

# 蔵王山の火山活動（2017年9月～2018年2月3日）\*

## Volcanic activity of Zaozan Volcano (September 2017 – February 3, 2018)

仙台管区气象台地域火山監視・警報センター  
Regional Volcanic Observation and Warning Center,  
Sendai Regional Headquarters, JMA

### 1. 概要

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と判断し、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。

### 2. 地震活動（第8図-②～④、第9～18図、第23～25図）

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5km）]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。

### 3. 地殻変動（第8図-⑤、第19～28図）

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。

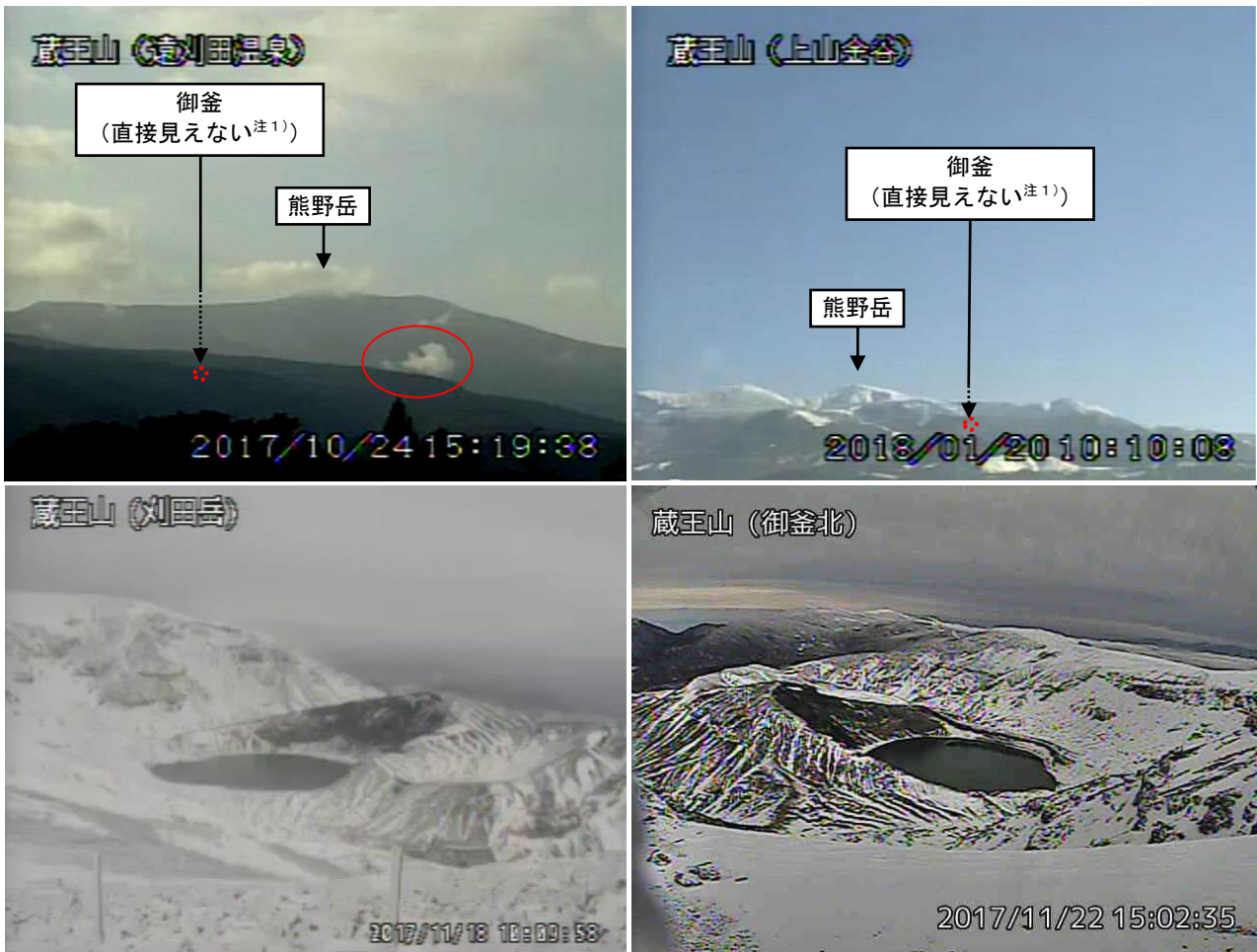
### 4. 噴気等の表面現象の状況（第1～7図、第8図-①）

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では、御釜とその周辺、振子沢付近、傾城岩付近<sup>けいせいいわ</sup>硫気変質地帯及び祓川<sup>はらいがわ</sup>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。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東北大学、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。

\* 2018年3月14日受付

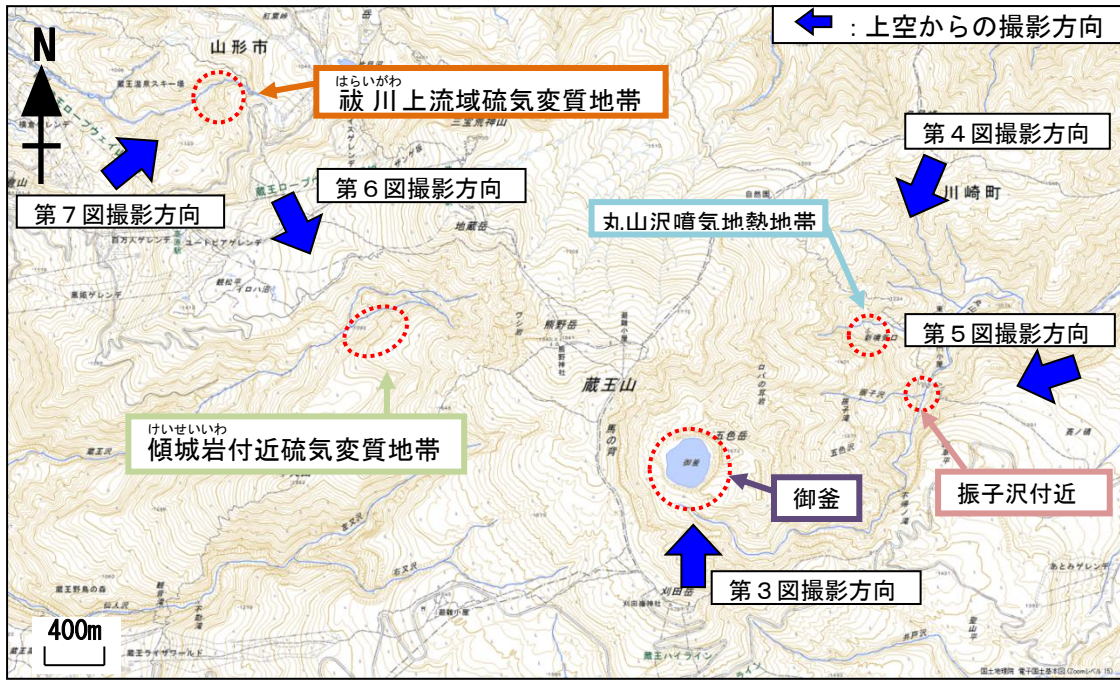


第1図 蔵王山 山頂部の状況

- ・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。

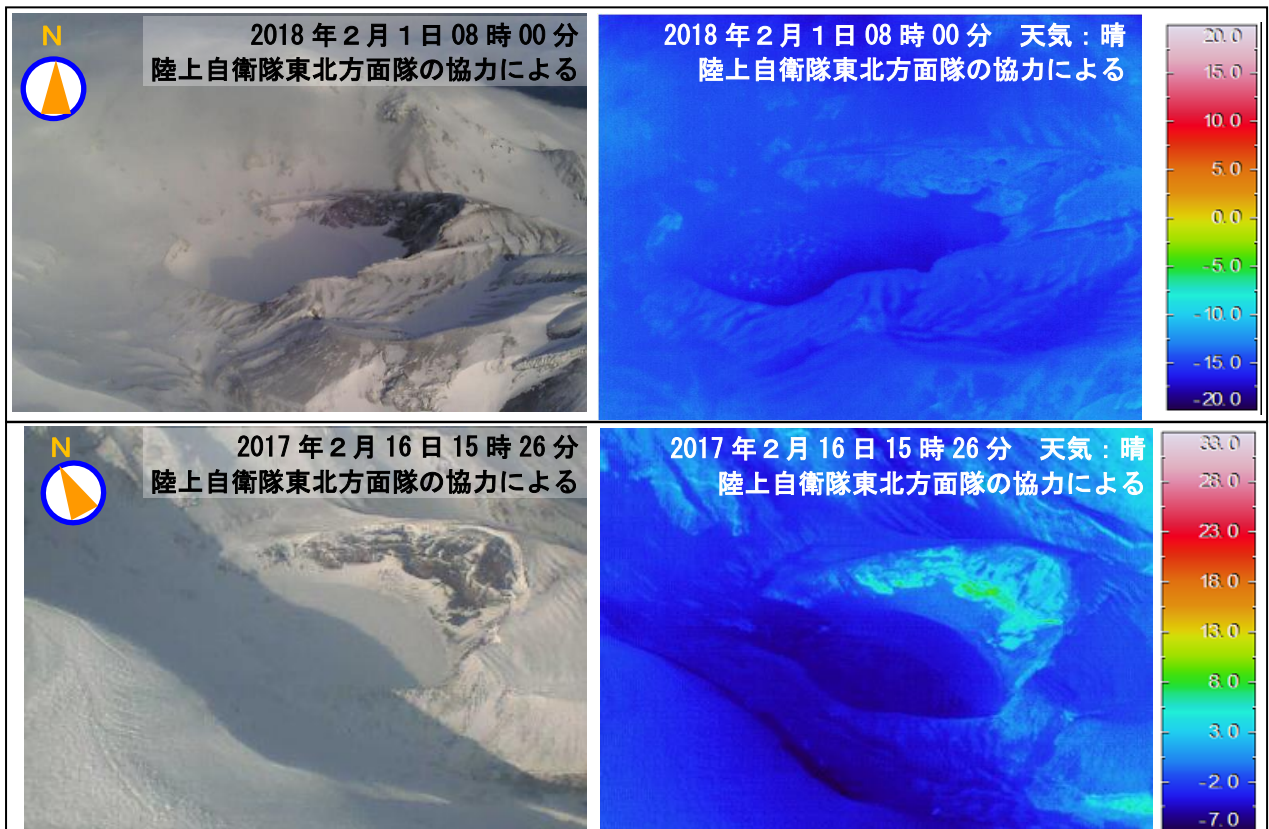
Fig. 1. Visible image of Zaozan.



第2図 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。

Fig. 2. Location map of observation sites of Zaozan and shooting direction of photographs taken from the sky.



