

基盤的火山観測網（V-net）で観測された 2018年1月23日に草津白根山で発生した噴火

国立研究開発法人防災科学技術研究所は、火山活動の観測予測技術開発や火山噴火の発生メカニズムの解明のため、孔井式地震傾斜観測装置、広帯域地震計、GNSSなどを装備した基盤的火山観測施設を全国の16火山に設置し、火山の連続観測を行っています。2018年1月23日の9時59分ごろに本白根山で発生した噴火では、草津白根山の3か所に設置した火山観測施設（図1）にて、噴火に伴う地震動（図2～4）、傾斜変動（図5）などが観測されました。GNSSデータには顕著な地殻変動は観測されていません（図6）。この観測データは、今回の火山噴火の発生メカニズムを解明するための研究に使われる他、気象庁にもリアルタイムで伝送され、火山監視に利用されています。

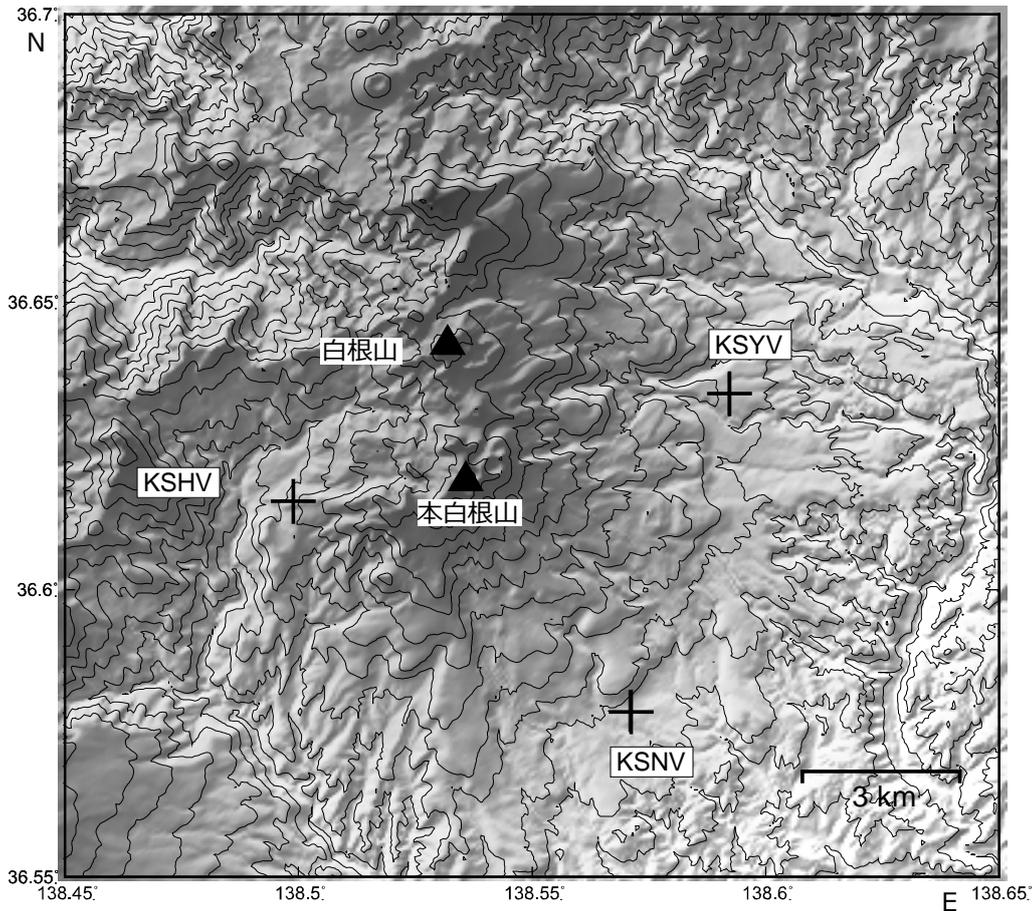


図1 草津白根山の基盤的火山観測施設 (KSHV, KSYV, KSNV) の位置。この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ (標高) を使用した。

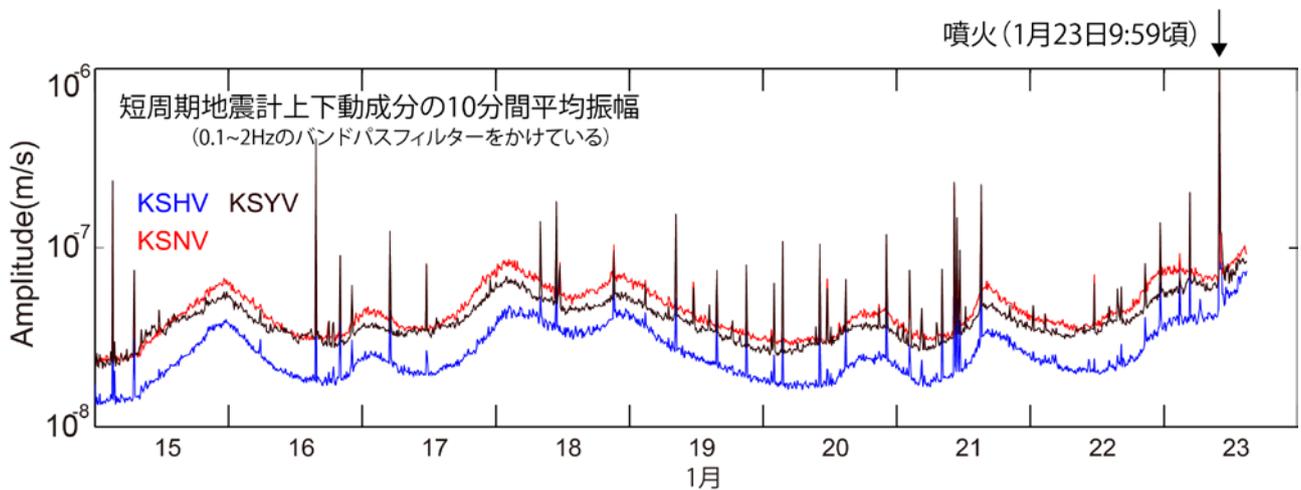


図2 草津白根山干俣観測点(KSHV)、谷沢原観測点(KSYV)、二軒屋観測点(KSNV)の短周期地震計上下動成分の10分間平均振幅(1月15日~1月23日、0.1~2Hzのバンドパスフィルターをかけている)。噴火の前に顕著な振幅の変化は観測されていない。

