

# 第 140 回 火山噴火予知連絡会資料

(その 2 の 1)

蔵王山、浅間山、諏訪之瀬島

平成 30 年 2 月 14 日

# 火山噴火予知連絡会資料（その2の1）

## 目次

|            |    |
|------------|----|
| 蔵王山.....   | 3  |
| 気象庁 3-28   |    |
| 東北大 29-34  |    |
| 浅間山.....   | 35 |
| 気象庁 35-46  |    |
| 東大震研 47-58 |    |
| 防災科研 59-63 |    |
| 地理院 64-68  |    |
| 諏訪之瀬島..... | 69 |
| 気象庁 69-79  |    |
| 京大桜島 80-81 |    |
| 地理院 82-85  |    |

# 蔵 王 山

(2018 年 2 月 3 日現在)

1 月 28 日から 2 月 2 日にかけて、傾斜変動を伴う火山性微動が 5 回発生した。このうち、1 月 30 日 14 時 18 分に発生した火山性微動の振幅は、2010 年 9 月の観測開始以降最大となった。

また、1 月 28 日の火山性微動に先行して、山頂の南方向が隆起する傾斜変動が観測され、29 日から 30 日の変化率は 2013 年以降最大となった。

これらのことから、蔵王山では火山活動が活発化して、小規模な噴火が発生する可能性がある判断し、1 月 30 日 14 時 38 分に火口周辺警報を発表して、噴火警戒レベルを 1（活火山であることに留意）から 2（火口周辺規制）に引き上げた。

想定火口域（馬の背カルデラ）から概ね 1.2km の範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒が必要である。

また、火口の風下側では火山灰や小さな噴石が遠方まで風に流されて降るおそれがあるため注意が必要である。

## ○概況（2017 年 9 月～2018 年 2 月 3 日）

### ・地震活動（図 8-②～④、図 9～18、図 23～25）

1 月 28 日から 2 月 2 日にかけて火山性微動が 5 回発生した。1 月 30 日 14 時 18 分に観測された火山性微動の最大振幅は  $25.8 \mu\text{m/s}$  [坊平観測点（山頂の南西約 5 km）] で、2010 年 9 月の観測開始以降最大となった。火山性微動には長周期成分が含まれ、その振動軌跡は御釜付近を向くことが確認できる。

火山性地震は少ない状態で経過していたが、火山性微動の発生後、微小なものも含め御釜付近が震源とみられる火山性地震の一時的な増加が認められた。

2013 年以降、御釜の東側から南東側の深さ 20～30km 付近を震源とする深部低周波地震が増加し、やや多い状態で経過している。

### ・地殻変動（図 8-⑤、図 19～28）

坊平観測点及び熊野岳観測点（山頂の南西約 100m）の傾斜計では、1 月 28 日の火山性微動に先行して山頂の南方向が隆起する地殻変動が観測され、火山性微動発生後も継続した。2013 年以降の火山性微動発生前後で同様な数日間の変動が複数回観測されているが、その中で 29 日から 30 日の変化率は過去最大となった。この変動は、31 日頃から緩やかになっている。また、坊平観測点では各微動の発生に先行してわずかな南東上がりの変化が一時的に観測された。

GNSS 連続観測では、火山活動によると考えられる変化は認められなかった。

### ・噴気等の表面現象の状況（図 1～7、図 8-①）

1 月 31 日及び 2 月 1 日に陸上自衛隊東北方面隊の協力により実施した上空からの観測

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東北大学、山形大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、公益財団法人地震予知総合研究振興会のデータを利用して作成した。

では、御釜とその周辺、振子沢付近、傾城岩付近硫気変質地帯及び祓川上流域硫気変質地帯に噴気や地熱域は認められなかった。また、丸山沢の噴気や地熱域の状況に特段の変化はみられなかった。

遠刈田温泉に設置している監視カメラによる観測では、9月から10月にかけて丸山沢で200mの噴気を観測した。遠刈田温泉、上山金谷、刈田岳及び御釜北に設置している監視カメラによる観測では、御釜付近の異常は認められなかった。



図1 蔵王山 山頂部の状況

- ・左上図：遠刈田温泉（山頂の東約13km）に設置している監視カメラによる（2017年10月24日）。赤丸で囲んだ部分が丸山沢からの噴気で、高さは200m。
- ・右上図：上山金谷（山頂の西約13km）に設置している監視カメラによる（2018年1月20日）。
- ・左下図：刈田岳（御釜の南約800m）に設置している監視カメラによる（2017年11月18日）。
- ・右下図：御釜北（御釜の北約800m）に設置している監視カメラによる（2017年11月22日）。

注1）御釜から噴気が噴出した場合、遠刈田温泉及び上山金谷では高さ200m以上のときに観測される。

赤破線が御釜の位置を示す。





図 2 蔵王山 上空から撮影した写真及び地表面温度分布<sup>1)</sup> 撮影方向

1) 赤外熱映像装置による。

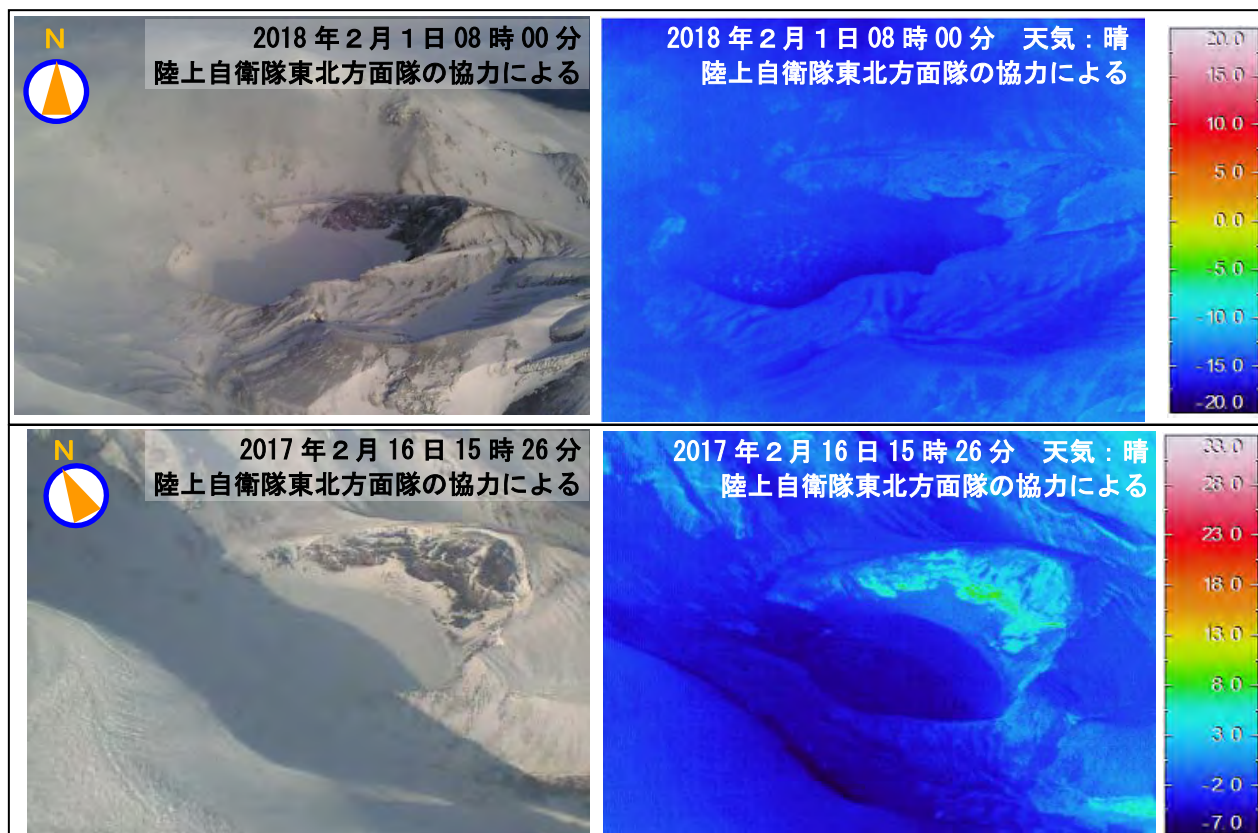


図 3 蔵王山 上空から撮影した御釜の状況と地表面温度分布

・ 噴気及び地熱域は認められなかった。

※赤外熱画像にみられる周囲より温度の高い部分は、岩などが日射により温められたことによるものと推定される。

※2017年2月16日は南南西方向から撮影。



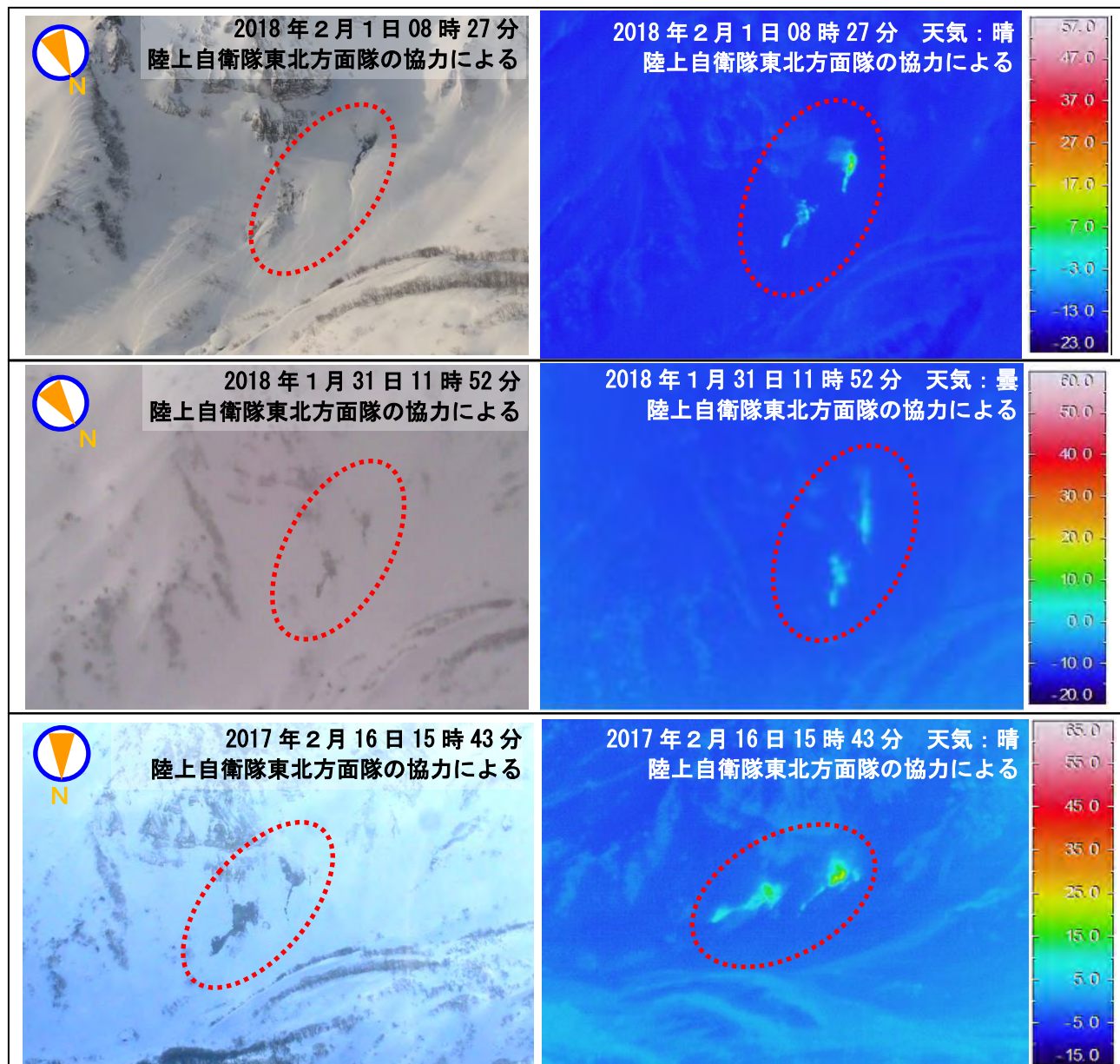


図4 蔵王山 上空から撮影した丸山沢噴気地熱地帯の状況と地表面温度分布

- ・ 噴気及び地熱域の状況に特段の変化は認められなかった。
- ・ 赤破線で囲んだ部分が地熱域である。

※2017年2月16日は北方向から撮影。

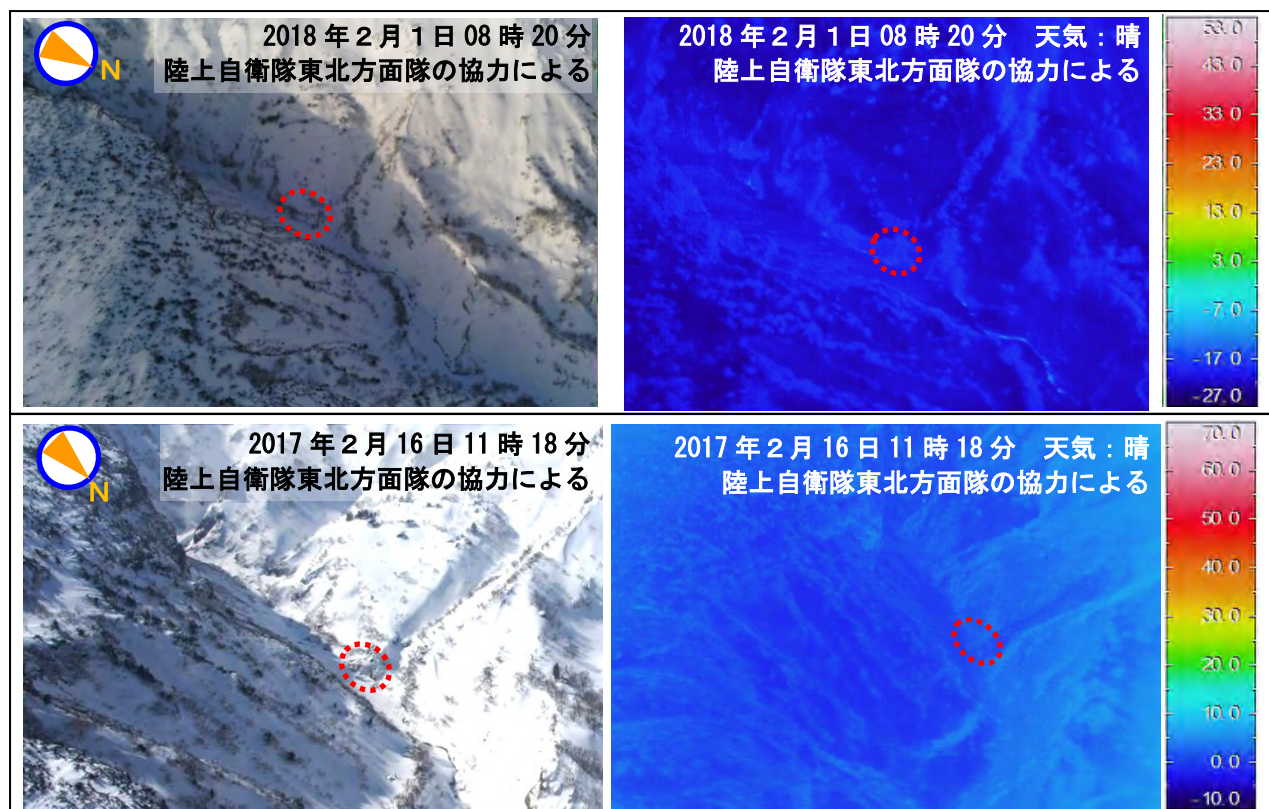


図 5 蔵王山 上空から撮影した振子沢付近の状況と地表面温度分布

- ・ 2015 年に温泉湧出がみられていた箇所（赤破線内）において、高温域は認められなかった。

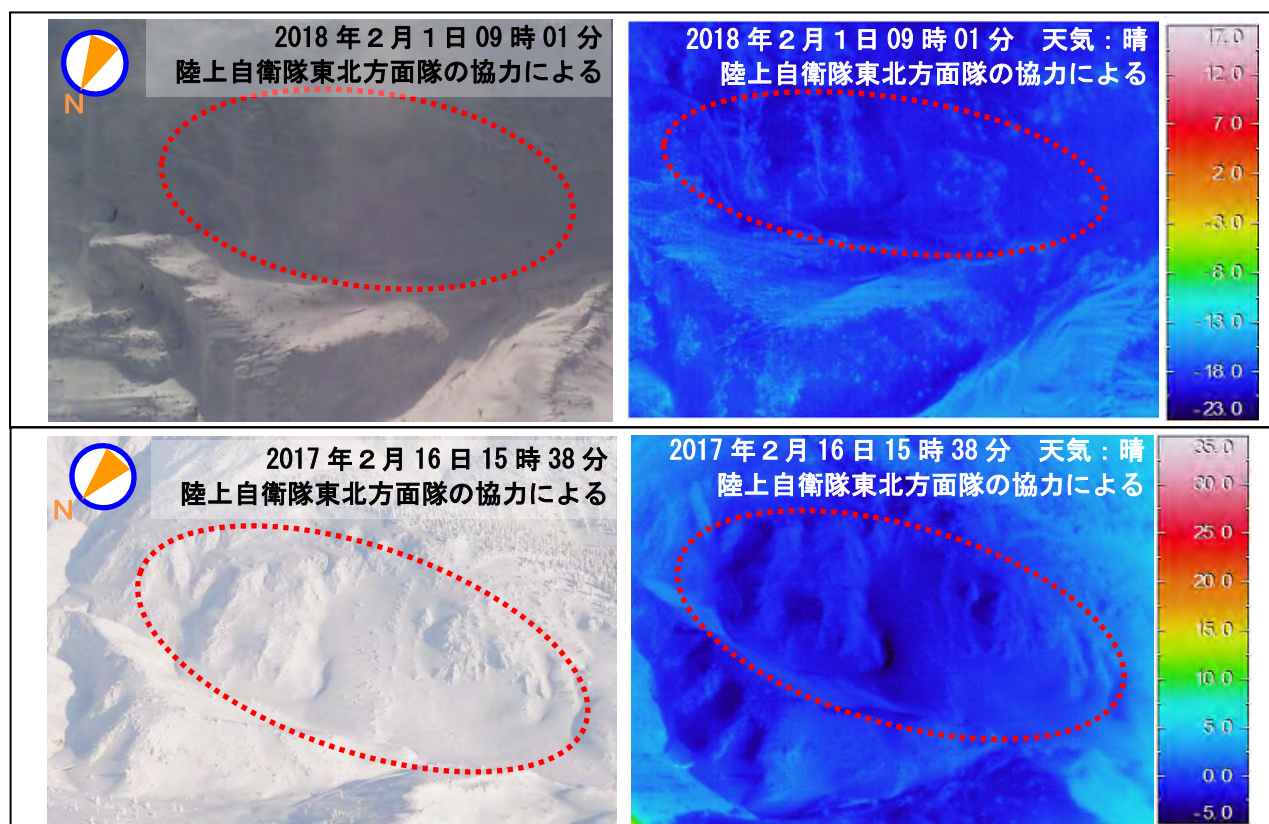


図 6 蔵王山 上空から撮影した傾城岩付近硫気変質地帯の状況と地表面温度分布

- ・ 噴気及び地熱域はみられなかった。
- ・ 赤破線で囲んだ部分が硫気変質地帯であるが、雪に覆われて見えていない。



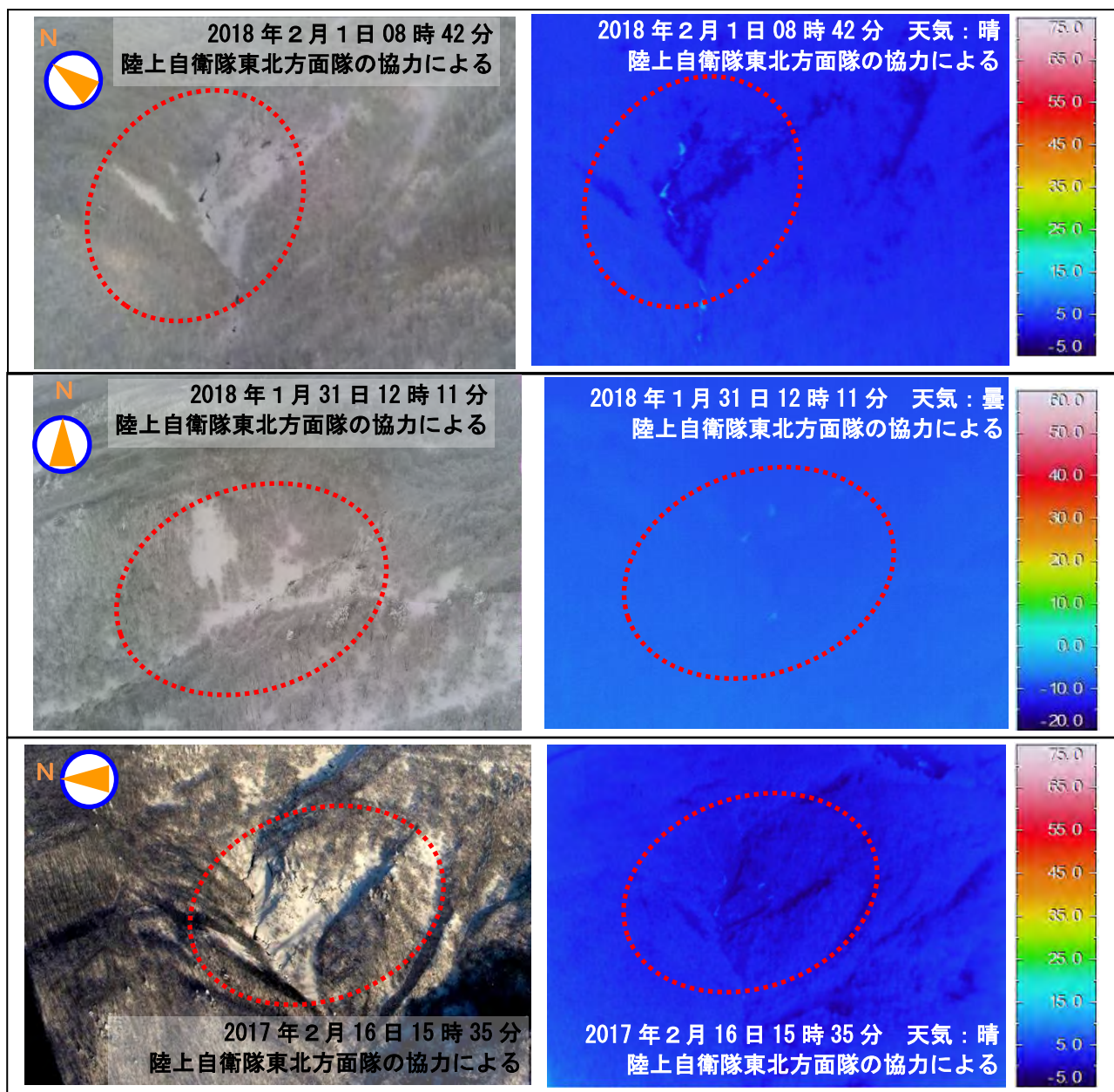


図7 蔵王山 上空から撮影した祓川上流域硫気変質地帯の状況と地表面温度分布

- ・噴気及び地熱域はみられなかった。
- ・赤破線で囲んだ部分が硫気変質地帯であるが、雪に覆われて見えていない。

※2018年1月31日は南側から、2017年2月16日は西方向から撮影。

※2018年2月1日の可視画像の雪が解けている部分は、河川によるものと推定される。

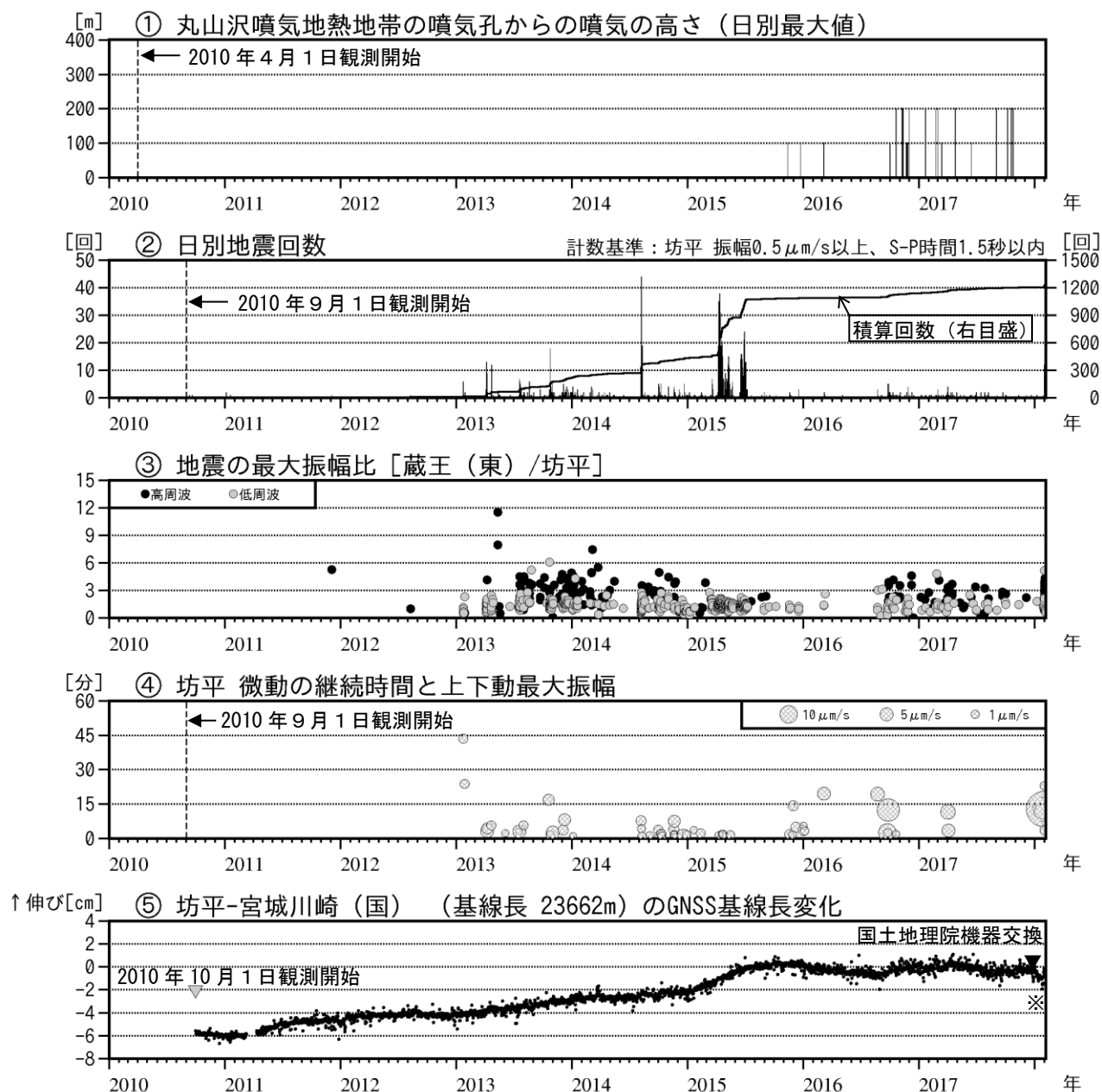


図 8 蔵王山 火山活動経過図 (2010 年 4 月～2018 年 2 月 3 日)

- ・丸山沢の噴気は 2015 年から観測されるようになっている。
  - ・火山性地震は少ない状態で経過していたが、火山性微動発生後に微小な地震活動も含め一時的な増加が認められた。
  - ・③は 2011 年 11 月以降をプロットしている。
  - ・1 月 28 日から 2 月 2 日にかけて火山性微動が 5 回観測された。1 月 30 日 14 時 18 分に発生した火山性微動の最大振幅は、2010 年 9 月の観測開始以降最大となった。
  - ・⑤は図 28 の GNSS 基線①に対応している。
- ※は、アンテナへの着雪による変化と考えられる。



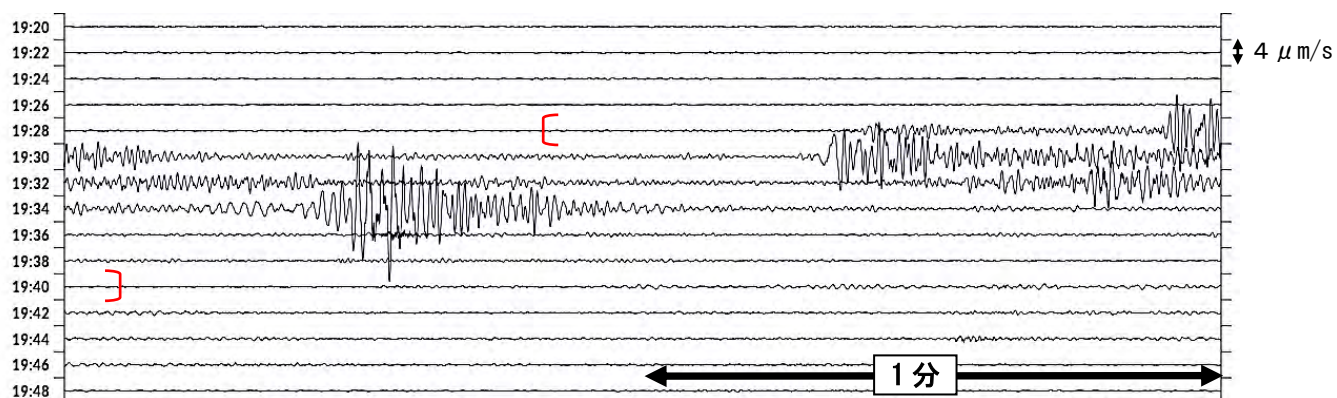


図 9 蔵王山 坊平観測点（上下成分）での火山性微動の発生状況

（2018 年 1 月 28 日 19 時 20 分～19 時 50 分）

- ・ [ ] は火山性微動を示す。最大振幅は  $10.4 \mu\text{m/s}$ 、継続時間は 11 分 17 秒であった。

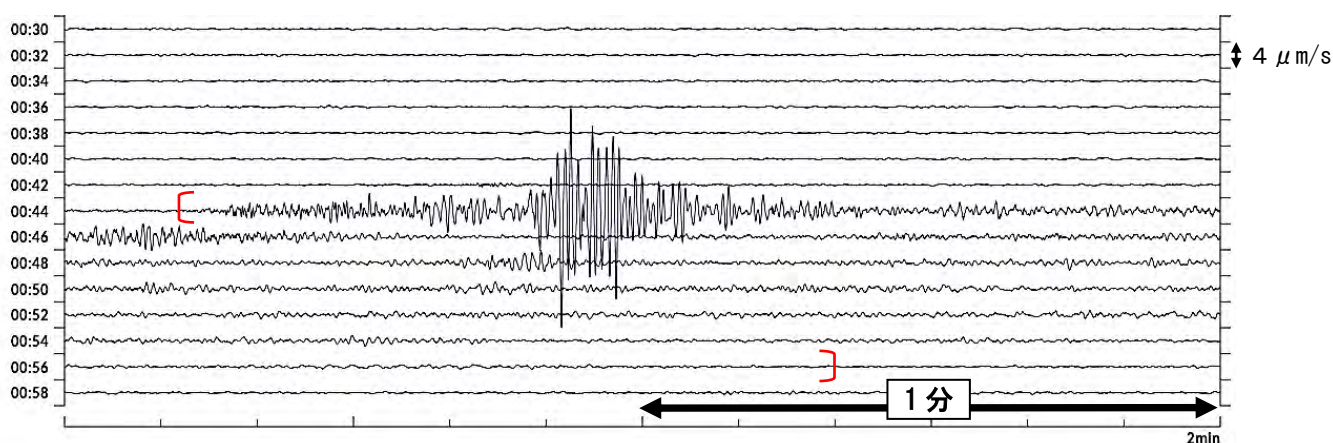


図 10 蔵王山 坊平観測点（上下成分）での火山性微動の発生状況

（2018 年 1 月 30 日 00 時 30 分～01 時 00 分）

- ・ [ ] は火山性微動を示す。最大振幅は  $13.7 \mu\text{m/s}$ 、継続時間は 13 分 07 秒であった。

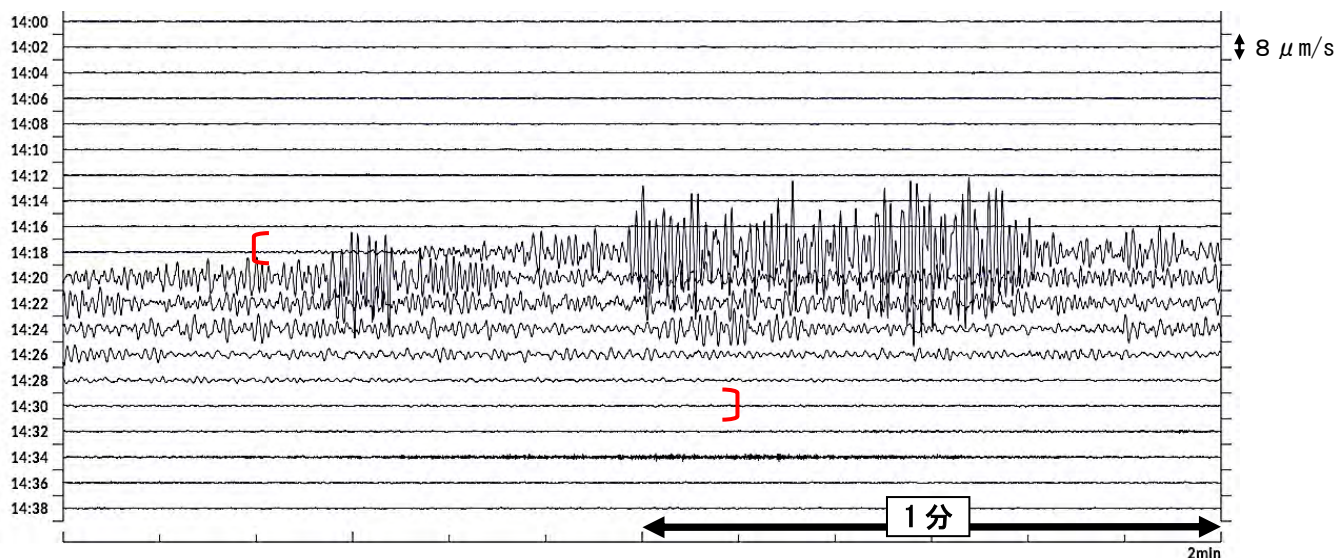


図 11 蔵王山 坊平観測点（上下成分）での火山性微動の発生状況

（2018 年 1 月 30 日 14 時 00 分～14 時 40 分）

- ・ [ ] は火山性微動を示す。最大振幅は  $25.8 \mu\text{m/s}$  で、2010 年 9 月の観測開始以降最大であった。継続時間は 12 分 50 秒であった。

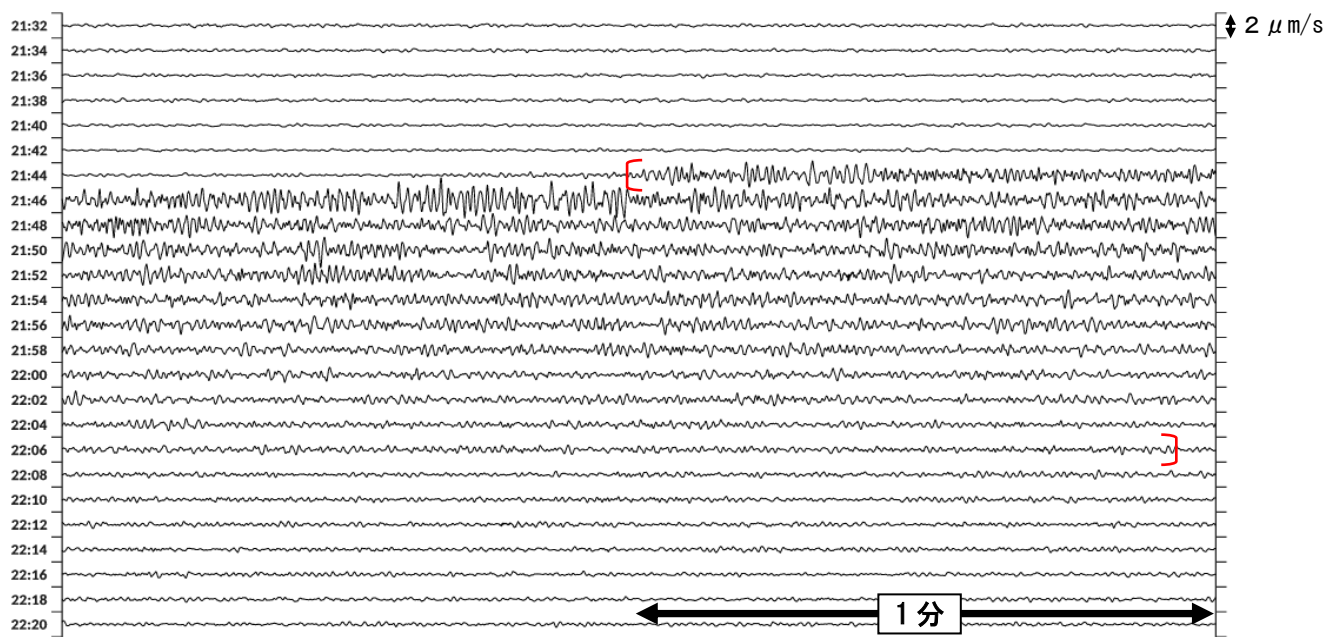
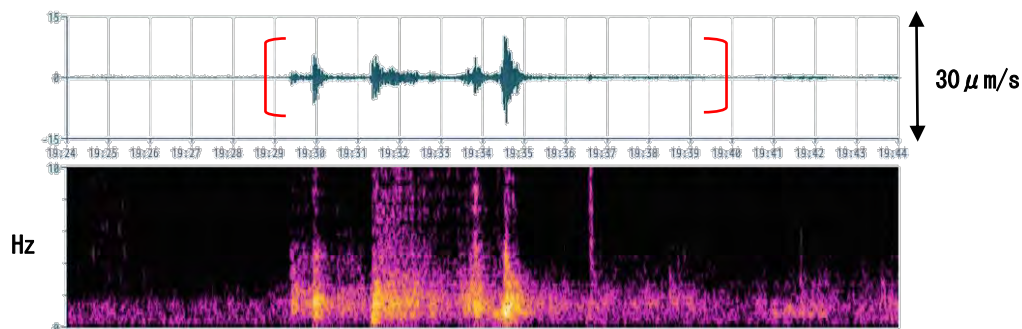


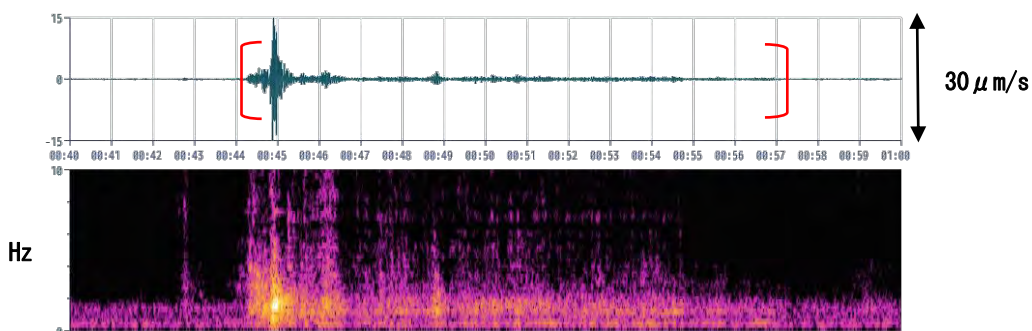
図 12 蔵王山 坊平観測点（上下成分）での火山性微動の発生状況  
（2018 年 1 月 30 日 21 時 32 分～22 時 22 分）

・ [ ] は火山性微動を示す。最大振幅は  $1.5 \mu\text{m/s}$ 、継続時間は 22 分 56 秒であった。

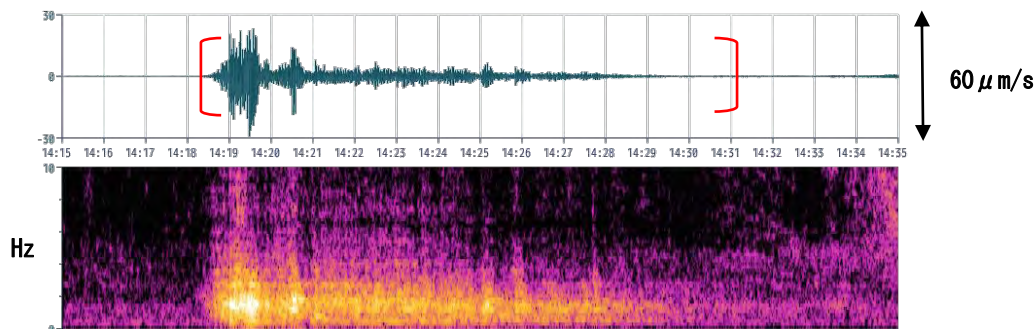
## ① 2018 年 1 月 28 日 19 時 24 分～19 時 44 分