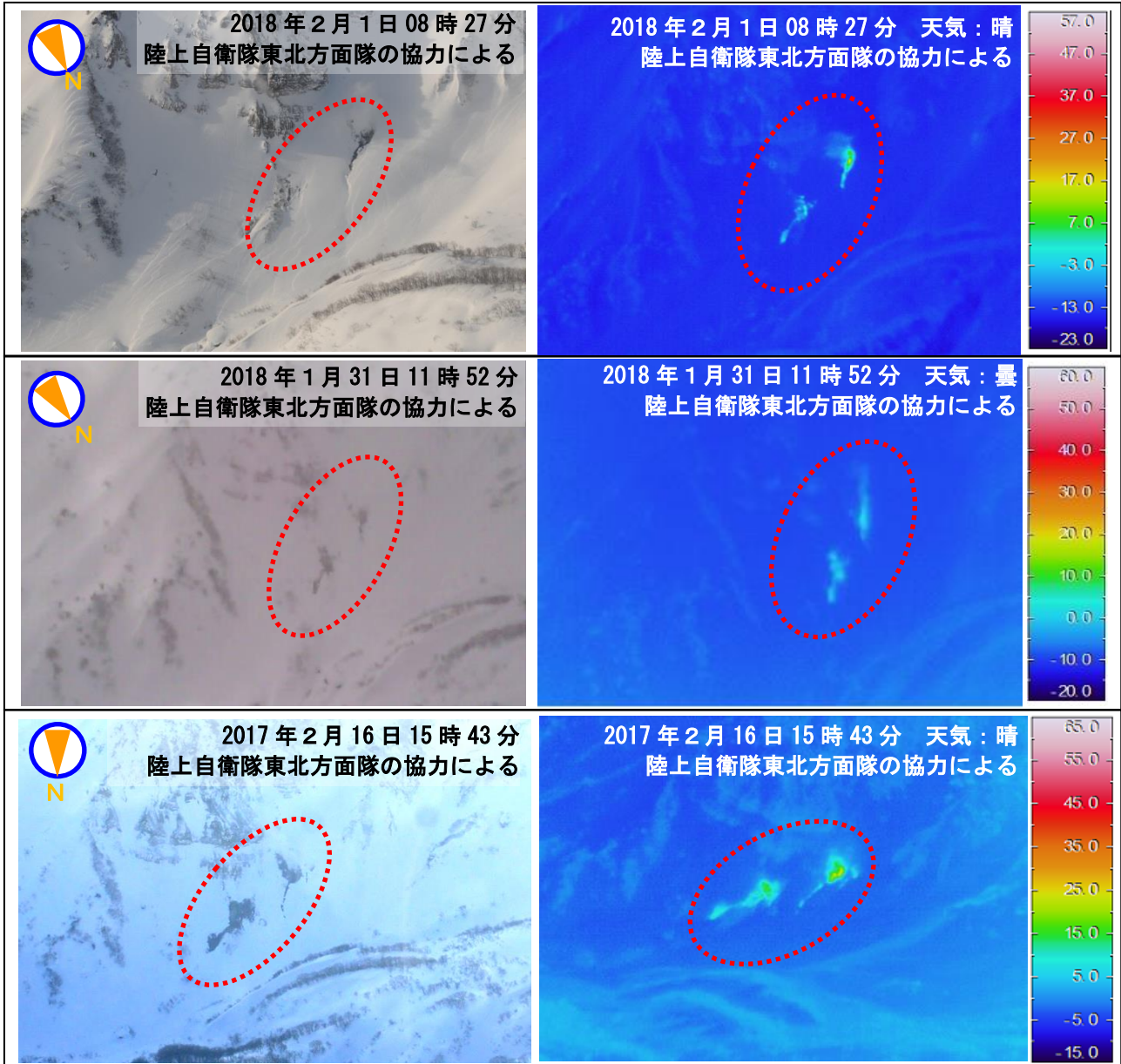
第3図 蔵王山 上空から撮影した御釜の状況と地表面温度分布

・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。

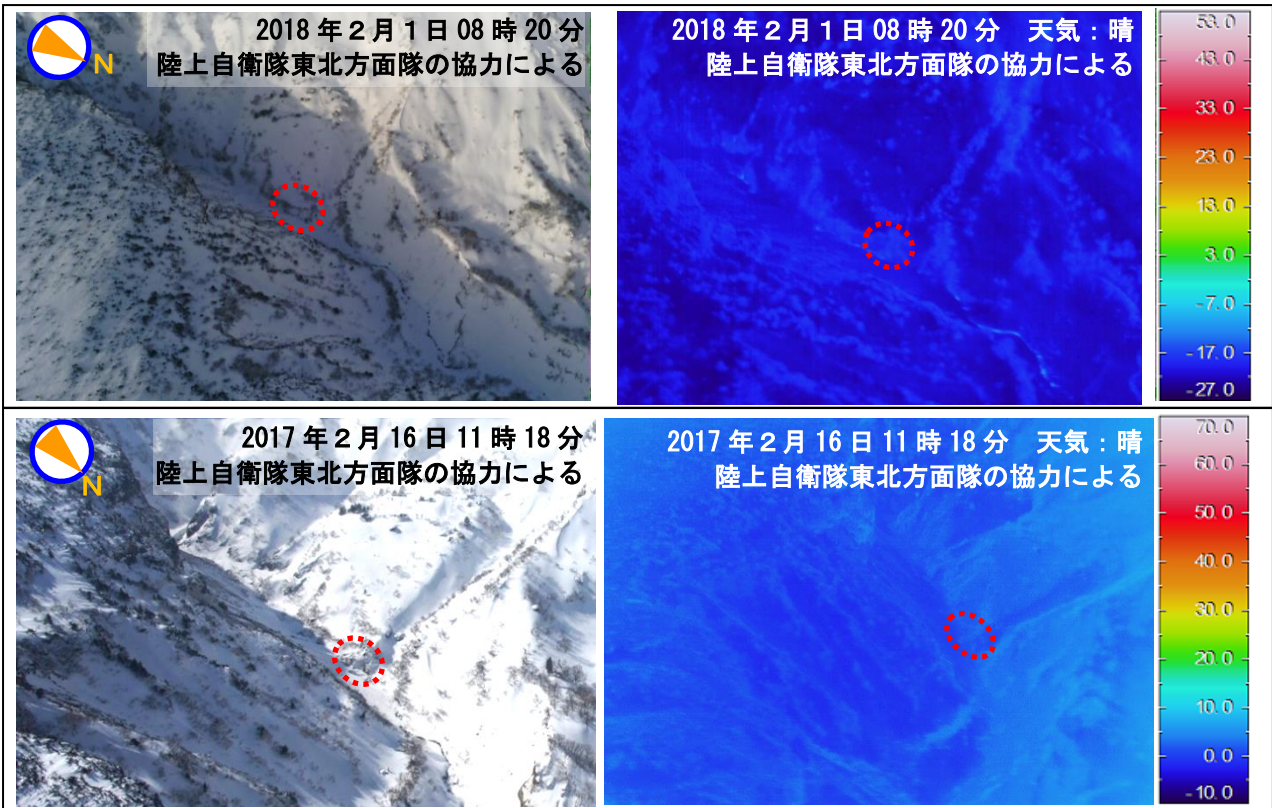
Fig. 3. Visible and thermal images of Okama.



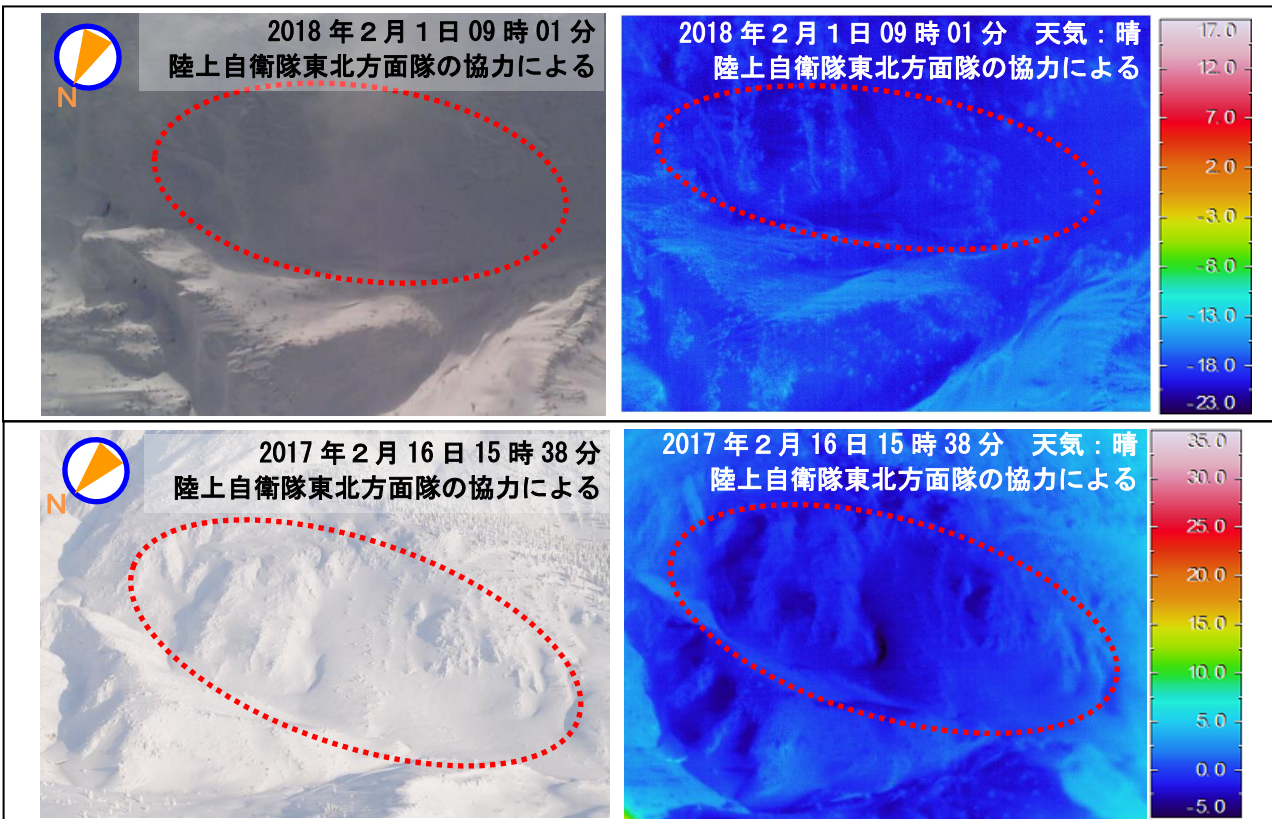
第4図 蔵王山 上空から撮影した丸山沢噴気地熱地帯の状況と地表面温度分布

- ・ 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。

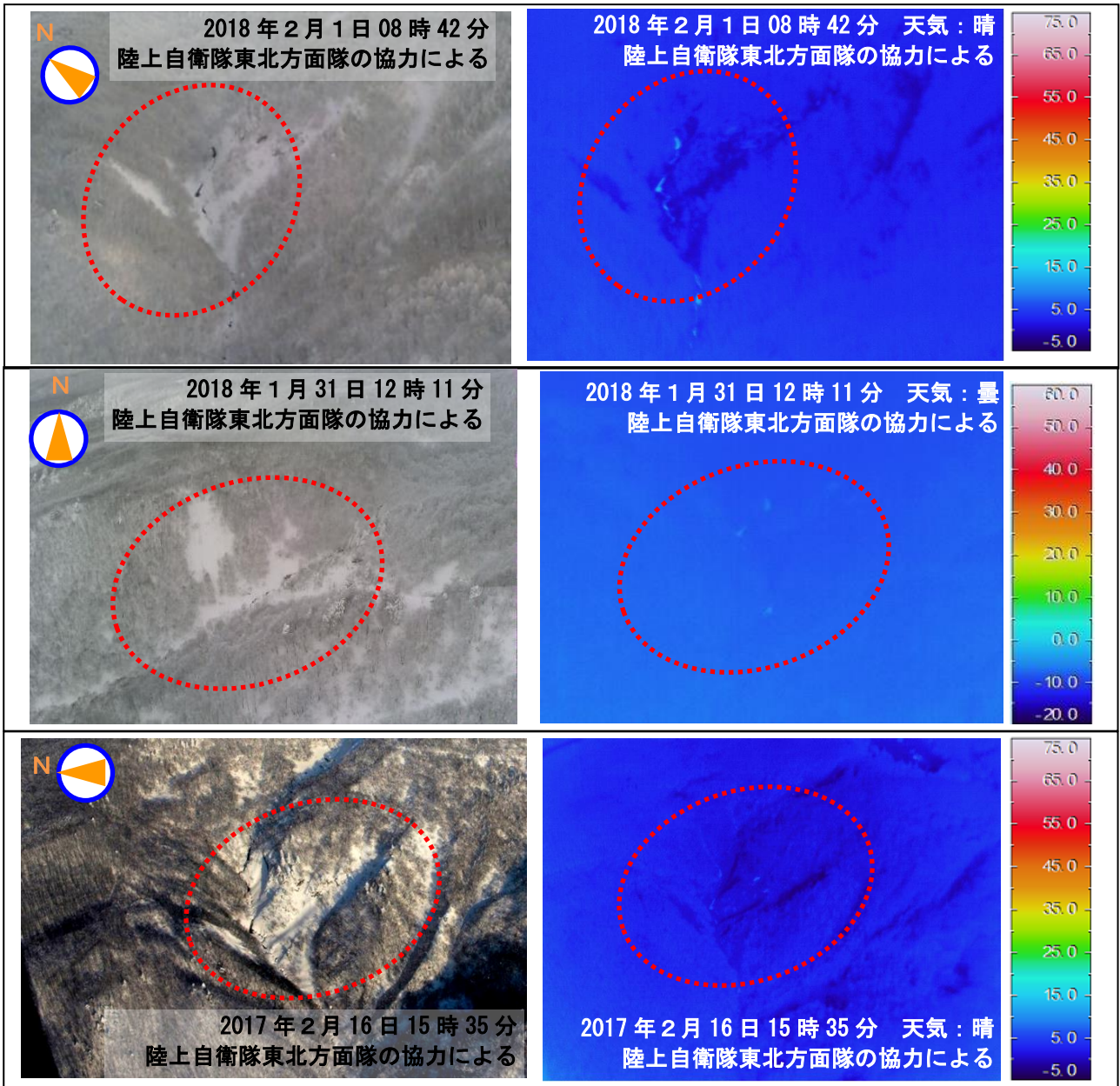
Fig. 4. Visible and thermal images of Maruyamasawa.



第5図 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。  
 Fig. 5. Visible and thermal images of Furikosawa.



第6図 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。  
 Fig. 6. Visible and thermal images of solfatar alteration zone near Keiseiwa.



