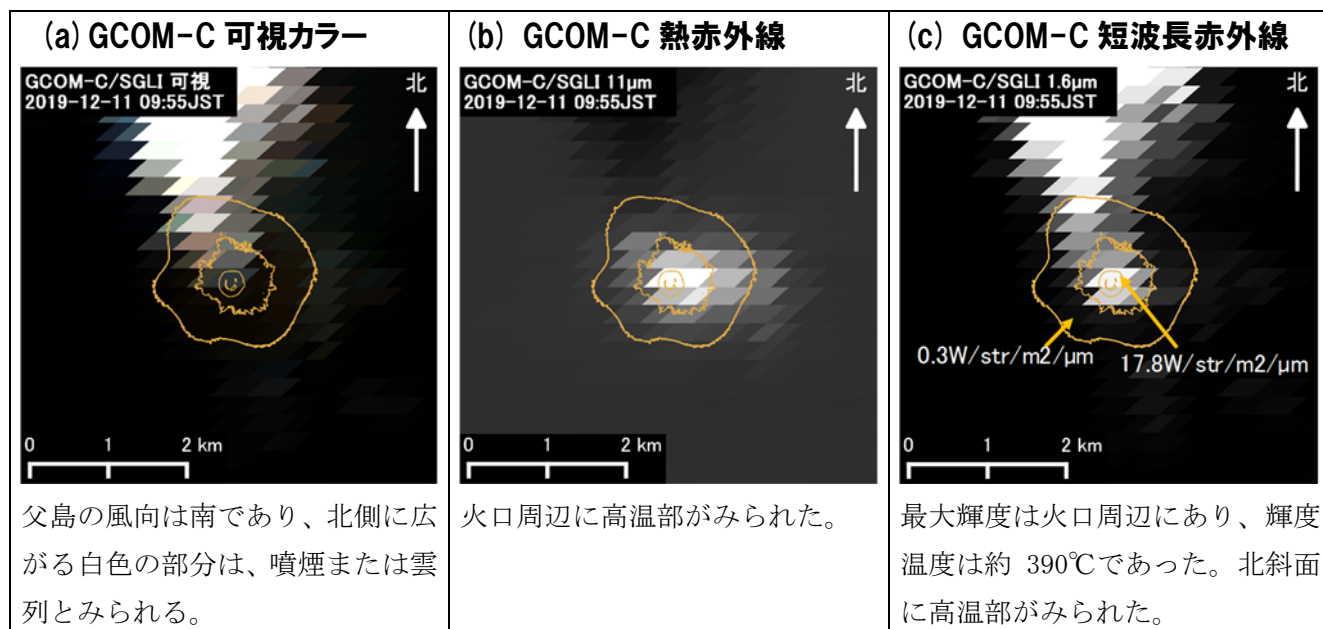


図 7：衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (2019 年 12 月 11 日 09:55JST 頃観測)

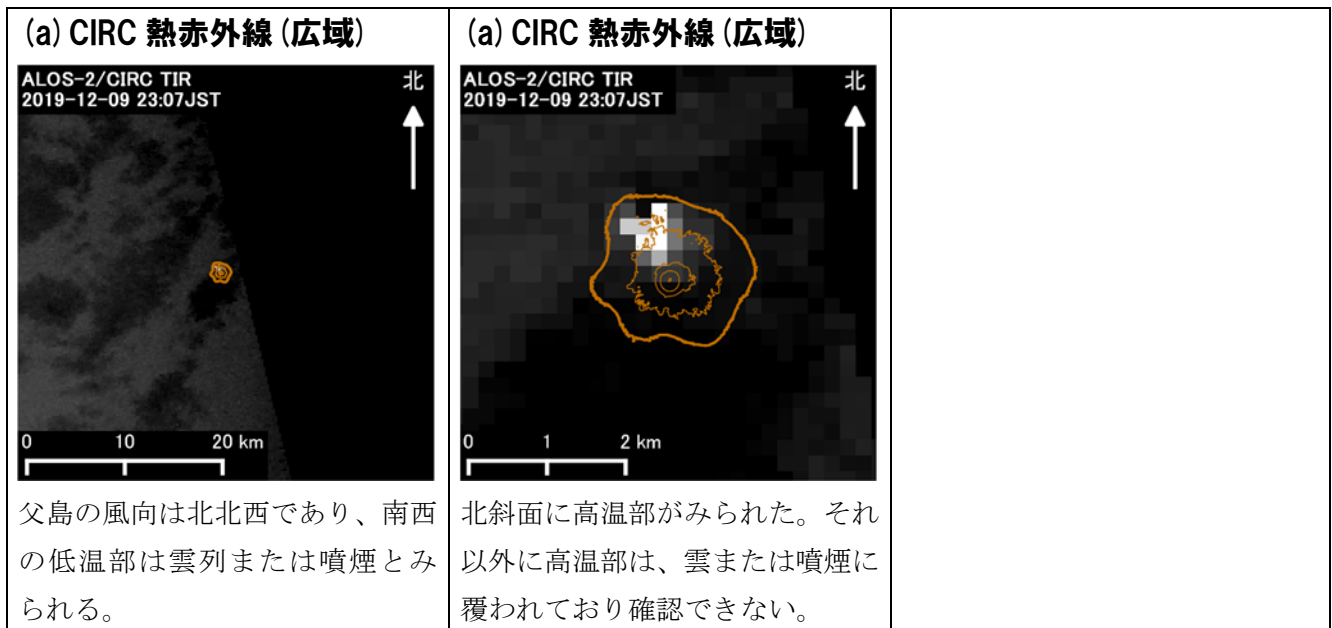


図 8:ALOS-2 搭載小型赤外カメラ(CIRC)による西之島観測結果(2019 年 12 月 9 日 23:07JST 頃観測)

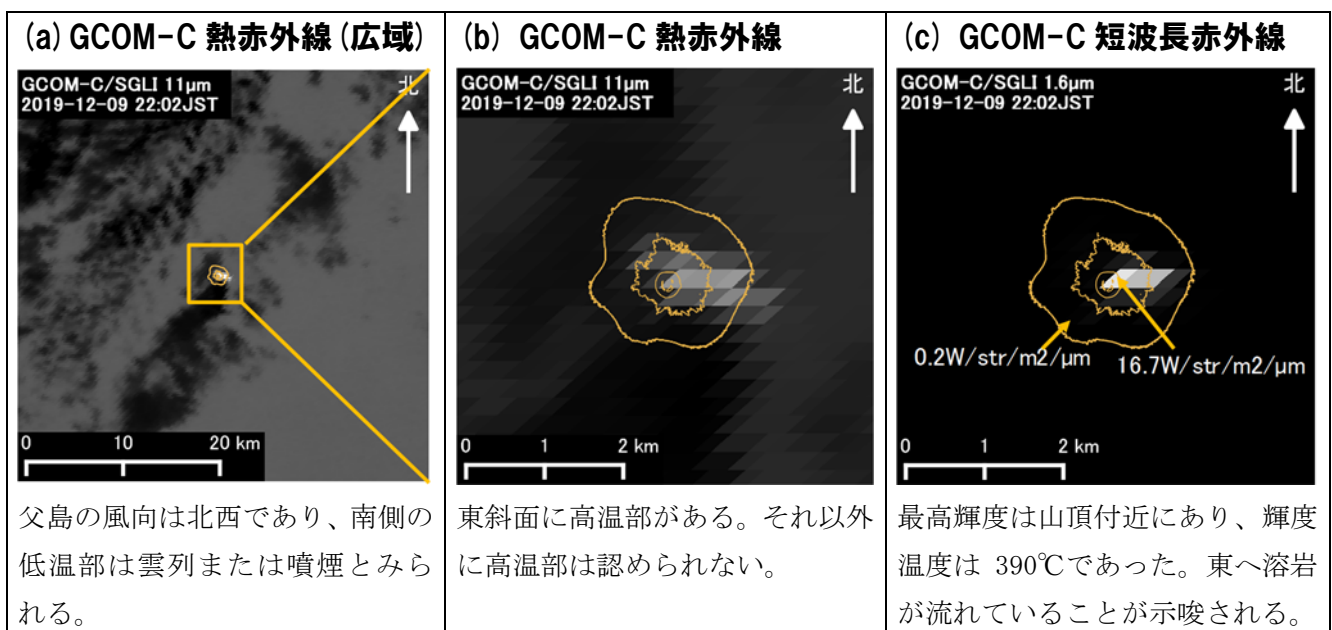


図 9 : 衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (2019 年 12 月 9 日 22:02JST 頃観測)

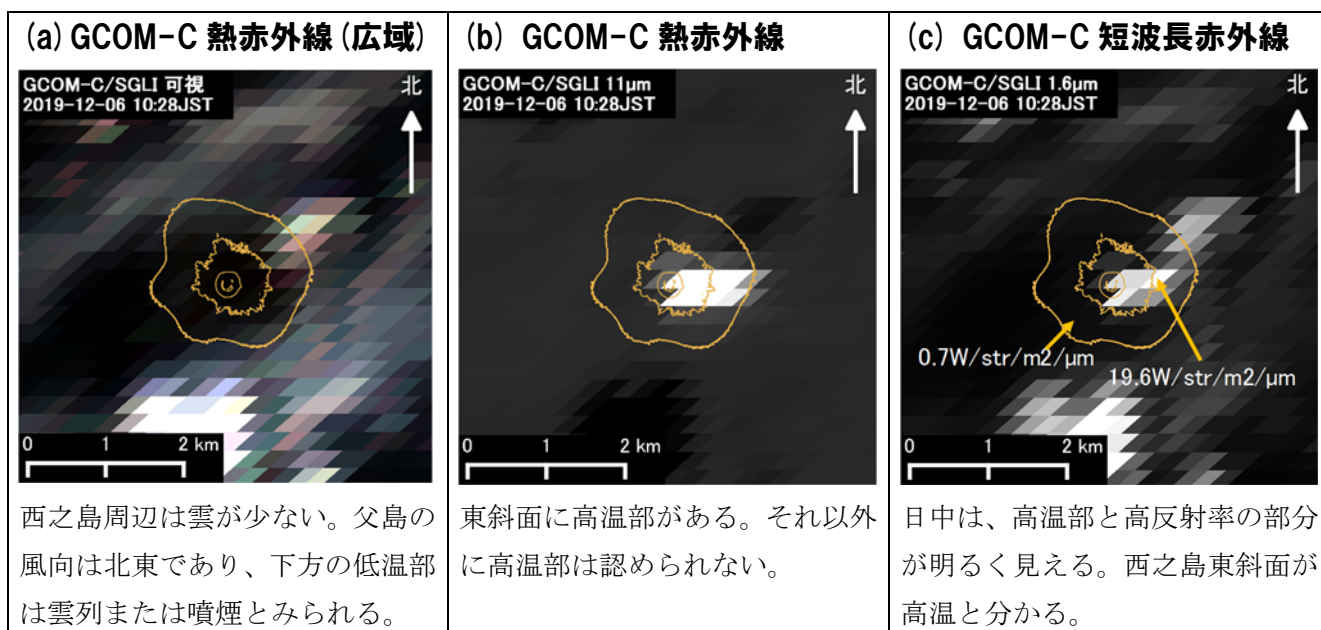


図 10：衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (2019 年 12 月 6 日 10:28JST 頃観測)

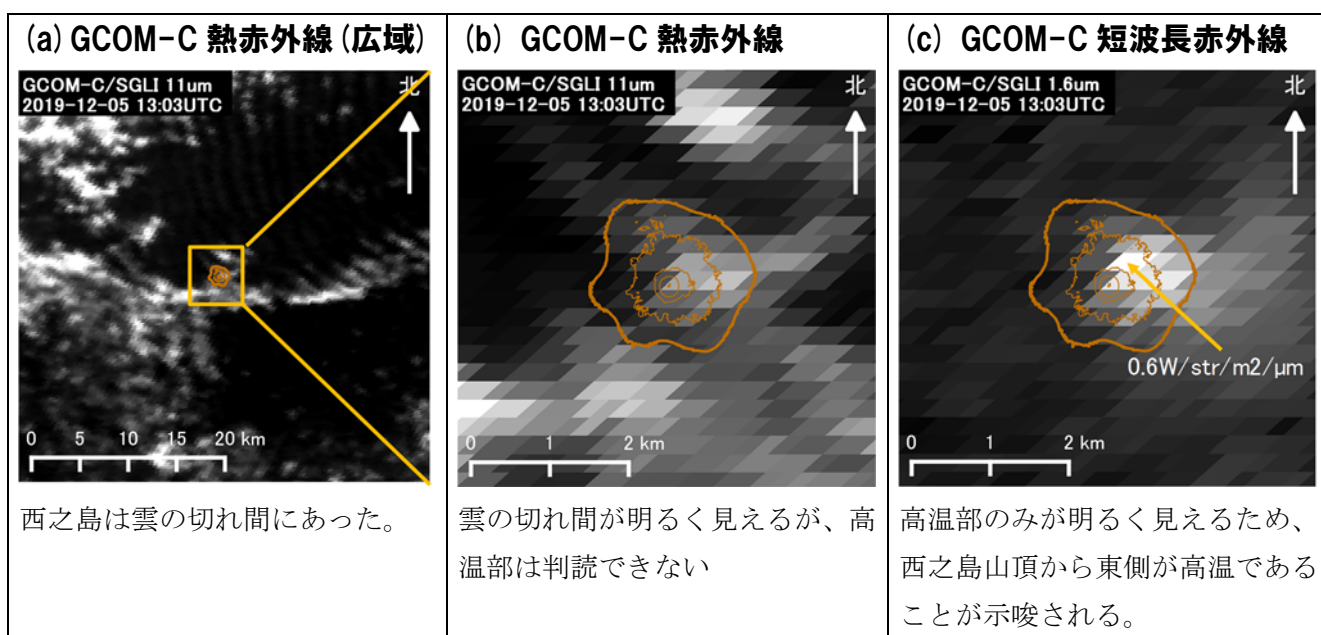


図 11：衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (2019 年 12 月 5 日 22:03JST 頃観測)

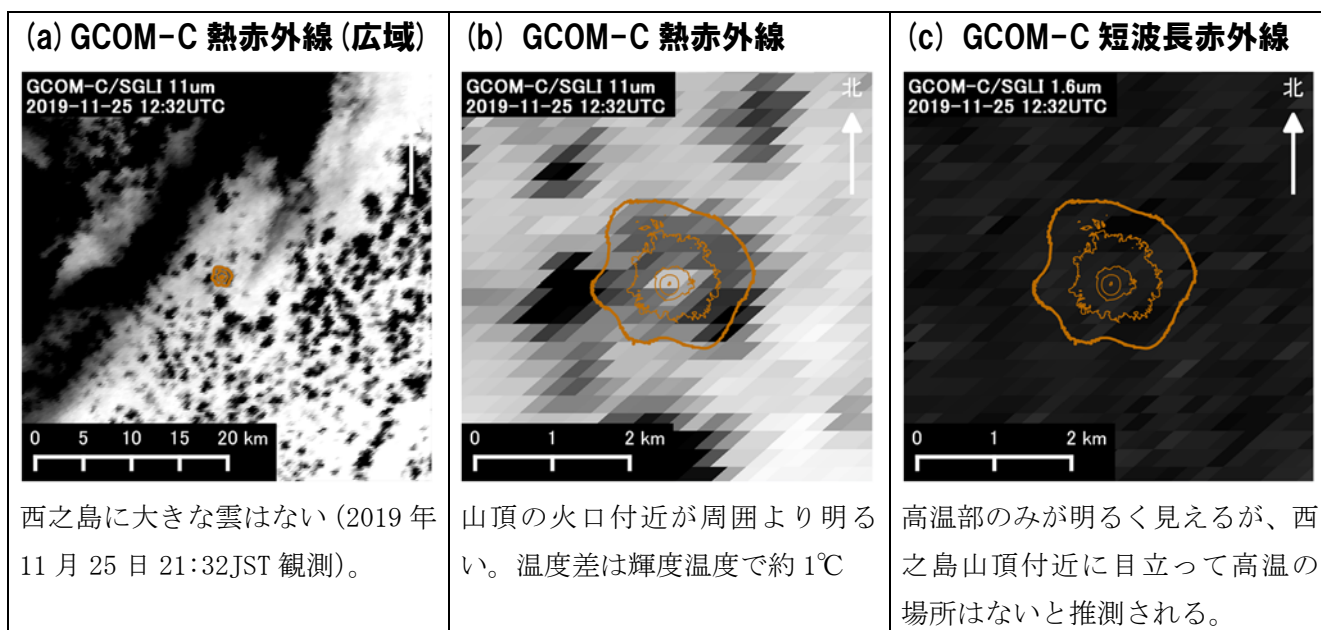


図 12 : 衛星「しきさい」(GCOM-C) による西之島観測結果 (噴火前 2019 年 11 月 25 日 21:32JST 頃観測)

【補足資料】

衛星「しきさい」(GCOM-C) について：

気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)は、地球規模での気候変動の観測を目的とした人工衛星であり、2017 年 12 月に打ち上げられました。近紫外線から熱赤外線を 15 種の波長(19 チャンネル)で測定できます。

この観測データをもとに、雲、エアロゾル、地表や海面の温度なお、多数のプロダクトを無償で公開しています。

また、熱赤外線を含む多くの波長を 250m 分解能で平均 2 日に 1 回(中緯度)観測することが特徴の一つです。そのため、溶岩流の発生や範囲の変化を把握することができます。そこで、火山などの災害への利用を研究中です。

衛星「しきさい」の詳細は http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom_c/ をご参照ください。

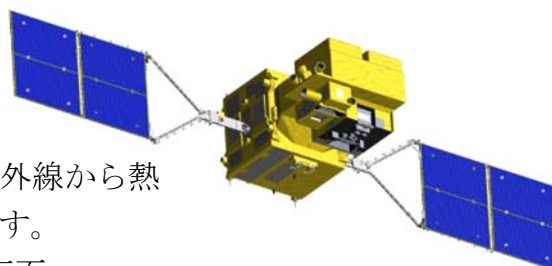


図 13：衛星「しきさい」(GCOM-C)

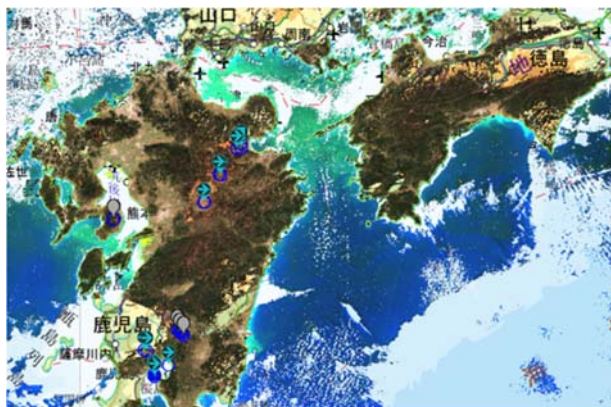


図 14：可視の観測例(海水の色を識別できる)

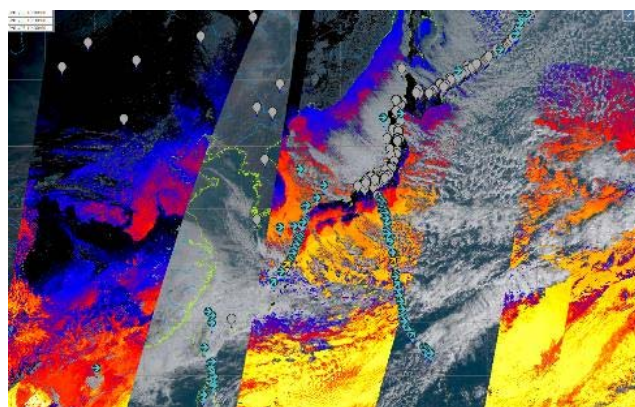


図 15：地表および海水面温度の観測例(背景はひまわり可視画像)

CIRC について：

CIRCは森林火災や火山などの観測を目的とした熱赤外線センサです(図 16)。CIRC の特徴は民生品を利用した非冷却赤外検出器、アサーマル光学系、及びシャッタレス方式の採用です。非冷却赤外検出器は入射する赤外線を吸収して温度変化へ変換し、それを検出する事で、赤外線の輝度(明るさ)を測定します(図 17)。その結果、小型・軽量・低消費電力・低コストを実現できました(表 1)。これらの利点を活かし、現在 2 機の CIRC を運用しています。CIRC に関する詳細は <http://circgs.tksc.jaxa.jp/> をご参照ください。

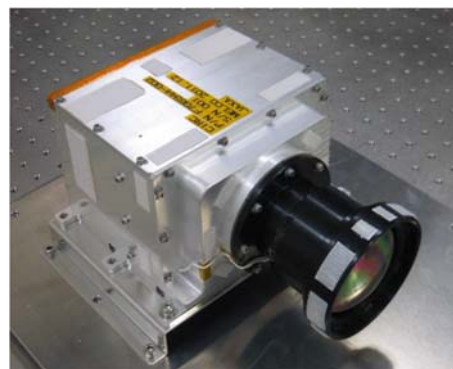


図 16：ALOS-2 搭載 CIRC

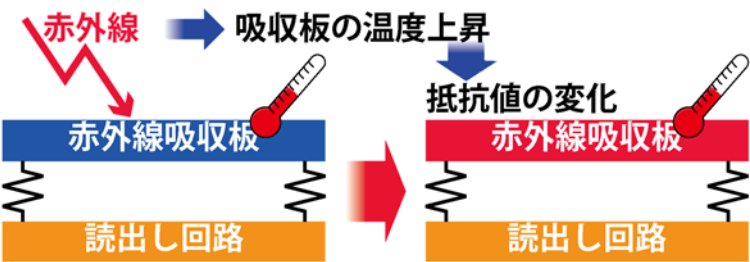


図 17：非冷却赤外検出器の動作原理

表 1：CIRC の仕様

検出器	非冷却赤外検出器
サイズ	100×180×230mm
質量	3kg
波長	8～12μm(1 バンド)
画素数	640×480 画素
空間分解能	210m(ALOS-2)
観測温度範囲	180K～400K
NEdT※	0.2K@300K

※雑音等価温度差

以上

浅間山

(2019 年 11 月 30 日現在)

山頂火口で小噴火が 8 月 7 日に発生した。噴火発生 5 日前から、山体浅部を震源とする BL 型地震が激減し、山頂付近の観測点のみで観測される微小地震が増加した。噴火発生後は、BH 型が一時的に増加するとともに、BL 型地震が再び観測されるようになった。

25 日にも小噴火が発生し、その前後にも 7 日の噴火前後と同様な推移が見られた。期間を通して、深部からのマグマ上昇を示す地殻変動や A 型地震の増加は観測されず、噴煙活動の活発化、二酸化硫黄の放出量増加も認められない。

これらのことから、浅間山の火山活動は活発化する傾向にはなく、火口から 500m を超える範囲に影響を及ぼす噴火の可能性は低いと判断している。

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はある。

○概況 (2019 年 6 月～2019 年 11 月 30 日)

- ・ 8 月 7 日の噴火発生状況 (図 1、図 2、図 3、図 4、図 5)

8 月 7 日 22 時 08 分に山頂火口で小噴火が発生し、有色噴煙と振幅の小さな空振が観測された。噴火は約 20 分間継続した。噴煙の高さは、火口縁上 1800m 以上あがり、北へ流れた。また、監視カメラによる観測では、弾道を描いて飛散する大きな噴石が、火口から 200m 程度まで達したのを確認した。火砕流は発生していない。

この噴火により、浅間山の北側山麓の群馬県嬬恋村及び長野原町でわずかな降灰が確認された。

噴火の発生は、2015 年 6 月 19 日以来である。

- ・ 8 月 25 日の噴火発生状況 (図 6、図 7)

8 月 25 日 19 時 28 分に、山頂火口で小噴火が発生した。噴煙は、火口縁上概ね 600m まで上がり、東へ流れた。監視カメラによる観測では、弾道を描いて飛散する大きな噴石及び火砕流は発生していない。

噴火に伴う地震及び微動が観測されたが、明瞭な空振は観測されなかった。

この噴火により、浅間山の東側約 4 km 付近の長野県軽井沢町でごくわずかな降灰が確認された。

- ・ 噴煙など表面現象の状況 (図 8、図 9、図 13-1 ①、図 13-2 ①)

山頂火口からの噴煙活動は、8 月 7 日に噴火が発生する前までは、一時的に白色噴煙が火口縁上 600m まで上がることがあったが、概ね 400m 以下で推移した。

8 月 7 日の噴火に伴い、灰白色の噴煙が、一時的に火口縁上 1800m 以上あがった。その後、8 月 25 日の噴火の際に、600m の噴気を観測するなど、一時的に噴気が高まることがあったが、10 月 2 日に数時間程度、火口縁上 600-800m の高さの白色噴煙を観測した以降は、噴煙の高さは火口縁上 400m 以下となっている。

火映は、2018 年 7 月 19 日以降は観測していない。

- ・火山ガス（図 5 -②、図 6 -②）

火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2018 年 3 月以降、概ね 1 日あたり 200 トンとやや少ない状態で経過していた。25 日の噴火後（8 月 26 日観測）に、1 トラバースのみ 900 トン程度観測されたが、各観測回の平均では 8 月 7 日噴火以降 400 トン以下で推移し、9 月中旬以降は 1 日あたり 100 トンとやや少ない状態である。

- ・地震活動（図 10－1、図 10－2、図 11、図 12、図 13－1 ④～⑧、図 13－2 ④～⑧、図 14③④）

火山性地震は、山体浅部を震源とする BL 型地震主体に 2018 年 6 月頃から増減を繰り返しながら推移していたが、8 月 2 日に BL 型地震が激減し、山頂付近の観測点のみで観測される微小地震が増加した。8 月 7 日の噴火後、やや高周波地震（BH 型）が一時的に増加するとともに、低周波地震が再び観測されるようになった。

8 月 25 日の噴火前後にも、BL 型地震の急減、山頂付近の観測点のみで観測される微小地震の増加など、同様な推移がみられた。

9 月 14 日以降、8 月 7 日、25 日の噴火前と同様に山体浅部を震源とする BL 型地震が減少し、山頂付近の観測点のみで観測される微小地震、および BH 型地震が多い状況で推移していたが、10 月上旬から、微小地震と BH 型地震は減少し、一方で、BT, BP 型地震は発生頻度が多くなっている。

期間を通して、A 型地震の増加は観測されていない。

- ・地殻変動（図 13－1 ⑨⑩、図 13－2 ⑨⑩、図 15～18）

傾斜計及び GNSS 連続観測では、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。



図1 浅間山 8月7日の噴火の状況（黒斑山監視カメラ（長野県）（22時08分））
弾道を描いて飛散する大きな噴石が、火口から200m程度まで達した。

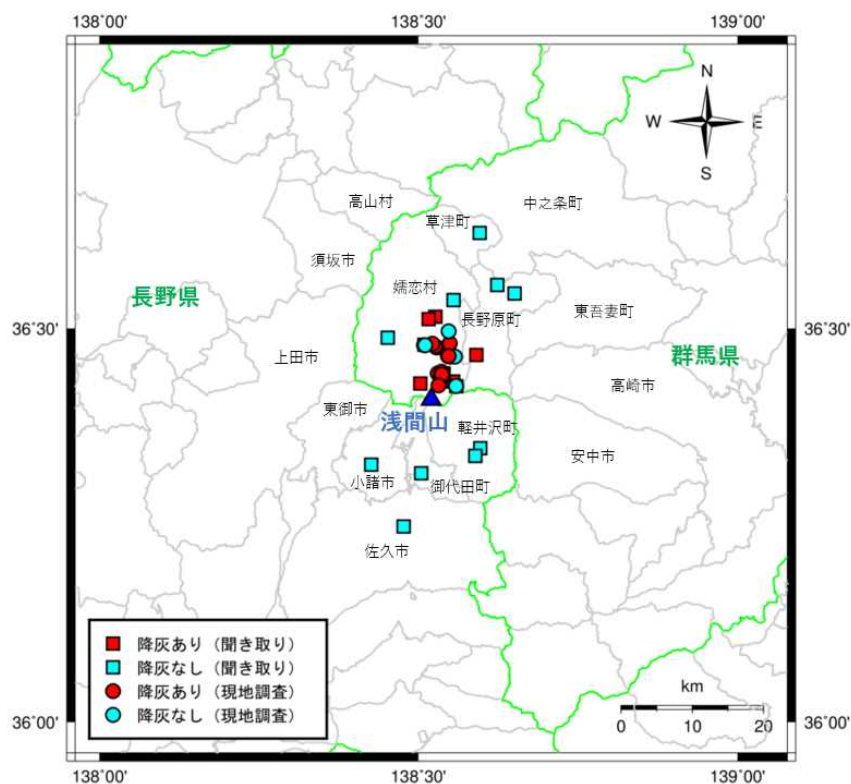


図2 浅間山 8月7日の噴火による降灰分布図（2019年8月7日～8日の調査結果）

※上図のデータには、東京工業大学の調査結果も含む。

※図中の緑線は県境を表す。

・7日～8日に実施した降灰調査及び聞き取り調査では、浅間山の北側山麓の群馬県嬬恋村及び長野県野原町でわずかな降灰が確認された。



図3 浅間山 8月7日の噴火に伴う降灰の状況

・8月8日に機動観測班が実施した降灰調査で、浅間山の北北東4km付近で降灰を確認した。

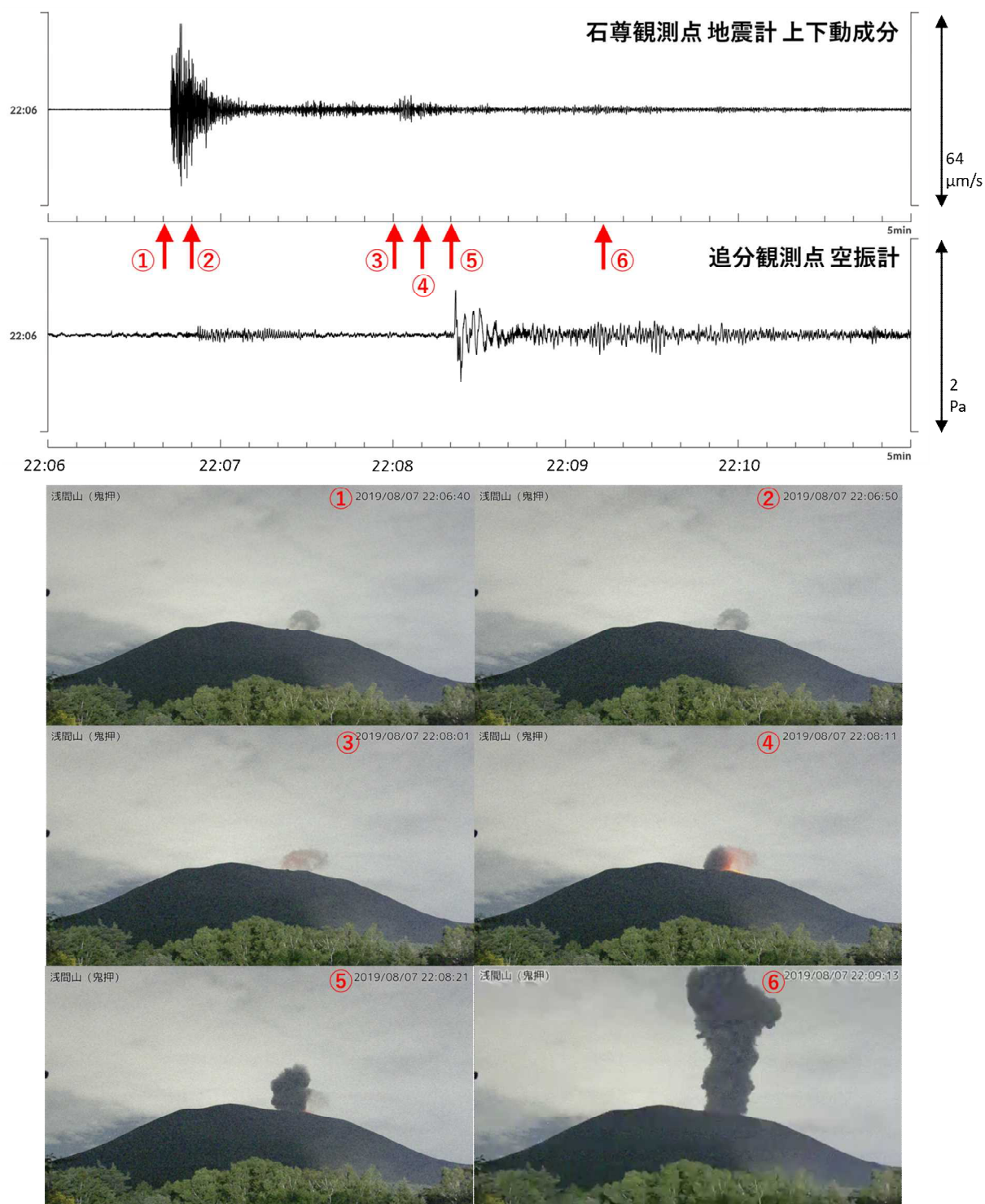


図4 浅間山 8月7日噴火時の映像(鬼押監視カメラ)と地震、空振の時間経過

上段：石尊観測点地震計の上下動成分、中段：追分観測点空振計の波形、下段：鬼押観測点の監視カメラ映像。

上図および中段に赤矢印で示される①～⑥の時刻は、下図の①～⑥の映像時刻に対応する。

- ・ 7日 22時 06 分頃に地震を観測し、その最大の振幅は、石尊観測点上下動で $54 \mu\text{m/s}$ であった。その後、微動が観測された。
- ・ 22 時 08 分に噴火が発生し、山頂火口から有色噴煙が観測されるとともに、噴火に伴う振幅の小さな空振も観測された。空振の振幅は、追分観測点で 0.9Pa であった。
- ・ 灰白色の噴煙が、火口縁上 1800m 以上あがり、北へ流れた。

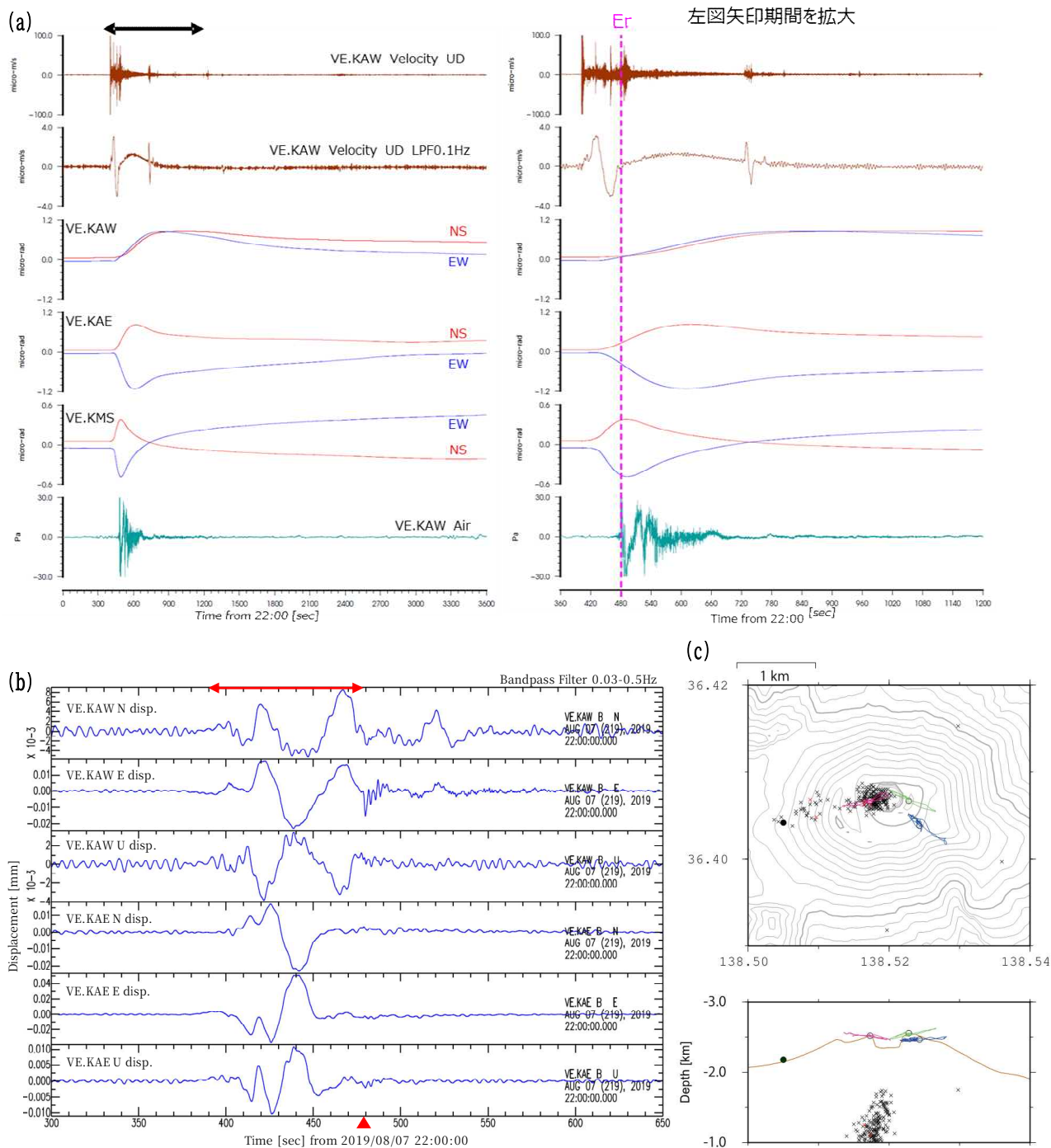


図5 浅間山 8月7日噴火直前に発生した超長周期成分を含むBH型地震、および超長周期成分の振動軌跡解析

(a) 火口近傍観測点における噴火前後の波形。上から、火口西(東大地震研)観測点のUD成分(生波形)、同成分のフィルター波形(Lowpass フィルター0.1Hz)、火口西(東大地震研)観測点の水平成分の速度波形を積分し傾斜計相当に変換した波形、火口東(東大地震研)観測点の水平成分の速度波形を積分し傾斜計相当に変換した波形、釜山南(東大地震研)観測点の水平成分の速度波形を積分し傾斜計相当に変換した波形。

(b) 噴火直前の超長周期地震の速度波形を積分して変位波形に変換した波形(バンドパスフィルタ、0.03-0.5Hz)。▲は火口近傍観測点で、空振が観測されたおよそのタイミングを示す。赤矢印は、図の描画期間を示す。

(c) 噴火直前の超長周期地震の振動軌跡解析の結果(水平面図、東西断面図)。(b)図の赤矢印線区間を描画。

- ・噴火の約80秒前に、超長周期成分を含むBH型地震が発生した。
- ・超長周期地震の振動軌跡は、火口のごく浅部を指向する。
ただし、地形の影響により、振動軌跡が正しく震源の方向を指し示す訳ではないが、およその到来方向を推定することは出来る。

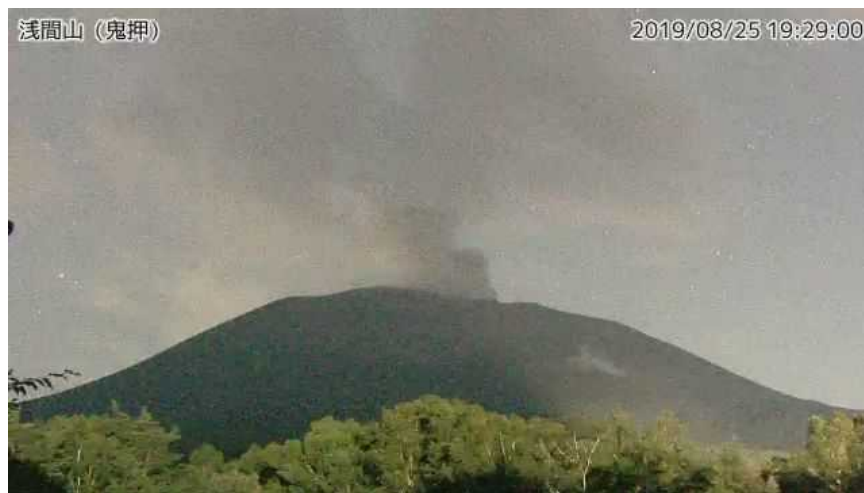
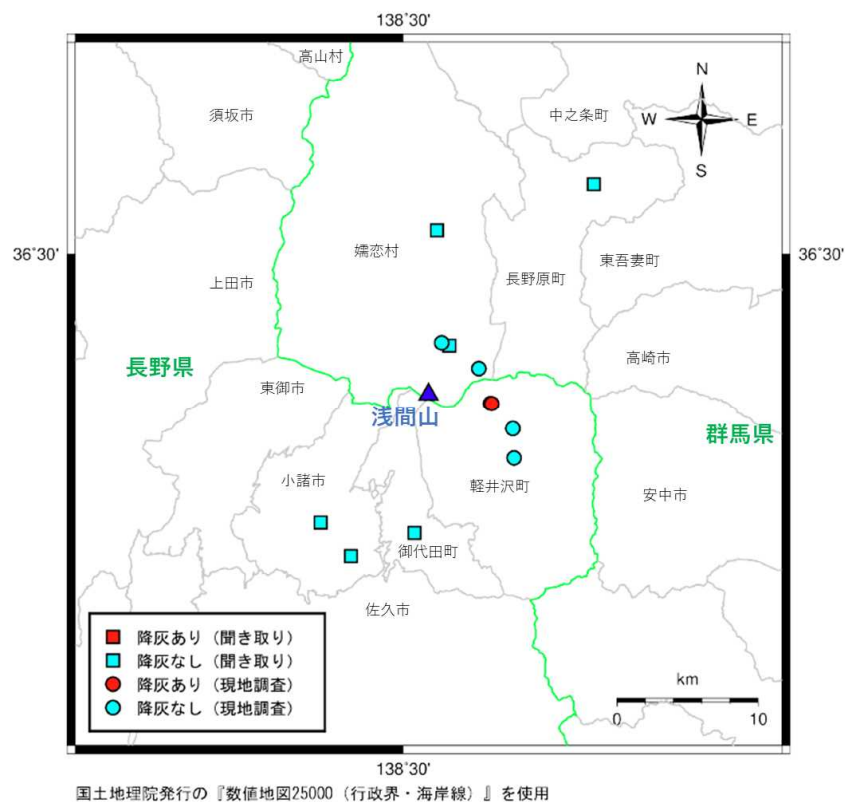


図6 浅間山 8月25日噴火時の噴煙の状況（鬼押監視カメラ（19時29分））

- ・8月25日19時28分に山頂火口で噴火が発生し、灰白色噴煙が火口縁上概ね600mまで上がり、東に流れた。
- ・弾道を描いて飛散する大きな噴石及び火砕流は確認されなかった。



国土地理院発行の『数値地図25000（行政界・海岸線）』を使用

図7 浅間山 8月25日の噴火による降灰分布図（2019年8月25日～26日の調査結果）

※上図のデータには、東京工業大学の調査結果も含まる。

※図中の緑線は県境を表す。

- ・8月25日～26日に実施した降灰調査、聞き取り調査及び東京工業大学からの情報によると、浅間山の東側約4km付近の長野県軽井沢町でごくわずかな降灰が確認された。



（左：鬼押監視カメラ（6 月 11 日） 右：黒斑山監視カメラ（長野県）（6 月 1 日））



（左：鬼押監視カメラ（9 月 15 日） 右：黒斑山監視カメラ（長野県）（9 月 25 日））



（左：鬼押監視カメラ（10 月 10 日） 右：黒斑山監視カメラ（長野県）（10 月 2 日））

図 8 浅間山 山頂部の噴煙の状況

- ・今期間、8 月 7 日に噴火が発生する前までは、一時的に白色噴煙が火口縁上 600m まで上がるがあったが、概ね 400m 以下で推移した。
- ・8 月 7 日の噴火に伴い、灰白色の噴煙が、一時的に火口縁上 1800m 以上上がった。
- ・その後、8 月 25 日の噴火の際に、600m の噴気を観測するなど、一時的に噴気が高まるがあったが、10 月 2 日に数時間程度、火口縁上 600-800m の高さの白色噴煙を観測した以降は、噴煙の高さは火口縁上 400m 以下で推移している。