## ② 2018 年 1 月 30 日 00 時 40 分～01 時 00 分



## ③ 2018 年 1 月 30 日 14 時 15 分～14 時 35 分



## ④ 2018 年 1 月 30 日 21 時 40 分～22 時 10 分

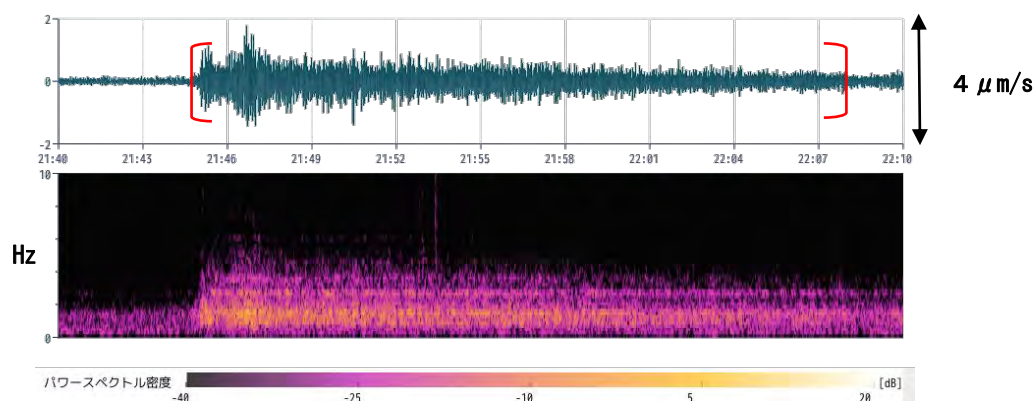
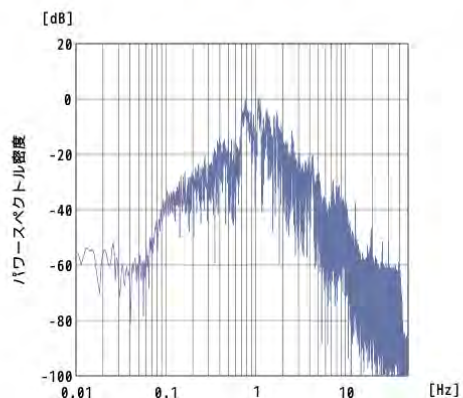
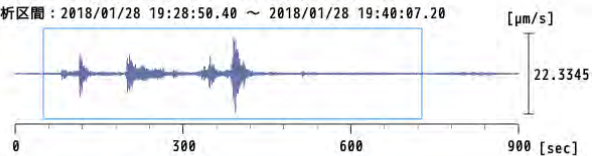


図 13 蔵王山 坊平観測点の火山性微動のランニングスペクトル  
(上下成分、速度波形、固有周期 1 秒)

- ・ 上段は微動波形。下段はランニングスペクトルで、5.12 秒間隔で解析。
- ・ 概ね 0.5～2 Hz 付近に卓越した周期がみられる、これまで観測された火山性微動と比較して特段の変化は認められない。
- ・ [ ] は火山性微動の発生時を示す。

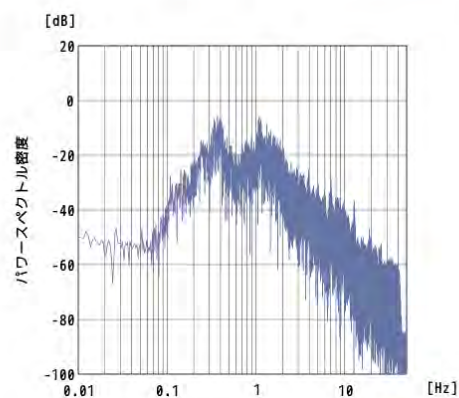
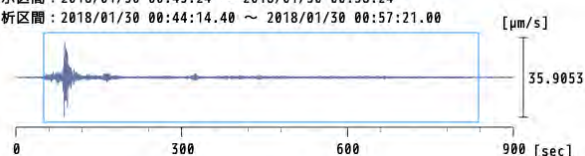


坊平 短周期速度 上下成分 フィルタ無し  
表示区間：2018/01/28 19:28:00 ~ 2018/01/28 19:43:00  
解析区間：2018/01/28 19:28:50.40 ~ 2018/01/28 19:40:07.20



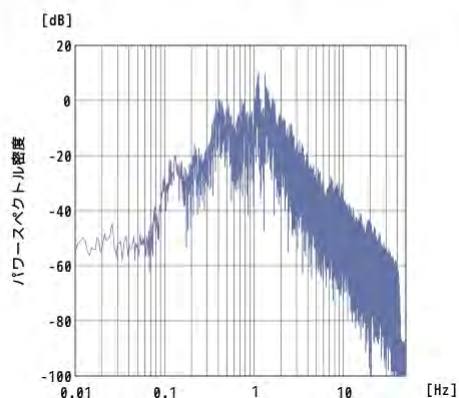
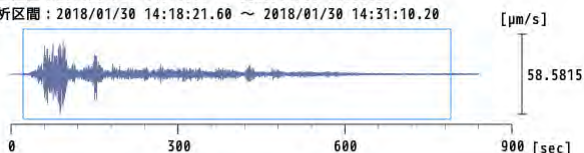
2018 年 1 月 28 日 19 時 28 分の火山性微動

坊平 短周期速度 上下成分 フィルタ無し  
表示区間：2018/01/30 00:43:24 ~ 2018/01/30 00:58:24  
解析区間：2018/01/30 00:44:14.40 ~ 2018/01/30 00:57:21.00



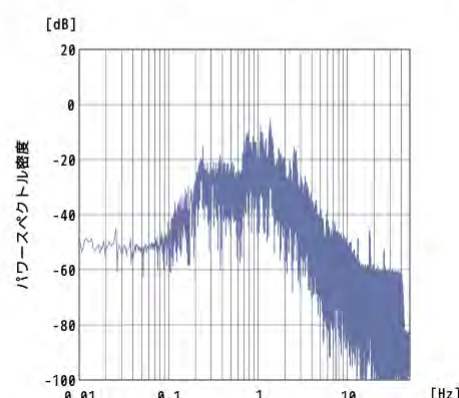
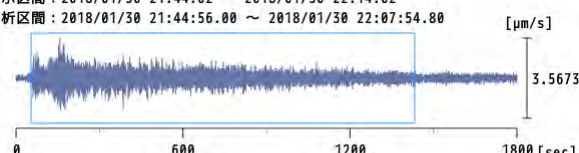
2018 年 1 月 30 日 00 時 44 分の火山性微動

坊平 短周期速度 上下成分 フィルタ無し  
表示区間：2018/01/30 14:18:00 ~ 2018/01/30 14:33:00  
解析区間：2018/01/30 14:18:21.60 ~ 2018/01/30 14:31:10.20



2018 年 1 月 30 日 14 時 18 分の火山性微動

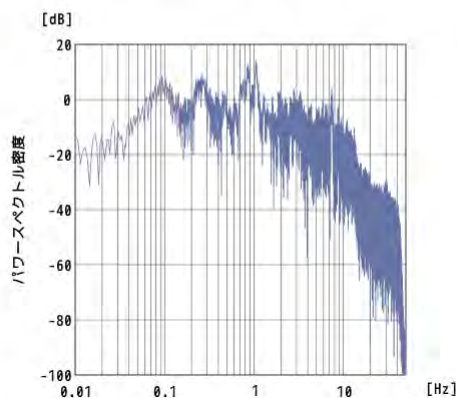
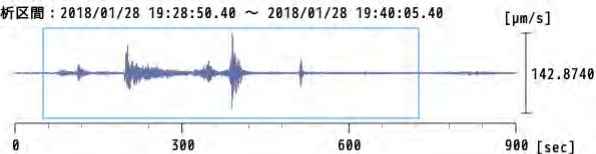
坊平 短周期速度 上下成分 フィルタ無し  
表示区間：2018/01/30 21:44:02 ~ 2018/01/30 22:14:02  
解析区間：2018/01/30 21:44:56.00 ~ 2018/01/30 22:07:54.80



2018 年 1 月 30 日 21 時 45 分の火山性微動

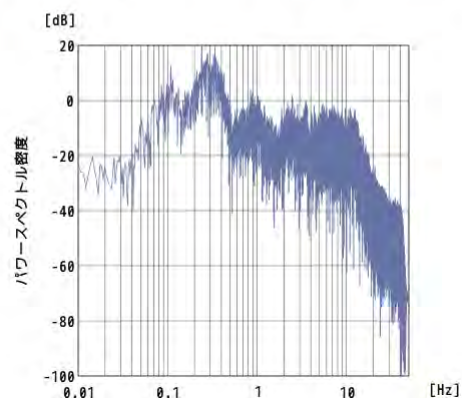
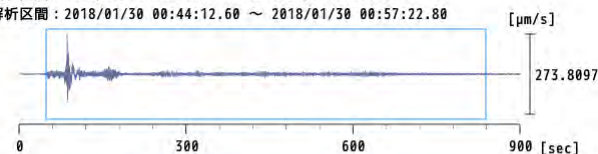
図 14-1 蔵王山 火山性微動波形および周波数特性  
(坊平観測点 短周期地震計 固有周期 1 秒 速度波形 上下動)  
・ 1 Hz 付近に卓越周期がみられる。

御釜北 広帯域速度 上下成分 フィルタ無し  
表示区間: 2018/01/28 19:28:00 ~ 2018/01/28 19:43:00  
解析区間: 2018/01/28 19:28:50.40 ~ 2018/01/28 19:40:05.40



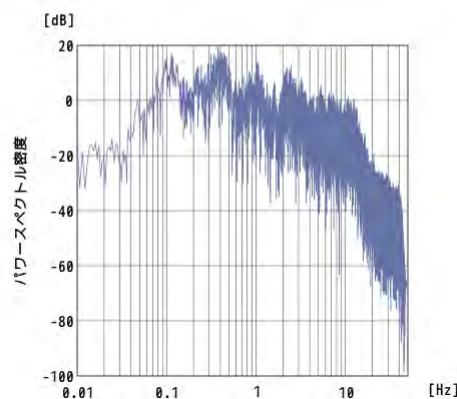
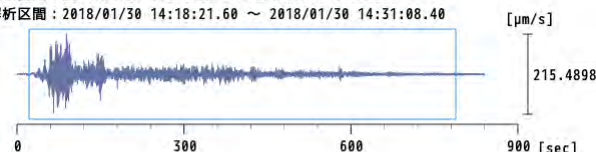
2018 年 1 月 28 日 19 時 28 分の火山性微動

御釜北 広帯域速度 上下成分 フィルタ無し  
表示区間: 2018/01/30 00:43:24 ~ 2018/01/30 00:58:24  
解析区間: 2018/01/30 00:44:12.60 ~ 2018/01/30 00:57:22.80



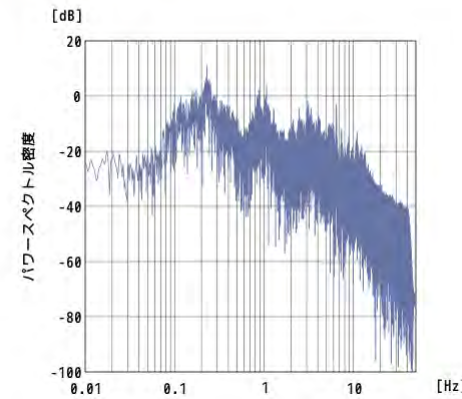
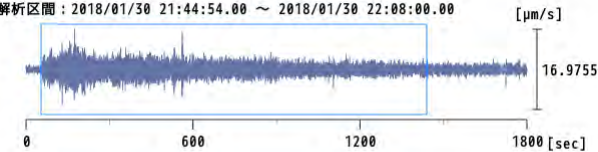
2018 年 1 月 30 日 00 時 44 分の火山性微動

御釜北 広帯域速度 上下成分 フィルタ無し  
表示区間: 2018/01/30 14:18:00 ~ 2018/01/30 14:33:00  
解析区間: 2018/01/30 14:18:21.60 ~ 2018/01/30 14:31:08.40



2018 年 1 月 30 日 14 時 18 分の火山性微動

御釜北 広帯域速度 上下成分 フィルタ無し  
表示区間: 2018/01/30 21:44:00 ~ 2018/01/30 22:14:00  
解析区間: 2018/01/30 21:44:54.00 ~ 2018/01/30 22:08:00.00



2018 年 1 月 30 日 21 時 45 分の火山性微動

図 14-2 蔵王山 火山性微動波形および周波数特性

(御釜北観測点 広帯域地震計 固有周期 120 秒 速度波形 上下動)

- ・ 坊平観測点で認められた卓越周期 1 Hz のほか、0.1~0.3Hz 程度の長周期成分が認められる。

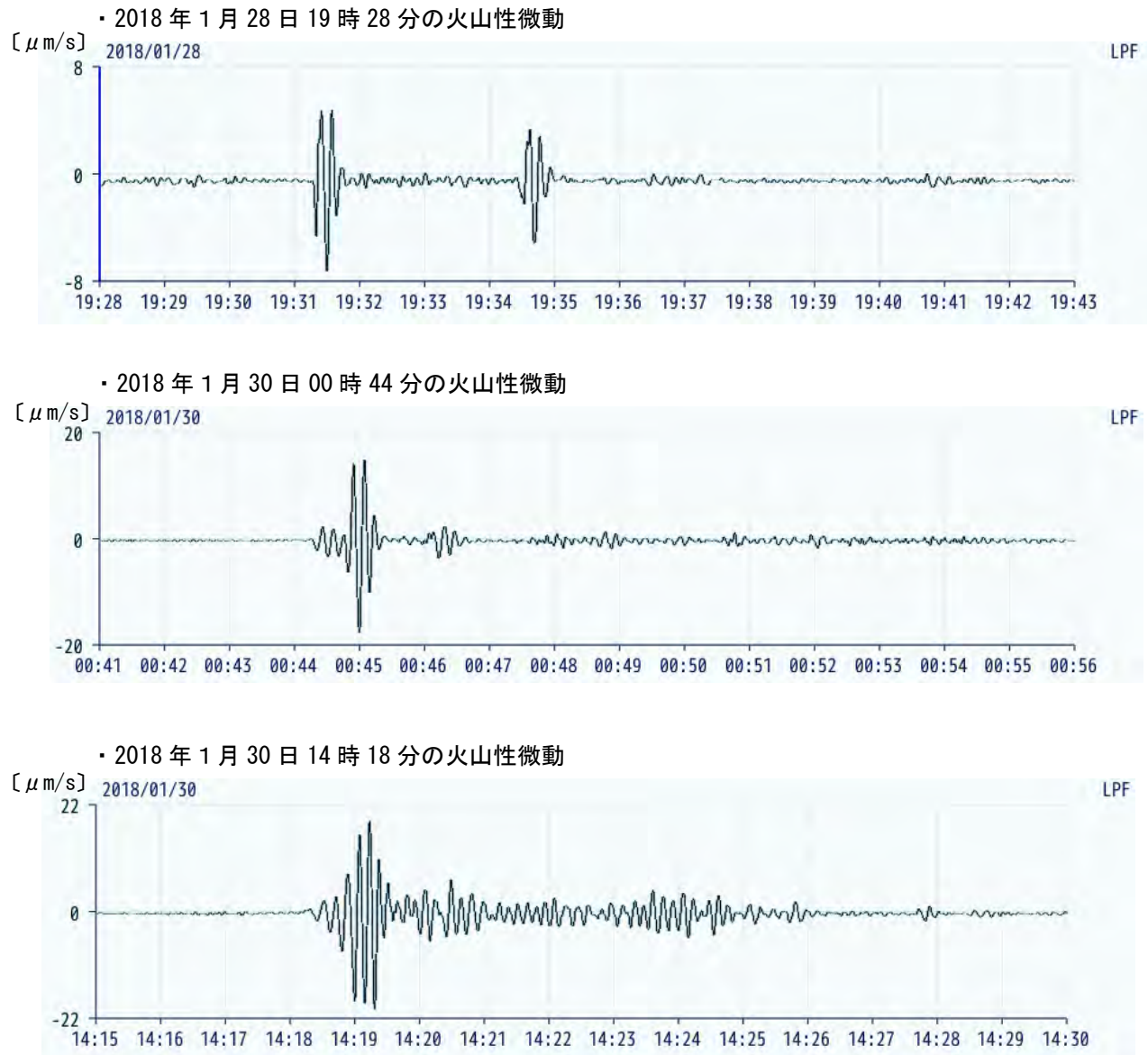
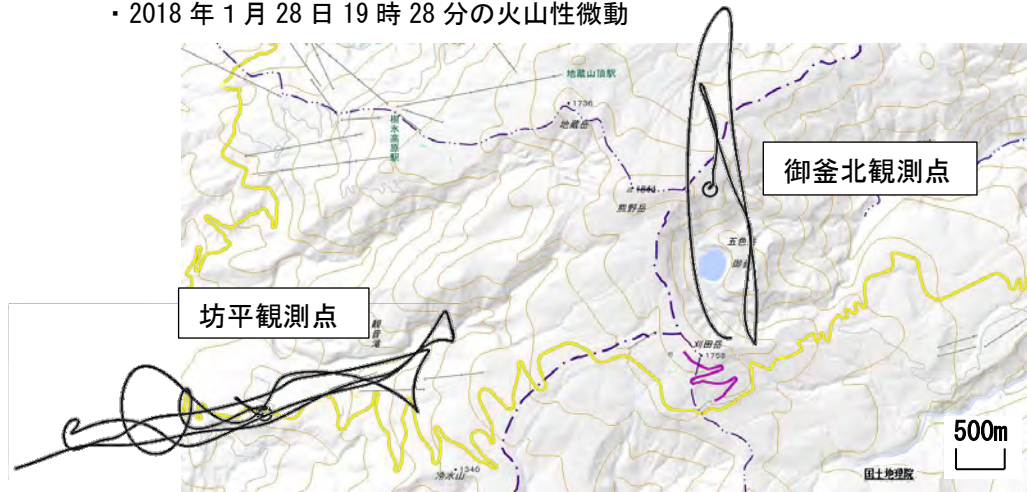


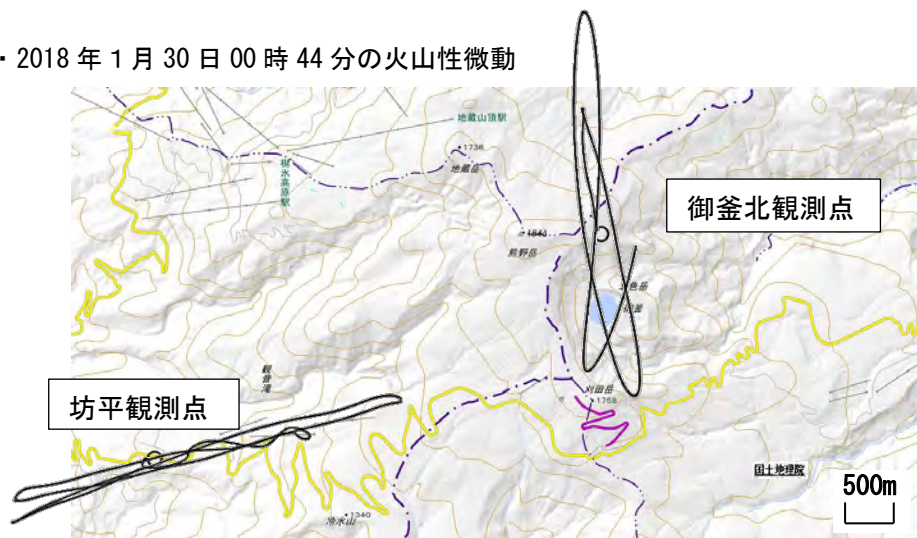
図 15 蔵王山 0.12Hz のローパスフィルタ処理した火山性微動波形  
 (御釜北観測点 広帯域地震計 固有周期 120 秒 速度波形 上下動)  
 ・ 複数の火山性微動で、長周期成分が認められた。



・ 2018 年 1 月 28 日 19 時 28 分の火山性微動



・ 2018 年 1 月 30 日 00 時 44 分の火山性微動



・ 2018 年 1 月 30 日 14 時 18 分の火山性微動

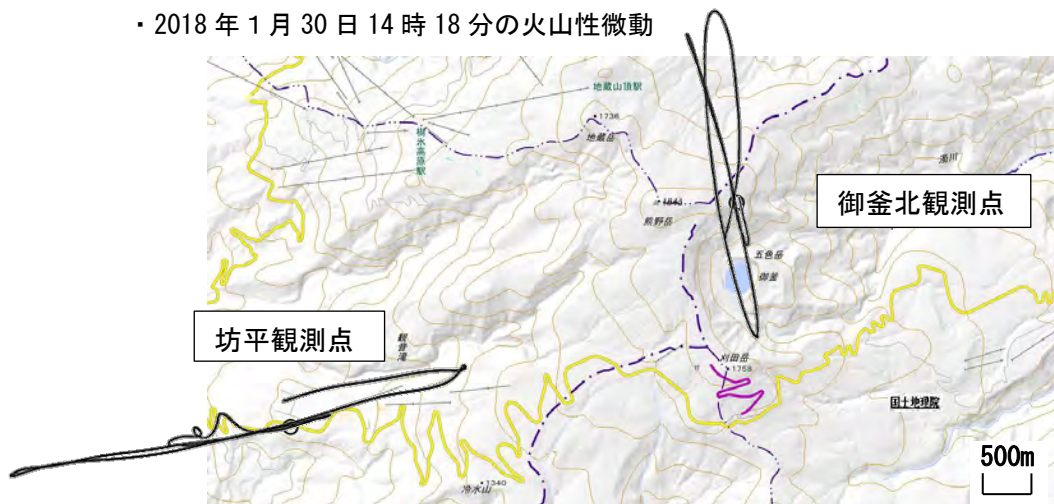
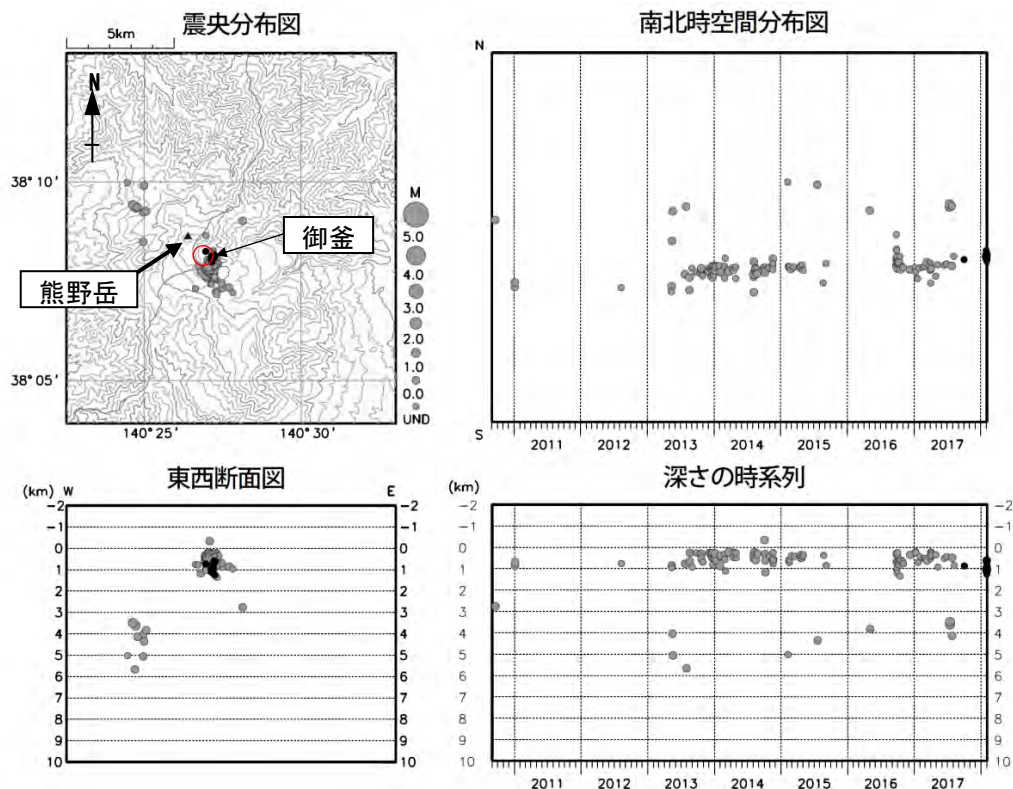


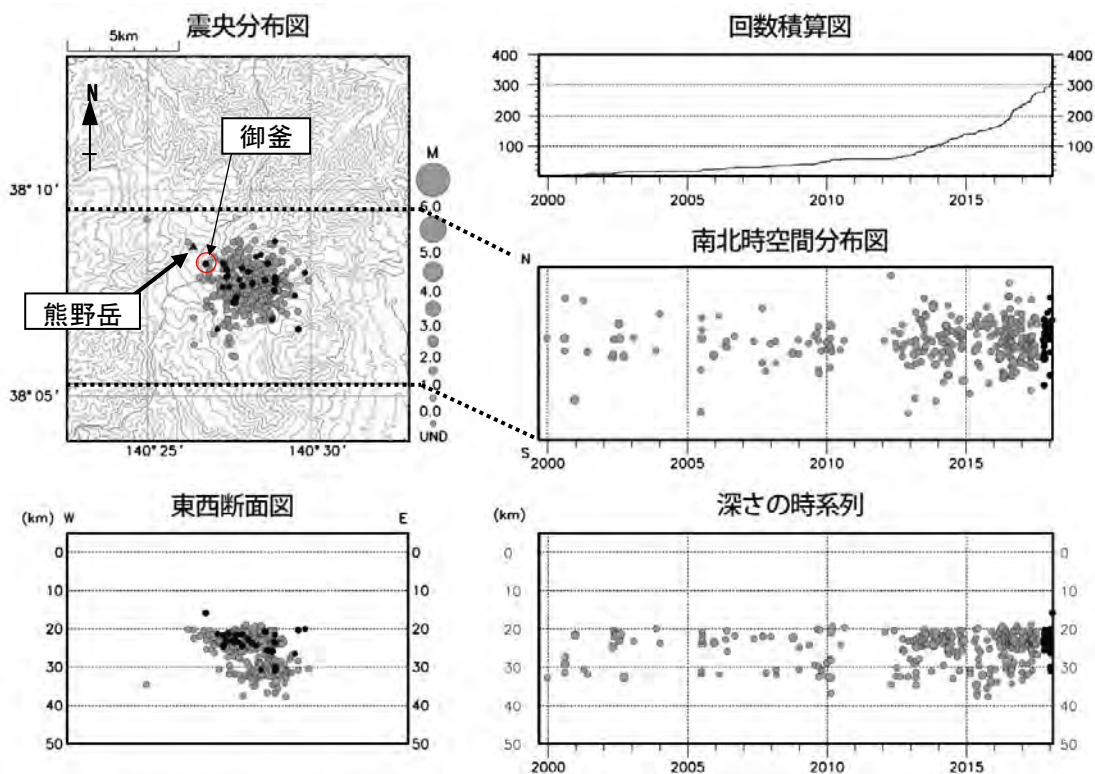
図 16 蔵王山 火山性微動の振動軌跡

- ・ 振動軌跡は御釜付近を向く。
- ・ 速度波形を積分し、0.08～0.12Hz バンドパスフィルタ処理。
- ・ 最大振幅前後の 20 秒間の波形を使用し、○が観測点（開始点）を示す



● : 2017 年 9 月 1 日～2018 年 2 月 3 日    ● : 2010 年 9 月 1 日～2017 年 8 月 31 日  
図 17 蔵王山 地震活動 (2010 年 9 月～2018 年 2 月 3 日)

- ・表示条件 : 相数 7 相以上
- ・本資料より震源計算方法を変更。観測点標高を考慮した 1 次元速度構造を使用。
- ・この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。



● : 2017 年 9 月 1 日～2018 年 2 月 3 日    ● : 1999 年 9 月 1 日～2017 年 8 月 31 日

図 18 蔵王山 一元化震源による深部低周波地震活動 (1999 年 9 月～2018 年 2 月 3 日)

注) 2001 年 10 月以降、検知能力が向上している。

- ・2013 年以降、深部低周波地震 (特に深さ 20～30km 付近の地震) が増加し、やや多い状態で経過している。
- ・1 月 28 日 08 時 22 分に、これまでみられていた深さよりも浅いところで深部低周波地震が発生した。
- ・表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものが表示されることがある。
- ・この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。

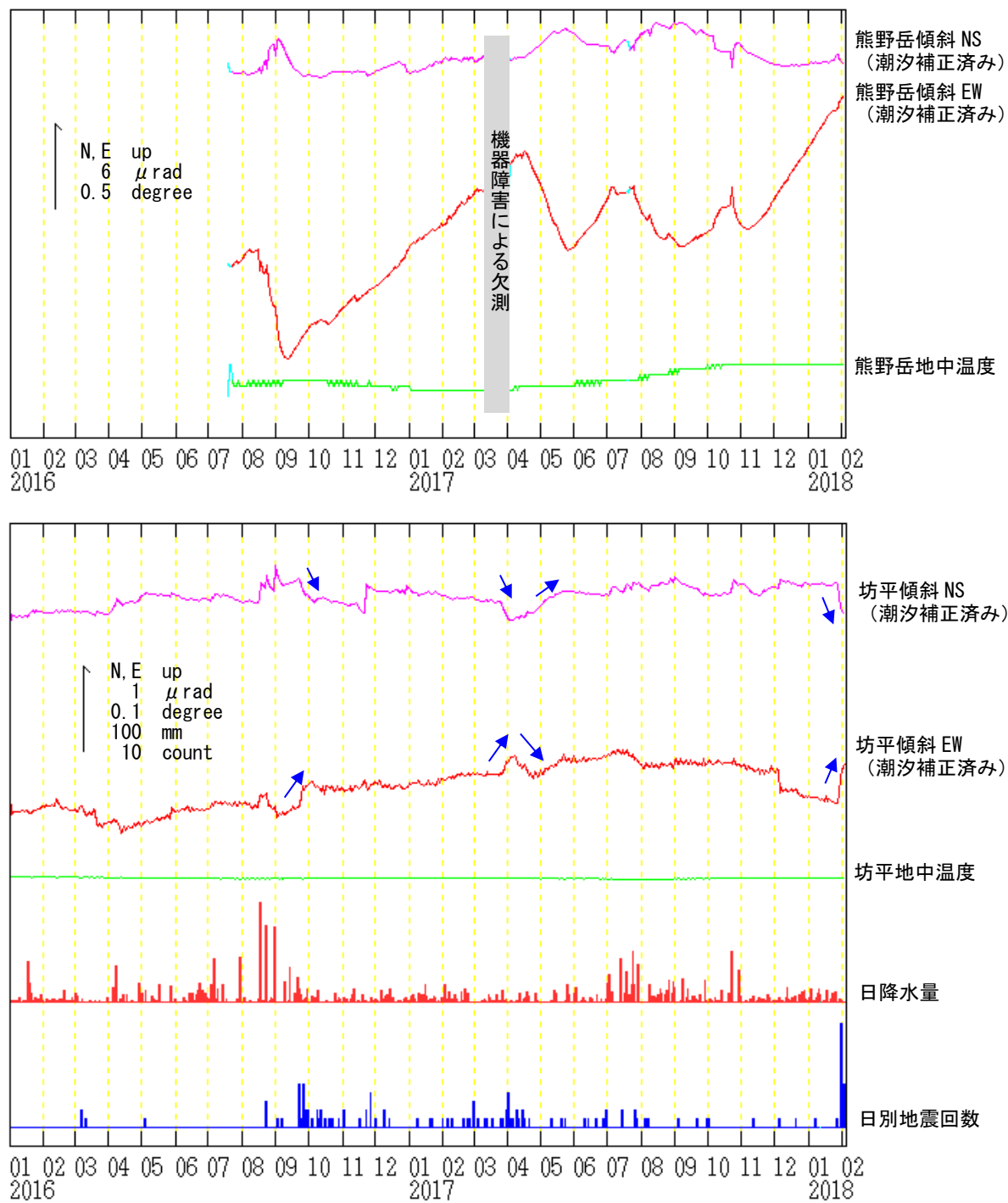


図 19 蔵王山 傾斜変動 (2016 年 1 月 1 日～2018 年 2 月 3 日、時間値)

- ・青矢印は、火山性微動の発生前後に観測された傾斜変動を示している。
- ・日降水量は山形地方気象台における観測である。
- ・センサー埋設深度：熊野岳 15m (気泡式)、坊平 100m (振り子式)



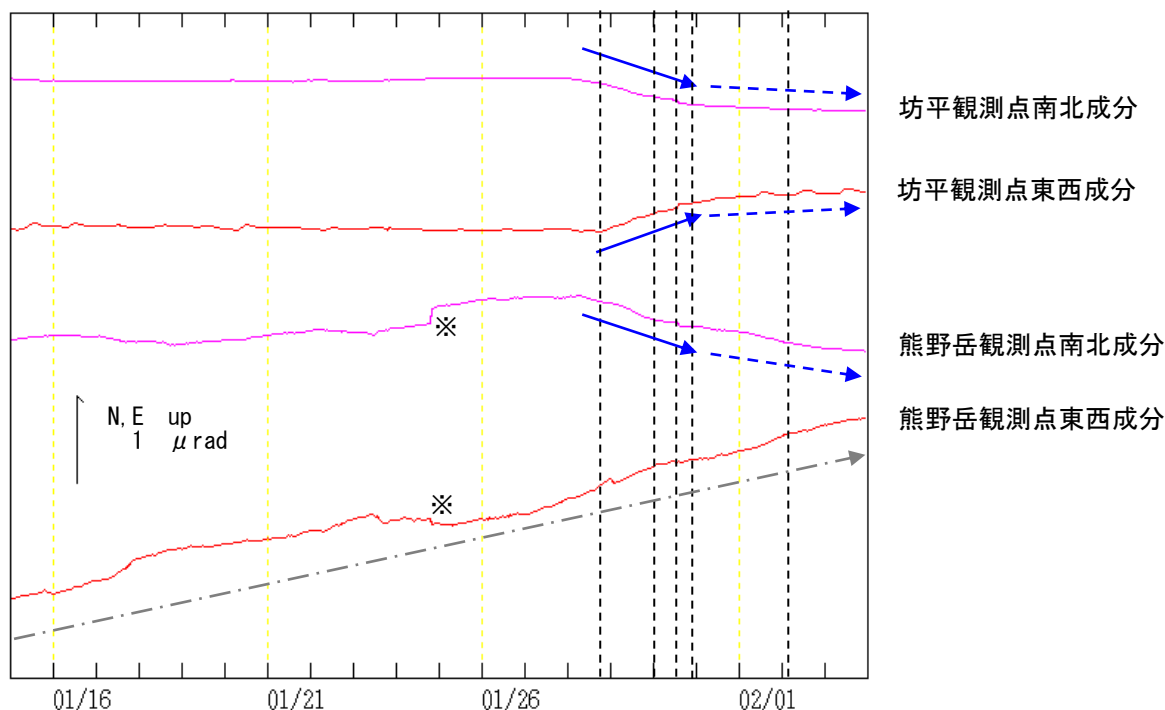


図 20 蔵王山 坊平観測点及び熊野岳観測点での傾斜変動  
(2018 年 1 月 15 日～2 月 3 日、分値、潮汐補正あり)

- ・ 1 月 28 日の火山性微動発生以降、山頂の南方向が隆起する変化（坊平観測点で南東上がり、熊野岳観測点で南上がり）が継続していたが（青実線矢印）、31 日頃から変化が緩やかになっている（青破線矢印）。
- ・ 熊野岳観測点の東西成分には灰色一点鎖線のトレンドが乗っており、明瞭な変化は認められない。
- ・ 黒色破線は火山性微動が発生した時間を示す。

※2018 年 1 月 24 日 19 時 51 分の青森県東方沖の地震（M6.3）による変動

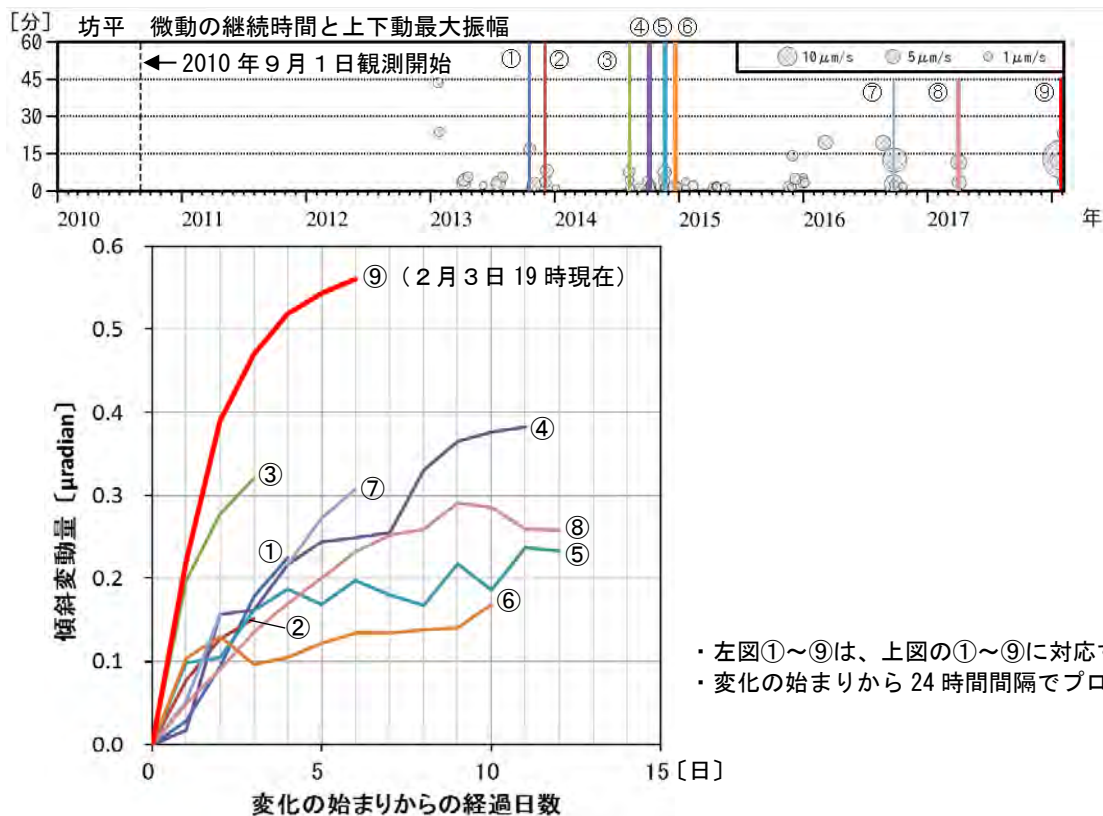


図 21 蔵王山 坊平観測点で火山性微動の発生前後に観測された傾斜変動

- ・ 今回みられた傾斜変動（⑨）において、1 月 29 日から 30 日の変化率は 2013 年以降最大であった。

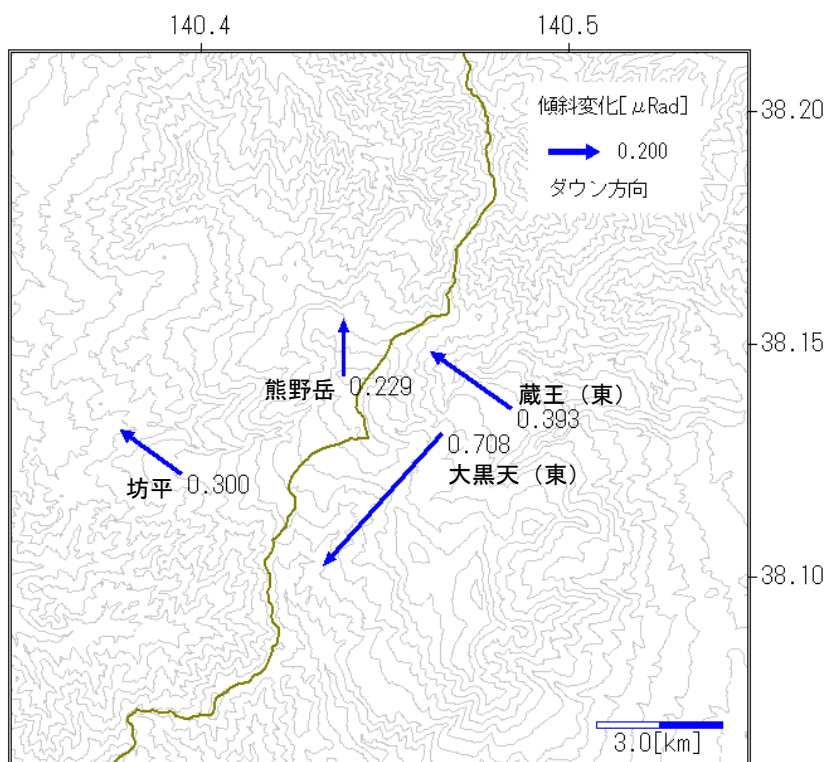


図 22 蔵王山 傾斜ベクトル (2018 年 1 月 28 日 19 時～30 日 08 時)

- ・ 熊野岳観測点はトレンドを除去している。
- ・ (東) は東北大学の観測点を示す。

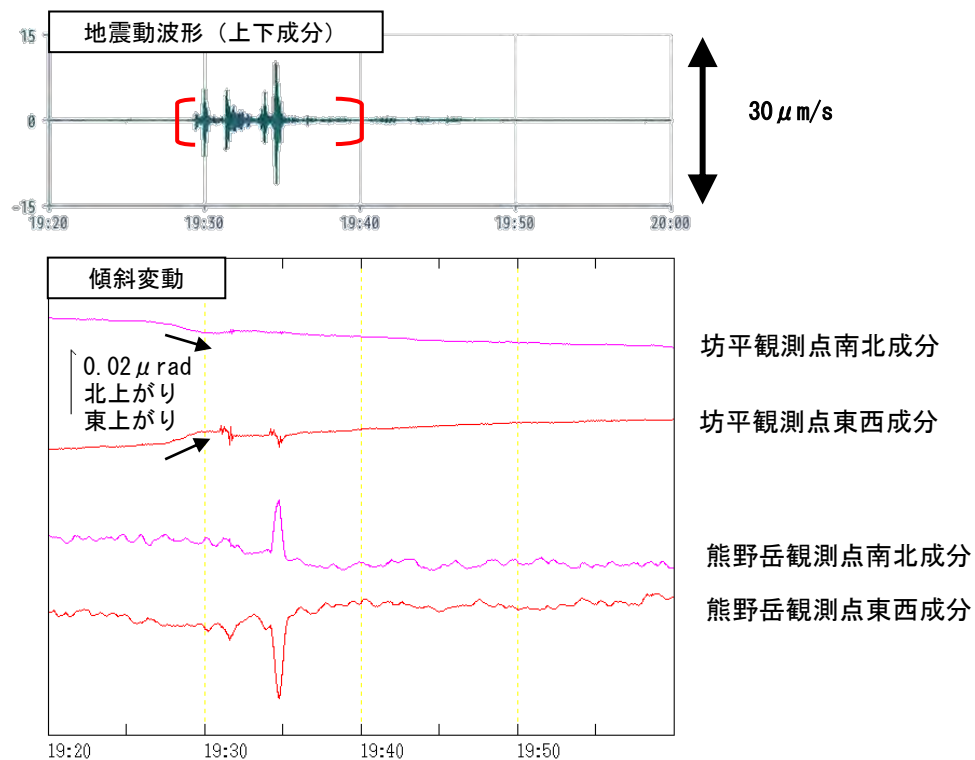


図 23 蔵王山 坊平観測点での火山性微動波形および傾斜変動  
(2018 年 1 月 28 日 19 時 20 分～20 時 00 分、30 秒移動平均)