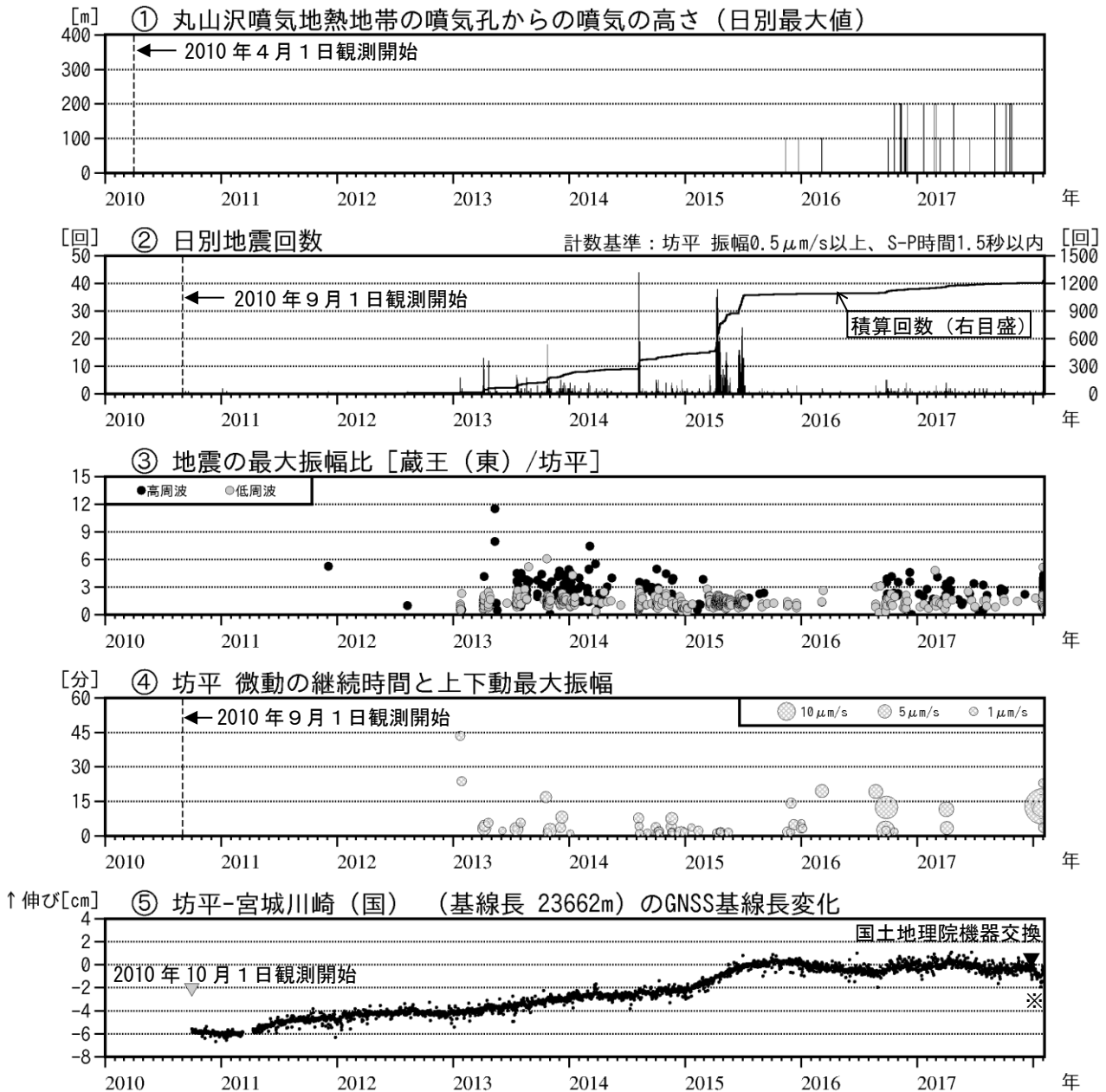
第7図 蔵王山 上空から撮影した祓川上流域硫気変質地帯の状況と地表面温度分布

- ・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。

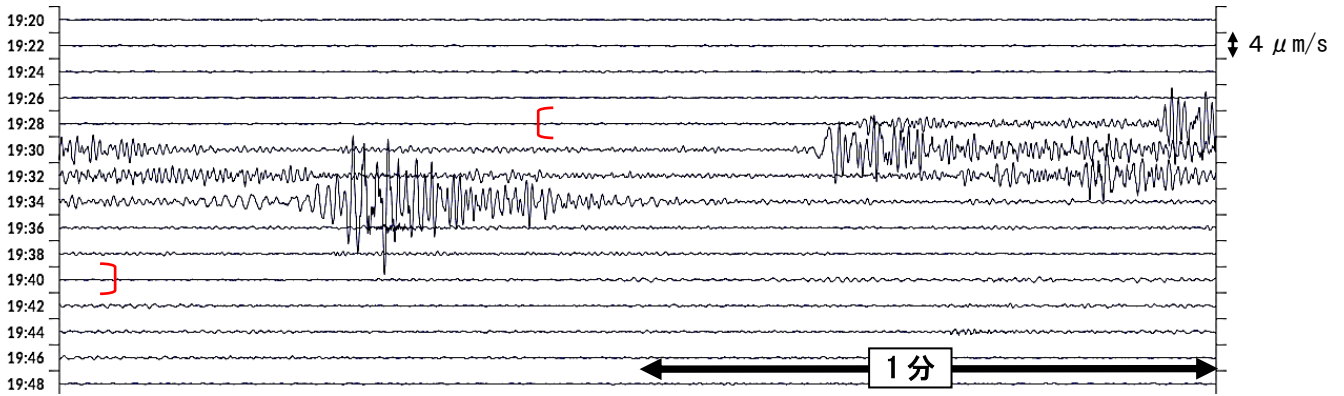
Fig. 7. Visible and thermal images of solfatar alteration zone in upstream region of Harai-gawa.



第8図 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は第28図の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。

Fig. 8. Volcanic activity of Zaozan (April 2010 - February 3, 2018).

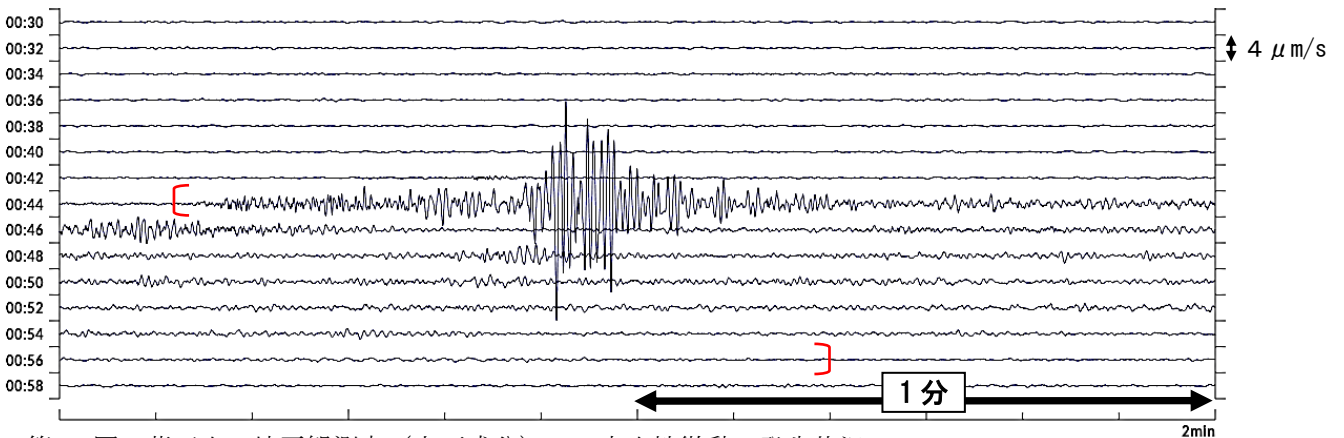


第9図 蔵王山 坊平観測点（上下成分）での火山性微動の発生状況

(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。

Fig. 9. Seismic record of UD component at Bodaira station (From 19:20 to 19:50 of January 28, 2018).

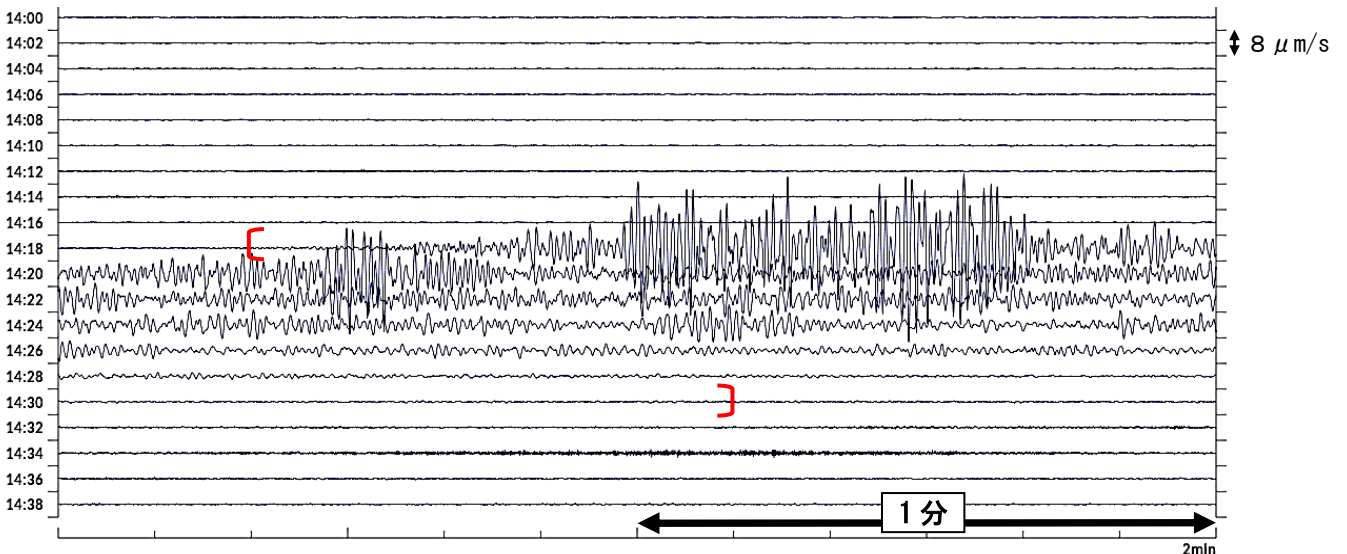


第10図 蔵王山 坊平観測点（上下成分）での火山性微動の発生状況

(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。

Fig. 10. Seismic record of UD component at Bodaira station (From 00:30 to 01:00 of January 30, 2018).



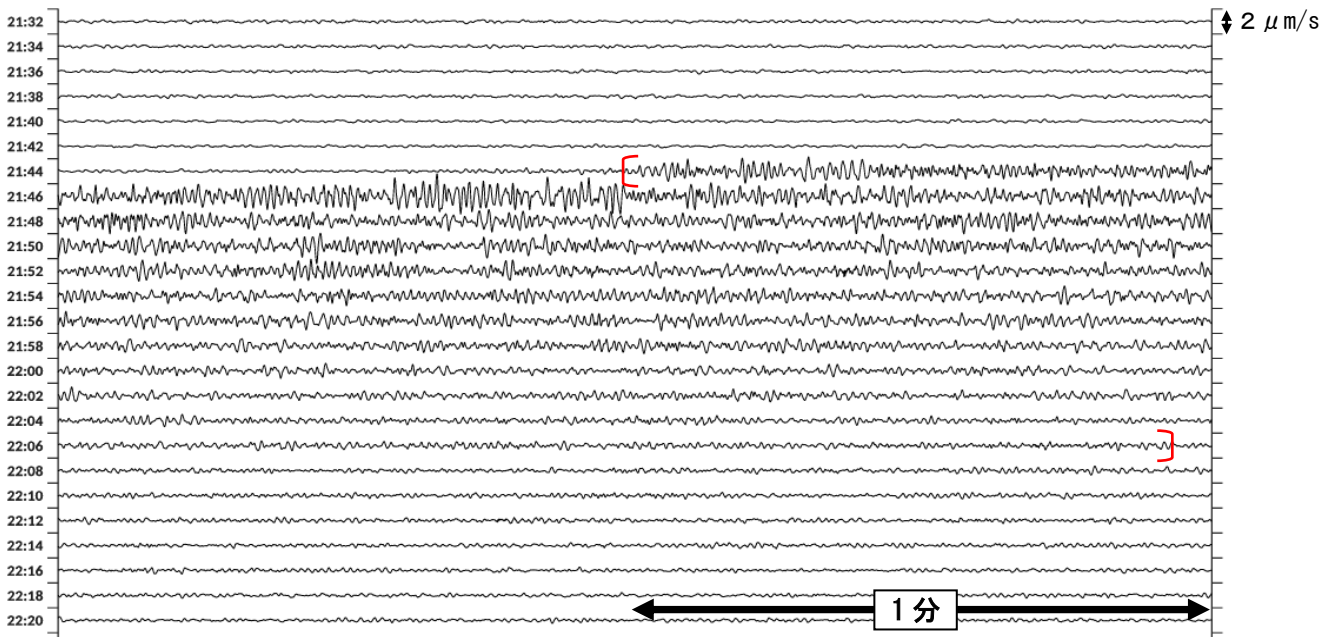
第11図 蔵王山 坊平観測点（上下成分）での火山性微動の発生状況

(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。

Fig. 11. Seismic record of UD component at Bodaira station (From 14:00 to 14:40 of January 30, 2018).