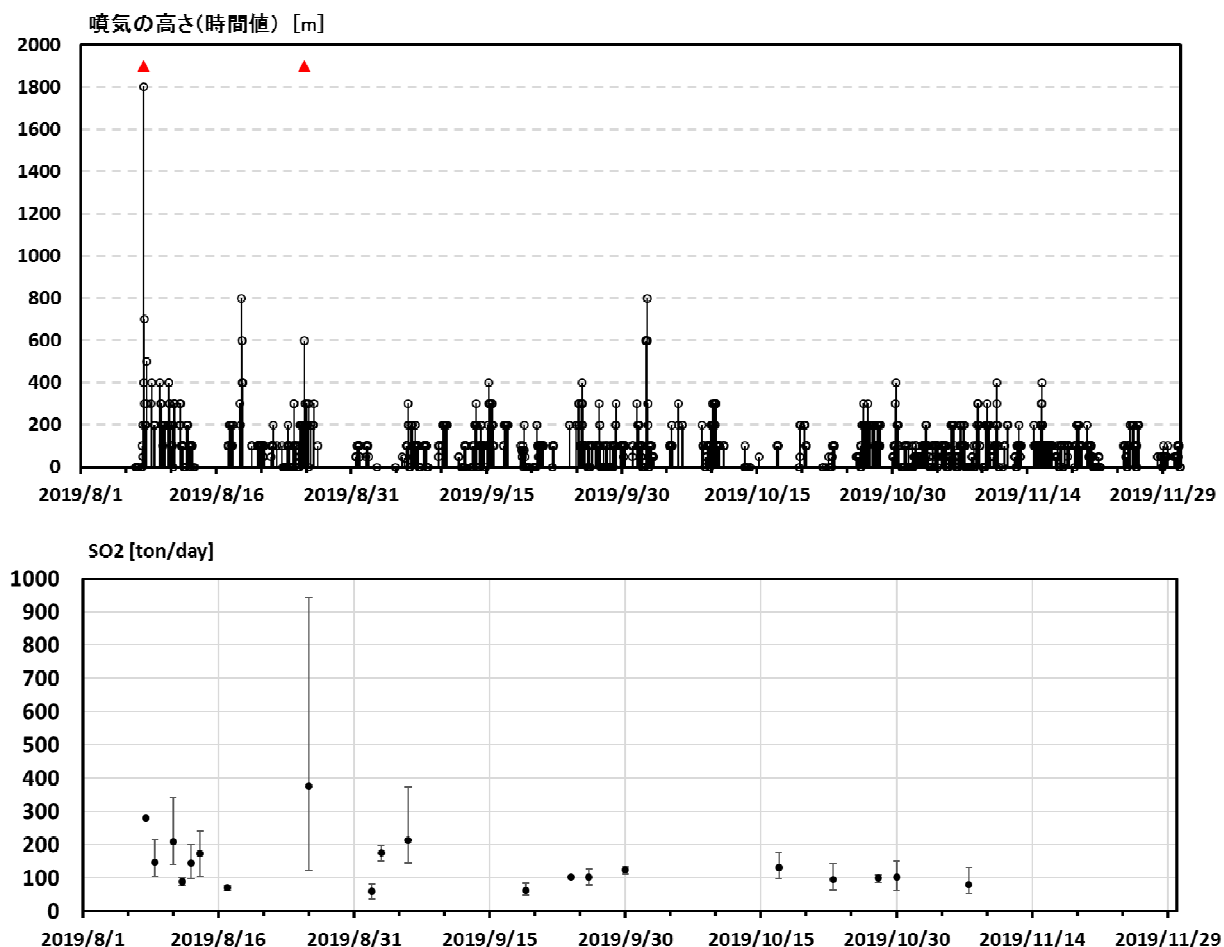


図9 浅間山 噴気の高さと火山ガス放出量（二酸化硫黄）の推移（8月7日～11月30日）

上段：噴気の高さの1時間あたりの最高値を示す。プロットがない時間は、悪天により観測できていない。▲は噴火を示す。

下段：火山ガス観測（二酸化硫黄の放出量）の結果。●は平均値、エラーバーは最大値と最小値の範囲を示す。

- ・ 8月7日22時台の噴火の際に、火口縁上1800m以上の高さの灰白色の噴煙を観測した。その後、8月18日19時台に800mの白色噴煙を、8月25日の19時台の噴火に伴って600mの灰白色の噴煙を観測したが、それ以外の期間では、概ね400m程度で推移した。
- ・ 10月2日に数時間程度、火口縁上600-800mの高さの白色噴煙を観測した以降は、400m以下で推移している。
- ・ 火山ガス放出量は、8月7日の噴火以降で見ると、25日の噴火後（8月26日観測）に、1トラバースのみ900トン程度観測されたが、平均では8月7日噴火以降400トン以下で推移しており、9月中旬以降は1日あたり100トンとやや少ない状態にある。

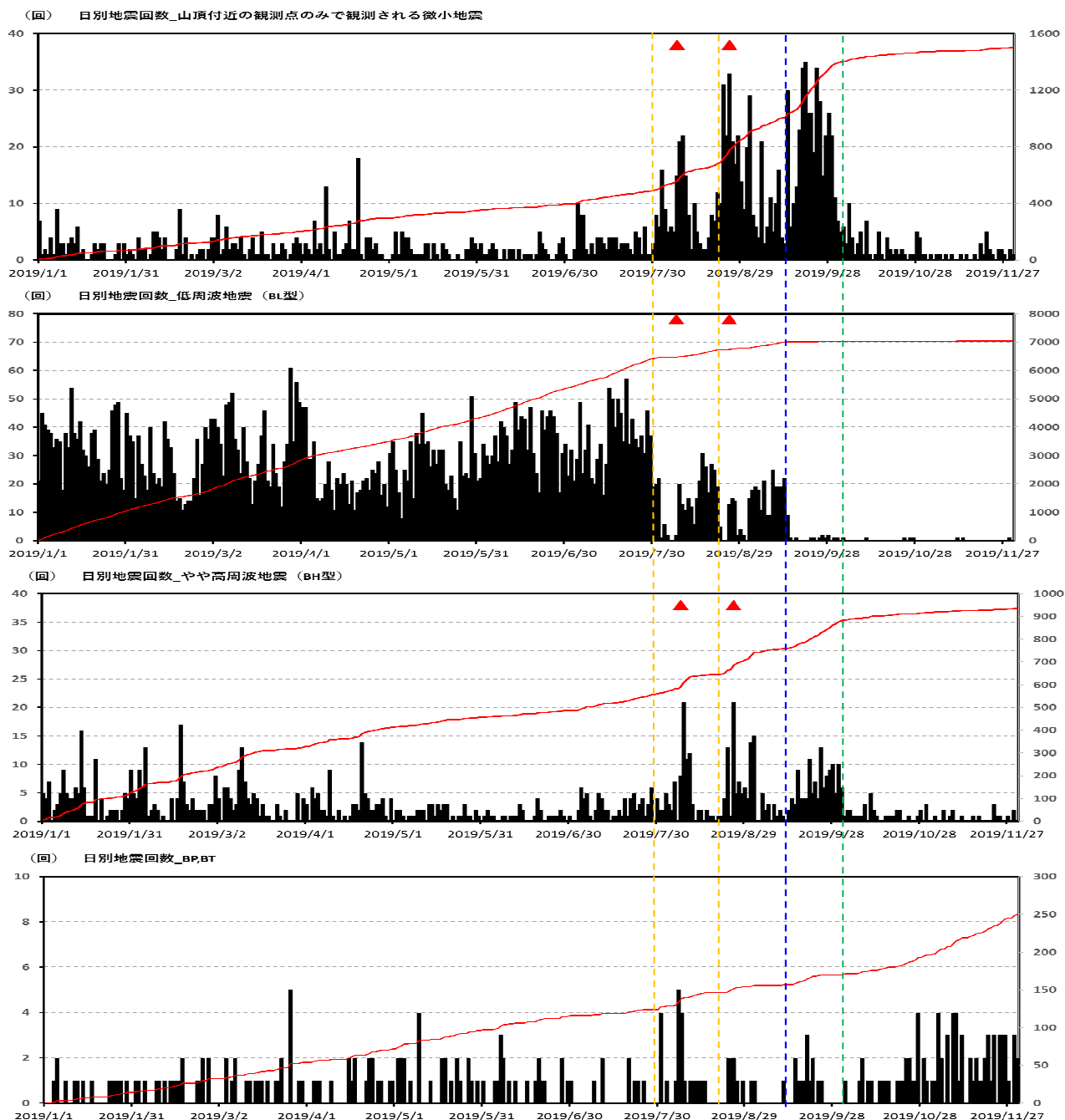


図10-1 浅間山 火山性地震の発生状況(2019年1月1日～11月30日)

上段に示す「山頂付近の観測点のみで観測される微小地震」とは、図4中段、下段、図2および図3の⑤～⑧に示される火山性地震よりも振幅が小さく、振幅が計数基準(石尊観測点で最大振幅 $0.1\mu\text{m}$ 以上、S-P時間3秒以内)を満たさない地震のうち前掛西観測点の上下動成分が $0.5\mu\text{m/s}$ 以上の地震のことである。赤色線は積算回数を示し、右軸で表される。赤三角は噴火を表す。

- ・ 8月7日、25日の噴火では、噴火前に低周波地震(BL型)が急激に減少し(橙破線)、山頂付近の観測点のみで観測される微小地震が増加しました。噴火後、やや高周波地震(BH型)が一時的に増加するとともに、低周波地震が再び観測されるようになった。
- ・ 9月14日(青破線)以降、8月7日、25日の噴火前と同様に山体浅部を震源とする低周波地震が減少し、山頂付近の観測点のみで観測される微小地震も7月末以前よりも多い状況であった。
- ・ 10月上旬から(緑破線)、微小地震とやや高周波地震は減少し、一方で、BT, BP型地震は発生頻度が多くなっている。

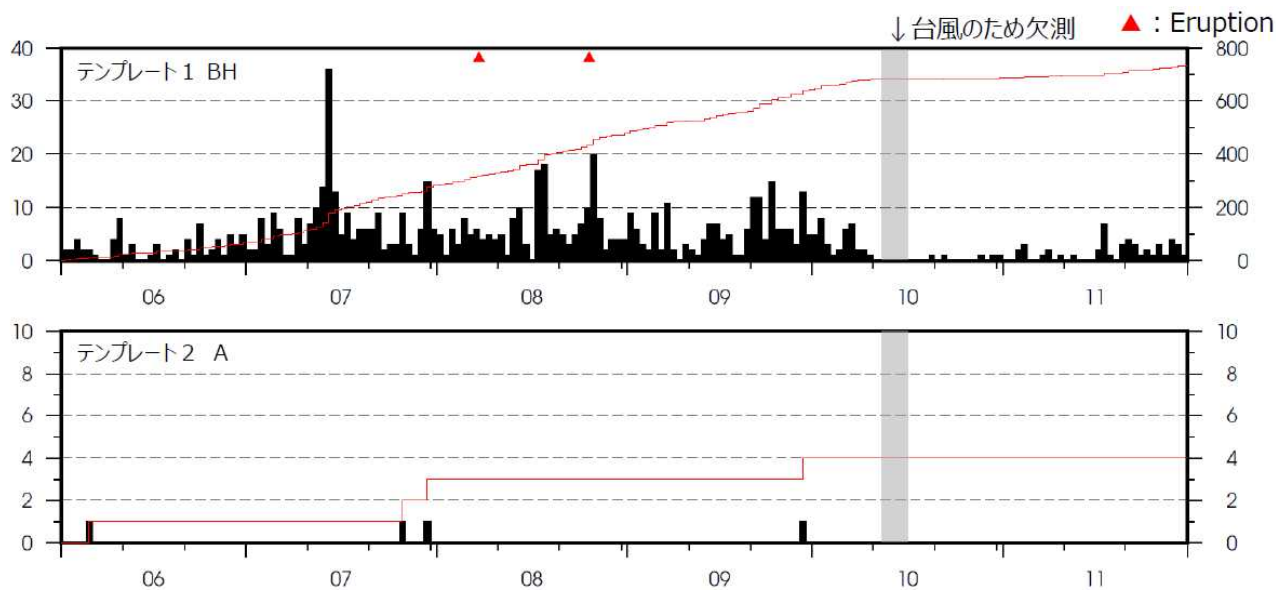


図10-2 浅間山 火山性地震の発生状況（2019年6月1日～11月30日）

火口近傍の4観測点（前掛西、火口東、火口西、釜山南）の3成分に対して、Matched Filter法を使用して、A型地震とBH型地震の検出を行った結果。上段：BH型地震の日別回数、下段：A型地震の日別回数。

- ・7月頃からBH型地震が増加していた可能性があるが、10月中旬以降減少している。
- ・A型地震の増加は見られなかった。

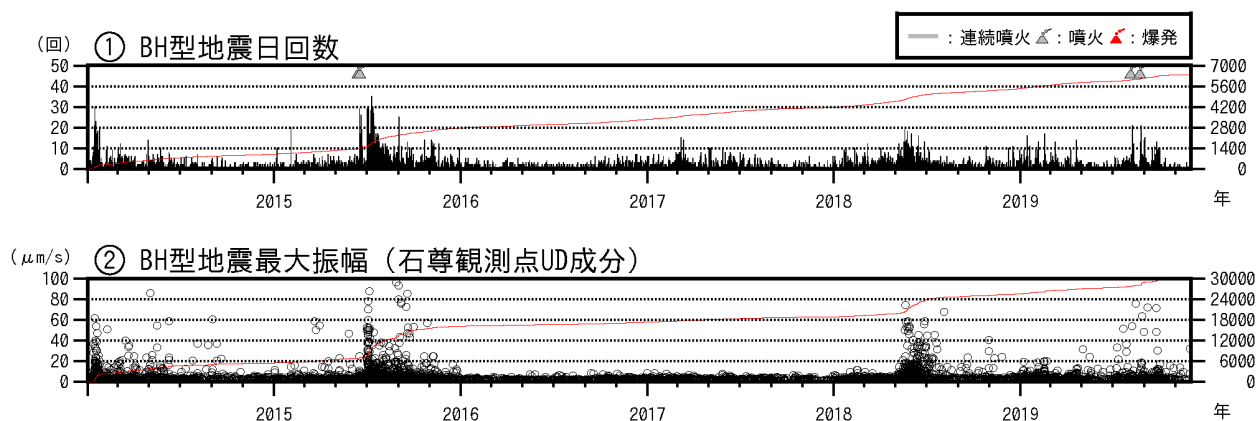
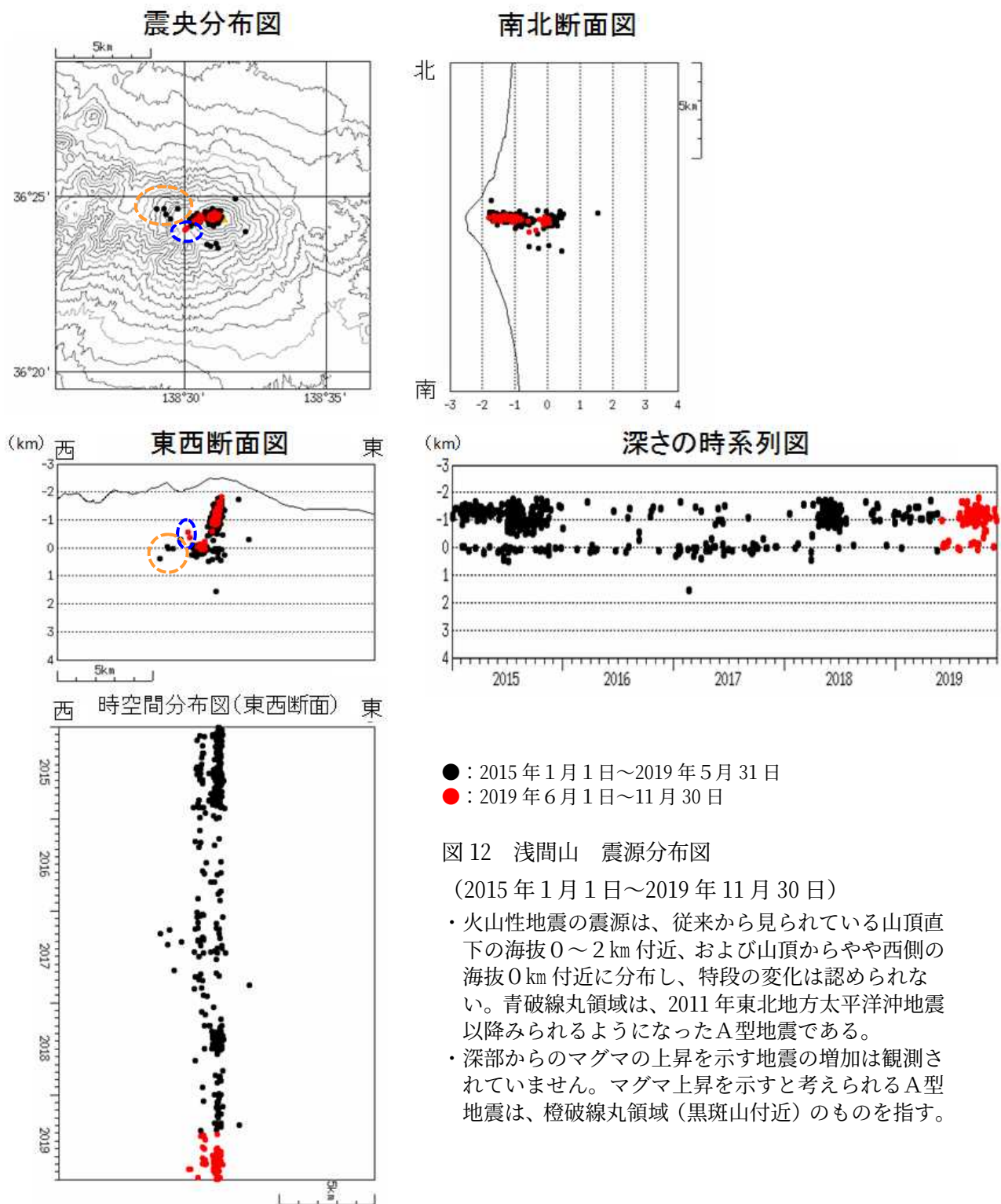


図11 浅間山 BH型地震の日別回数とその最大振幅（2014年1月1日～2019年5月31日）

赤線は、それぞれ積算量を示し、右側の軸になります。

- ・2015年の火山活動が活発化している期間では、BH型地震の増加、および振幅の大きなBH型地震が見られた。
- ・6月頃より振幅の大きなBH型地震を、少ないながらも観測した。
- ・8月7日および25日の噴火後と9月中旬～下旬に、BH型地震は、増加した。
- ・10月上旬以降、BH型地震は減少し、振幅の大きなBH型地震はみられなくなった。



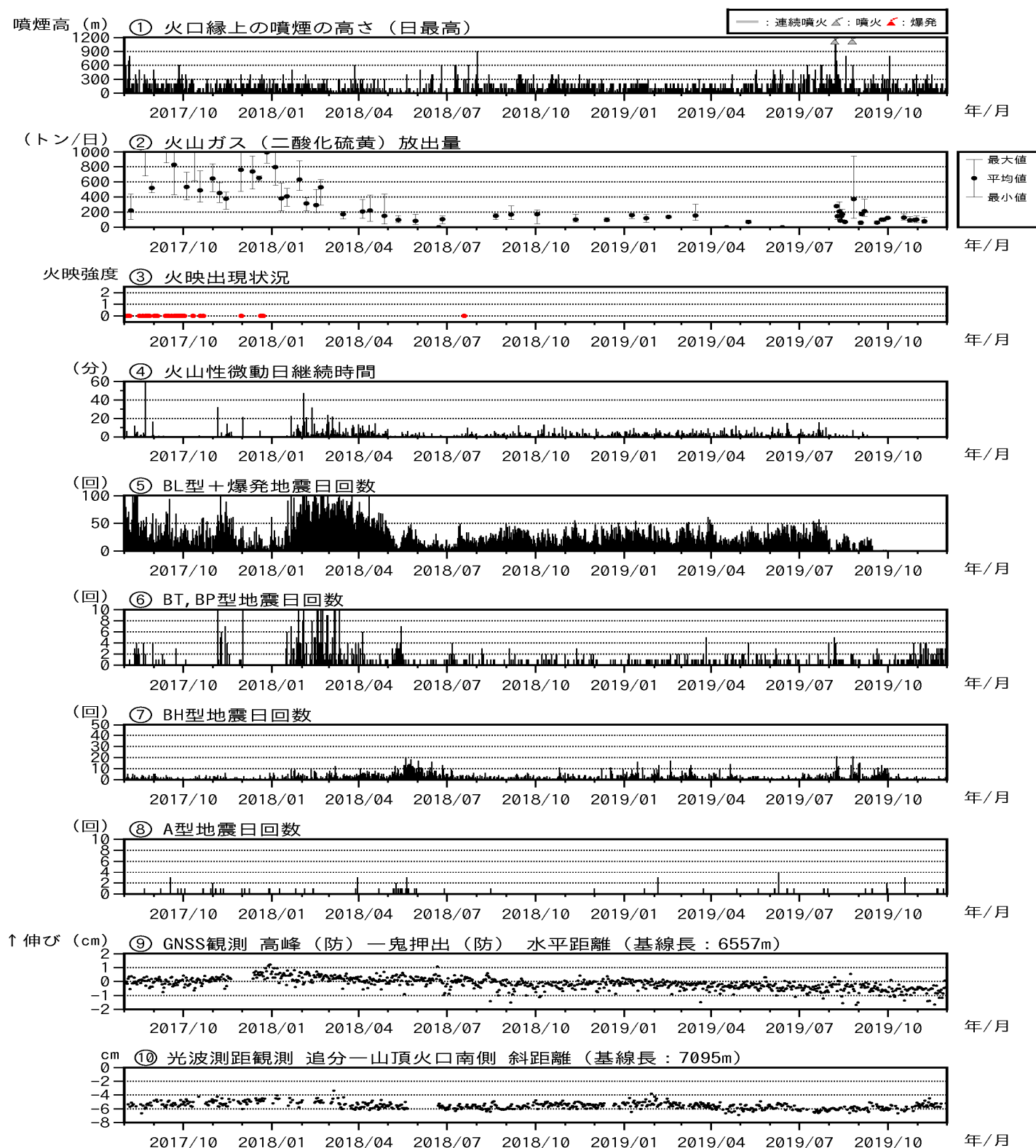


図13-1 浅間山 最近の火山活動経過図(2017年8月1日～2019年11月30日)

※図の説明は次ページに掲載。

- ・火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、2018年3月以降、概ね1日あたり200トンと少ない状態で経過していた。8月7日の噴火後、一日あたり400トン程度で経過したが、9月中旬以降は1日あたり100トンとやや少ない状態となっている
- ・火山性微動は、継続的に発生していたが、9月10日以降観測されていない。
- ・深部からのマグマ上昇を示すA型地震の増加はない。
- ・GNSS連続観測では、深部からのマグマ上昇を示す地殻変動は認められない。

浅間山

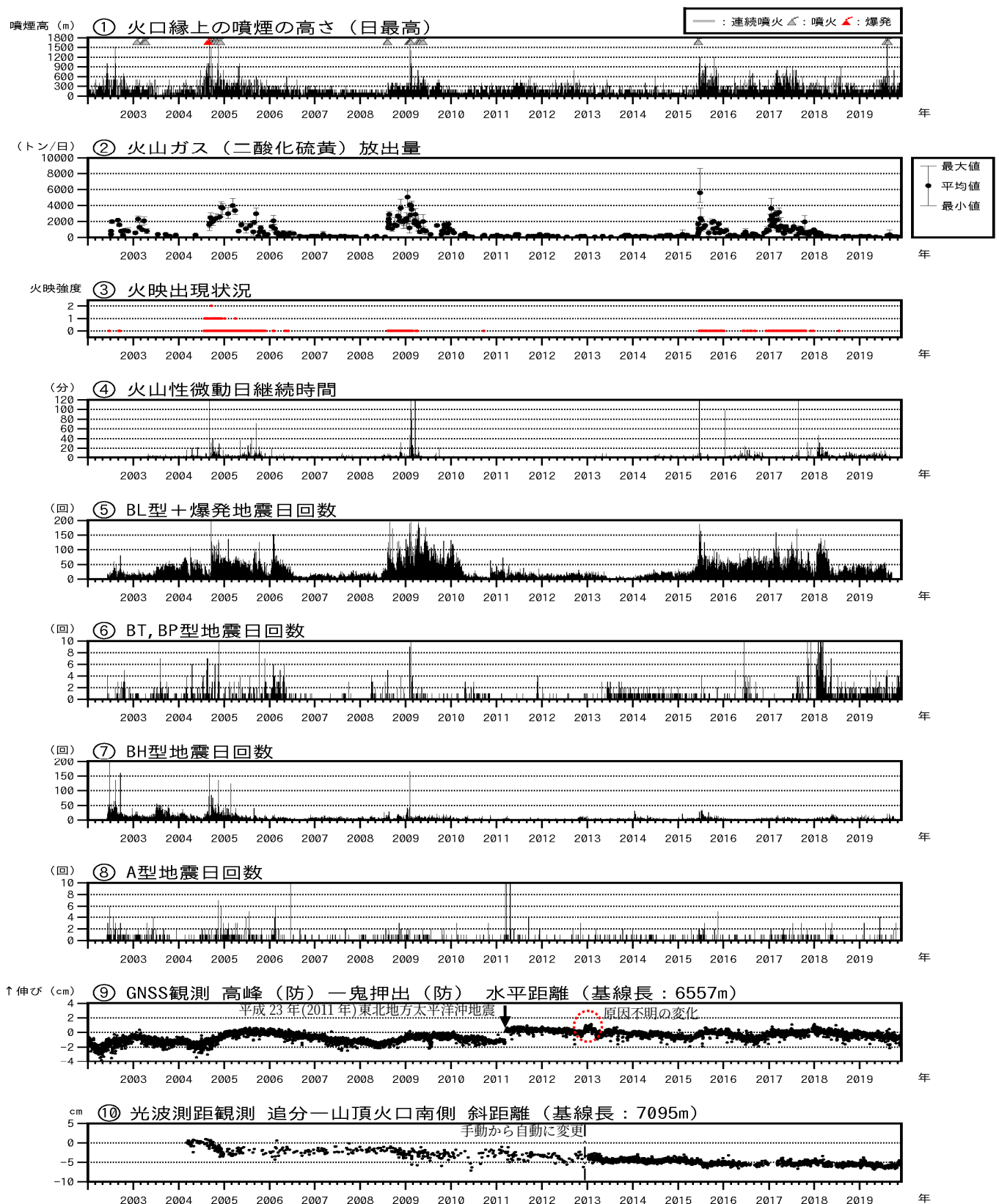


図13-2 浅間山 火山活動経過図（2002年1月1日～2019年11月30日）

図5、6の説明

- ③ 国立研究開発法人産業技術総合研究所及び東京大学のデータも含む。
- ⑨ 2002年1月1日～2012年7月31日 気象庁の高峰一鬼押出観測点間の水平距離。
2012年8月1日以降 防災科学技術研究所の高峰一鬼押出観測点間の水平距離。
2010年10月及び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。
（防）は国立研究開発法人防災科学技術研究所の観測機器を示す。

浅間山

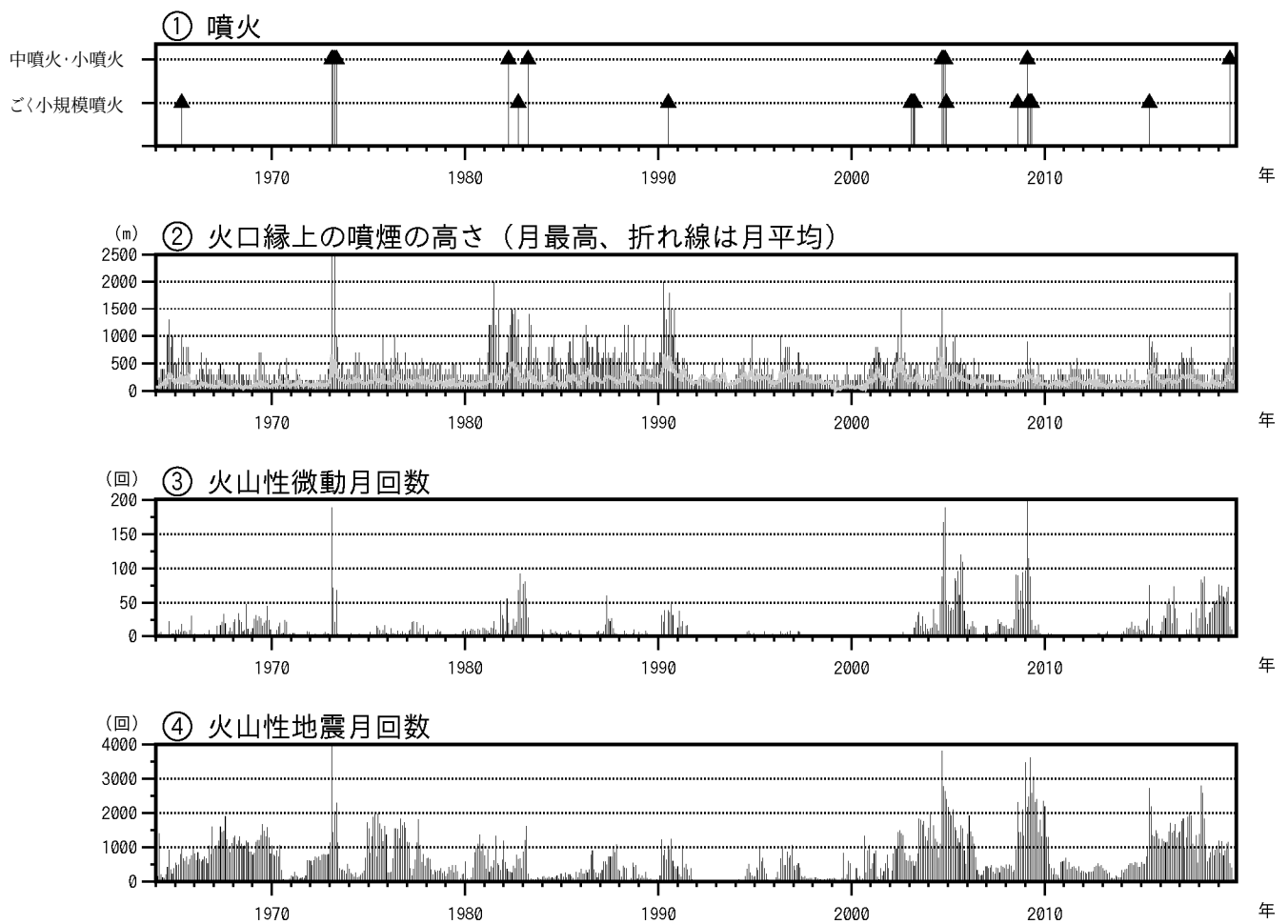


図14 浅間山 長期の火山活動経過図（1964年1月～2019年11月30日）

計数基準：2002年2月28日まで石尊最大振幅 $0.1\mu\text{m}$ 以上、S-P時間5秒以内
2002年3月1日から石尊最大振幅 $0.1\mu\text{m}$ 以上、S-P時間3秒以内

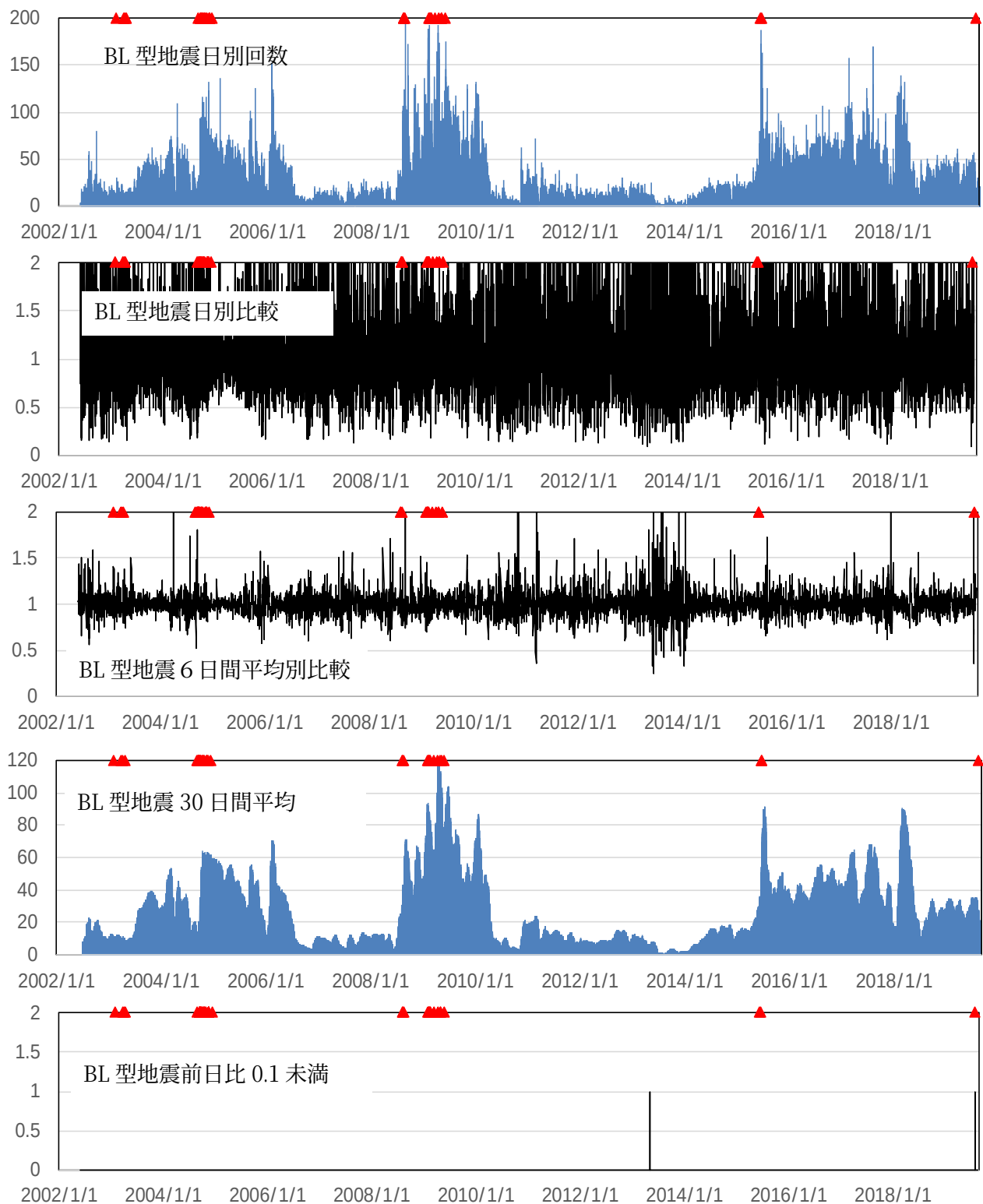


図 14-2 浅間山 過去の BL 型地震の激減状況 (2002 年 1 月～2019 年 8 月)

1 段目: BL 型地震の日別地震回数、2 段目: BL 型地震日別回数の前日比、3 段目: BL 型地震 6 日間平均地震回数の前日比、4 段目: BL 型地震の 30 日間平均地震回数、5 段目: BL 型地震日別回数の前日比で 0.1 未満

・BL 型地震 6 日間平均地震回数の前日比が 0.4 より小さい何回かあるが、8 月 7 日の噴火前の事例を除くと、それ以外は BL 型地震の発生回数が少ない中で発生しており、8 月 2 日の BL 型地震の激減の類似例は 2002 年以降過去にない。

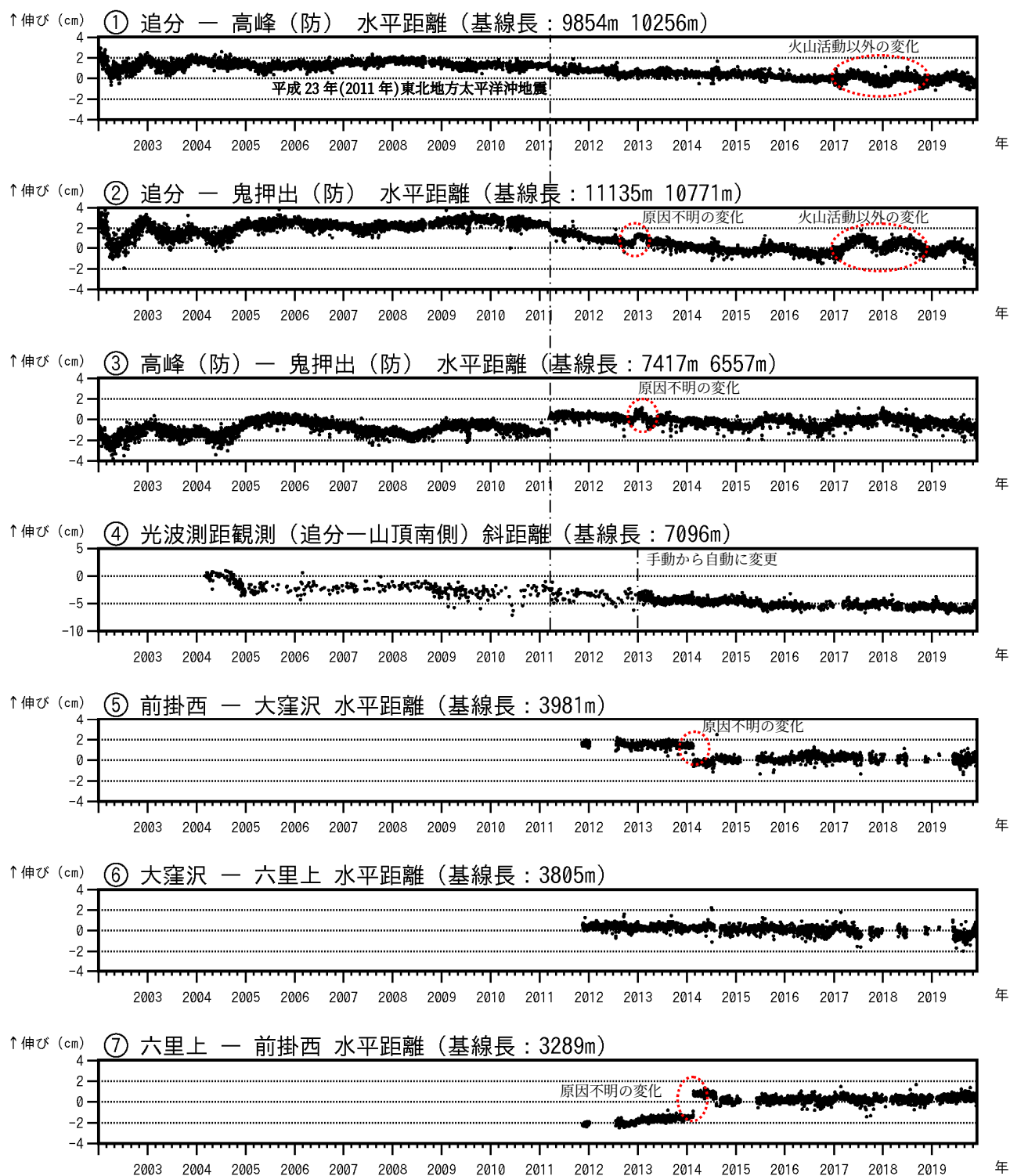


図15-1 浅間山 GNSS 連続観測及び光波測距観測の結果(2002年1月1日~2019年11月30日)

2010年10月及び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。

(防)は国立研究開発法人防災科学技術研究所の観測機器を示す。

①~⑦はそれぞれ図9の①~⑦に対応している。

①~③、⑤~⑦の空白部分は欠測を示す。

①~③ 2012年8月1日以降、高峰及び鬼押出観測点は、気象庁観測点から防災科学技術研究所観測点に切り替わっている。

追分観測点は、2016年12月に移設している。

④気象補正処理は高木・他(2010)による。

・GNSS 連続観測では、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。

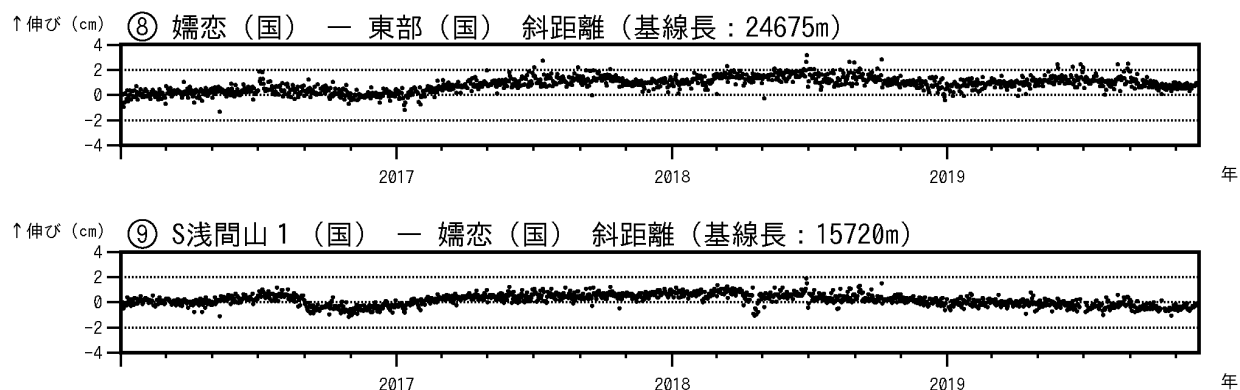


図 15-2 浅間山 GNSS 連続観測結果(2016 年 1 月 1 日～2019 年 11 月 30 日)

(国)：国土地理院

⑧、⑨は図 16 の⑧⑨にそれぞれ対応している。

⑧、⑨の空白部分は欠測を示す。

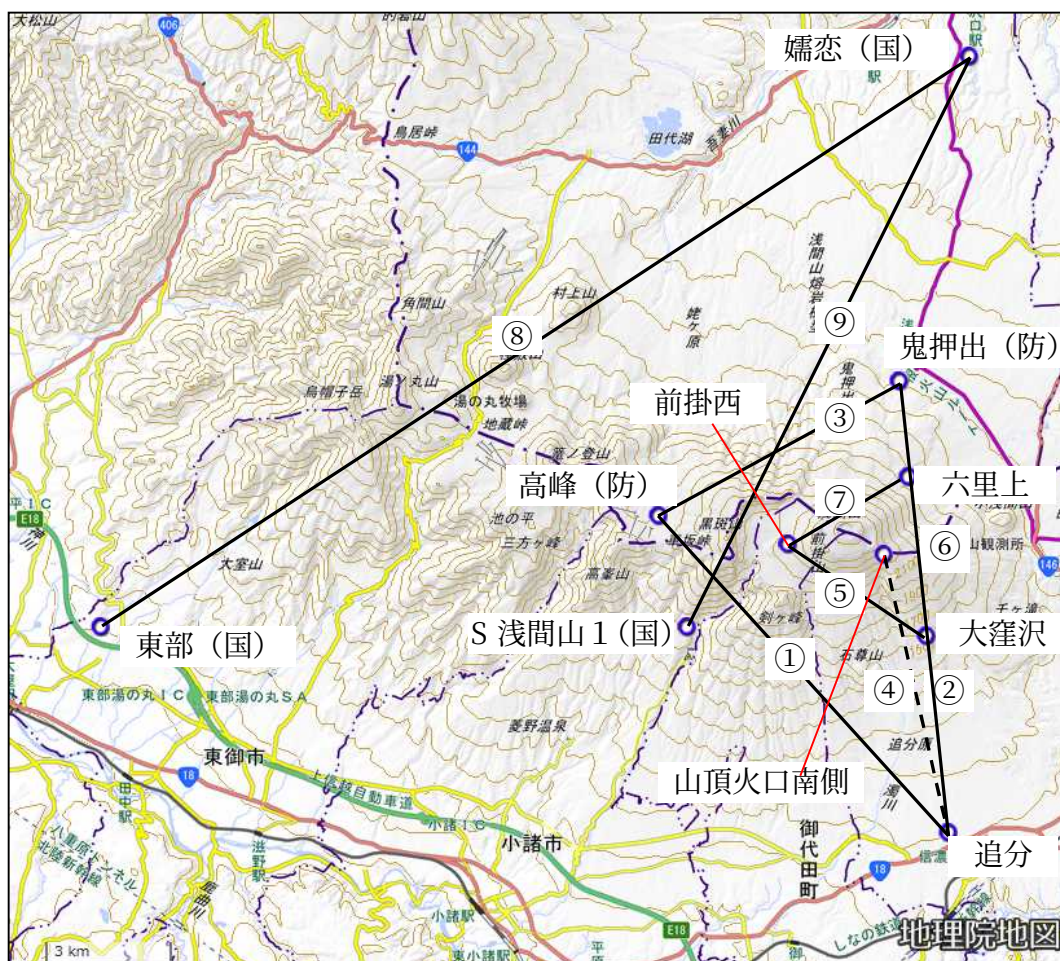


図 16 浅間山 地殻変動連続観測点配置図

(防): 国立研究開発法人防災科学技術研究所、(国): 国土地理院

GNSS 基線③は図 13-1、図 13-2 の⑨に対応している。また、GNSS 基線①～③及び⑤～⑨は図 15-1 の①～③及び⑤～⑨にそれぞれ対応している。

光波測距測線④は図 13 の⑩、図 15-1 の④に対応している。

2015年6月16日,19日
ごく小規模噴火

2019年8月7日,25日
小規模噴火

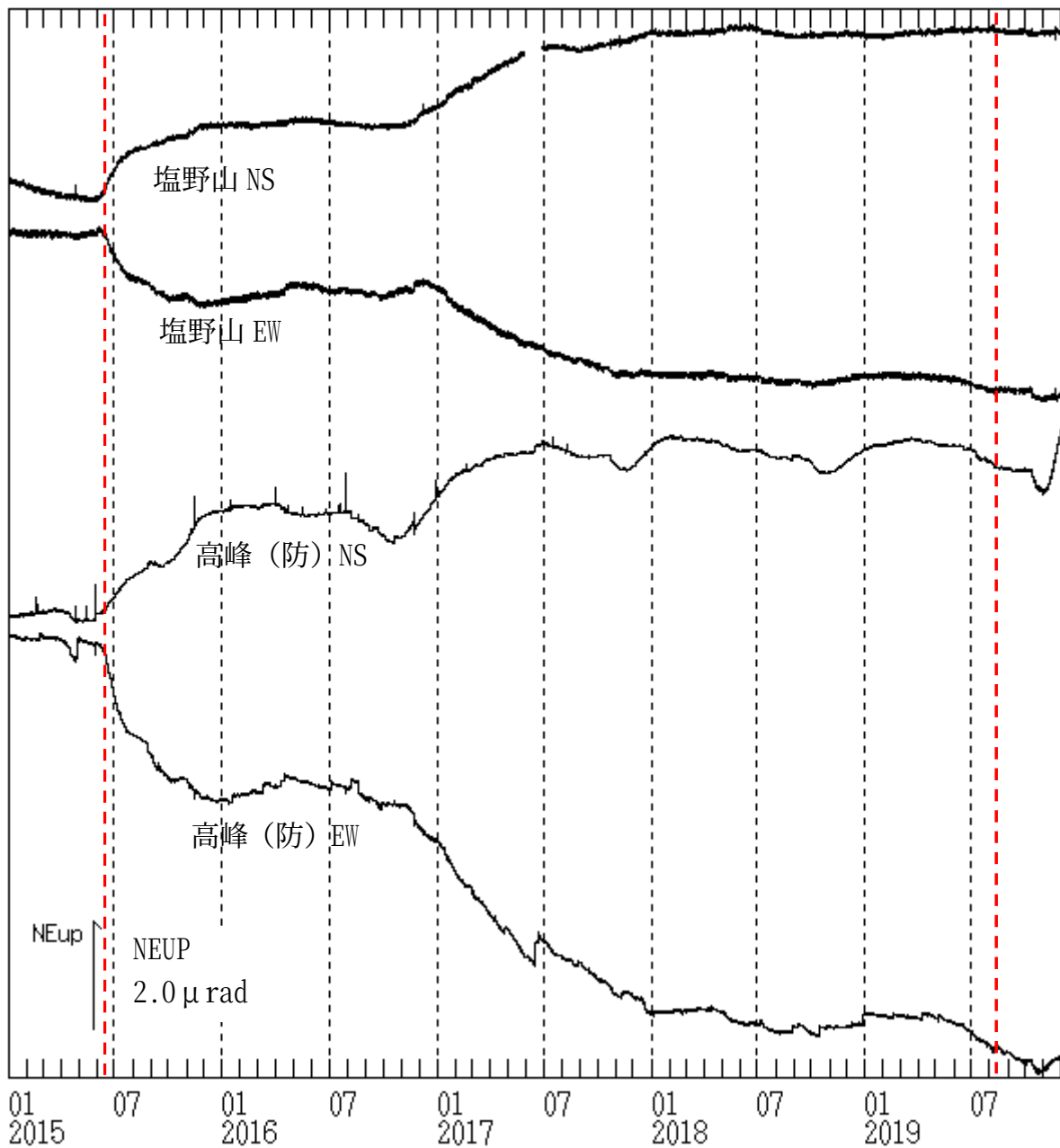


図17-1 浅間山 傾斜観測データ (2014年1月1日～2019年11月30日)