- ・ [ ] は火山性微動の発生時を示す。最大振幅は  $10.4 \mu\text{m/s}$ 、継続時間は 11 分 17 秒。
- ・ 黒矢印は、火山性微動の発生前後に観測された傾斜変動を示している。

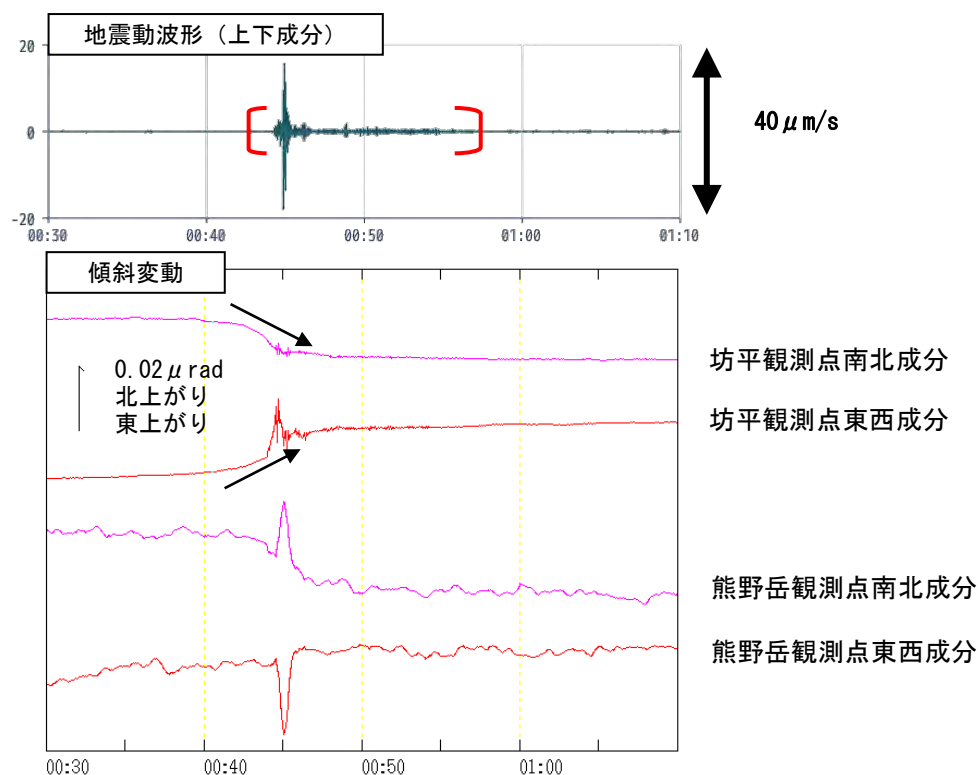


図 24 蔵王山 坊平観測点での火山性微動波形および傾斜変動  
(2018 年 1 月 30 日 00 時 30 分～01 時 10 分、30 秒移動平均)

- ・ [ ] は火山性微動の発生時を示す。最大振幅は 13.7  $\mu\text{m/s}$ 、継続時間は 13 分 07 秒。
- ・ 黒矢印は、火山性微動の発生前後に観測された傾斜変動を示している。

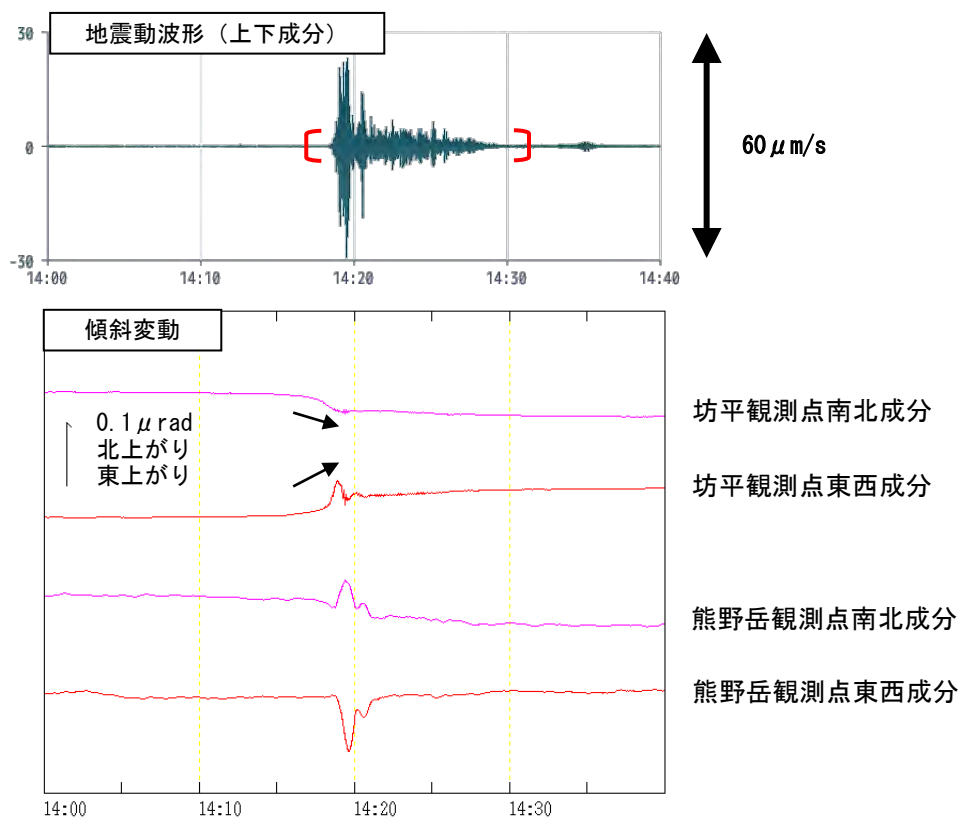


図 25 蔵王山 坊平観測点での火山性微動波形および傾斜変動  
(2018 年 1 月 30 日 14 時 00 分～14 時 40 分、30 秒移動平均)

- ・ [ ] は火山性微動の発生時を示す。最大振幅は 25.8  $\mu\text{m/s}$ 、継続時間は 12 分 50 秒。
- ・ 黒矢印は、火山性微動の発生前後に観測された傾斜変動を示している。



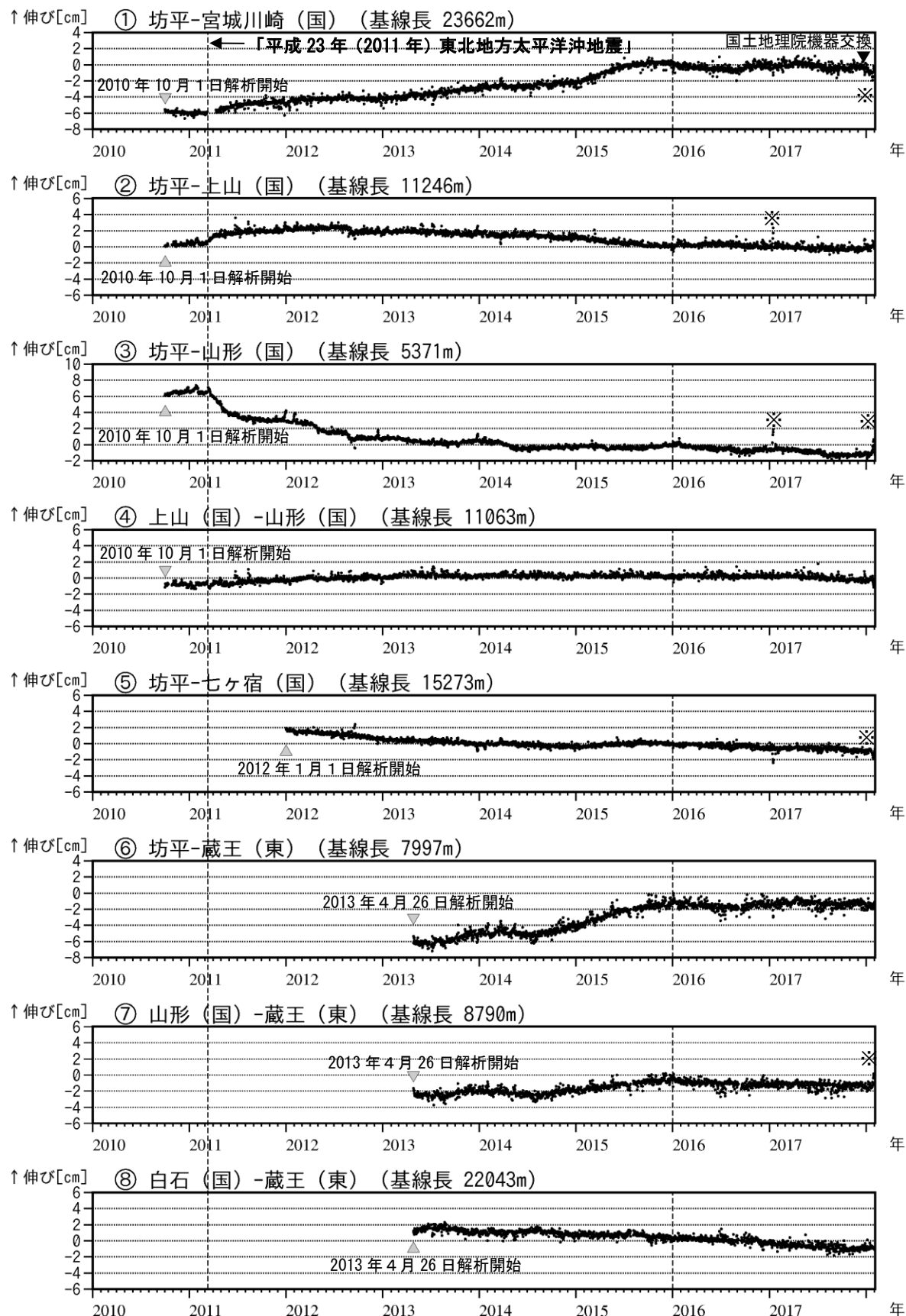


図 26-1 蔵王山 GNSS 基線長変化図 (長期、2010 年 10 月～2018 年 2 月 3 日)

- ・火山活動に起因する明瞭な変化は認められない。
- ・「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」に伴うステップを補正している。
- ・解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。
- ・①～⑧は図 28 の GNSS 基線①～⑧に対応している。(国)は国土地理院、(東)は東北大学の観測点を示す。
- ・グラフの空白部分は欠測を表す。
- ・2016 年 1 月以降のデータの解析方法については、使用暦 (IGU 暦→IGS 暦もしくは IGR 暦)、セッション長 (3 時間→24 時間) 等の変更を行っている。
- ※は、アンテナへの着雪による変化と考えられる。

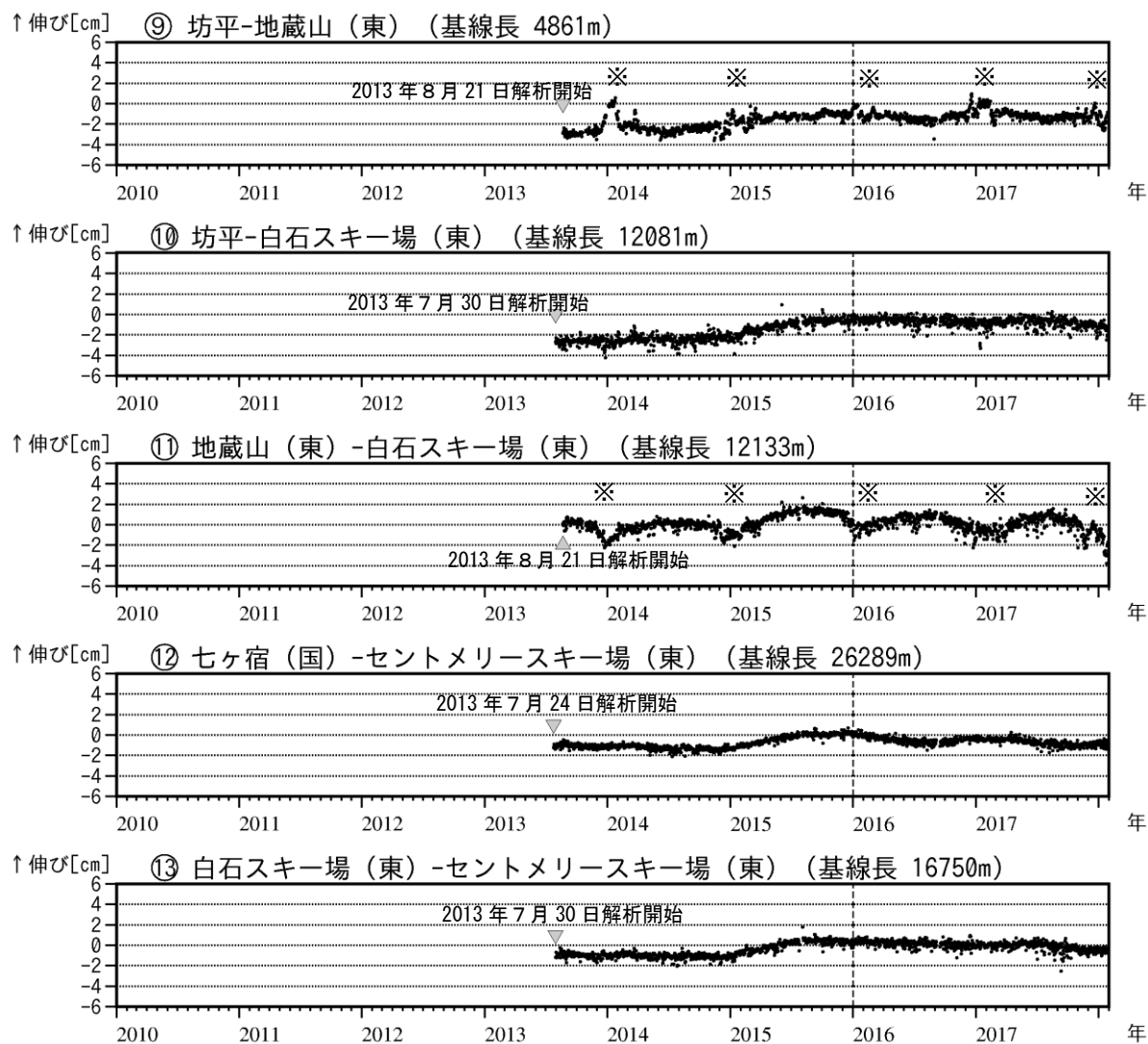


図 26-2 蔵王山 GNSS 基線長変化図 (長期、2010 年 10 月～2018 年 2 月 3 日)

- ・火山活動に起因する明瞭な変化は認められない。
  - ・解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。
  - ・⑨～⑬は図 28 の GNSS 基線⑨～⑬に対応している。(国)は国土地理院、(東)は東北大学の観測点を示す。
  - ・グラフの空白部分は欠測を表す。
  - ・2016 年 1 月以降のデータの解析方法については、使用暦 (IGU 暦→IGS 暦もしくは IGR 暦)、セッション長 (3 時間→24 時間) 等の変更を行っている。
- ※は、アンテナへの着雪による変化と考えられる。

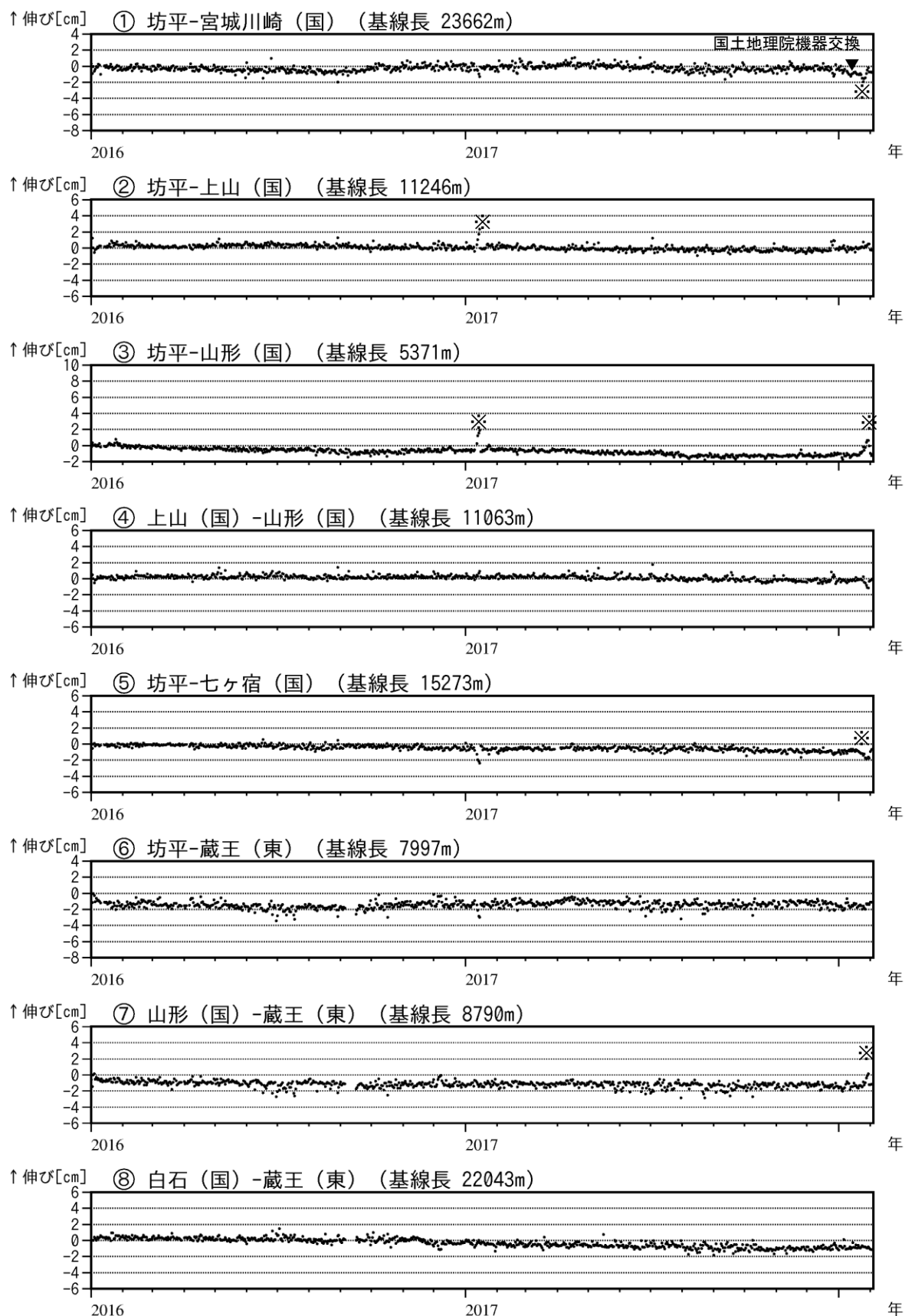


図 27-1 蔵王山 GNSS 基線長変化図 (短期、2016 年 1 月～2018 年 2 月 3 日)

- ・火山活動に起因する明瞭な変化は認められない。
- ・「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」に伴うステップを補正している。
- ・解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。
- ・①～⑧は図 28 の GNSS 基線①～⑧に対応している。(国)は国土地理院、(東)は東北大学の観測点を示す。
- ・グラフの空白部分は欠測を表す。
- ※は、アンテナへの着雪による変化と考えられる。



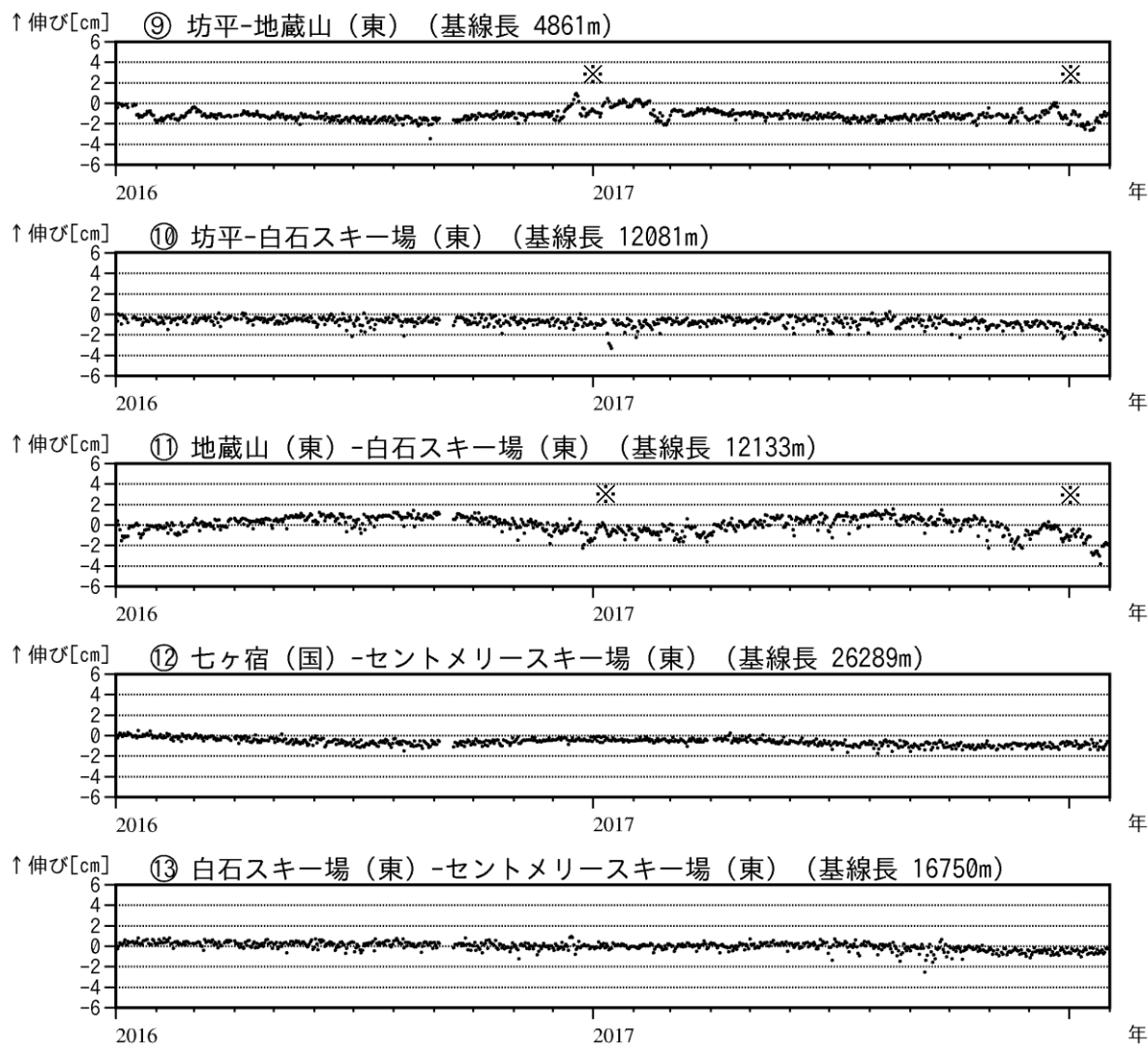


図 27-2 蔵王山 GNSS 基線長変化図 (短期、2016 年 1 月～2018 年 2 月 3 日)

- ・火山活動に起因する明瞭な変化は認められない。
  - ・解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。
  - ・⑨～⑬は図 28 の GNSS 基線⑨～⑬に対応している。(国)は国土地理院、(東)は東北大学の観測点を示す。
  - ・グラフの空白部分は欠測を表す。
- ※は、アンテナへの着雪による変化と考えられる。

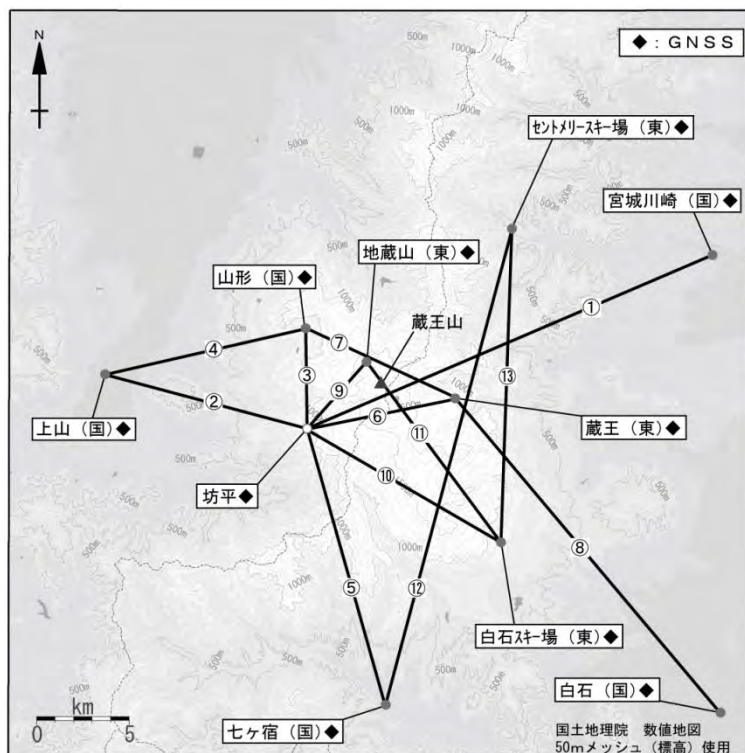


図 28 蔵王山 GNSS 観測点配置図

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。GNSS 基線①～⑬は図 26 及び図 27 の①～⑬に対応しているほか、GNSS 基線①については図 8 の⑤にも対応している。

(国): 国土地理院 (東): 東北大学

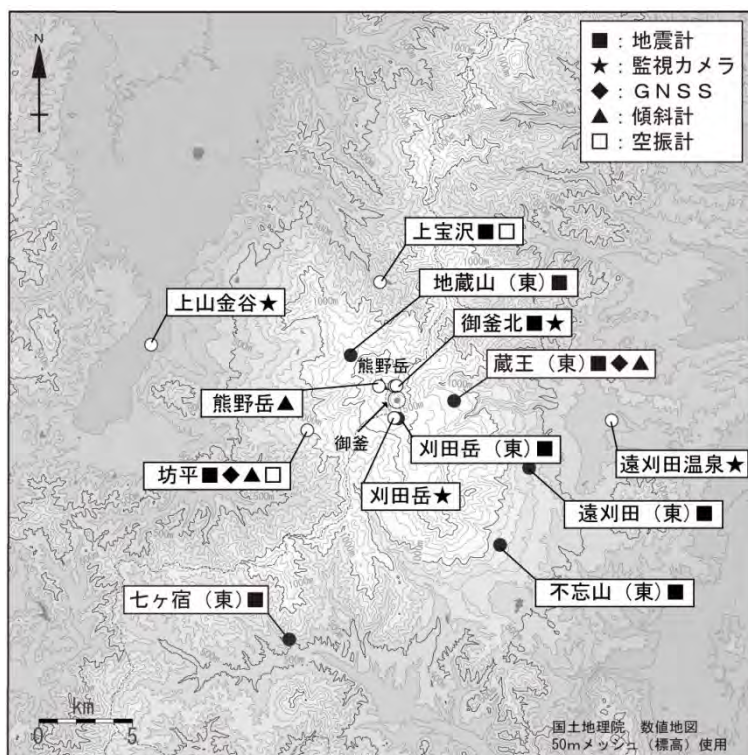


図 29 蔵王山 観測点配置図

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。

(東): 東北大学

## ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 蔵王山における 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 で撮像された蔵王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. 解析結果

北行軌道及び南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。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。

なお、各干渉解析結果について、対流圏遅延補正などは行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

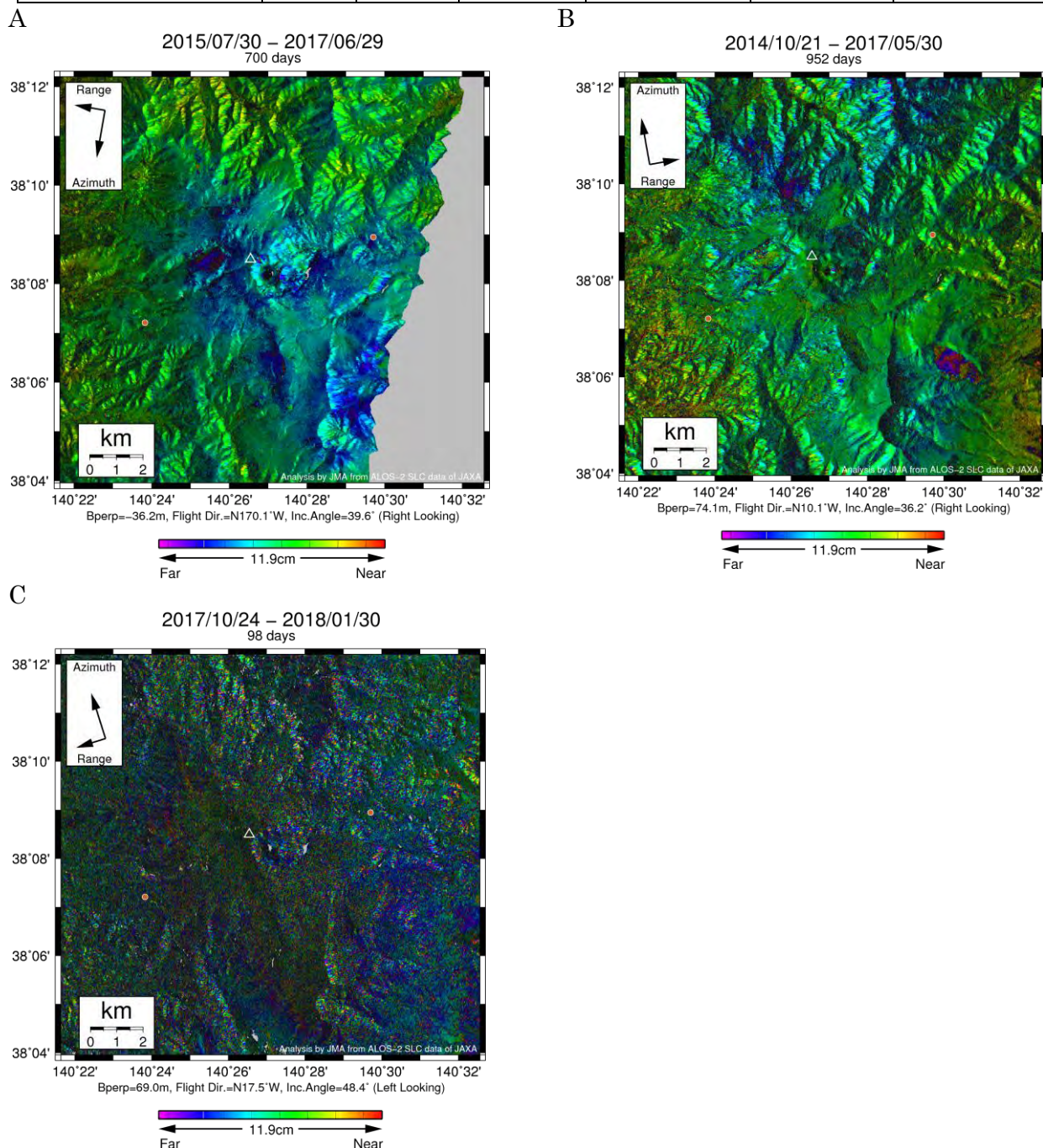
### 謝辞

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。



表 1 干渉解析に使用したデータ

| Path-Frame         | Orbit | Looking | Inc. angle | Earliest Scene | Latest Scene | Figure No. |
|--------------------|-------|---------|------------|----------------|--------------|------------|
| 18-2850(SM1_U2_8)  | 南行    | 右       | 39.6°      | 2015.07.30     | 2017.06.29   | 第 1 図-A    |
| 124-750(SM1_U2_7)  | 北行    | 右       | 36.2°      | 2014.10.21     | 2017.05.30   | 第 1 図-B    |
| 117-800(SM1_U3_11) | 北行    | 左       | 48.4°      | 2017.10.24     | 2018.01.30   | 第 1 図-C    |



### 第 1 図 パス 18(SM1-U2\_7)、パス 124(SM1\_U2\_8) 及びパス 117 (SM1\_U3\_11) による蔵王山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 観測点を示す。A 及び B ではノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。C では積雪により非干渉領域が多い。また、ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

## 蔵王山の地震活動

## 【概要】

- ・ 蔵王山では、今期間、火山性地震の活動がやや活発であった。低周波の卓越した地震が主であり、短時間に連続的に発生することもあった。
- ・ 今期間も、長周期成分を含む長周期地震が引き続き断続的に発生した。長周期地震の波形は多様な特徴を有するが、その卓越周期に顕著な時間的变化は認められない。

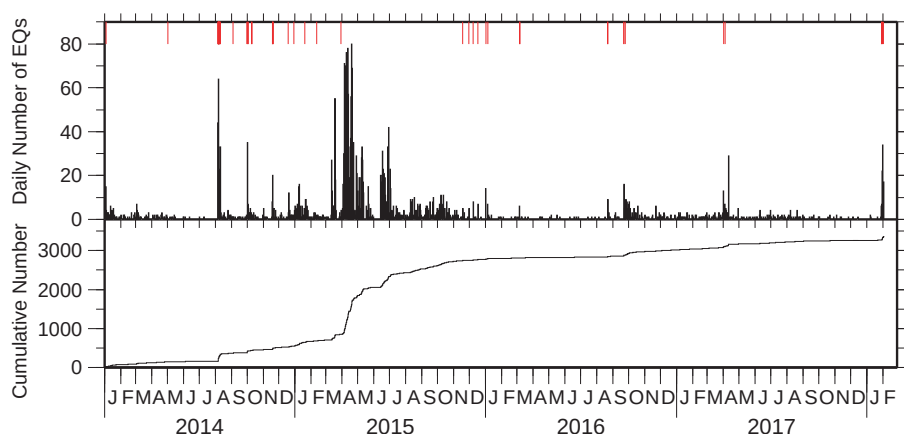


図1. 蔵王山における火山性地震の日別発生数及び累積発生数の推移。蔵王観測点 (TU.ZAS) において頂点間振幅が  $0.8\mu\text{m/s}$  以上のものを計数。縦赤線は主な長周期地震の発生時。

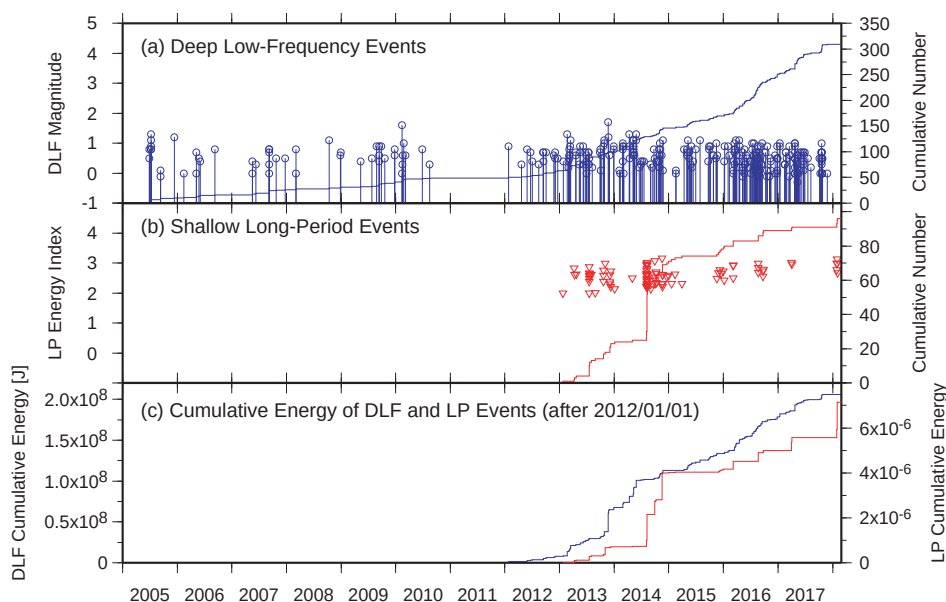


図2. (a) 蔵王山直下の深部低周波地震の M-T ダイアグラムと累積発生数(一元化震源による)。(b) 浅部長周期地震の M-T ダイアグラムと累積発生数。(c) 2012 年以降の深部低周波地震(青)及び浅部長周期地震(赤)のエネルギー積算値。

長周期地震のエネルギーは、蔵王観測点 (TU.ZAS) 上下動記録に 30 秒から 1 秒の帯域のフィルタを施し、速度二乗振幅を震動継続時間にわたって積分して算出。(b) の LP Energy Index はモーメントテンソル解析の結果に基づいて計算したマグニチュード相当値。

蔵王山

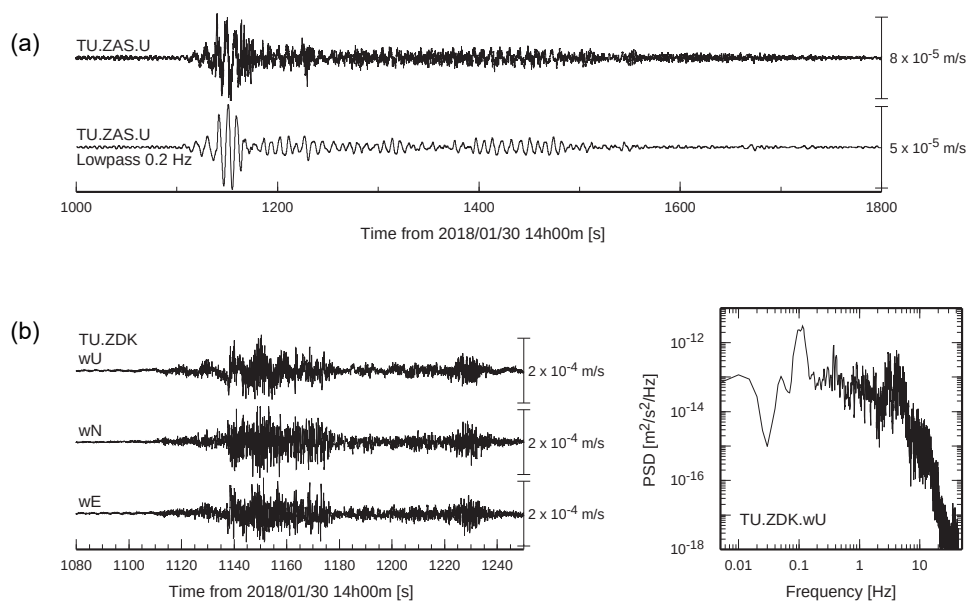


図3. (a) 蔵王観測点 (TU.ZAS) において観測された長周期地震の波形例 (2018 年 1 月 30 日 14 時台). U は, 地表設置地震計の上下動成分. (b) 蔵王大黒天観測点 (TU.ZDK) において観測された同長周期地震の開始部の波形と速度スペクトル密度. wU, wN, wE は, それぞれ地表設置広帯域地震計の上下動・南北動・東西動成分. これらの長周期地震のモーメントテンソル解析の結果は, これまで観測された長周期地震と同様に, 東北東-西南西走向の傾斜開口亀裂の振動を示唆する.

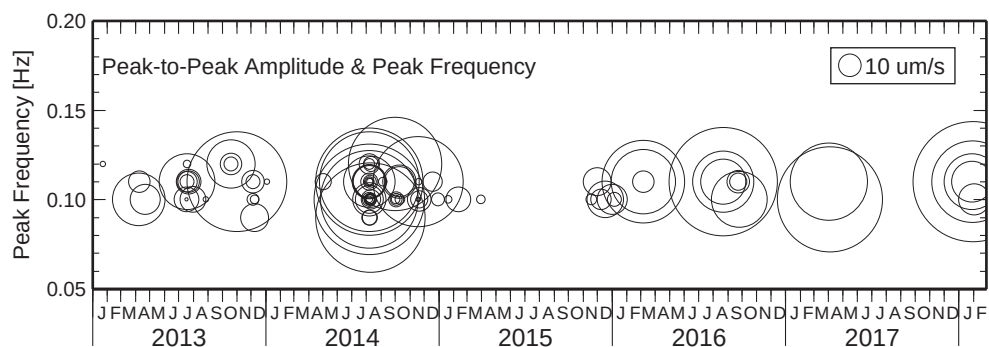


図4. 長周期地震の振幅・基底卓越周波数の時間経過. 蔵王観測点 (TU.ZAS) における上下動速度波形の頂点間振幅および基底卓越周波数.

振幅はイベント毎に大きな差があるが, 基底周波数は誤差の範囲内で系統的な時間的变化は見られない.