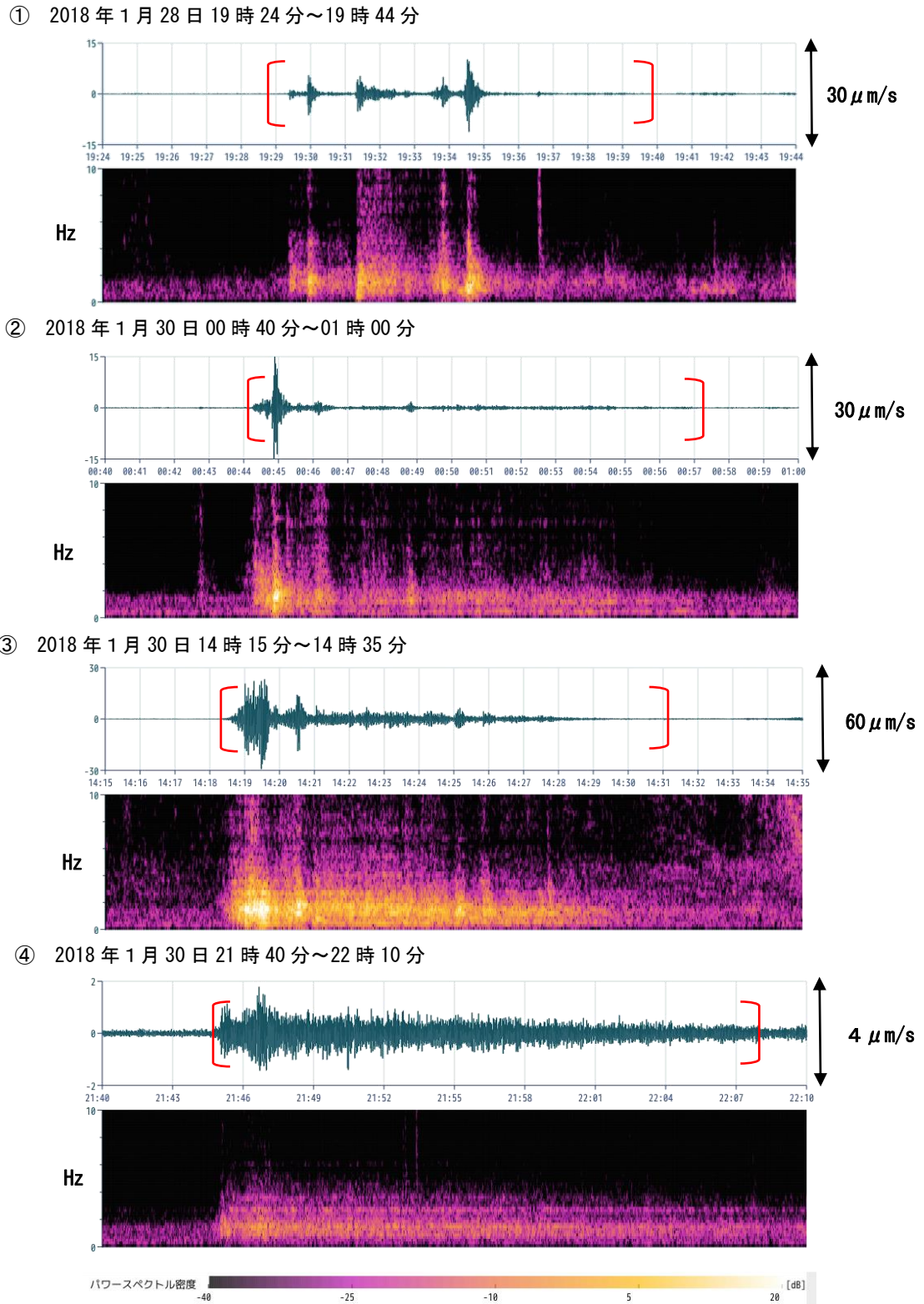




第12図 蔵王山 坊平観測点（上下成分）での火山性微動の発生状況  
（2018年1月30日21時32分～22時22分）

・ [ ] 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。

Fig. 12. Seismic record of UD component at Bodaira station (From 21:32 to 22:22 of January 30, 2018).



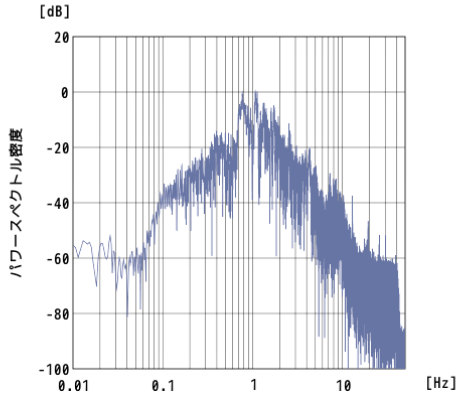
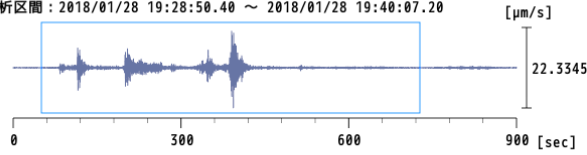
第13図 蔵王山 坊平観測点の火山性微動のランニングスペクトル

(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0.5～2Hz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。

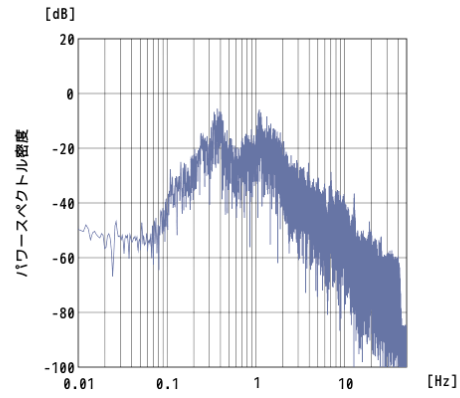
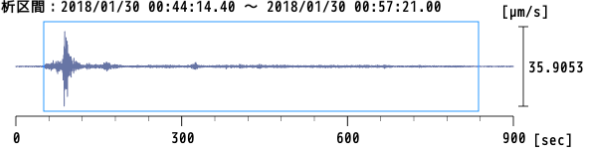
Fig. 13. Running spectrum (UD component of Bodaira station).

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



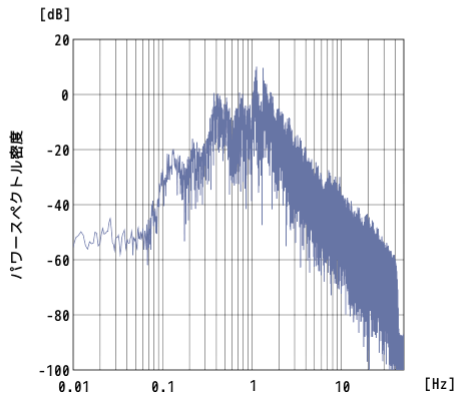
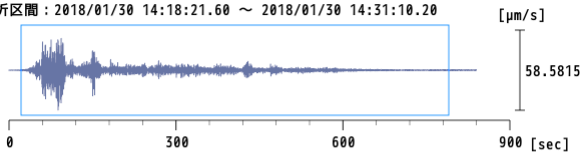
2018年1月28日19時28分の火山性微動

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



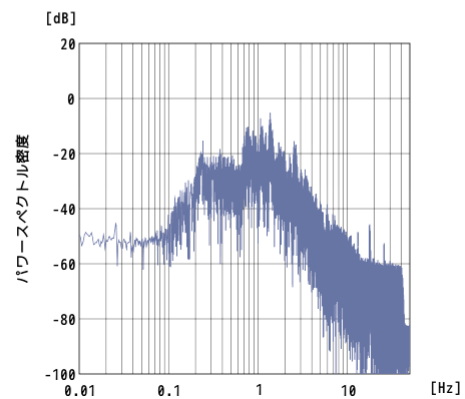
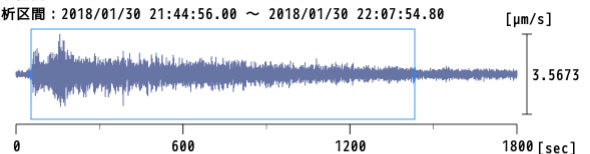
2018年1月30日00時44分の火山性微動

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



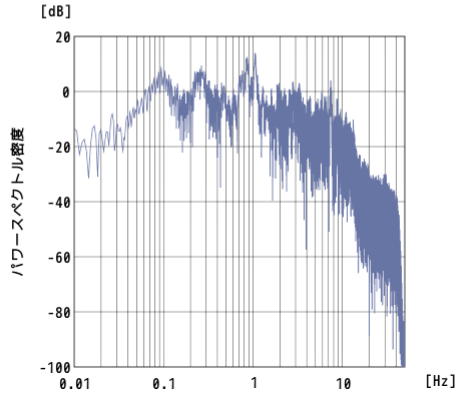
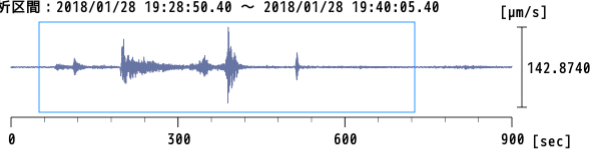
2018年1月30日21時45分の火山性微動

第14-1図 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。

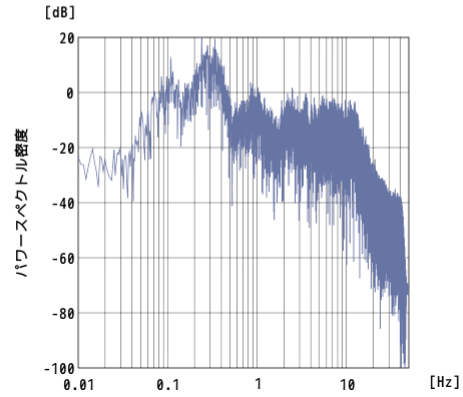
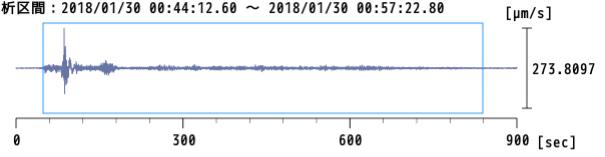
Fig. 14-1. Frequency characteristic analysis (UD component of Bodaira station).

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



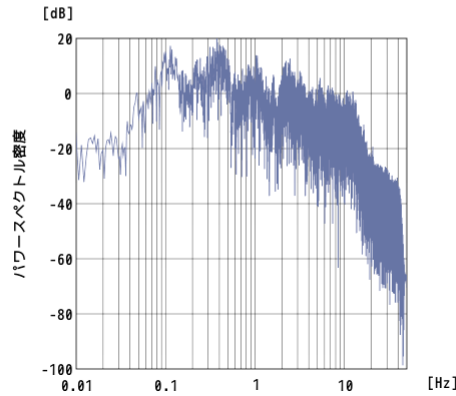
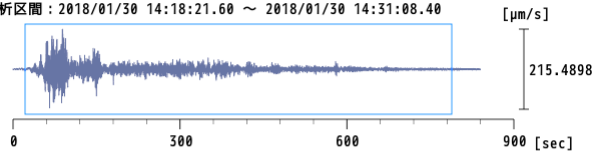
2018年1月28日19時28分の火山性微動

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



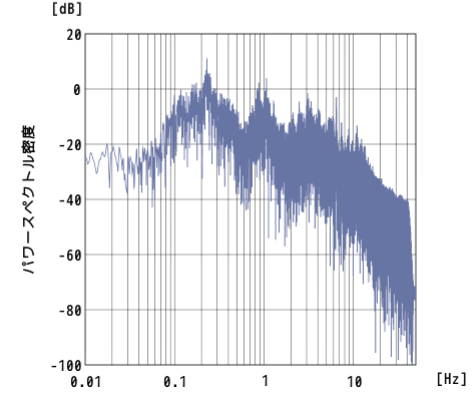
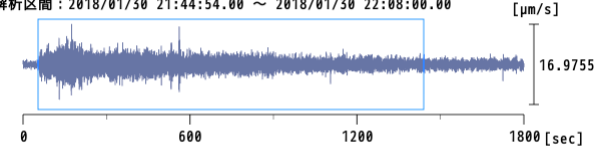
2018年1月30日00時44分の火山性微動