防)：防災科学技術研究所 データは時間平均値、潮汐補正済み

- ・ 2015年5月下旬頃より、山頂西側へのマグマ貫入によると考えられる傾斜変動が観測され、6月に噴火が発生した。2016年12月頃より、2015年と同様の傾斜変動が観測されているが、2018年に入って停滞した。
- ・ 6月頃から、塩野山で西上がり、高峰(防)でも西上がりが確認できるが、南北成分に変化はなく、少なくとも、2015年5月や2016年12月と同様な変化はない。

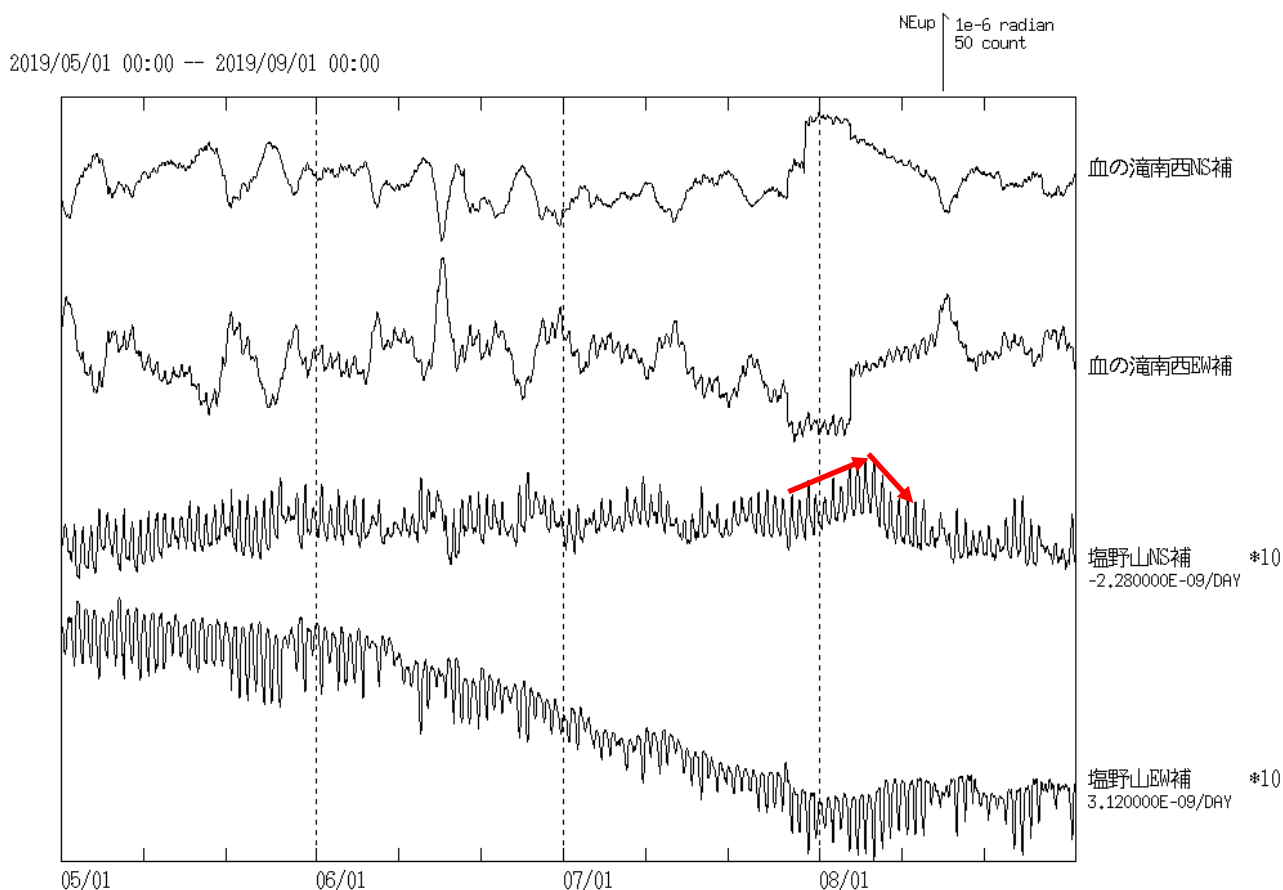


図 17-2 浅間山 傾斜観測データ（2019 年 5 月 1 日～2019 年 8 月 31 日）

データは時間平均値、潮汐補正済み。右上にスケールを表す。塩野山観測点に関しては、10 倍拡大している。

- ・塩野山観測点において、7 月 28 日頃から、北上がりの微小な変化が認められる。変化の始まりは、東大地震研が火口付近に設置している熱赤外装置による観測で、最高温度に明瞭な低下が見られたタイミングに近い。この変化は、7 日の噴火発生とともに解消している。山頂浅部の微小な変動を捉えている可能性がある。

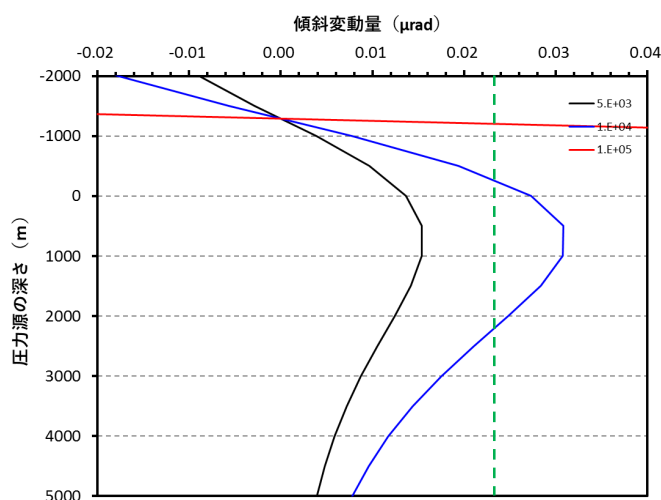


図 17-3 浅間山 ソースを火口直下としたときの塩野山観測点での傾斜変動量の推定値

色の違いは体積変化量を示す。黒： $5.0 \times 10^3 \text{ m}^3$ 、青： $1.0 \times 10^4 \text{ m}^3$ 、赤： $1.0 \times 10^5 \text{ m}^3$ 。緑破線は、7 月 28 日から 8 月 7 日の間の塩野山傾斜計南北成分の変化量の読み取り値 ($0.023 \mu\text{radian}$) を示す。

- ・地殻変動源が、海拔以上であったと仮定すると、その体積変化量は、 10^4 m^3 程度のオーダーであったと推定される。

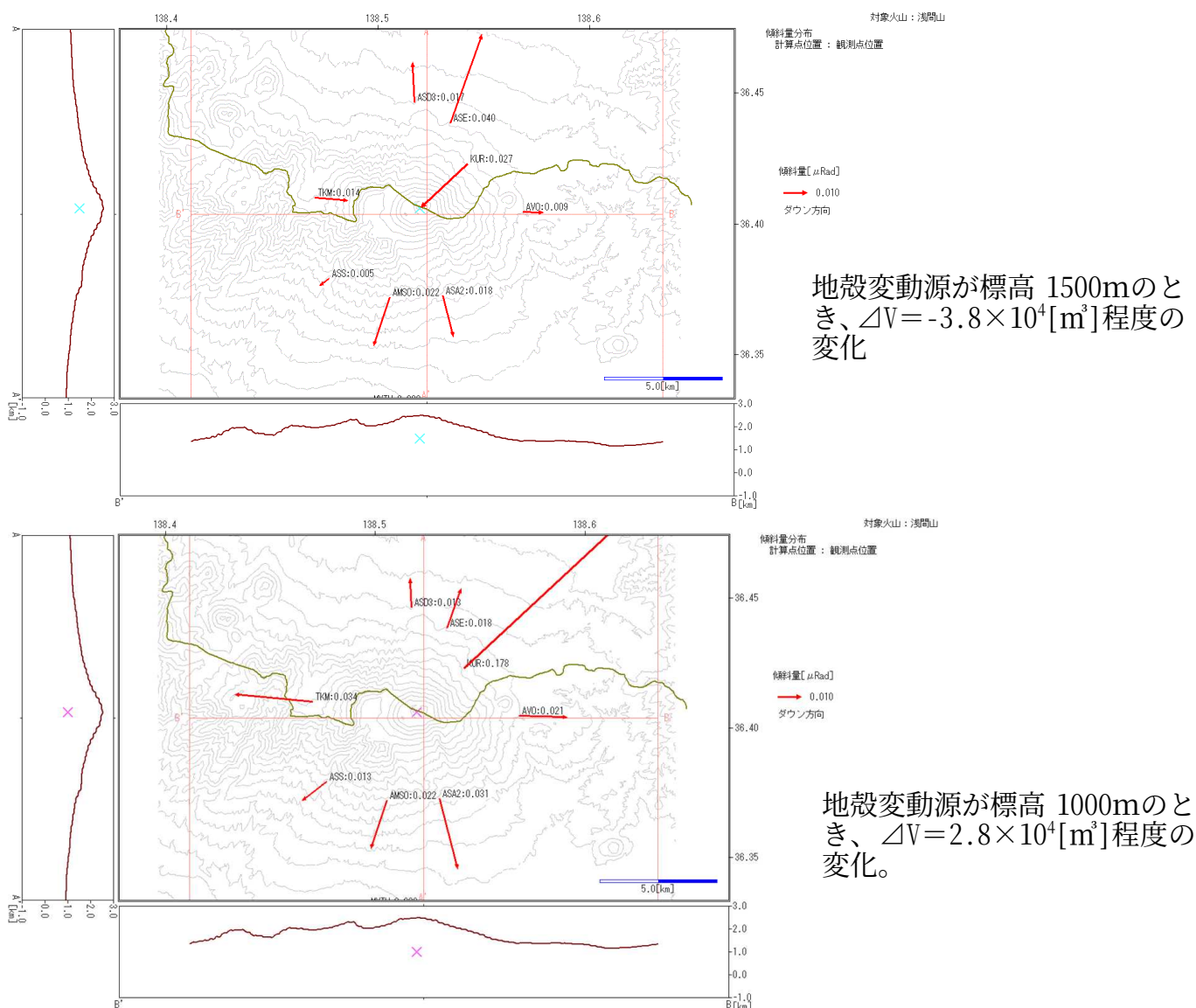


図 17-4 浅間山 ソースを火口直下としたときの塩野山観測点以外での傾斜変動量の推定値

地殻変動源を山頂直下と仮定し、7月28日から8月7日の間の塩野山傾斜計南北成分の変化量の読み取り値 ($0.023 \mu\text{radian}$) から、体積変化量を計算し、その体積変化量を用いて、他の観測点における傾斜変動量を推定した結果。上段：ソースを標高 1500mと仮定した場合。下段：ソースを標高 1000mと仮定した場合。

- ・仮に塩野山観測点で観測された変動が本物であったとしても、各深さケースにおける塩野山以外の観測点での推定される傾斜変動量は、せいぜい数十ナラジアン程度であり、ノイズレベルを考慮すると、検出が難しいレベルであったと考えられる。

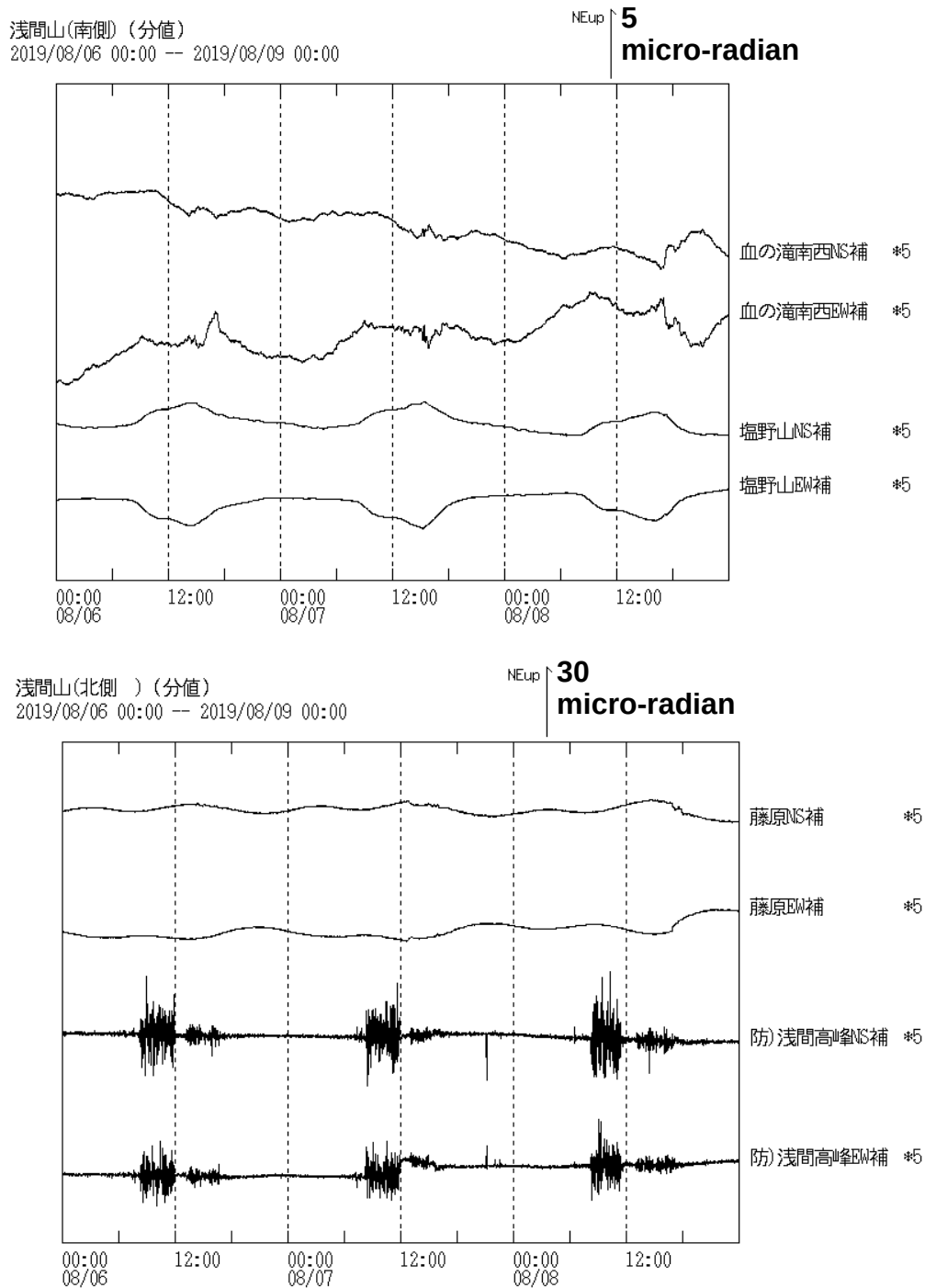


図 17-5 浅間山 傾斜観測データ (2019 年 8 月 6 日～2019 年 8 月 8 日)
データは 1 分間平均値、潮汐補正済み。右上にスケールを表す。

- ・ 8 月 7 日の噴火直前に、数分～数時間スケールの傾斜変動は認められない。

↓ 8月7日の噴火

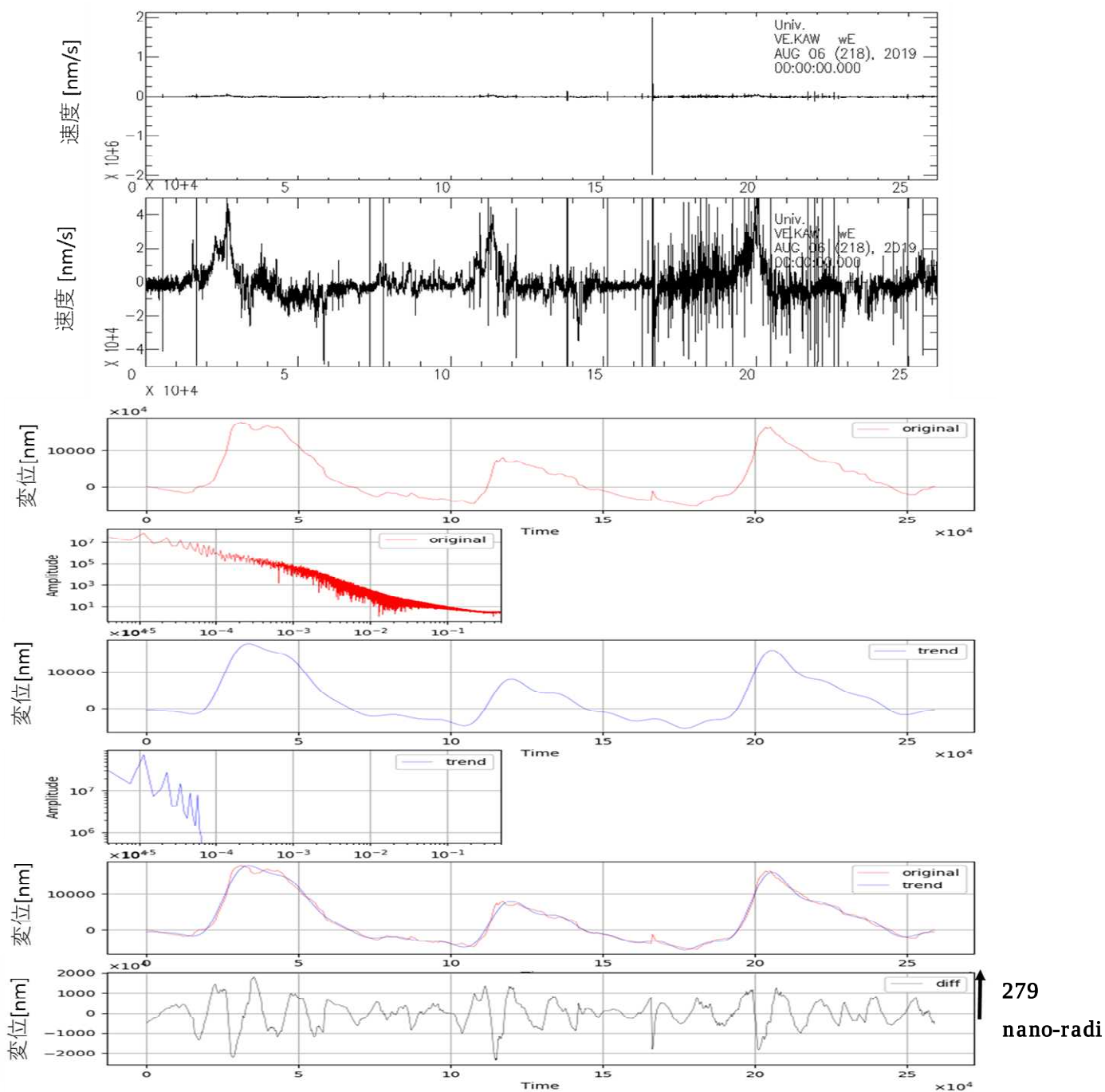


図 17-6 浅間山 噴火直前の傾斜変動（8月6日～8月8日）

火口西（東大）観測点の広帯域地震計の東西成分波形を傾斜計相当に変換して、噴火前に数時間程度スケールの傾斜変動の有無を確認した。1 段目：生波形。2 段目生波形（縦軸拡大）。三段目：一時間程度（0.017Hz）のローパスフィルターを通してから変位に変換した波形。四段目：三段目の FFT の結果。五段目：4 段目の FFT から、4 時間より短い波を除去し、逆変換してトレンドを求めた波形。六段目：5 段目に含まれる周波数成分。7 段目：3 段目と 5 段目の比較。8 段目：3 段目から 5 段目を引き、数時間程度の時間スケールを取り出した波形。右の矢印は、傾斜計相当への物理量変換量を示す。

- ・噴火直前にノイズレベルを超えるような数時間スケールの傾斜変動は認められない。

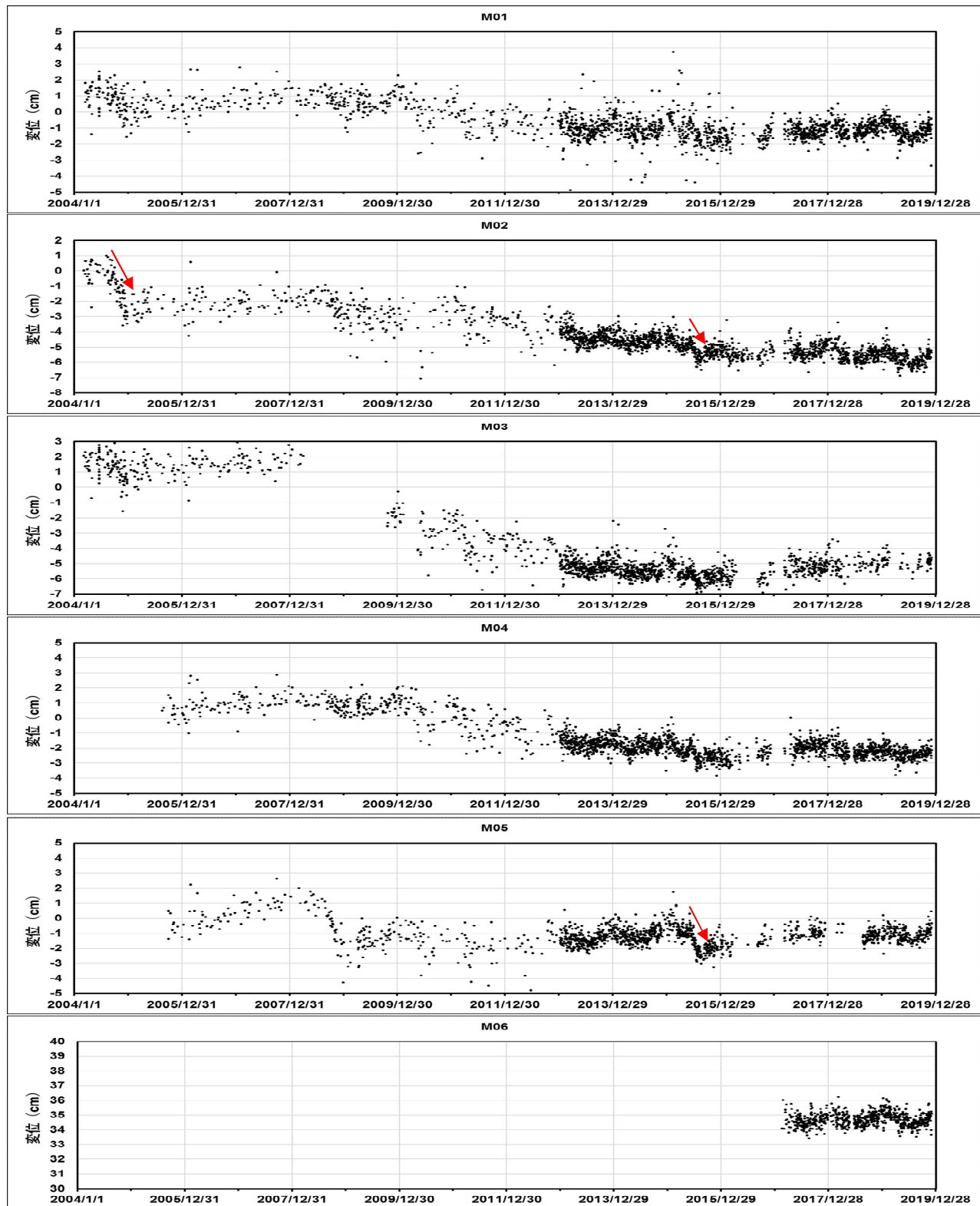
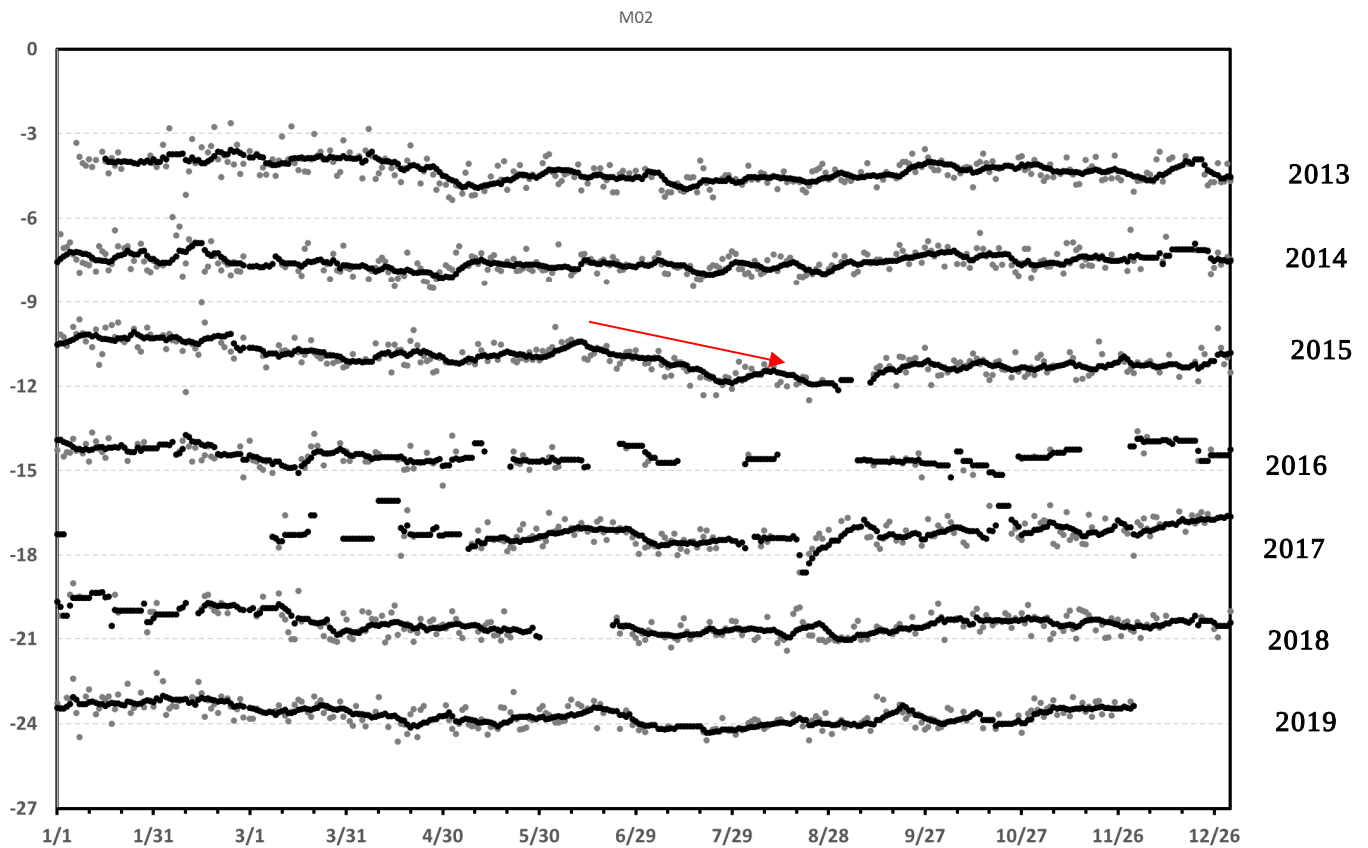


図 18-1 浅間山 光波測距の結果

観測点配置は図 18-2 参照。

・2004 年、2015 年に見られたような、基線の短縮傾向は認められない。

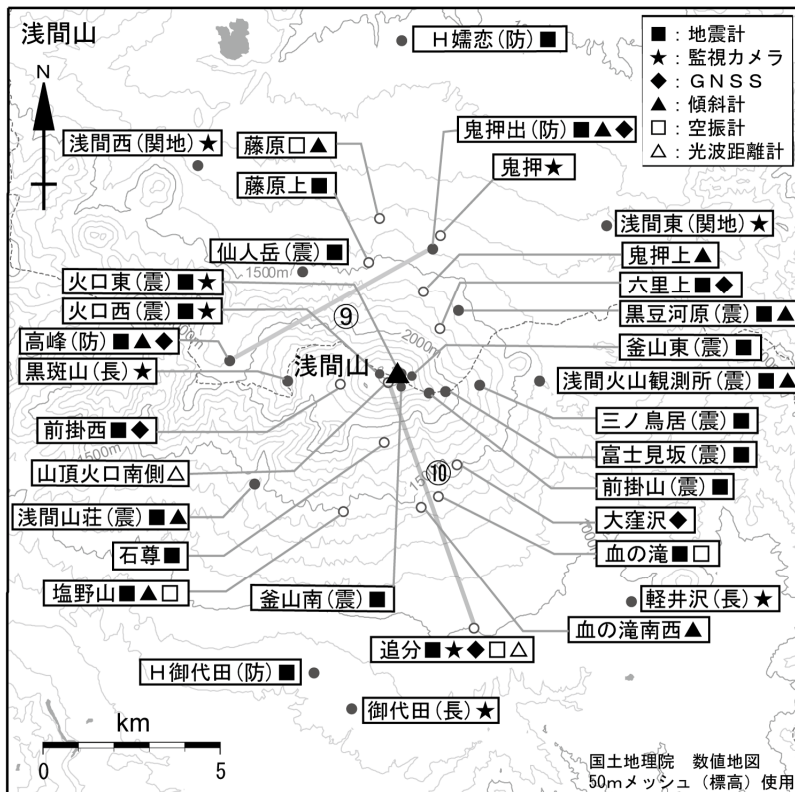


7km程度先に
機械点

図 18-2 浅間山 光波測距の結果 (M02 観測点) と観測点配置図

一年ごとに3cm ずらして表示している。

・2019 年には年周変化を超えるような変化は認められず、2015 年 6 月の噴火前後にみられたような基線の短縮傾向 (図中赤矢印) は認められない。



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、(震): 東京大学地震研究所、
 (関地): 関東地方整備局、(長): 長野県

図19 浅間山 観測点配置図

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線)』及び『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

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

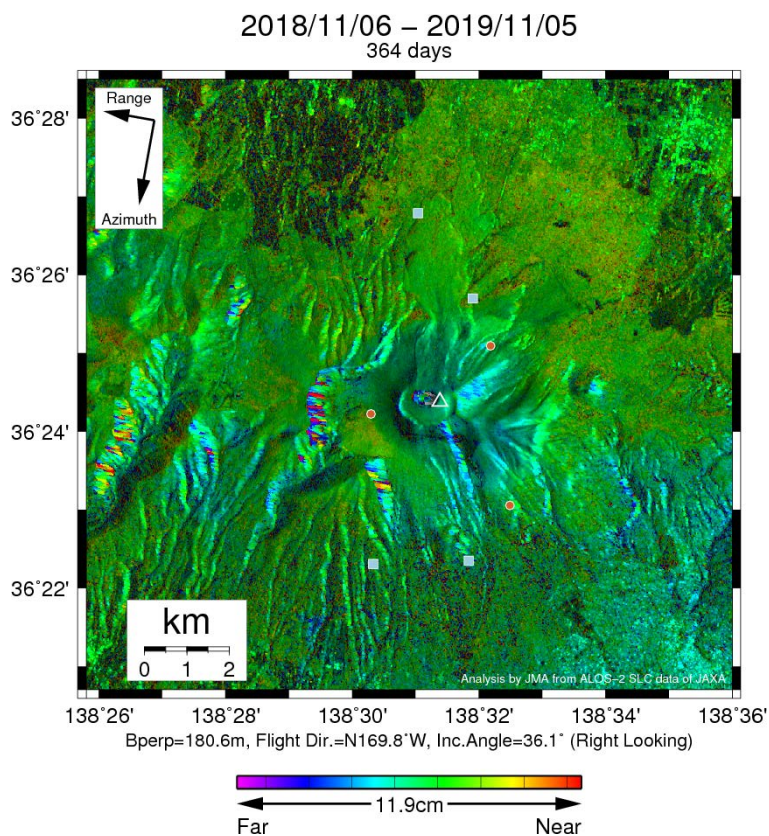
Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
19-2880(SM1_U2_7)	南行	右	36.1°	2018.11.06	2019.11.05	第 1 図
125-720(SM1_U2_6)	北行	右	32.4°	2019.05.19	2019.11.03	第 2 図

3. 解析結果

南行軌道の長期ペア、北行軌道の短期ペアについて解析を行った。ともにノイズレベルを超えるような位相変化は検出されなかった。

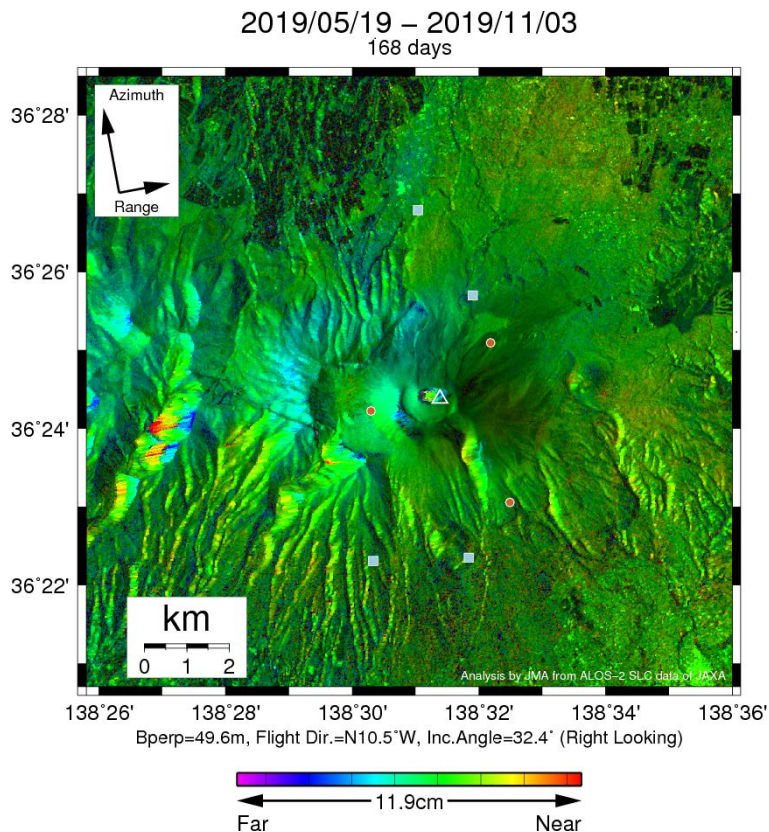
謝辞

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 パス 19 (SM1-U2_7) 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。



第 2 図 パス 125 (SM1_U2_6) の短期ペアによる浅間山及び周辺の干渉解析結果

凡例は第 1 図と同じ。ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

気象レーダーで観測した 2019 年 8 月 7 日

浅間山噴火に伴う噴煙・火山灰雲エコーについて

- ・長野レーダー（浅間山の S41W、45km）によって、仰角 2.8° （ビーム中心・海拔約 4.2km に相当）以下で弱いエコーを捉えた。
- ・レーダーのスキャンシーケンスや感度等の問題で、噴煙高度を精度良く推定するための十分なデータが得られていない。

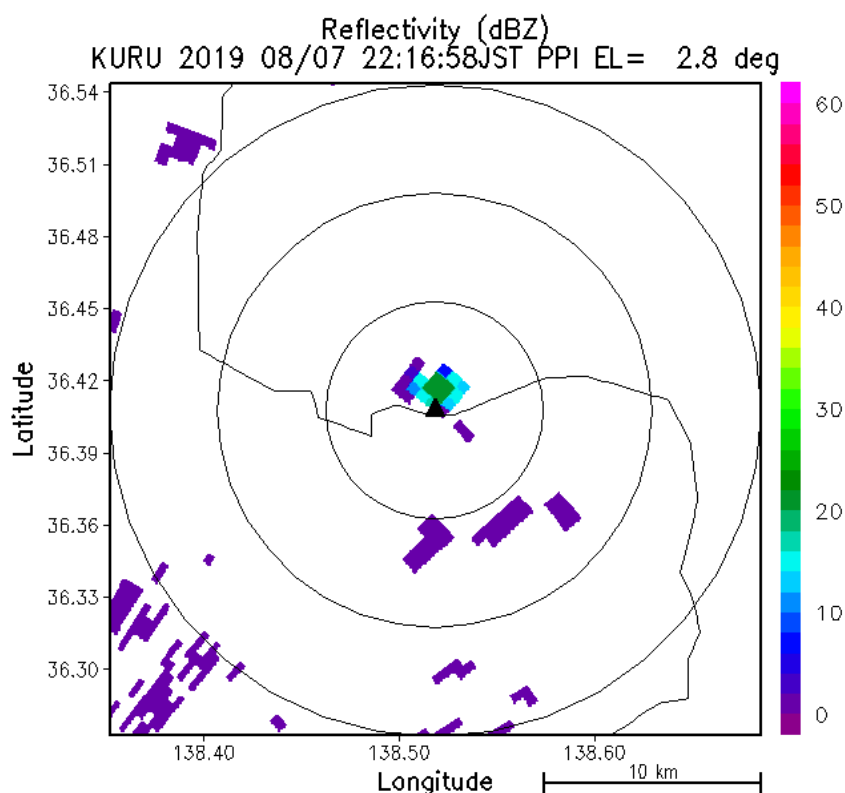


図 1 : 2019 年 8 月 7 日 22 時 17 分 (JST) の長野レーダーによる反射強度
同心円は火口から約 5km、10km、15km を示す。

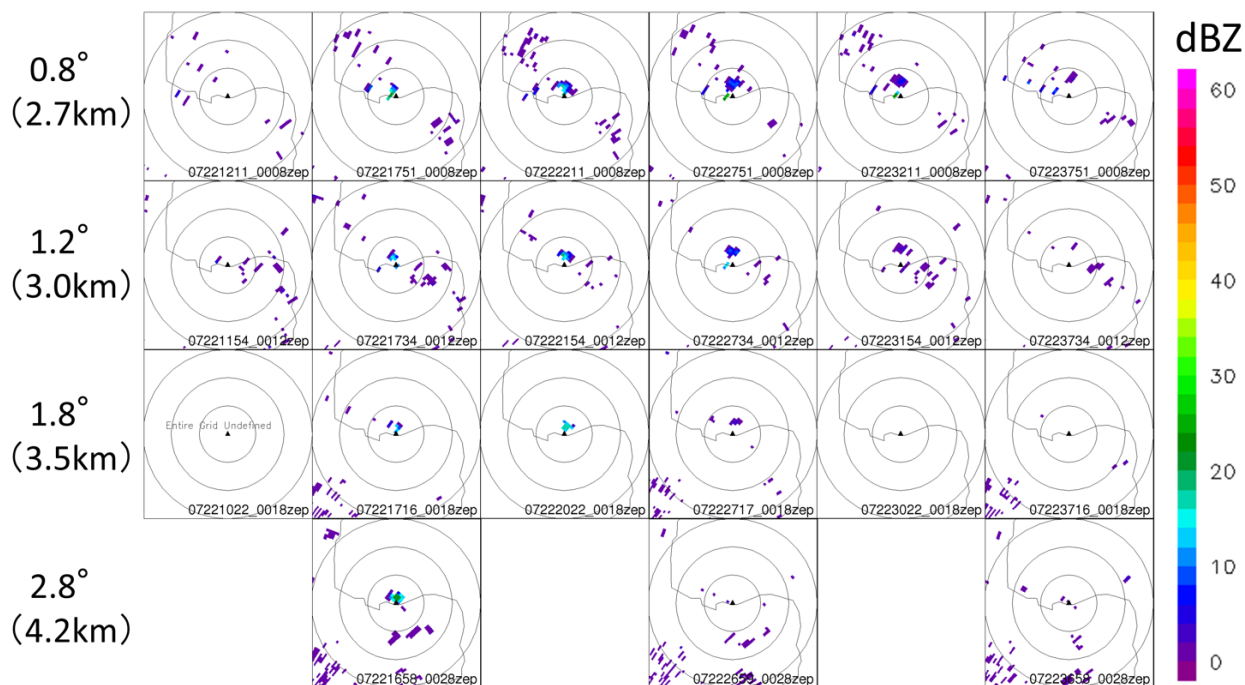
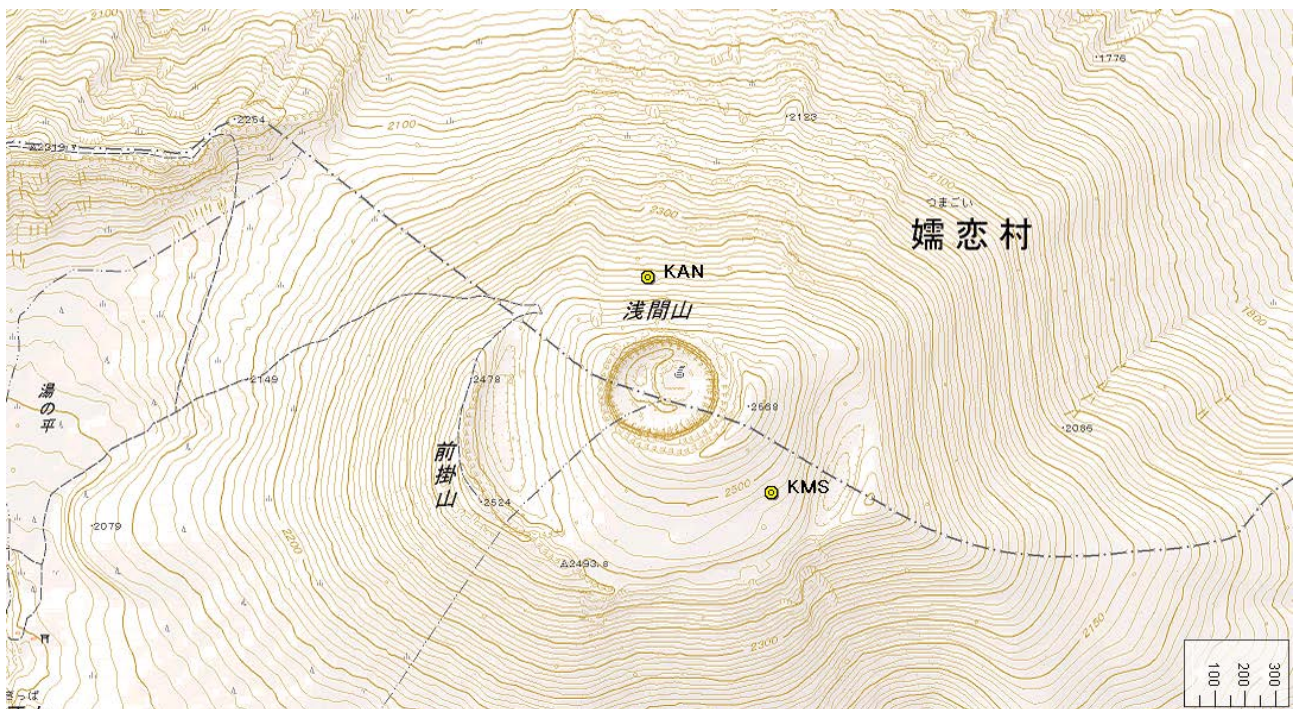