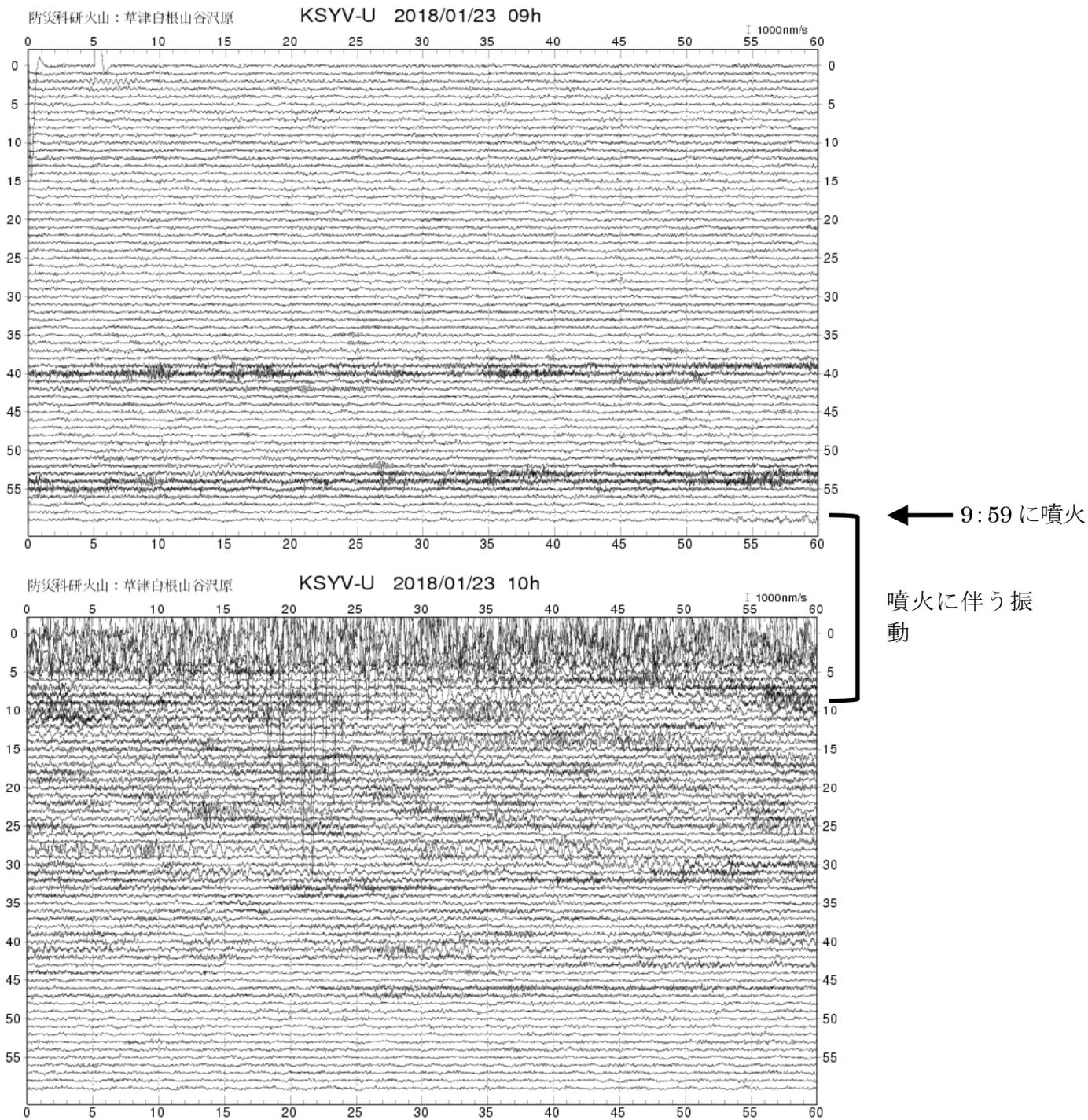


図3 噴火前後の草津白根山谷沢原火山観測施設(KSYV)の1時間の地震計記録(2018年1月23日午前9時台と10時台)。

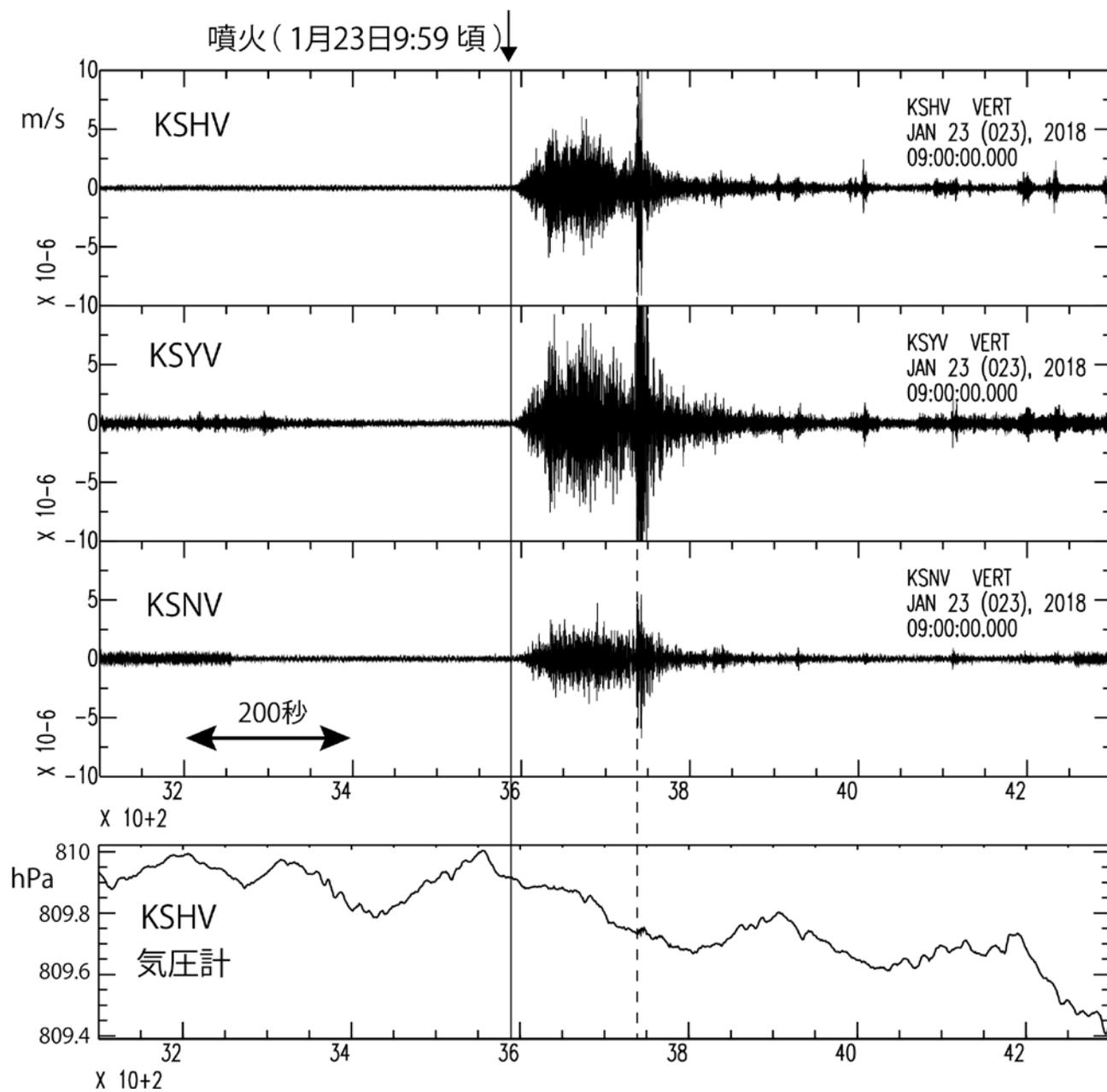


図4 (上図) 草津白根山の3か所の火山観測施設の噴火前後の地震計記録(2018年1月23日9:55-10:10)。3か所の火山観測施設で、噴火が発生した9:59ごろ(実線)から徐々に振幅が大きくなり、約150秒後に最大振幅の地震動(破線)が観測された。(下図) 草津白根山千俣火山観測施設(KSHV)の気圧計データ。気圧計には顕著な気圧変動は観測されていない。