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



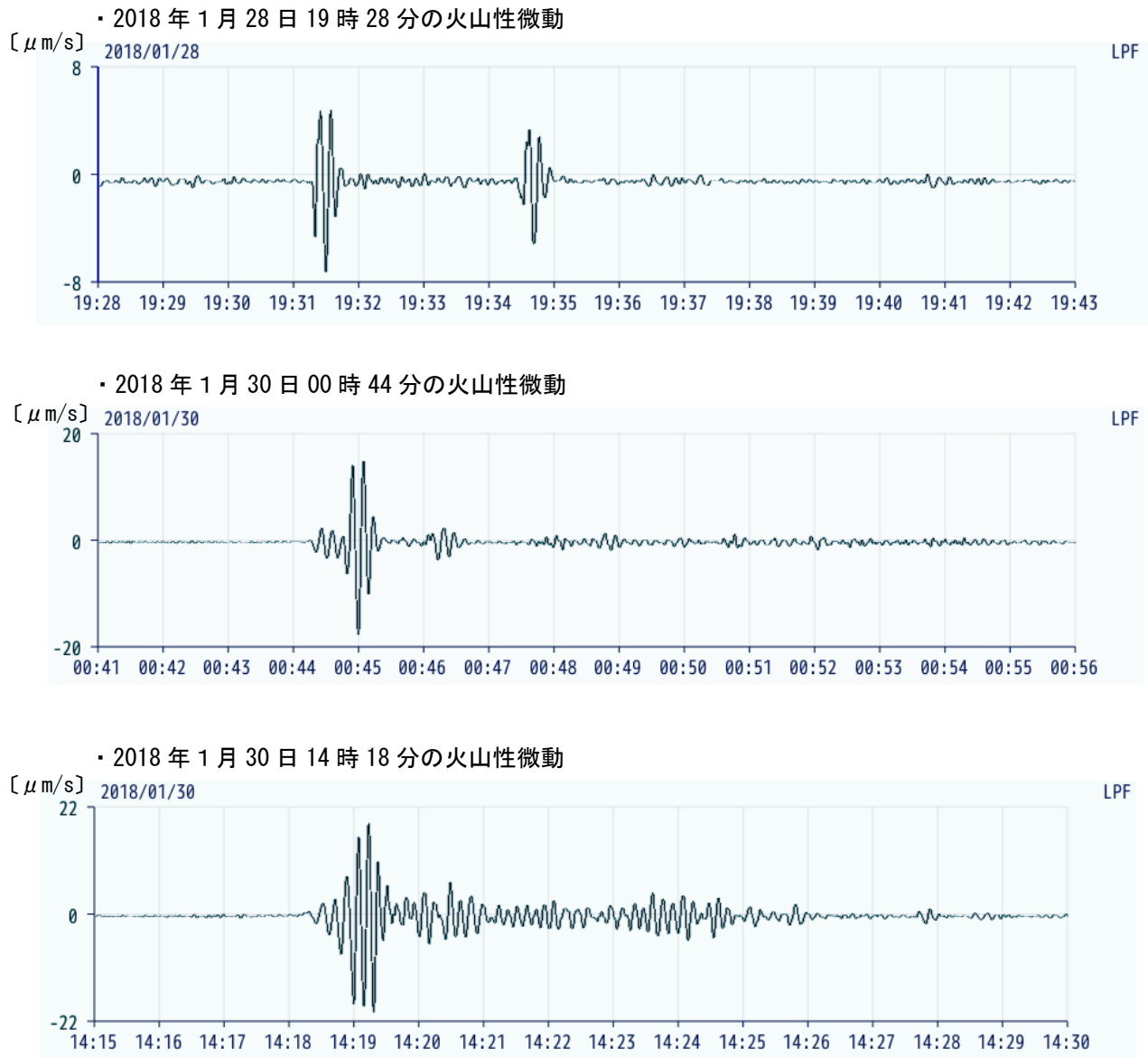
2018年1月30日21時45分の火山性微動

第14-2図 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、0.1~0.3 Hz程度の長周期成分が認められる。

Fig. 14-2. Frequency characteristic analysis (UD component of Okamakita station).

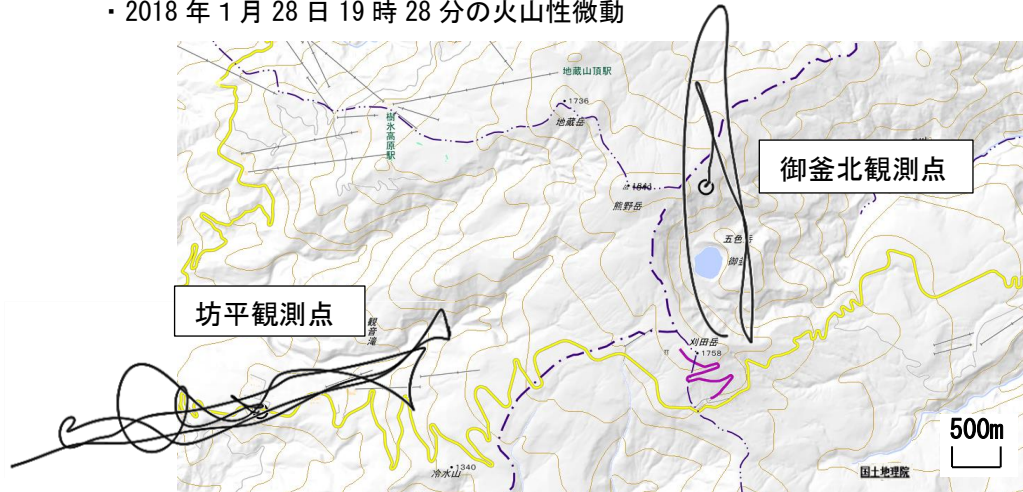


第15図 蔵王山 0.12Hzのローパスフィルタ処理した火山性微動波形  
 (御釜北観測点 広帯域地震計 固有周期120秒 速度波形 上下動)

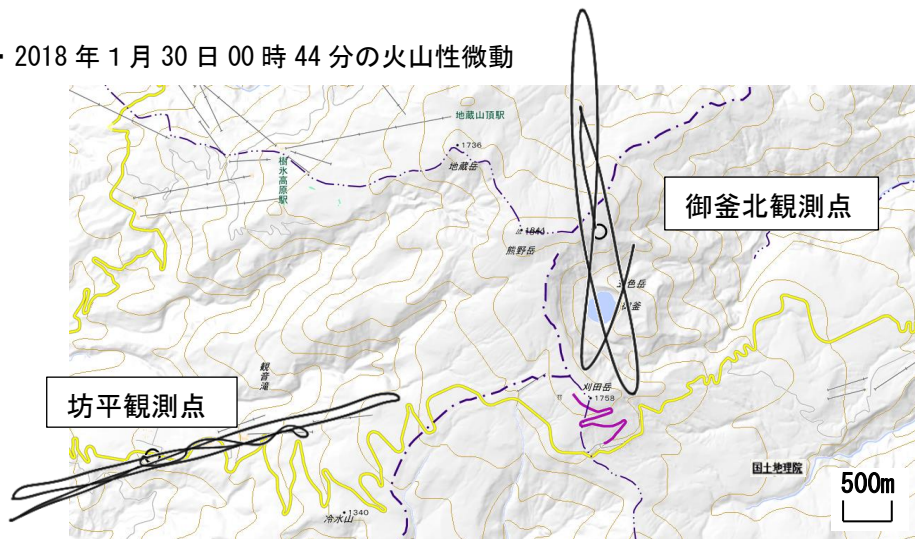
・ 複数の火山性微動で、長周期成分が認められた。

Fig. 15. Waveform of the volcanic tremors low-pass filtered at 0.12 Hz (UD component of Okamakita station).

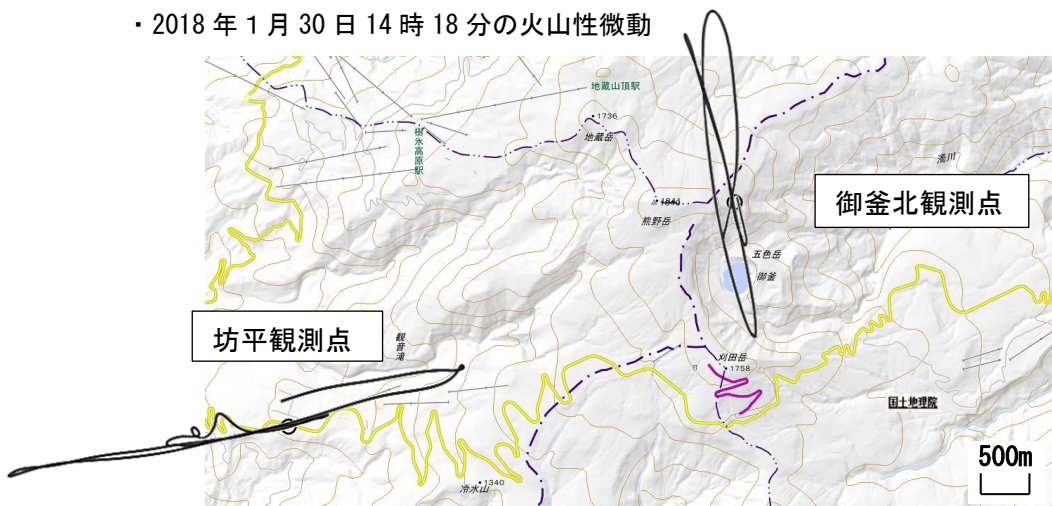
・ 2018年1月28日19時28分の火山性微動



・ 2018年1月30日00時44分の火山性微動



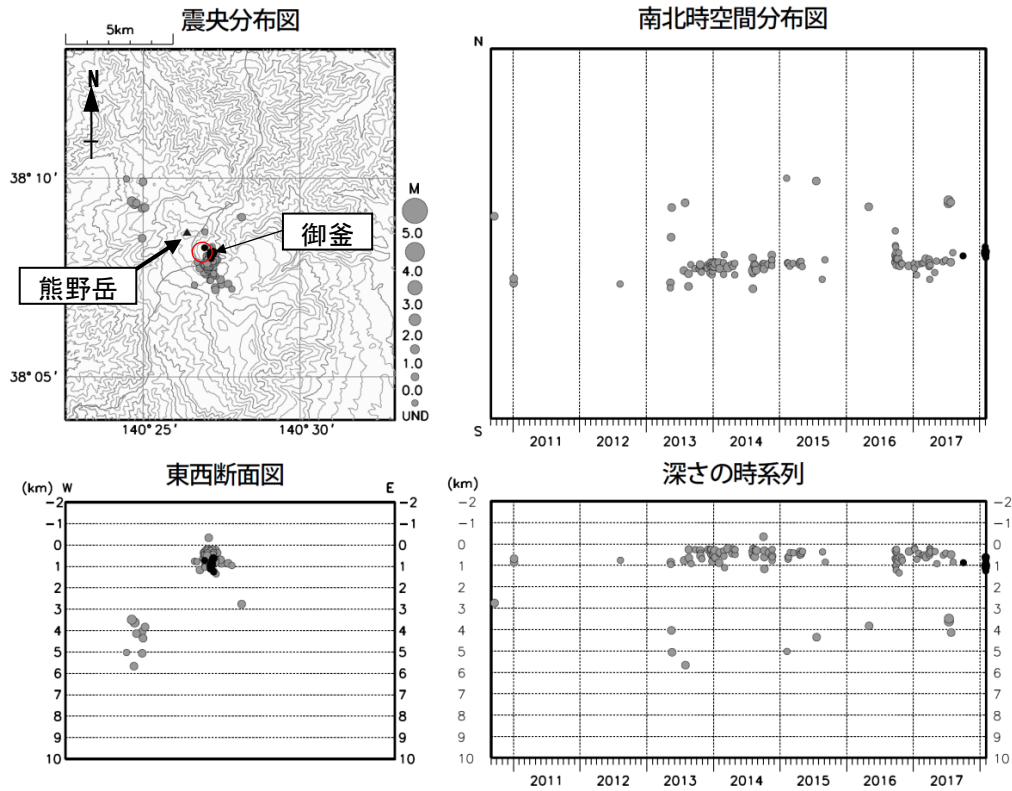
・ 2018年1月30日14時18分の火山性微動



第16図 蔵王山 火山性微動の振動軌跡

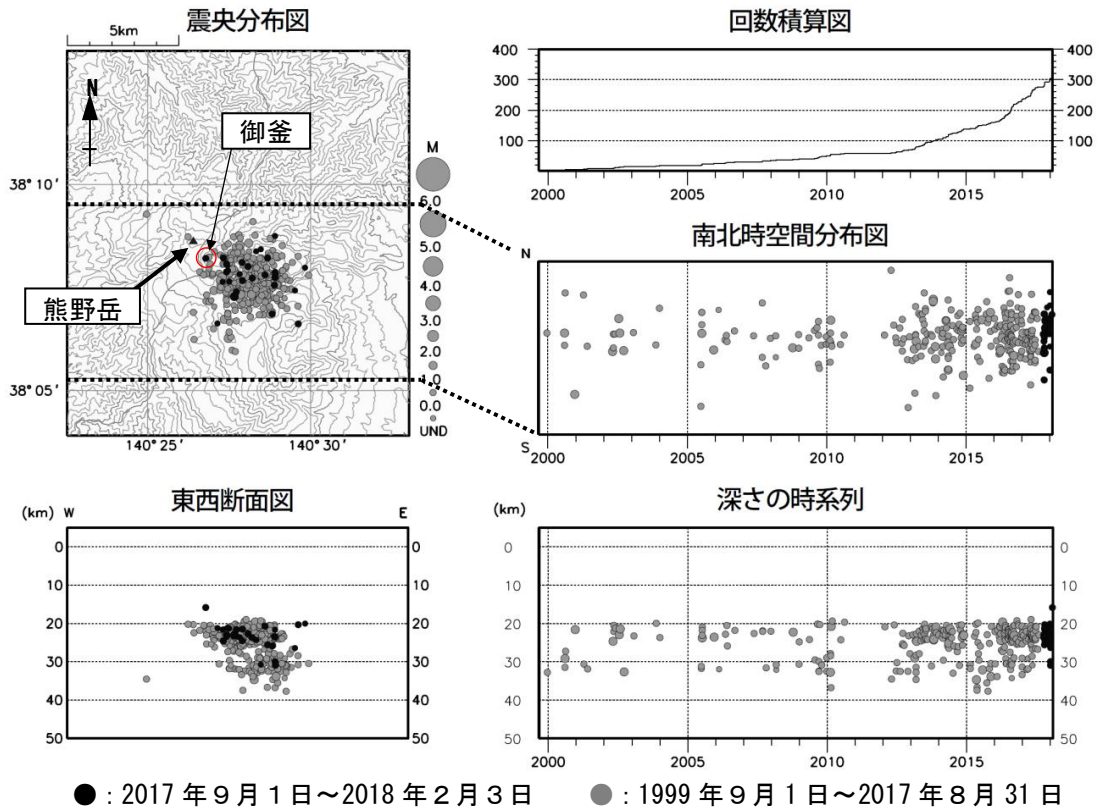
- ・ 振動軌跡は御釜付近を向く。
- ・ 速度波形を積分し、0.08～012Hz バンドパスフィルタ処理。
- ・ 最大振幅前後の20秒間の波形を使用し、○が観測点（開始点）を示す。

Fig. 16. Particle motion of the volcanic tremors.