図 2 : 2019 年 8 月 7 日 22 時 10 分～40 分 (JST) の長野レーダーによる反射強度時系列 (抜粋)
同心円は火口から約 5km、10km、15km を示す。時刻は、左側から右側に向かって進む。

注意：エコー高度の精査や気象（降水）エコーとの区別など、更なる解析が必要。ビーム高度は、等価地球半径を地球半径の 4/3 倍と近似して計算した。大気屈折率とビーム幅による誤差、低仰角では観測データが地形除去処理の影響を受けることに注意。現状では、噴煙エコーと局所的な気象（降水）エコーとの明瞭な区別は出来ない。

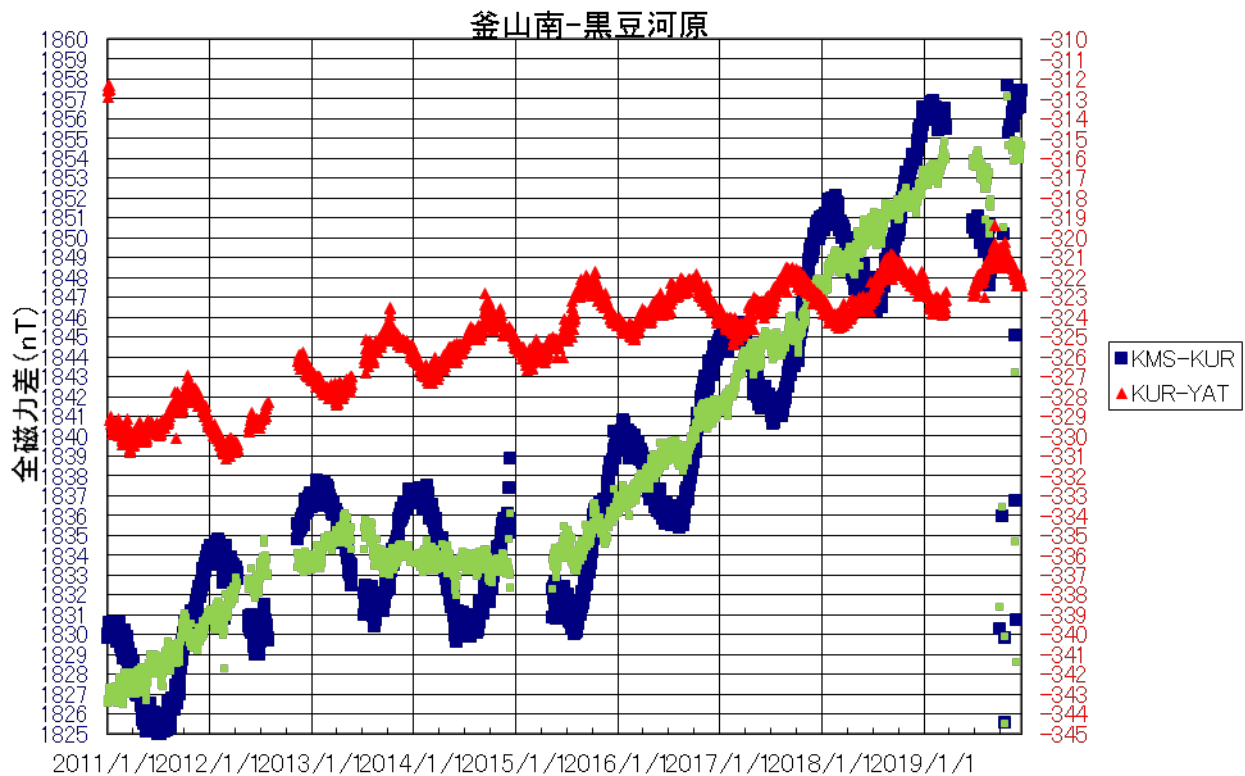
浅間山全磁力

火口南東およそ 450m に位置する KMS では、2015 年 8 月から再び増加傾向に転じ、2013 年以前の状況に戻っていることが認められていたが、2019 年 3 月～8 月初頭にかけて減少傾向が見られた（既報）。その後は、元の増加傾向に回復したように認められる。

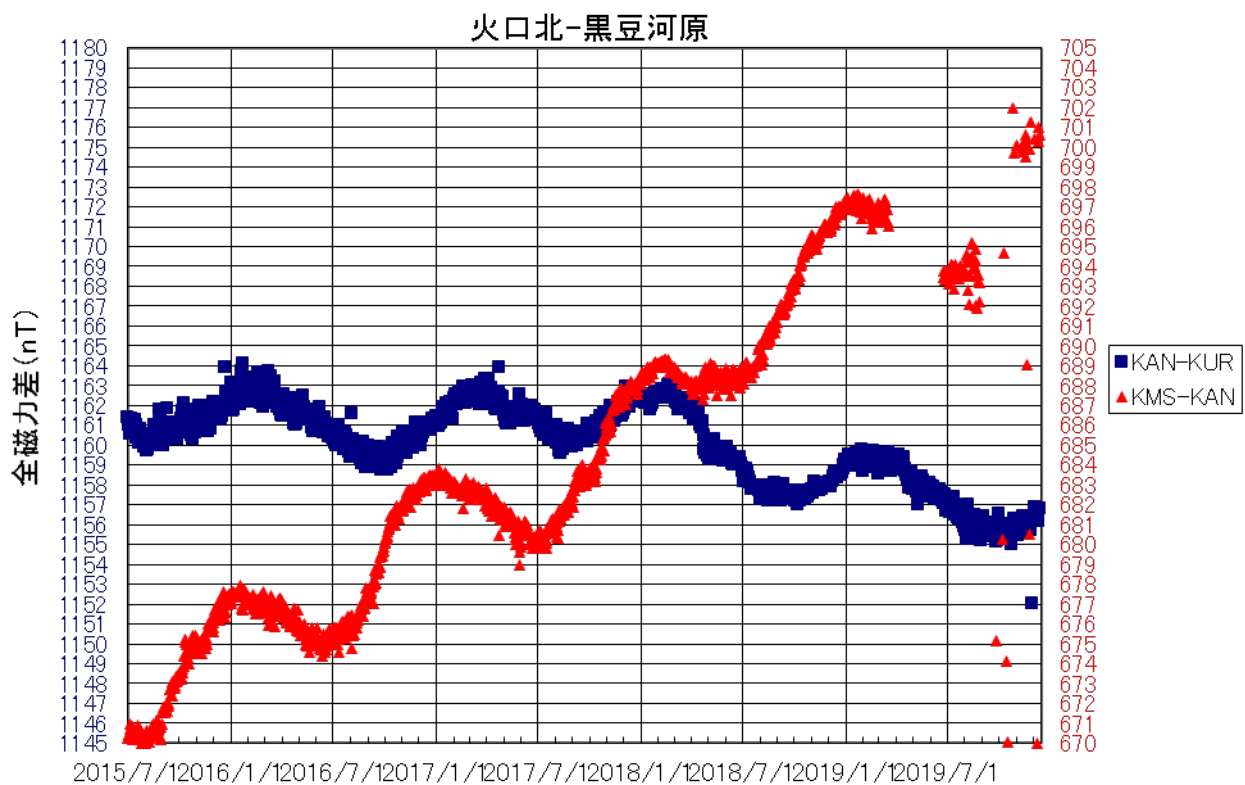


浅間山釜山周辺の地図、図中黄丸が釜山南全磁力観測点（KMS）および火口北全磁力観測点（KAN）。なお、黒豆河原全磁力観測点(KUR)は火口から 4km ほど離れた磁場参照点。

※ 地図は国土地理院発行数値地図をもとにカシミール3Dで作成しました。



図中緑の■は KMS-KUR から年周変化を差し引いたもの。2019 年 3 月頃より減少傾向に転じた。8 月中旬以降はまた増加傾向に戻ったようにみられる。



麓の KUR を基準とした KAN のトレンド成分はおよそ -1nT/年 の微減状態を示している。

浅間山

浅間山火口底の熱赤外面像

浅間山火口西観測点に設置している赤外カメラの画像を基にした火口底の温度変化を示す。図 1 は 2009 年 8 月以降の日々の温度変化, 図 2 は 2019 年 6 月 1 日以降の毎時の温度変化である。火口底中央にある噴気孔を含む範囲内の最高温度, 平均温度, 最低温度の日別・時間別の最高値をそれぞれ赤丸, 緑丸, 青丸でプロットした。天候不良やカメラへの着冰雪などの影響で極端に低い温度を示すことがある。図 3 は図 2 と同期間の最高, 平均, 最低温度の毎分値の差である。桃色は最高温度-最低温度, 黄色は最高温度-平均温度, 水色は平均温度-最低温度を示す

噴気孔の温度は 2009 年 10 月以降概ね緩やかな低下傾向が続いていたが, 2015 年 6 月に微噴火に伴う急激な温度上昇が観測された。2016 年 10 月の観測再開以後は 2017 年 12 月まで高温状態が続いていたが, 2018 年 1 月上旬からは 2014 年と同等かそれ以下の温度で推移していた。2019 年 8 月 7 日の噴火に先行する 7 月 27 日から温度が低い状態となり, 8 月 25 日の噴火以降もその状態が続いている。

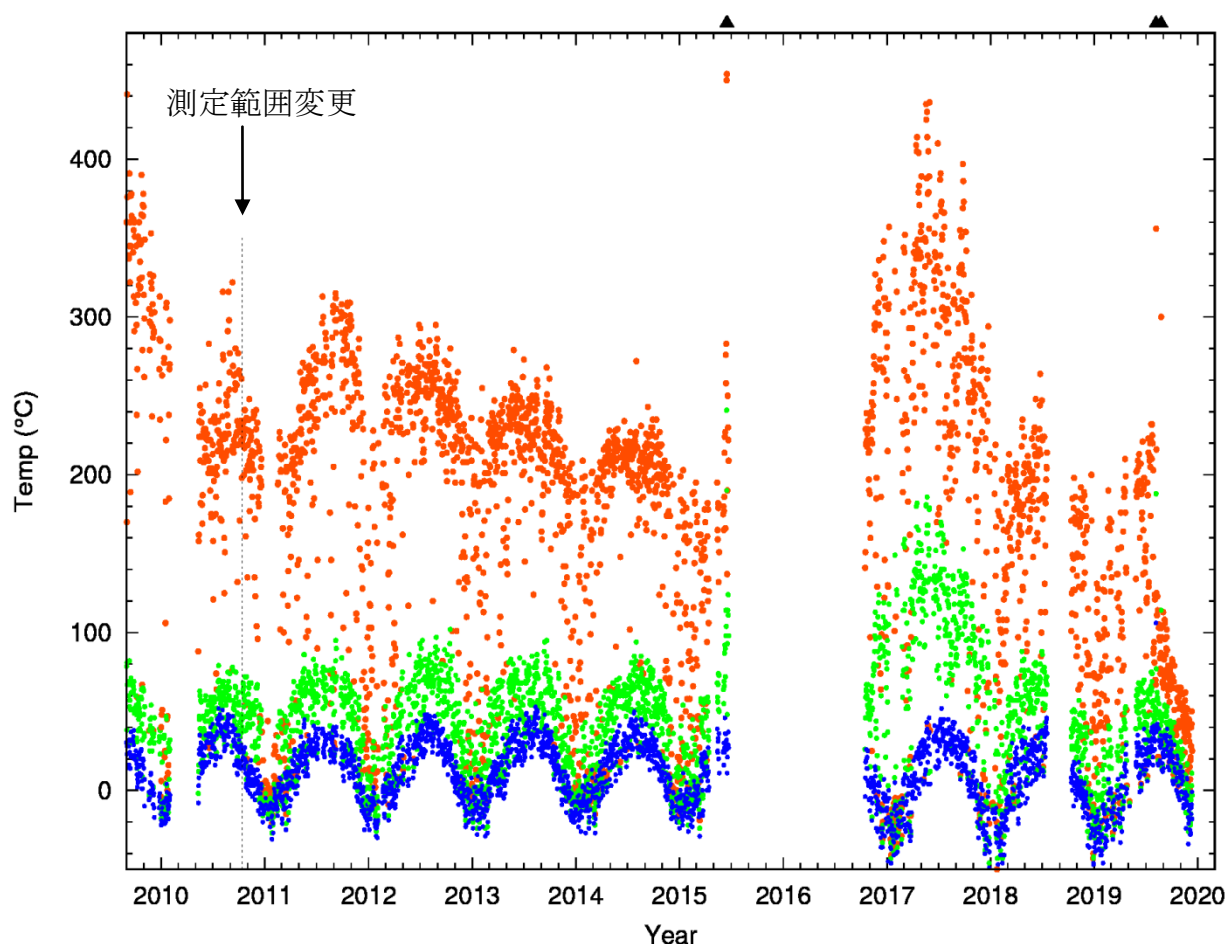


図 1. 2009 年 8 月 25 日から 2019 年 12 月 12 日までの火口底温度の日変化.
赤は最高温度, 緑は平均温度, 青は最低温度を示す。

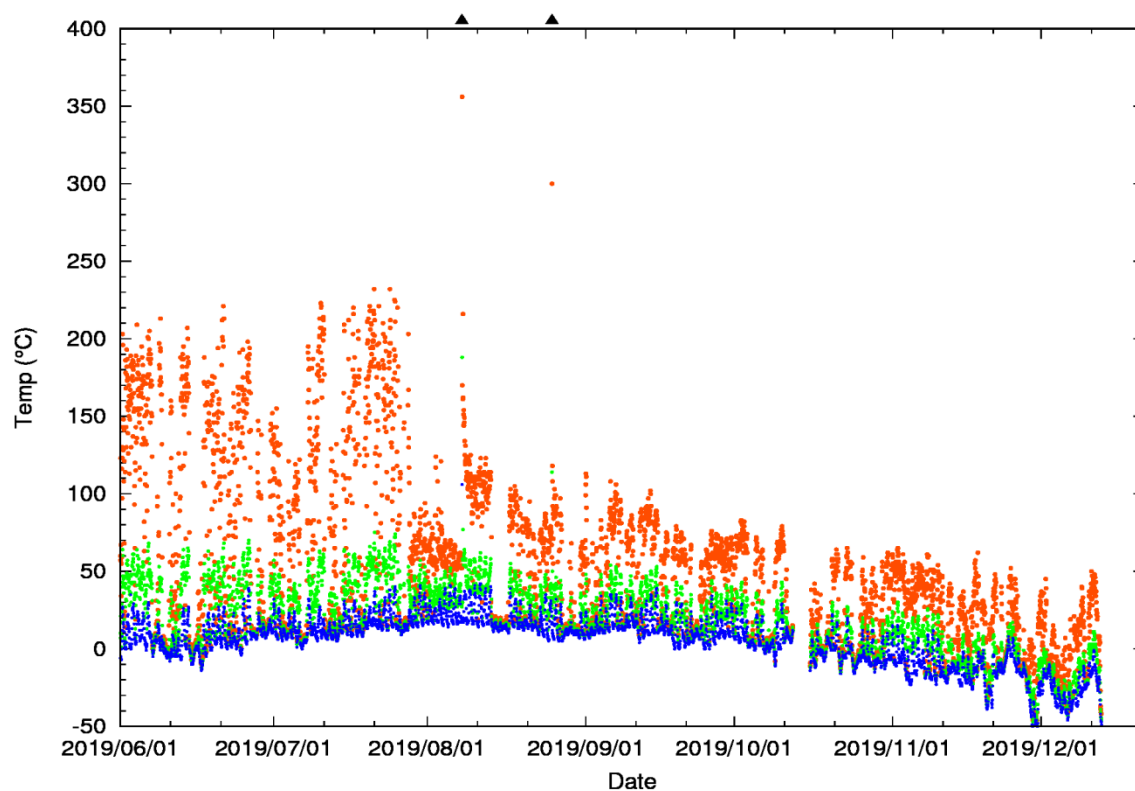


図 2. 2019 年 6 月 1 日から 12 月 12 日までの火口底温度の 1 時間毎の変化.

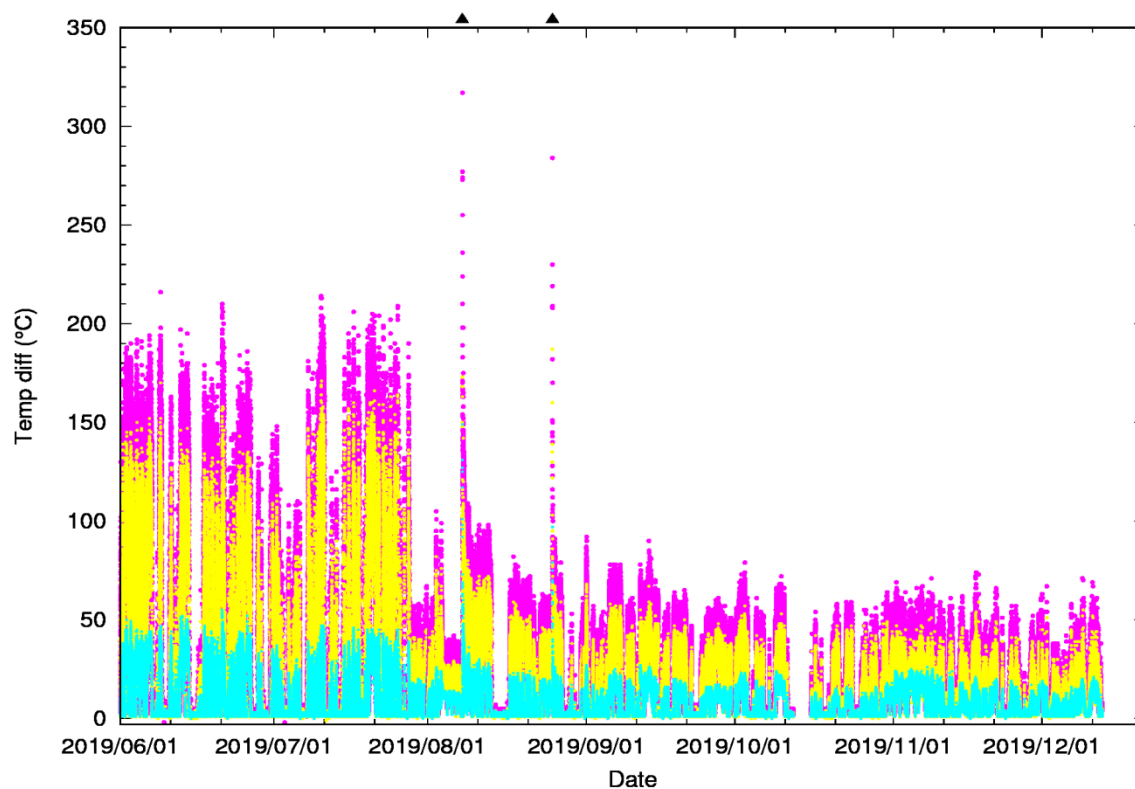
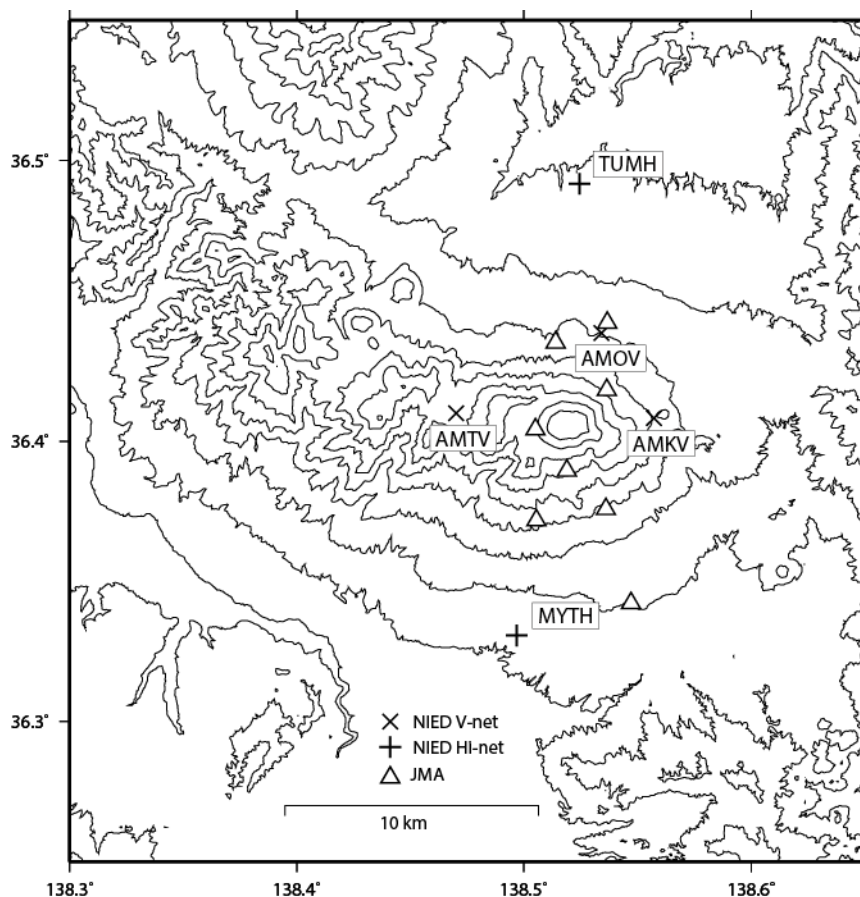


図3. 図 2 と同期間の温度差(毎分値)の変化. 桃色は最高温度-最低温度, 黄色は最高温度-平均温度, 水色は平均温度-最低温度を示す.

浅間山の火山活動について



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

火山活動に伴うような明瞭な地殻変動は観測されなかった。

浅間山の傾斜変動 (2010/4/26~2019/11/30)

浅間山の傾斜変動 (2019/5/1~2019/11/30)

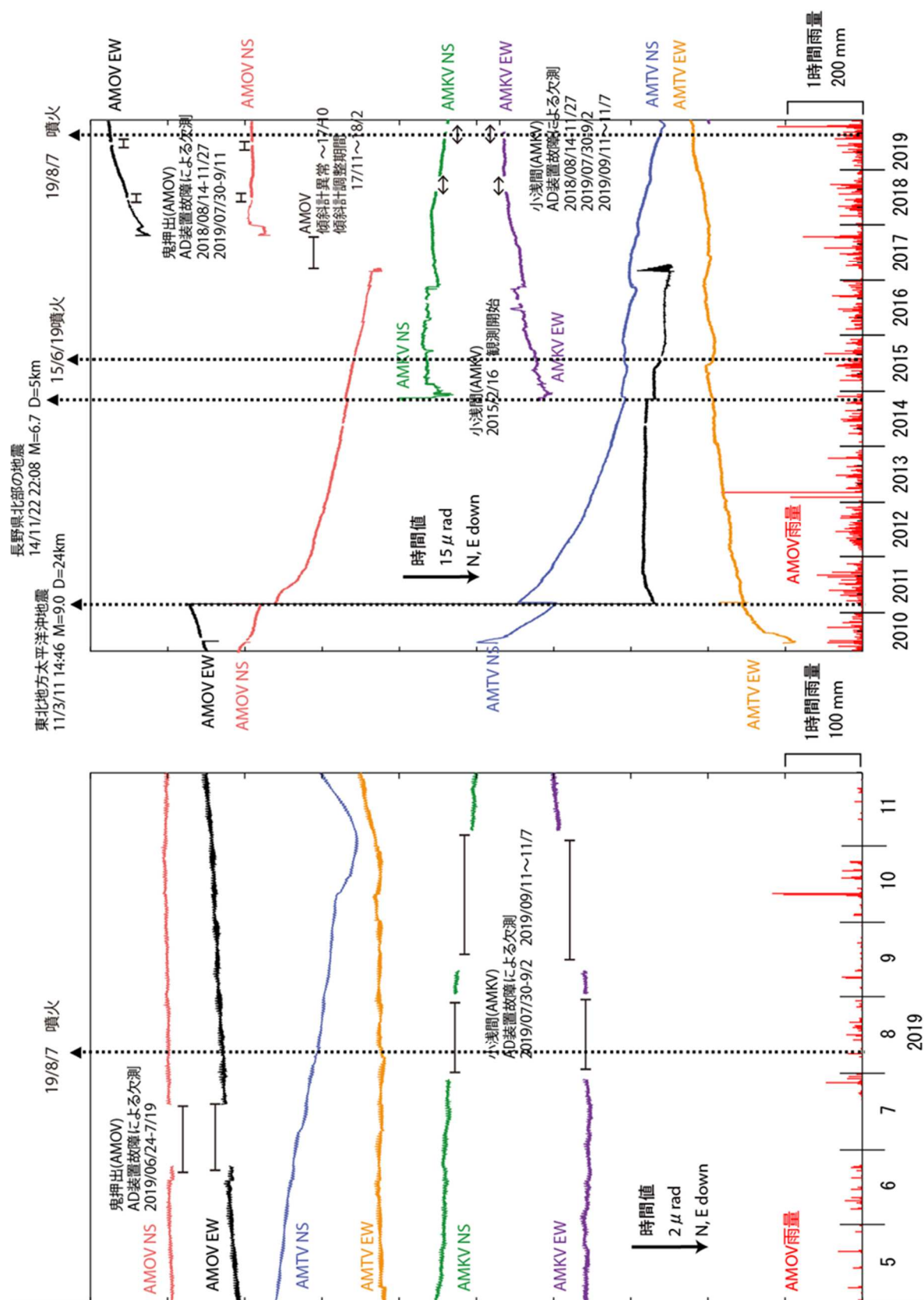


図 1 浅間山の傾斜変動

浅間山

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、
2018 年 10 月 1 日-2019 年 9 月 30 日の地殻変動【嬬恋 (0221) 固定】

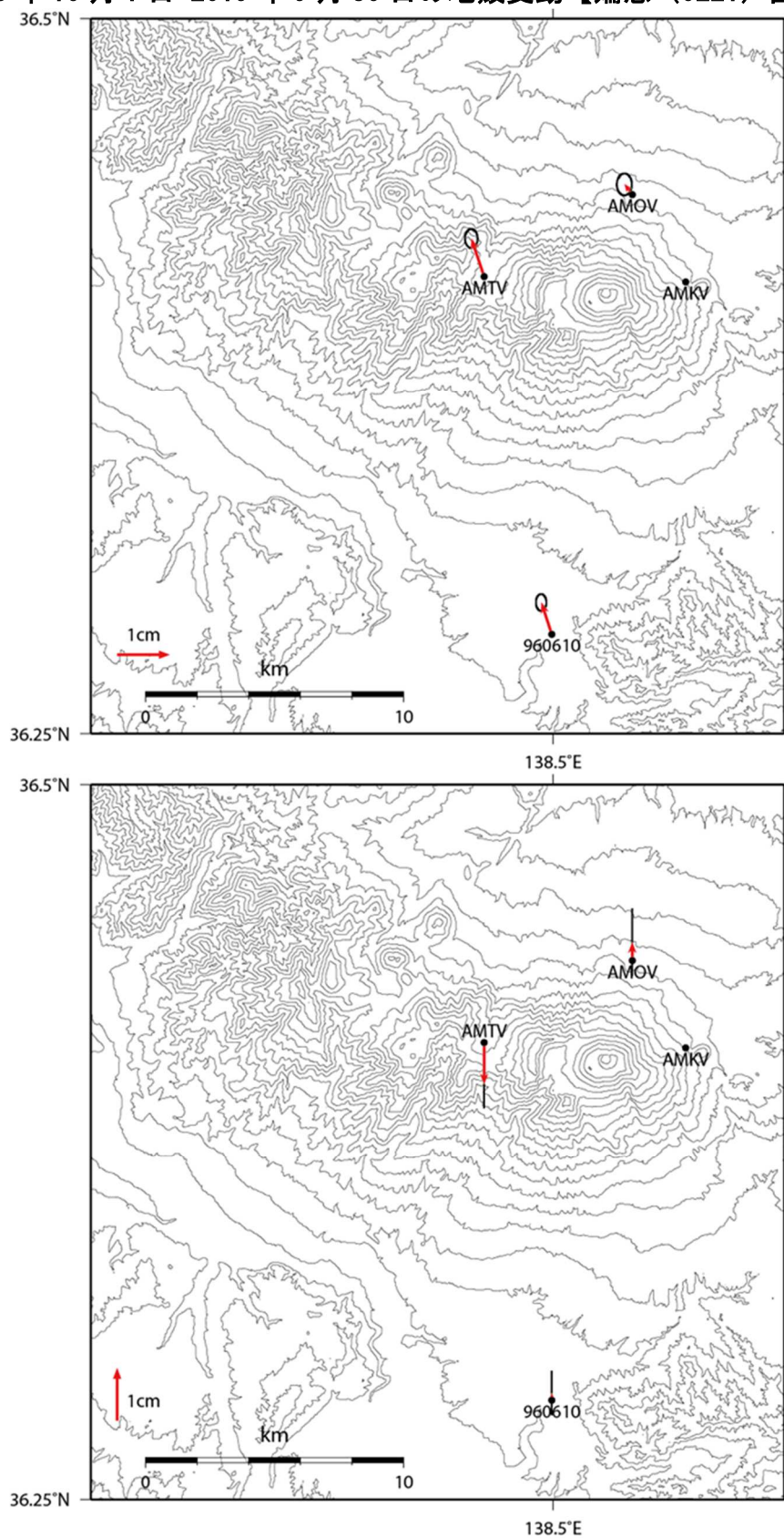


図 2 浅間山周辺の GNSS 解析結果.
(上段：水平成分、下段：上下成分)

浅間山

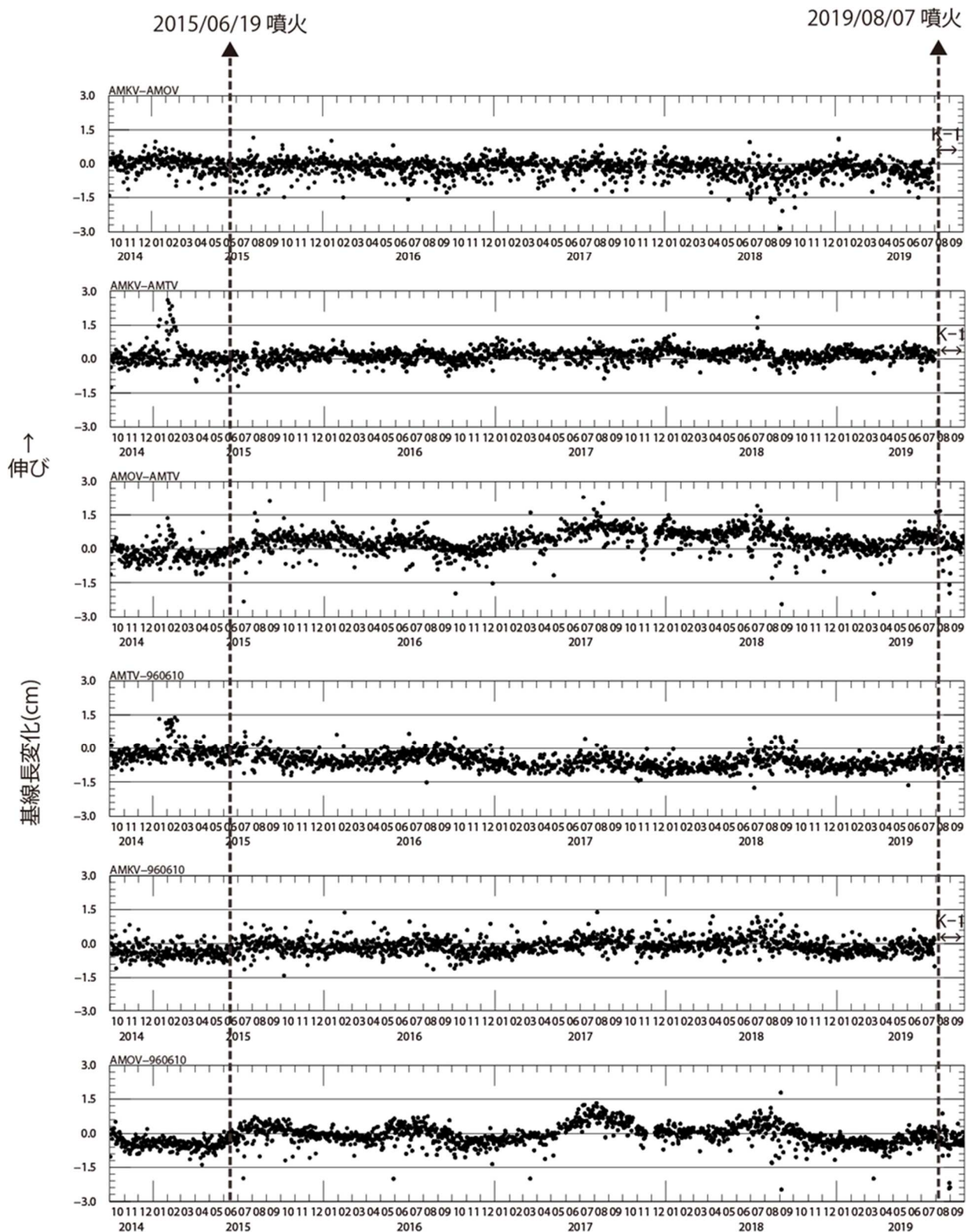


図 3 防災科研観測点 3 点（鬼押出，高峰，小浅間）および GEONET 草津 (0610) 間の基線長変化。2014/10/1～2019/9/30

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

浅間山 2018 年 8 月 7 日噴火火山灰の X 線回折測定結果

概要

浅間山から 2019 年 8 月 7 日に噴出した火山灰を構成する主要な鉱物を同定するため、粉末 X 線回折 (XRD) 測定を行なった。その結果、珪化の進んだ酸性の変質帯由来の鉱物が多く検出されたことから、今回の噴火は水蒸気噴火の特徴を持つと考えられる。

測定試料

使用した試料は 8 月 8 日午後に火口から北北東に約 4.5 km 離れた鬼押出し園前で採取した降下火山灰で、主に凝集粒子からなっている。水洗した試料の顕微鏡観察結果では、変質岩片を主体とし、少量の結晶片と極少量の未変質の溶岩片や発泡ガラス片を含んでいる。

測定結果

乾燥した試料粉末の不定方位法の測定結果 (図 1 下段) では斜長石、トリディマイト、クリストバライト、Na ミョウバン石、石膏および硬石膏が検出された。また、ヘキサハイドライトの可能性もあるピークも確認された。水簸により分離した細粒粒子 ($2\mu\text{m}$ 以下) による定方位法の測定結果 (図 1 上段) では、いわゆる粘土鉱物はほとんど認められず、わずかに雲母族鉱物が存在している可能性が示された。

斜長石以外の検出された鉱物は変質鉱物である可能性が高く、これらの鉱物組み合わせは今回の噴出物が珪化の進んだ酸性の変質帯由来の物質で主に構成されていることを示していると考えられる。

以上の特徴から、今回の噴火は山頂下に発達していた熱水系で起きた爆発であったと考えられる。

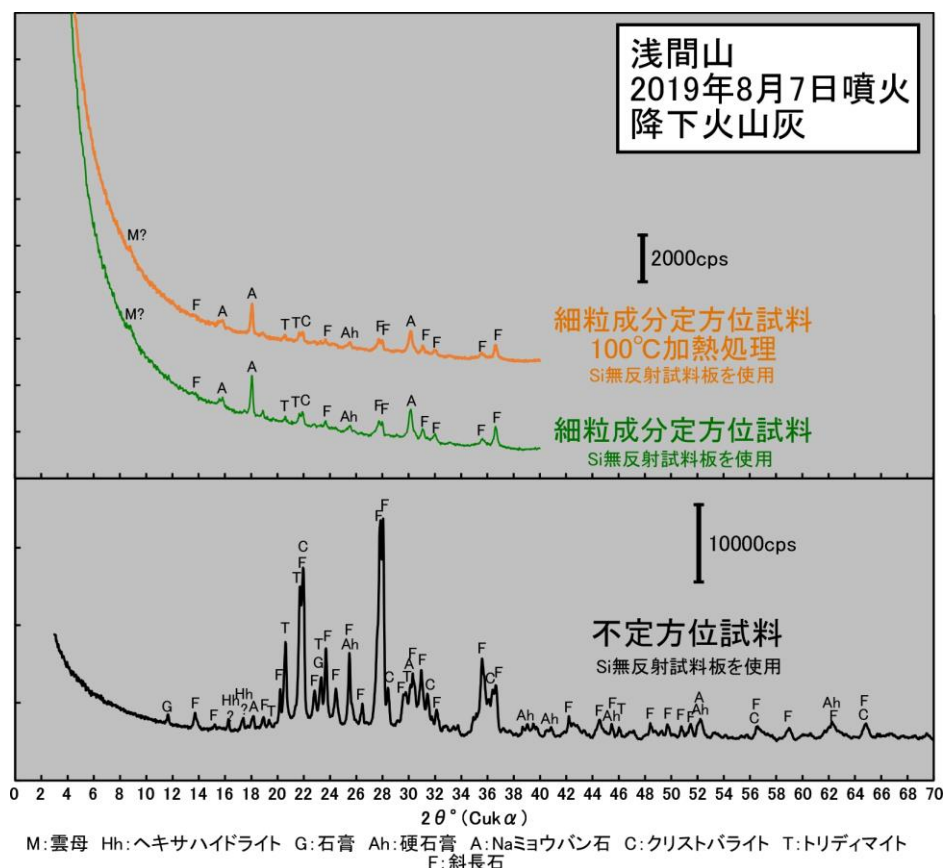


図 1. X 線回折測定の結果。

浅間山 2019 年 8 月 7 日噴火・8 月 25 日噴火による降灰分布

浅間山 2019 年 8 月の噴火で堆積した火山灰について、山麓地域で降灰調査をおこなった機関間でデータを共有し降灰分布図を作成した。その結果、8 月 7 日噴火では降灰分布軸は北方に伸びており、火口から 3 km で 10 g/m^2 程度、13 km で 0.1 g/m^2 程度の堆積があったものと考えられる。この分布から推定される降下火砕物の噴出量最小値は約 80 トンである。8 月 25 日噴火は 8 月 7 日噴火よりも小規模で、降灰分布軸は東に伸びており、火口から 5km で 0.1 g/m^2 程度の堆積があったものと考えられる。

1. 調査方法

8 月 7 日については 7 日の噴火直後から 8 日午後の激しい雷雨により火山灰が流失するまでの間、8 月 25 日噴火については翌 26 日から 27 日にかけての間に複数の火山研究者・研究機関が火山灰の堆積状況を調べた。十分な量の堆積がある場合には定面積採取をおこない単位面積あたりの堆積量を求めた。また、気象庁火山機動観測班や現地の方々に降灰状況の情報や火山灰試料の提供を受けた。分布地域全体を迅速に調査するため、調査範囲の調整と調査データの共有を進めた。

2. 降灰分布図（等重量線図）

8 月 7 日について共有したデータ（調査地点 47 点、うち堆積量測定 17 点）により明らかになった降灰分布を図 1 に示す。浅間山北麓地域の広い範囲に降灰があったと推測されるが、その中央付近に火口から北方向に向けて蛇行する降灰分布軸がある。降灰分布軸沿いの幅 2 km 程度の狭い範囲に降灰が集中している。降灰分布軸上では火口から 3 km で 10 g/m^2 程度、8 km で 1 g/m^2 程度、13 km で 0.1 g/m^2 程度の堆積があったものと考えられる。

8 月 25 日噴火について共有したデータ（調査地点 8 点、うち堆積量測定 4 点）により明らかになった降灰分布を図 2 に示す。火口から東方向に降灰分布軸があり、降灰分布軸上では火口から 5km で 0.1 g/m^2 程度の堆積があったものと考えられる。

3. 噴出量最小値の推定

今回得られた山麓地域の降灰分布から 8 月 7 日噴火降下火砕物の噴出量を Fierstein and Nathenson (1992) の方法により求めた結果は約 80 トンであった。この推定方法で求まる火口近傍での厚さは 0.1 mm 程度(図 3)で、火口地域の機上観察結果と比較してあきらかに過小評価である。また、小規模な噴煙からの降下火砕物は、大規模なプリニー式噴煙に比べて火口近傍に堆積する割合が大きくなる傾向がある。したがって約 80 トンという値はこれを下回ることはないと考えられる最小値であり、正確な噴出量推定には火口近傍の堆積量見積もりを別途おこなう必要がある。

8 月 25 日噴火の降下火砕物の噴出量については層厚-面積曲線を描くことができないので同様な方法で見積もることが困難である。しかし Legros (2000)の方法による噴出量の最小見積もりは約 3 トンであり、また層厚-面積曲線が 8 月 7 日噴火と同様の傾きを持つとすれば、図 3 上では 8 月 7 日噴火の層厚-面積曲線より一桁程度小さい位置を通過すると考えられる。したがって 8 月 7 日噴火の 10 分の 1～数 10 分の 1 程度の噴出量である可能性が高い。

以上の結果は今後の調査・研究の進展により修正されることがある。

謝辞 地元の皆様には降灰状況について情報を提供して頂いた。気象庁火山監視警報センター火山機動観測班と中央開発株式会社神田 淳氏には火山灰試料を提供して頂いた。気象研究所谷口無我氏と産業技術総合研究所下司信夫氏には試料処理結果を提供して頂いた。記してお礼申し上げる。

浅間山合同調査班(2019 年 8 月 7 日～8 月 8 日および 8 月 26 日～8 月 27 日)

長井雅史 1、及川輝樹 2、前野 深 3、安井真也 4、辻 浩 3、寺田暁彦 5、三輪学央 1、松本恵子 2、森田雅明 2、小川康雄 5

(1:防災科学技術研究所、2:産業技術総合研究所地質調査総合センター、3:東京大学地震研究所、4:日本大学文理学部地球科学科 5:東京工業大学火山流体研究センター)