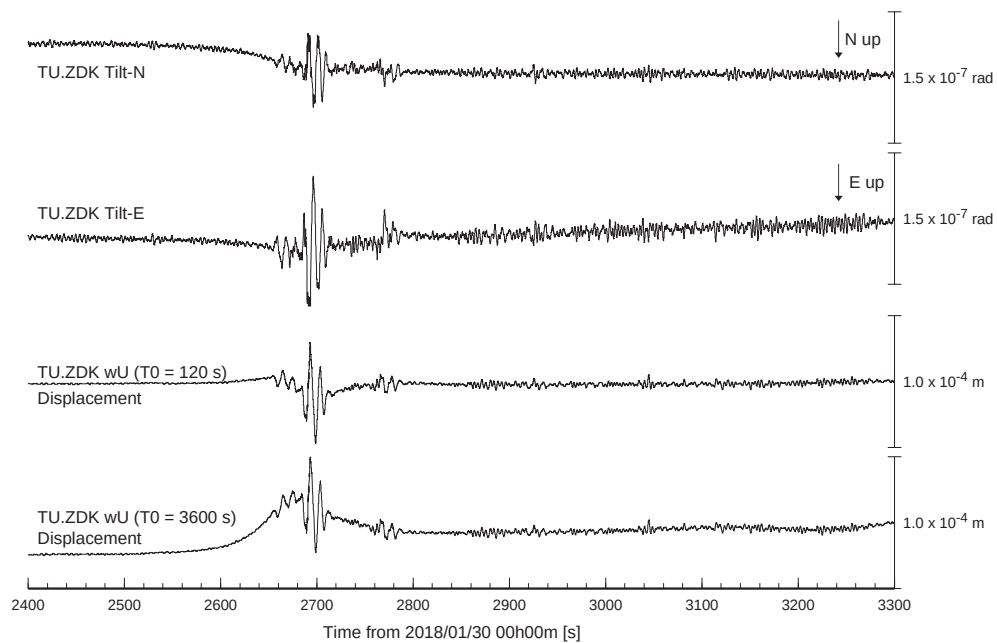


図5. 蔵王大黒天観測点 (TU.ZDK) において観測された長周期地震に伴う傾斜変動及び地動変位の例 (2018 年 1 月 30 日 00 時台). Tilt-N, Tilt-E は, ボアホール型傾斜計の南北・東西成分. wU は, 地表設置広帯域地震計 (固有周期 120 秒) の上下動成分. 最下段は, 広帯域地震計の機器特性を補正した変位波形.

長周期地震の発生に先行した傾斜・変位及び両者の永久変化成分が見られる.



## 蔵王山の全磁力連続観測

### 【概要】

- ・御釜近傍の東北大の全磁力観測点では、今期間、火山活動に起因すると断定される顕著な全磁力変化は見られなかった。

### 【データ処理】

図 2, 4:

- ・各観測点の全磁力 10 分サンプリングデータの夜間値 (21:00–3:00 JST) を平均して夜間平均値とする。観測点間で夜間平均値を差し引いて差分値を表示。

図 3:

- ・観測点間で全磁力 10 分サンプリングデータの差分値を表示。

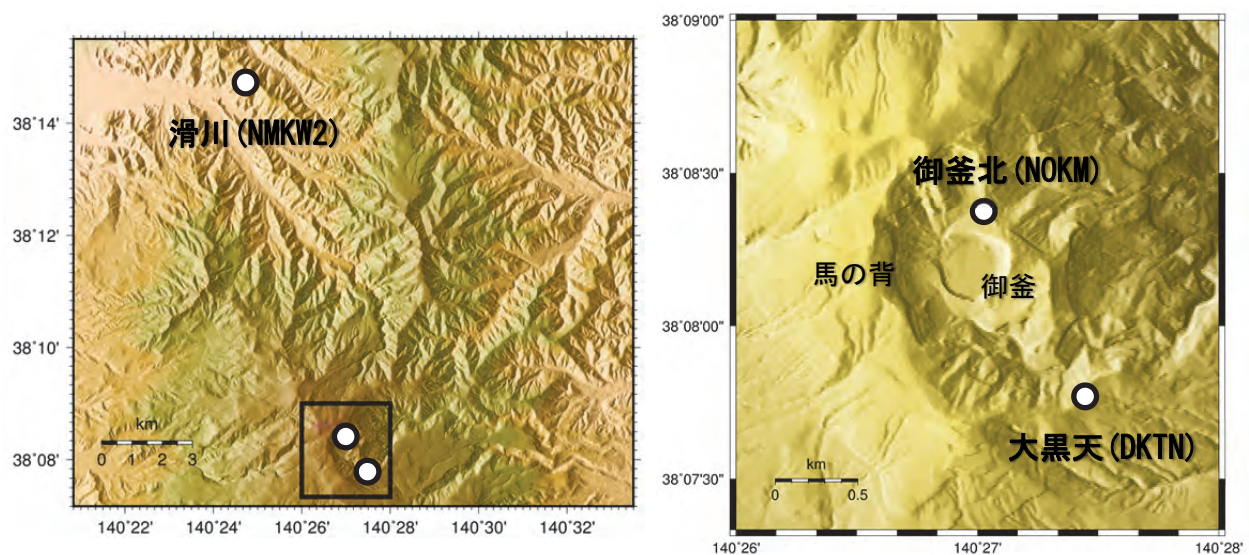


図 1. 観測点配置図。白丸が東北大の全磁力連続観測点。[左図] 広域観測点配置図。参照点の滑川(NMKW2)は御釜から北北西へ約 10 km 離れている。黒枠は右図の位置。[右図] 蔵王山近傍の観測点配置図。NMKW2 は 2017 年 5 月 1 日に、NOKM は 2017 年 6 月 12 日にそれぞれ計測器をプロトン磁力計からオーバーハウザー磁力計へ交換した。

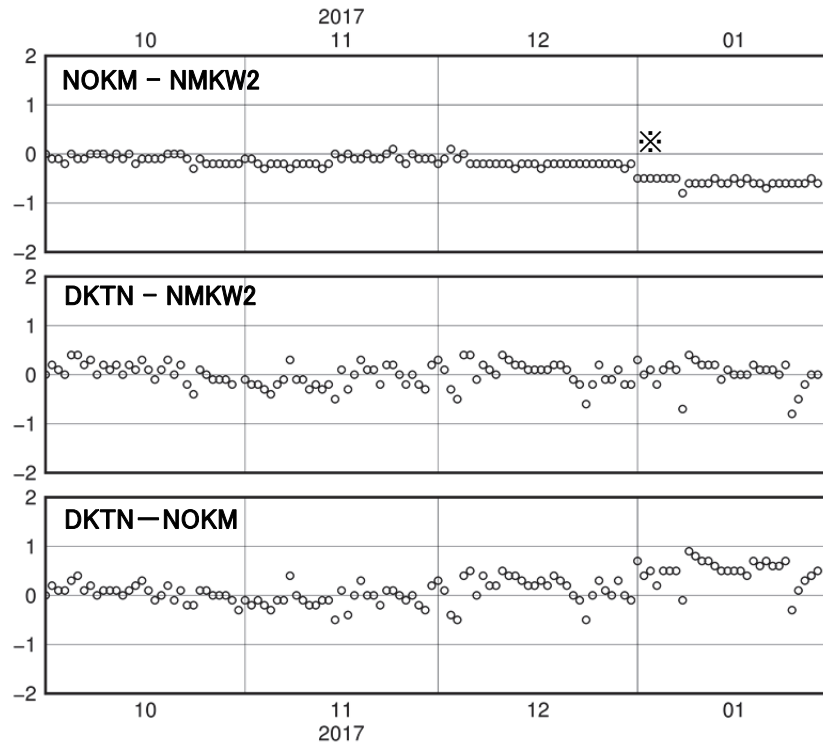


図 2. 蔵王山 2017 年 10 月から 2018 年 1 月の全磁力変動. [上段] NOKM と NMKW2 の全磁力夜間差分値. 縦軸の単位は nT. [中段] DKTN と NMKW2 の差分値. [下段] DKTN と NOKM の差分値. それぞれ 2017 年 10 月 1 日の差分値平均を基準とした.

※ 2018 年の 1 月 1 日に約 0.5 nT の減少がみられる (図 3 参照).

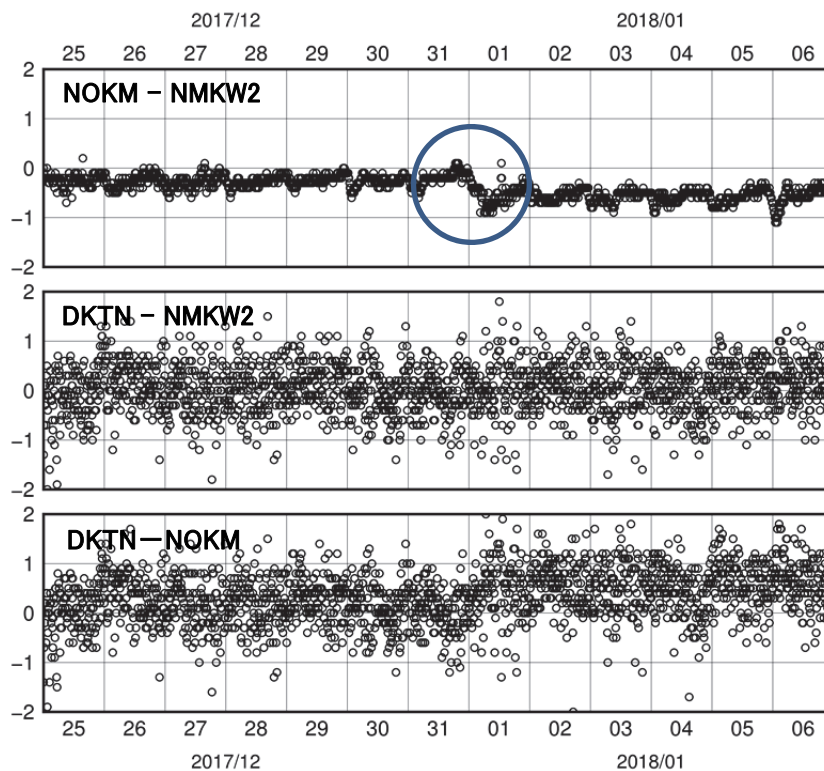


図 3. 蔵王山 2018 年 1 月 1 日前後の全磁力変動. NOKM のデータが 1 月 1 日に数時間かけて 0.5 nT 程度減少した. 積雪変化によるセンサー架台の傾斜等考えられるが, 原因は不明.

蔵王山

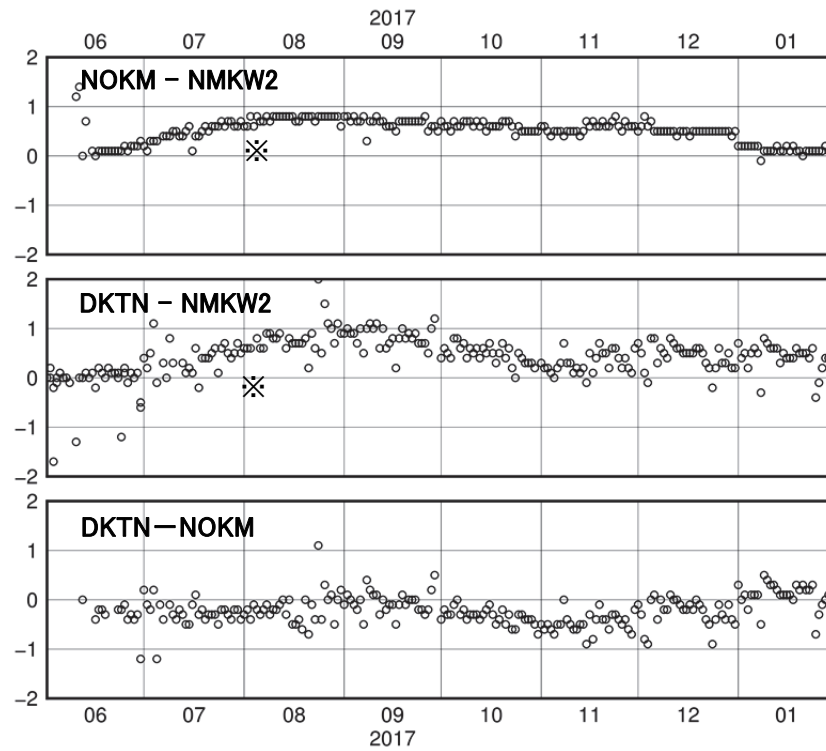


図 4. 蔵王山 2017 年 6 月から 2018 年 1 月の全磁力変動（磁力計交換後の全磁力変動全データ）.

※ 振幅 0.5~1 nT の変動は季節変動と考えられる.

## 浅間山

(2018 年 1 月 31 日現在)

火山性地震は増減を繰り返しながら、やや多い状態が続いている。火山ガス（二酸化硫黄）の放出量はやや多い状態が続いており、火山活動はやや活発な状態で経過している。

今後も火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性があるため、山頂火口から概ね 2 km の範囲では、弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒が必要である。登山者等は危険な地域には立ち入らないよう地元自治体等の指示に従う必要がある。風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石に注意が必要である。

平成 27 年 6 月 11 日に噴火警戒レベルを 1（活火山であることに留意）から 2（火口周辺規制）に引き上げた。その後、警報事項に変更はない。

## ○概況（2017 年 9 月～2018 年 1 月 31 日）

## ・噴煙など表面現象の状況（図 2～3、図 4-①③、図 5-①②、図 6-①③）

噴火は 2015 年 6 月 19 日を最後に発生していない。火口からの噴煙は白色で、火口縁上概ね 600m 以下で推移している。

山頂火口では、2016 年 12 月末頃から夜間に高感度の監視カメラで確認できる程度の微弱な火映が時々観測されていたが、2017 年 11 月頃からはその頻度が低下している。

11 月 1 日に陸上自衛隊の協力により実施した上空からの観測では、火口底中央部周辺の高温領域の分布が、前回の観測（2017 年 2 月）と比較して縮小していた。

## ・火山ガス（図 4-②、図 6-②）

山頂火口からの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2016 年 12 月頃から多い状態で経過していたが、2017 年 10 月頃からは概ね 1 日あたり 500～1,000 トンとやや多い状態で経過している。

## ・地震活動（図 4-⑤～⑦、図 5 ③④、図 6-⑤～⑦、図 7、図 8）

山頂火口直下のごく浅い所を震源とする火山性地震は、2015 年 12 月以降概ねやや多い状態で経過していた。2017 年 12 月頃やや減少したが、再び増加している。発生した地震の多くは BL 型地震であった。A 型地震の震源分布に特段の変化はみられない。また、震源の移動等の変化もみられない。

火山性微動は、11 月に一時的に増加したが、噴煙等その他の火山活動に特段の変化はなかった。

## ・地殻変動（図 4-⑧⑨、図 6-⑧⑨、図 9～12）

傾斜計による地殻変動観測では、2016 年 12 月頃からみられている浅間山の西側のやや深いところを膨張源とする緩やかな変化は鈍化している。山体周辺の GNSS 連続観測では、山体西側の一部の基線で 2017 年秋頃からみられていたわずかな伸びは、停滞している。

この資料は気象庁のほか、関東地方整備局、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、長野県のデータを利用して作成した。



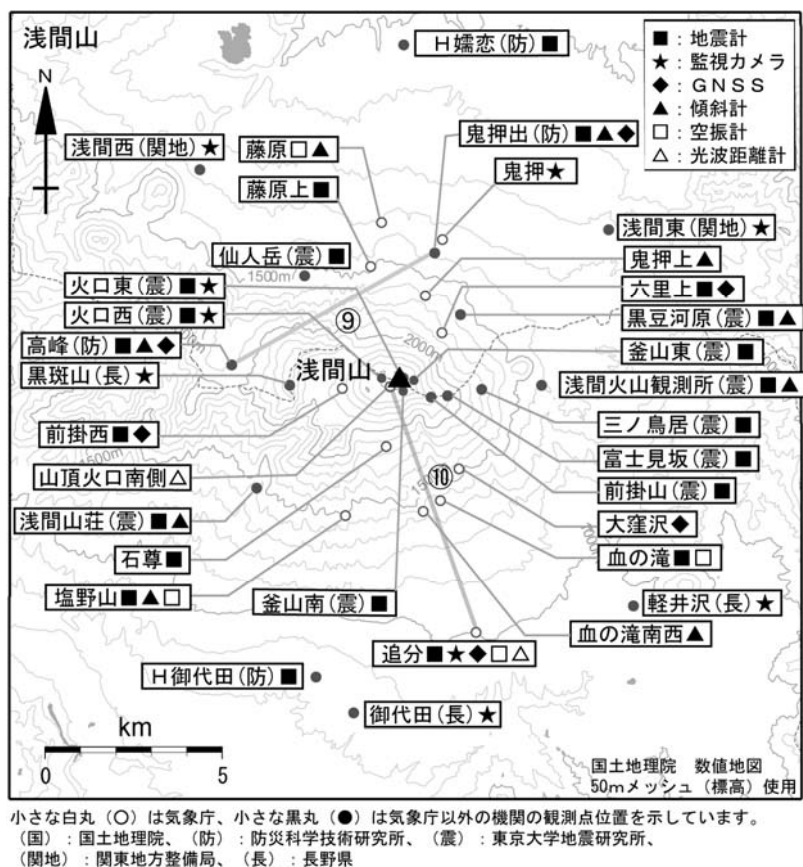


図1 浅間山 観測点配置図

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。



図2 浅間山 山頂部の噴煙の状況

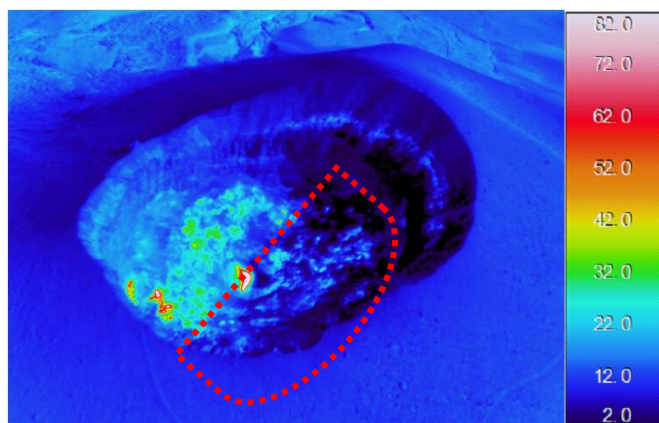
（左・鬼押監視カメラ（2017 年 12 月 21 日）、右・黒斑山監視カメラ（長野県）（2017 年 12 月 21 日））  
・白色の噴煙が火口縁上概ね 600m 以下で経過した。



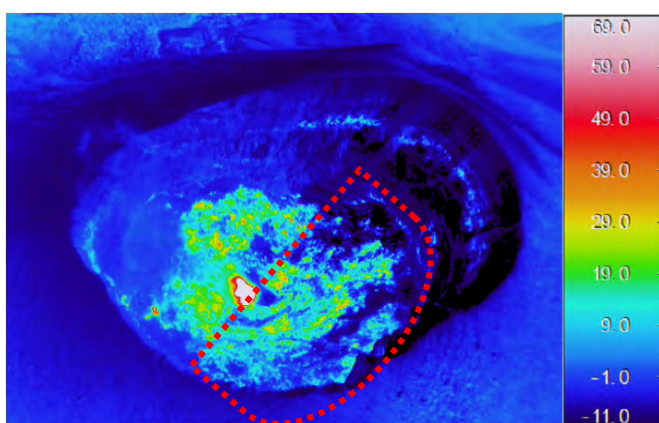
図3 浅間山 火映の状況

(黒斑山監視カメラ(長野県)(2017年12月22日))

・2016年12月以降、夜間に高感度カメラで確認できる程度の微弱な火映を時々観測している(白丸内)。



2017年11月1日10時43分 山頂火口の南西側上空から撮影(陸上自衛隊の協力による)



2017年2月1日11時25分 山頂火口の南西側上空から撮影(陸上自衛隊の協力による)

図4 浅間山 山頂火口内の状況及び地表面温度分布

- ・火口底や火口周辺に新たな噴出物や、地形の変化等は認められなかった。
- ・赤外熱映像装置による観測では、火口底中央部周辺の高温領域のうち日射の影響が少ない部分(赤破線内)で、前回の観測(2017年2月)と比較して高温領域の分布が縮小していた。



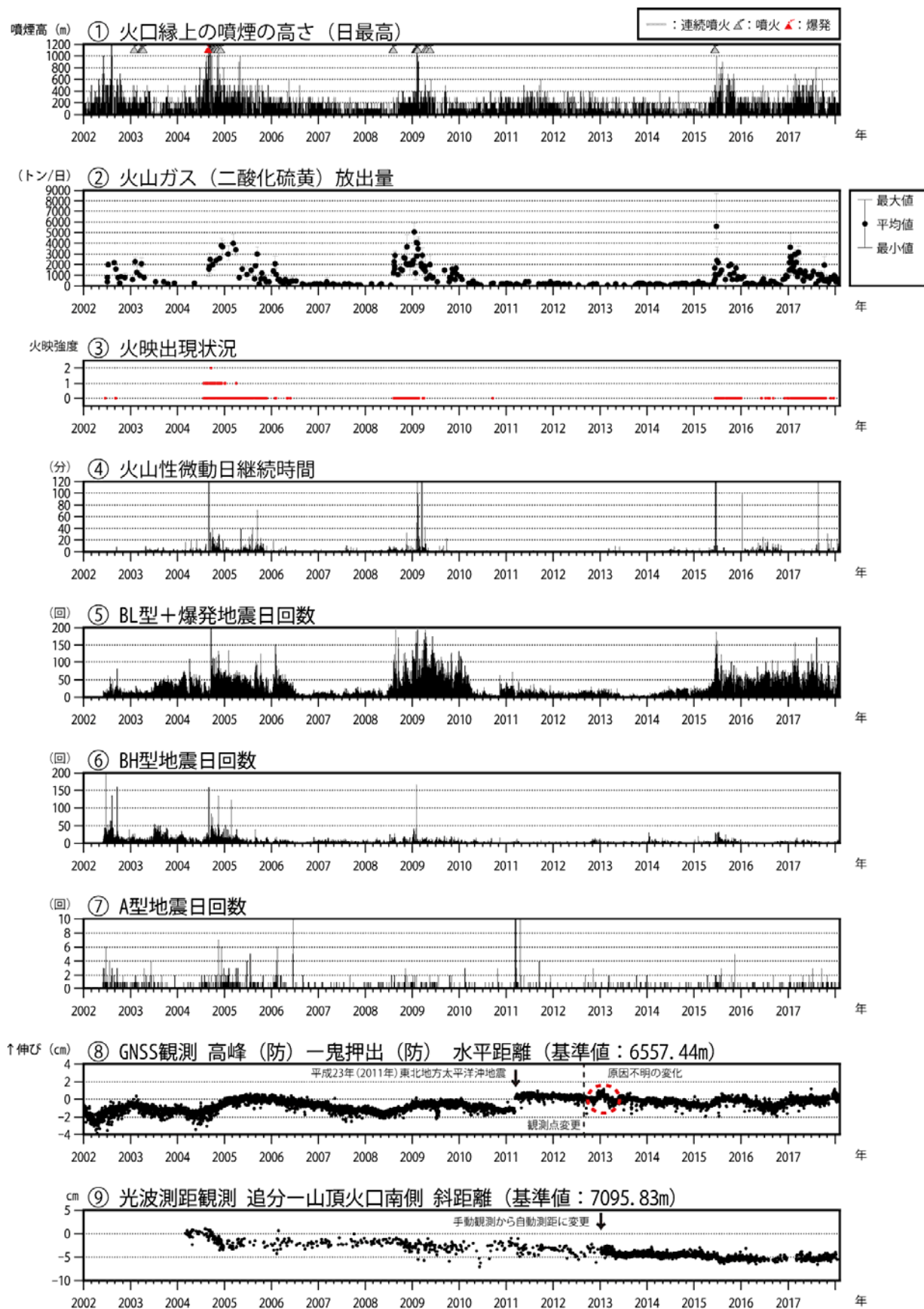


図5 浅間山 火山活動経過図（2002年1月1日～2018年1月31日）

※図の説明は次ページに掲載。

図 5、7 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。  
赤丸で示す変化は、原因不明であるが、火山活動に起因するものでないと考えられる。
- ⑩ 気象補正処理は高木・他 (2010) による。
  - ・ 2016 年 11 月頃から二酸化硫黄の放出量が増加し、多い状態で経過していたが、2017 年 10 月頃からは概ね 500～1,000 トン/日のやや多い状態で経過している。
  - ・ 2015 年 12 月以降、火山性地震は概ねやや多い状態で経過していたが、2017 年 12 月頃やや減少したが、再び増加している。
  - ・ 2017 年 11 月は火山性微動の月回数が 41 回と一時的に増加した。
  - ・ ⑧の GNSS 基線で 2017 年秋頃よりわずかな伸びの変化がみられたが、現在は停滞している。

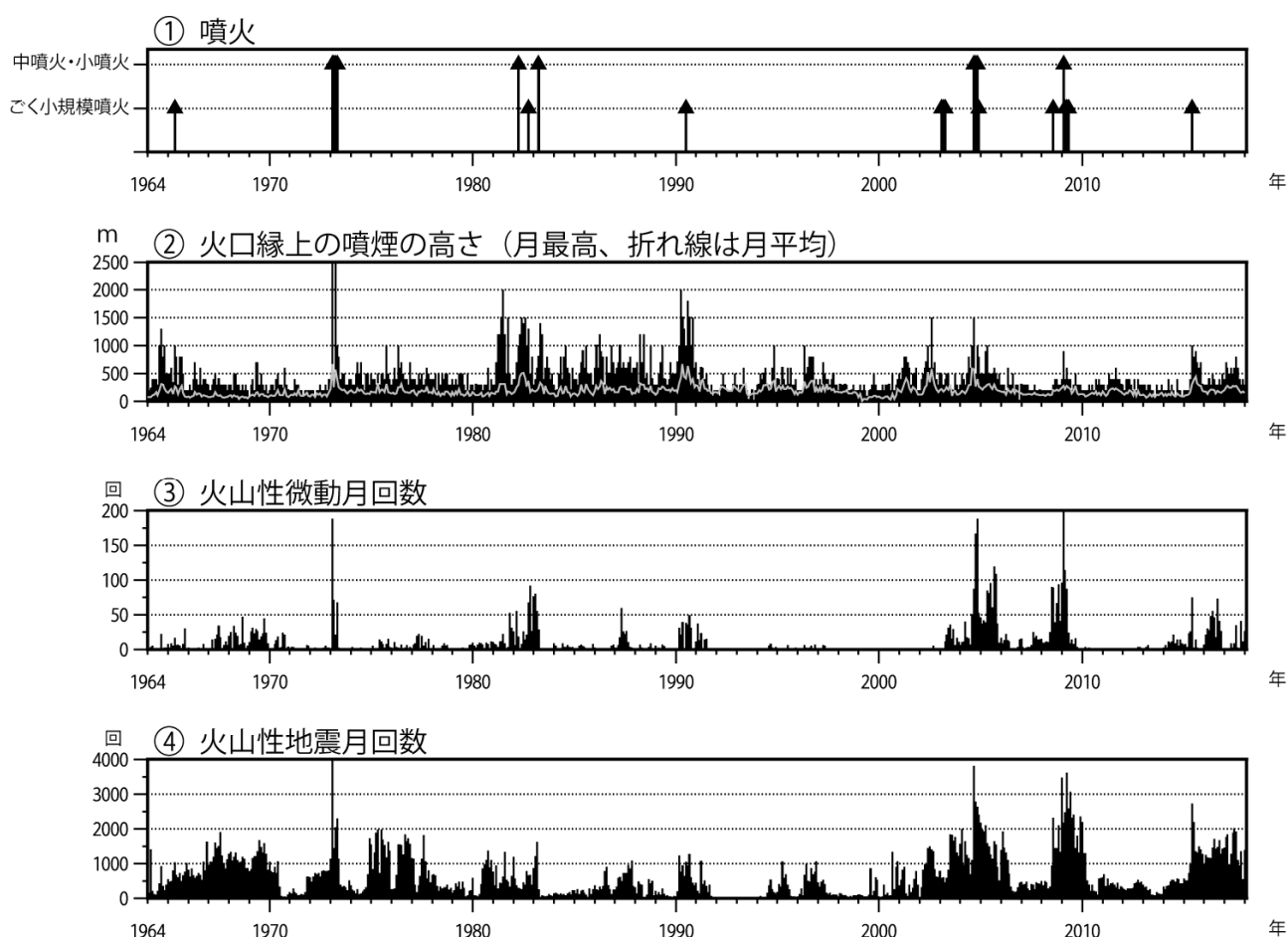


図 6 浅間山 長期の火山活動経過図 (1964 年 1 月～2018 年 1 月 31 日)

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

- ・ 噴火発生前後の期間には地震回数や微動回数の増加がみられる。
- ・ 2015 年 12 月以降、火山性地震は概ねやや多い状態で経過しており、2017 年 12 月頃やや減少したが、再び増加している。
- ・ 火山性微動は、今期間、11 月の発生回数が 41 回と一時的に増加した。



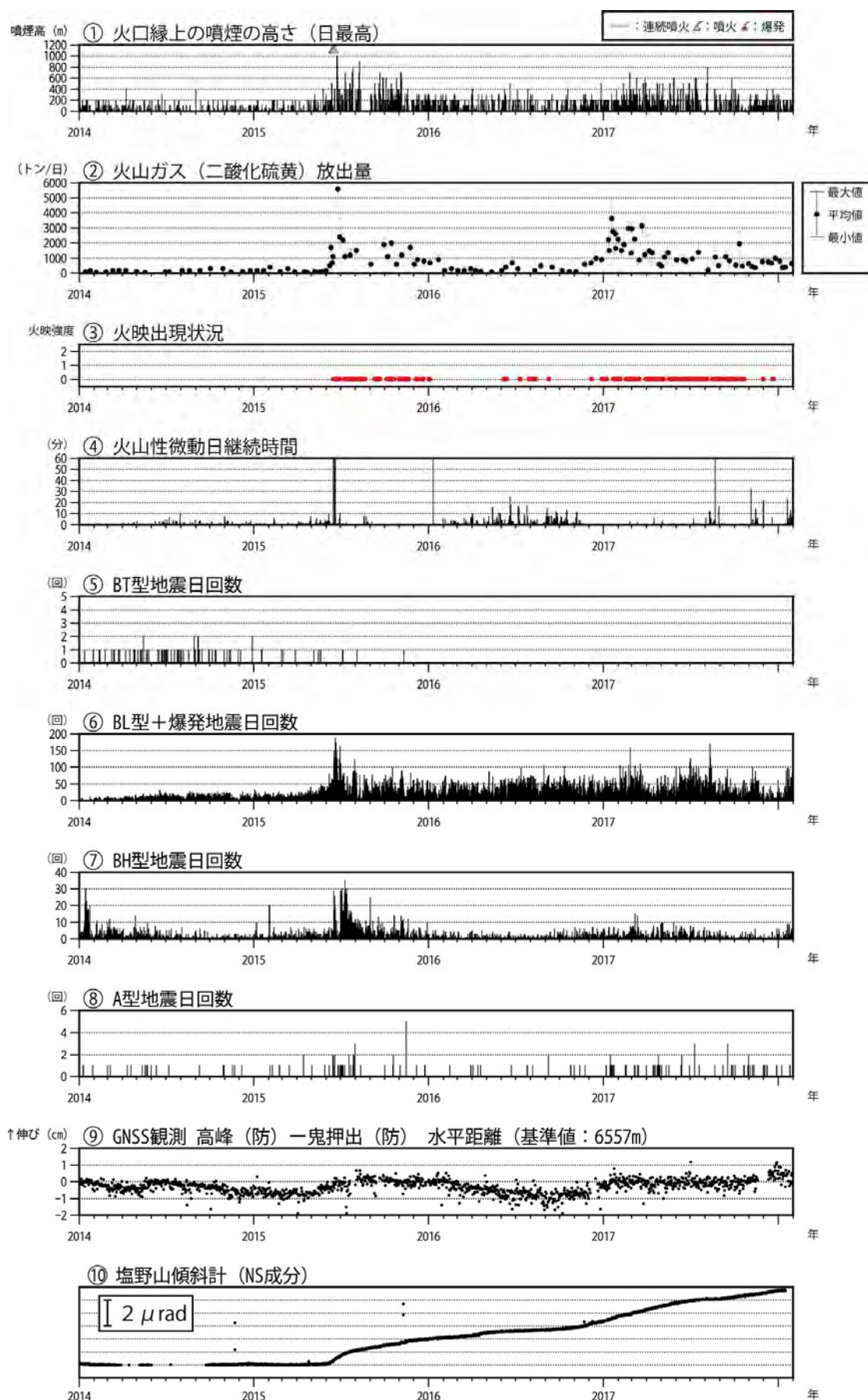


図7 浅間山 最近の火山活動経過図（2014年1月1日～2018年1月31日）

※図の説明は前ページに掲載。

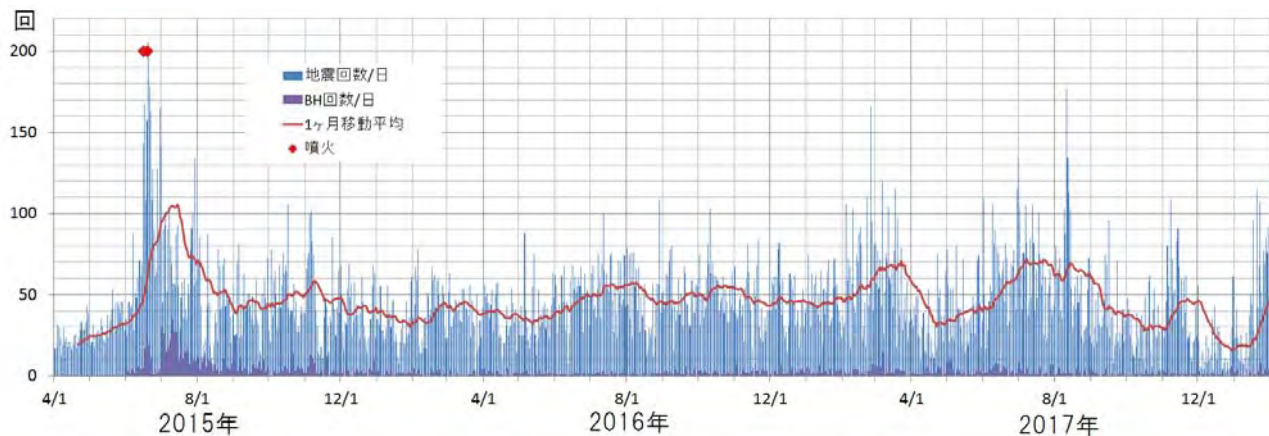
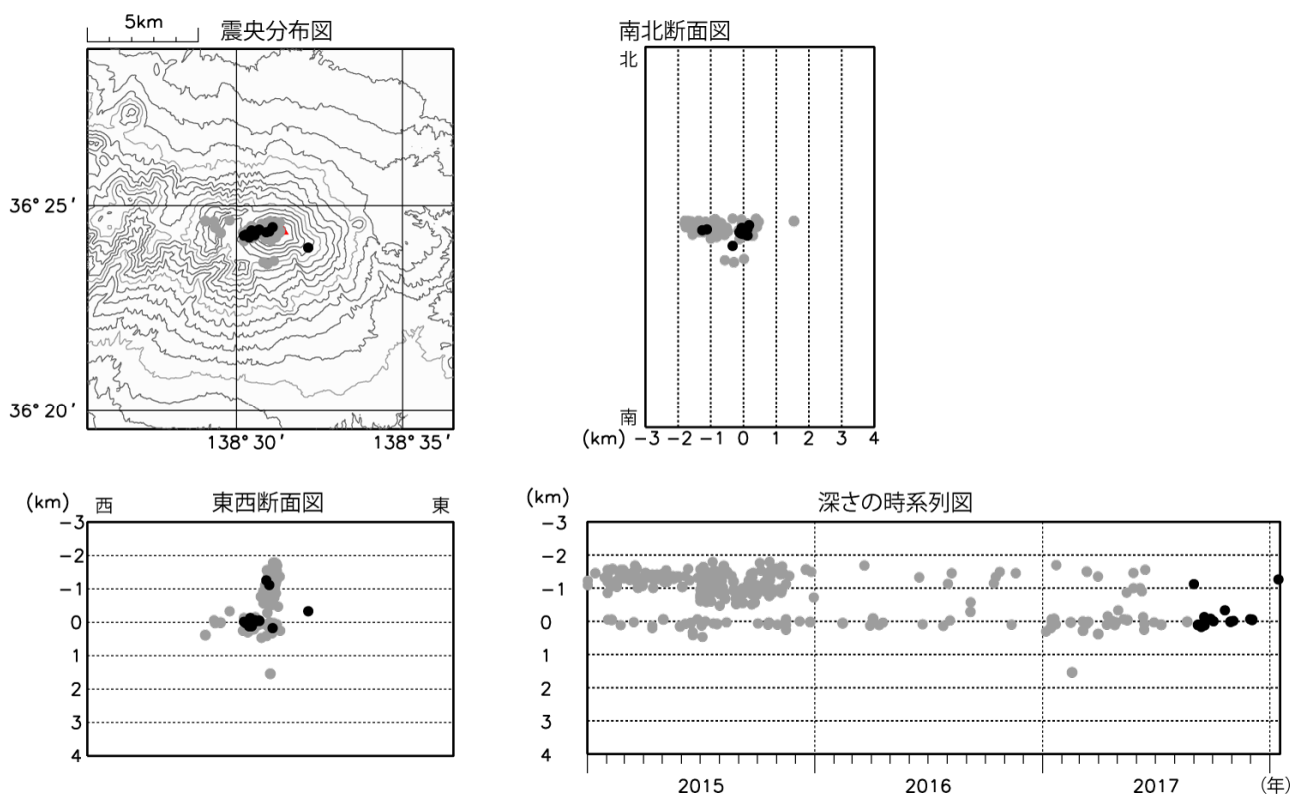


図 8 浅間山 地震回数 30 日移動平均の推移 (2015 年 4 月～2018 年 2 月 3 日)  
・ 2015 年 12 月以降概ねやや多い状態で経過していた。2017 年 12 月頃やや減少したが、再び増加している。



● : 2015 年 1 月 1 日～2017 年 8 月 31 日 ● : 2017 年 9 月 1 日～2018 年 1 月 31 日  
図 9 浅間山 火山性地震の震源分布 (2015 年 1 月 1 日～2018 年 1 月 31 日)

条件 : 緯度経度計算誤差 0.2 分以内、震源時計算誤差 0.2 秒以内、観測点数 6 点以上。

東京大学地震研究所の観測点も使用

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

・ 今期間の震源分布に特段の変化はみられない。震源は、山頂直下の深さ 0 km 付近に分布した。



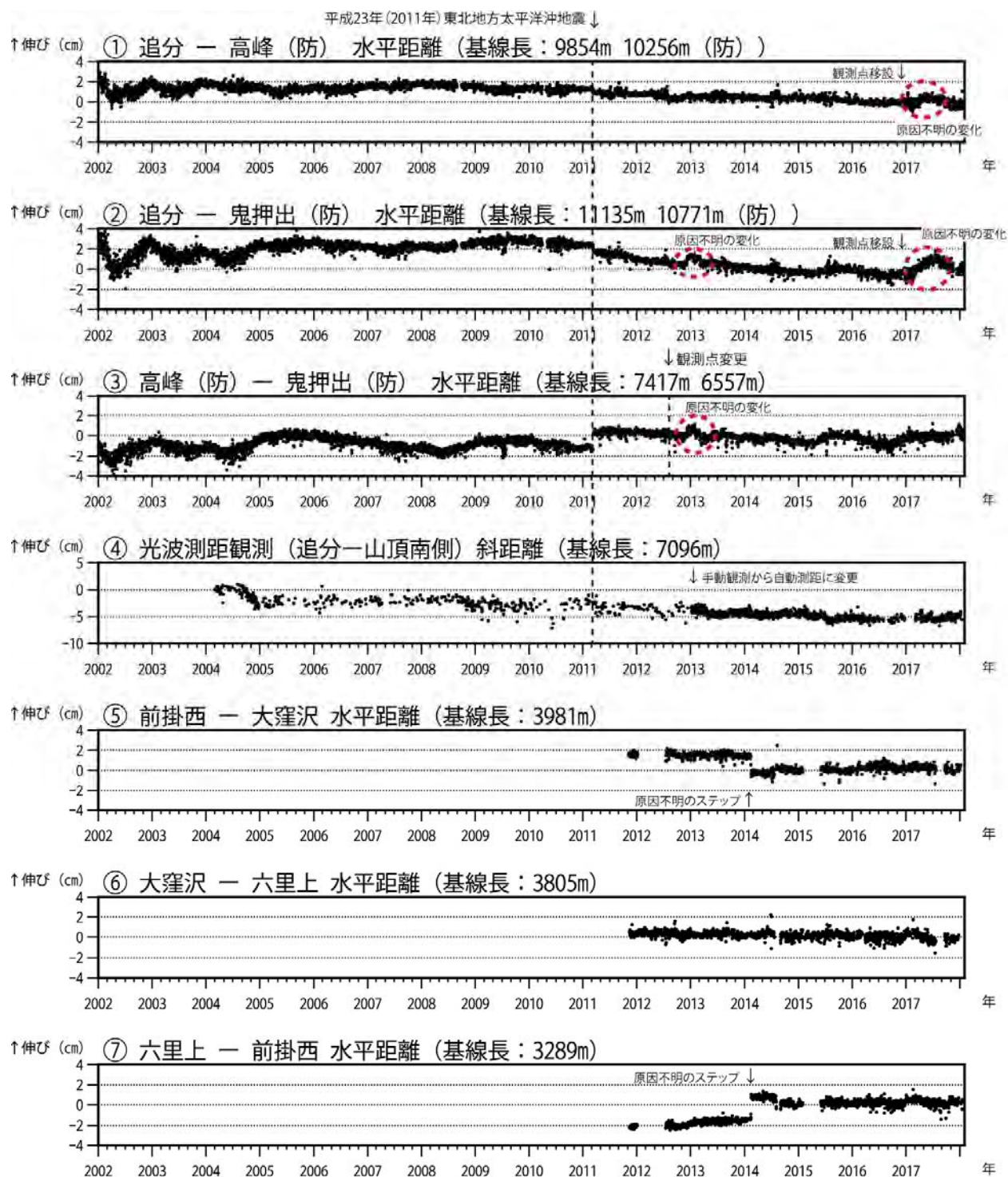


図10 浅間山 GNSS 連続観測及び光波測距観測の結果(2002年1月1日～2018年1月31日)