● : 2017年9月1日~2018年2月3日    ● : 2010年9月1日~2017年8月31日  
 第17図 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。

Fig. 17. Hypocenter distribution in Zaozan (September 2010 - February 3, 2018).



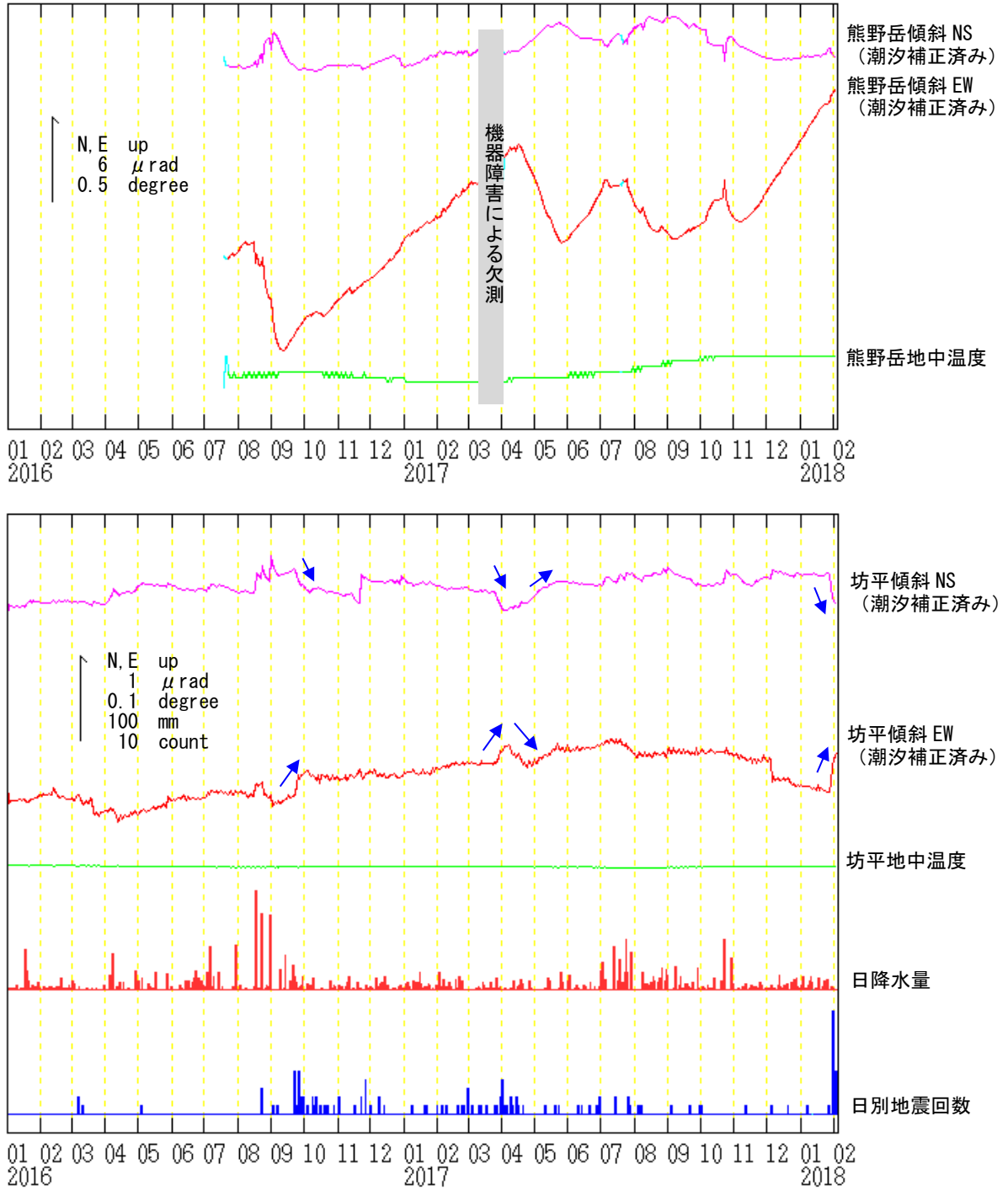
第18図 蔵王山 一元化震源による深部低周波地震活動 (1999年9月～2018年2月3日)

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院発行の「数値地図50mメッシュ (標高)」を使用した。

Fig. 18. Hypocenter distribution of deep low-frequency earthquakes determined by a regional seismic network (September 1999 - February 3, 2018).

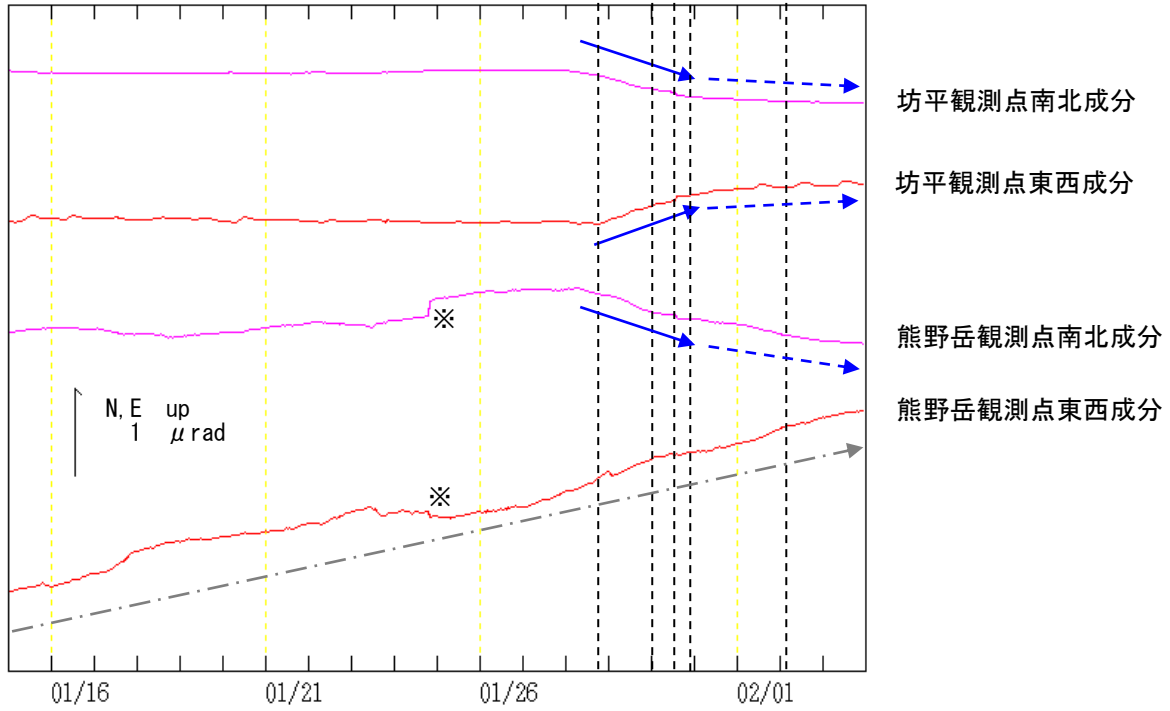




第19図 蔵王山 傾斜変動 (2016年1月1日~2018年2月3日、時間値)

- 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)

Fig. 19. Tilt change of Bodaira station and Kumanodake station (January 1, 2016 - February 3, 2018).

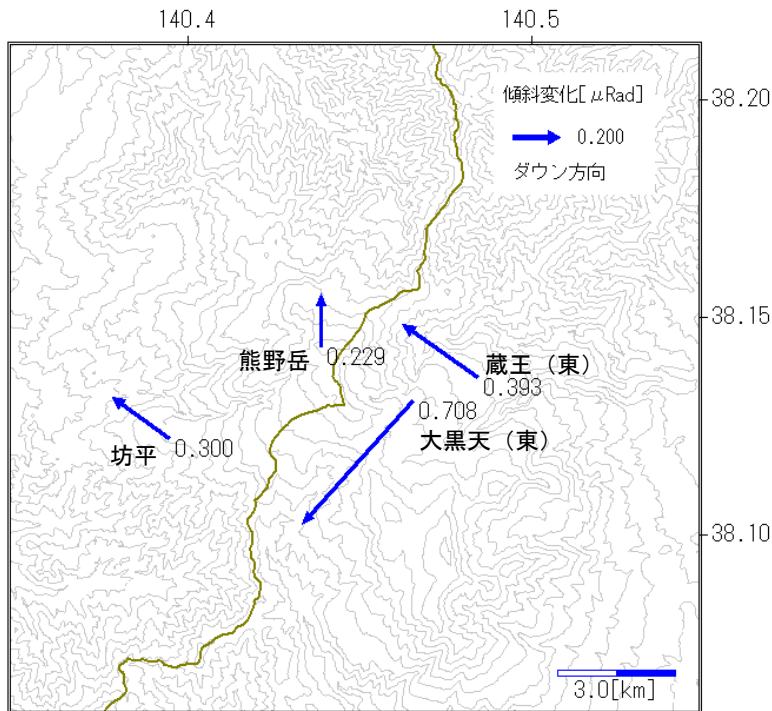
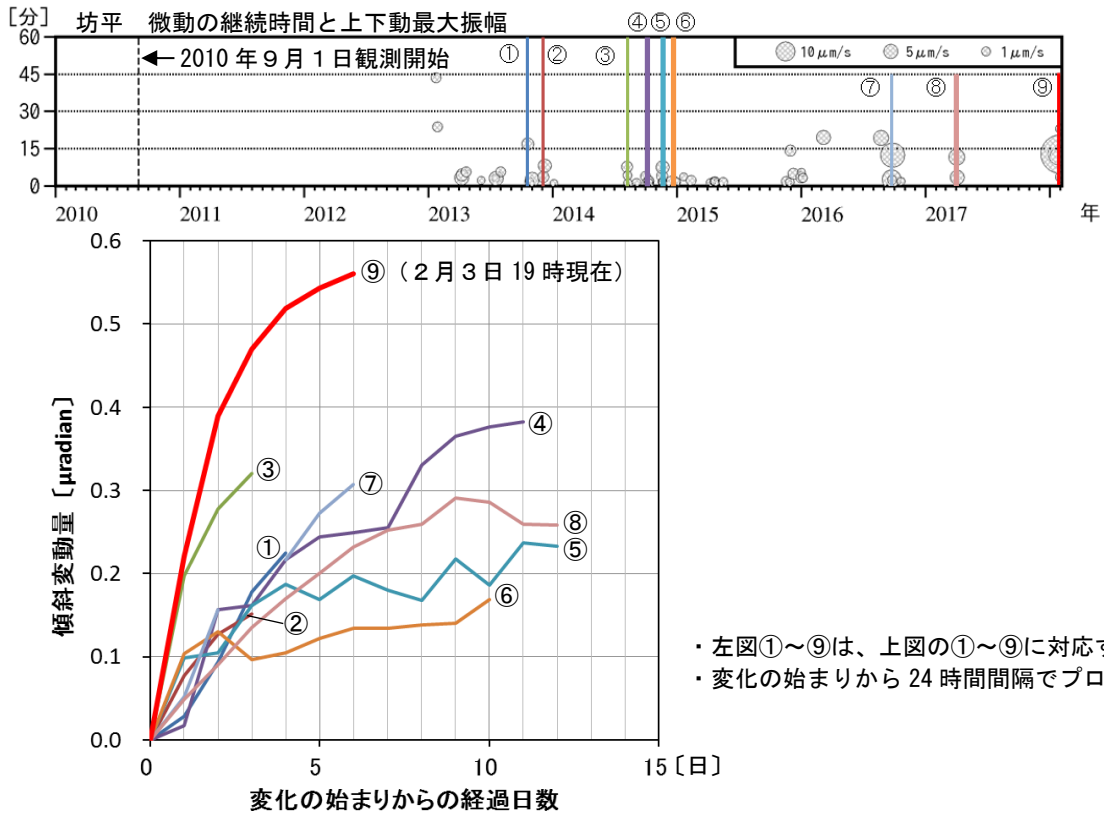