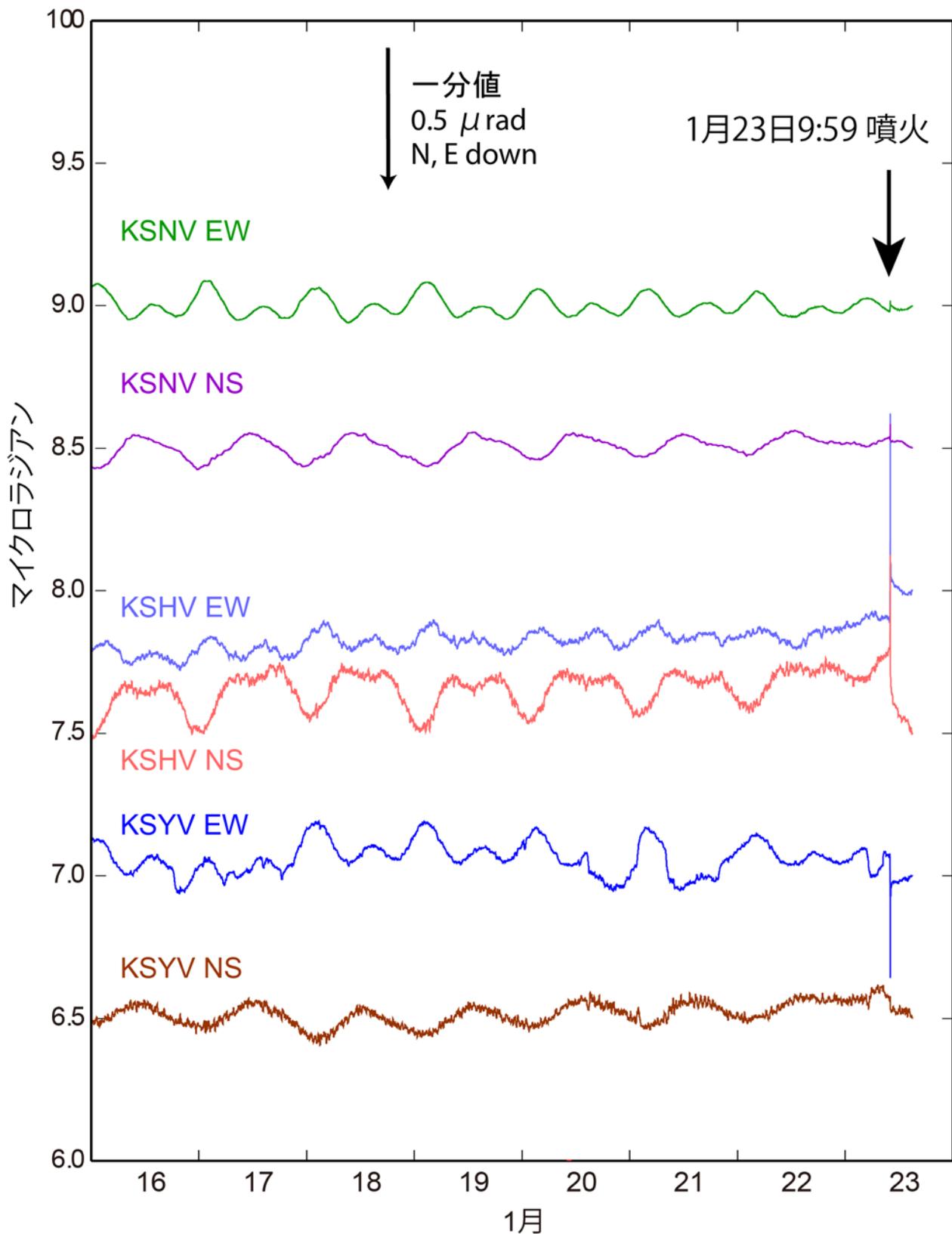


図5 草津白根山の3か所の火山観測施設の傾斜計データ（2018年1月16日～23日15:00）。噴火が発生した9:59に噴火に伴う傾斜変動が観測されている。

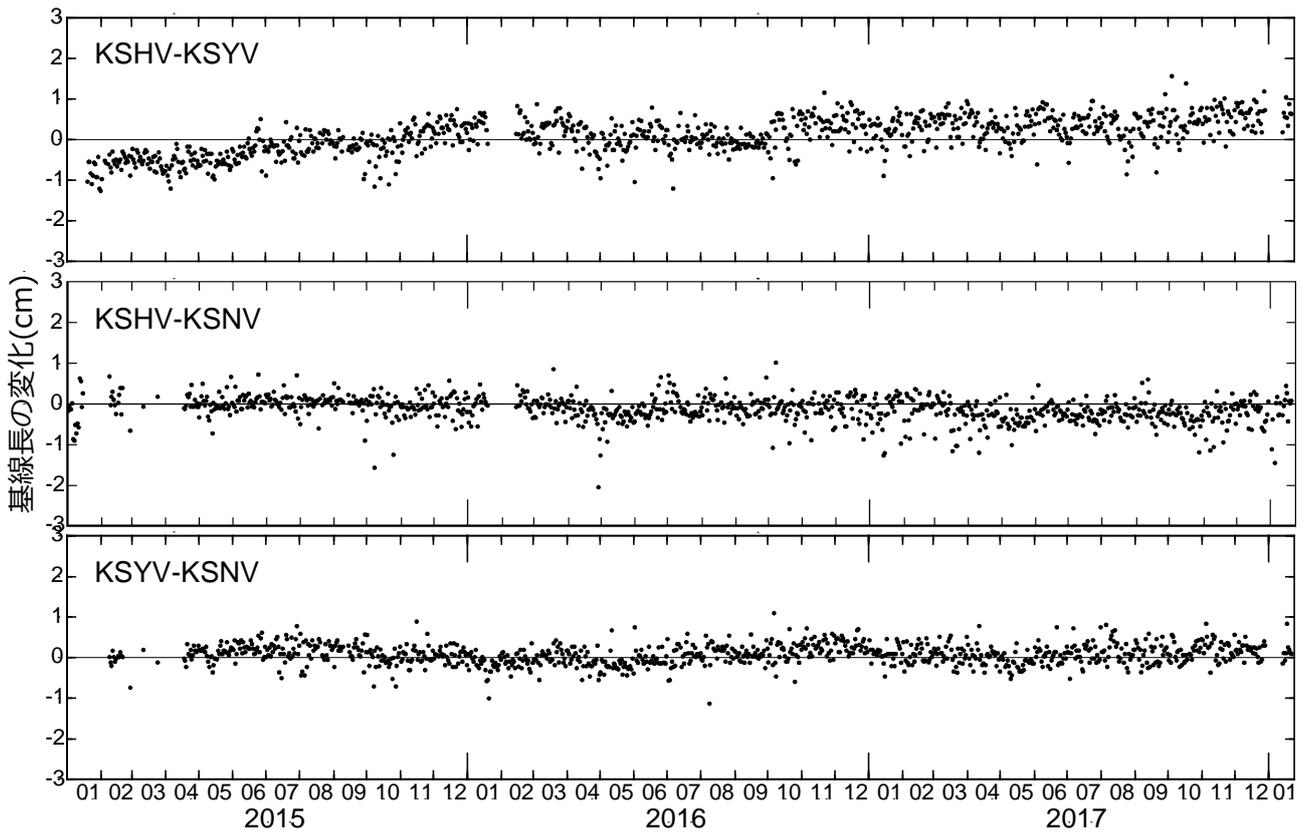


図6 GNSS データによる草津白根山の3か所の火山観測施設間の基線長変化 (2015年以降-2018年1月22日まで)。噴火前に顕著な地殻変動は観測されていない。KSHV-KSYV間で長期的な伸びが観測されているが、火山活動との関連は不明である。

F-net 広帯域地震計によって観測された 2018年1月23日草津白根山噴火に伴う長周期地震動

防災科学技術研究所が日本全国に展開する広帯域地震観測網(F-net)により、2018年1月23日草津白根山噴火時に捉えられた長周期地震動の記録を紹介する。図に示すように、噴火の報告された時間帯において、数十秒の長周期帯の地震動の伝播が日本列島の広い範囲で確認できる。この地震動の励起は主に2回に分けてみられ、10:00頃(図1の青矢印)および10:02頃(図1の赤矢印)に草津白根山付近から周辺に伝播している。10:00頃に発生した地震動に比べ、10:02頃に発生した地震動の振幅は3倍程度大きな振幅(図2)を示す。

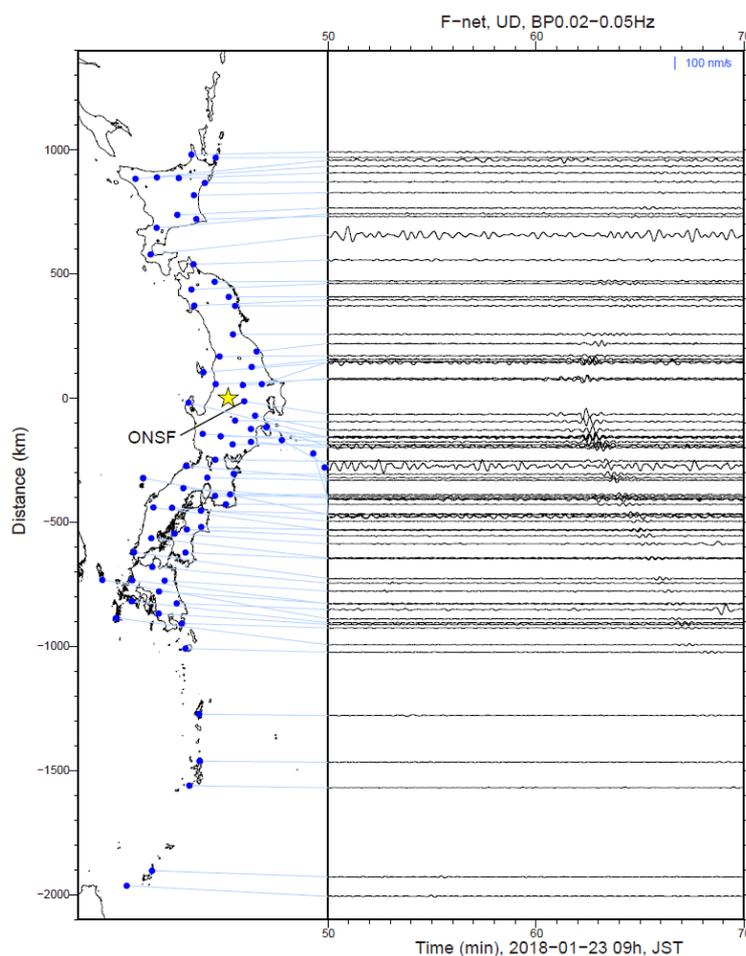


図1 防災科研広帯域地震観測網(F-net)観測点の上下動広帯域地震計記録について、帯域通過フィルターを適用した地震波形。(a) 波形記録を示したF-net観測点の位置(青丸)。星印は草津白根火山の位置を示す。(b) 20~50秒の帯域で帯域通過フィルターを適用した地震波形。噴火に伴うと考えられる地震動の励起が見られる時刻を、青および赤矢印で示した。