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13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。

③ 2002年1月1日～2012年7月31日 気象庁の高峰－鬼押出観測点間の基線長。

2012年8月1日～ 防災科学技術研究所の高峰－鬼押出観測点間の基線長。

①～③の赤丸は、原因不明の変化を示す。

④気象補正処理は高木・他(2010)による。

・山体西側の一部の基線で2017年秋頃よりわずかな伸びの変化がみられたが、現在は停滞している。

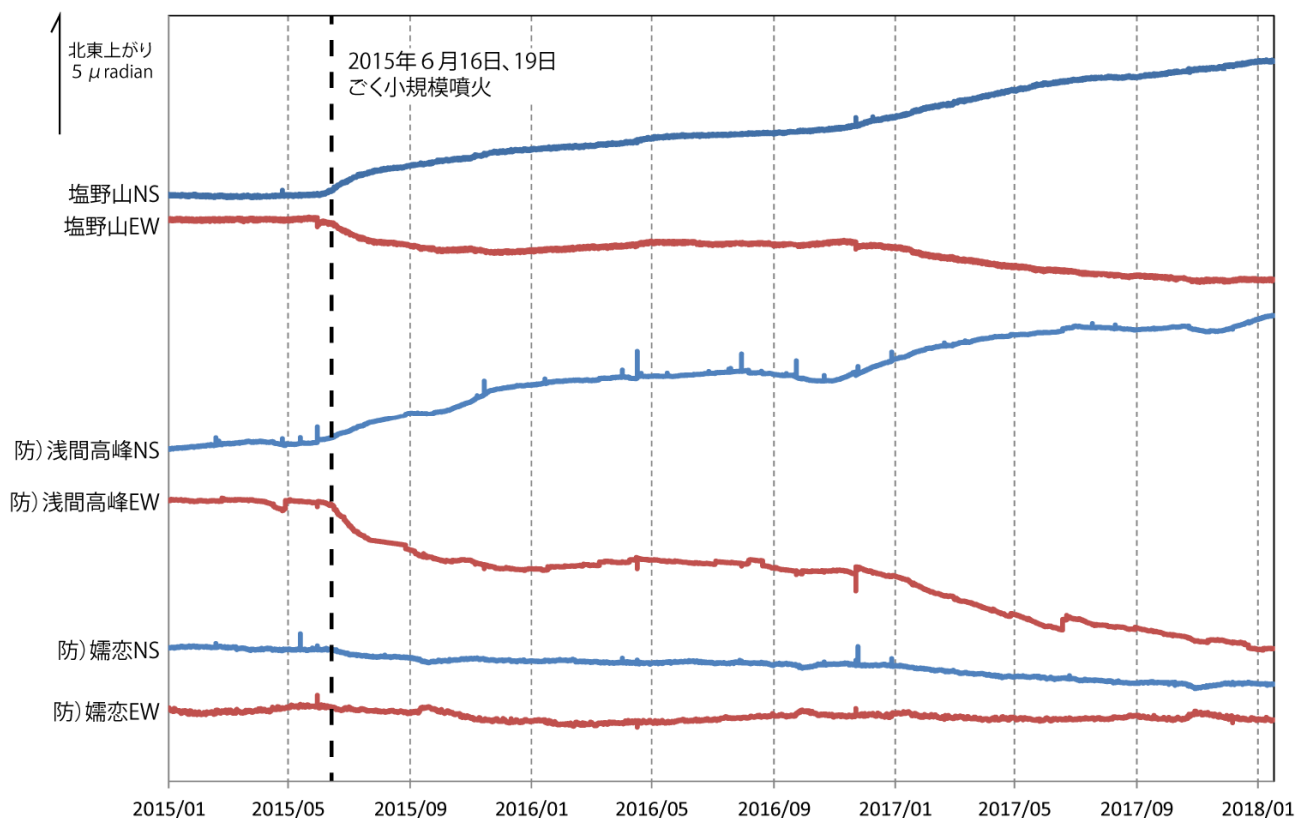


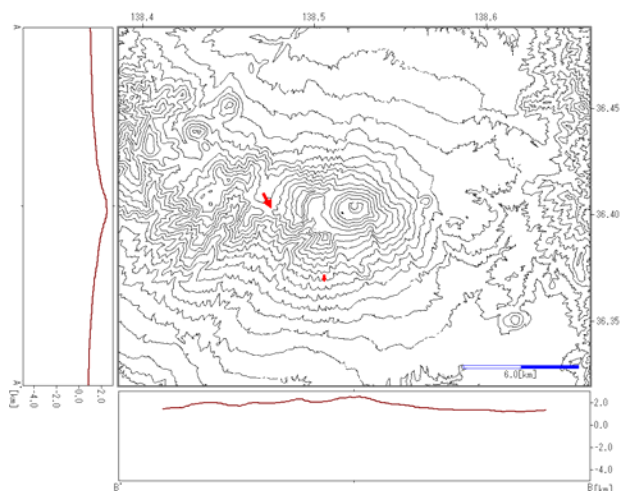
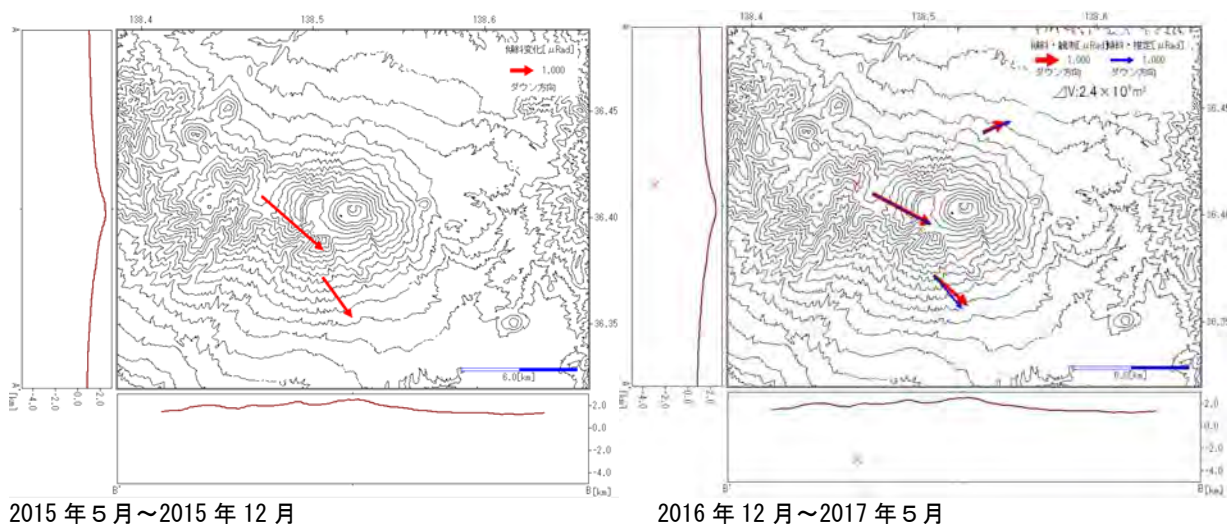
図 11 浅間山 傾斜観測データ (2015 年 1 月 1 日～2018 年 1 月 31 日)

傾斜計の各観測点において 2015 年 6 月までの変化が小さくなるようトレンドを補正している。

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、変化は鈍化している。





2017 年 11 月～2018 年 1 月

図 12 浅間山 傾斜変動ベクトル

・2015 年からの傾斜変動量のベクトルを示す。2016 年 12 月から 2017 年 5 月にかけての傾斜変動量は、噴火が発生した 2015 年と同程度であり、堆積変化量は約 240 万  $\text{m}^3$  と推定される。2017 年 11 月からの傾斜変動量はこれらと比較して小さく、浅間山西側やや深部の膨張は鈍化していると考えられる。

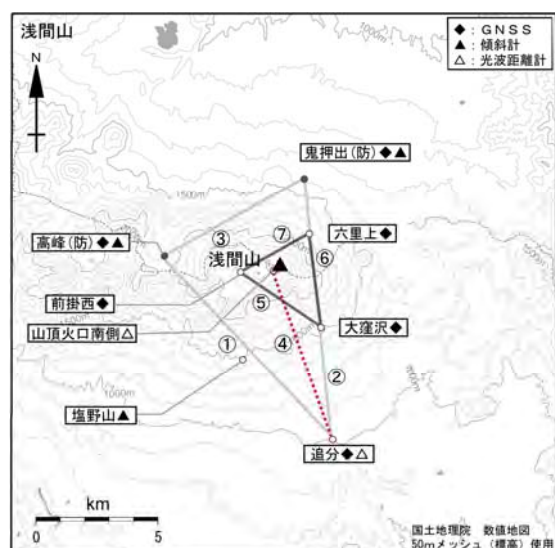


図 13 浅間山 地殻変動連続観測点配置図

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。

(防)：国立研究開発法人防災科学技術研究所

GNSS 基線③は図 5、7 の⑧に、光波測距測線④は図 5、7 の⑨にそれぞれ対応する。また、基線①～⑦は図 10 の①～⑦にそれぞれ対応している。

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 50 m 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. 解析結果

南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検出されなかった。

なお、各干渉解析結果について、対流圏遅延補正などは行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

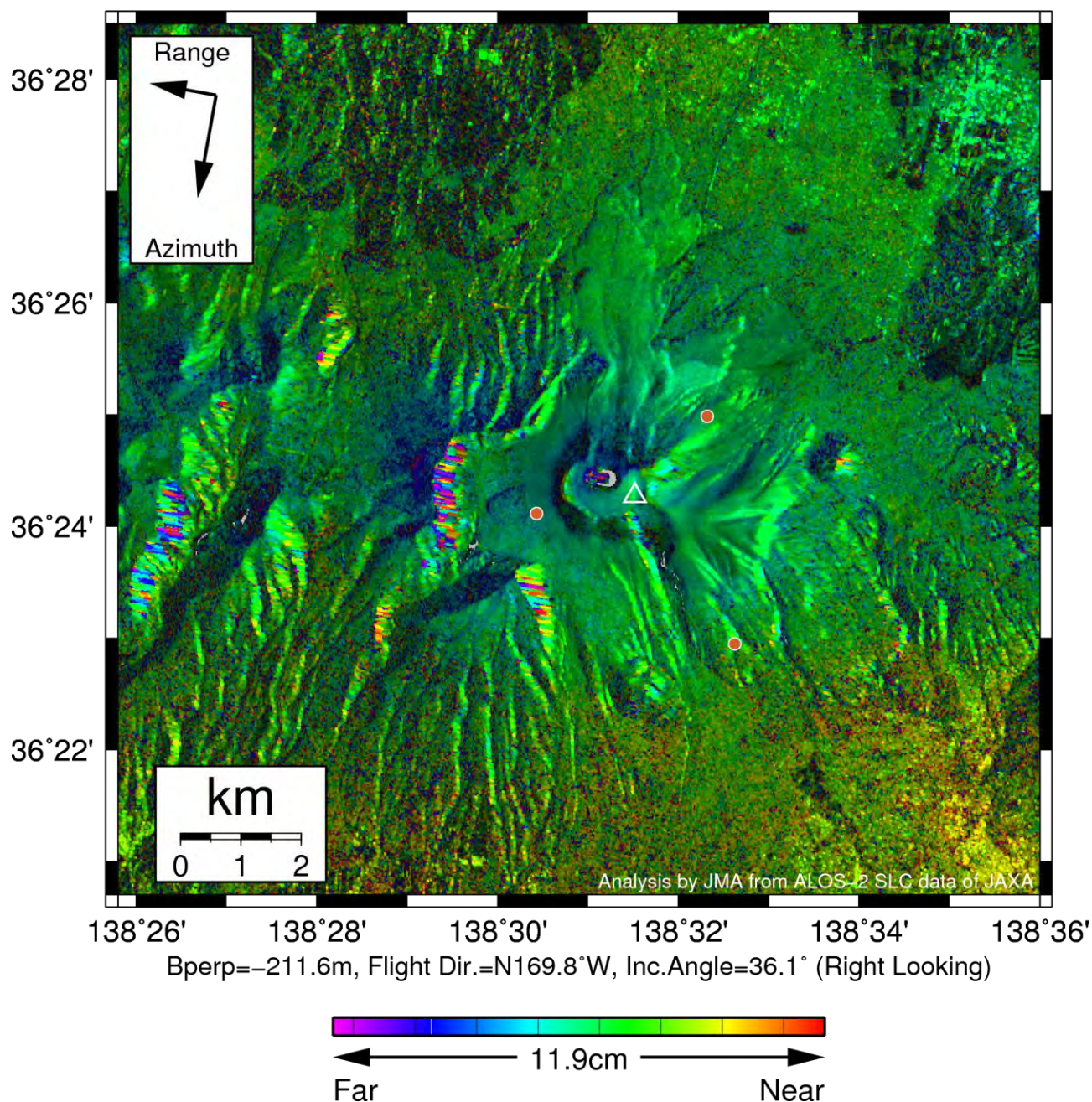
### 謝辞

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。

表 1 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°      | 2014.10.28     | 2017.11.07   | 第 1 図      |

2014/10/28 – 2017/11/07  
1106 days



第 1 図 パス 19(SM1-U2\_7)による浅間山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。



## 浅間山地震観測網で観測された地震回数の時間変化

月別回数(1995年1月—2017年12月)

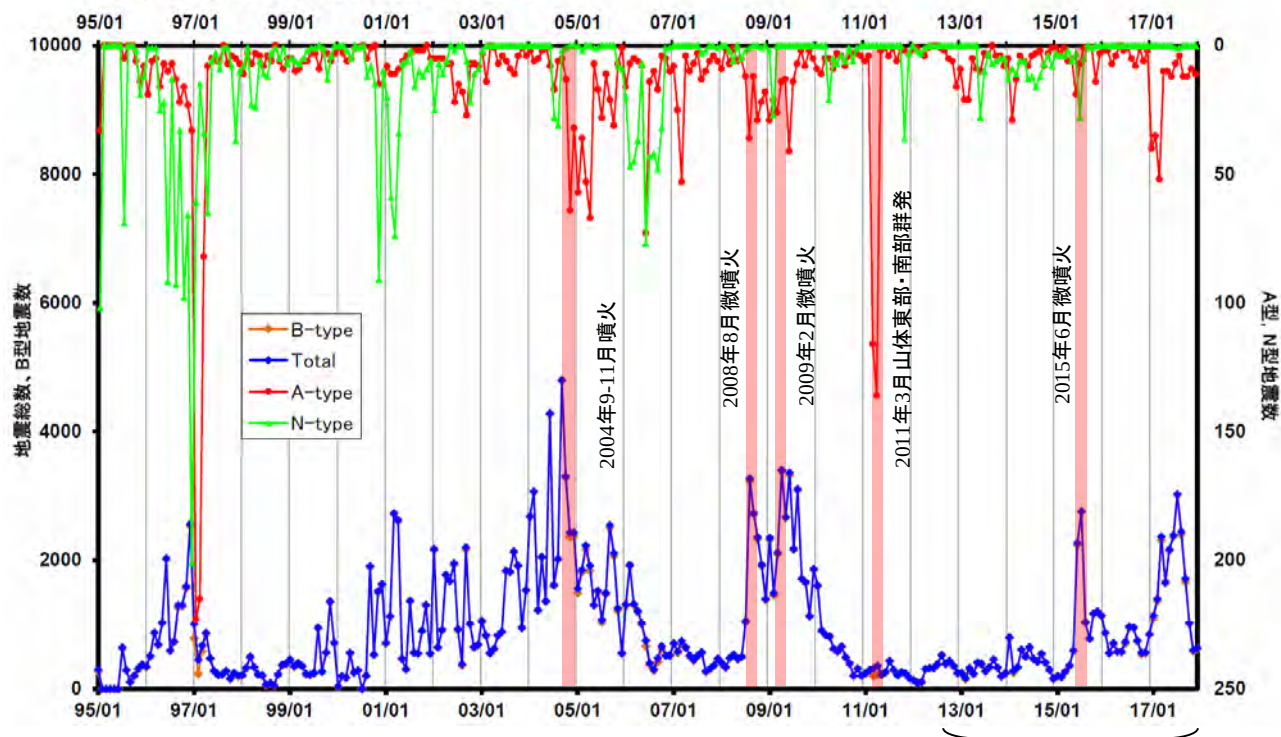


図1 1995年1月以降の月別回数

図2の範囲

日別回数(過去5年間 2013年1月1日—2017年12月31日)

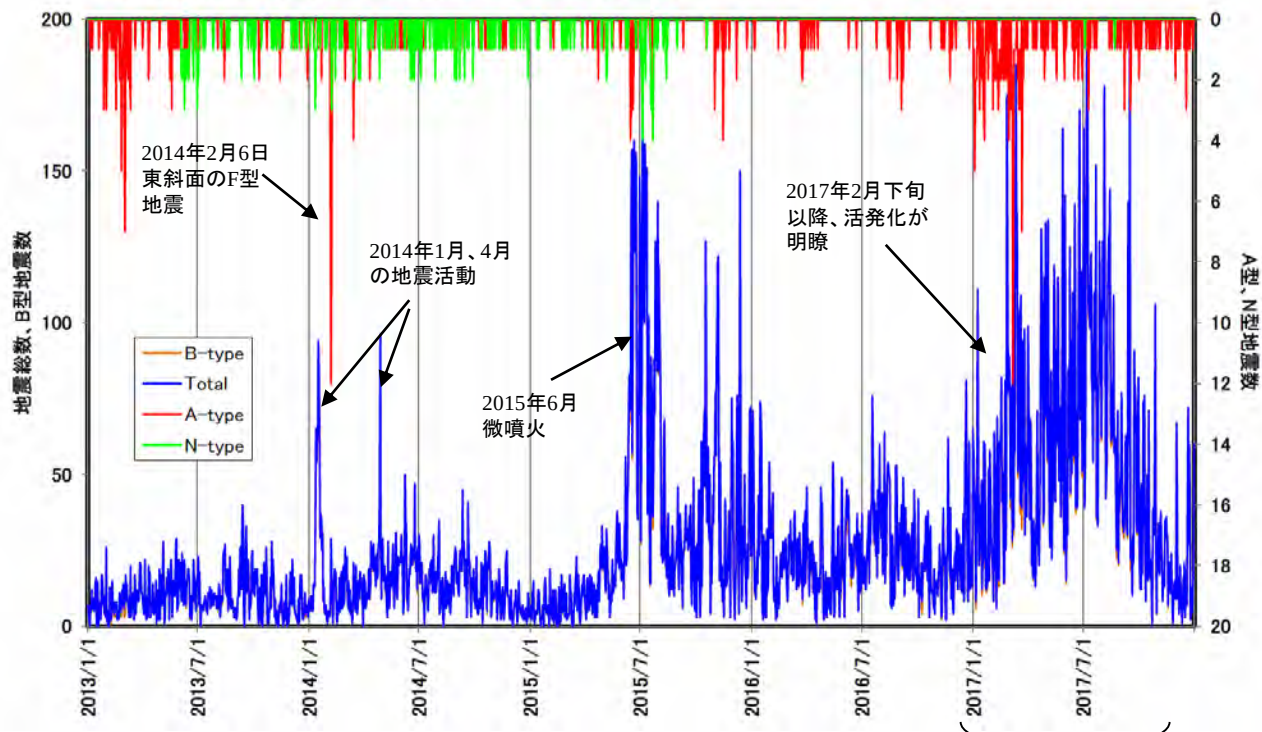


図2 2013年1月1日以降5年間の日別回数

図3の範囲



## 浅間山地震観測網で観測された地震回数の時間変化(つづき)

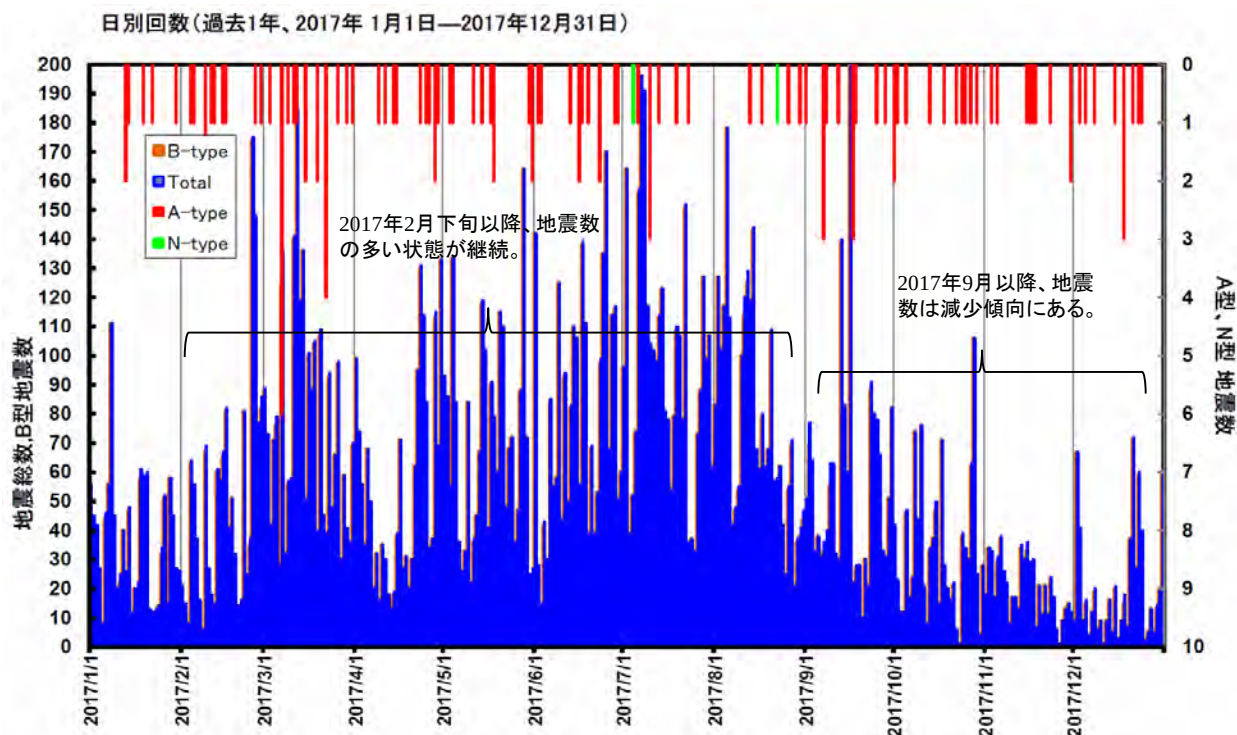


図3 2017年1月1日以降、1年間の日別地震回数.

**長期：** 2011年以降2015年4月ごろまでは活動度の低い状態が続いていたが、2015年6月の微噴火後地震活動は増加傾向に転じ、2017年8月下旬まで地震数が増え続けた。2015年以降の活動の中では、2017年8月の地震数がピークであり、9月以降は地震活動は低下傾向にある。

**短期：** 2017年7-8頃に火口浅部の小規模な火山性地震が日に数十個から多い日で百数十個発生したが、9月以降、地震数は減少傾向にある。火口浅部の小規模な火山性地震は消長を繰り返しているものの全体的には落ち着いている。A型は時々発生していてN型はなかった。

## 浅間山の地殻変動

浅間山においては、2015 年 6 月の噴火に先立ち山頂西側の主に南北への膨張が始まった。これはこれまでの噴火と同じく、山頂西側への東西走向のダイク貫入によるものと考えられる。この膨張は 2015 年後半に収束した。その後、2016 年 12 月ごろより山頂西側で伸長が観測され、2017 年夏頃まで継続したように見えるが現在は減速もしくは停止しているようである。なお、山頂観測点 KAWG は 2017 年 2 月より欠測中である。

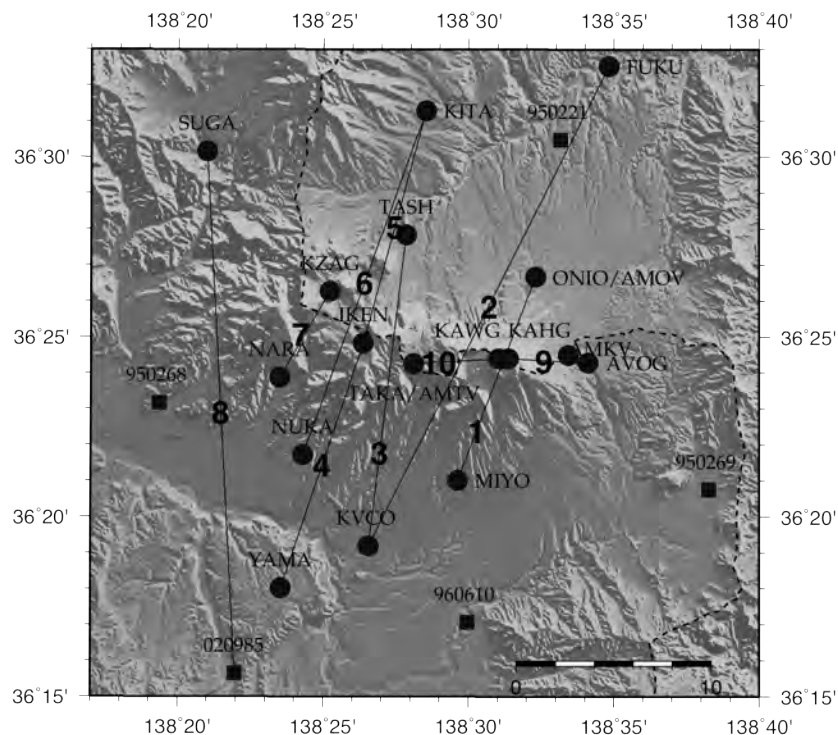
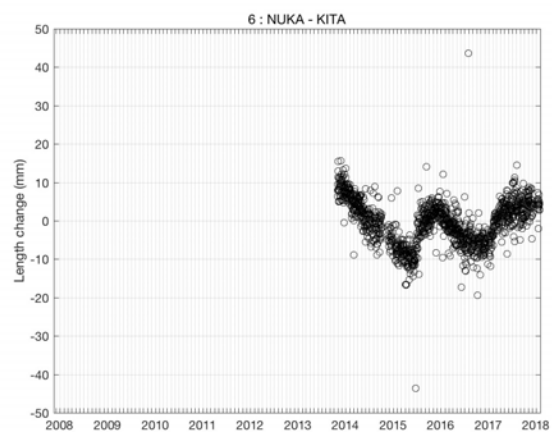
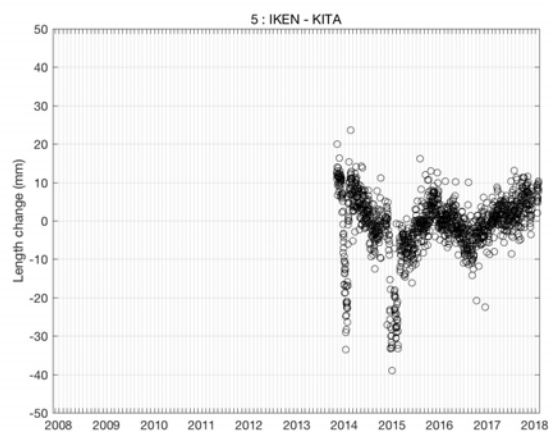
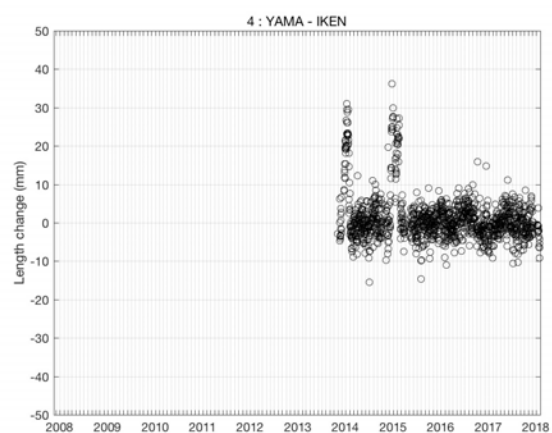
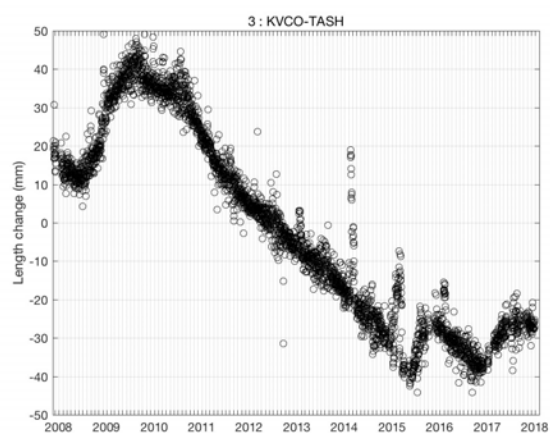
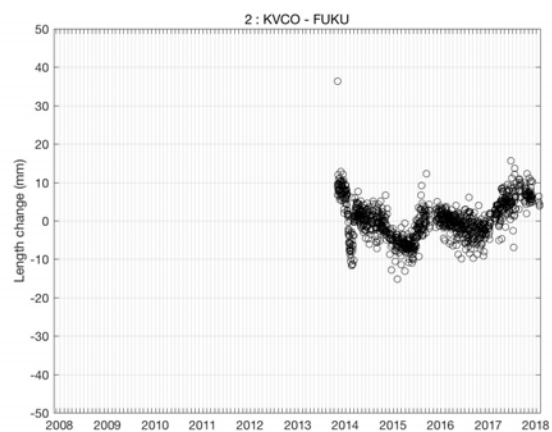
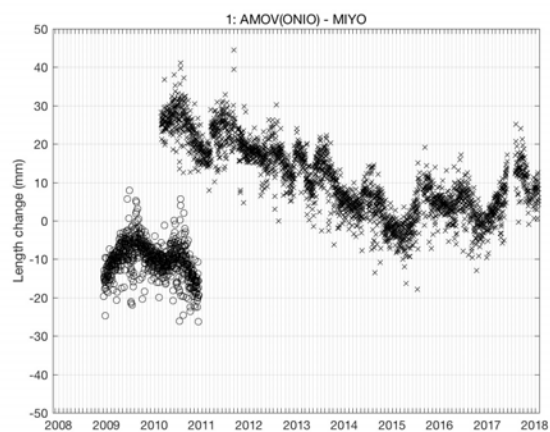


図 1: GPS 連続観測点の配置。●は地震研究所の観測点，■は国土地理院の連続観測点を示す。数字は、図 2 に示す基線と対応している。また、KAHG と KAWG の基線長変化は図 2 の基線番号 11 に記す。



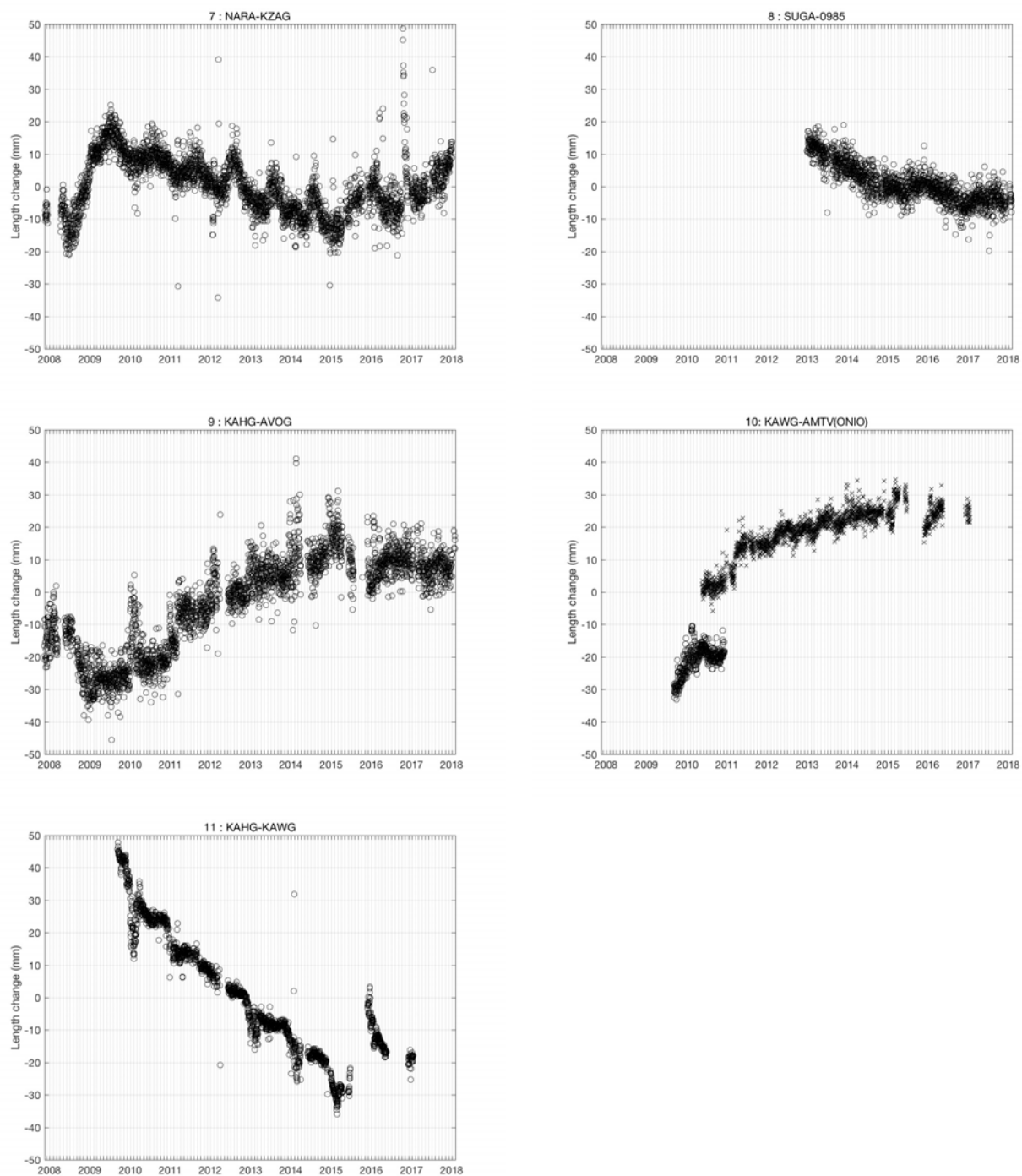


図 2：主な観測点間の基線長変化. AMOV および AMTV 観測点を含む基線長は、ONIO および TAKA を含む基線長の時系列（丸印）と並べて×印で示している．山頂西側を通る測線に、2016 年 10 月ごろから継続する伸びがみられる．



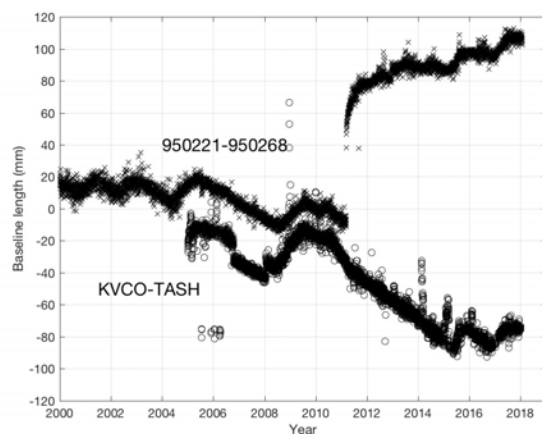
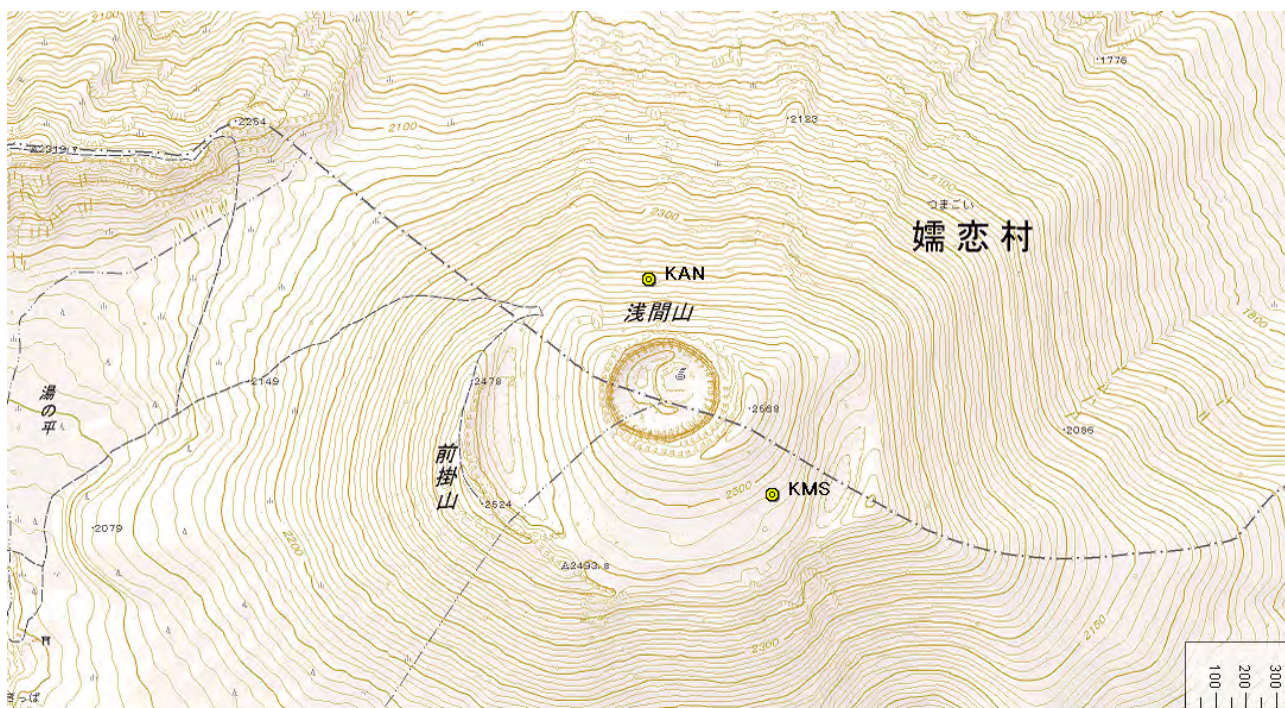


図 4 : 2000 年以降の 950221-950268 および KVC0-TASH 基線の距離変化. 東北太平洋沖地震までは両基線とも類似したトレンドを示していたが, 950221-950268 基線の距離変化に地震時および余効変動を含んでいるため, 地震直後は異なるトレンドを示している. これは, 東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響によるものと考えられる.