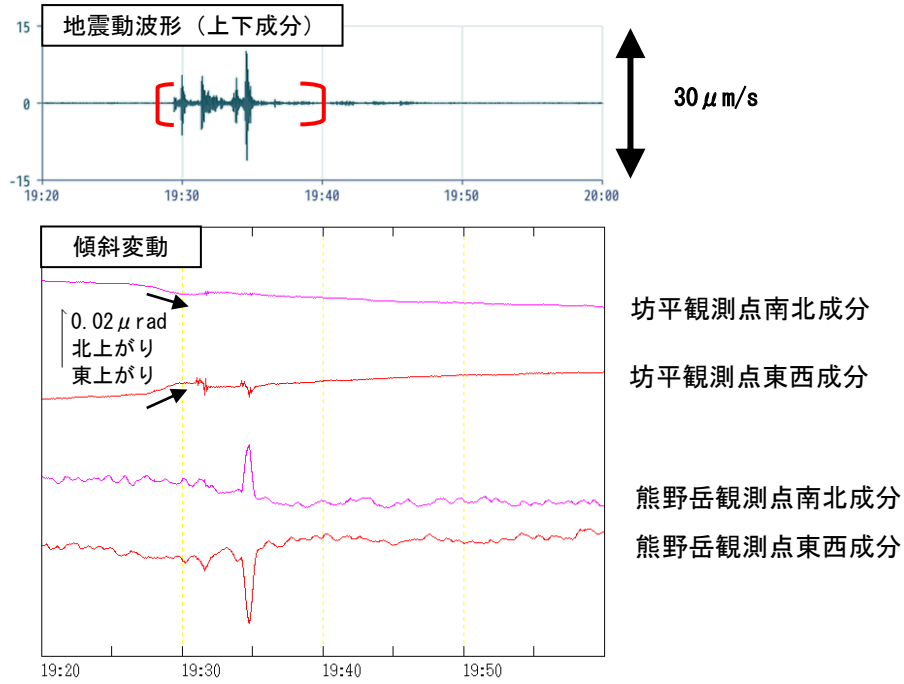
第20図 蔵王山 坊平観測点及び熊野岳観測点での傾斜変動  
(2018年1月15日～2月3日、分値、潮汐補正あり)

- 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

Fig. 20. Tilt change of Bodaira station (January 15 - February 3, 2018).

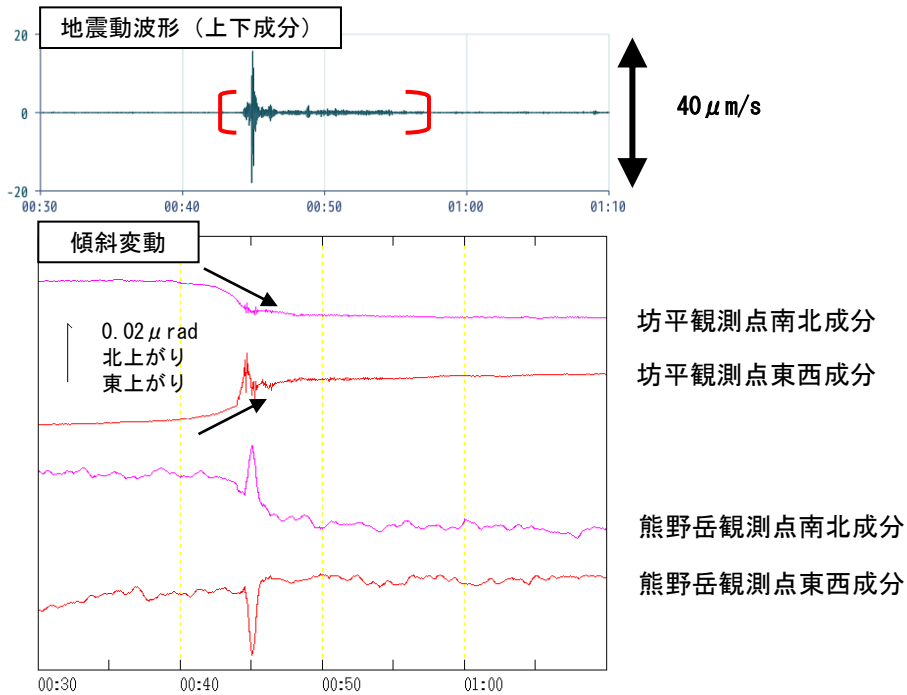




第 23 図 蔵王山 坊平観測点での火山性微動波形および傾斜変動  
(2018 年 1 月 28 日 19 時 20 分～20 時 00 分、30 秒移動平均)

- ・ [ ] 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。

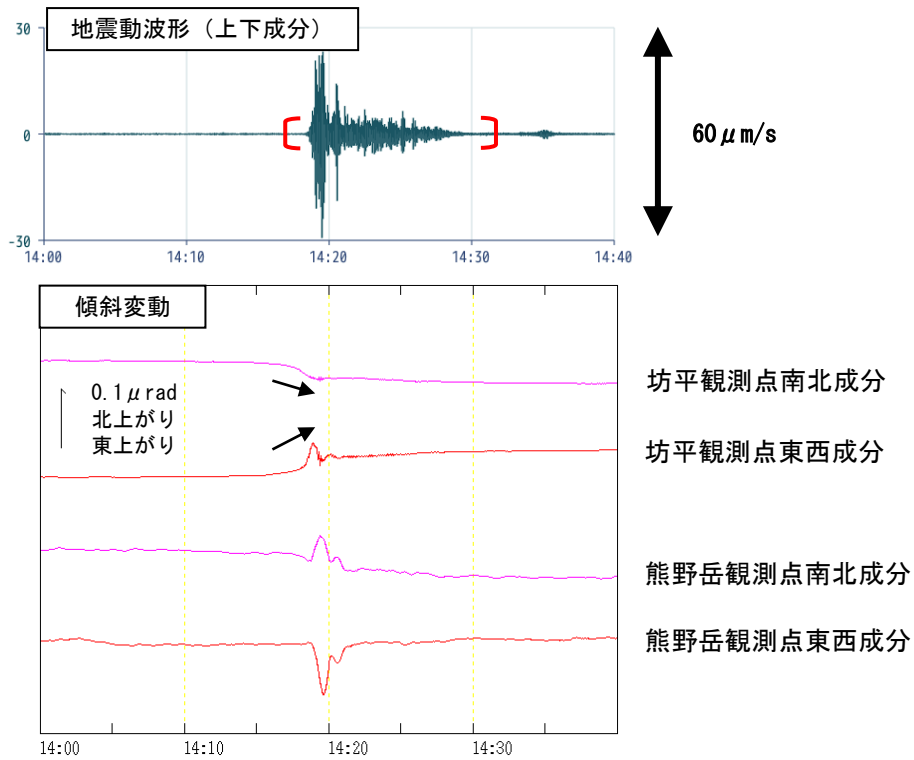
Fig. 23. Volcanic tremor and tilt change of Bodaira station and Kumanodake station (From 19:20 to 20:00 of January 28, 2018).



第 24 図 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。

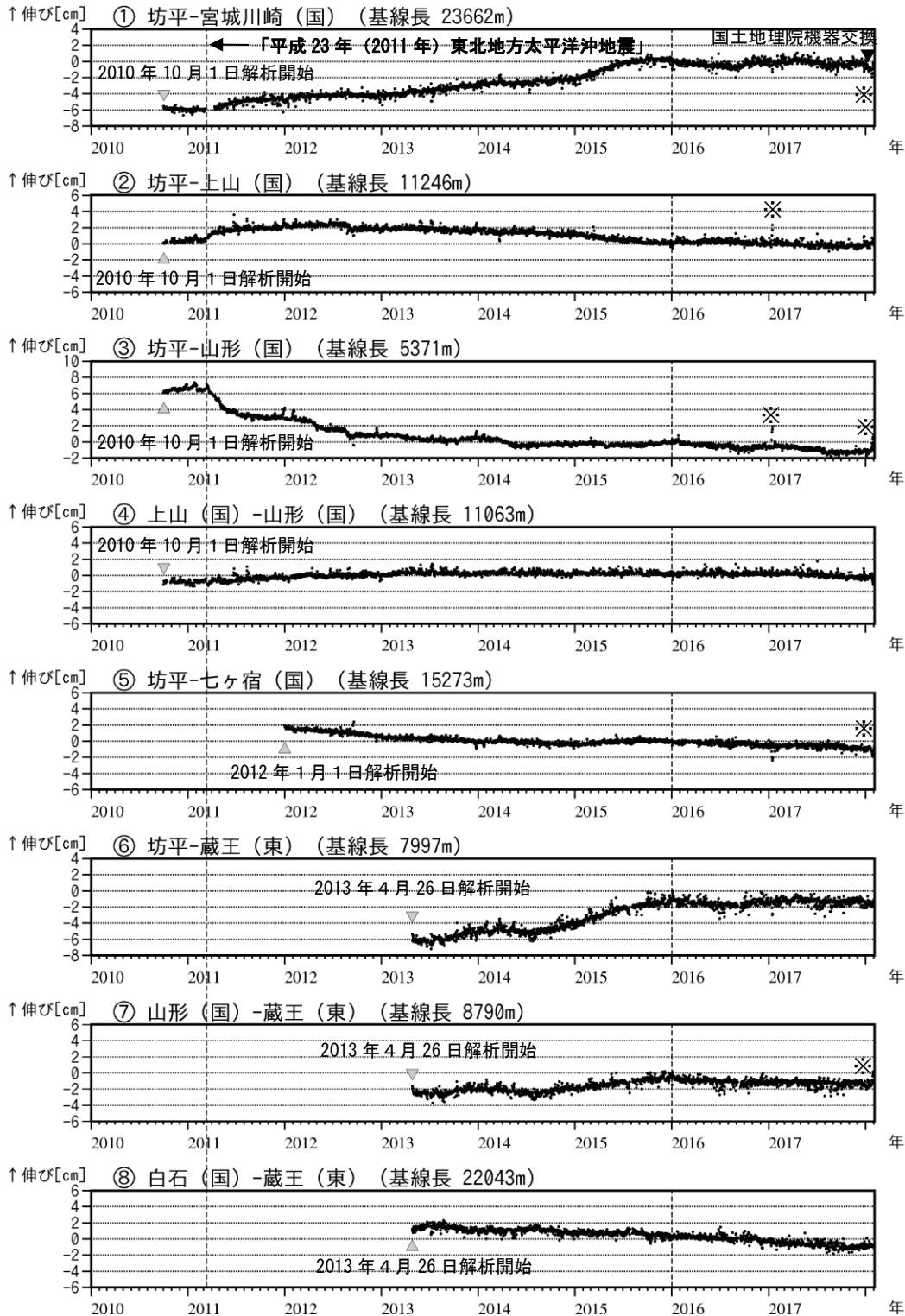
Fig. 24. Volcanic tremor and tilt change of Bodaira station and Kumanodake station (From 00:30 to 01:10 of January 30, 2018).



第25図 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  $\mu$ 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。

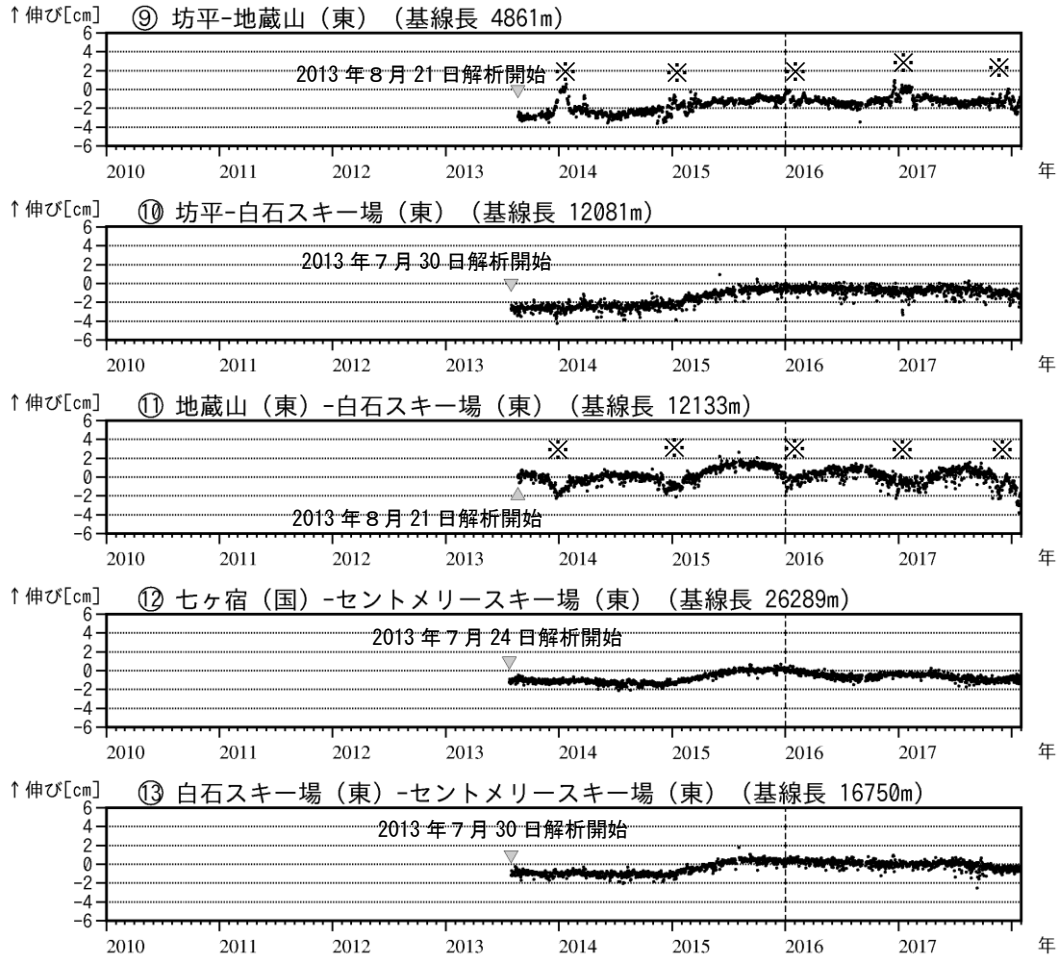
Fig. 25. Volcanic tremor and tilt change of Bodaira station and Kumanodake station (From 14:00 to 14:40 of January 30, 2018).