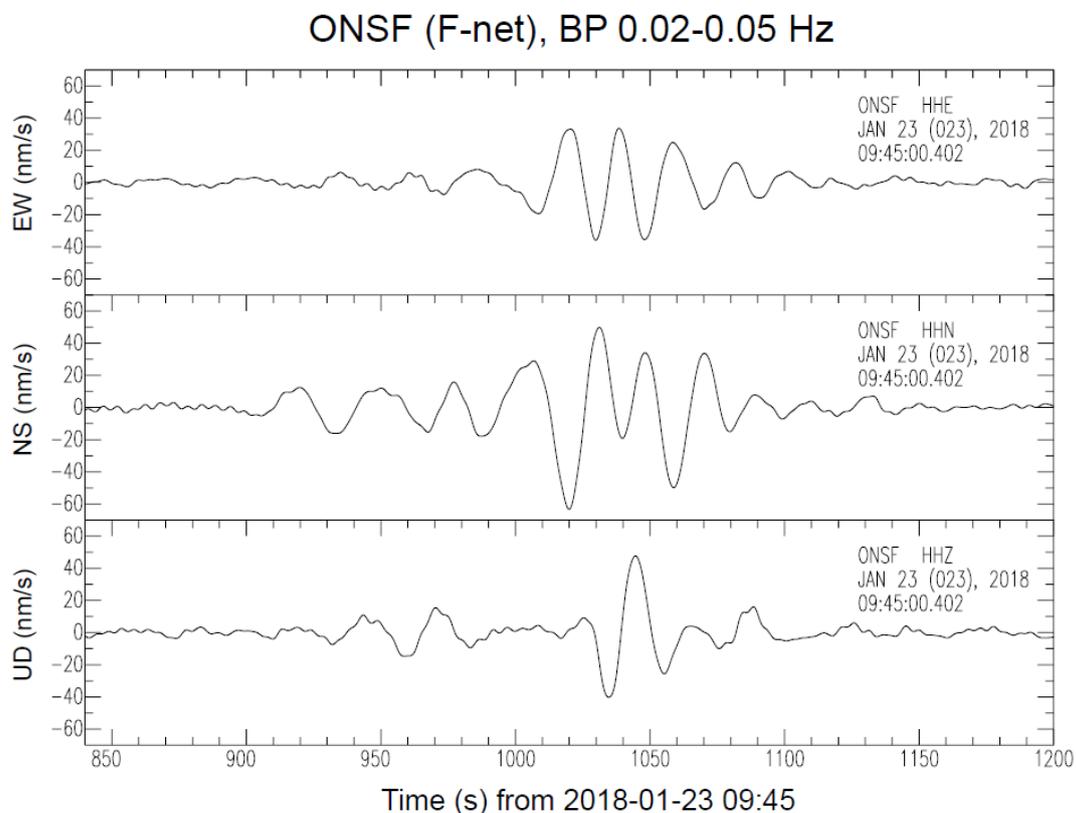


図2 F-net 鬼石(ONSF)観測点の3成分広帯域地震計記録について、20~50秒の帯域で帯域通過フィルターを適用した地震波形。鬼石(ONSF)観測点の位置は、図1(a)に示した。

防災科学技術研究所
産業技術総合研究所
2018年1月24日

2018年1月23日の草津白根山噴出物構成粒子の特徴

防災科学技術研究所・火山研究推進センターは産業技術総合研究所と共同で2018年1月23日の草津白根山（本白根山）噴火の噴出物の観察を行った。その結果、この噴出物の約8割以上は既存の山体の構成物を起源とする粒子により占められることが分かった。この特徴から、今回の噴火は水蒸気噴火である可能性が高い。

観察した試料は10時頃に本白根山・鏡池北火砕丘から北東約500mの Gondola 座席に堆積し、気象庁により採取されたものである。観察には水洗・篩分けした125~500 μm の粒子を用いた。

1月23日噴火の噴出物（図1）は、全体の約8割が白色粒子（H）と様々な程度に変質した岩片（L）からなり、H粒子には熱水変質の証拠である黄鉄鉱がしばしば付着する（図2）。そして、約1割はガラス光沢を呈する緻密～発泡した粒子（G）（図3）、残りの約1割は結晶片である。

構成物の約8割を占める変質粒子（H, L）は既存の山体の構成物だと考えられる。また、G粒子とL粒子の間で変質具合が徐々に変化するため、G粒子は既存の山体のうち比較的変質を受けていない部分だった可能性がある。従って、この噴出物の大半は既存の山体の構成物だったと考えられ、今回の噴火は水蒸気噴火であった可能性が高い。ただし、G粒子の成因については今後の検討を要する。

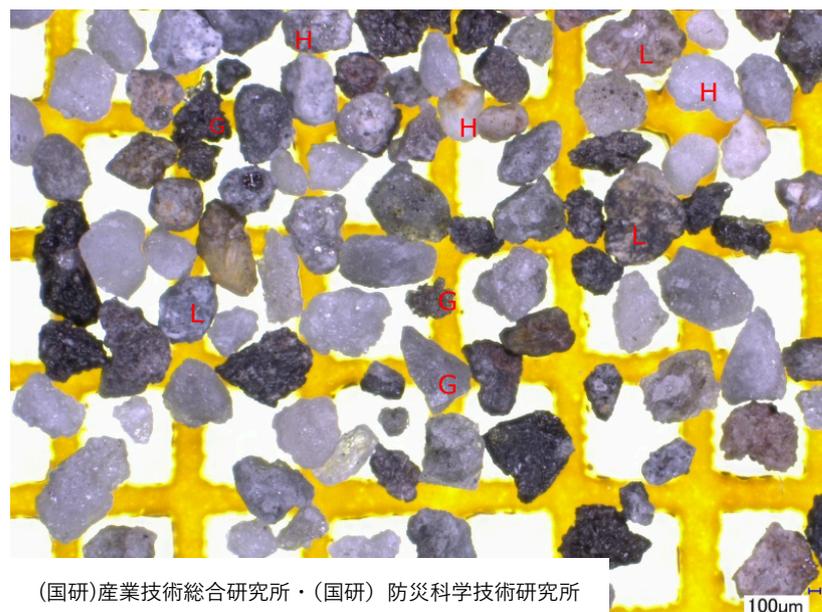


図1. 2018年1月23日の草津白根山（本白根山）噴出物の構成粒子（250-500 μm ）。H: 白色

粒子. L: 変質した岩片. G: ガラス光沢を呈し緻密～発泡した粒子.

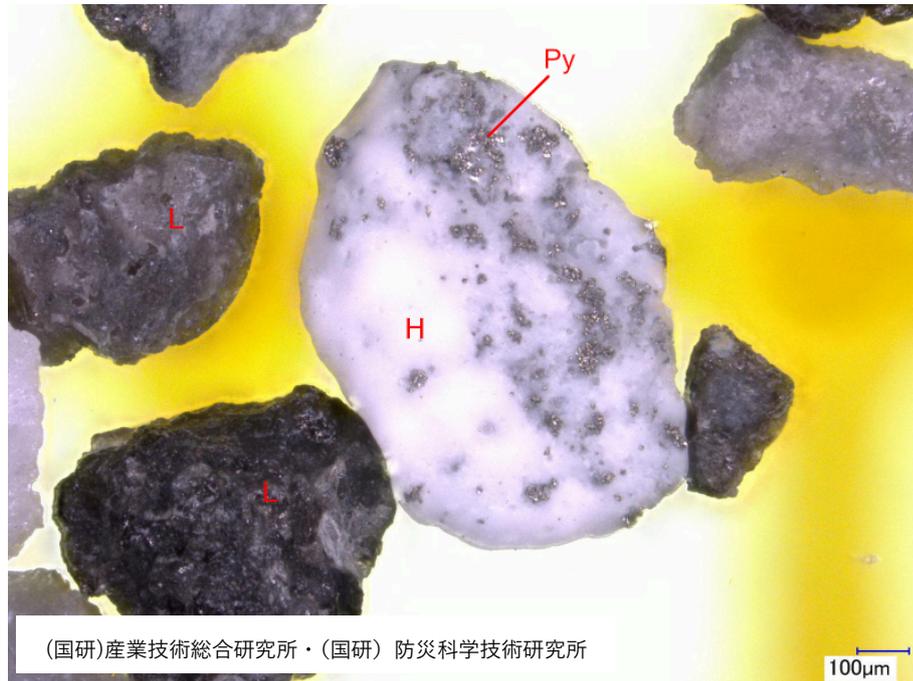


図 2. 2018 年 1 月 23 日の草津白根山（本白根山）噴出物の構成粒子（250-500 μm ）. H: 白色粒子. L: 変質した岩片. H 粒子には黄鉄鉱（py）の付着が見られる.