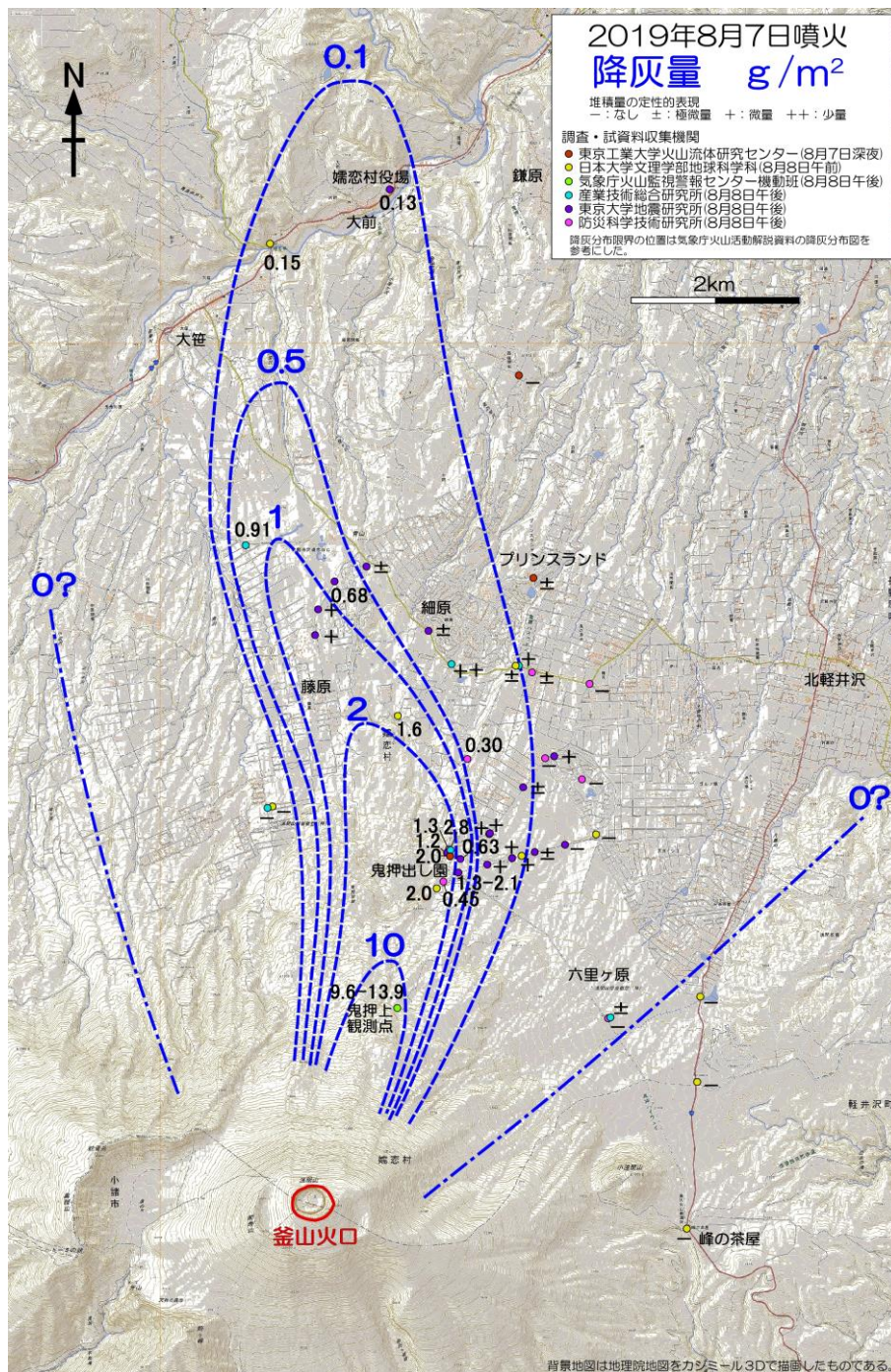


図1. 2019年8月7日噴火の降灰量分布

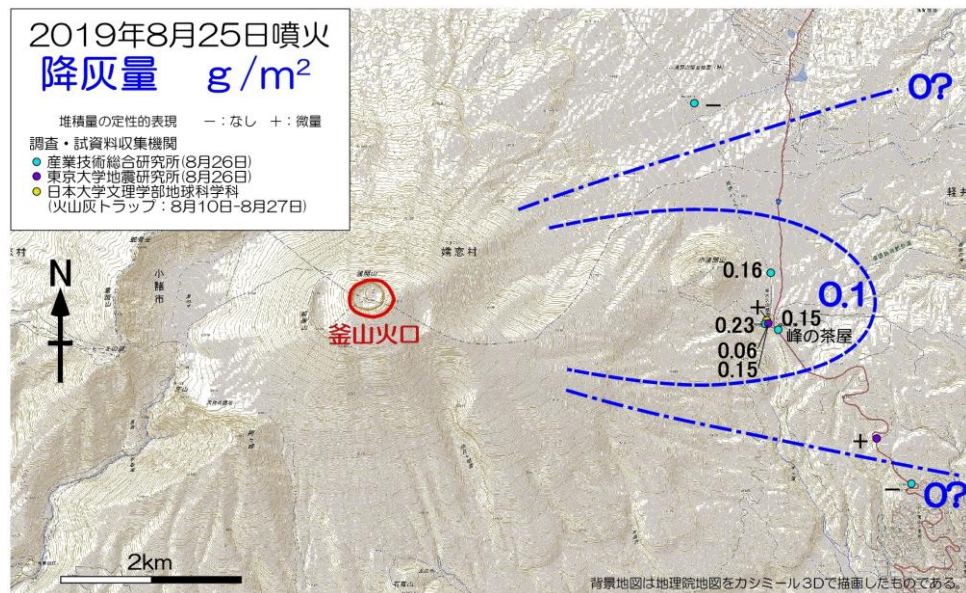
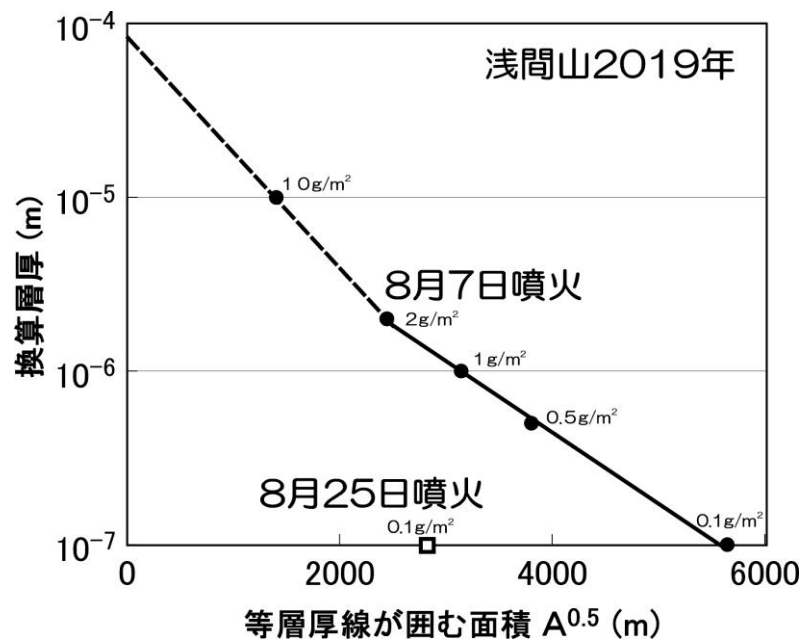


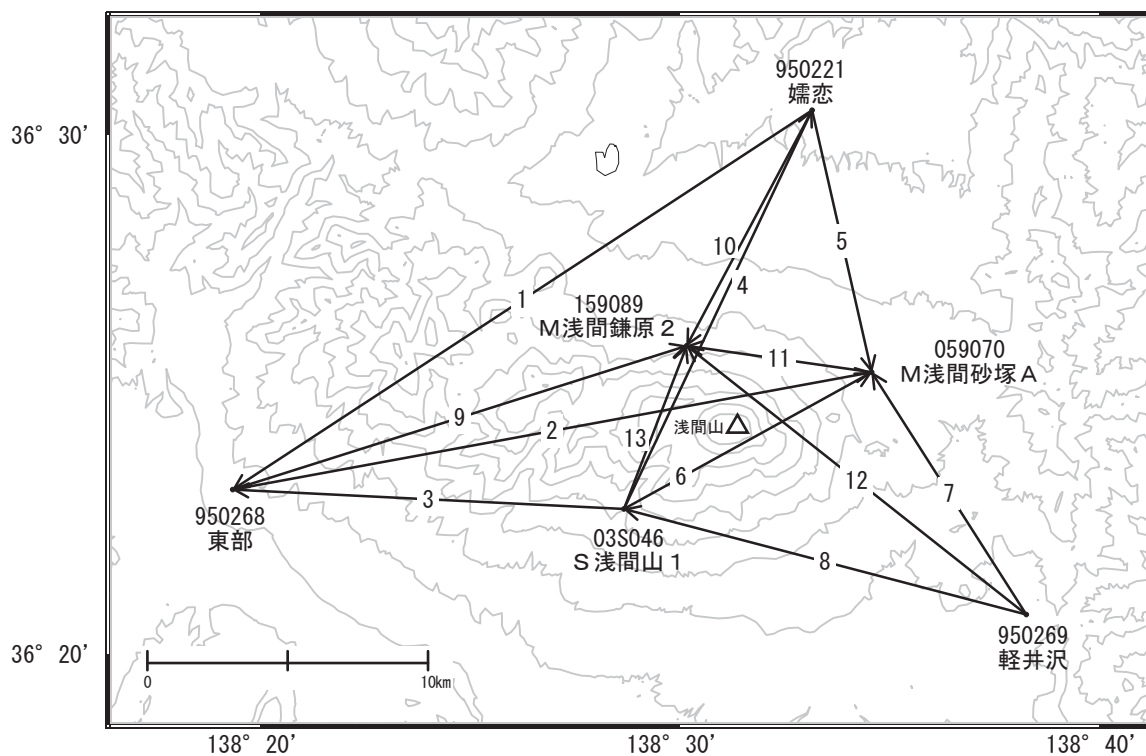
図 2. 2019 年 8 月 25 日噴火の降灰量分布

図 3. 2019 年 8 月の浅間山噴火降灰量の層厚-面積曲線
(堆積密度を $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ とした場合)

浅間山

顕著な地殻変動は観測されていません。

浅間山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

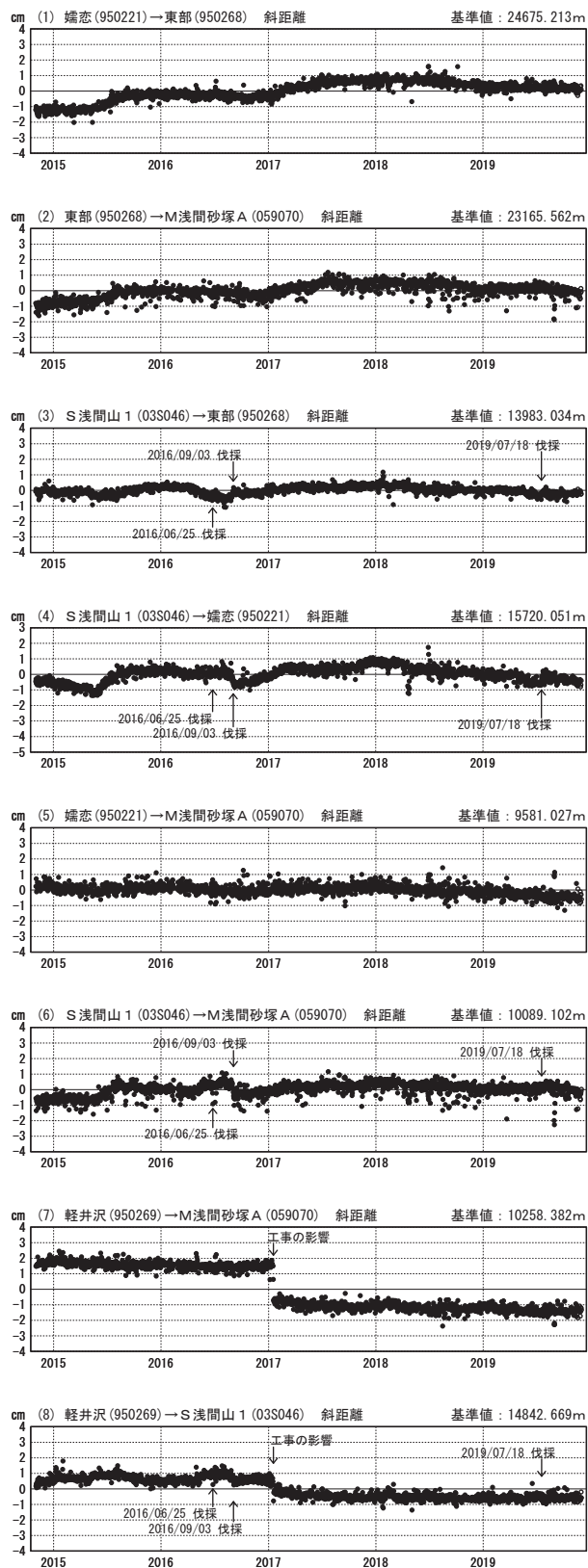


浅間山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
03S046	S浅間山1	20160625	伐採
		20160903	伐採
		20190718	伐採
059070	M浅間砂塚A	20150820	受信機交換
		20161129	受信機交換
159089	M浅間鎌原2	20150722	新設
950269	軽井沢	20191024	受信機交換
950221	嬬恋	20191025	受信機交換

基線変化グラフ（長期）

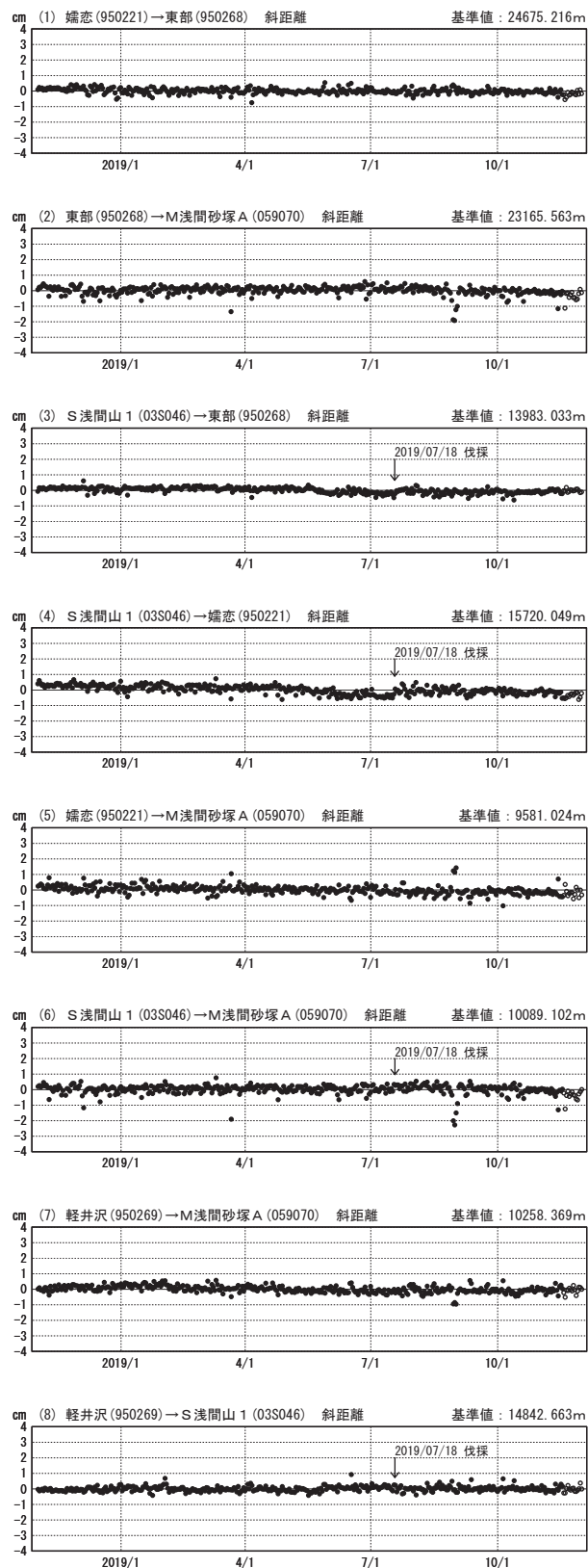
期間：2014/11/01～2019/11/30 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

基線変化グラフ（短期）

期間：2018/11/01～2019/11/30 JST



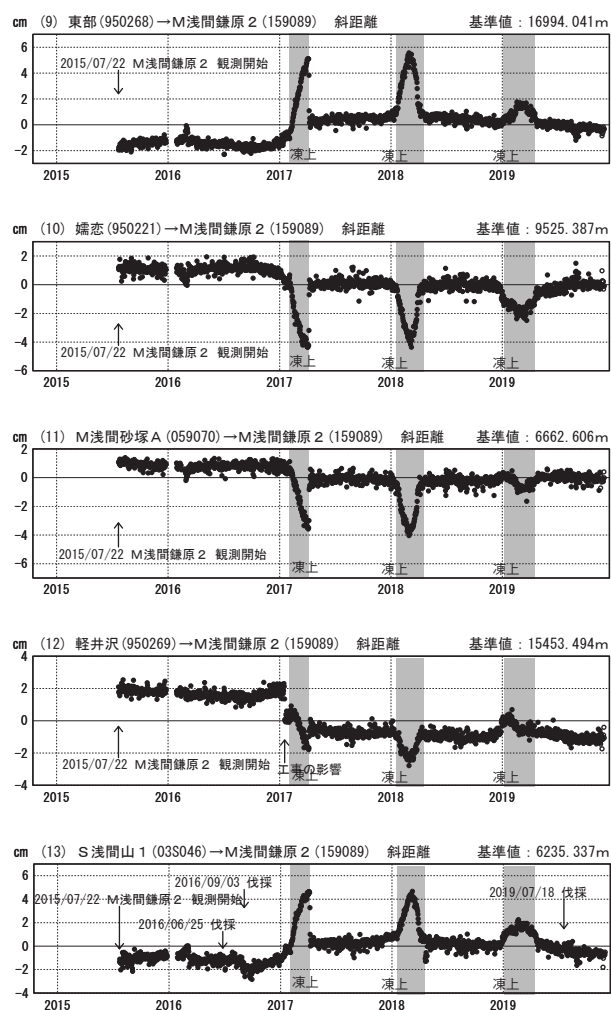
国土地理院

※[R3: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）

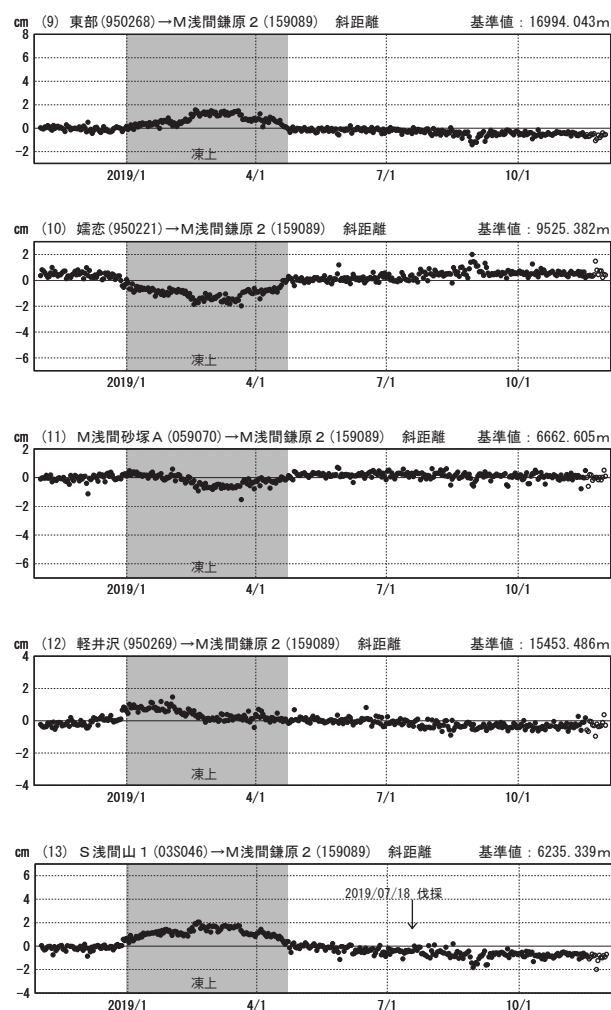
期間：2014/11/01～2019/11/30 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

基線変化グラフ（短期）

期間：2018/11/01～2019/11/30 JST



国土地理院

(注) 「M浅間鎌原 2」について

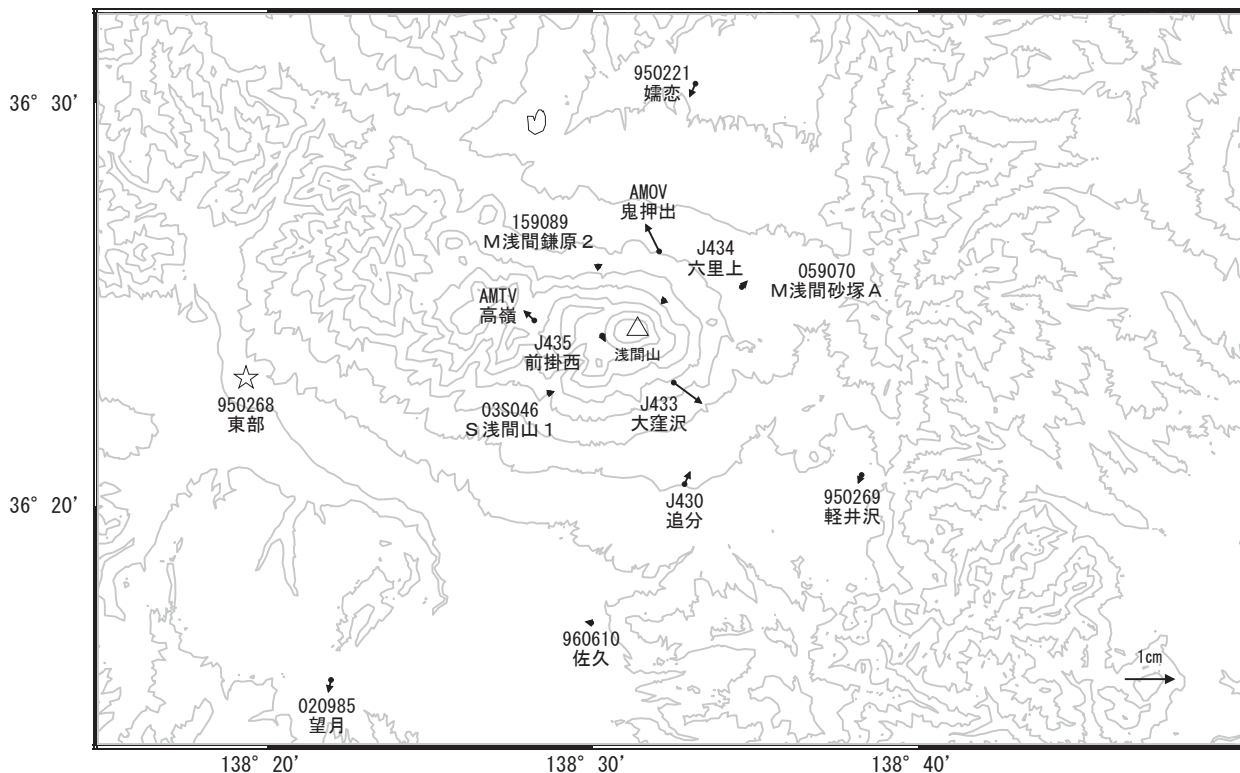
- ・2017年2月4日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。
- ・2018年1月22日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。
- ・2019年1月1日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。

※[R3: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:2019/08/21~2019/08/30[F3:最終解]
 比較期間:2019/11/21~2019/11/30[R3:速報解]

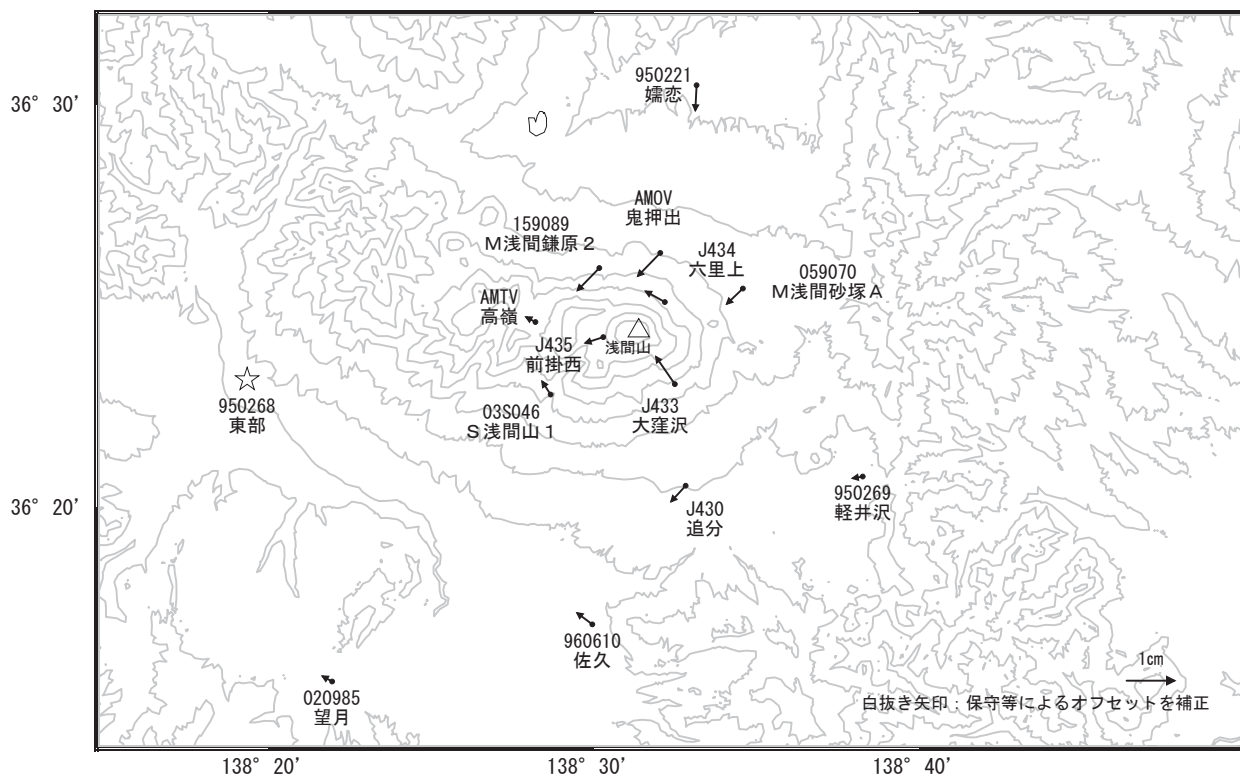


☆ 固定局:東部(950268)

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:2018/11/21~2018/11/30[F3:最終解]
 比較期間:2019/11/21~2019/11/30[R3:速報解]



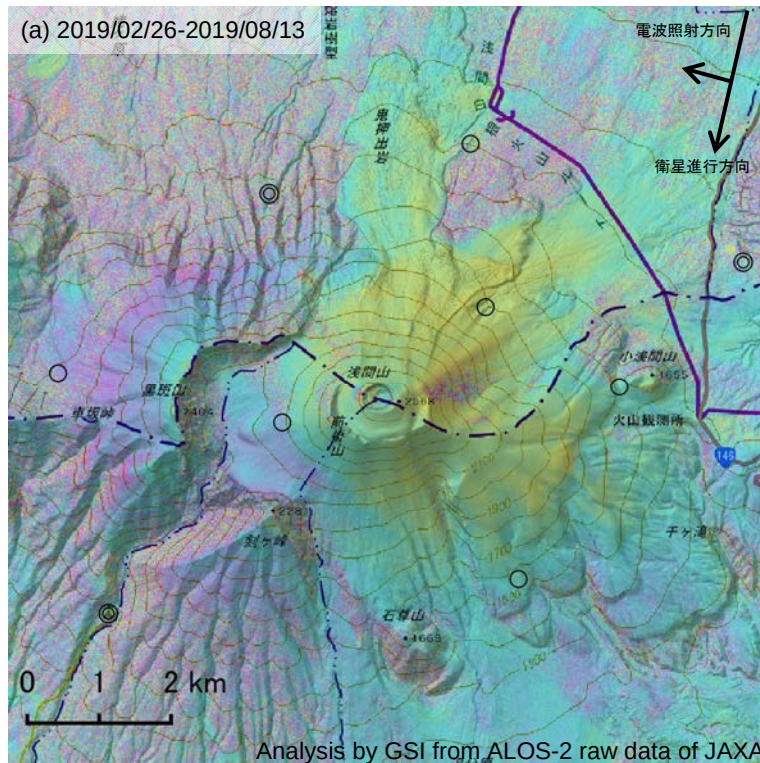
☆ 固定局:東部(950268)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

浅間山

浅間山の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られません。

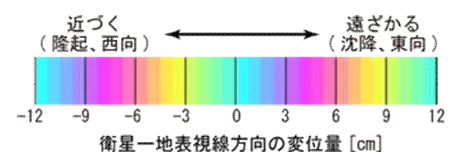
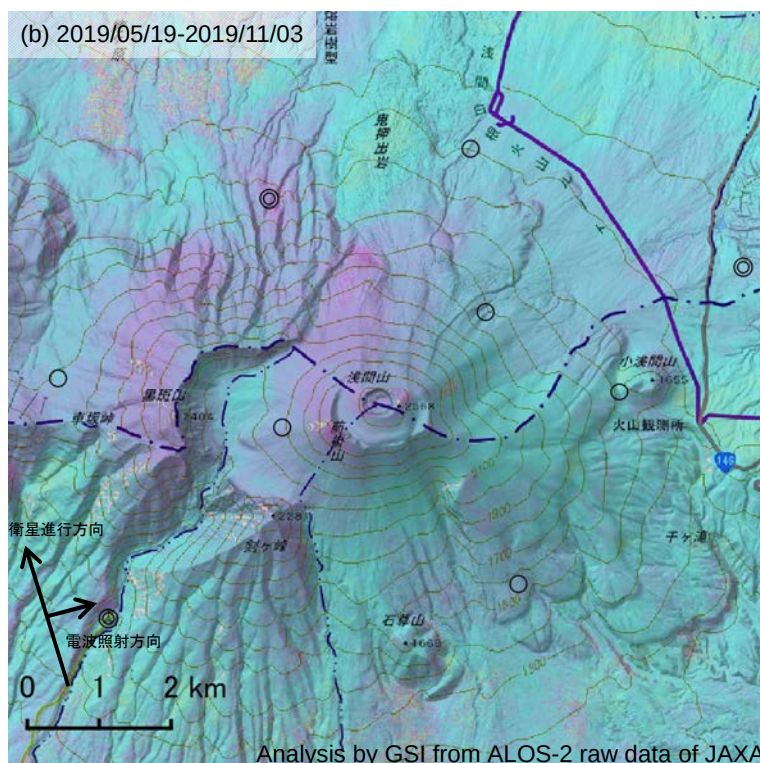
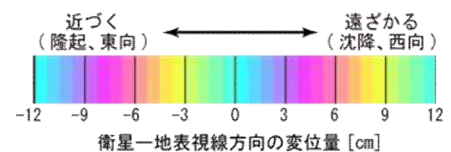


	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2019/02/26 2019/08/13 11:50 頃 (168 日間)	2019/05/19 2019/11/03 23:38 頃 (168 日間)
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右	右
観測モード*	U-U	U-U
入射角	37.2°	31.9°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 304 m	+ 50 m

*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

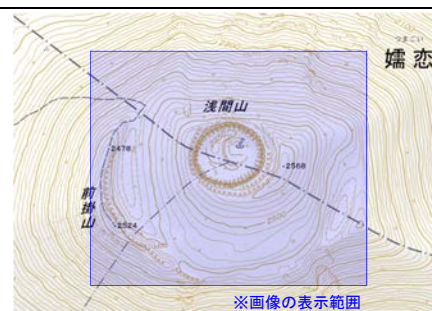


背景: 地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

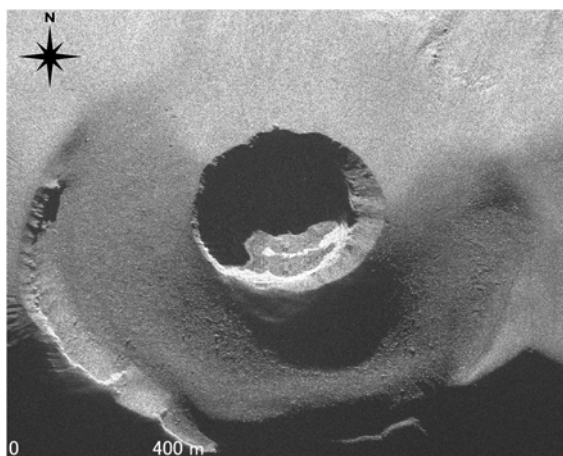
浅間山

浅間山周辺の航空機 SAR 観測について

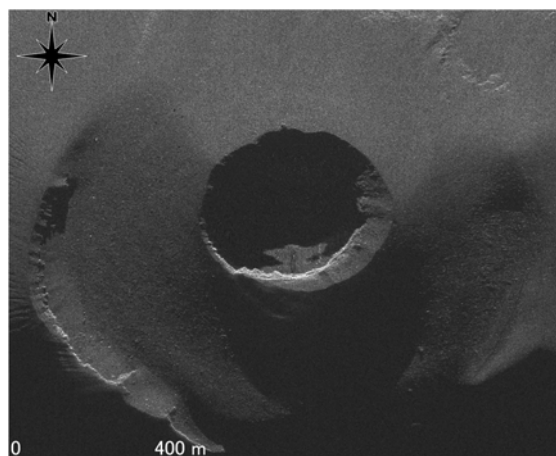
令和元年8月8日、測量用航空機くにかぜⅢに搭載した SAR を用いて、高度約 4,600m、オフナディア角※75 度で、8 方向（北・北東・東・南東・南・南西・西・北西方向）から浅間山周辺を観測。 ※オフナディア角は鉛直直下を 0 度としたときのレーダ照射角度



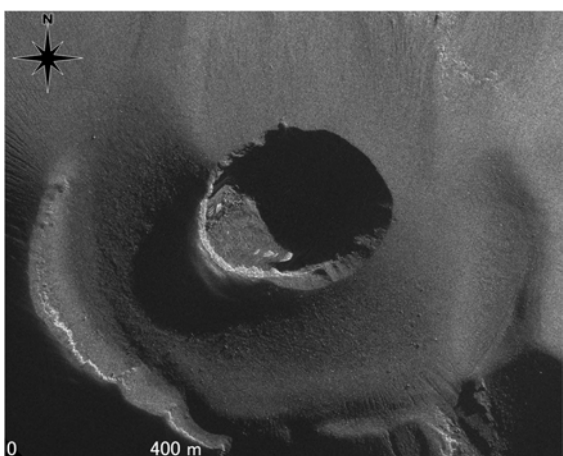
【航空機 SAR 観測画像】（レーダ照射方向は、上段：北側から南方向、下段：北東側から南西方向）



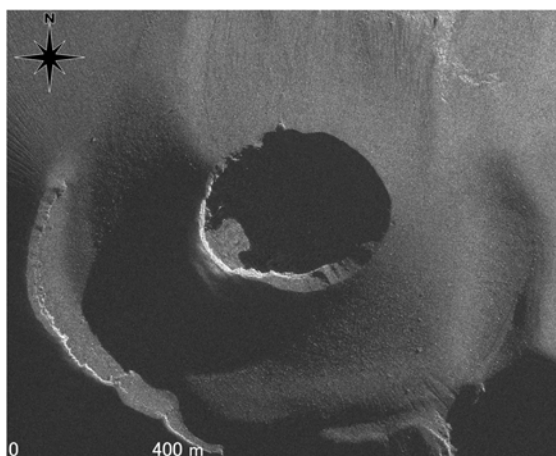
平成 30 年 6 月 22 日観測, オフナディア角 70 度



令和元年 8 月 8 日観測, オフナディア角 75 度



平成 30 年 6 月 22 日観測, オフナディア角 70 度



令和元年 8 月 8 日観測, オフナディア角 75 度

平成 30 年 6 月 22 日に観測した SAR 画像（オフナディア角 70 度）との比較画像からでは、明示的な地形変化は確認できなかった。

浅間山

精密水準測量による浅間山(車坂峠)における上下変動 (2018-2019)

日本大学文理学部・気象庁・東濃地震科学研究所・名古屋大学

浅間山の南～西山麓、追分から車坂峠を経て高峰高原に至る水準路線を 2019 年 6 月 23 - 30 日に再測量した。この路線は 2004 年噴火時に推定されたダイクの直上に位置する。

前回測定 of 2018 年 7 月から今回の 2019 年 6 月の約 1 年間で、追分(水準点 549)に対して路線の北西部の高峰路線で約 13 mm の沈降を検出した (図 1・2)。浅間火山では 2019 年 8 月 7 日および 25 日に小規模噴火を発生したが、2007 年以降の上下変動の時系列からは高峰高原・車坂峠において 2017 年 6 月～2019 年 6 月の期間に沈降が継続していたことが示された (図 3)。

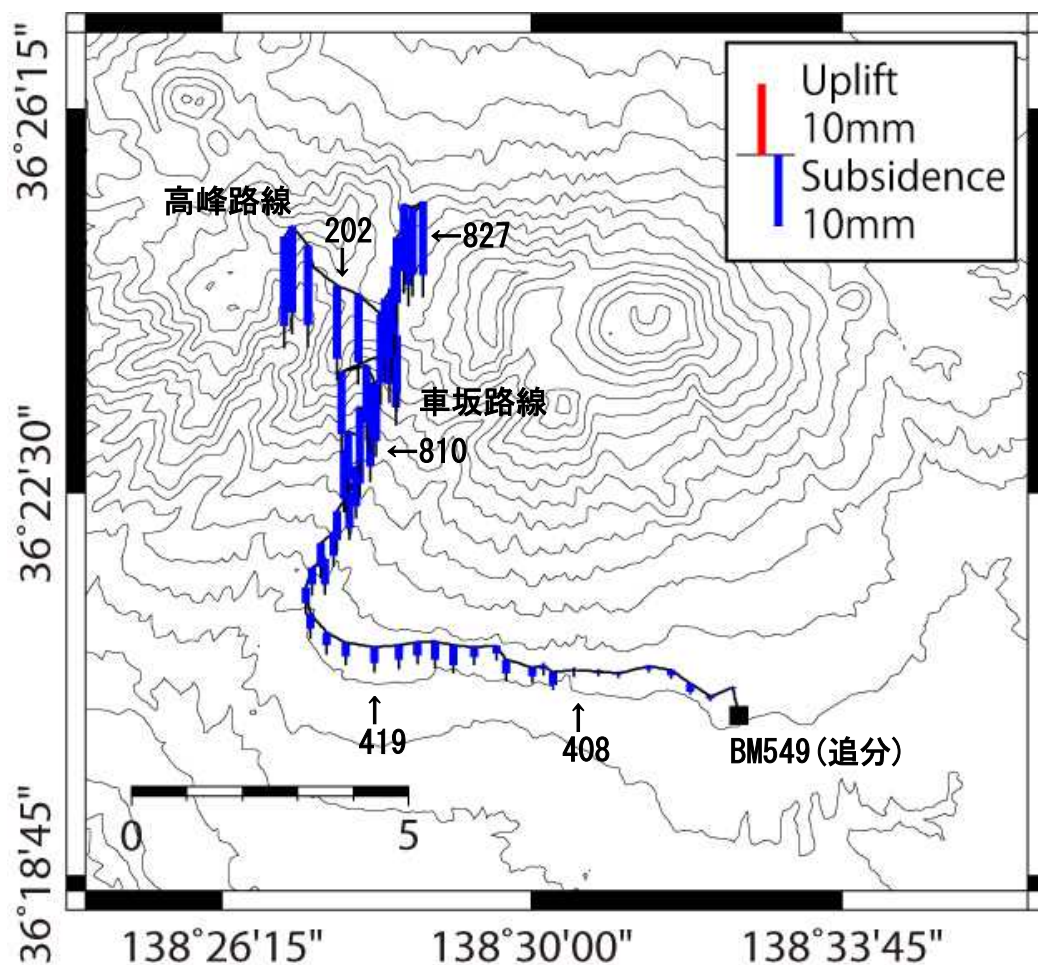


図 1. 浅間車坂路線・高峰水準路線の位置と 2018 年 7 月から 2019 年 6 月の上下変動。
(地図の作成には国土地理院発行の「数値地図 50m メッシュ (標高)」を使用した)

測量担当者 (2019 年 6 月)

村瀬雅之、佐藤大介 (日大)、北川賢哉、今井良彰、加古考範、菅野洋 (気象庁)、
木股文昭 (東濃)、堀川信一郎 (名大)

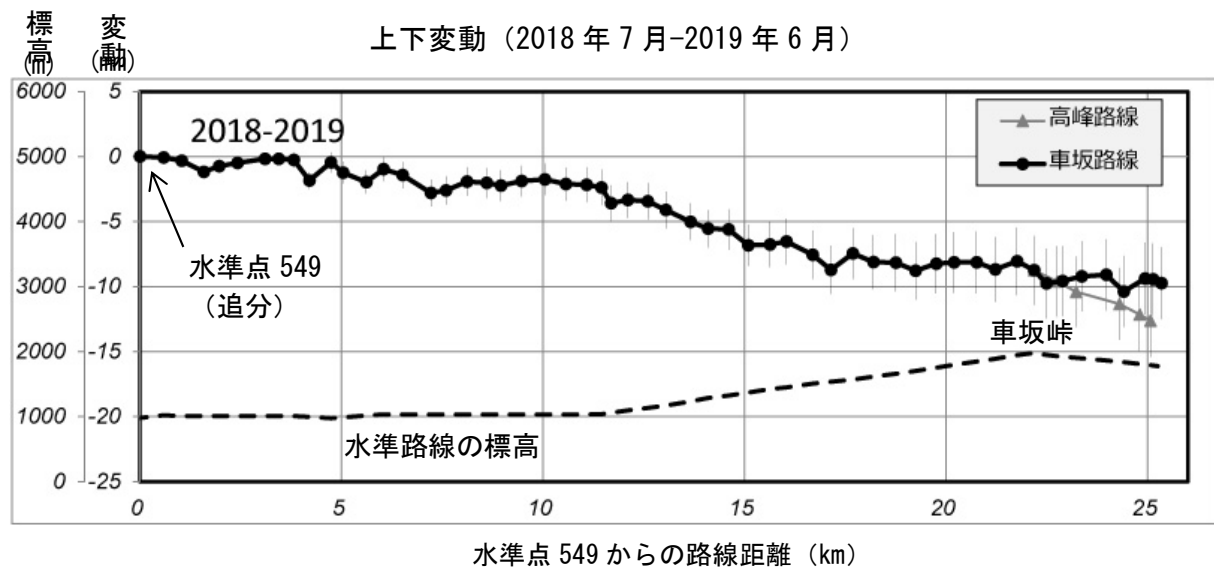


図 2. 浅間車坂峠・高峰水準路線における 2018 年 7 月から 2019 年 6 月の上下変動と路線の標高。変動は水準点 549 を基準とした。追分付近からわずかな沈降が始まり、車坂峠から西に分岐した高峰路線で約 13mm の最大沈降を示す。路線の位置は図 1 を参照。

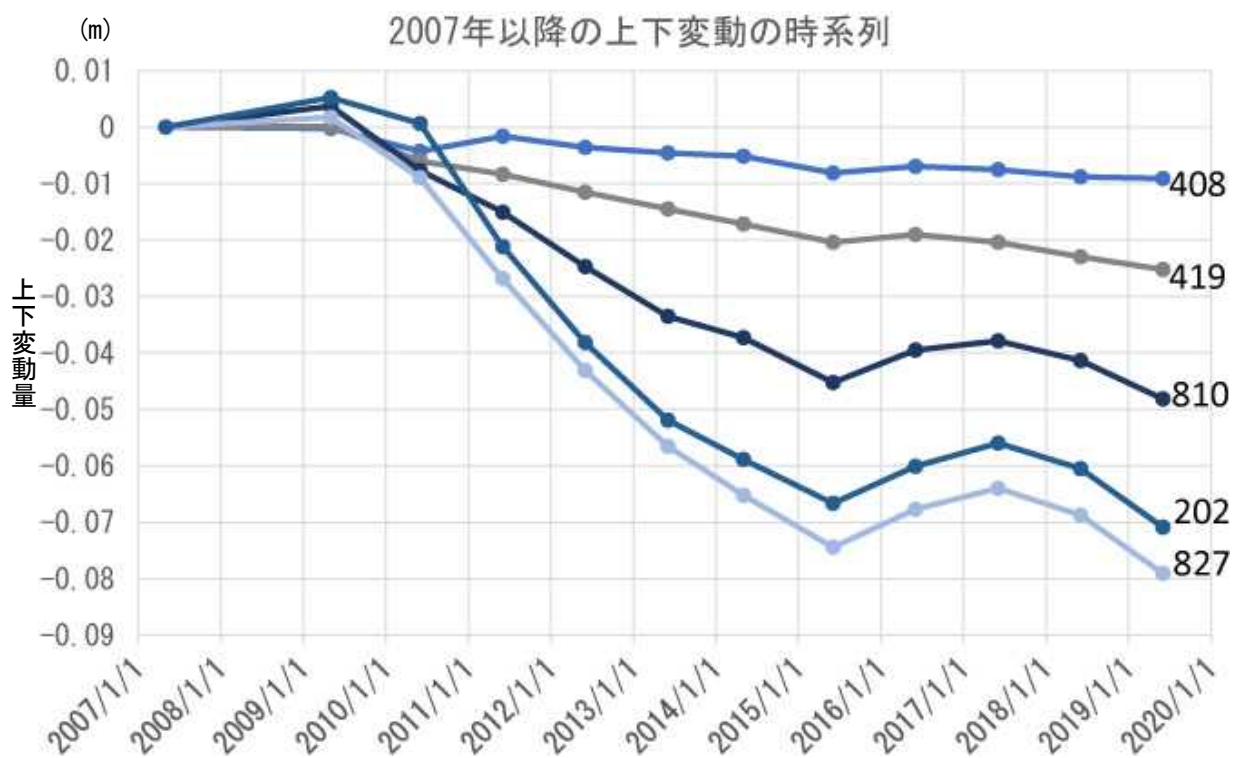


図 3. 2007 年 5 月以降の代表的な水準点の上下変動の時系列。水準点 549 を不動と仮定し、2007 年 5 月の比高を基準として計算した。水準点の位置は図 1 を参照。2008～2009 年の噴火以降、沈降傾向が顕著である。2013 年以降は沈降のレートが減少し、2015～2017 年は隆起に転じたが、2017～2019 年は再び沈降を示した。