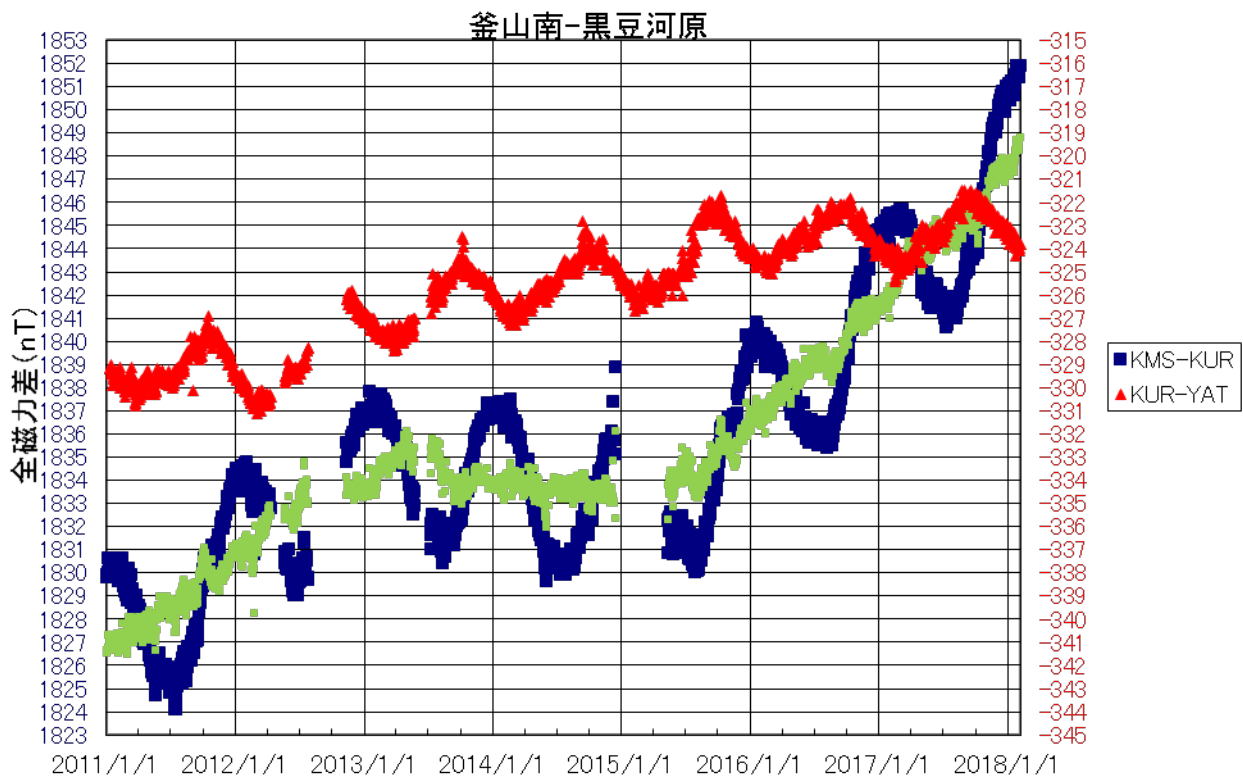
## 浅間山全磁力

火口南東およそ 450m に位置する KMS では、2013 年半ばよりおよそ 2 年間微減傾向は継続していたが昨年 8 月頃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る。増加傾向はおよそ 2 年経過した現在も継続している。麓の KUR を基準とした場合のここ最近のトレンド成分は北側の KAN でほぼゼロ、南側の KMS でおよそ +5nT/年の永年変化が継続しており火山活動活性化に伴う大きな変化はないことが認められる。

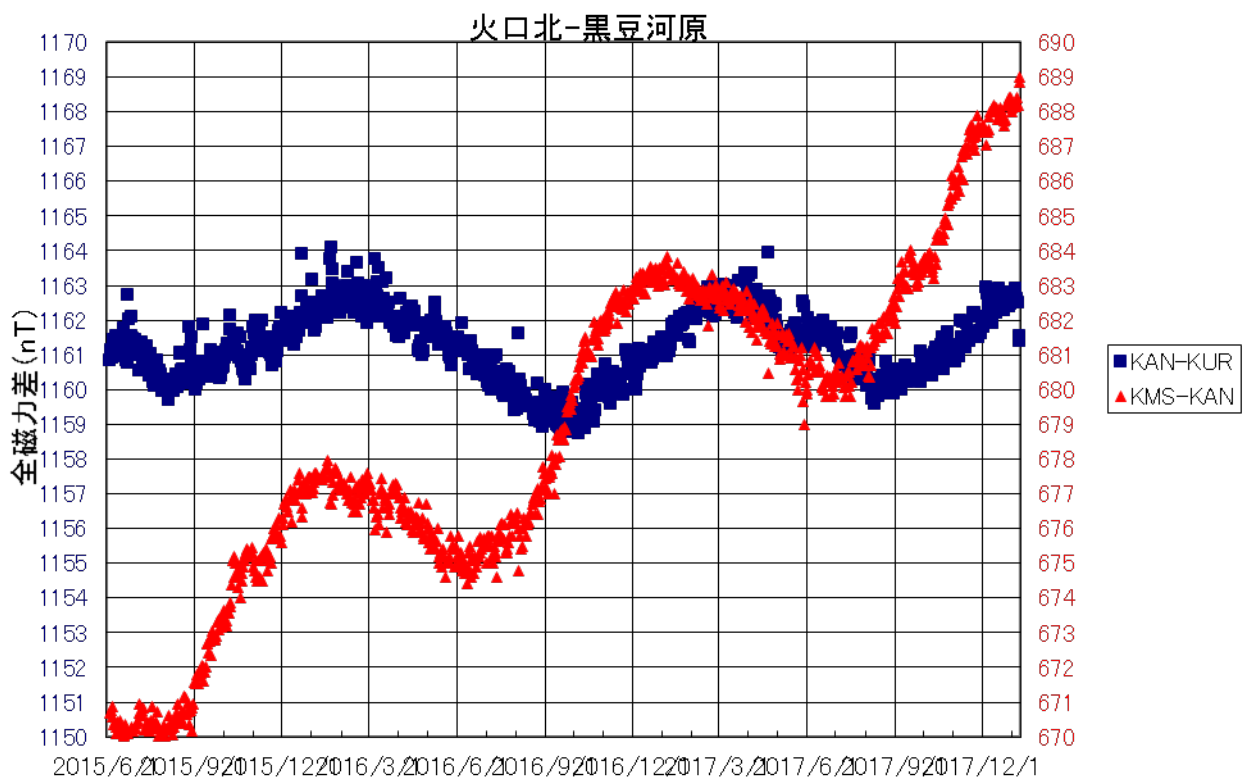


浅間山釜山周辺の地図、図中黄丸が釜山南全磁力観測点 (KMS) および火口北全磁力観測点 (KAN)。なお、黒豆河原全磁力観測点(KUR)は火口から 4km ほど離れた磁場参照点。

※ 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。2013 年半ばから微減の傾向が続いていたが、2015 年 8 月下旬より再び元の増加傾向に戻り現在も継続している。



麓の KUR を基準とした KAN のトレンド成分はほぼゼロと変化ない状態を示している。

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。2015 年 6 月から 2016 年 10 月までの長期欠測は、雷害によるものである。

図 1 は 2009 年 8 月以降の日々の温度変化、図 2 は 2017 年 9 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氷雪などの影響で極端に低い温度を示すことがある。

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 11 月上旬から高温状態が続いていたが、2017 年 7 月中旬から温度低下傾向が続いている。

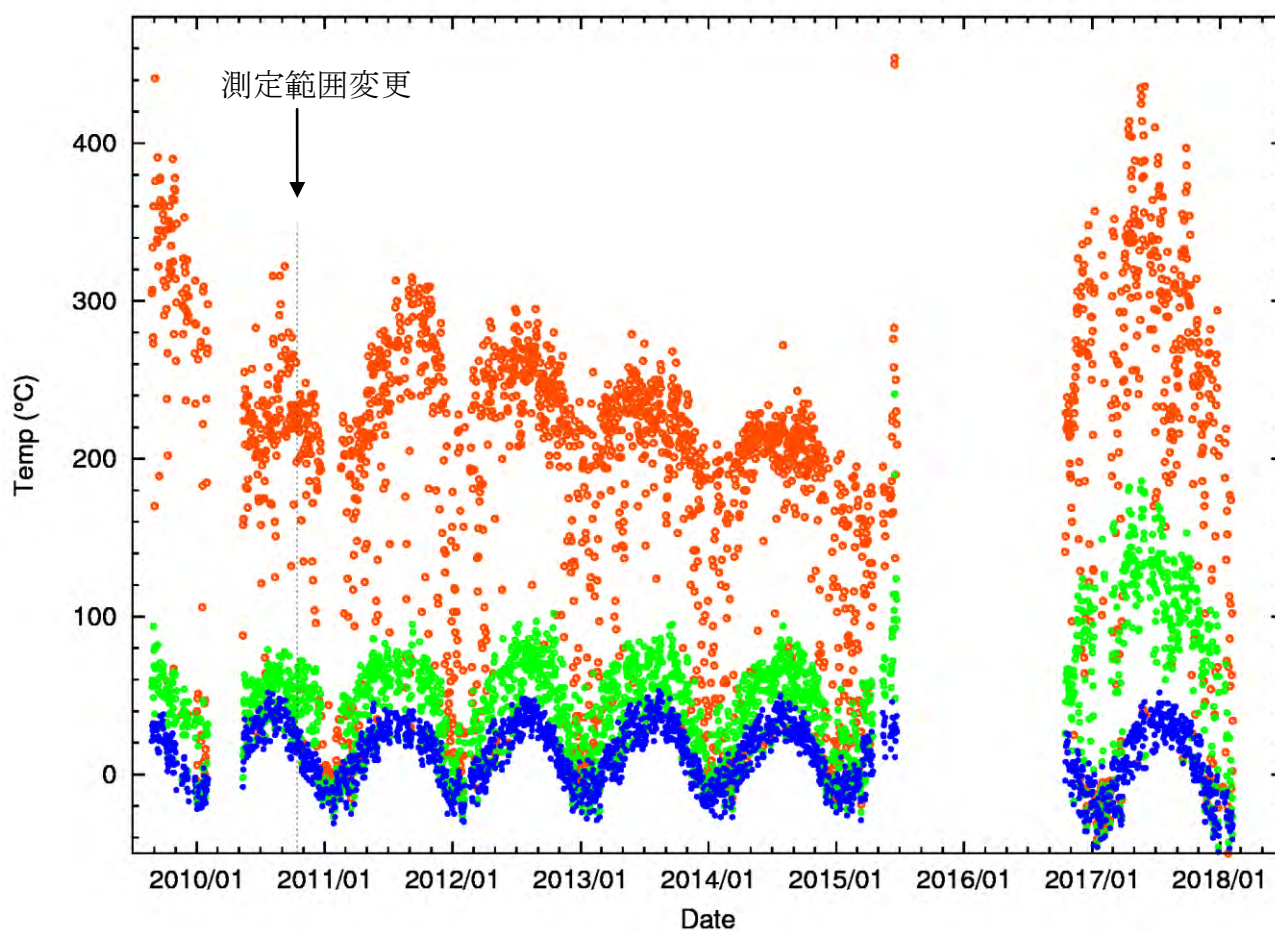


図 1. 2009 年 8 月 25 日から 2018 年 2 月 6 日までの火口底温度の日変化。  
赤は最高温度、緑は平均温度、青は最低温度を示している。



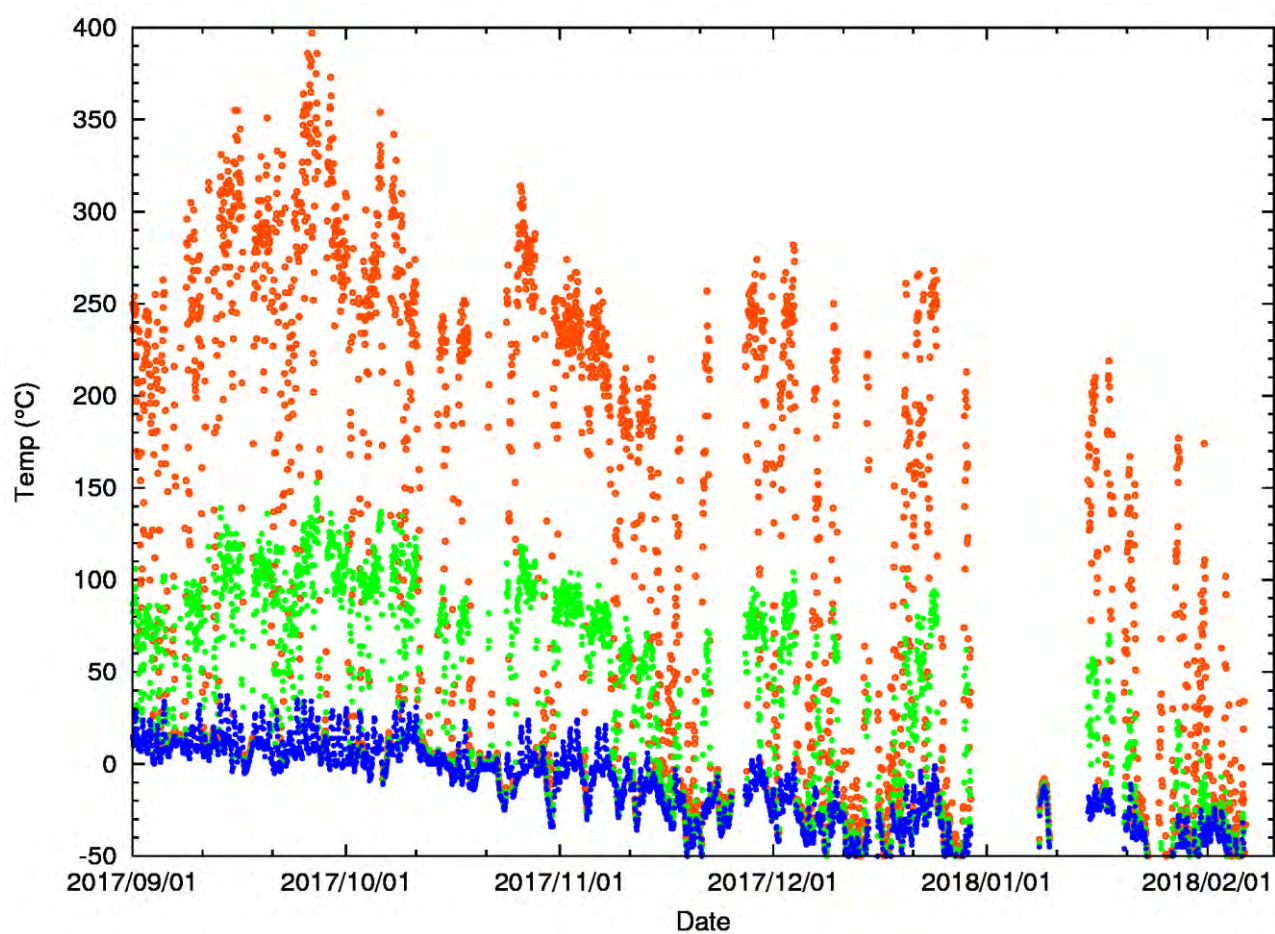


図 2. 2017 年 9 月 1 日から 2018 年 2 月 6 日までの火口底温度の 1 時間毎の変化.

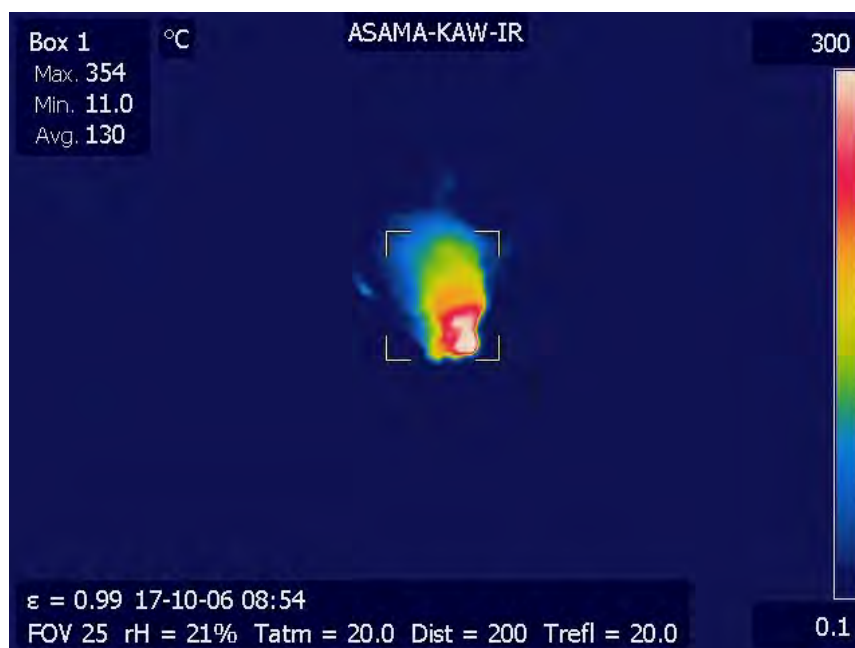


図3. 今期間中の最高温度を示した 2017 年 10 月 6 日 8 時 54 分の熱赤外画像.

## 浅間山

## ◎ 2007 年 10 月～2018 年 1 月の浅間山 VLP 活動, 火山ガス, 全磁力変化の比較

2007 年 10 月から 2018 年 1 月までの VLP(ガス噴出イベント)活動, 地震活動, N型地震及び長周期微動・地震の数, 火山ガス放出量(気象庁が測定), 小諸一婦恋間の基線長変化, 釜山近傍での全磁力変化を纏めたものを図 1 に示す. 2008 年 8 月～2009 年初めにかけての噴火活動に対応して, 基線長の伸び, VLP 活動, 地震活動の活発化, 火山ガスの増大が見られるが, その間は N 型地震や長周期微動・地震の発生はほとんど見られない. 2009 年秋以降に基線長が縮みに転じると VLP 活動, 火山ガス放出量は低下し, 一方, N 型地震や長周期微動・地震の頻度が増大する. 2009 年秋から観測を開始した釜山南の全磁力は図 2 に示すように, 2013 年半ばから永年変化のトレンドとずれ始め, 2015 年 6 月までの 2 年間で -10nT の全磁力変化が起こった. この全磁力変化は 2015 年 6 月の小規模噴火後, また元の永年変化のトレンドに戻って現在に至っている. この全磁力の変化の開始時期は, 図 1 に示すように, N 型地震が頻発し始める時期と一致し, 永年変化のトレンドからずれている時期と N 型地震の発生時期が良く対応している. 2015 年 6 月に微噴火に先行して, 基線長の伸びが見られると同時に, VLP 活動が急激に活発化し, 火山ガスの量も急増した. 2015 年秋以降は基線長が縮みに転じると時期を合わせて VLP 活動や地震活動はやや低下するが, 2017 年 1 月頃から基線長の若干の伸びに対応して火山ガス放出量増大と VLP 活動の活発化が見られる. 3 月以降はやや低下しつつも, 長期的に見ると高いレベルを維持して推移している. また, 日別の活動の変動も大きい.

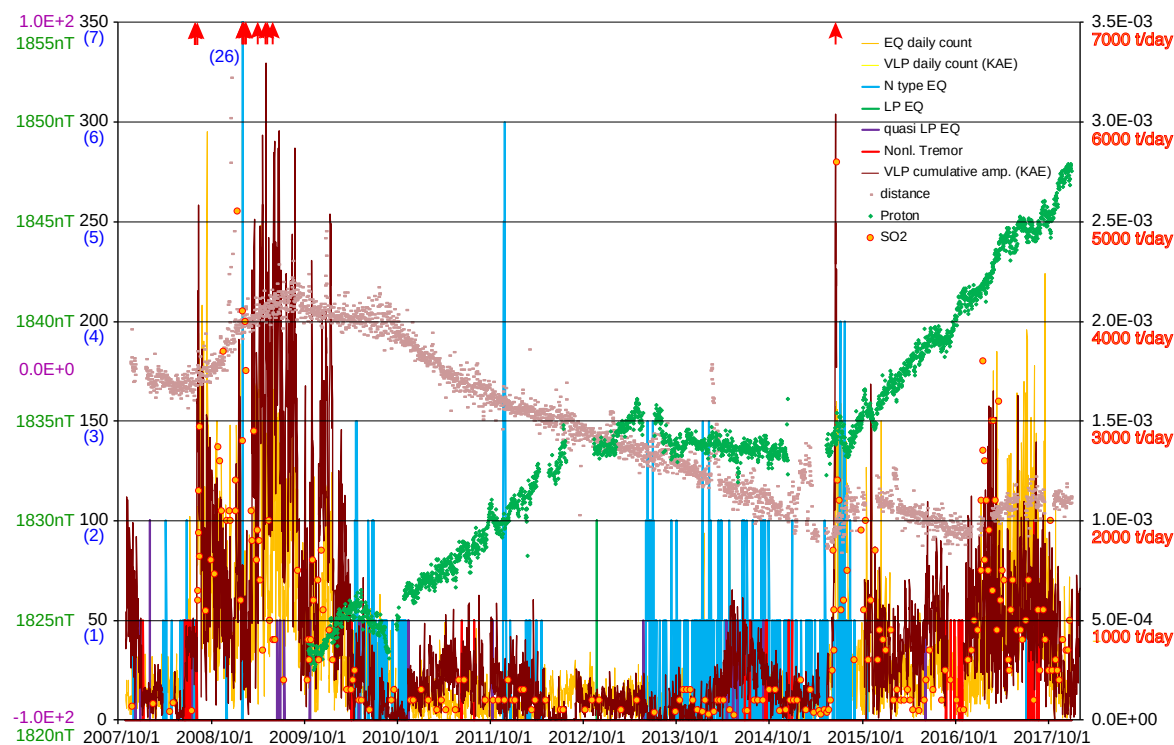


図 1

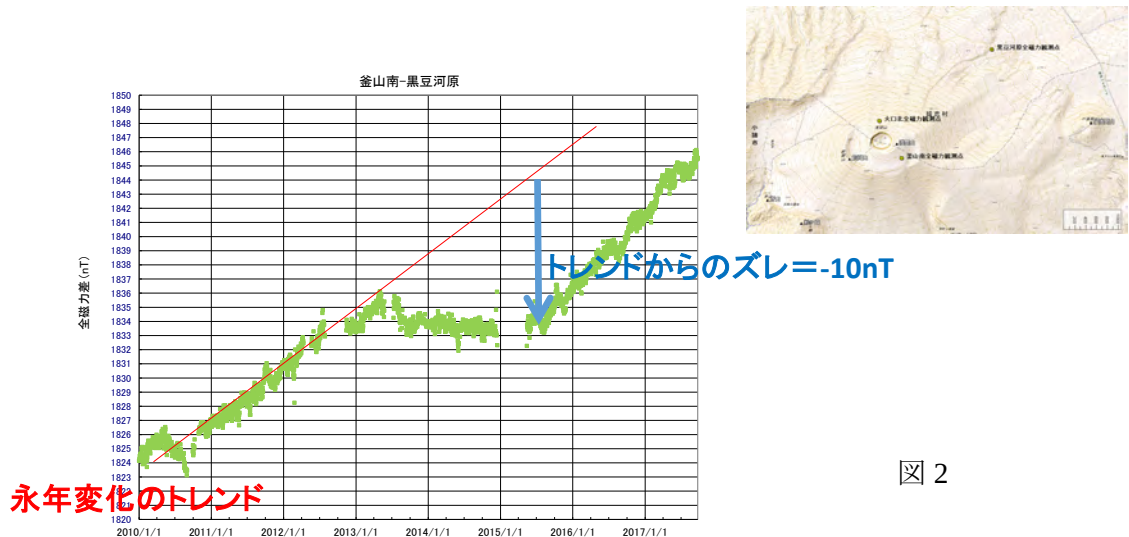
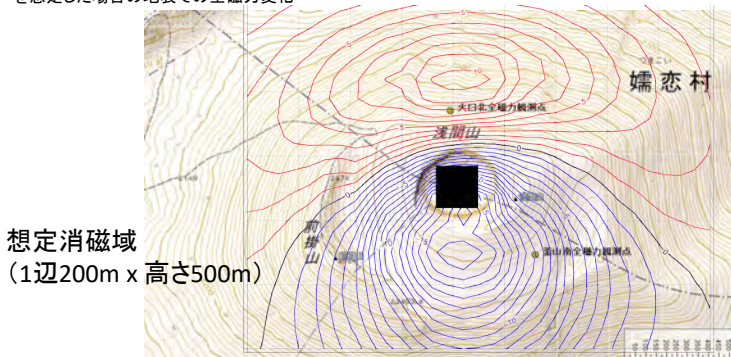


図 2

→ 2013年半ばから2年間で、釜山南で-10nTの全磁力変化が起こったと想定する。

釜山南の-10nTの全磁力変化は、釜山火口直下の帯磁状態の変化を示していると考えられる。この全磁力変化を説明する一つの可能性としては、図3に示すように火口底直下深さ300m~800mの一边200mの領域が消磁すれば、観測結果が説明できる。全磁力の永年トレンドが火口底直下での冷却による帯磁によって生じていたのであれば、この2年間の全磁力変化は、一旦、冷却が停滞するような事があったと考えることも出来る。図4に2011年11月~12月に集中的に発生したN型地震の震源をDD法で決定した結果(緑の丸)を全磁力の消磁域(赤の四角)と併せて示した。観測を説明する消磁域はN型地震の発生域とも対応している。N型地震の発生機構としては閉塞したクラックでの境界波動が有力である。また、浅間山で発生する非線形な長周期微動・地震は火道が閉塞状態に遷移するときに発生している可能性も指摘されている。この様なモデルが当てはまるとすると、2013年半ば以降、浅間山の火道浅部は徐々に閉塞状態が進行し、深部からの高温の火山ガスの放出が停滞して釜山火口直下では温度の上昇もしくは冷却の停滞が起こっていたと見られる。2015年6月の大規模なガス噴出イベント(小規模噴火)により、火道浅部では閉塞状態が解消し、火山ガス放出量が増大し、VLP活動の活発化や火映が見られるようになったと考えられる。それに併せて全磁力変化も元の永年変化のトレンドに戻ったと考えられる。

1辺200mの立方体の消磁域(火口底からの深さは300m~800mと想定→標高1500-2000m)を想定した場合の地表での全磁力変化



想定消磁域  
(1辺200m x 高さ500m)

→ 釜山南で-11nTの全磁力変化が生じる。

このケースでは説明可能。

図 3

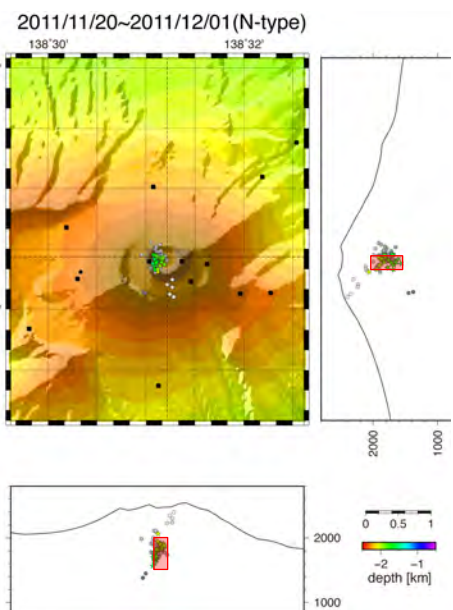
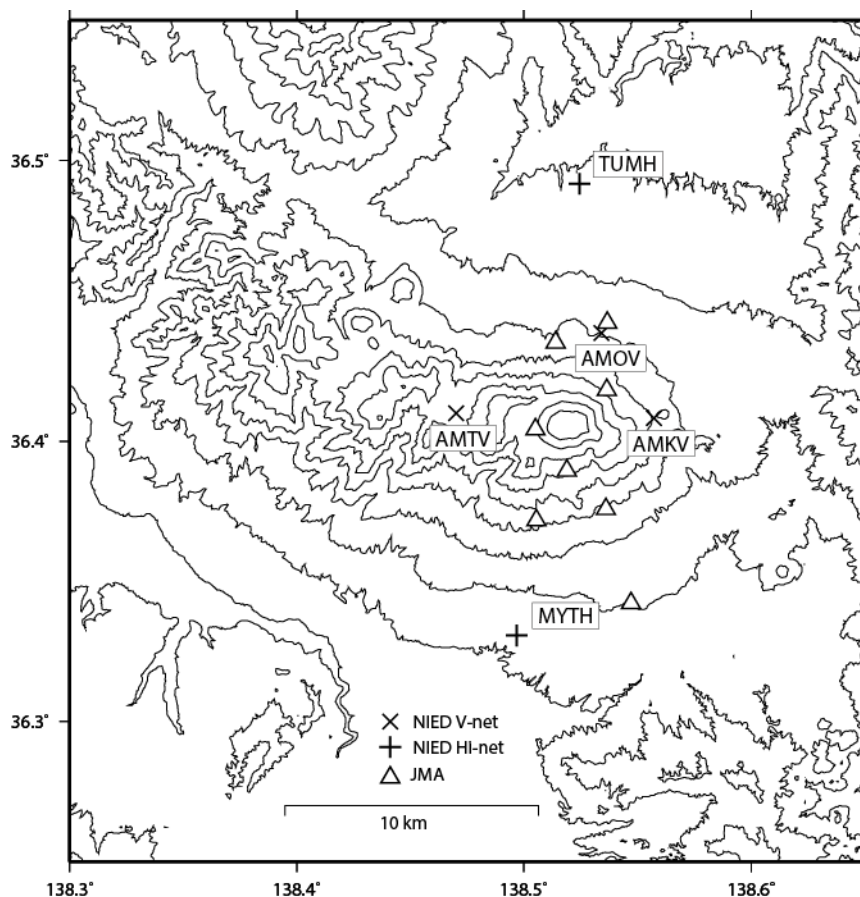


図 4

浅間山



## 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

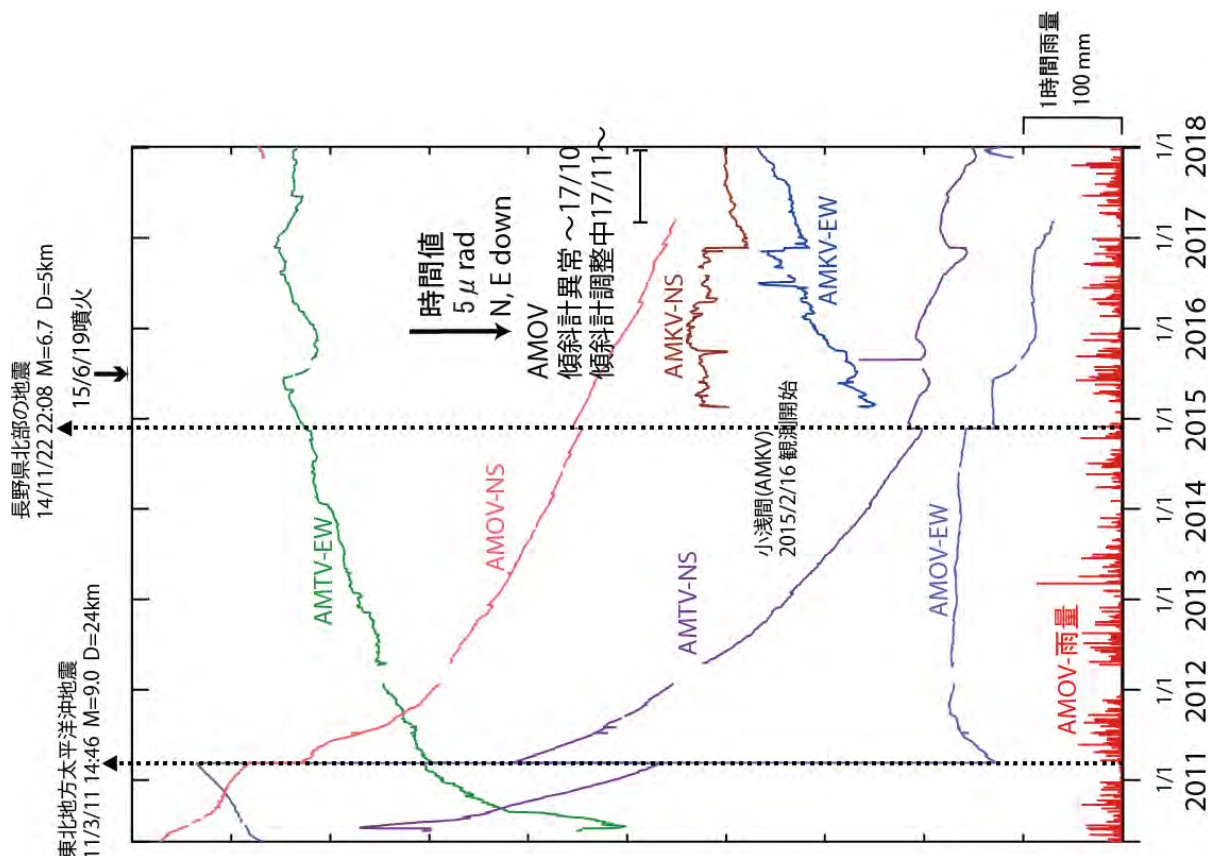
#### ○ 地殻変動

2017 年 9～12 月期間中、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。

なお、鬼押出観測点の傾斜計は 11 月に再設置した。設置後の記録は現在調整中である。



浅間山の傾斜変動 (2010/4/26~2018/01/03)



浅間山の傾斜変動 (2017/05/01~2018/01/03)

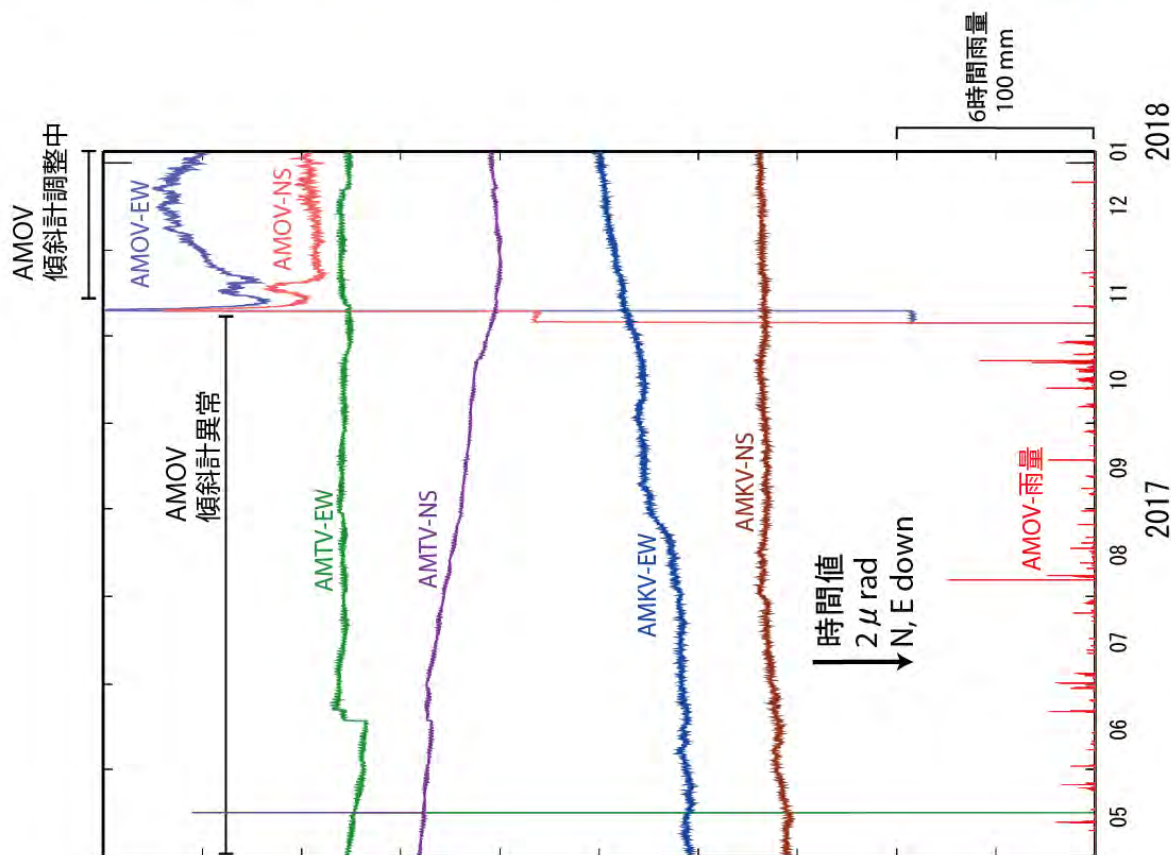


図 1 浅間山の傾斜変動

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、  
2017 年 8 月 28 日-2017 年 12 月 31 日の地殻変動【孺恋 (0221) 固定】※速報暦使用

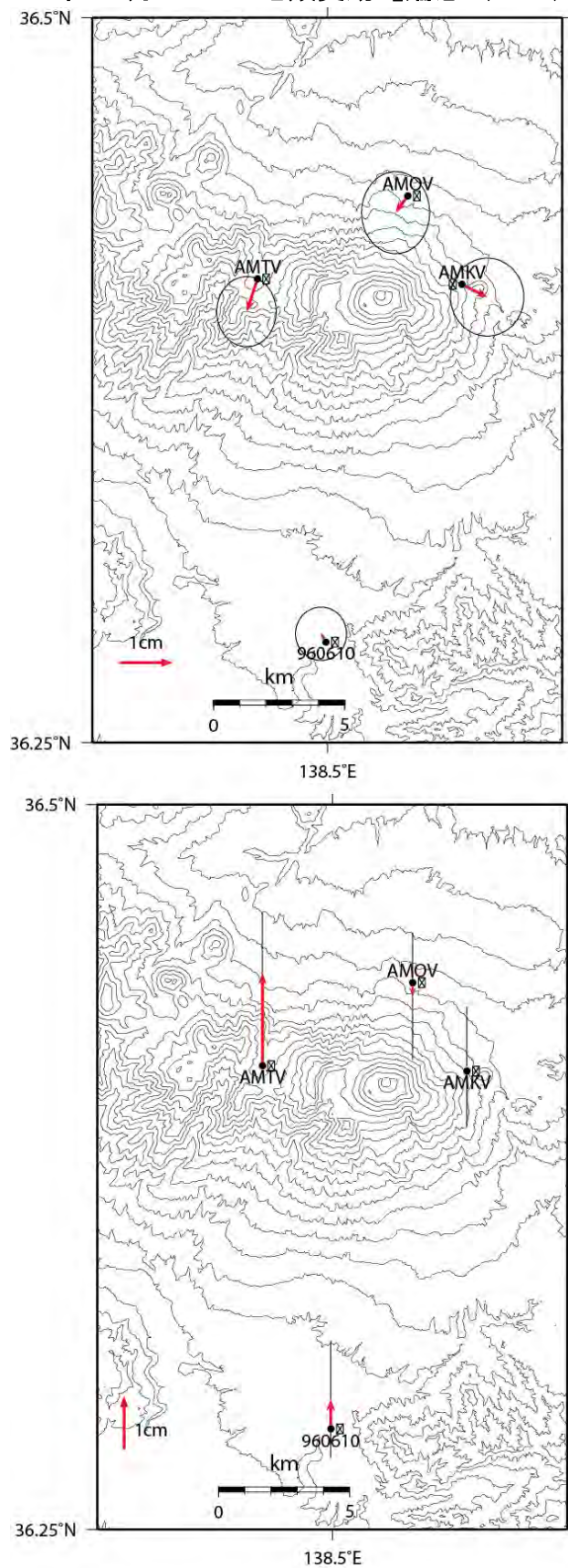


図 2 浅間山周辺の GNSS 解析結果.