第26-1図 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は第28図の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。

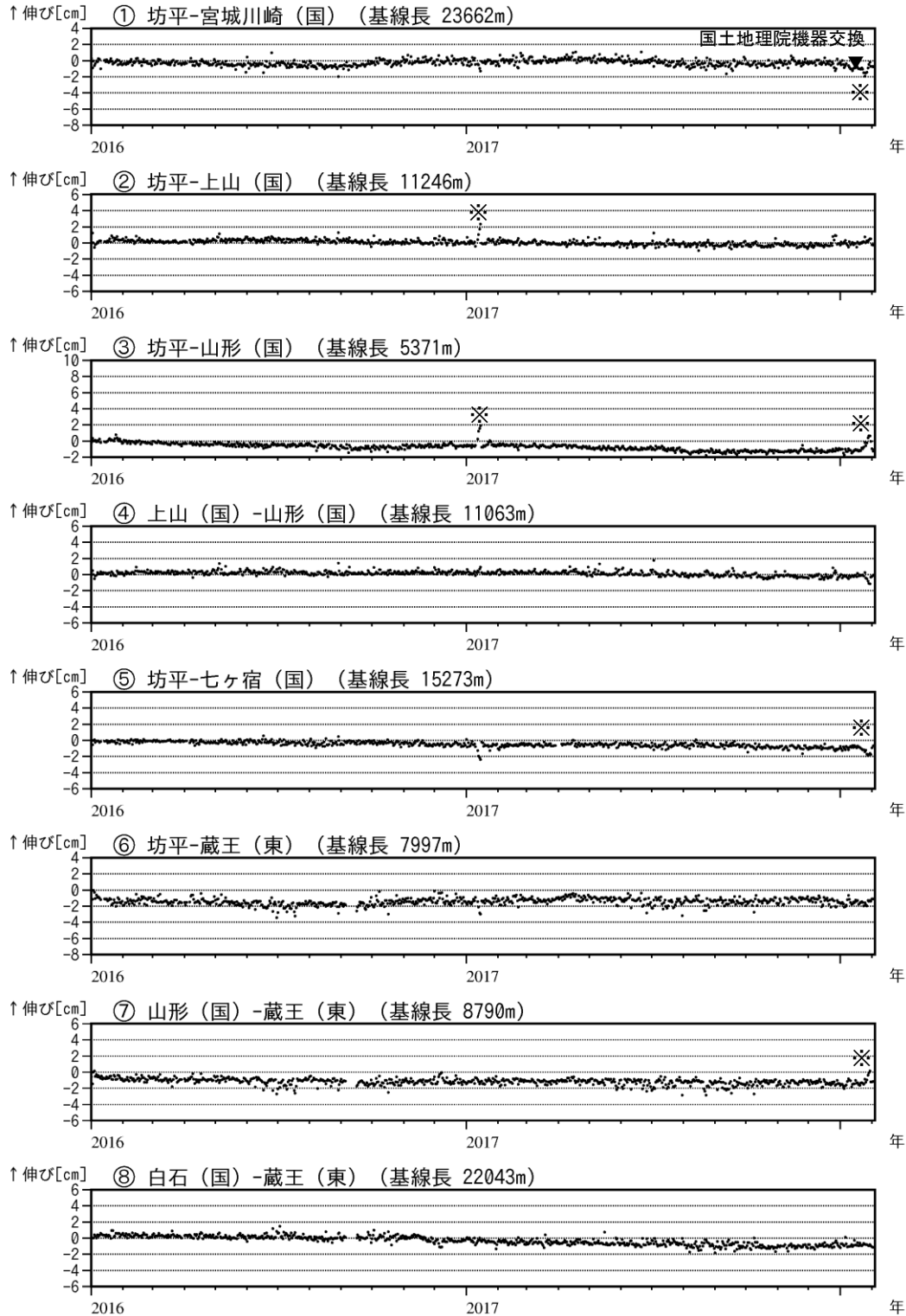
Fig. 26-1. Baseline length change by continuous GNSS analysis (October 2010 - February 3, 2018).



第26-2図 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は第28図の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。

Fig. 26-2. Baseline length change by continuous GNSS analysis (October 2010 - February 3, 2018).

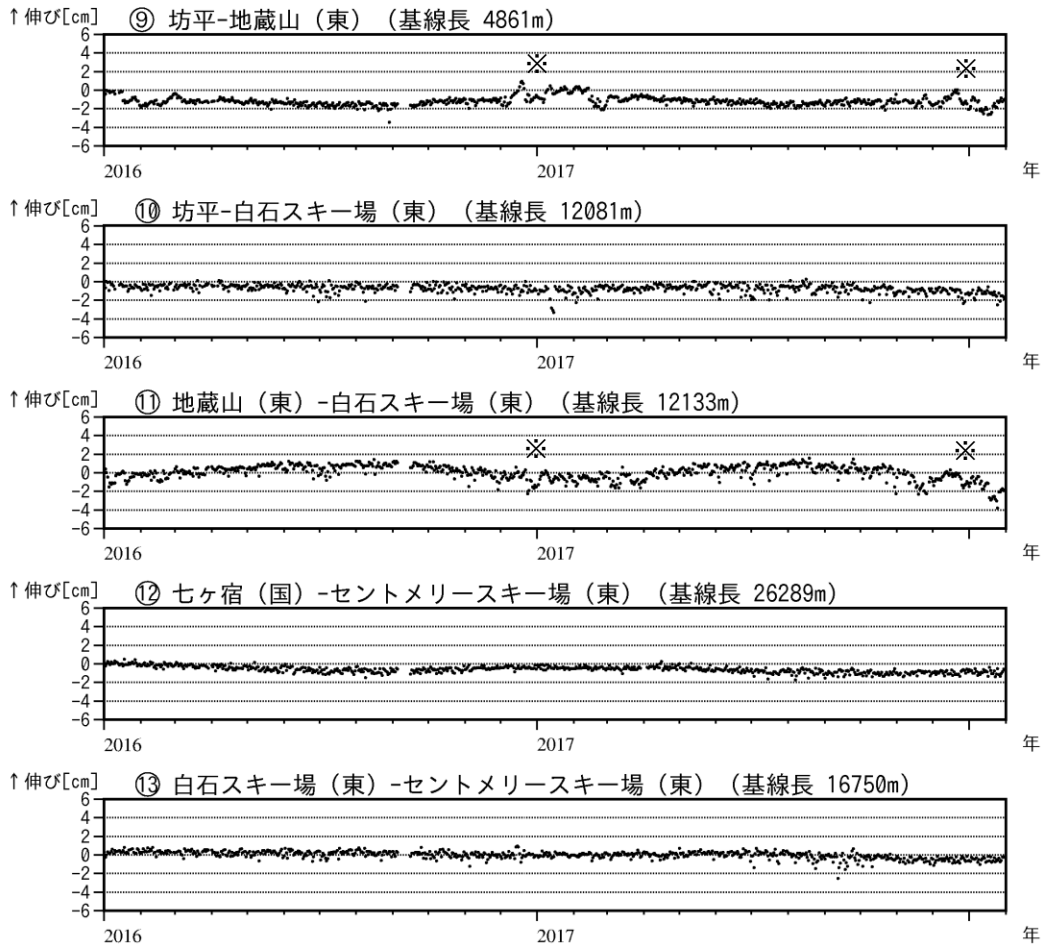


第27-1図 蔵王山 GNSS 基線長変化図 (短期、2016年1月～2018年2月3日)

- ・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は第28図の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。

Fig. 27-1. Baseline length change by continuous GNSS analysis (January 2016 - February 3, 2018).

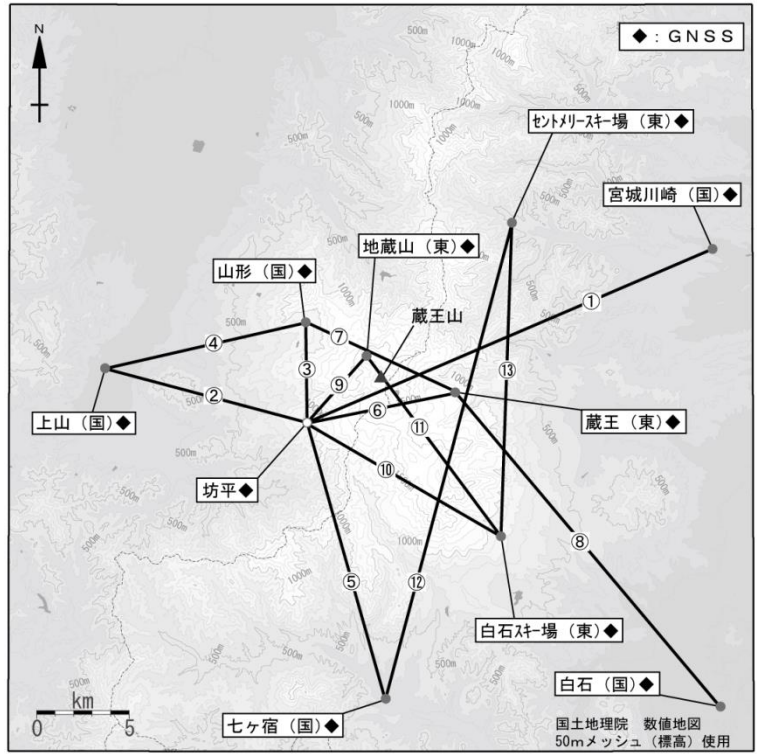




第27-2図 蔵王山 GNSS 基線長変化図 (短期、2016年1月～2018年2月3日)

- ・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は第28図の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。

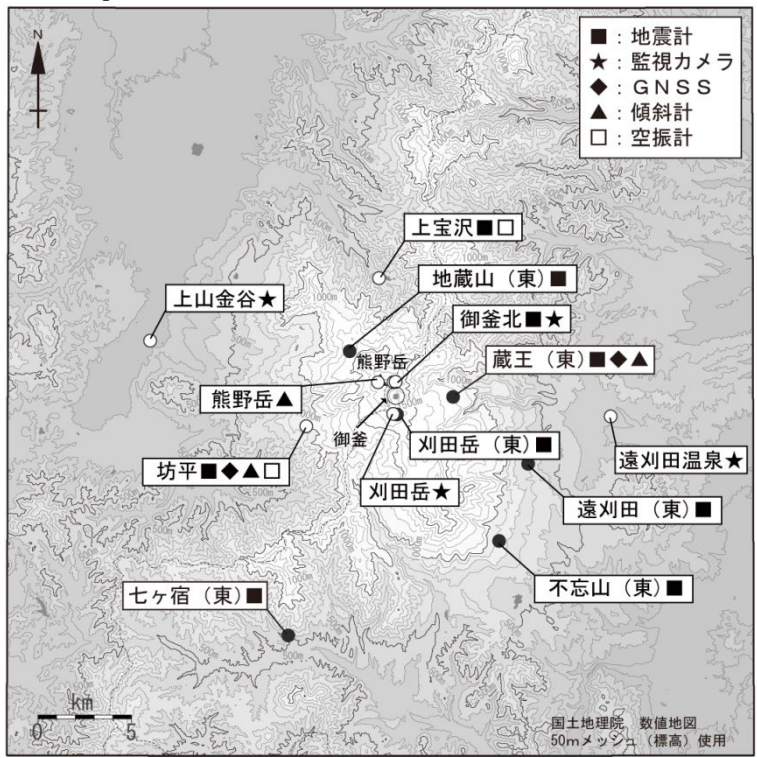
Fig. 27-2. Baseline length change by continuous GNSS analysis (January 2016 - February 3, 2018).



第28図 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は第26図及び第27図の①～⑬に対応しているほか、GNSS 基線①については第8図の⑤にも対応している。(国): 国土地理院 (東): 東北大学

Fig. 28. Location map of continuous GNSS observation sites around of the Zaozan.



第29図 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

Fig. 29. Location map of observation sites in Zaozan Volcano.