焼 岳

(2019 年 11 月 30 日現在)

7 月 27 日以降、空振を伴う火山性地震がしばしば観測されている。山頂付近の噴気活動や地殻変動に現時点では活発化を示す大きな変化は認められていないが、一連の活動は、山頂付近の微小な地震活動が継続する中で発生していることから、今後の火山活動の推移に注意が必要である。

噴火予報（噴火警戒レベル 1、活火山であることに留意）の予報事項に変更はない。

○ 概況（2019 年 6 月～11 月 30 日）

・地震活動（図 1～3、図 4－④⑤、図 5、図 6）

山頂付近の微小な地震活動が継続する中、7 月 27 日以降、空振を伴う火山性地震が観測されている。今期間観測された火山性地震の振幅と空振の発生状況から、2017 年に観測されたものと同様の現象と考えられるが、火山性地震および空振の振幅は、2017 年に観測されたものを超えるものではなかった。

山頂付近の微小な地震は、一日あたり数回～10 数回程度の頻度で発生している。

焼岳周辺の地震活動は、2018 年 11 月下旬以降、低調ながらも、継続しているが、この地震活動に伴って、噴気活動や浅部の地震活動に変化は認められていない。焼岳周辺では、2011 年、2014 年など過去にもまとまった地震活動がみられているが、火山活動の活発化は認められなかった。

・噴気など表面現象の状況および地震活動（図 8～17）

空振を伴う火山性地震が発生した時間帯では、視界不良のため噴気の状況は不明であった。8 月 6 日に北陸地方整備局の協力を得て実施した上空からの観測では、黒谷火口とその周辺部に、新たな噴出物は認められなかった。また、赤外熱映像装置による観測では、焼岳の北側斜面及び黒谷火口内に、地熱域が認められた。

10 月 10 日に実施した現地調査では、醇ヶ池北側噴気地帯と北峰南斜面の噴気温度、地熱域の広がりには大きな変化は認められなかったが、北峰東斜面では地熱域の縮小を確認した。また、黒谷火口では、地熱域とわずかな噴気を確認した。

2017 年 8 月上旬に噴気を観測した黒谷火口では、北陸地方整備局が設置している焼岳北監視カメラ（焼岳の北北西約 4 km）で、100m 以下の弱い噴気を時々観測した。

焼岳北監視カメラによる観測では、北峰付近の噴気孔からの噴気の高さは、概ね 80 m 以下で経過した。同局設置の焼岳南西斜面監視カメラ（焼岳の西南西約 2.5 km）による観測では、岩坪谷上部の噴気孔からの噴気の高さは概ね 100m 以下で経過した。

熱赤外映像による観測では、火山活動によるとみられる顕著な温度変化は認められなかった。

・地殻変動（図 7、図 18、図 19）

GNSS 連続観測では、朽尾一南峰南東の観測点で基線のわずかな伸びがみられる。

傾斜計による観測では、空振を伴う火山性地震の発生に対応するような変化も含め、火山活動によるとみられる変動は認められない。

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

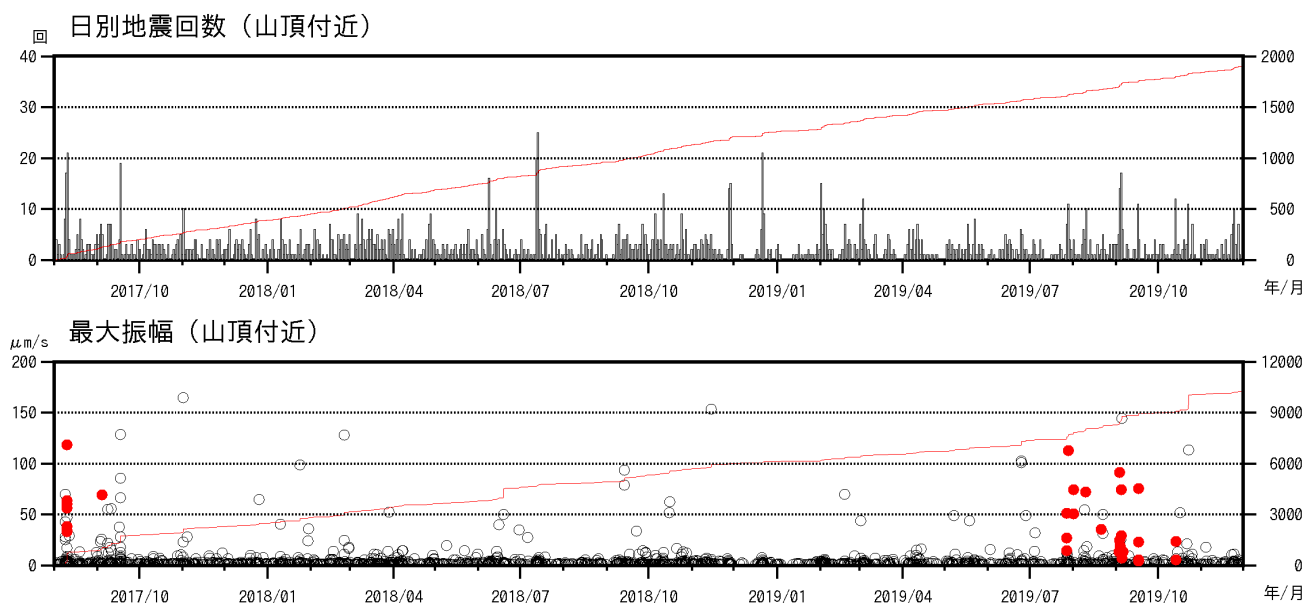


図 1 焼岳 山頂付近の地震回数、および南峰南東観測点上下動最大振幅
(2017 年 8 月 1 日～2019 年 11 月 30 日)

山頂付近の地震とは、南峰南東観測点の上下動成分で $1.0 \mu\text{m/s}$ 以上の振幅を記録し、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。

赤色線は日別地震回数の積算（上図）及び最大振幅の積算（下図）を示す。

●：空振を伴う火山性地震

- ・山頂付近の微小な地震活動が、一日あたり数回～10 数回程度の発生頻度で継続している。
- ・7 月 27 日以降、空振を伴う火山性地震が観測されており、最大のものは 7 月 28 日に発生したものであった（南峰南東上下動： $113 \mu\text{m/s}$ ）。

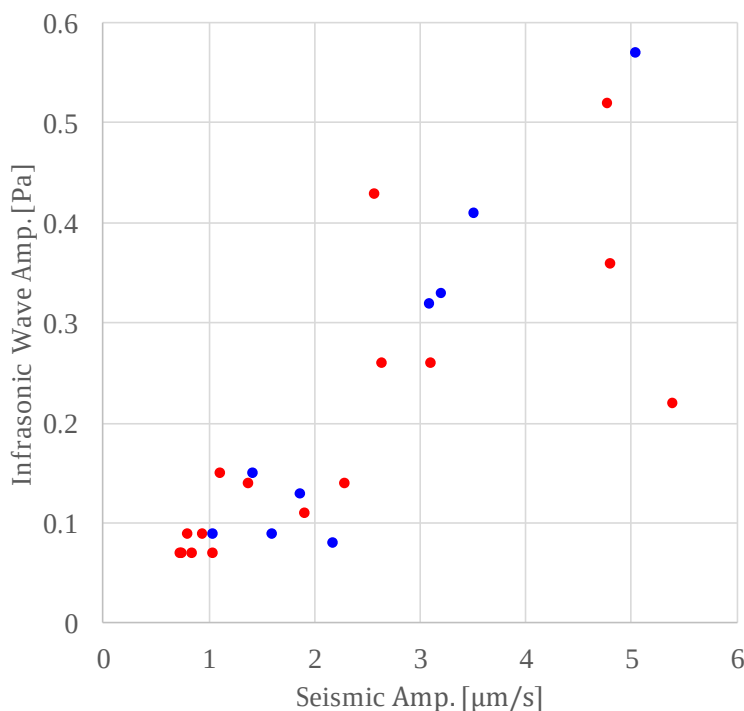


図 2 焼岳 空振を伴う火山性地震の中尾観測点における地震動振幅と空振の相関図

●：2017 年 ●：2019 年

- ・2019 年の空振を伴う火山性地震の地震振幅と空振振幅の相関は比較的良好、2017 年と同様の相関となることが分かる。

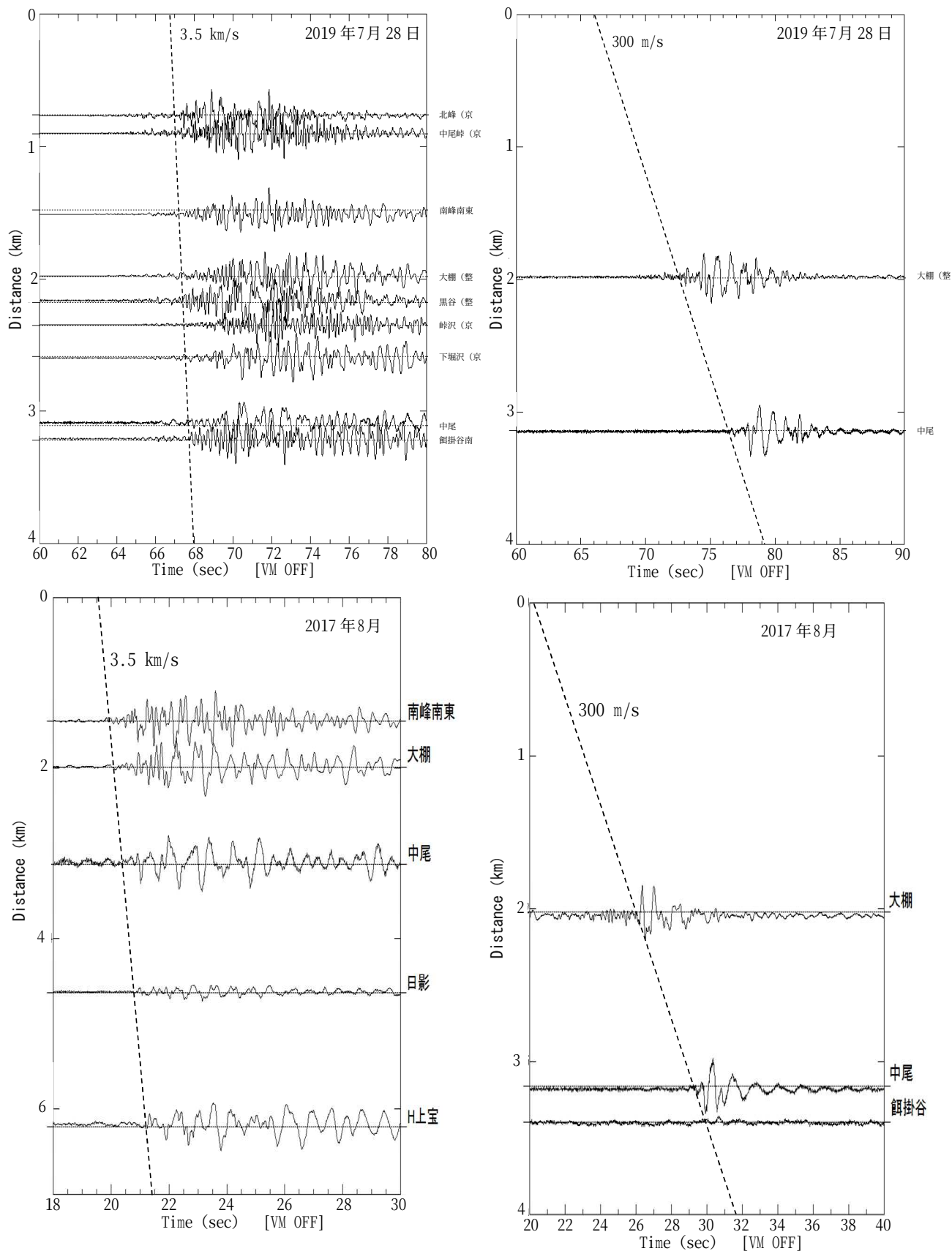


図3 焼岳 黒谷火口を震央および空振源と仮定し、

震央距離順に並べた各観測点の振動波形

- ・2017年のイベントと同様に、震央および空振源は黒谷火口で説明できる。
- ・みかけ速度を 3.5 km/s と仮定すると、震源の深さは約 1.5 km となる。

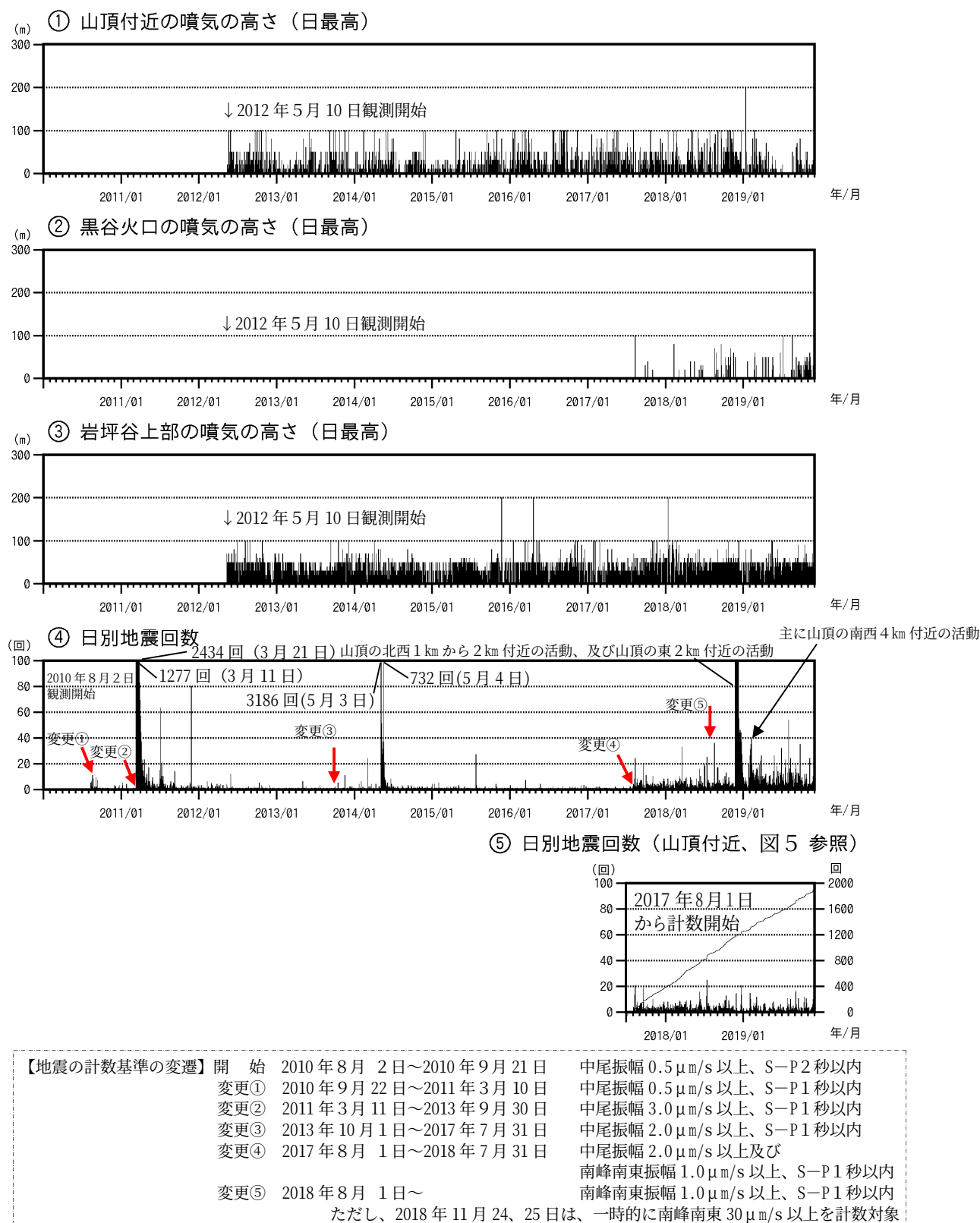


図 4 焼岳 火山活動経過図（2010年 8 月 2 日～2019年11月30日）

- ③ 2017 年 8 月以降は山頂付近の地震回数を含めて計数している。図中の赤矢印は計数基準の変更を示す。
2018 年 11 月 24、25 日は、一時的にやや振幅の大きな地震（南峰南東観測点で 30 $\mu\text{m/s}$ 以上）を計数対象としている。
- ④ 山頂付近の地震とは、南峰南東観測点の上下動成分で 1.0 $\mu\text{m/s}$ 以上の振幅を記録し、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をさす。この地震の概ねの発生領域は図 5 参照。
- ・ 噴気活動に特段の変化はない。
 - ・ 山頂付近の微小な地震の活動が継続している。
 - ・ 2018 年 11 月下旬以降、焼岳周辺のやや深いところを震源とする地震活動が時々みられていたが、その後低下している。
 - ・ 2019 年 2 月上旬頃より山頂の南西 4 km 付近のやや深いところを震源とする地震が増加し、その後減少しているが、低調ながらも地震活動は続いている。

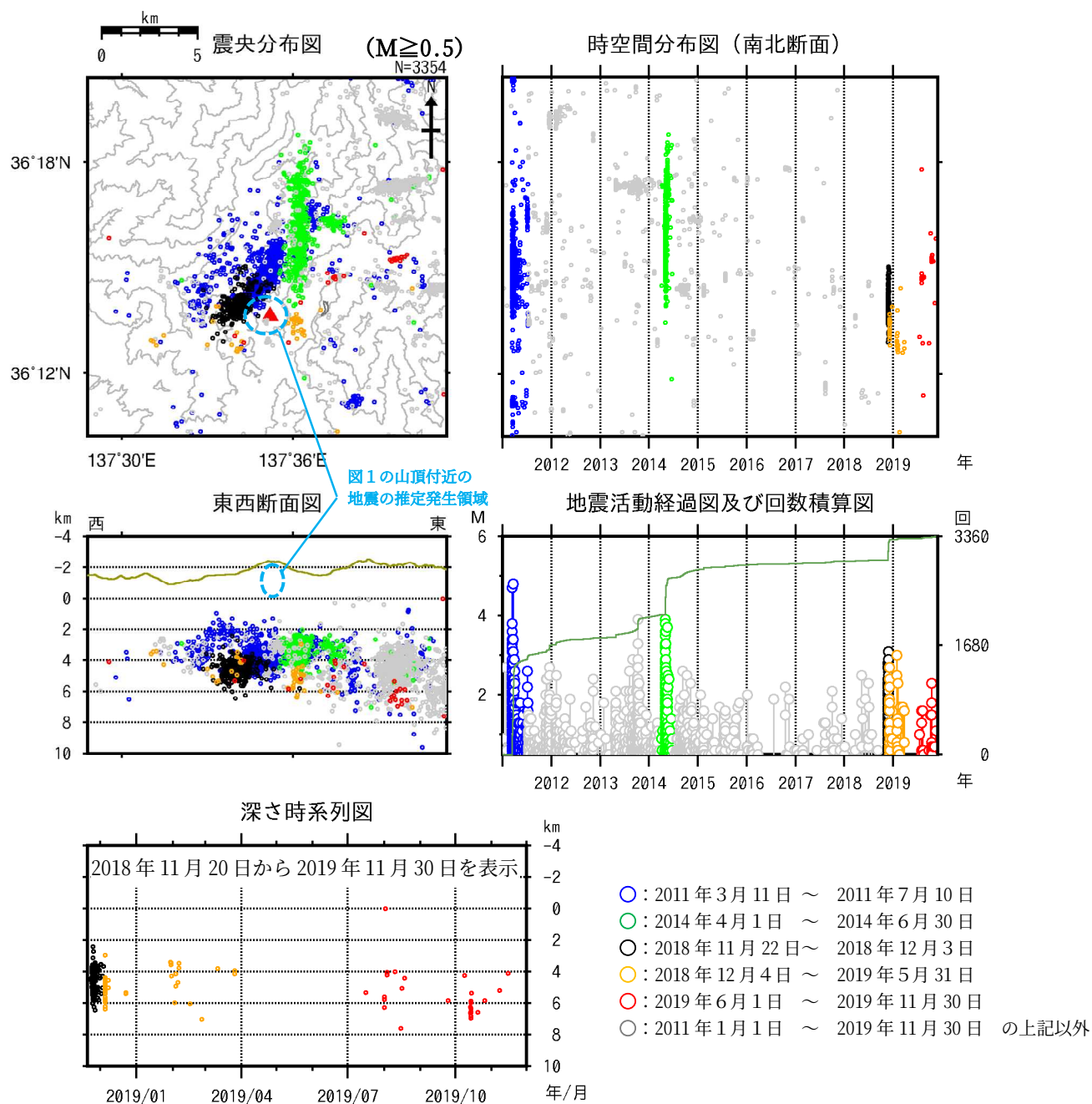


図 5 焼岳 広域地震観測網による山体及び周辺の地震活動
(2011 年 1 月 1 日～2019 年 11 月 30 日)

広域地震観測網により震源決定したもので、深さは全て海面以下として決定している。

図中の震源要素は一部暫定値が含まれており、後日変更することがある。

資料中のマグニチュードは一部暫定値も含まれており、後日変更することがある。

- ・ 2018 年 11 月下旬以降、焼岳周辺のやや深いところを震源とする地震活動が時々みられている。
- ・ 今期間は、山頂の東北東 8 km 付近でやや深いところを震源とする地震活動がみられたが、その後の地震活動は低下傾向にある。
- ・ 焼岳の周辺では、2011 年（青丸）や 2014 年（緑丸）にもまとまった地震活動がみられた。

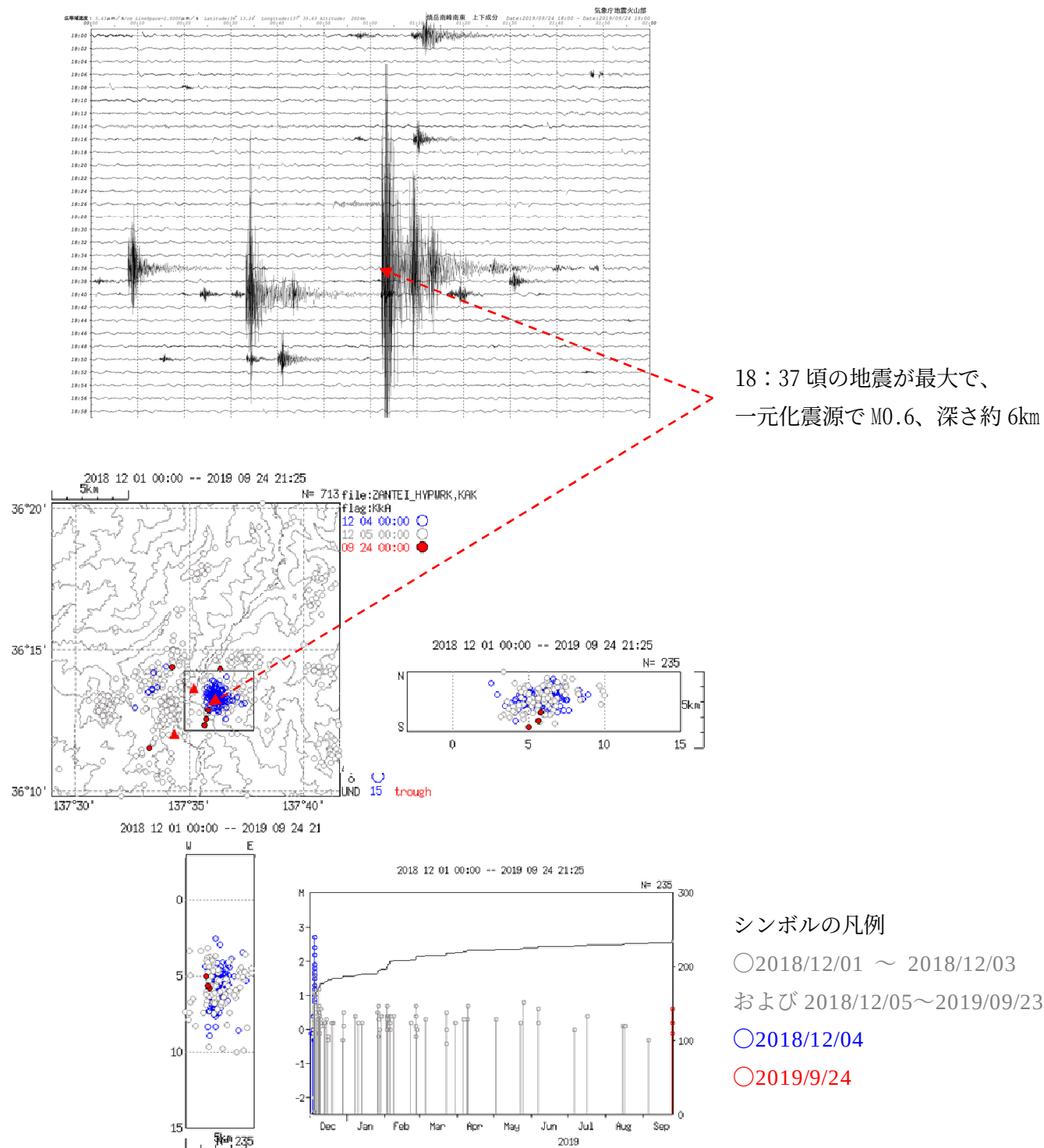


図 5-2 焼岳 広域地震観測網による山体及び周辺の地震活動

上段：9月24日18時台の南峰南東観測点の上下動成分の波形。下段：震源分布図（2018年12月1日～2019年9月24日）

- ・ 9月24日18時～20時にかけて、焼岳の南東2km付近で深さ5km程度の地震が増加した。
- ・ 発生場所は、2018年12月4日20時から5日にかけて発生したクラスタの南側であり、最大でM0.6の地震が発生した。

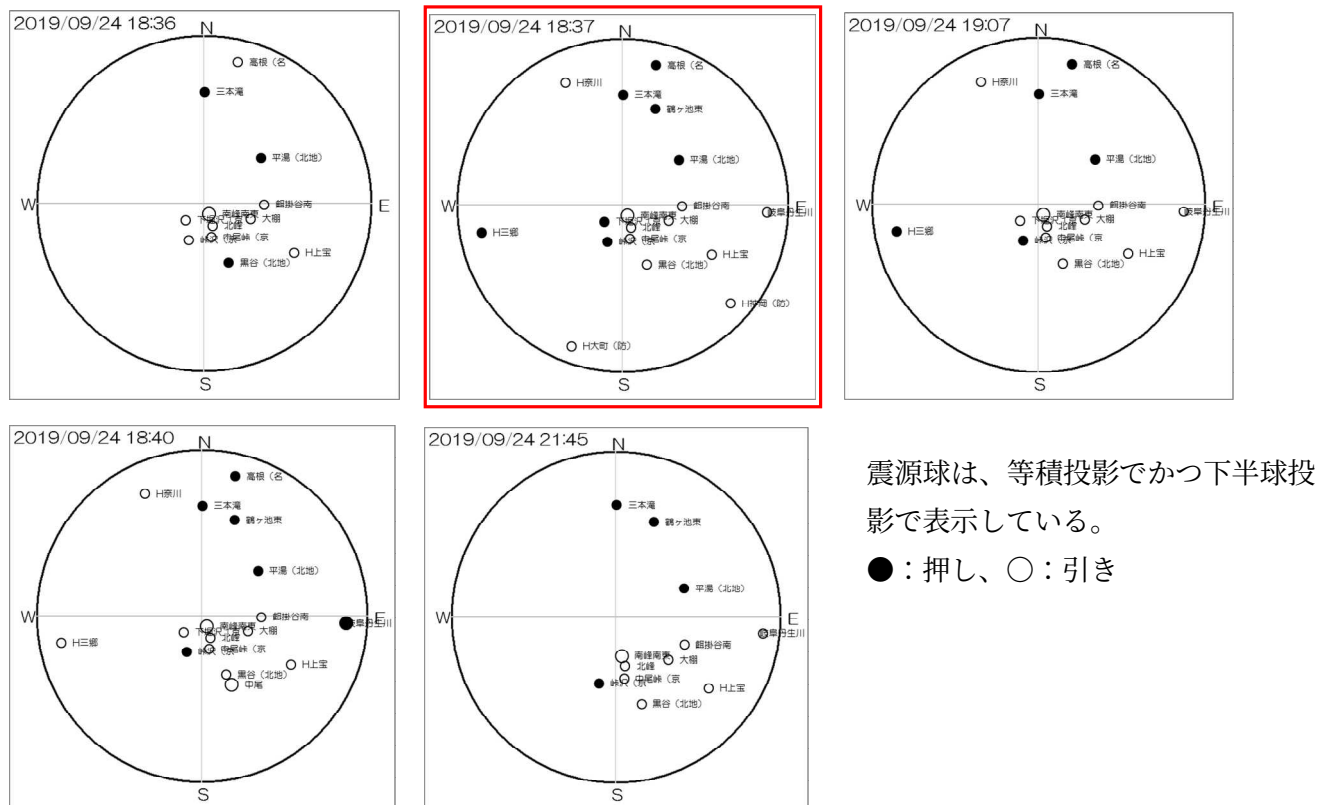


図 5-3 焼岳 広域地震観測網による山体及び周辺の地震活動（初動の押し引き分布図）

震源球は、等積投影でかつ下半球投影で表示している。●：押し、○：引き。

赤枠が、18 時 37 分頃に発生した最大規模の地震。

- ・北西－南東方向に引きで始まる観測点が分布し、同方向に圧縮軸があると考えられる。

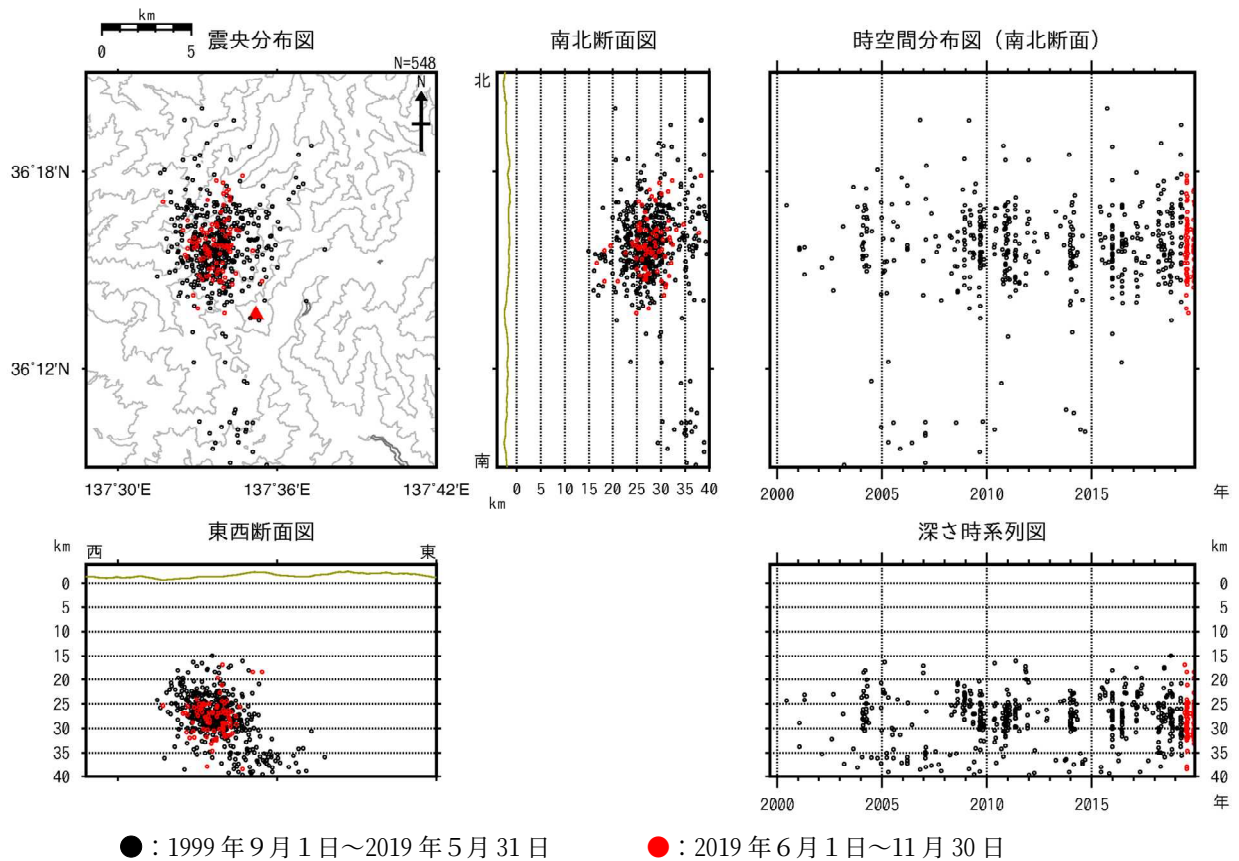


図 6 焼岳 一元化震源による深部低周波地震活動(1999 年 9 月 1 日～2019 年 11 月 30 日)
 この地図の作成には、国土地理院発行の数値地図 25000 (行政界・海岸線) および『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。
 マグニチュードは一部暫定値が含まれており、後日変更することがある。
 深部低周波地震は、1999 年 9 月から識別して登録を開始した。

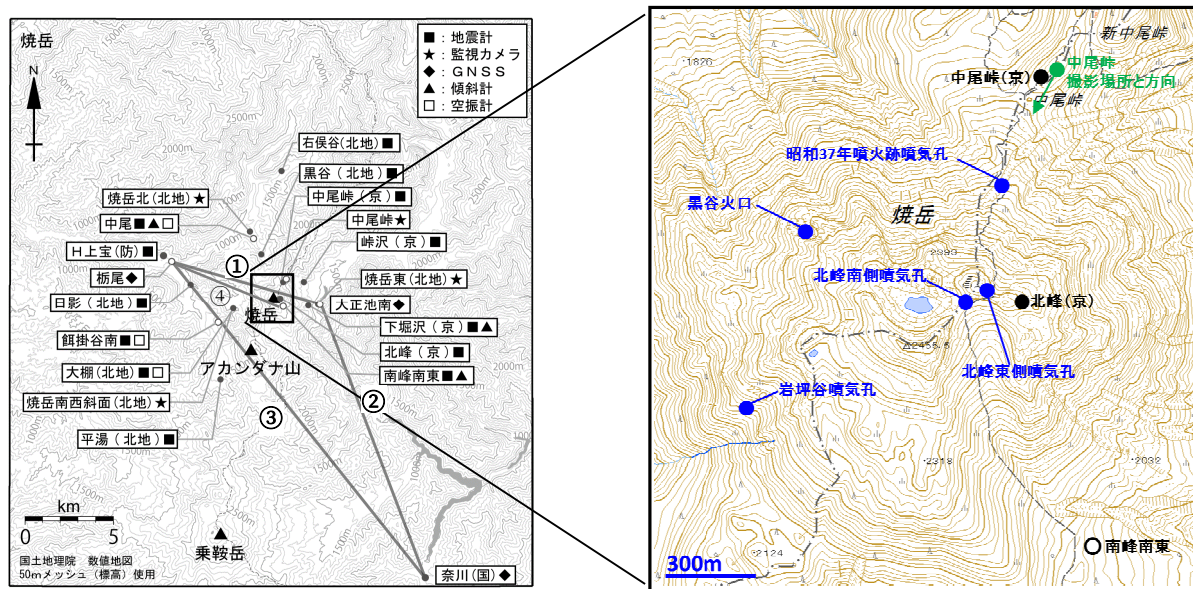


図7 焼岳 観測点配置及び噴気孔位置

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、(北地): 北陸地方整備局

GNSS基線①～③は図18の①～③に対応している。

この地図の作成には、国土地理院発行の『2万5千分1地形図』、『数値地図25000(行政界・海岸線)』および『数値地図50mメッシュ(標高)』を使用した。



図8 焼岳 山頂部及び南西斜面の状況(左上図: 焼岳北監視カメラ、右上図: 焼岳東監視カメラ、左下図: 焼岳南西斜面監視カメラ、右下図: 中尾峠カメラ)

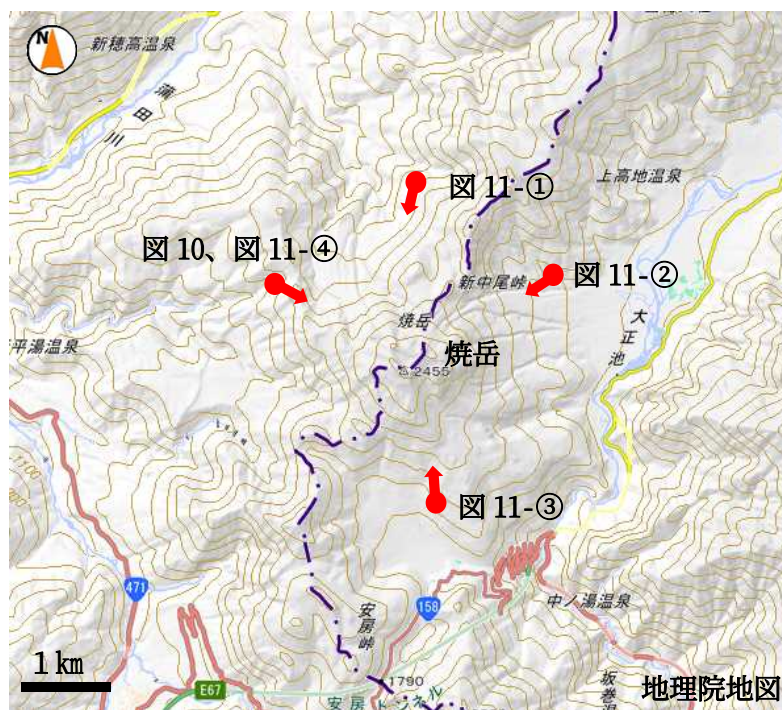


図9 焼岳 撮影地点と撮影方向

・赤丸及び赤矢印は、図10及び図11の撮影位置と撮影方向を示す。

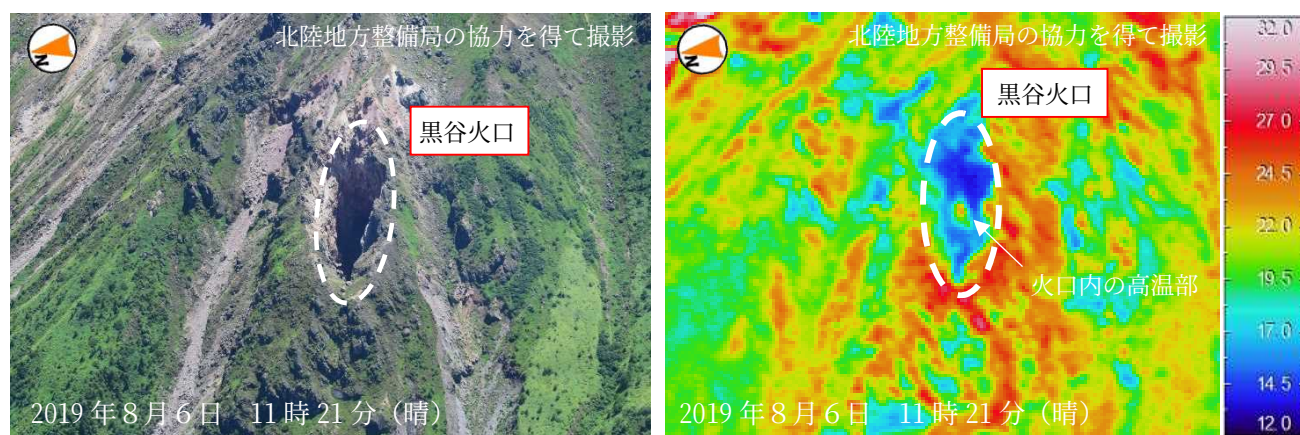


図10 焼岳 黒谷火口とその周辺の、可視画像と赤外熱映像装置による地表面温度分布

- ・8月6日に北陸地方整備局の協力を得て実施した上空からの観測では、黒谷火口とその周辺部に、新たな噴出物は確認されなかった。
- ・赤外熱映像装置による観測では、焼岳の北側斜面及び黒谷火口内（白破線内）に、地熱域が認められたが、その他の場所では日射による影響が大きいと考えられる。

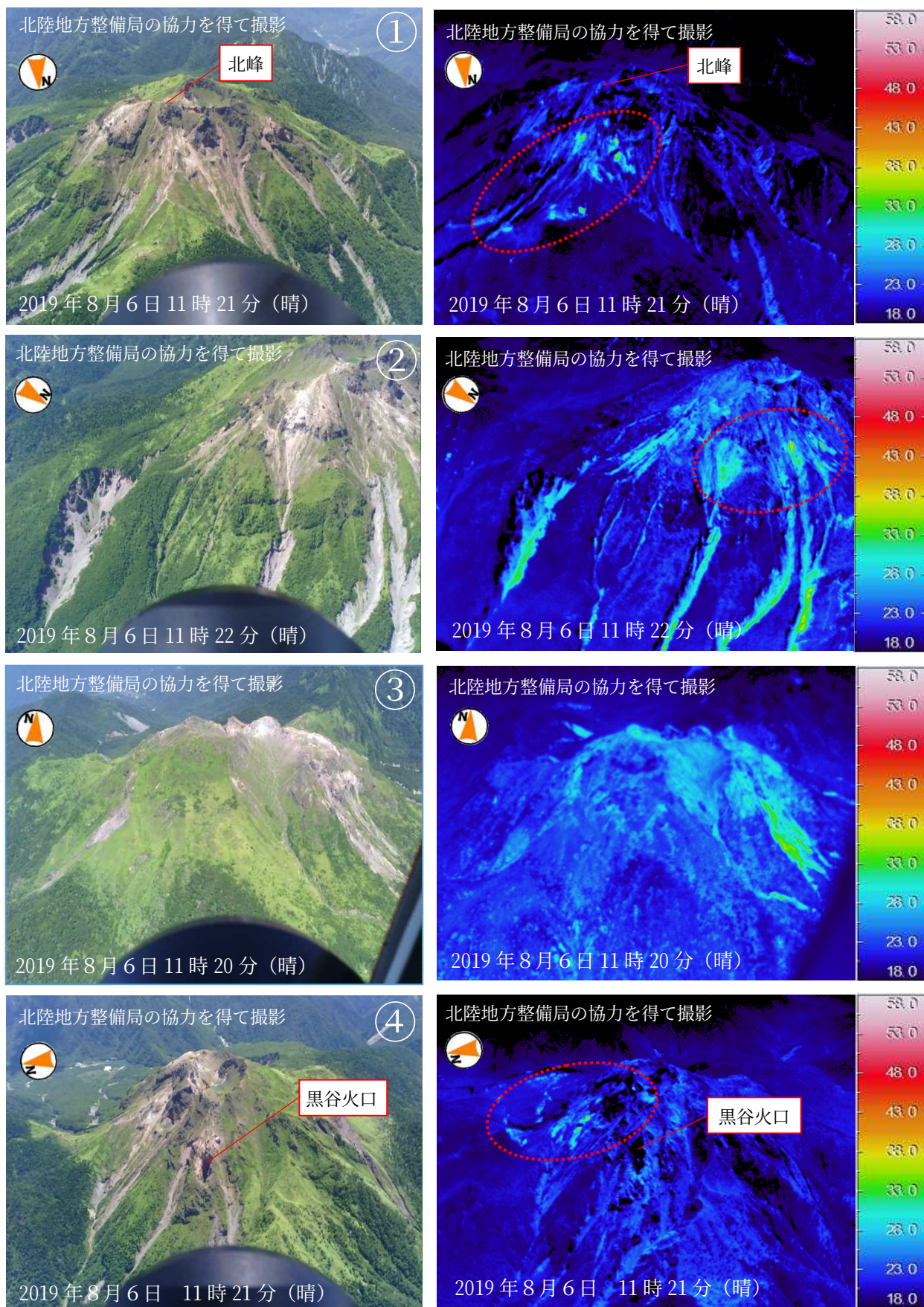


図 11 焼岳 山頂部とその周辺の、可視画像と赤外熱映像装置による地表面温度分布
 ・ 8月6日に北陸地方整備局の協力を得て実施した上空からの観測では、黒谷火口とその周辺部に、新たな噴出物は確認されなかった。
 ・ 赤外熱映像装置による観測では、焼岳の北側斜面（赤破線内）及び黒谷火口内に、地熱域が認められたが、その他の場所では日射による影響が大きいと考えられる。