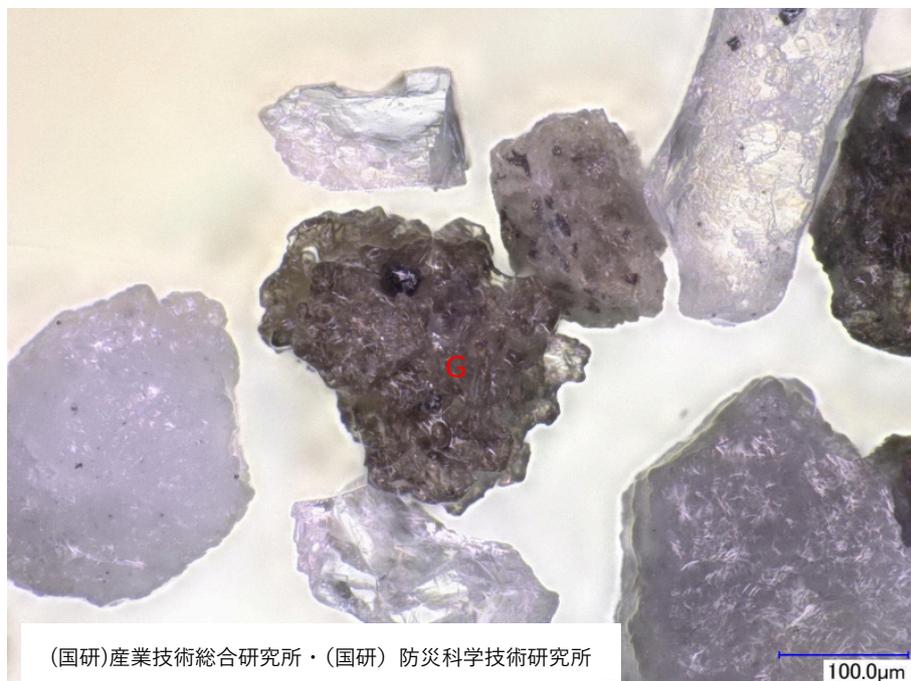
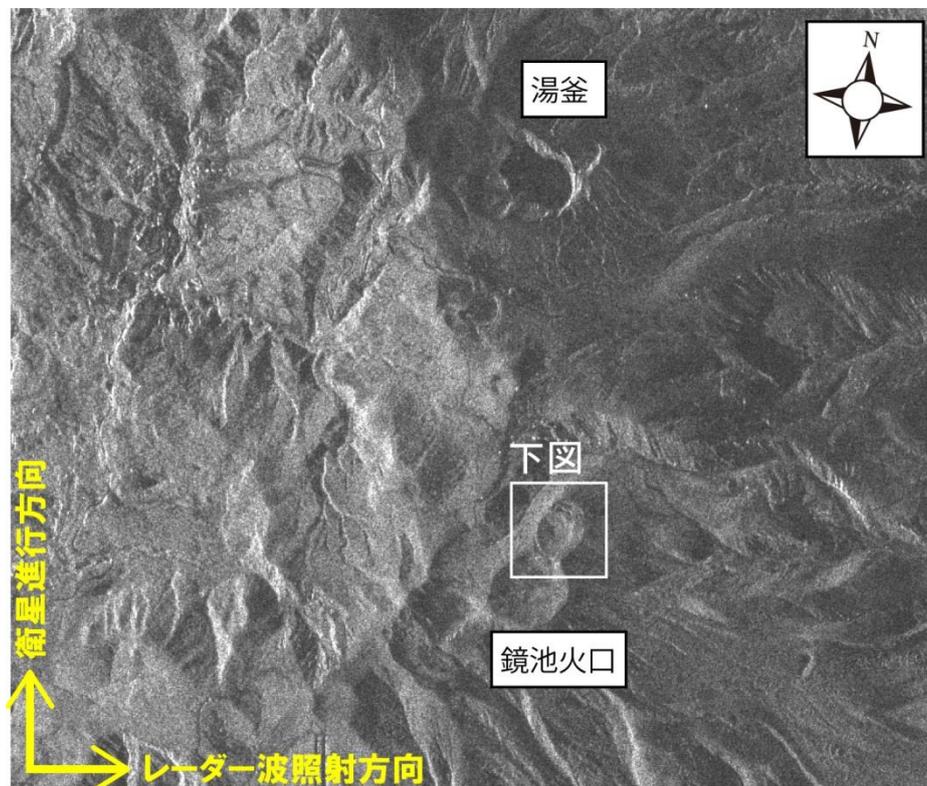


図 3. 2018 年 1 月 23 日の草津白根山（本白根山）噴出物の構成粒子（125-250 μm ）. G: ガラス光沢を呈する緻密～発泡した粒子.

だいち2号・PALSAR-2 による火口周辺の地表変化

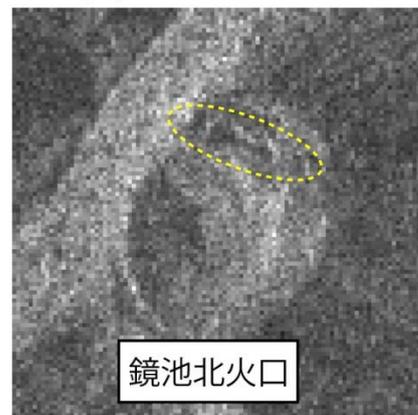
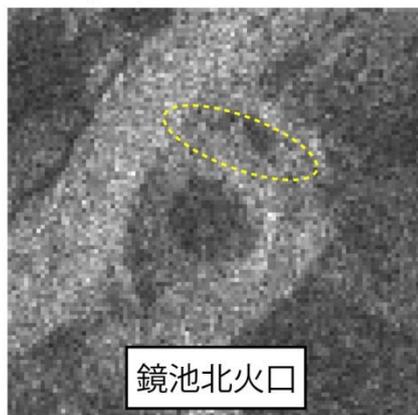
- 本白根山鏡池北火口北縁部に地形の変化が生じたことを示唆する散乱強度分布が見られた（第1図）。
- 2017年11月7日から2018年1月16日の期間（噴火前の約2か月）に、本白根山周辺の地表変動を示す有意な変化は見られなかった（第2図）。

観測日：2018/1/24、2014/11/5、観測時：23時51分（JST）
軌道：北行軌道、観測方向：右方向、入射角：約51度
観測モード：SM1、地形ひずみ補正：なし



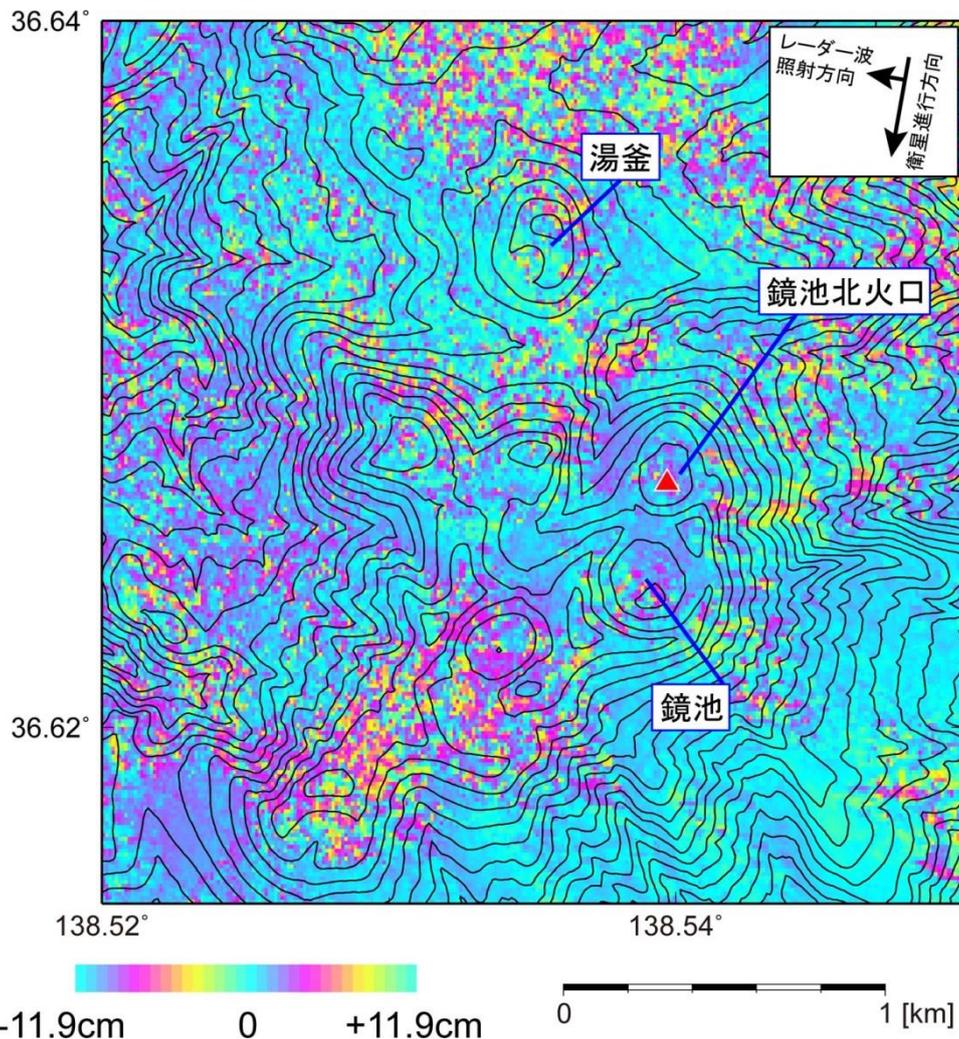
2014/11/5

2018/1/24



第1図 噴火前後に取得された PALSAR-2 画像の比較

観測日：2017/11/7、2018/1/16、軌道：南行軌道、
観測方向：右方向、入射角：約 37 度、観測モード：SM1



第2図 PALSAR-2によって、2017/11/7と2018/1/16に観測されたデータを解析して得られた干渉画像。

謝辞. 本解析で使用した ALOS-2/PALSAR-2 データの一部は、東京大学地震研究所と宇宙航空研究開発機構 (JAXA) との共同研究契約に基づいて提供され、東京大学地震研究所特定共同研究(B)の課題(2015-B-02)において共有しているものである。また一部は、火山 WG から提供されたものである。ALOS-2/PALSAR-2 の原初データの所有権は JAXA が有する。解析および図の作成においては、国土地理院の基盤地図情報 10m メッシュ DEM を使用した。

草津白根山噴火に伴う火山性震動現象

- 2018年1月23日10時から11時にかけて、噴火開始から噴石などの噴出物落下が観測された時期の震動現象（全27イベント）を解析した。データは上下動成分0.1-10Hzを使用した。
- ほとんどのイベント波形は紡錘形（第1図a）であったが、第1図b,cのように**周期5秒程度の長周期成分**を含んでいるものもあった。
- 振幅の距離減衰を利用した手法で震源推定を行った。残差が15%以下の場合を第2図a,bに載せる。**震動源は鏡池北火口付近に集中**した。手法の精度や妥当性は今後調べる必要があるが、この共通の傾向から、今回解析した震動現象は噴火に関連して発生したと考えられる。