2015/06/19 噴火

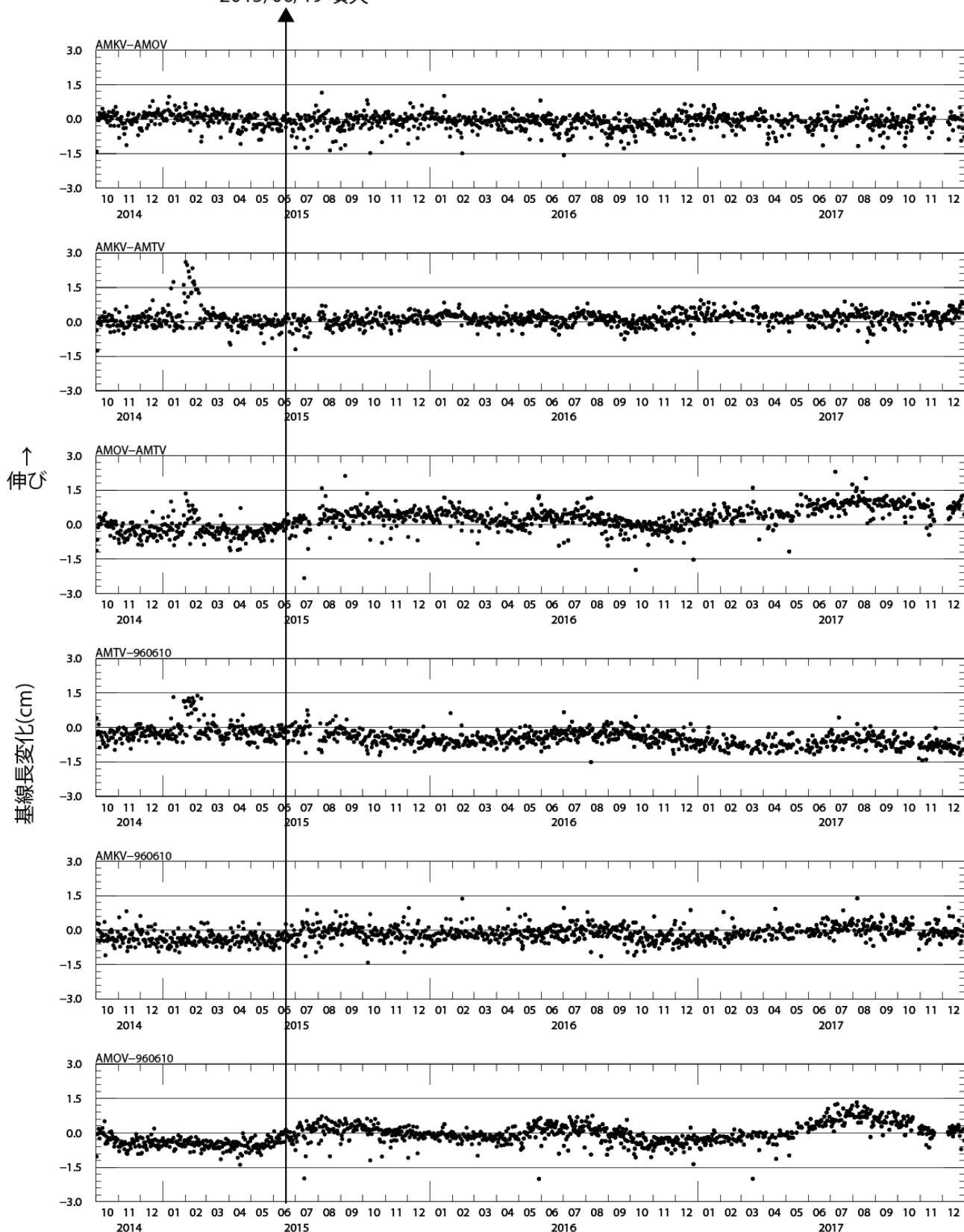


図 3 防災科研観測点 3 点（鬼押出，高峰，小浅間）および GEONET 草津 (0610) 間の基線長変化。2014/10/1～2017/12/31

表1 GNSS観測履歴

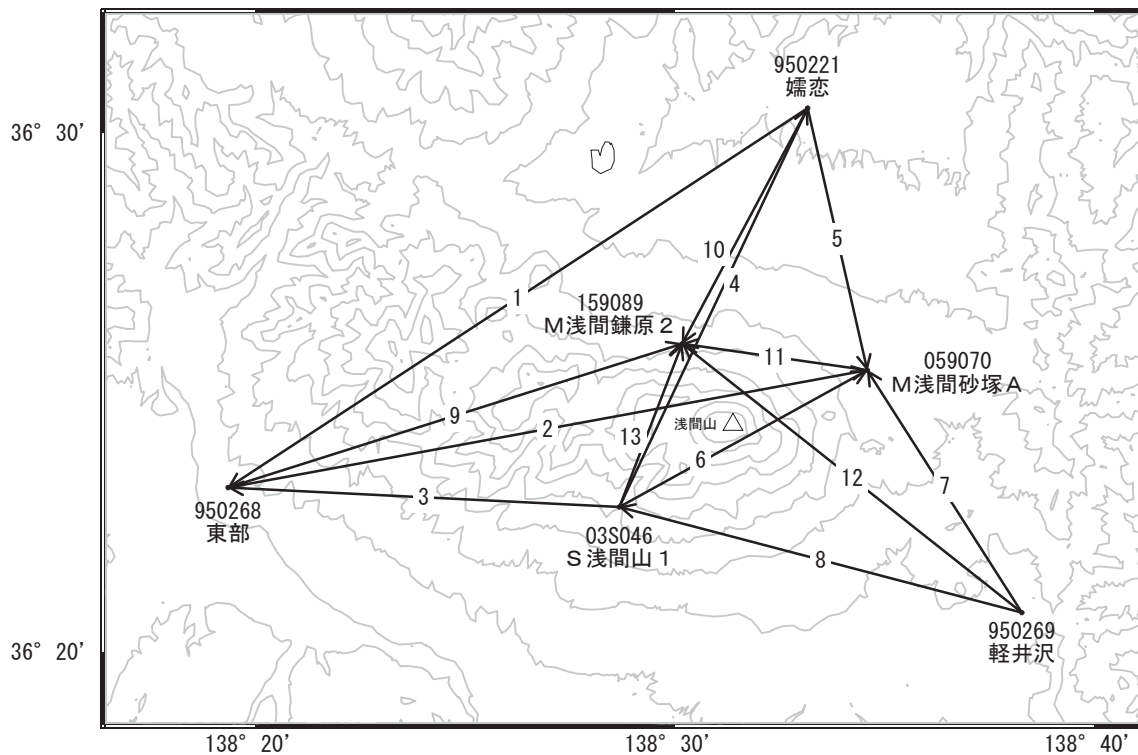
| 観測点番号 | 観測点名             | 図中記号 | 日付                      | 保守内容                                |
|-------|------------------|------|-------------------------|-------------------------------------|
|       | 浅間山鬼押出<br>(AMOV) |      | 2010/2/23               | 2周波観測開始                             |
|       | 浅間山高峰<br>(AMTV)  |      | 2010/5/22               | 2周波観測開始                             |
|       |                  |      | 2015/7/22<br>～2015/8/27 | 通信断発生、復帰後補完実施も7/22～<br>一部のデータの補完できず |
|       | 浅間山小浅間<br>(AMKV) |      | 2014/10/2               | 2周波観測開始                             |



## 浅間山

浅間山西部の一部の基線で 2017 年秋頃から見られていたわずかな伸びは停滞しています。

浅間山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

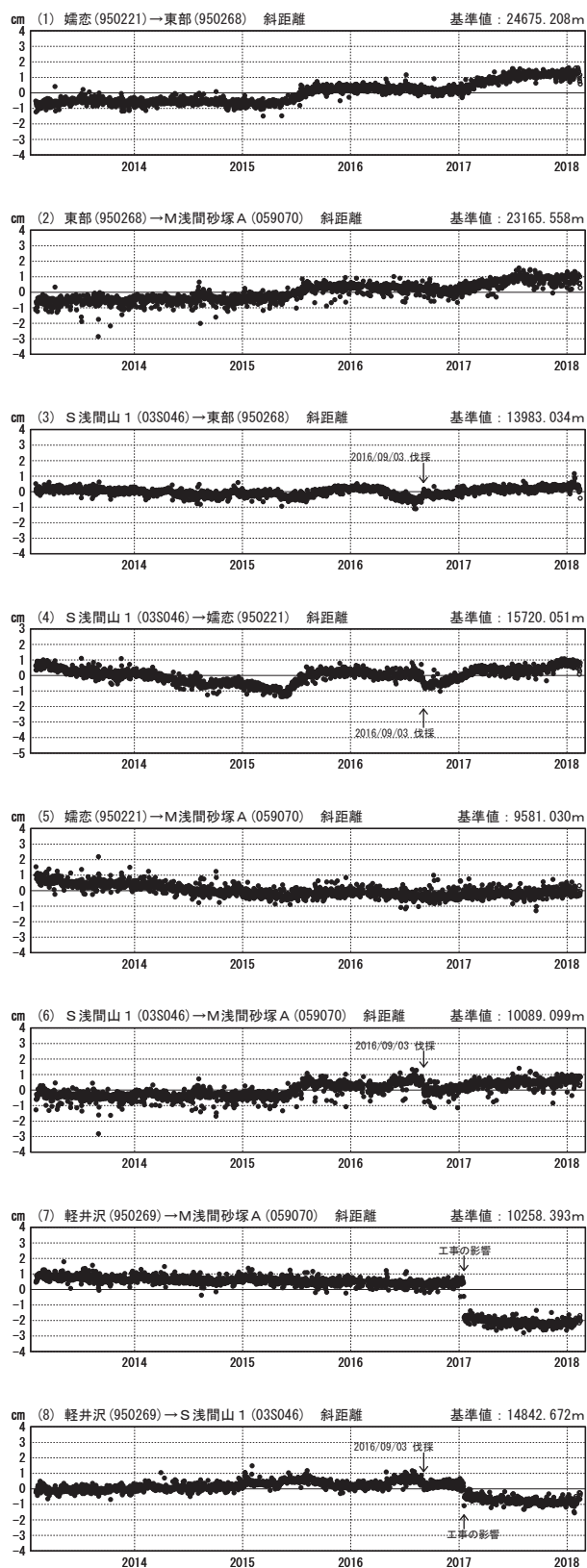


浅間山周辺の各観測局情報

| 点番号    | 点名     | 日付       | 保守内容  |
|--------|--------|----------|-------|
| 950221 | 嬬恋     | 20130613 | 受信機交換 |
| 03S046 | S浅間山1  | 20160625 | 伐採    |
|        |        | 20160903 | 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    |

## 基線変化グラフ

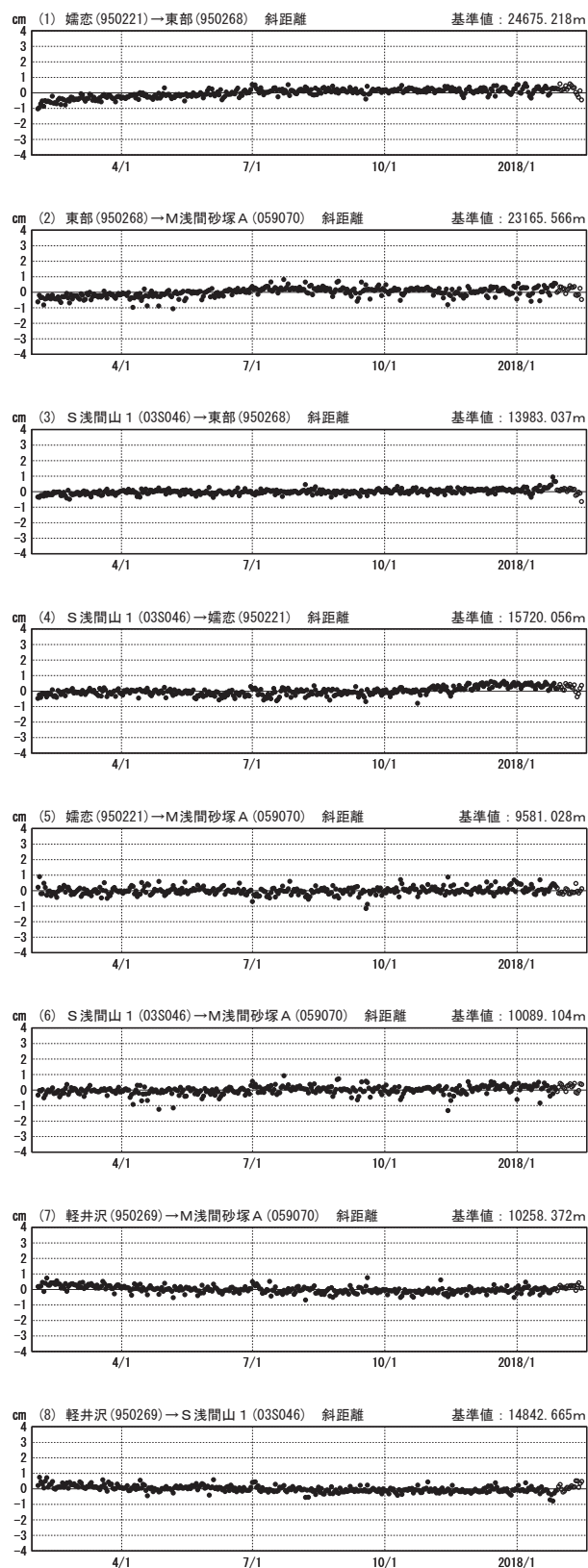
期間：2013/02/01～2018/02/14 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

## 基線変化グラフ

期間：2017/02/01～2018/02/14 JST



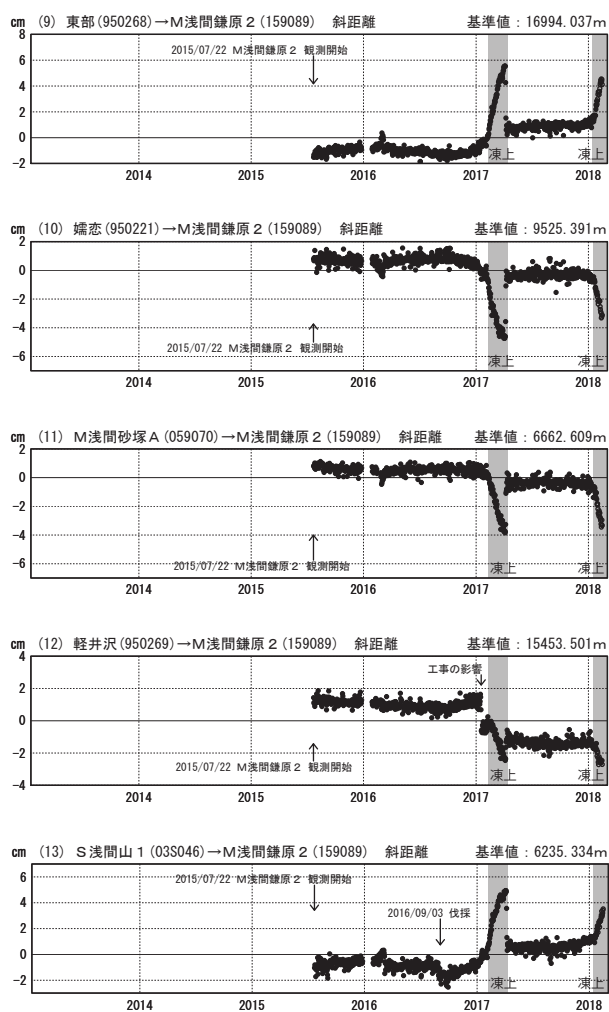
国土地理院

※[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

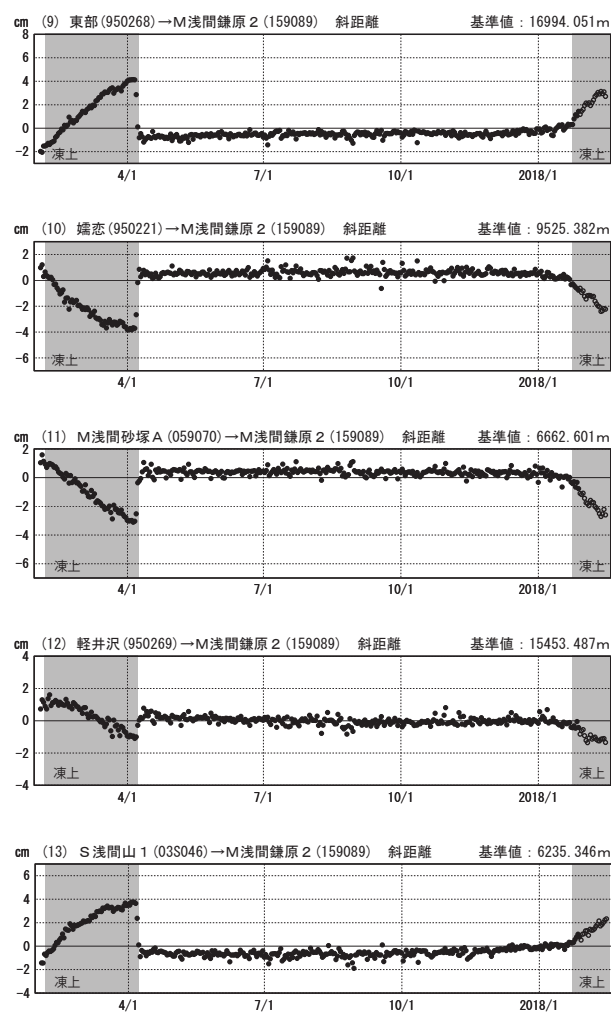
期間：2013/02/01～2018/02/14 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

## 基線変化グラフ

期間：2017/02/01～2018/02/14 JST



国土地理院

(注) 「M浅間鎌原2」について

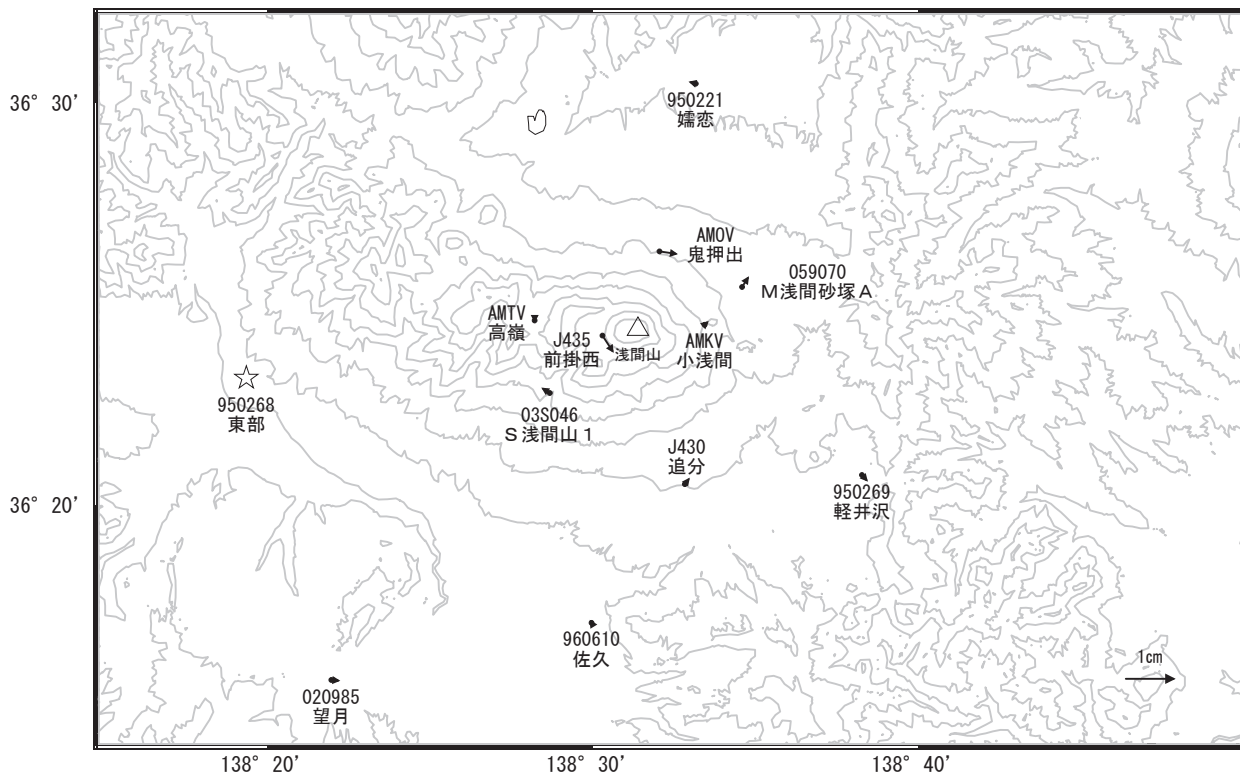
- ・2017年2月4日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。
- ・2018年1月22日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。

※[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ヶ月)

基準期間:2017/11/05~2017/11/14[F3:最終解]  
比較期間:2018/02/05~2018/02/14[R3:速報解]

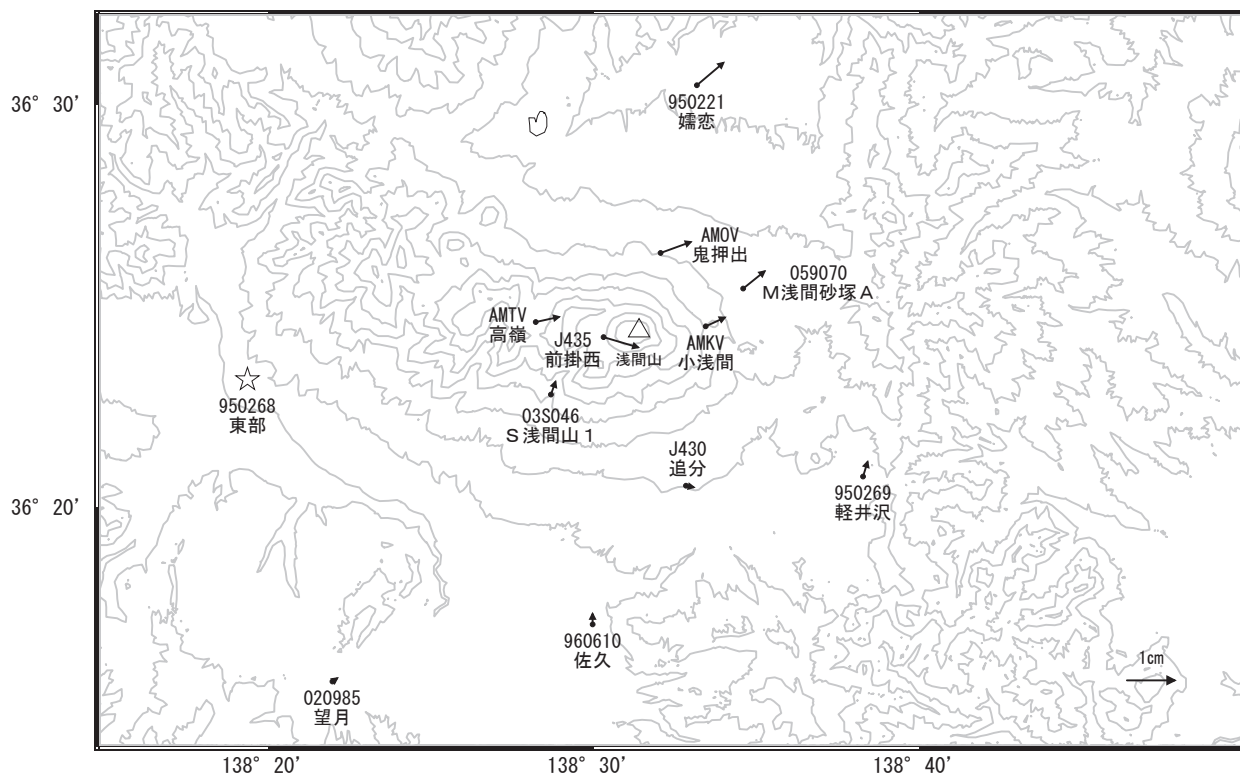


☆ 固定局:東部(950268)

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:2017/02/05~2017/02/14[F3:最終解]  
比較期間:2018/02/05~2018/02/14[R3:速報解]



☆ 固定局:東部(950268)

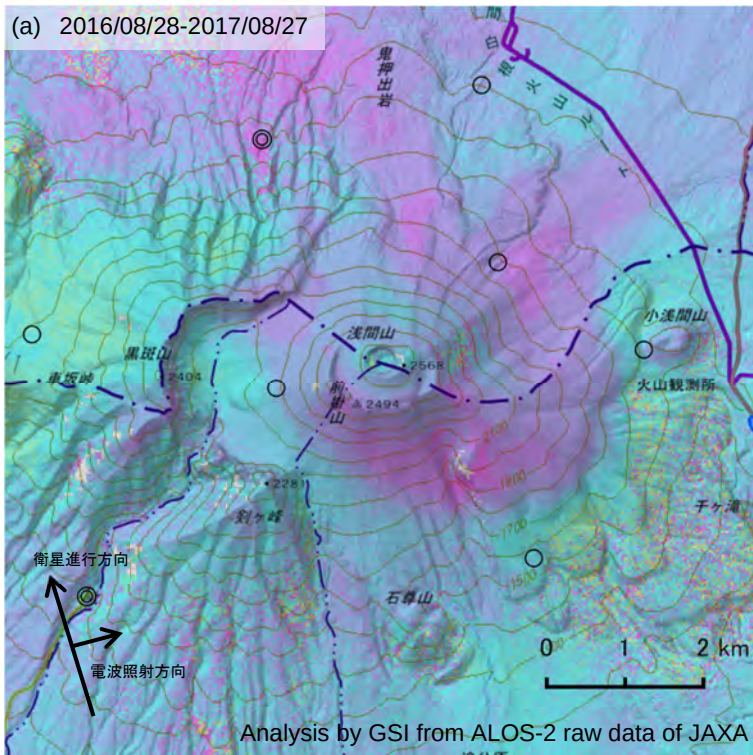
国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

浅間山



## 浅間山の SAR 干渉解析結果について

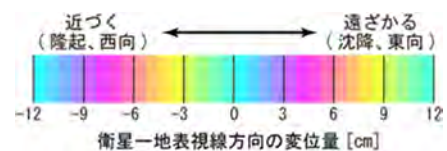
判読) ノイズレベルを超える変動は見られません。



|        | (a)                                             | (b)                                            |
|--------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 衛星名    | ALOS-2                                          | ALOS-2                                         |
| 観測日時   | 2016/08/28<br>2017/08/27<br>23:38 頃<br>(364 日間) | 2017/08/15<br>2017/11/07<br>11:50 頃<br>(84 日間) |
| 衛星進行方向 | 北行                                              | 南行                                             |
| 電波照射方向 | 右                                               | 右                                              |
| 観測モード* | H-H                                             | U-U                                            |
| 入射角    | 31.9°                                           | 37.2°                                          |
| 偏波     | HH                                              | HH                                             |
| 垂直基線長  | + 247 m                                         | - 143 m                                        |

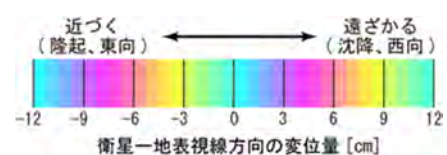
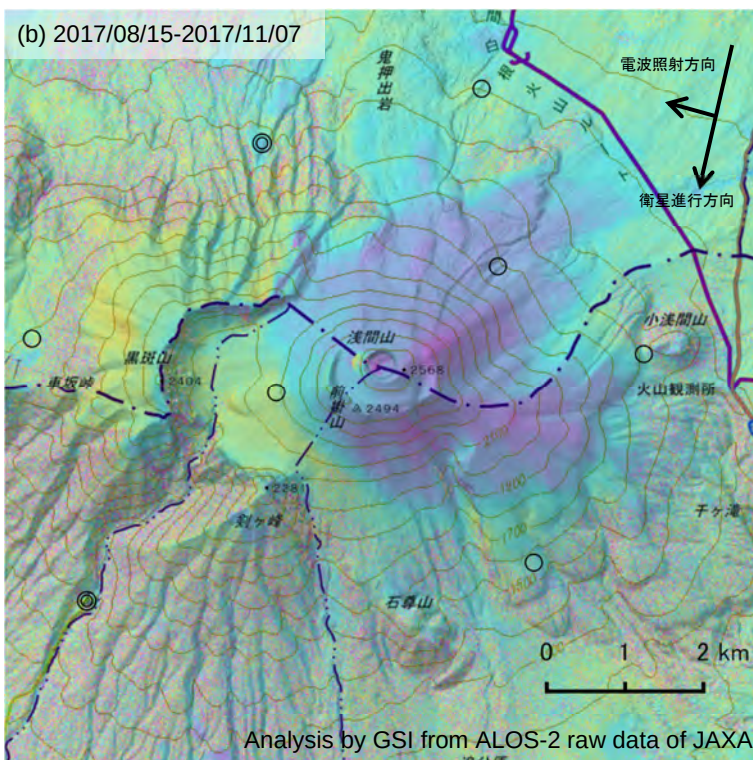
\*U: 高分解能(3m)モード

H: 高分解能(6m)モード



◎ 国土地理院 GNSS 観測点

○ 国土地理院以外の GNSS 観測点



背景: 地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

浅間山

## 諏訪之瀬島 (2018年1月20日現在)

御岳火口では、噴火が時々発生し、11月には爆発的噴火が5回発生するなど、活発な火山活動が継続した。

諏訪之瀬島では、活発な噴火活動が続いており、今後も火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火が発生すると予想されるので、火口から概ね1kmの範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒が必要である。風下側では火山灰だけでなく小さな噴石が遠方まで風に流されて降るため注意が必要である。

### ○ 概況 (2017年9月～2018年1月20日)

#### ・噴煙などの表面現象の状況 (図1、図4～6、図7-①、図8-①)

御岳<sup>おたけ</sup>火口では、噴火が時々発生し、そのうち爆発的噴火は、9月に4回、10月に4回、11月に5回発生した。10月11日01時43分、10月31日18時27分及び11月1日20時00分の爆発的噴火では、火口周辺に大きな噴石が飛散するのを確認した。噴煙の高さ<sup>1)</sup>の最高は、11月3日07時06分の爆発的噴火に伴う火口縁上2,000mであった。また、同火口では概ね期間を通して夜間に高感度の監視カメラで火映を観測した。

十島<sup>としま</sup>村役場諏訪之瀬島出張所によると、9月2日、10月13日、11月14日、15日及び20日に集落(御岳の南南西約4km)で降灰が確認された。また、12月8日夜に集落から実施した現地調査では、断続的な鳴動とともに、肉眼で確認できる程度の火映を観測した。12月10日朝には、集落でうっすら積もる程度の降灰を確認した。

12月2日に諏訪之瀬島の東側海上より実施した赤外熱映像装置による観測では、前回(2017年3月22日)の観測と同様、御岳火口周辺及び火口北側斜面、東側海岸線上部に熱異常域が認められた。また、12月14日に海上自衛隊第1航空隊の協力により実施した上空からの観測では、御岳火口内の状況は噴煙により確認できなかったが、前回(2016年5月31日)の観測と比較して、火口周辺の状況に特段の変化は認められなかった。

#### ・地震、微動の発生状況 (図7-②～⑤、図8-②～⑤、図9、図10)

諏訪之瀬島周辺を震源とするA型地震は、9月51回、10月50回、11月39回、12月27回、2018年1月20日までで29回と、少ない状態で経過した。12月13日12時38分には、島外を震源とするマグニチュード3.0の地震が発生し、島内の震度観測点(鹿児島十島村諏訪之瀬島)で震度1を観測した。B型地震は月回数で12～149回と少ない状態であった。

火山性微動の継続時間の月合計は、2017年9月が17時間10分、10月が3時間56分、11月が92時間52分、12月が55時間17分と少ない状態であった。

#### ・地殻変動 (図2、図7-⑥、図11、図12)

GNSS連続観測及び傾斜計では、火山活動によると考えられる変化は認められなかった。

1) 2003年3月28日以降、噴煙の最高高度は監視カメラによる観測値と十島村役場諏訪之瀬島出張所の報告値のうち高い値を用いている。



図1 諏訪之瀬島 噴火の状況（10月11日、寄木監視カメラによる）

10月11日01時43分に発生した爆発的噴火では、灰白色の噴煙が火口縁上1,900mまで上がった。

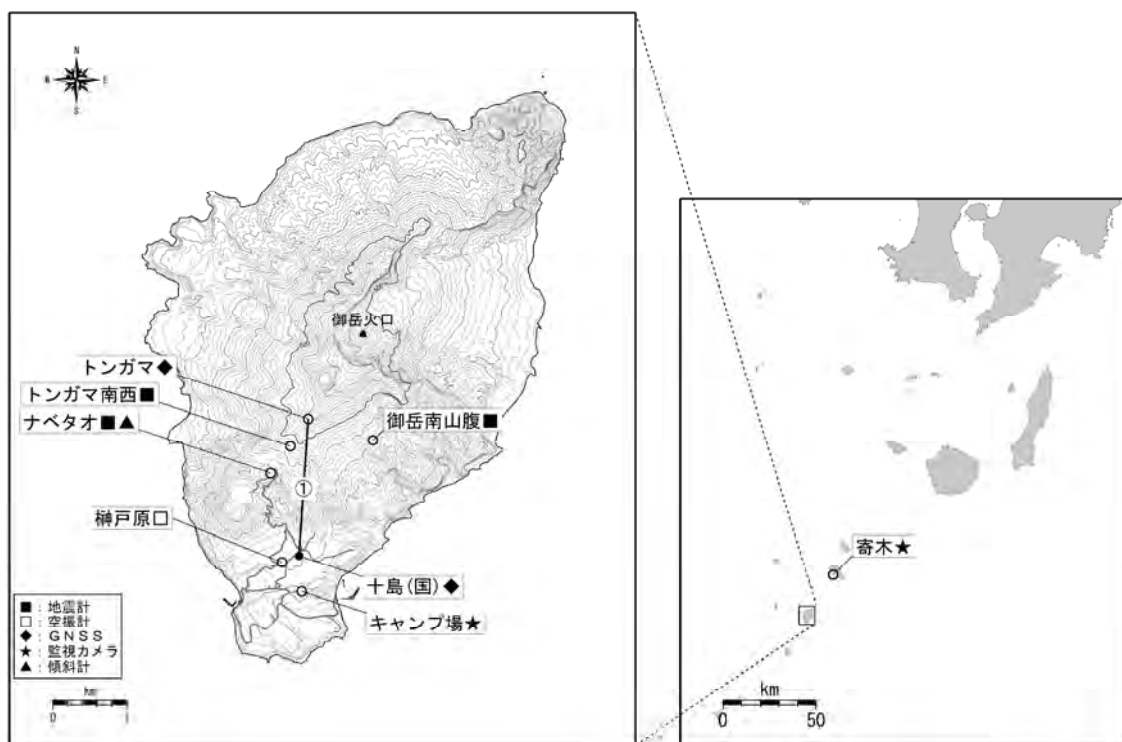


図2 諏訪之瀬島 観測点配置図とGNSS連続観測による基線番号

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

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図情報(数値標高モデル)』を使用した。





図3 諏訪之瀬島 現地観測での撮影位置及び方向



図4 諏訪之瀬島 御岳火口付近の火映の状況（南側空港跡地付近より撮影）  
断続的に鳴動しており、肉眼で確認できる程度の火映を観測した。





図5 諏訪之瀬島 御岳火口付近の状況（東側海上より撮影）

前回（2017年3月22日）と同様、御岳火口周辺及び火口北側斜面、東側海岸線上部に熱異常域が認められた。

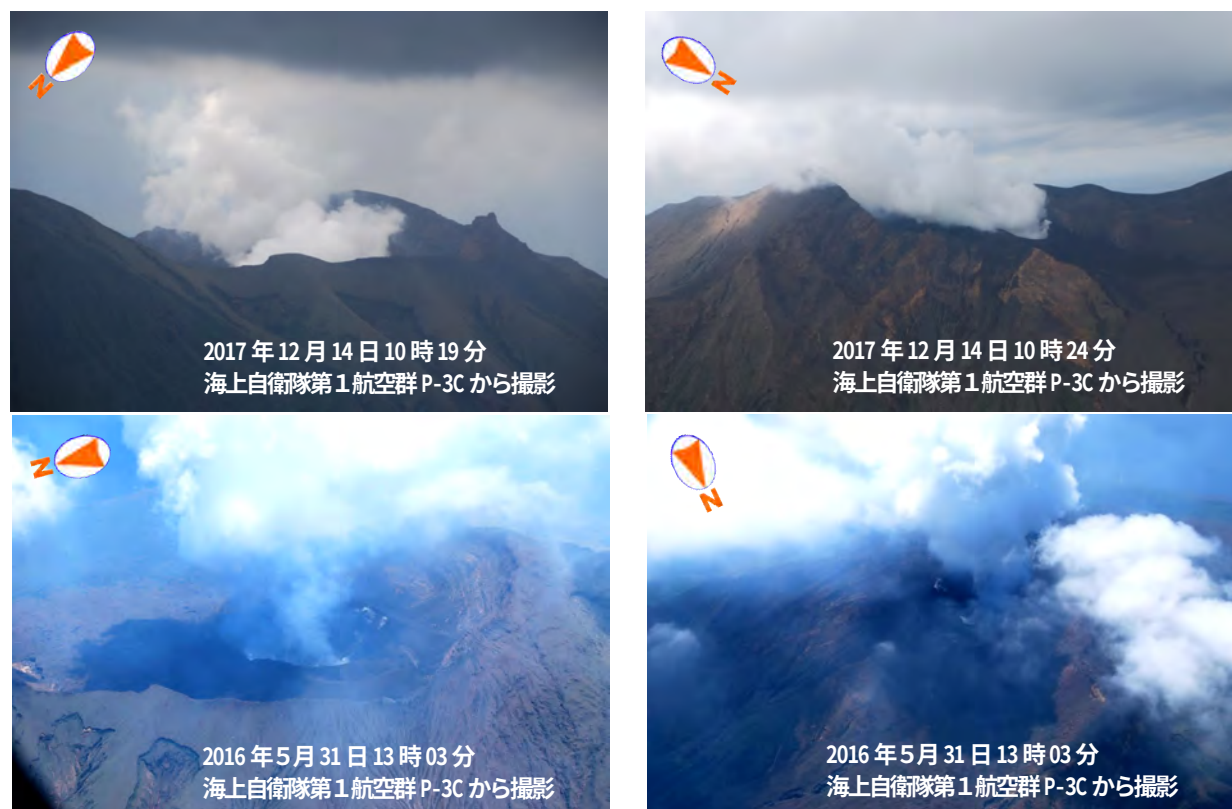


図6 諏訪之瀬島 御岳火口の状況（左：御岳西側上空から撮影、右：御岳東側上空から撮影）

- ・御岳火口では、白色の噴煙が火口縁上400mまで上がり、南西に流れていた。
- ・御岳火口内の状況は噴煙により確認できなかったが、火口周辺の状況に特段の変化は認められなかった。

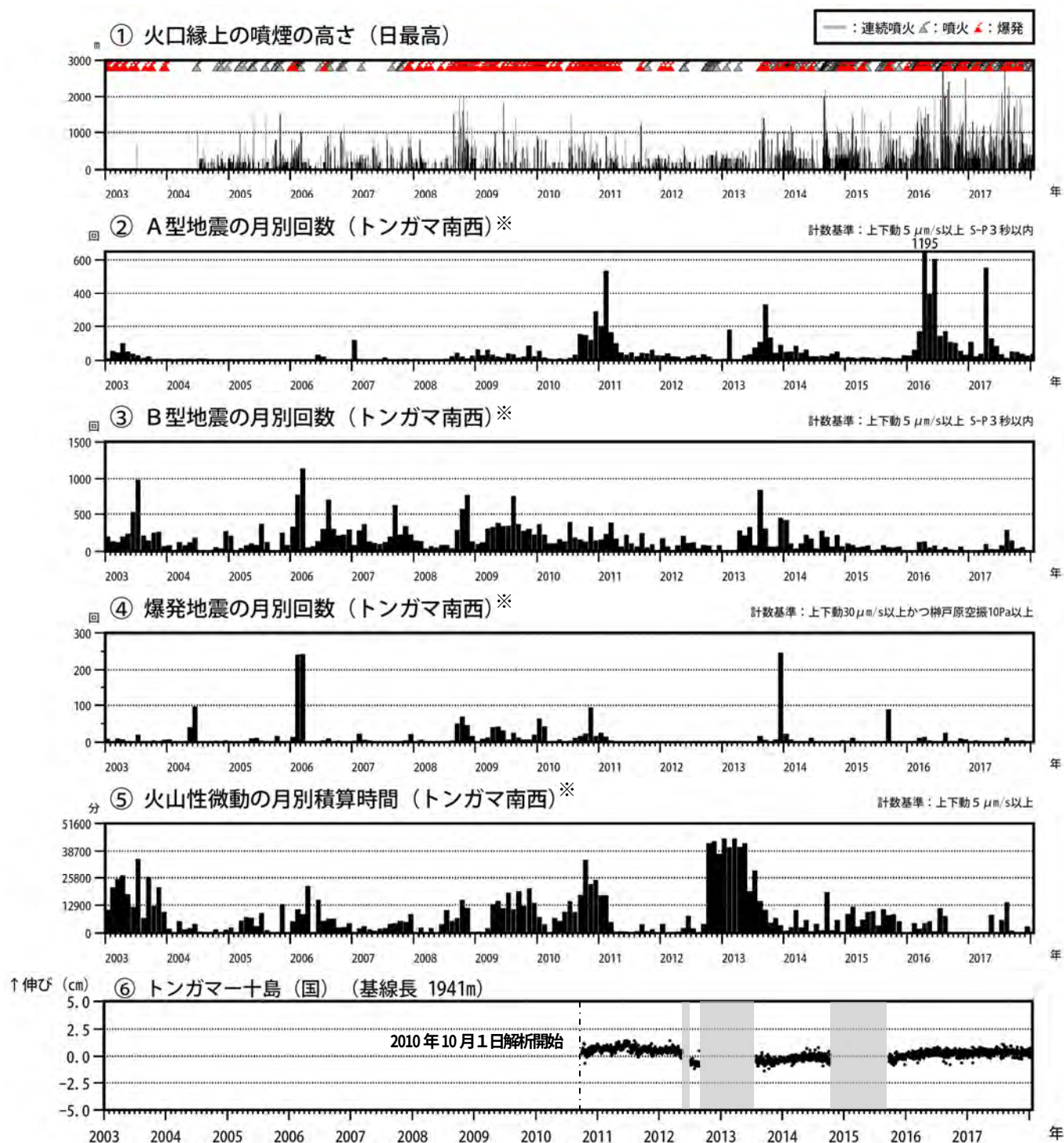


図7 諏訪之瀬島 長期の火山活動経過図（2003年1月～2018年1月20日）

- ・長期にわたり噴火を繰り返している。
- ・諏訪之瀬島周辺を震源とするA型地震の月回数は2017年9月51回、10月50回、11月39回、12月27回、2018年1月20日までで29回と、少ない状態で経過した。
- ・諏訪之瀬島のB型地震は月回数で12～149回と少ない状態であった。
- ・GNSS連続観測では、火山活動によると考えられる変化は認められなかった。

⑥の基線は図2の①に対応している。

灰色部分はトンガマ GNSS 観測点の機器障害による欠測を示している。

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。

※2017年9月23日から10月19日にかけて、トンガマ南西観測点の地震計が機器障害のため、ナベタオ観測点（計数基準：上下動  $0.5 \mu\text{m/s}$ 、爆発地震計数基準：上下動  $3 \mu\text{m/s}$ ）で計数している。



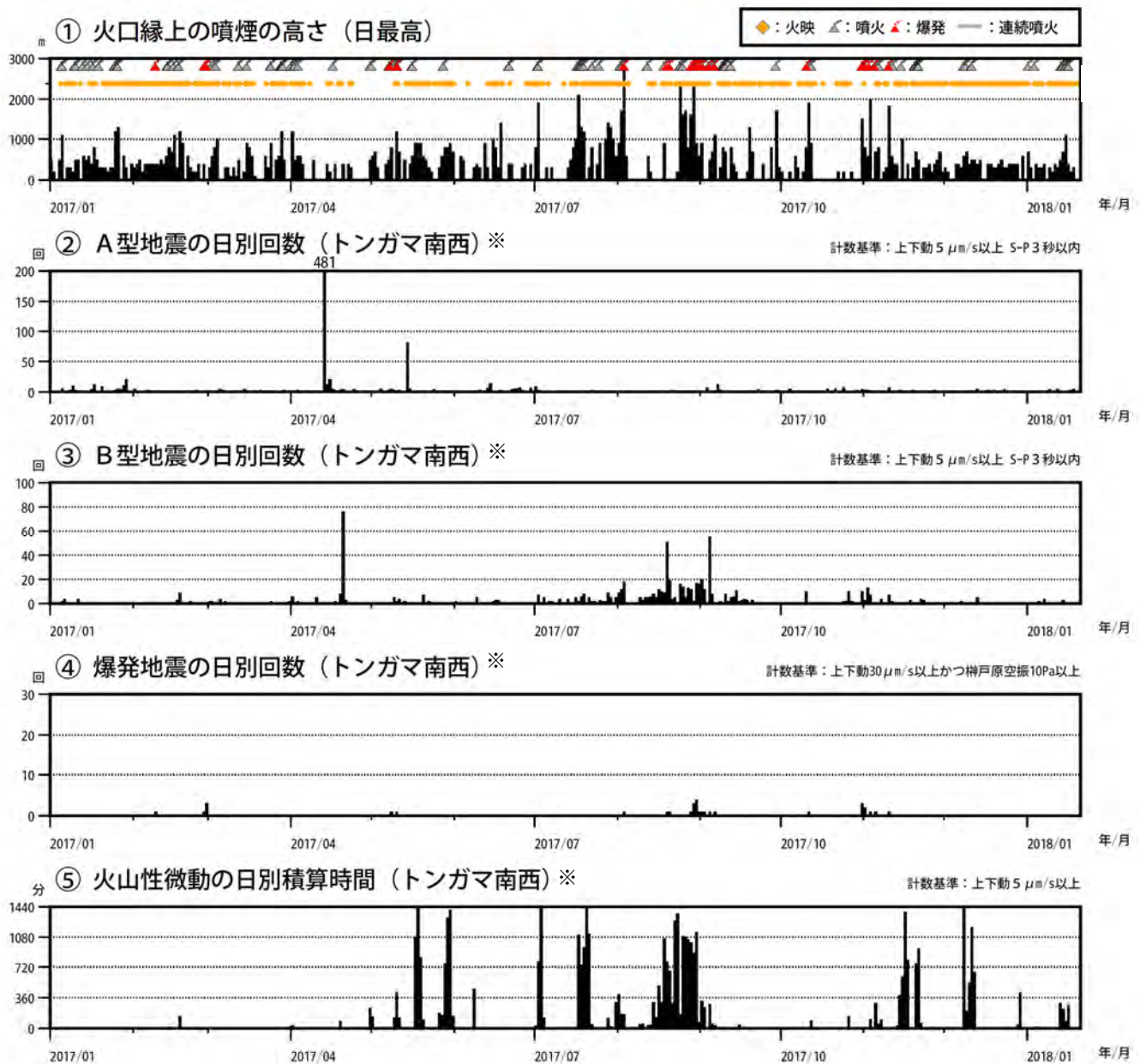


図8 諏訪之瀬島 短期の火山活動経過図（2017年1月～2018年1月20日）

<2017年9月～2018年1月20日の状況>

- ・噴火は時々発生しており、そのうち爆発的噴火が11月に5回発生した。
- ・噴煙の高さの最高は、11月3日07時06分の爆発的噴火に伴う火口縁上2,000mであった。
- ・諏訪之瀬島周辺を震源とするA型地震の発生が最も多かったのは9月7日の13回であった。
- ・B型地震の発生が最も多かったのは9月4日の55回であった。
- ・火山性微動は11月から12月にかけて増加した。