図12 焼岳 10月10日に現地調査を行った噴気孔位置および撮影位置
矢印は撮影方向を示す。

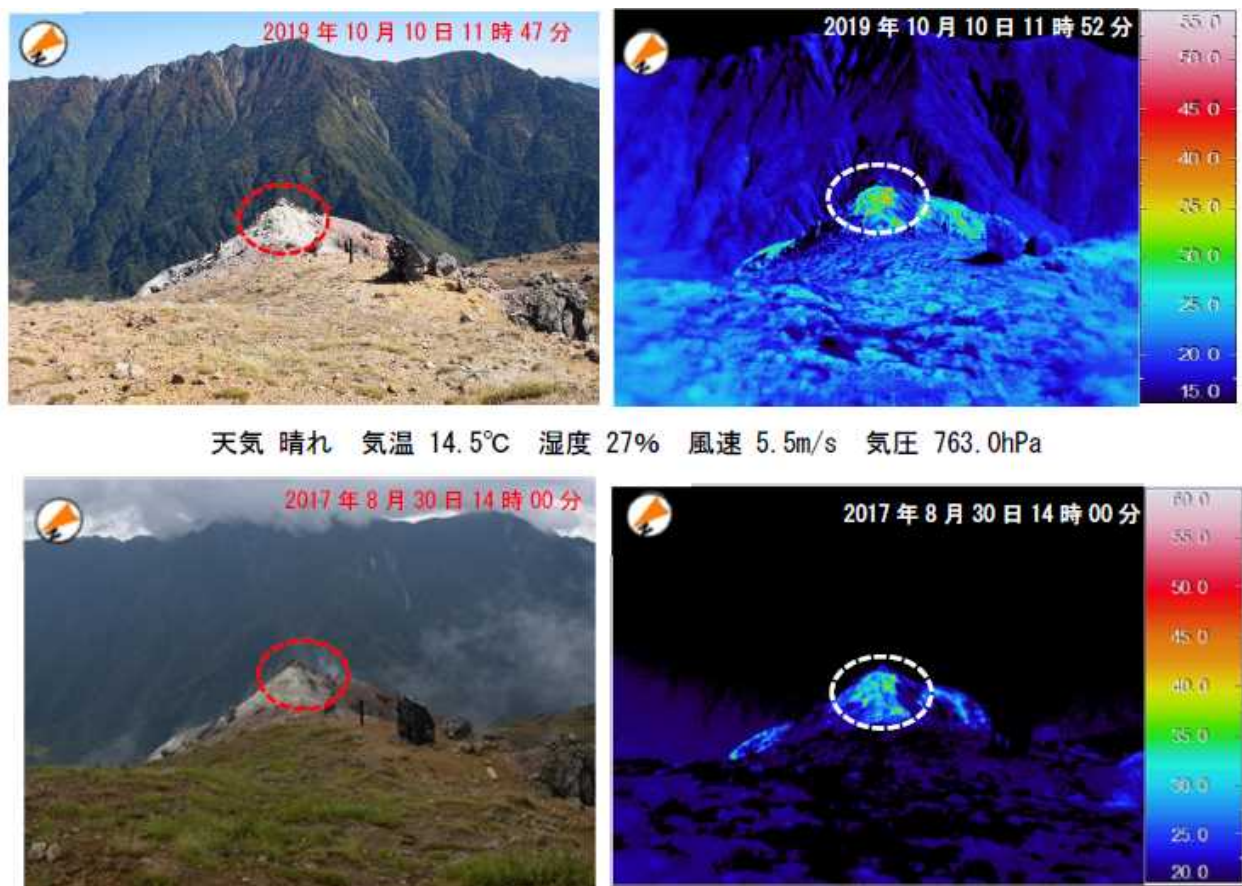


図13 焼岳 醇ヶ池北側噴気地帯の状況
・噴気温度、地熱域の広がりには大きな変化は認められなかった。

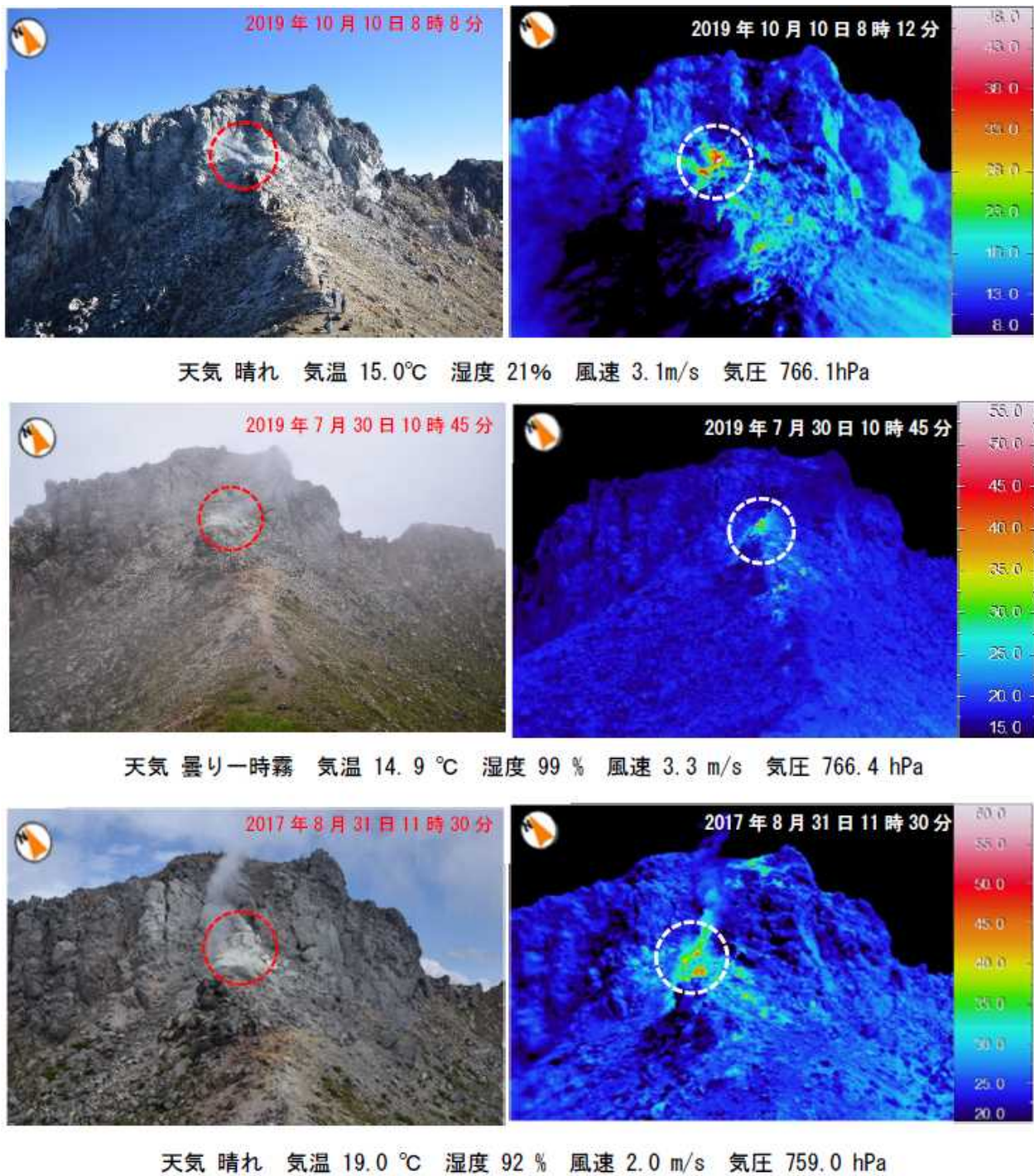


図14 焼岳 北峰南斜面の状況

- ・噴気温度、地熱域の広がりには大きな変化は認められなかった。

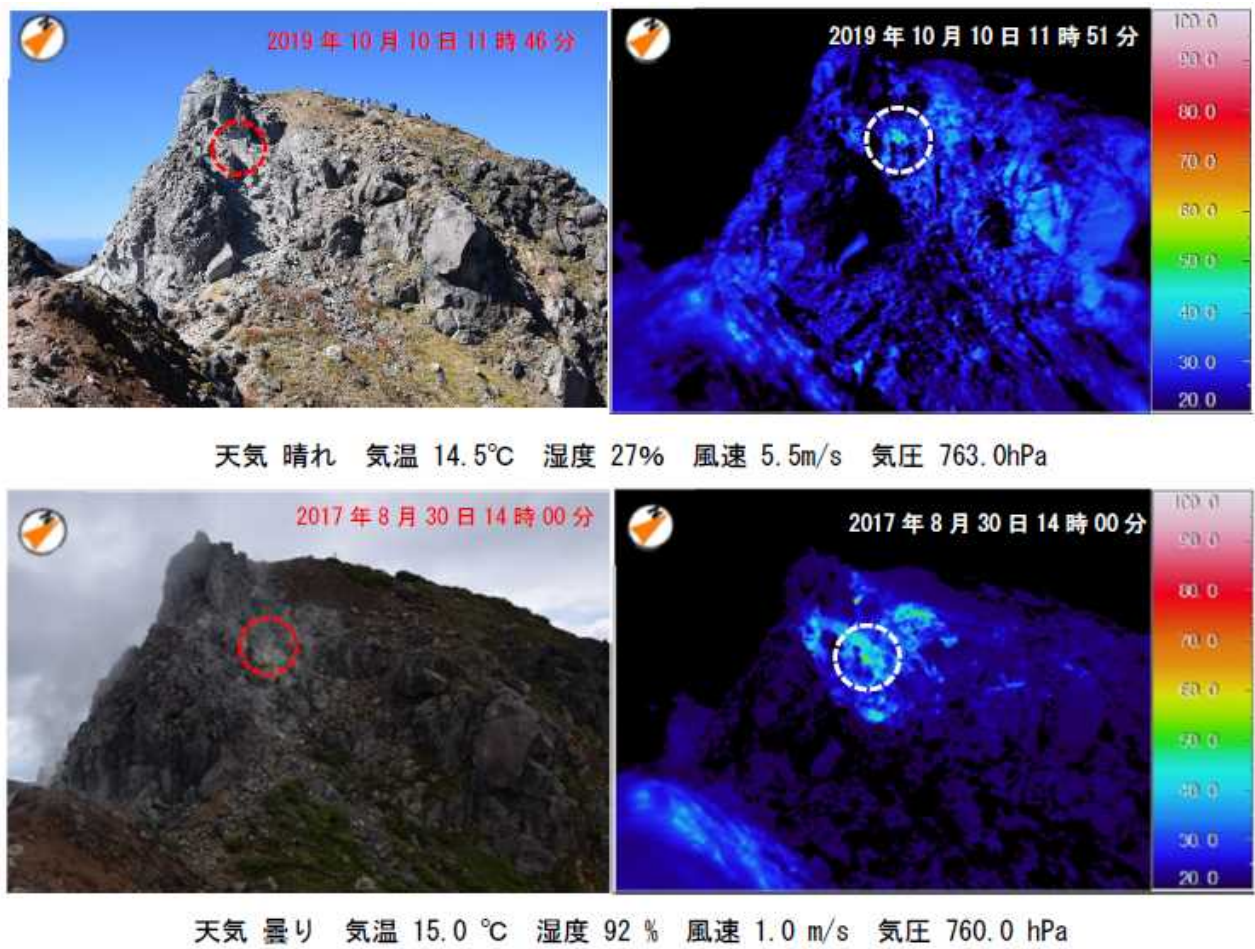


図15 焼岳 北峰東斜面の状況

- ・噴気は認められなくなり、地熱域は縮小していた（白破線丸）。

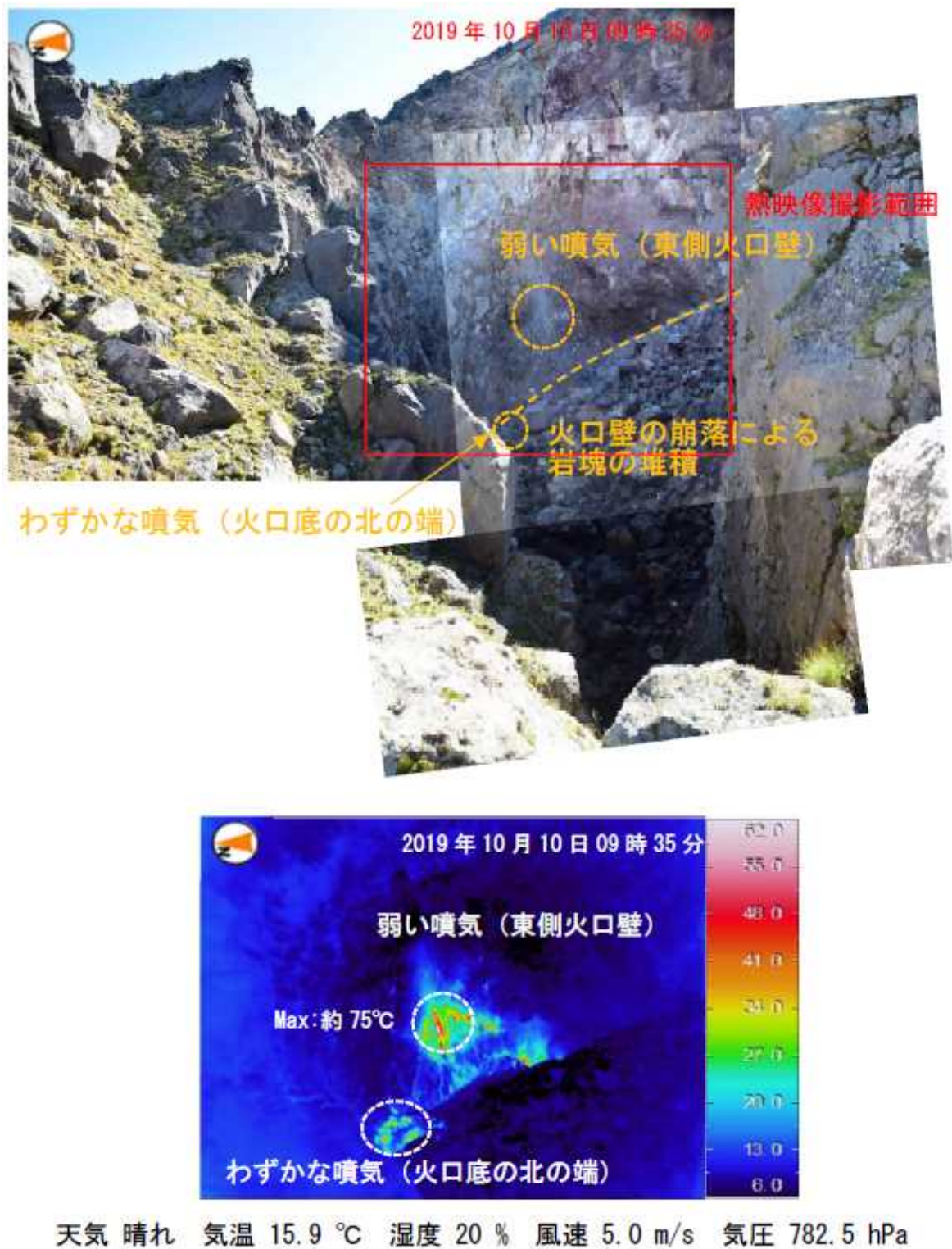


図16 焼岳 黒谷火口の状況 (西側火口縁から東方向を撮影)

- ・黒谷火口の火口底には、火口壁の崩落によるものと思われる岩塊が堆積していた。
- ・東側の火口壁から弱い噴気が高さ数m程度まで上がっていた。
- ・火口底北の端の1ヶ所からもわずかな噴気を確認した。
- ・これらの噴気が出ている場所の周辺に、噴出物の付着は認められなかった。

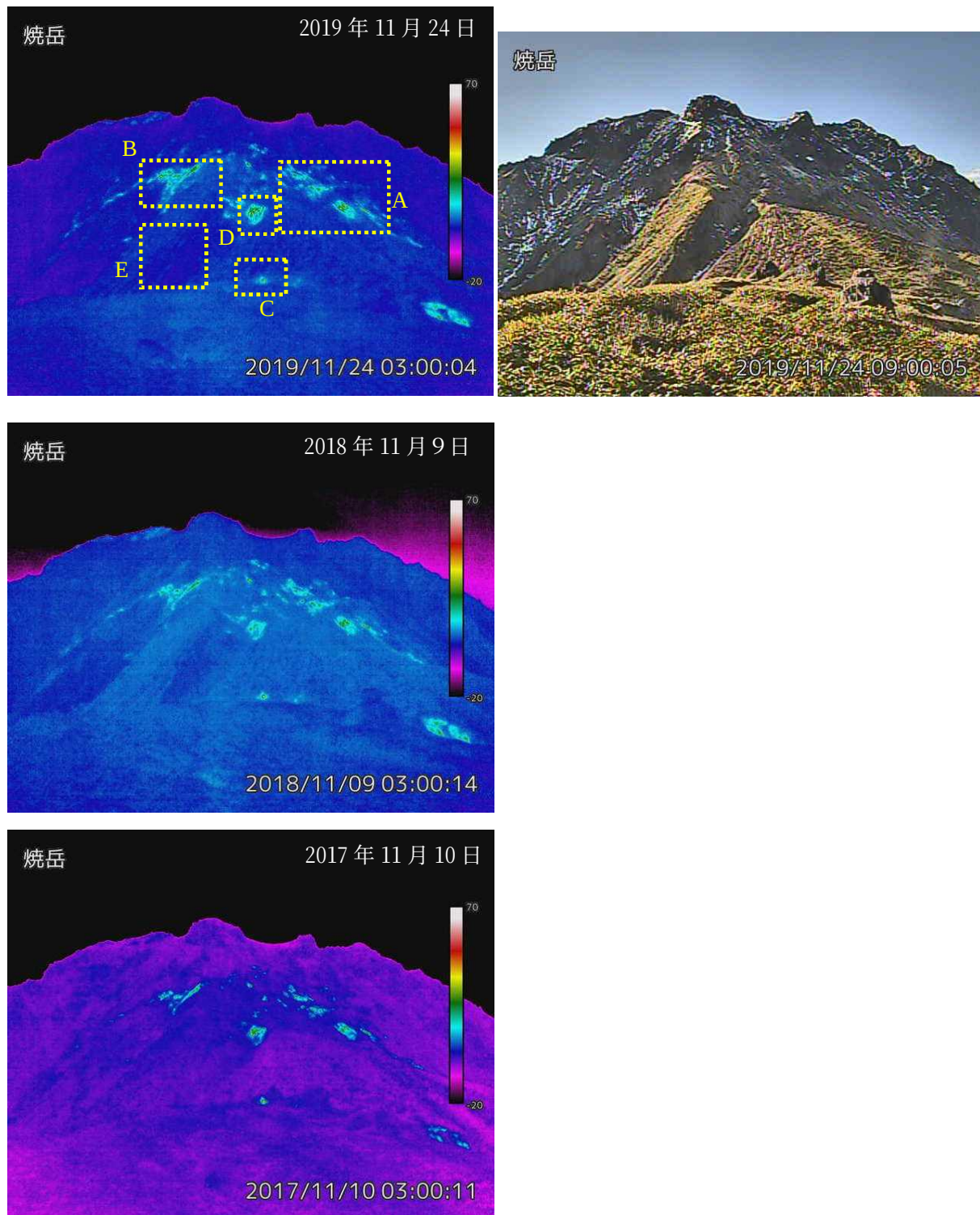


図 17－1 焼岳 中尾峠赤外熱映像カメラによる焼岳の北側斜面の地表面温度分布(左図)と可視画像(右図)

左上図中の領域は、図 17－2 の解析領域を示す。

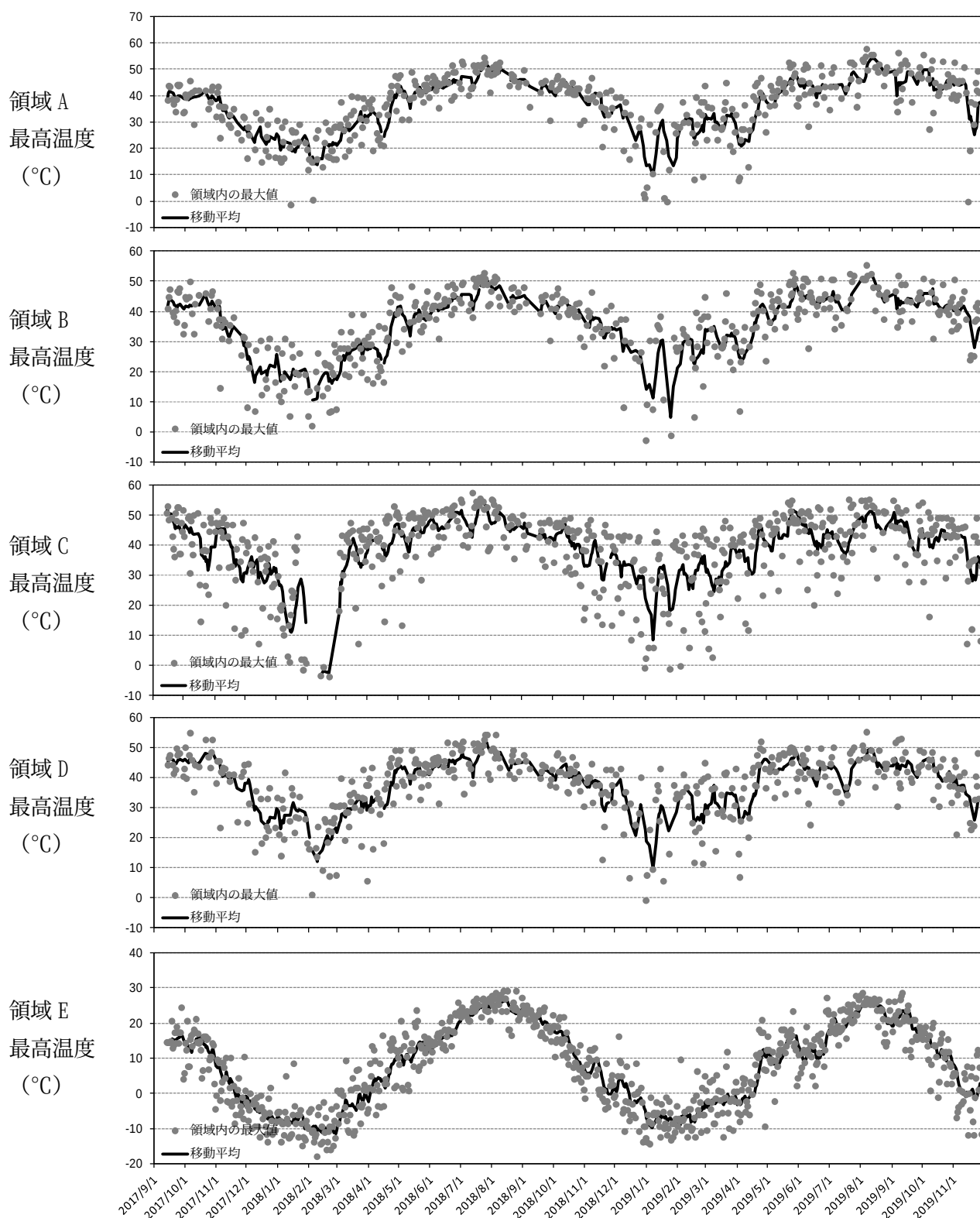


図 17-2 焼岳 中尾峠赤外熱映像カメラによる焼岳の北側斜面の地表面温度分布の推移
(2017 年 9 月 1 日～2019 年 11 月 30 日)

地熱兆候がない E 域と地熱のみられる A, B, C, D 域の最高温度の推移を示す。

最高温度は、日射の影響がない 03 時頃のデータである。実線は、前 9 日含む 10 日間移動平均を示す。

天候不良時は観測精度が低下するため、特に観測精度が低いデータは取り除いている。

- ・ 地熱がみられる A, B, C, D 域の 6 月から 11 月にかけての最高温度の推移は、前年同月と同程度であり、焼岳の北側斜面では顕著な温度変化は認められない。

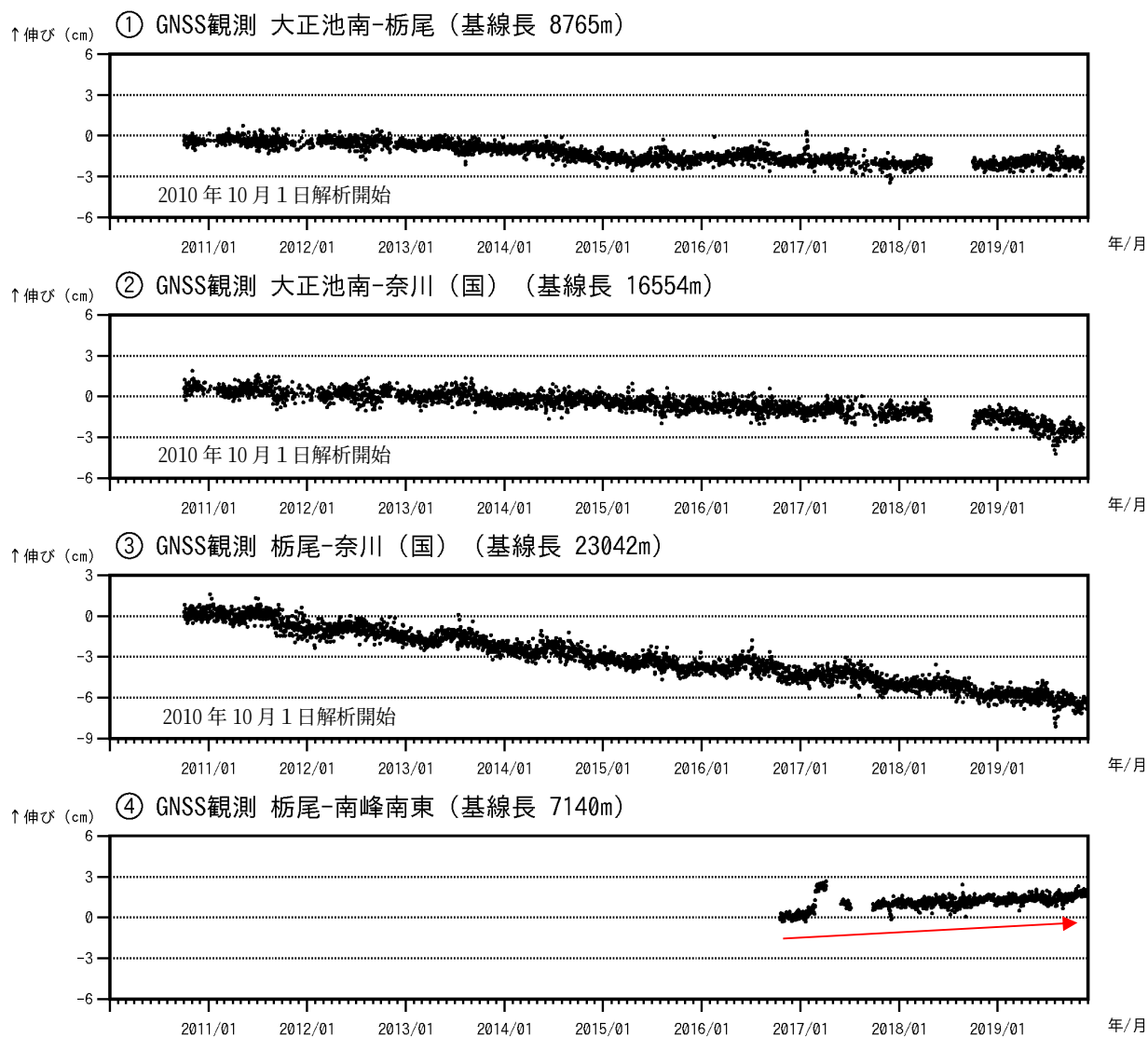


図 18 焼岳 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月 1 日～2019 年 11 月 30 日)

図 7 の GNSS 基線③～⑤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ている。

- ・ GNSS 連続観測では、④栃尾-南峰南東の観測点で基線のわずかな伸びがみられる (赤矢印)。

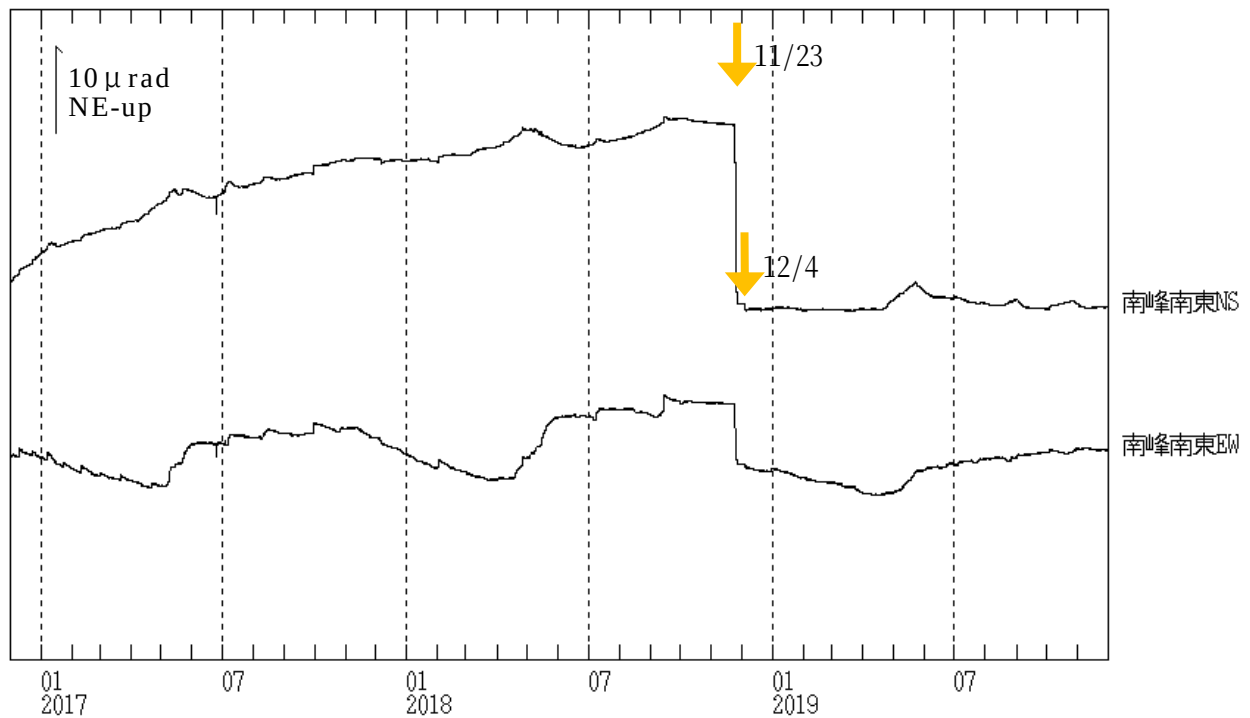


図 19 焼岳 南峰南東観測点における傾斜変動

(2016 年 12 月 1 日～2019 年 11 月 30 日、時間値)

- ・空振を伴う火山性地震の発生に対応するような変化も含め、火山活動によるとみられる変動は認められない。

※2018 年 11 月 23 日、及び 12 月 4 日のステップ状の傾斜変動（橙矢印）は、広域応力場による地震増加によるもの。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 焼岳における 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 で撮像された焼岳・アカンダナ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

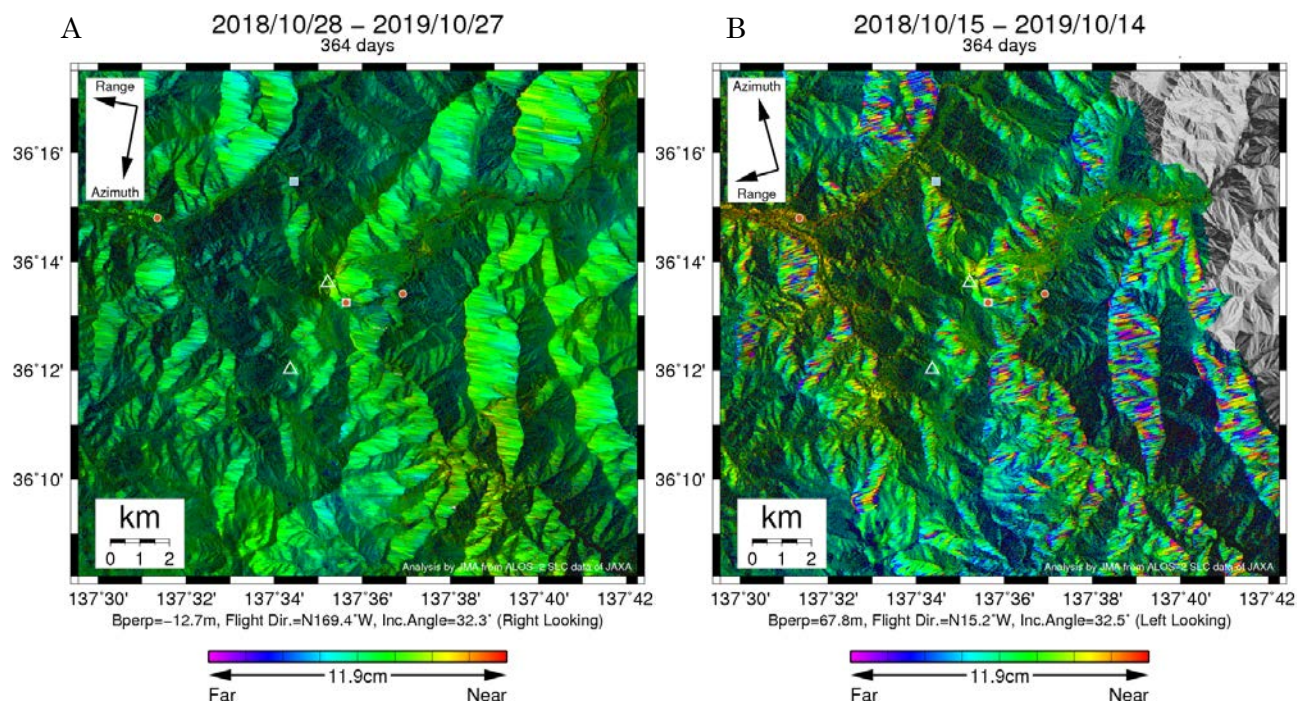
Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
20-2880(SM1_U2_6)	南行	右	32.3°	2018.10.28	2019.10.27	第 1 図-A
121-740(SM1_U2_6)	北行	左	32.5°	2018.10.15	2019.10.14	第 1 図-B
126-710(SM1_U2_7)	北行	右	36.2°	2019.05.24	2019.11.08	第 2 図

3. 解析結果

南行軌道、北行軌道の長期ペア及び北行軌道の短期ペアについて解析を行った。いずれにおいても、ノイズレベルを超えるような位相変化は認められなかった。

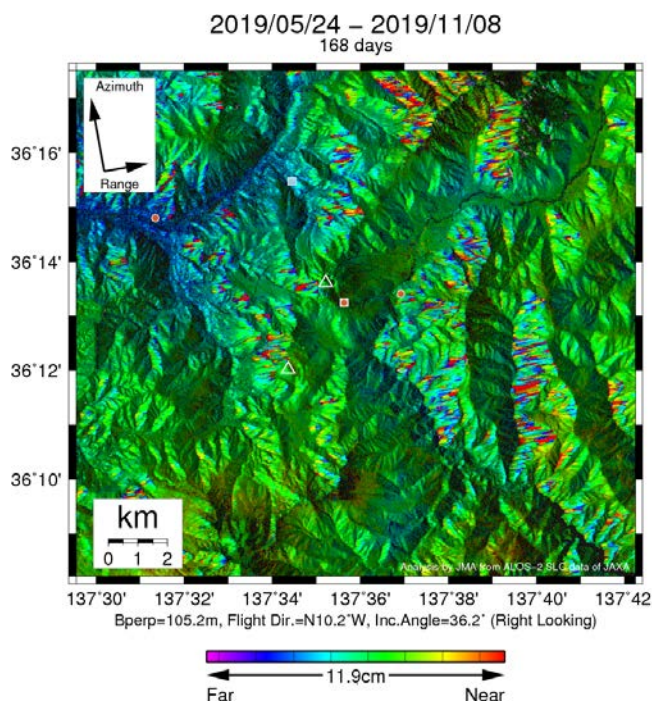
謝辞

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 焼岳及び周辺の長期ペアによる干渉解析結果

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。



第 2 図 焼岳及び周辺の短期ペアによる干渉解析結果

凡例は第 1 図と同じ。
ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

§ 今回の報告の概要:

2019年11月末までの各観測項目の解析結果の概要を示す。図1は焼岳近傍の観測点の分布を示す。

傾斜計データ：2019年9月より、焼岳西麓のDP.YAKE観測点にてボアホール傾斜計での観測を開始した。上高地下堀沢(DP.SMHZ)の記録と合わせて表示している。DP.YAKEの傾斜計にも年周変化の一部ではないかと思われるドリフトがみられる。

温度データ：焼岳山頂(DP.YKEP)の精密地中温度計データ、および、同じく焼岳山頂(DP.YKEP)、焼岳中尾峠(DP.NKOT)、上高地峠沢(DP.KKHZ)に設置された気泡型傾斜計による温度記録を示す。気泡型傾斜計の示す温度は計測ピット内部の気温である。2019年下半期は、焼岳山頂(DP.YKEP)のピット内温度よりも焼岳中尾峠(DP.NKOT)のそのほうが高い状態で推移している。

GNSSデータ：2019年7月半ばより、焼岳山頂(DP.YKEP)での試験観測を開始した。西側山麓の析尾観測点(TCHO、京大・名大の共同運用)と、焼岳中尾峠(DP.NKOT)や焼岳山頂(DP.YKEP)との間の基線長等の解析結果を示す。基準としたTCHOに対してDP.NKOTには2017年後半から2018年初頭にかけて緩やかな北方向への変動が認められた。DP.YKEPでは、設置後に東方向への緩やかな変動が見られるが、基台の安定までの過渡現象であるかどうかの見極めを要するかと考える。

磁力計データ：焼岳山頂(DP.YKEP)、焼岳中尾峠(DP.NKOT)、上高地下堀沢(DP.SMHZ)のプロトン磁力計データの絶対値および差分の解析を行った。各点の全磁力の絶対値は単調増加を示している。また、焼岳中尾峠(DP.NKOT)と他2点の差分値には年周変動的な変化が認められるのに対し、上高地下堀沢(DP.SMHZ)に対する焼岳山頂(DP.YKEP)の差分値には単調減少が認められる。

温泉ガスデータ：2019年6月下旬からCO₂/H₂S比に変化が見られるが、自然現象であるか測定上の問題であるか問い合わせ中である。

謝辞：長野県松本建設事務所から松本市安曇中の湯の温泉ガスの観測データの提供を受けている。また、雨量データについて気象庁の析尾観測点のアメダスデータを参照させていただいている。記して感謝申し上げる。

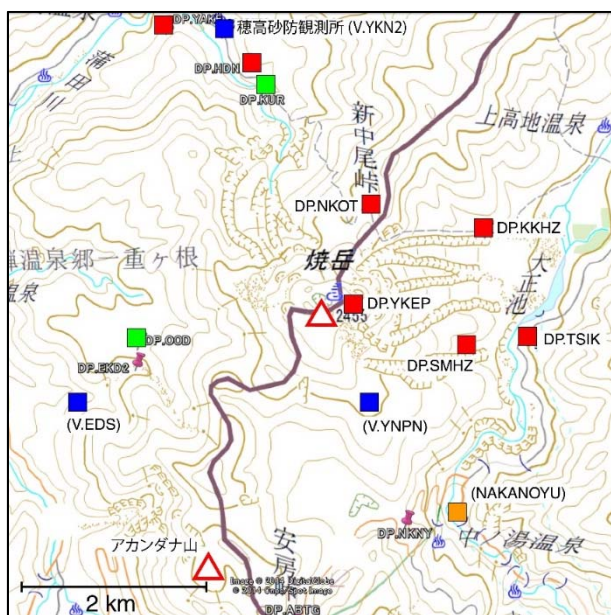


図1：観測点分布(2019年4月現在)

それぞれ、■北陸地整・神通砂防、■気象庁、■京大、の観測点を示す。

焼岳山頂(DP.YKEP)、焼岳中尾峠(DP.NKOT)、上高地下堀沢(DP.SMHZ)は平成26年度文科省予算で構築された点、上高地峠沢(DP.KKHZ)、上高地防災情報センター(DP.TSIK)は平成25年度から27年度にかけて国交省予算で整備した観測点である。DP.KKHZ、DP.SMHZ、DP.TSIKの3点は北陸地整・松本砂防事務所の敷地を借用している。

■は、長野県松本建設事務所が松本市安曇中の湯にて温泉ガスのモニタリングを行っている点を示す。

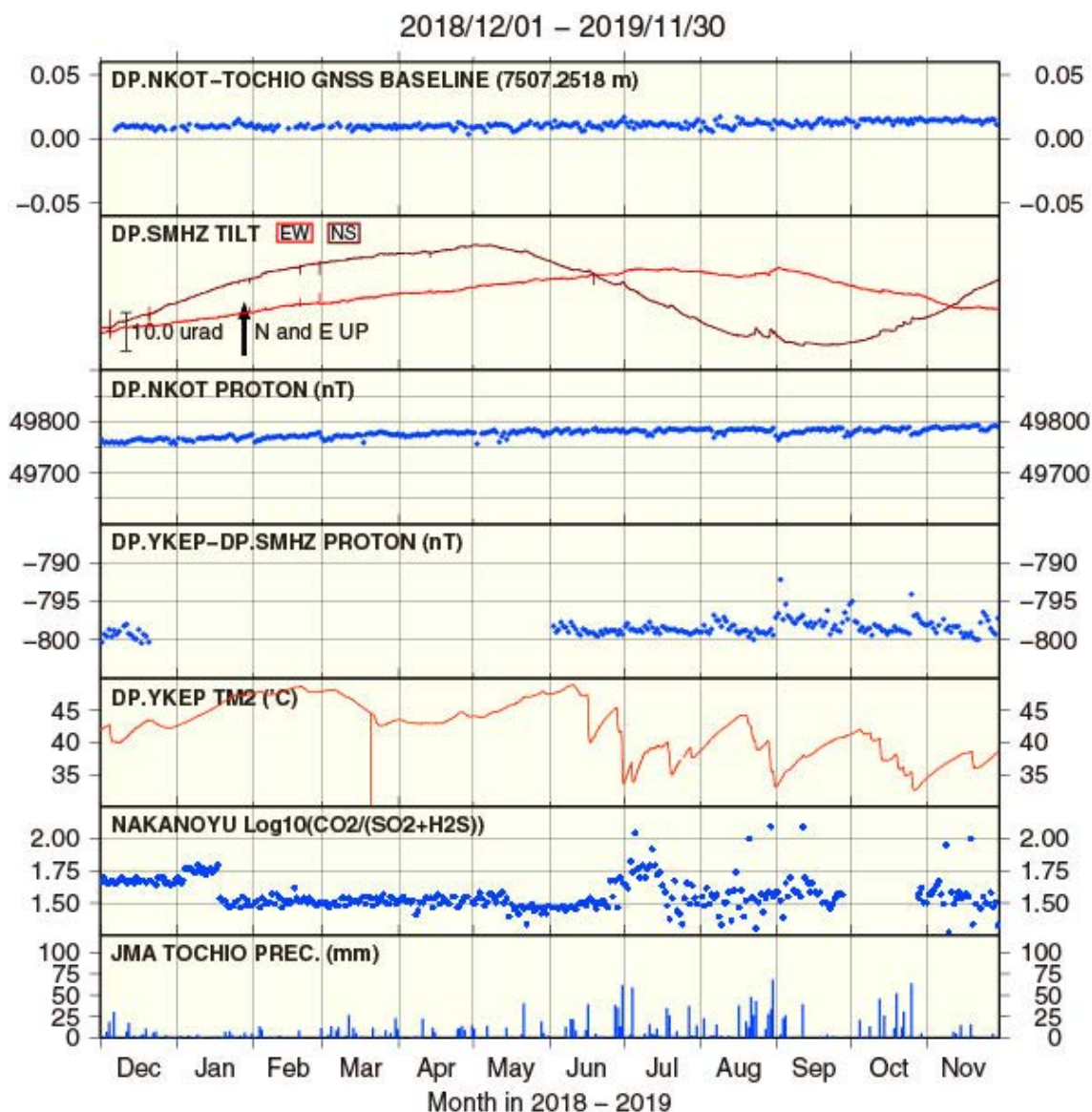


図2a : 2018年12月1日から2019年11月末までの1年間の主な観測結果の時系列

上から、DP.NKOT(京大・焼岳中尾峠)－TCHO(TOCHIO、栃尾)のGNSS基線長、DP.SMHZ(京大・上高地地下堀沢)の傾斜計、DP.NKOT(京大・焼岳中尾峠)の全磁力の絶対値、およびDP.SMHZ(京大・上高地地下堀沢)に対するDP.YKEP(京大・焼岳山頂)の全磁力の差分値、DP.YKEP(京大・焼岳山頂)の精密地中温度計の各記録。下から2段目は、長野県松本建設事務所による安曇中の湯の温泉ガス観測データのうち、二酸化炭素と硫化水素の比を示す。また、最下段に参考のため気象庁の栃尾観測点のアメダスによる日別降水量の記録を示す。