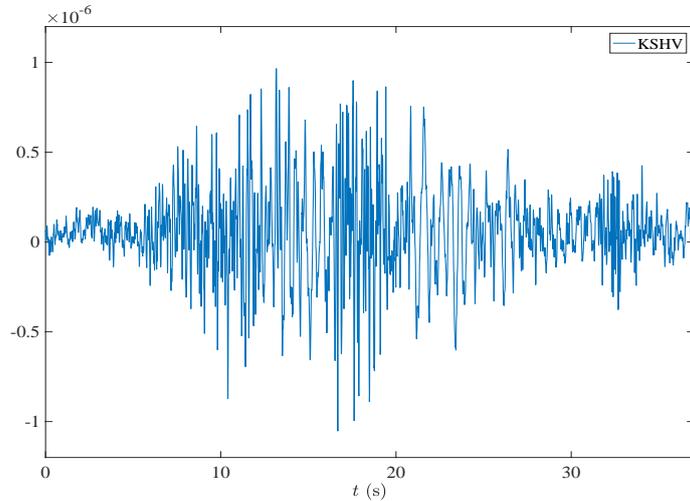
謝辞. 解析および図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ（標高）とGoogle Mapを使用した。

解析に使用した観測点

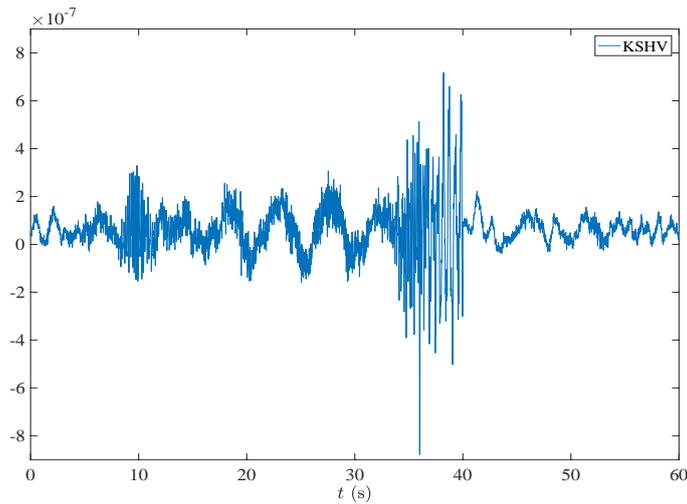
観測点名	観測点コード	所属	緯度(N)	経度(E)	センサー標高(m)
干俣	KSHV	防災科研	36.61494	138.4994	1520
谷沢原	KSYV	防災科研	36.63390	138.59224	1056
二軒屋	KSNV	防災科研	36.57869	138.57097	845

拡大幹事会資料

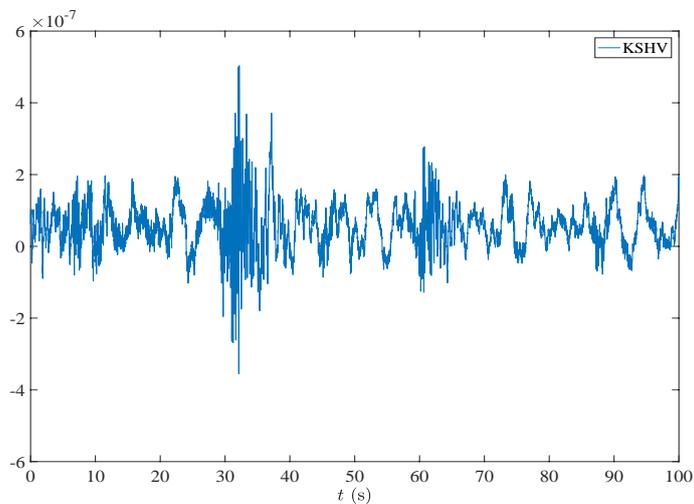
防災科学技術研究所



第1図 a. HSHV 点における代表的な震動 (1月23日 10時32分に発生)



第1図 b. HSHV 点における長周期成分を含む震動 (1月23日 10時45分に発生)

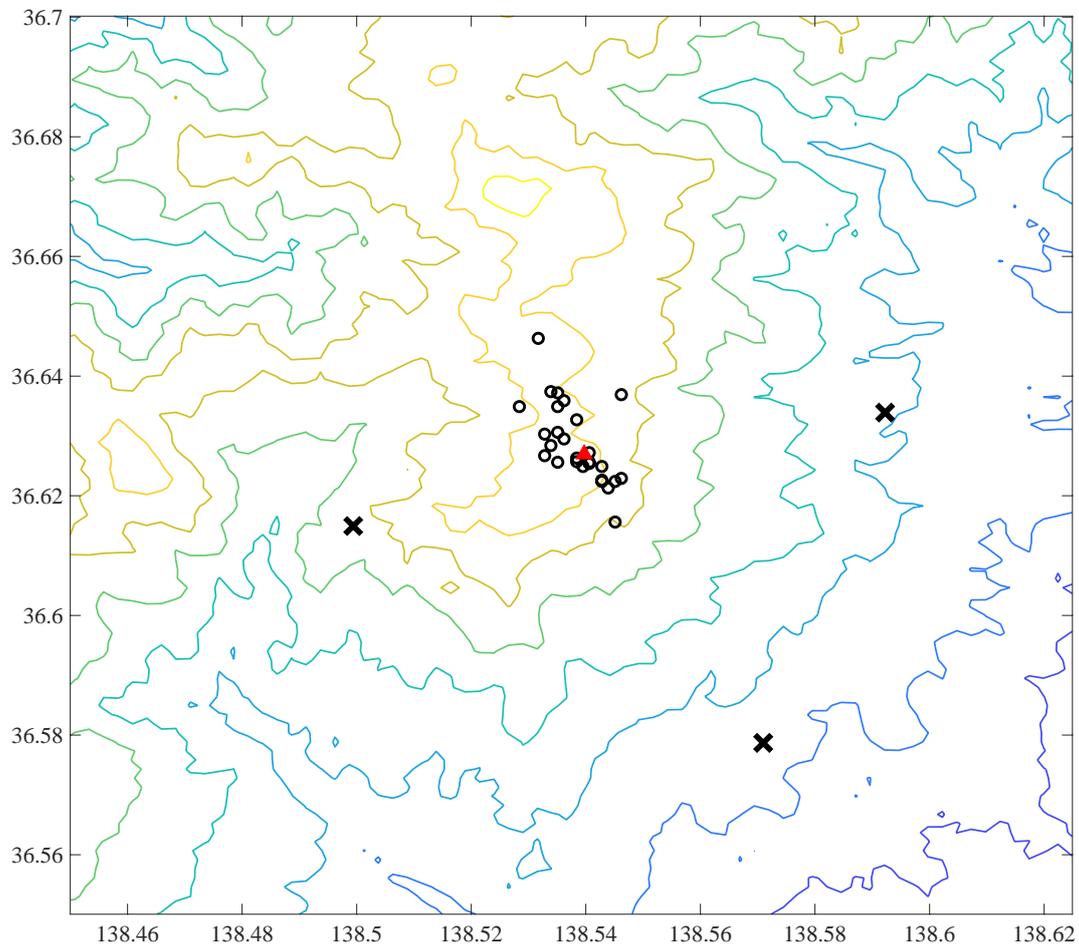


第1図 c. HSHV 点における長周期成分を含む震動 (1月23日 10時50分に発生)