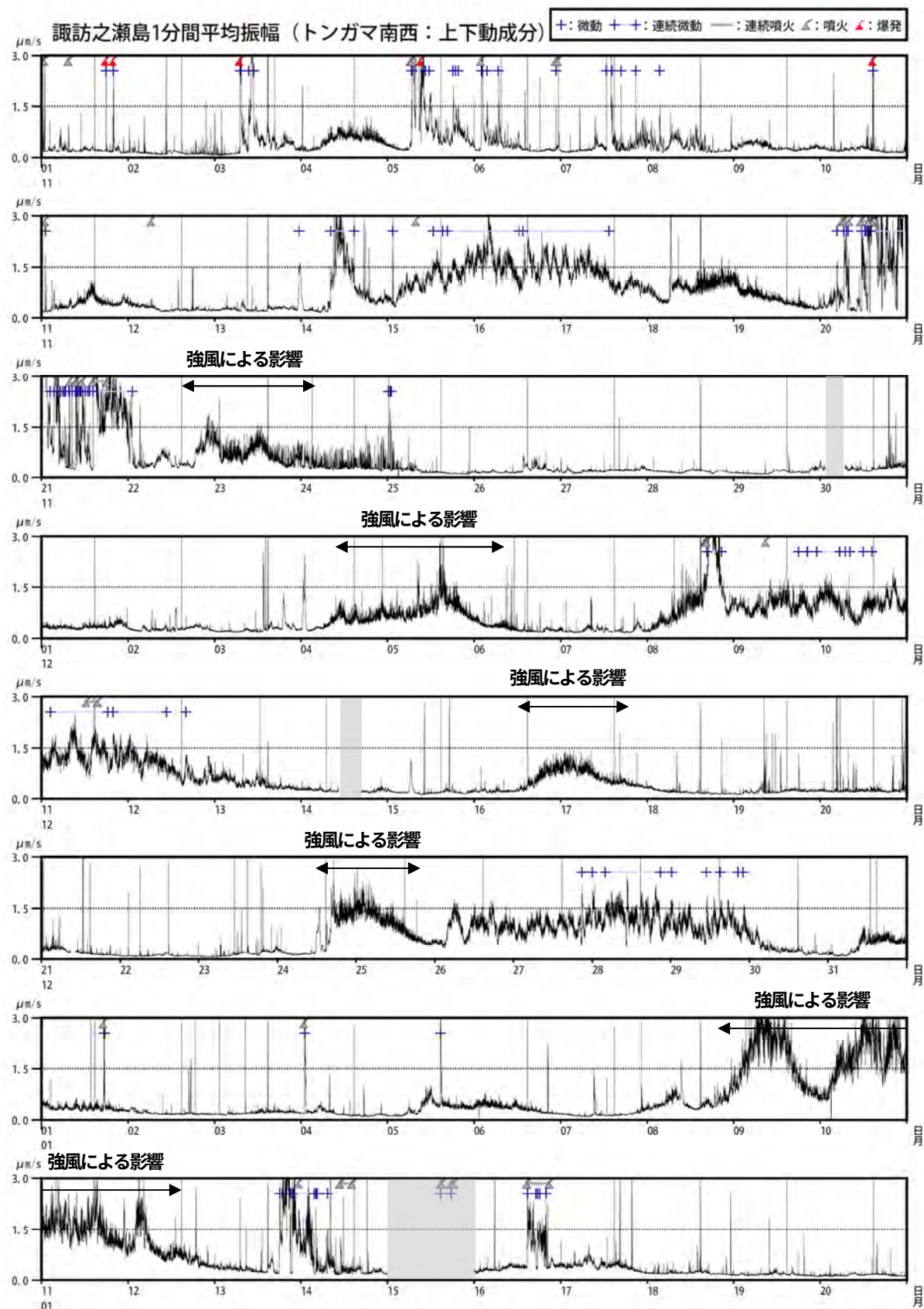


図9 諏訪之瀬島 1分間平均振幅の時間変化

(トンガマ南西上下成分、2017年11月～2018年1月20日)

火山性微動の継続時間の合計は9月が17時間10分、10月が3時間56分、11月が92時間52分、12月が55時間17分であった。

※システム更新に伴う計算処理変更のため、2017年11月からの図を掲載している。

※灰色の部分は無処理によるもの。



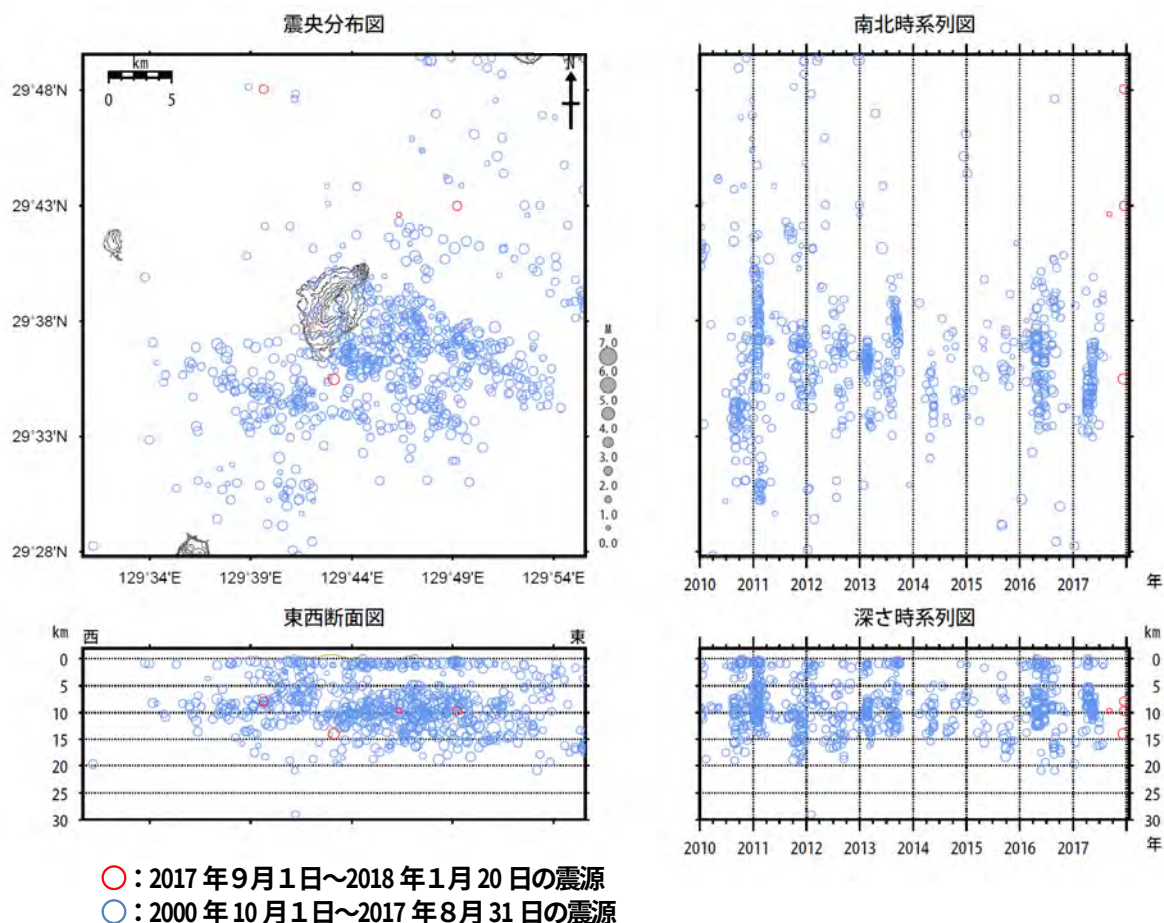


図10 諏訪之瀬島 一元化震源による震源分布図（2000年10月～2018年1月20日）

表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものがある。  
この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図50mメッシュ（標高）』を使用した。

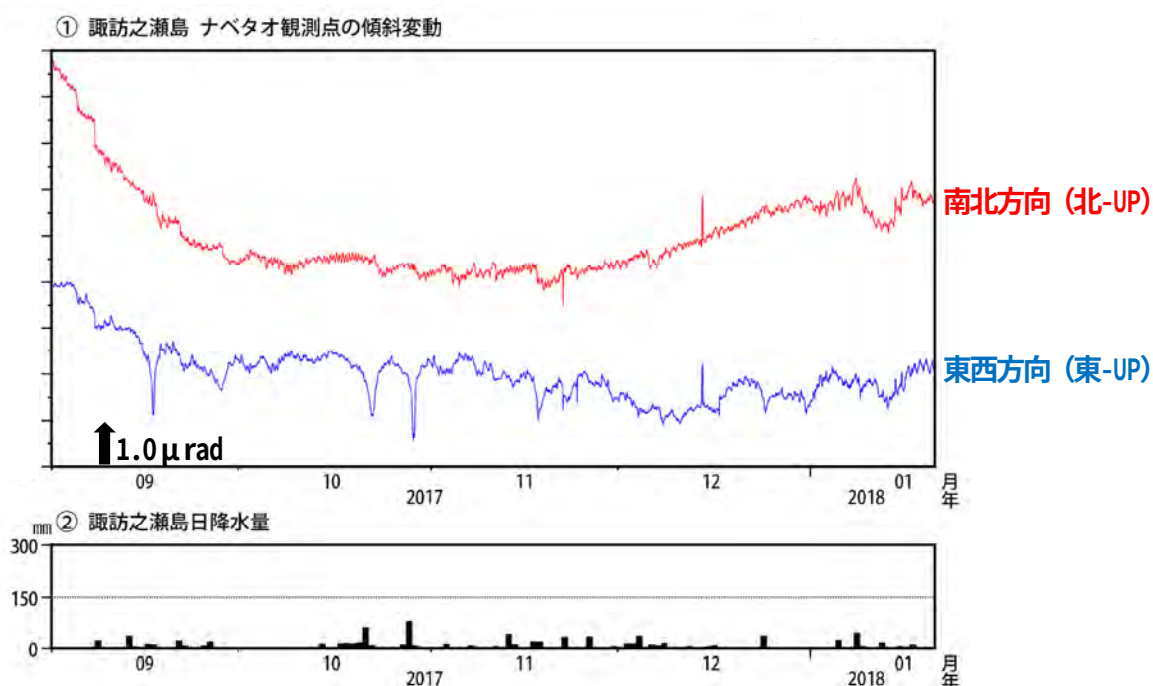


図11 諏訪之瀬島 ナベタオ傾斜計の変化（2017年9月～2018年1月20日）（時間値、潮汐補正済）  
火山活動によると考えられる変化は認められなかった。

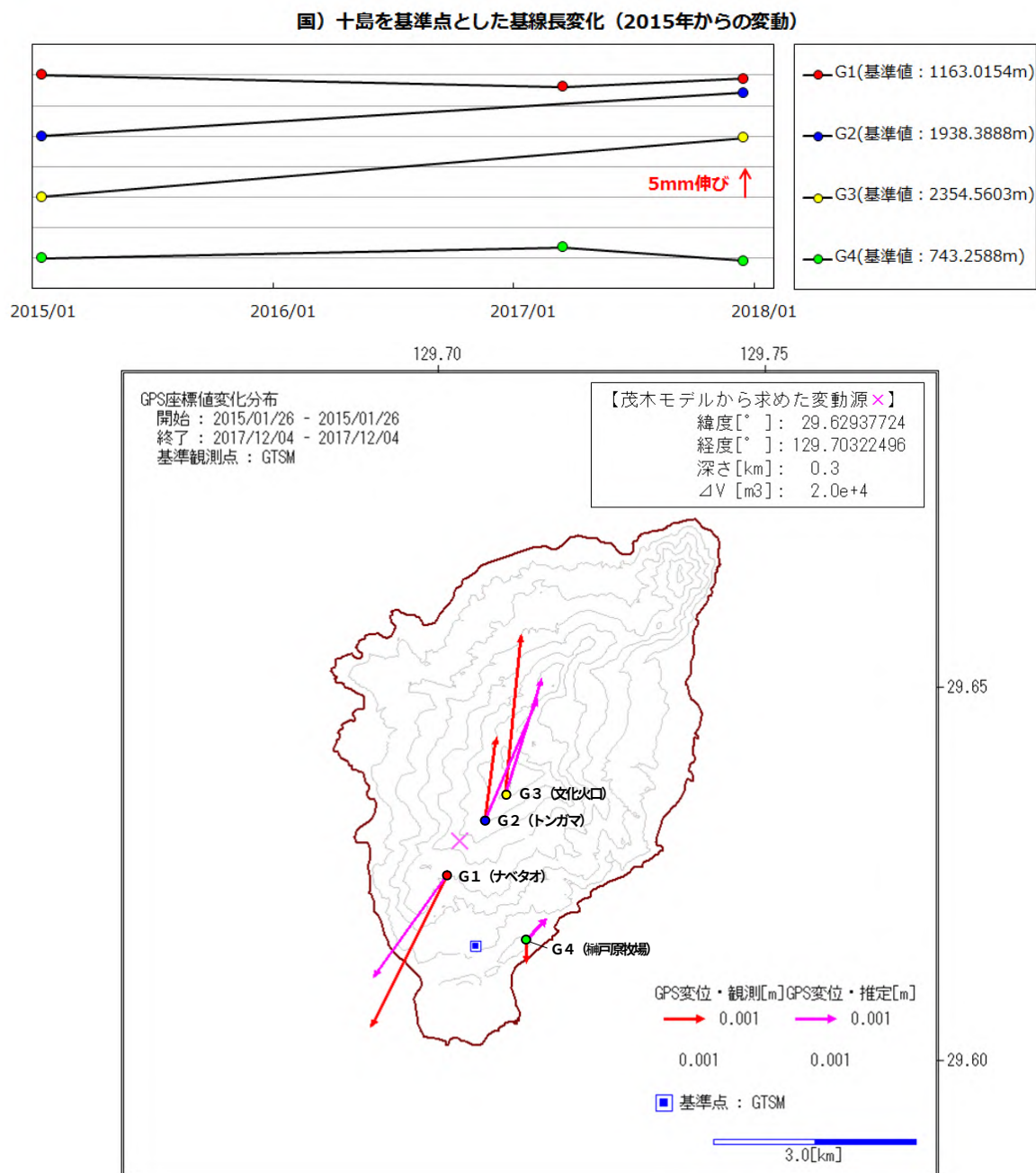


図12 諏訪之瀬島 GNSS繰り返し観測による水平変位変化 (2015年1月～2017年12月)

GTSM (十島 (国)) を基準点とした場合の GNSS 繰り返し観測点 (G1～G4) の水平変位変化を示す。観測値より推定すると、変動源は御岳火口から南西約1.4kmの深さ0.3kmに求まった。

## ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 諏訪之瀬島における SAR 干渉解析結果

山頂火口周辺で位相変化が認められるが、気象ノイズによる位相変化を含んでいる可能性がある。

### 1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された諏訪之瀬島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. 解析結果

北行軌道及び南行軌道の長期ペアについて解析を行った。山頂火口付近で衛星視線方向伸長の位相変化が認められるが、気象ノイズによる可能性がある。

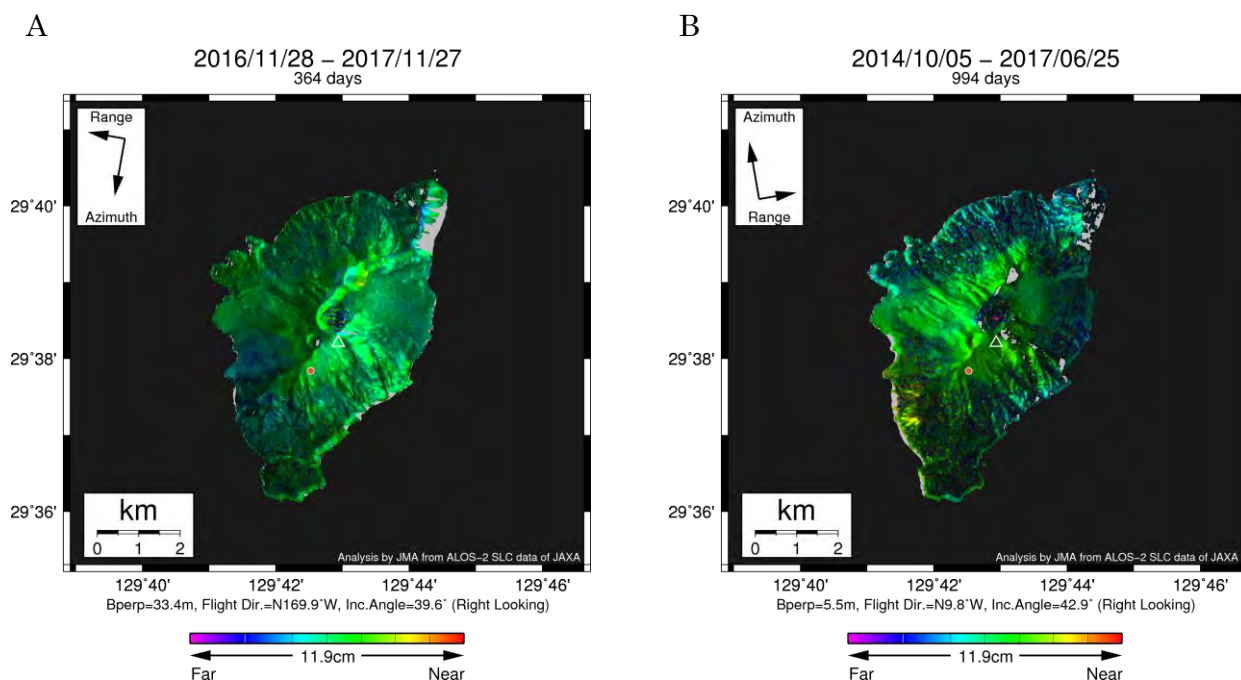
なお、各干渉解析結果について、対流圏遅延補正などを行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

### 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 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. |
|-------------------|-------|---------|------------|----------------|--------------|------------|
| 23-3020(SM1_U2-8) | 南行    | 右       | 39.6°      | 2016.11.28     | 2017.11.27   | 第 1 図-A    |
| 132-580(SM1_U2-9) | 北行    | 右       | 42.9°      | 2014.10.05     | 2017.06.25   | 第 1 図-B    |

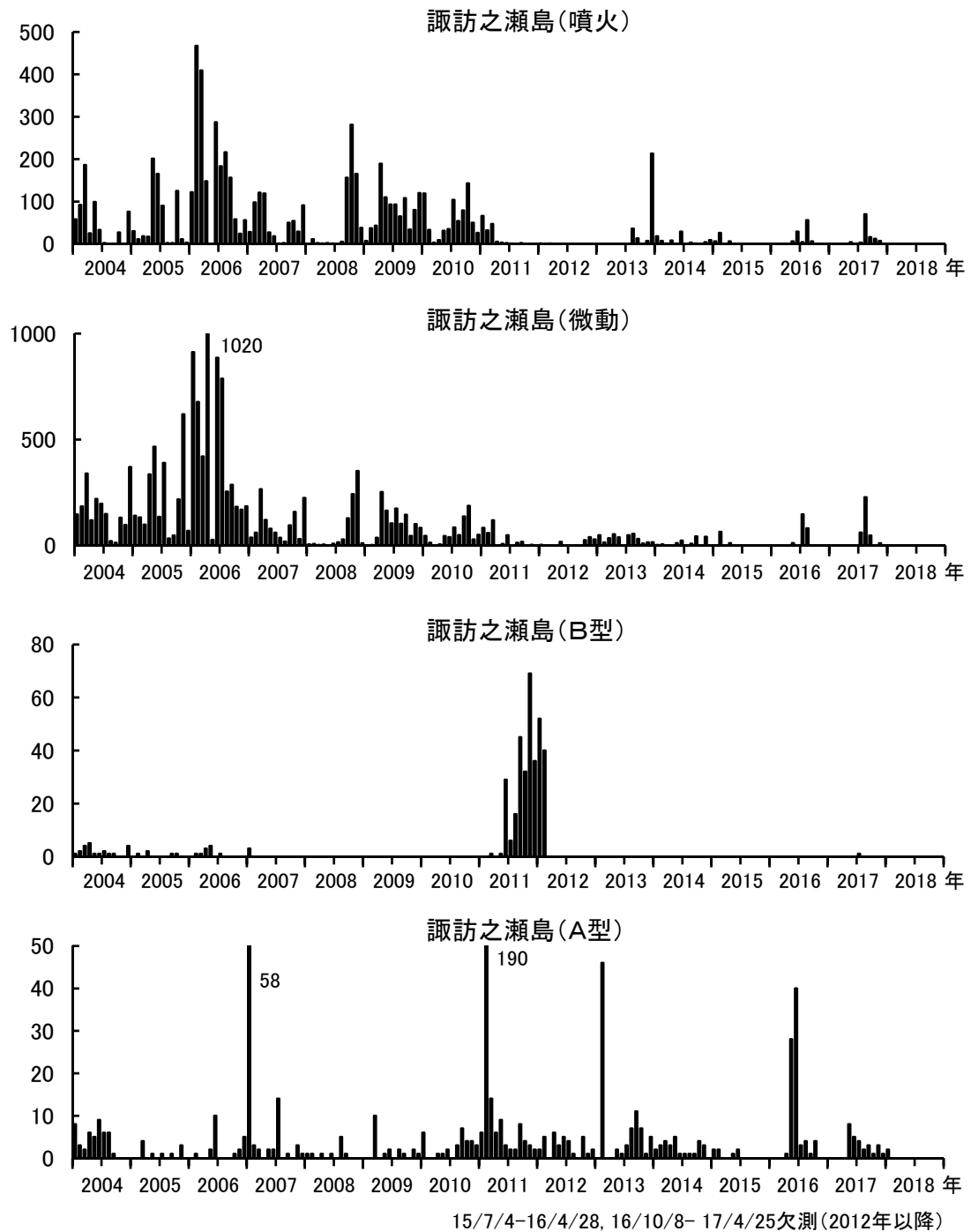


第 1 図 パス 23 (SM1\_U2-8) 及びパス 132 (SM1\_U2-9) による諏訪之瀬島周辺の干渉解析結果

図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点を示す。山頂火口付近で衛星視線方向伸長の位相変化が認められるが、気象ノイズによる可能性がある。



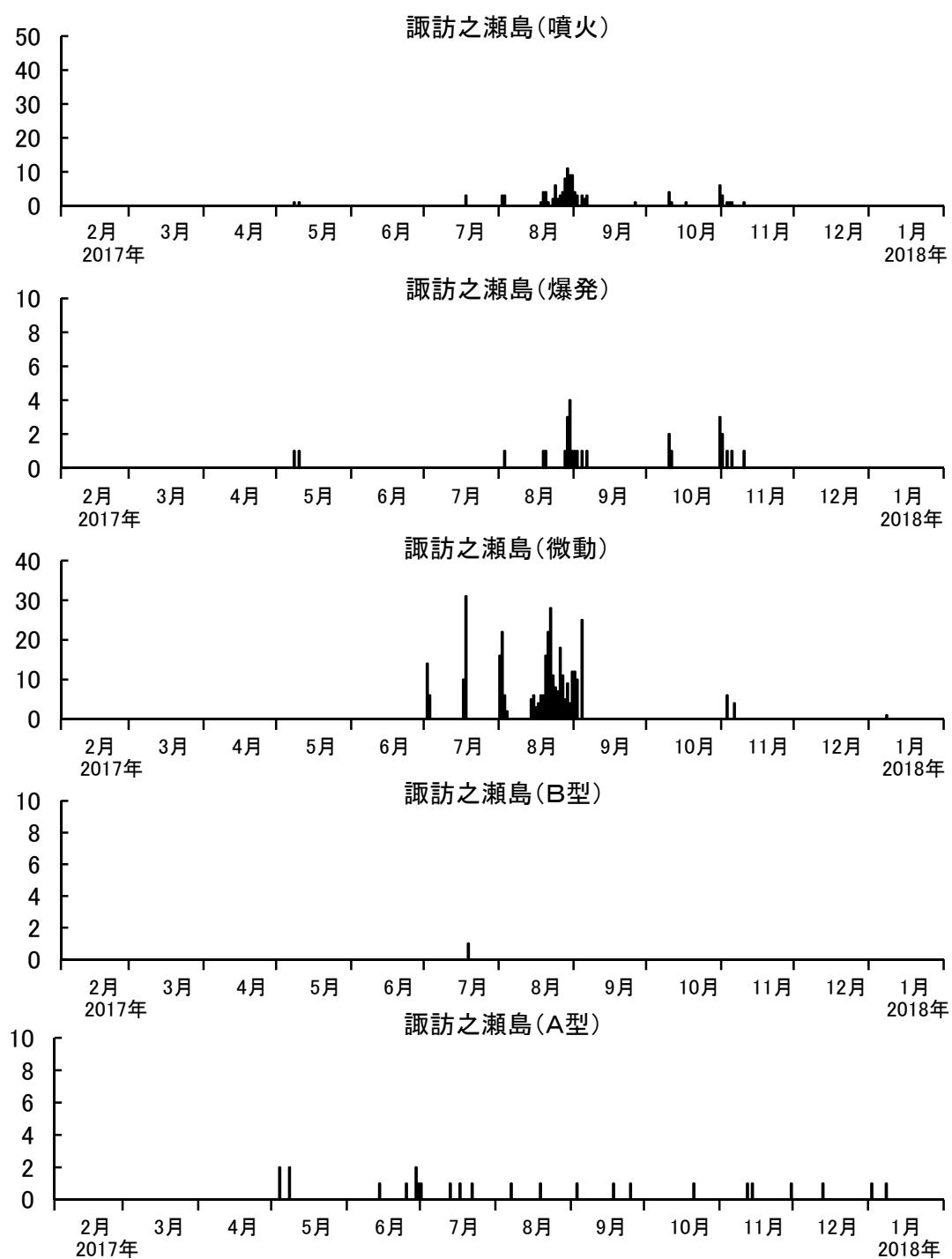
諏訪之瀬島における長期的噴火活動・地震活動の推移



諏訪之瀬島における火山性地震の月別発生回数  
(2018年1月20日まで)

諏訪之瀬島

諏訪之瀬島における短期的噴火活動・地震活動の推移



16/10/8-17/4/25 欠測

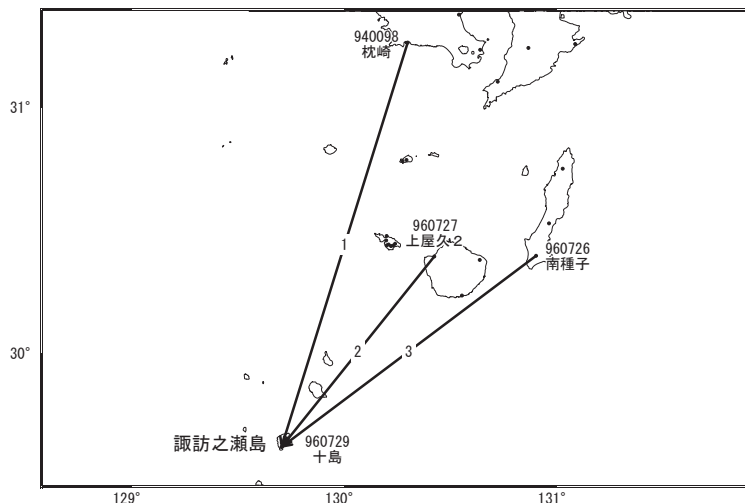
諏訪之瀬島における火山性地震の日別発生回数  
(2018年1月20日まで)

諏訪之瀬島

## 諏訪之瀬島

顕著な地殻変動は観測されていません。

諏訪之瀬島GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

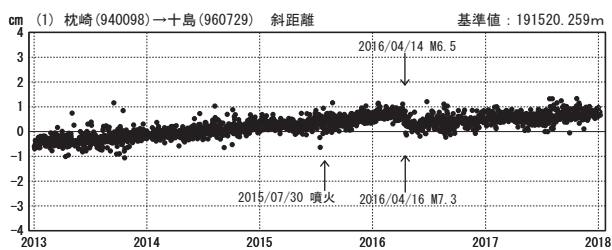


諏訪之瀬島周辺の各観測局情報

| 点番号    | 点名   | 日付       | 保守内容   |
|--------|------|----------|--------|
| 940098 | 枕崎   | 20140114 | アンテナ交換 |
| 960726 | 南種子  | 20160712 | 受信機交換  |
| 960727 | 上屋久2 | 20161206 | 受信機交換  |

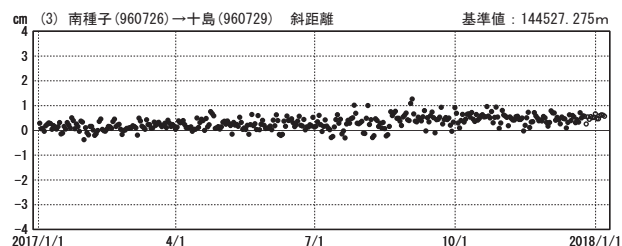
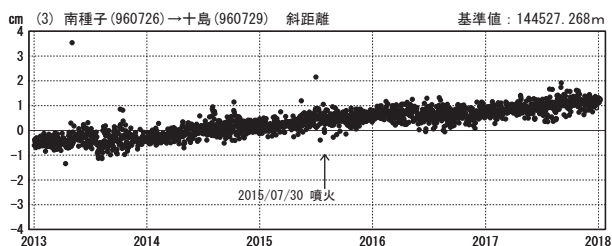
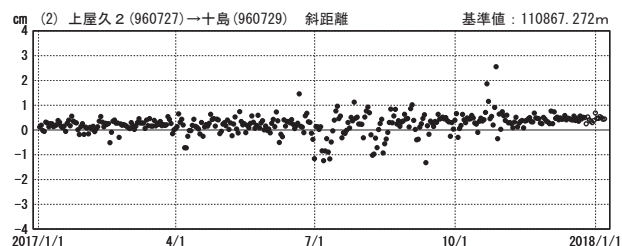
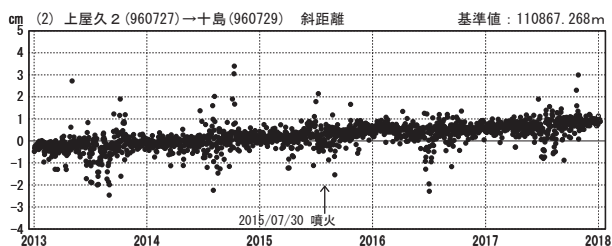
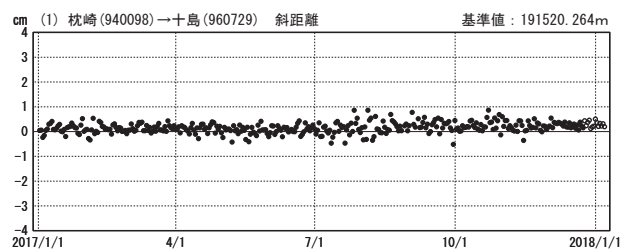
基線変化グラフ

期間: 2013/01/01~2018/01/06 JST



基線変化グラフ

期間: 2017/01/01~2018/01/06 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

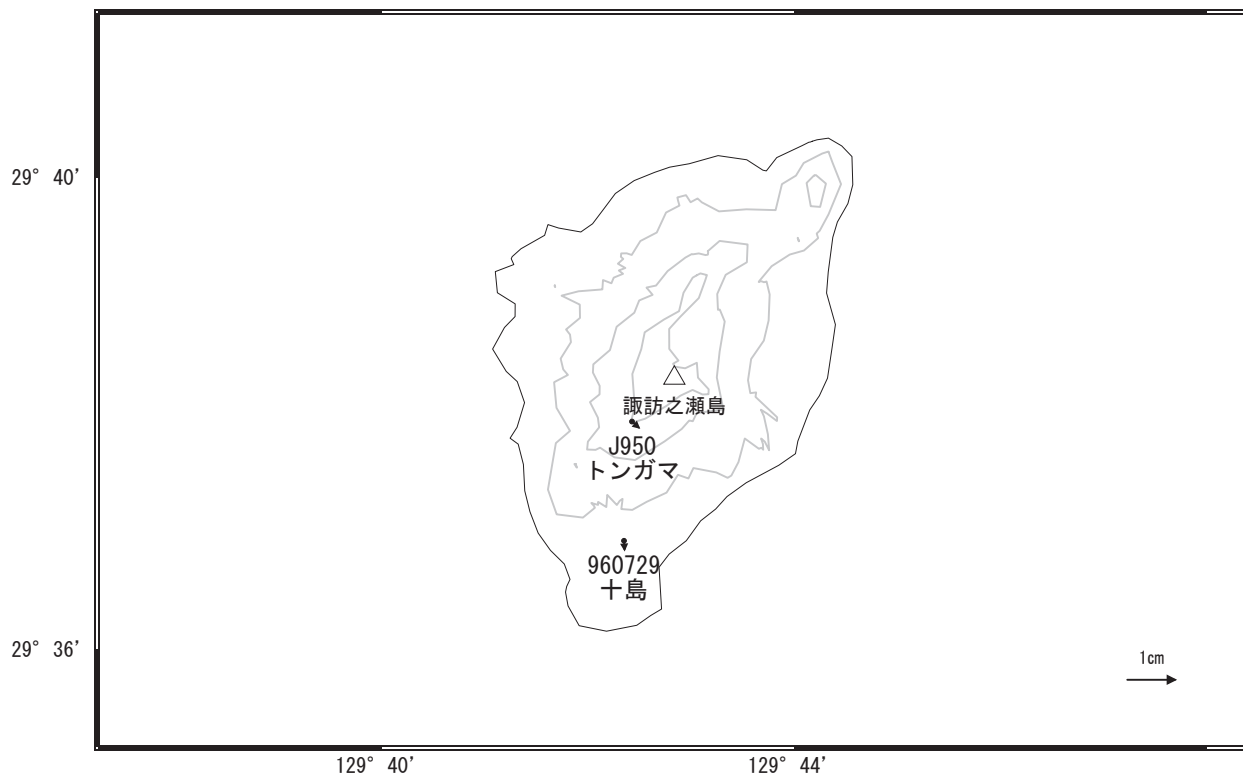
国土地理院

※[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

諏訪之瀬島

諏訪之瀬島周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2017/09/28~2017/10/07[F3:最終解]  
比較期間:2017/12/28~2018/01/06[R3:速報解]



☆ 固定局:枕崎(940098)

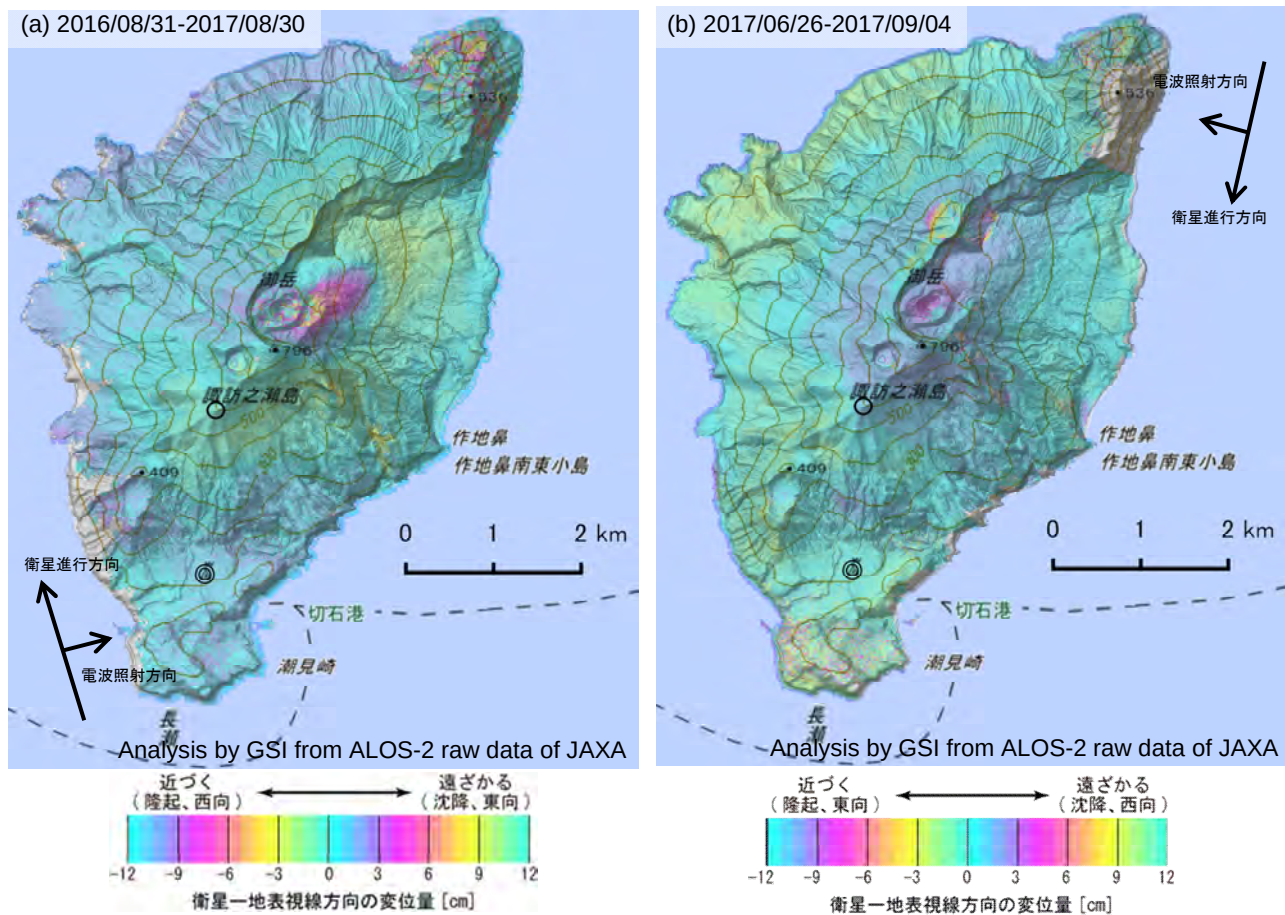
国土地理院・気象庁



## 諏訪之瀬島の SAR 干渉解析結果について

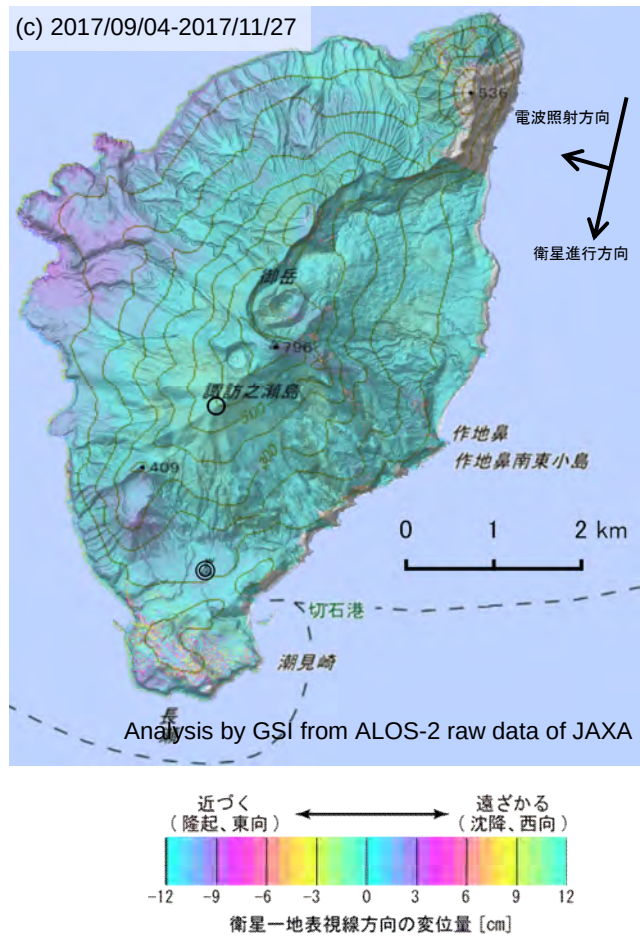
判読) 長期 (1 年間) の(a)では、山頂付近で衛星から遠ざかる変動が見られますが、火砕物による影響の可能性があります。

短期の(b)、(c)では、ノイズレベルを超える変動は見られません。



◎ 国土地理院 GNSS 観測点

○ 国土地理院以外の GNSS 観測点



|        | (a)                                            | (b)                                            | (c)                                            |
|--------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 衛星名    | ALOS-2                                         | ALOS-2                                         | ALOS-2                                         |
| 観測日時   | 2016/08/31<br>2017/08/30<br>0:18 頃<br>(364 日間) | 2017/06/26<br>2017/09/04<br>12:20 頃<br>(70 日間) | 2017/09/04<br>2017/11/27<br>12:20 頃<br>(84 日間) |
| 衛星進行方向 | 北行                                             | 南行                                             | 南行                                             |
| 電波照射方向 | 右                                              | 右                                              | 右                                              |
| 観測モード* | H-H                                            | U-U                                            | U-U                                            |
| 入射角    | 32.7°                                          | 39.7°                                          | 39.7°                                          |
| 偏波     | HH                                             | HH                                             | HH                                             |
| 垂直基線長  | + 236 m                                        | - 107 m                                        | + 34 m                                         |

\*U: 高分解能(3m)モード  
H:高分解能(6m)モード

- ◎ 国土地理院 GNSS 観測点
- 国土地理院以外の GNSS 観測点