焼岳

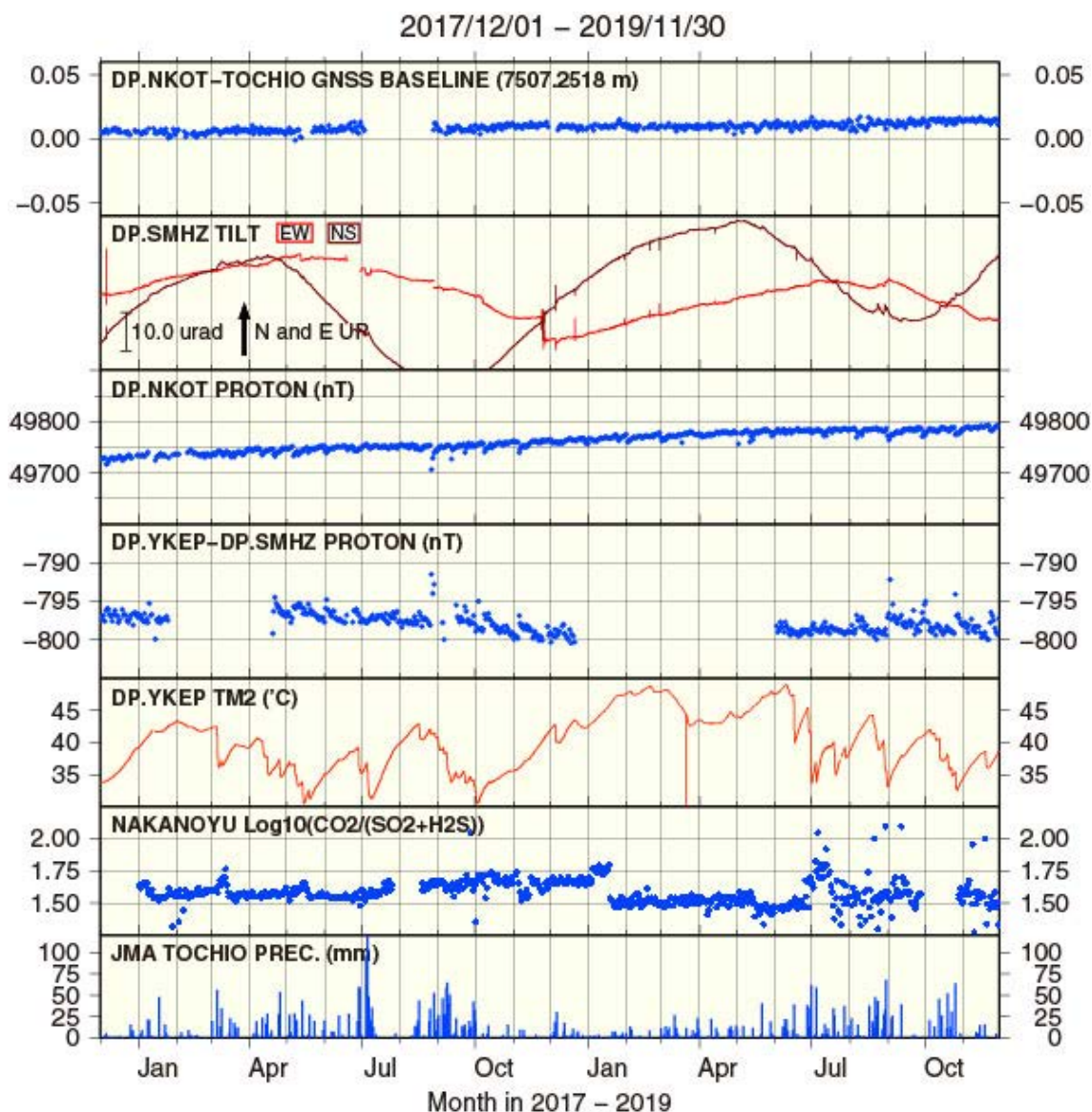


図2b : 2017年12月1日から2019年11月末までの2年間の主な観測結果の時系列

上から、DP.NKOT(京大・焼岳中尾峠)－TCHO(TOCHIO、栃尾)のGNSS基線長、DP.SMHZ(京大・上高地地下堀沢)の傾斜計、DP.NKOT(京大・焼岳中尾峠)の全磁力の絶対値、およびDP.SMHZ(京大・上高地地下堀沢)に対するDP.YKEP(京大・焼岳山頂)の全磁力の差分値、DP.YKEP(京大・焼岳山頂)の精密地中温度計の各記録。下から2段目は、長野県松本建設事務所による安曇中の湯の温泉ガス観測データのうち、二酸化炭素と硫化水素の比を示す。また、最下段に参考のため気象庁の栃尾観測点のアメダスによる日別降水量の記録を示す。

焼岳

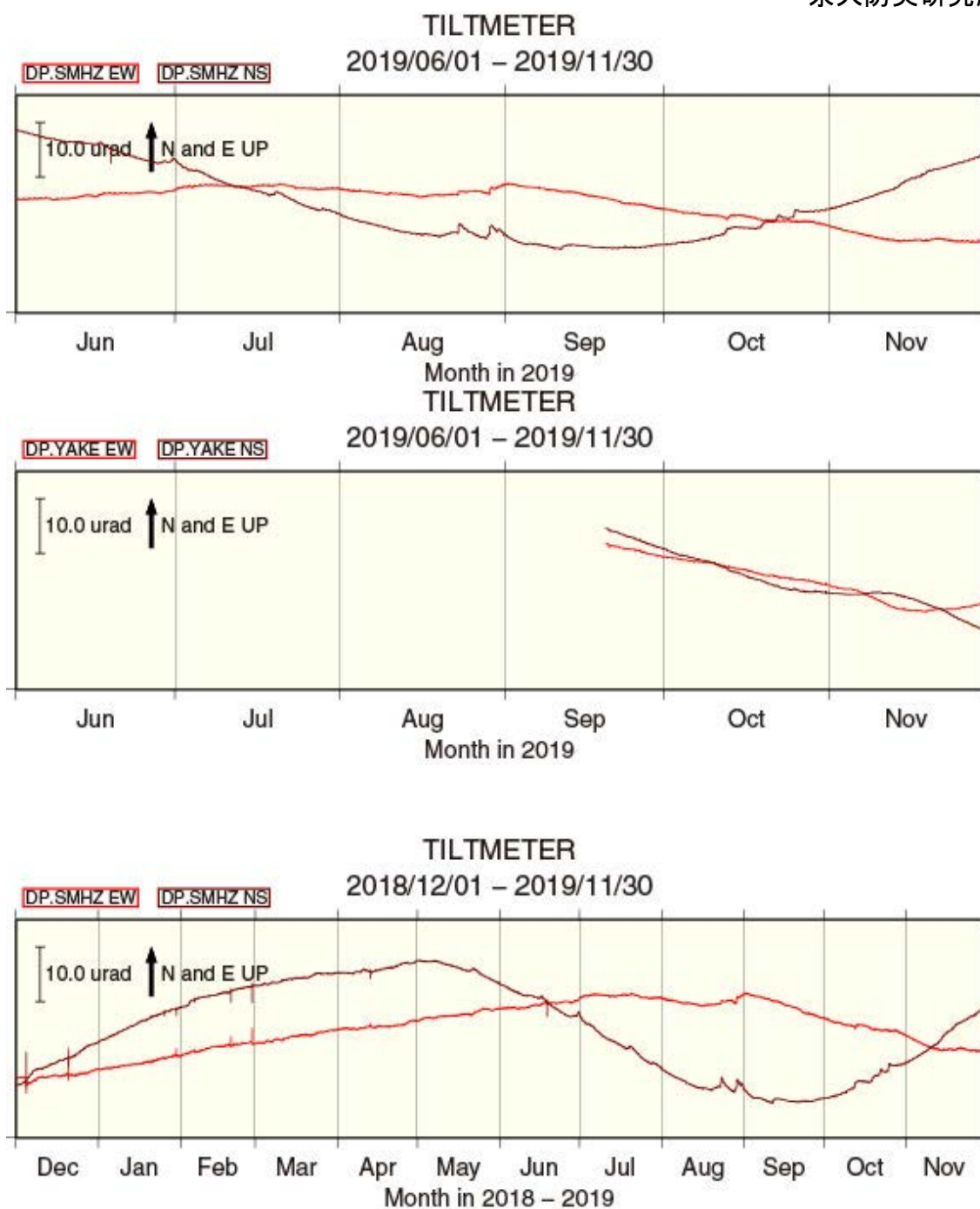


図3 : DP.SMHZ(上高地下堀沢)とDP.YAKE(焼岳中尾)のボアホール型傾斜計(それぞれ、約10mの孔底に設置)の記録

上段は2018年6月から2019年11月末までの東山麓・上高地下堀沢(DP.SMHZ)の半年間の記録、中段は同時期の西山麓・焼岳中尾(DP.YAKE)での記録。下段は2018年12月から2019年11月末までの1年間の上高地下堀沢(DP.SMHZ)での記録。DP.SMHZの記録には明瞭な年周変動がみられる。

焼岳

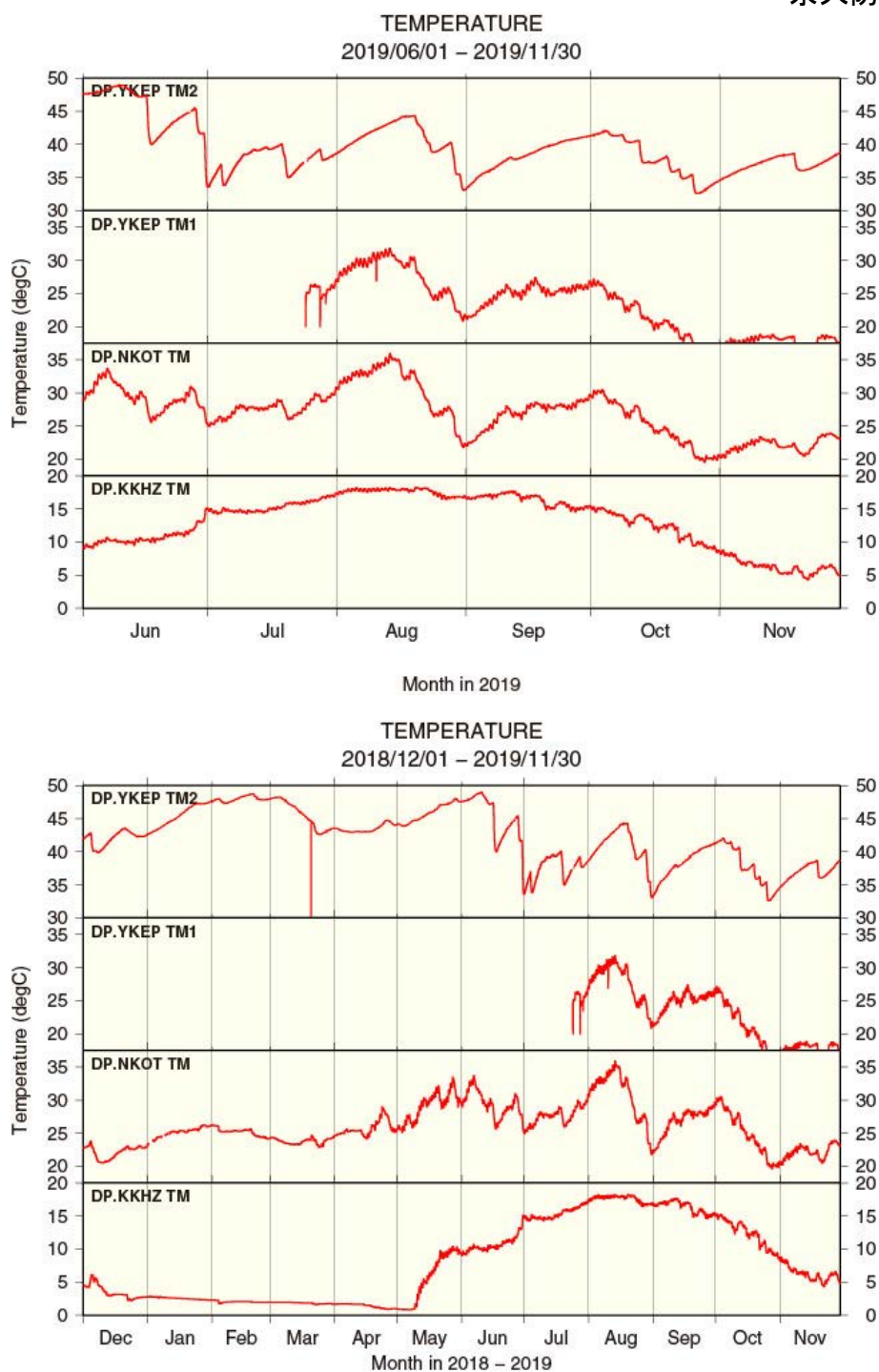


図4 : DPYKEP(焼岳山頂)の精密地中温度計の観測記録 (DP.YKEP TM2)、および、同じく DP.YKEP (TM1)、およびDP.NKOT(焼岳中尾峠)、DP.KKHZ(上高地峠沢)の気泡型傾斜計の内蔵温度計によるピット内温度の観測記録

上段は2019年6月から2019年11月末までの半年間、下段は2018年12月から2019年11月末までの1年間の記録。

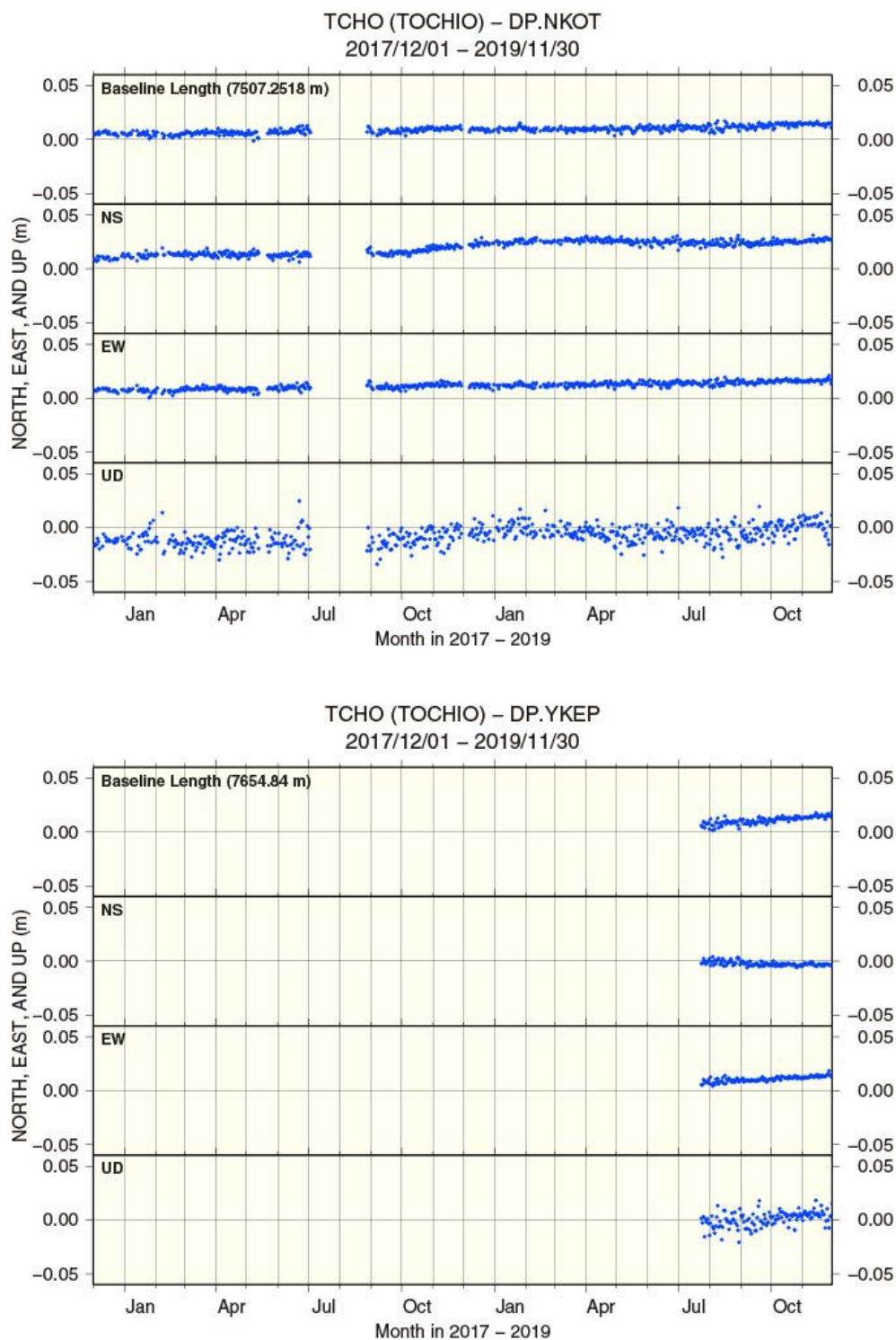


図5a : (上)DP.NKOT(焼岳中尾峠)のGNSSデータの解析結果。(下)DP.YKEP(焼岳山頂)のGNSSデータの解析結果。いずれも、西側山麓の栃尾にて京都大学・名古屋大学が共同運用を行っている点(TCHO)に対する、2017年12月からの変位。DP.YKEPは2019年7月に観測を開始した。

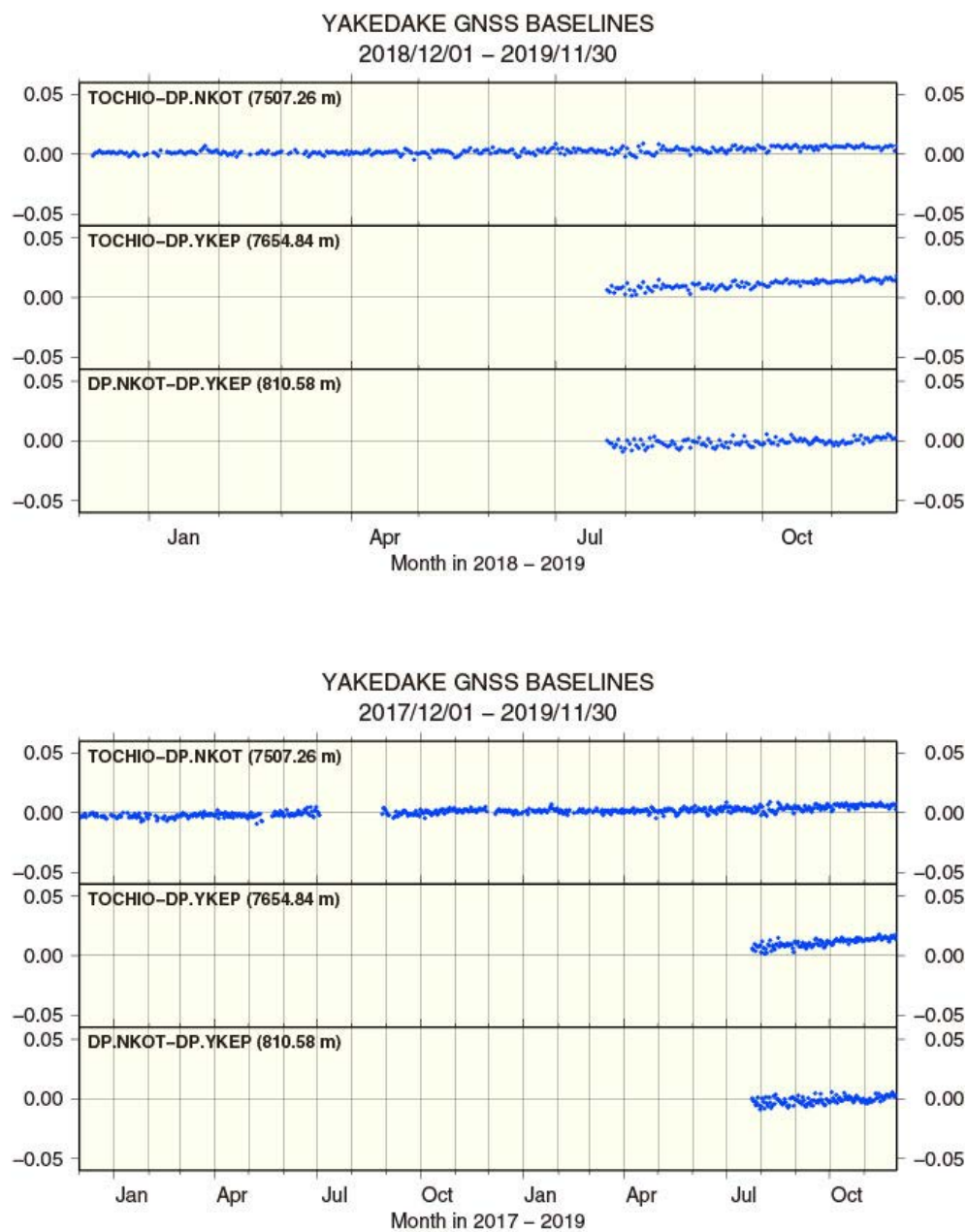


図5b : 栃尾(TCHO)、DP.NKOT(焼岳中尾峠)、DP.YKEP(焼岳山頂)の各点間のGNSS観測による基線長の時間変化。上段は2018年12月からの1年間のスケールで描いた図、下段は2017年12月からの2年間のスケールで描いた図。

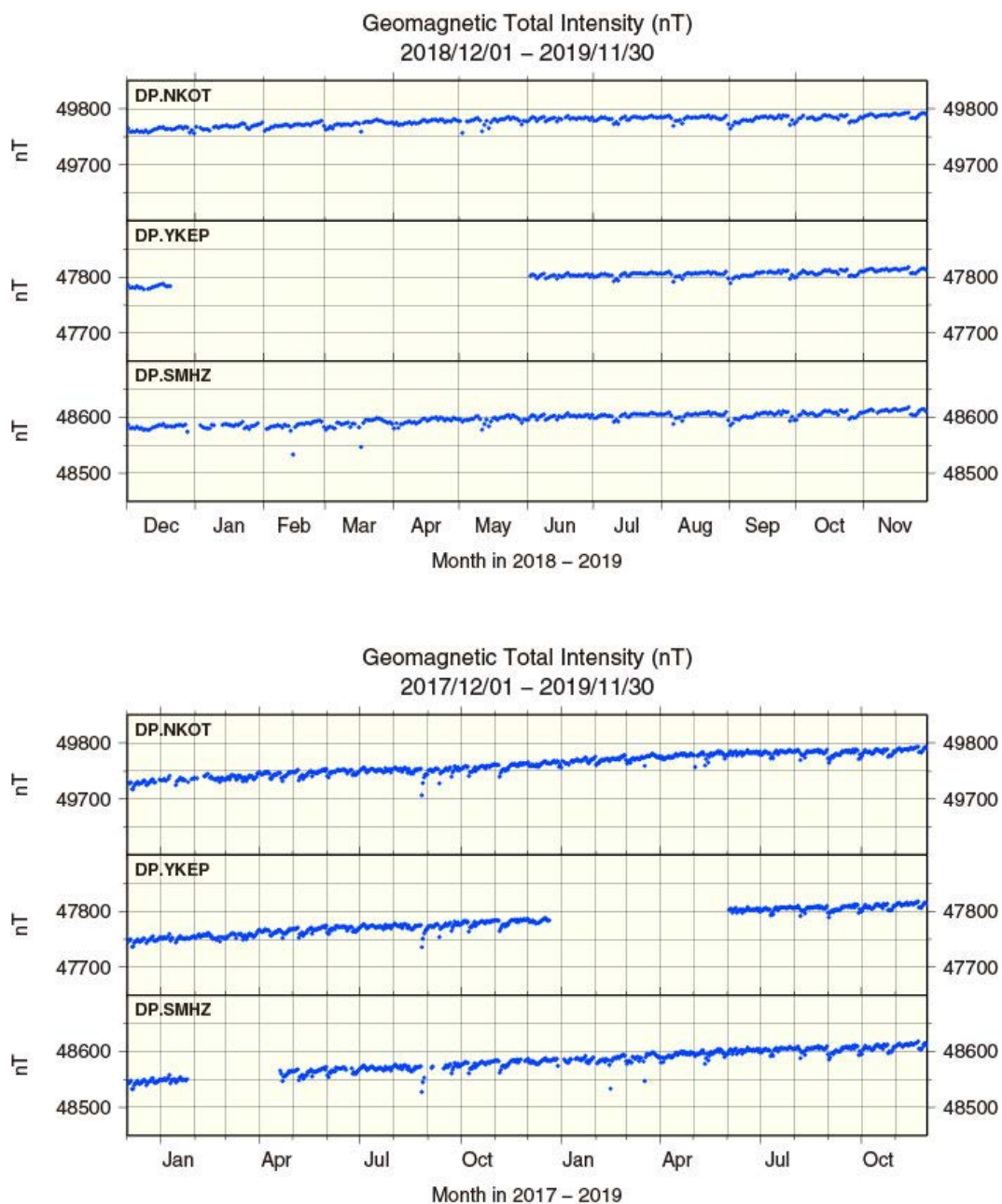


図6：DP.NKOT(焼岳中尾峠)、DP.YKEP(焼岳山頂)、およびDP.SMHZ(上高地下堀沢)におけるプロトン磁力計による全磁力(絶対値)の観測結果。上段は2018年12月から2019年11月末までの1年、下段は2017年12月から2019年11月末までの2年間の記録。

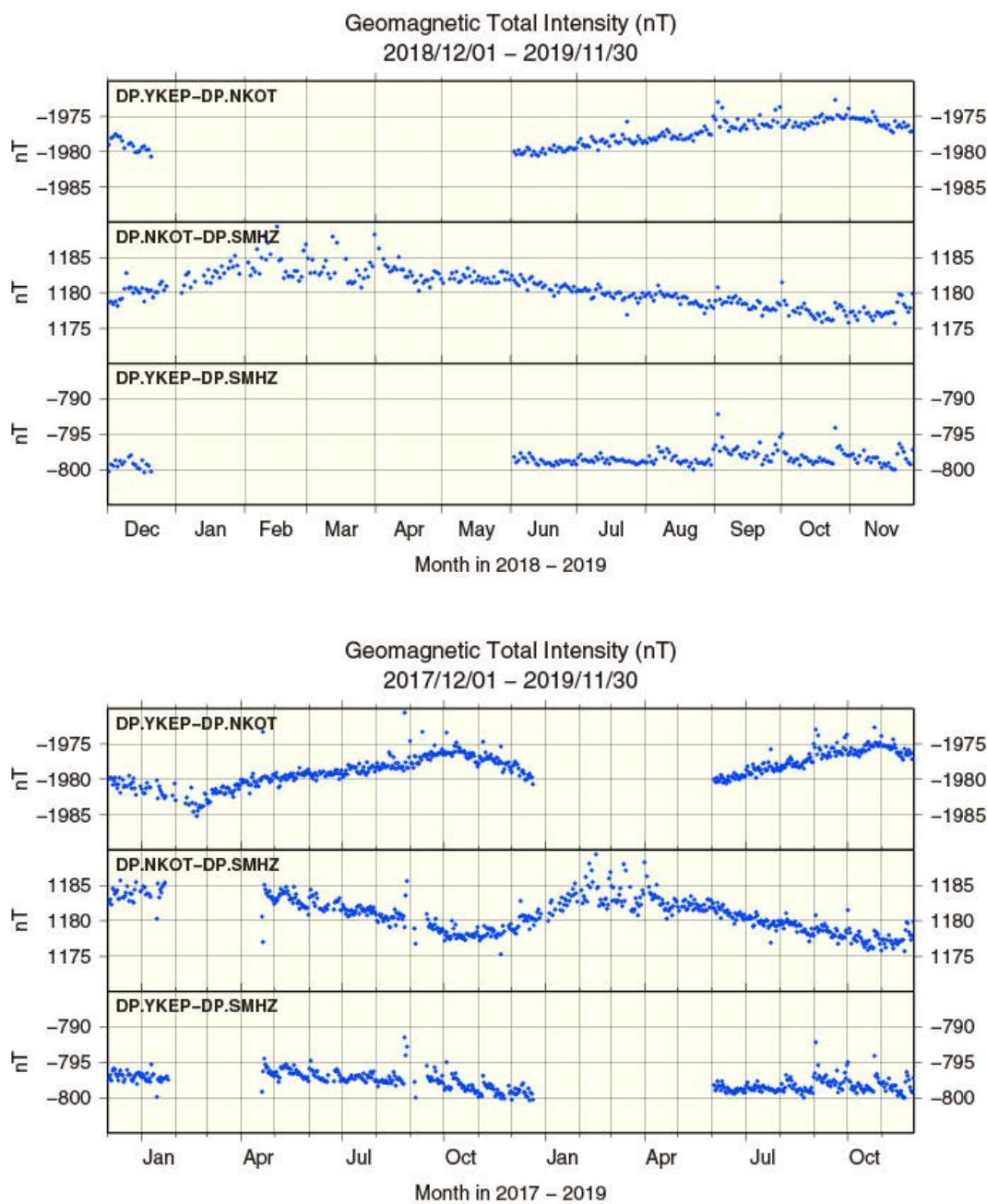
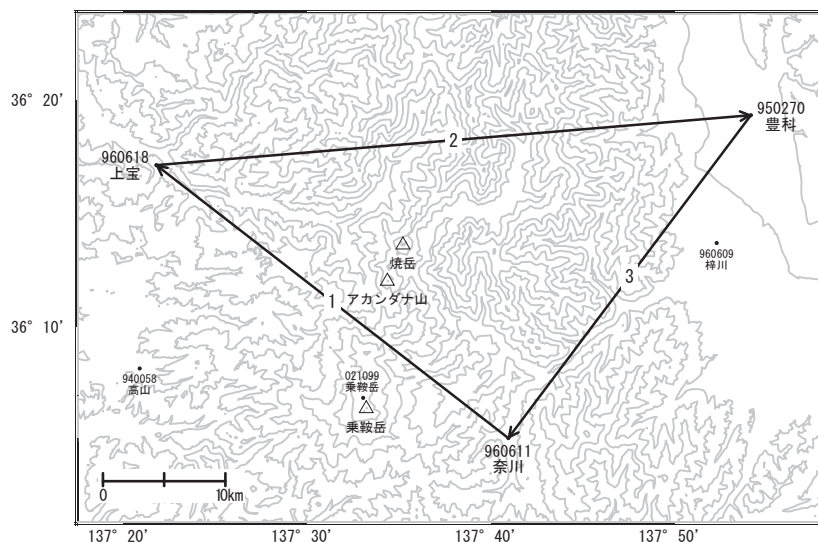


図7：DP.NKOT(焼岳中尾峠)、DP.YKEP(焼岳山頂)、およびDP.SMHZ(上高地下堀沢)におけるプロトン磁力計による全磁力の各点間の差分。上段は2018年12月から2019年11月末までの1年間、下段は2017年12月から2019年11月末までの2年間の記録。DP.NKOTと他点間の差分には年周変動がみられるが、DP.SMHZを基点にしたDP.YKEPの差分は単調減少している。

焼岳・ア CANDANA 山

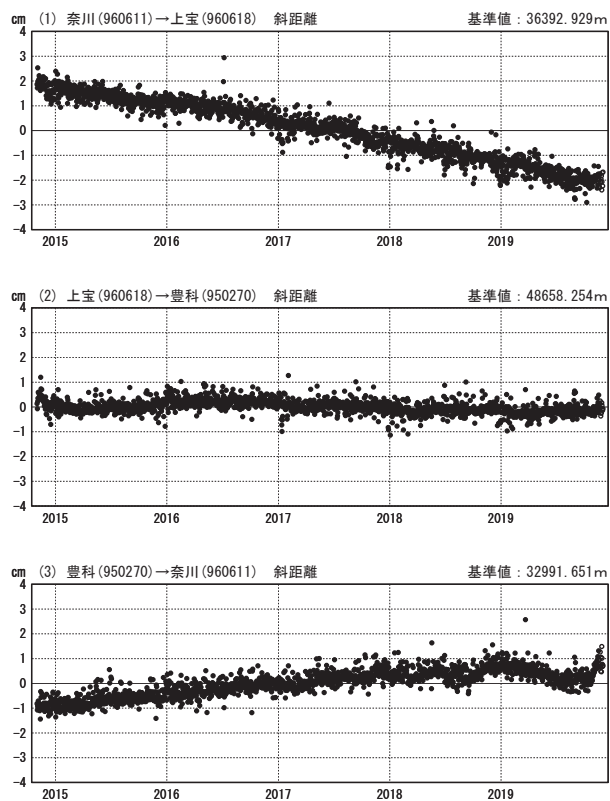
G N S S 連続観測結果には特段の変化は見られません。

焼岳・ア CANDANA 山周辺 GEONET (電子基準点等) による連続観測基線図



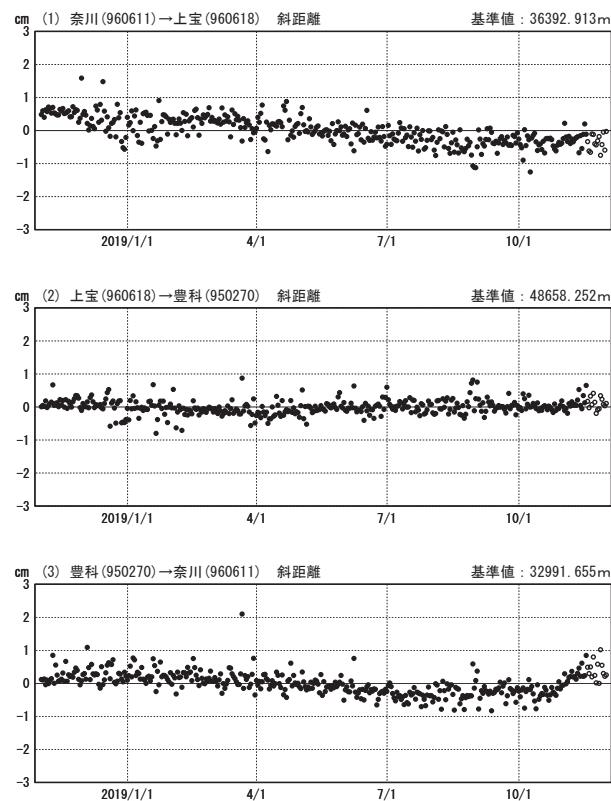
基線変化グラフ (長期)

期間: 2014/11/01~2019/11/30 JST



基線変化グラフ (短期)

期間: 2018/11/01~2019/11/30 JST



●—[F3: 最終解] ○—[R3: 速報解]

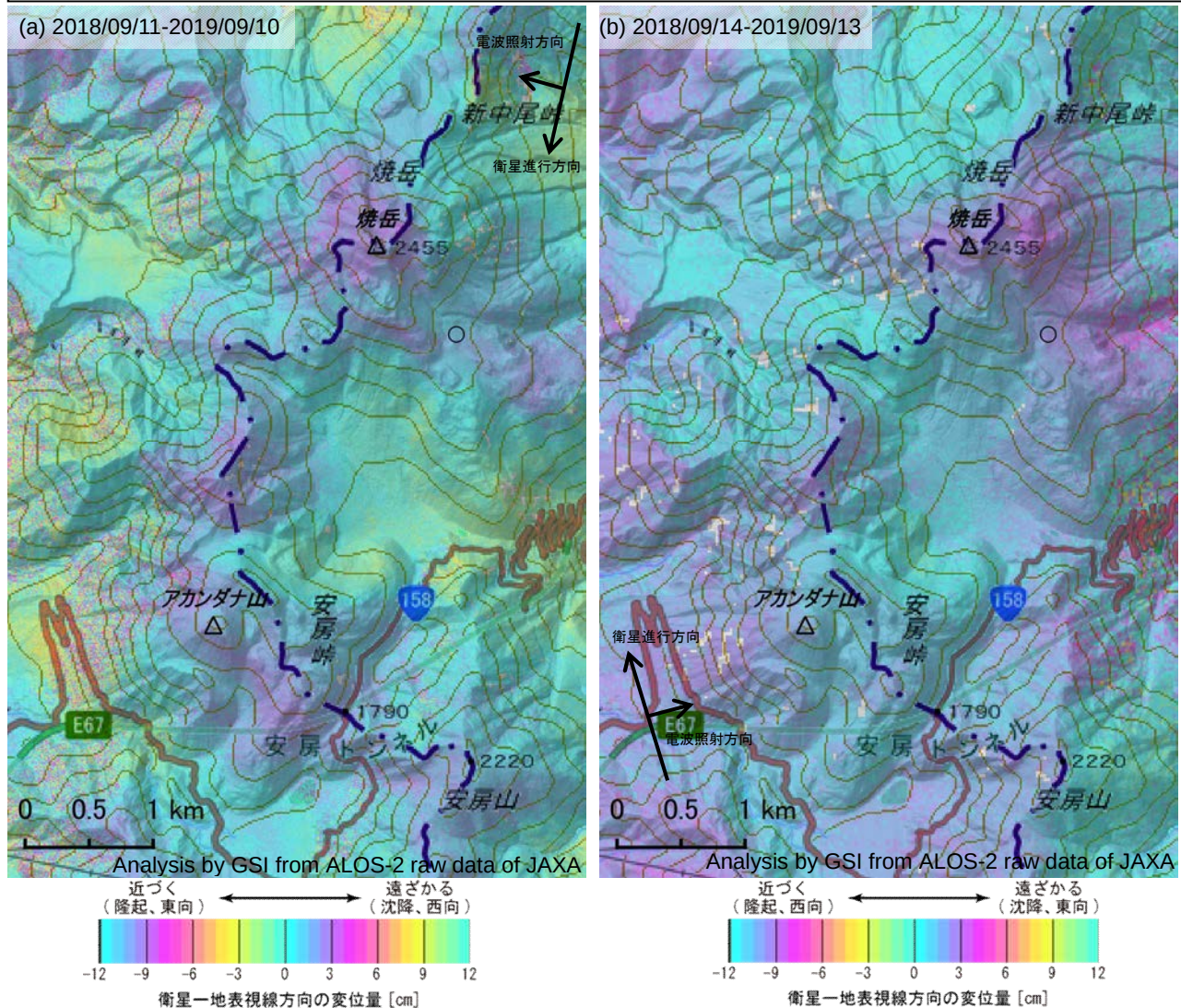
国土地理院

※[R3: 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

焼岳・ア CANDANA 山

焼岳・アカダナ山の SAR 干渉解析結果について

判読) 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	2018/09/11 2019/09/10 11:50 頃 (364 日間)	2018/09/14 2019/09/13 23:45 頃 (364 日間)
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右	右
観測モード ^{*1}	U-U	H-H
入射角 ^{*2}	42.3°	36.7°
偏波	HH	HH
垂直基線長	-95 m	+73 m

*¹U: 高分解能(3m)モード

H: 高分解能(6m)モード

*² 焼岳における入射角

○ 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

焼岳・アカダナ山

焼岳黒谷火口の地形変化と周辺の噴気活動

概 要

2017 年 8 月以降、火口壁の崩落によって火口底が徐々に上昇していた黒谷火口は、2019 年 7 月の活動活発化以降、火口南—南東壁が大きく崩壊し、地形が一変した。東壁には硫黄が付着した噴気孔が新たに出現し、火口周辺には巻き上げられた土砂の堆積が認められた。火口南方 250m には新たな噴気帯が確認された。

本 文

2019 年 7 月 26 日、8 月 2 日、8 月 26 日、11 月 2 日に黒谷火口とその周辺の現地調査を行った。2017 年 8 月以降、黒谷火口の火口底は徐々に上昇し、それに伴って熱異常域も場所を変えながら確認されていた(写真 1-a, 1-b)。空振を伴う火山性地震が発生した 2019 年 7 月 27 日の前日の 7 月 26 日の調査では、前年と比べ南東側が大きく埋め立てられ、火口壁の小規模な崩落による落石音が頻繁に聞こえた(写真 1-c)。8 月 2 日の調査では、さらに大きく南東側が崩落し埋め立てられていることが確認された(写真 1-d)。7 月 26 日とは対照的に崩落音はほとんど聞こえなかった。火口の縁では、植物の葉や岩石の上に崩落によって巻き上げられた土砂がわずかに堆積していた(写真 2)。熱赤外カメラで観察したところ、これまでと同様に北東側の火口底縁の噴気周辺で高温域が見られた(写真 3-①)のに加えて、東壁中央部に高温域が確認された(写真 3-②)。この時点では東壁中央部の高温域からは噴気の放出は確認できなかった。11 月 2 日の調査では、それまでの地形との比較が困難なほど、火口の南—南東側が大きく崩落し、火口底が埋め立てられていた(写真 1-f)。東壁の高温域からは、火口縁から噴出音が確認できるほど活発な噴気が放出され、噴気孔の周りには硫黄の析出が認められた(写真 4)。火口底の南東側には噴出口と思われる大きな凹地が確認されるが(写真 1-f の右上)、その中を覗くことはできなかった。また、この日はこれまでとは異なり、わずかに噴気臭も感じられた(ガス検知器[Riken-Keiki GX-3R Pro]による火口縁での観測では SO_2 , H_2S ともにゼロ)。

11 月 2 日の調査で、黒谷火口の南方 250m(正賀池の西方 300m, 標高 2300m 付近)の斜面に噴気帯を確認した(写真 5)。8 月 26 日の調査では、約 100m 離れた地点から同じ地点を遠望観測しているが、特に異常を確認できなかった。噴気帯は約 10m 四方程度で、複数箇所から弱い噴気が音もなく上昇していた。噴気孔から長さ 50cm の熱電対を挿入したところ最大で約 46 度の温度が得られた。噴気孔出口にはコケ類などの植生が見られ(枯死していない)、噴気帯の出現は新しいと考えられる。

なお現段階では、2013 年より継続的に観測している北峰南側斜面や北峰北側斜面の噴気孔、正賀池の温度、化学組成に、黒谷火口の活動と関係のある変化は認められていない。

a) 27 Aug 2017



b) 7 Nov 2018



c) 26 Jul 2019



d) 2 Aug 2019



e) 26 Aug 2019



f) 2 Nov 2019



写真1 西側から望む黒谷火口の変化(同じ地点から撮影)



写真2 西側の火口縁で確認された葉の上に堆積した土砂(2018 年 8 月 2 日)

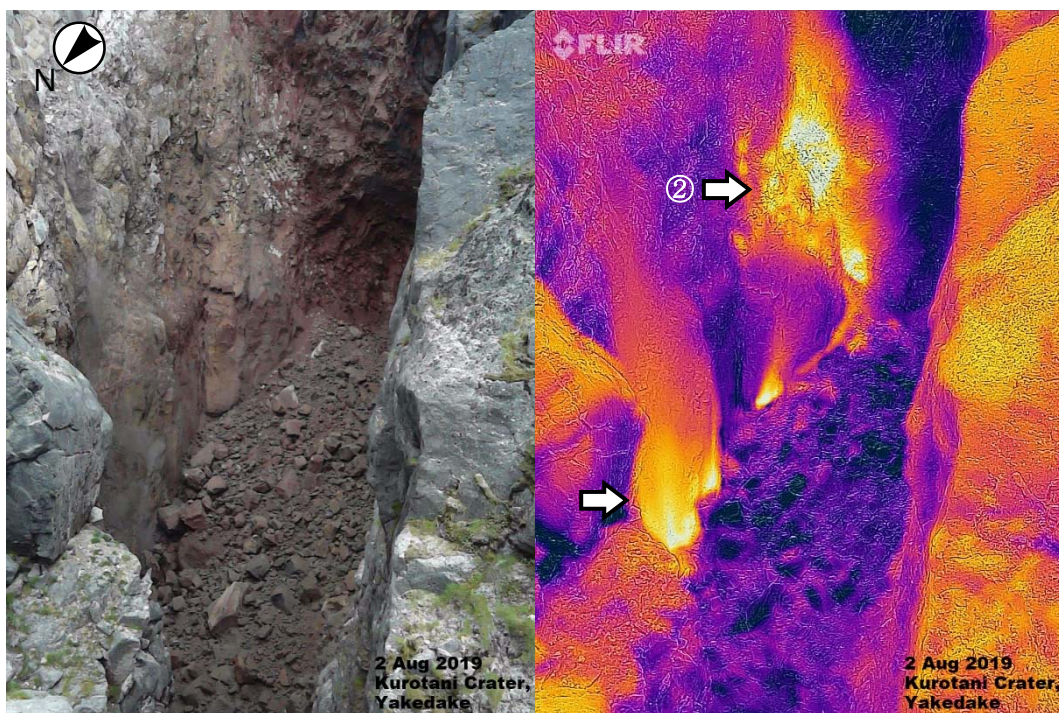


写真3 熱赤外観測(火口西側から, 2019 年 8 月 2 日)

北東側の火口底縁の噴気周辺の高温域①に加えて, 東壁中央部にも高温域②が確認された.



写真4 東壁中央部の噴気孔(写真3の高温域②と同じ箇所, 2019年11月2日)

他の噴気孔と異なり, この噴気孔は周囲に硫黄が付着.



写真5 黒谷火口の南方250m(標高2300m付近)の噴気帯

噴気孔出口にはコケ類などの植生が見られ(枯死していない), 噴気帯の出現は新しいと考えられる.