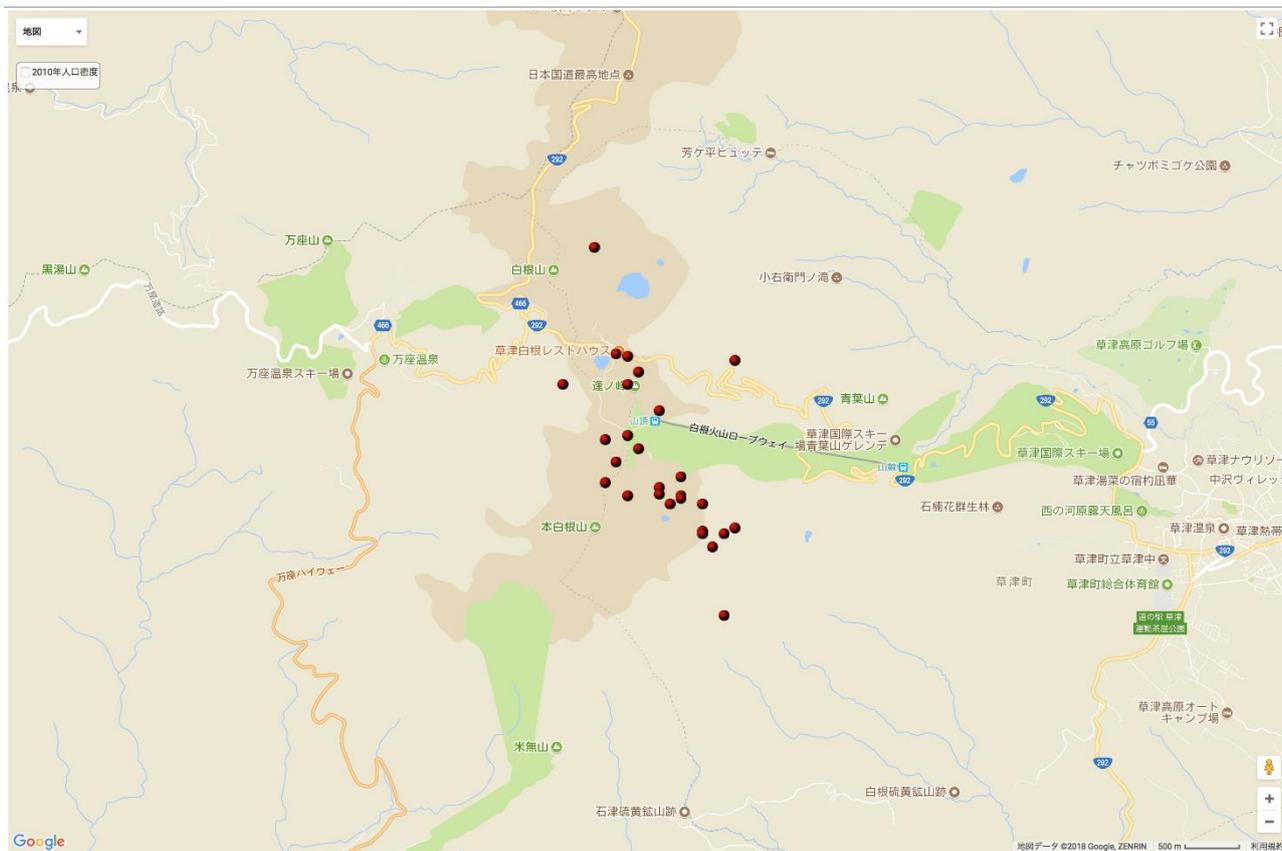
草津白根山

拡大幹事会資料

防災科学技術研究所



第2図 a. 全27イベントの推定震源(○)と鏡池の北火口(▲)、観測点(✕)の位置を示す。震源推定の探索深さは、標高から地下2kmまでとした。震源の深さ方向は地下1.96kmから地表付近である1.69kmまで幅広い範囲を持っていた。



第2図 b. 全27イベントの推定震源位置（●）をGoogle Map上にプロットした。

補足

震源推定に必要な各観測点の振幅増幅率は、遠方深部地震と近傍深部地震の coda 波から算出した。

基盤的火山観測網 (V-net) で記録された

草津白根山の2018年1月23日噴火に伴う広帯域地震記録

2018年1月23日に草津白根山で発生した噴火に伴い、基盤的火山観測網 (V-net) において周期が10秒を超える顕著な長周期の地震動が記録された。図1に、干俣 (KSHV)、二軒屋 (KSNV)、谷沢原 (KSYV) の各観測点で観測された上下動広帯域地震記録から、ノイズ等の影響が少ないと思われる周期10秒から100秒の帯域の信号を抽出した波形を示す。最下段には、KSHVにおける孔井式短周期地震計で記録された上下動地震記録を示す。長周期の地震波は3600秒以降に各観測点に到来し、続く3700秒以降には周期20秒程度の大振幅の位相が記録されている。図2と図3には、図1において青と赤で示した時間窓における粒子軌跡を示す。図2における粒子軌跡は、鏡池北火口 (赤三角) の直下の領域から各観測点に向けての直線的な振動を示す。なおこの結果は速報であり、今後の振幅補正等によって結果が変わる可能性がある。

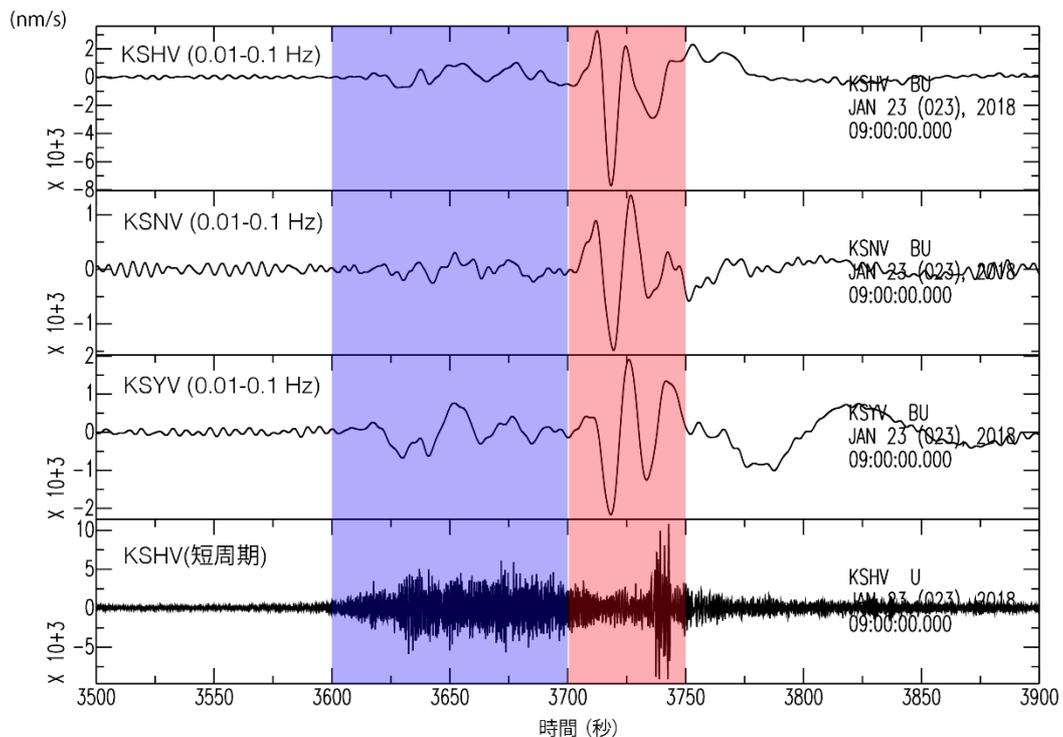


図1. 基盤的火山観測網で記録された上下動広帯域地震記録

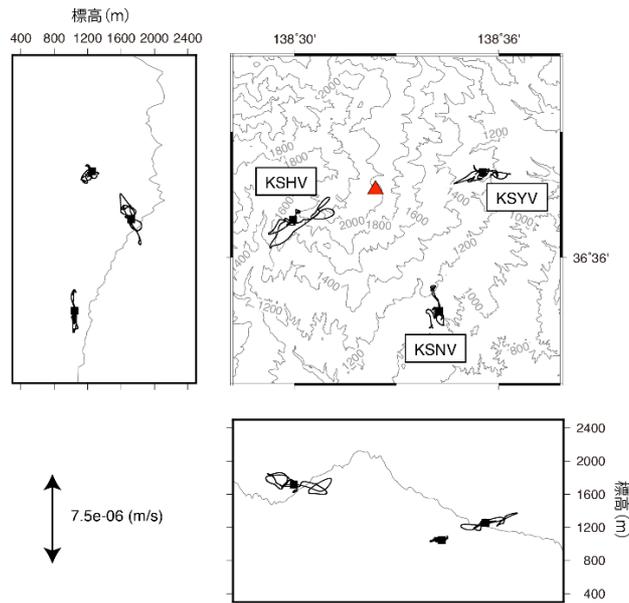


図2. 図1において青色で着色された時間窓（3600–3700秒）における各観測点での広帯域地震記録の粒子軌跡。赤三角は鏡池北火口の位置、黒四角形は観測点の位置ならびに軌跡の開始点を示す。

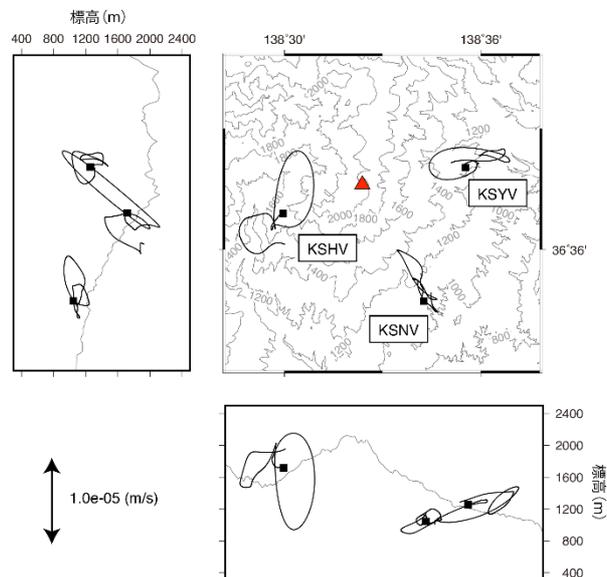


図3. 図1において赤色で着色された時間窓（3700–3750秒）における各観測点での広帯域地震記録の粒子軌跡。

地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 10mメッシュ(標高)を使用した。

草津白根山 2018 年 1 月 23 日噴火の降灰調査報告(速報)

草津白根山 2018 年 1 月 23 日噴火で堆積した火山灰について、火口から 6~9 km 程度離れた山麓地域で 1 月 23 日の夜間および 24 日早朝に分布調査を行った。

火口から約 6.2 km 離れた中之条町元山のチャツボミゴケ公園付近では、積雪表面から 1~3cm 位下に厚さ 1~2 cm 程度の灰色の火山灰に薄く染まった雪の層があった。その中には粒径最大 6 mm 程度の砂サイズ以下の火山灰からなる凝集粒子(現場では凍っていて固い)が散在していた(図 1)。

上下の雪ごと定面積採取した火山灰試料を乾燥し重量を測定した結果、火口から東北東方向に降灰分布軸があり、チャツボミゴケ公園付近で 90 g/m² 程度、同町小倉付近で 40 g/m² 程度の降灰があったと考えられる(図 2)。火山灰堆積密度を 1400 kg/m³ として 20~80 g/m² の等重量線をもとに Fierstein and Nathenson (1992) の方法を用いて見積もった概略堆積量は約 2000t である。一般的に小規模噴火では噴出物堆積量の距離減衰が火口近傍ほど著しいので、火口近傍の調査結果を含まないこの推定値は噴出量下限値の目安程度と考えられる。

以上の結果は今後の精査により修正されることがある。また、各機関が調査した結果と統合されて噴出量の詳細な推定などに利用される予定である。

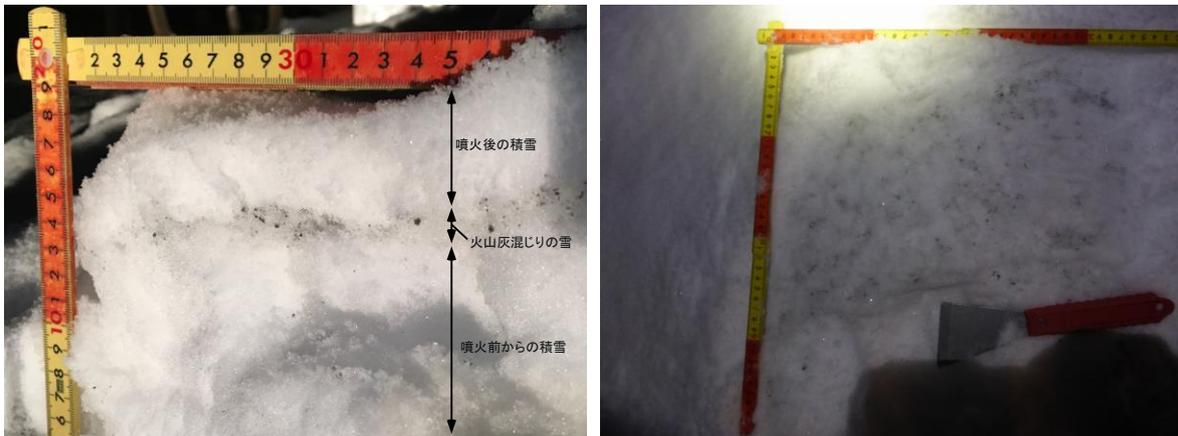


図1.チャツボミゴケ公園入口付近での火山灰堆積状況。

左:積雪断面にあらわれた火山灰。右:積雪表面から火山灰粒子の多い層準までを剥いだ状態。

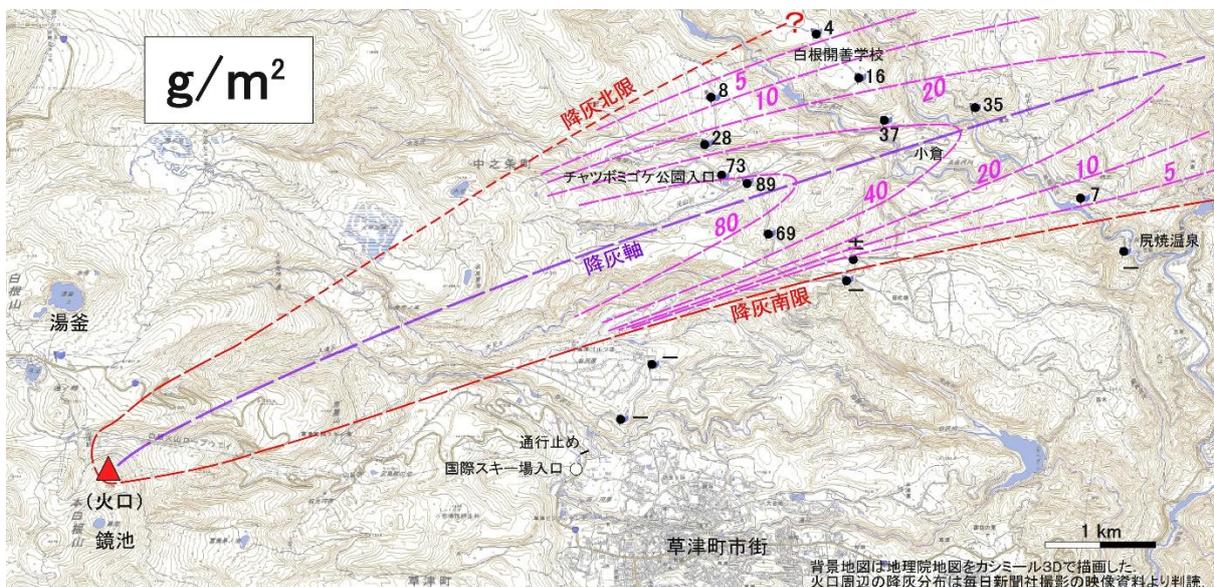
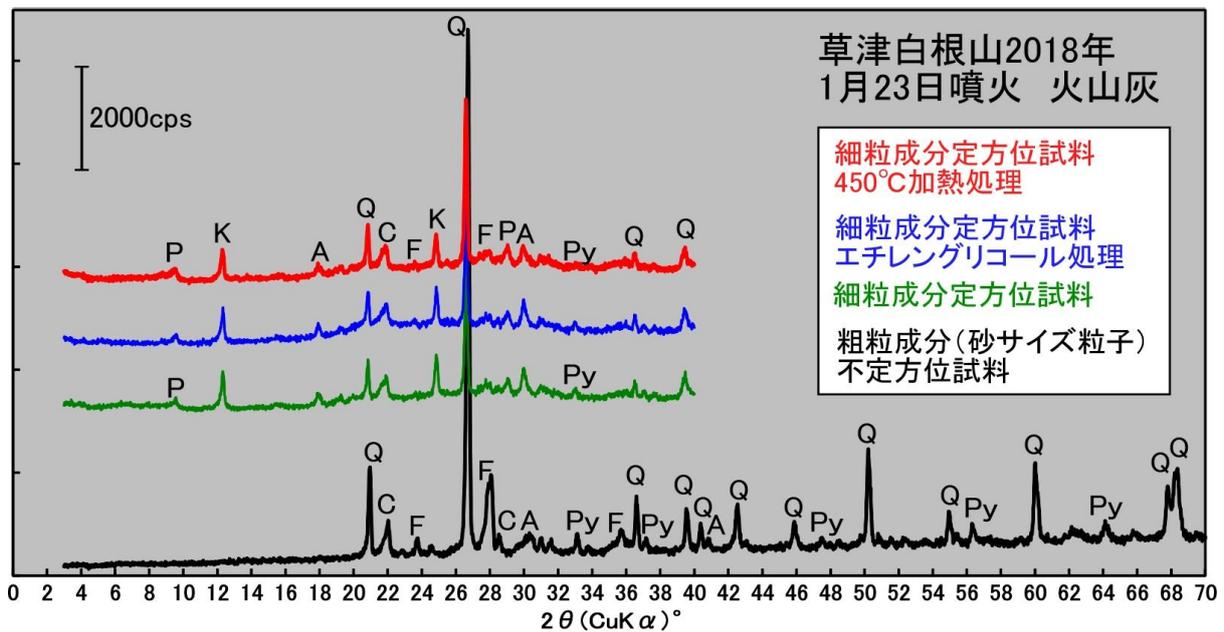


図2. 2018 年 1 月 23 日噴火の降灰量分布(暫定版)。

草津白根山 2018 年 1 月 23 日噴火の火山灰に含まれる粘土鉱物(速報)

草津白根山 2018 年 1 月 23 日噴火で山麓に降下した火山灰は比較的細粒であり、粘土分を多く含んでいた。構成する鉱物を明らかにするため予察的な粉末 X 線回折 (XRD) 実験を行なった。使用した試料は 1 月 23 日に火口から約 6.2 km 離れた地点 (中之条町元山のチャツボミゴケ公園入口) で採取した。試料は大量の雪と一緒に採取されたため、前処理段階で全体が水に分散した状態となり火山灰全体での測定はできなかった。そこで不定方位試料の測定には砂サイズ粒子を集めて粉末にしたものを使用した。測定装置は日本大学文理学部地球科学科設置の RIGAKU MiniFlex を使用した。

測定の結果、不定方位試料では黄鉄鉱・Na ミョウバン石・クリストバライト・石英・長石(斜長石)等に由来するとみられるピークが検出された。細粒粘土成分の定方位試料の測定では、さらに 7Å および 9.3Å の底面間隔をもつ粘土鉱物 (カオリン鉱物とパイロフィライト) が含まれることが分かった。このような鉱物組み合わせは酸性の比較的高温な熱水変質帯に由来する物質が主に噴出したと考えると説明できる。



K:カオリン鉱物 P:パイロフィライト Py:黄鉄鉱 A:Naミョウバン石 C:クリストバライト Q:石英 F:長石

図1. 2018 年 1 月 23 日噴火の降下火山灰の X 線回折実験結果。

謝辞：日本大学文理学部の竹村貴人教授と金丸龍夫博士には X 線回折装置使用の御許可を頂きました。記して感謝いたします。