草津白根山の火山活動（2017 年１月～2017 年６月８日）＊

Volcanic Activity of Kusatsu-Shiranesan Volcano (January 2017 – June 8, 2017)

気象庁地震火山部火山課
火山監視・警報センター
Volcanic Division, Japan Meteorological Agency
Volcanic Observation and Warning Center

○　概況

１．噴気など表面現象の状況（第１図、第３～７図、第８－１図①、第８－２図④）

2017 年４月 22 日及び５月 16 日から 18 日にかけて実施した現地調査では、2016 年の観測と同様に、引き続き湯釜火口壁北側、水釜火口の北から北東側の斜面に地熱域が認められた。一部の地点で 2015 年と比較して温度の上昇が認められた水釜火口北側斜面や湯釜火口内壁では、2016 年の観測結果と比較して大きな変化は認められなかった。

奥山田（湯釜の北約 1.5㎞）に設置してある気象庁の監視カメラによる観測では、引き続き湯釜北側噴気地帯の噴気孔から噴気が認められた。逢ノ峰山頂（湯釜の南約１㎞）に設置してある気象庁の監視カメラによる観測では、引き続き湯釜からの噴気は認められなかった。

２．地震活動（第８－１図②③④、第８－２図①②③⑤、第９図、第 16 図）

火山性地震は概ね少ない状態で経過した。

火山性微動は観測されなかった。

３．地殻変動（第８－１図⑤、第 10～16 図）

GNSS 連続観測では、湯釜を挟む基線で 2014 年４月頃からみられていたわずかな伸びの変化は、2015 年４月頃より鈍化し、2015 年 11 月頃から停滞傾向が認められる。

2017 年５月 15 日から 17 日にかけて実施した GNSS 繰り返し観測では、引き続き湯釜近傍の収縮傾向がみられた。

傾斜観測では、火山活動によるとみられる地殻変動は認められなかった。

この資料は気象庁のほか、関東地方整備局、国土地理院、東京工業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た。

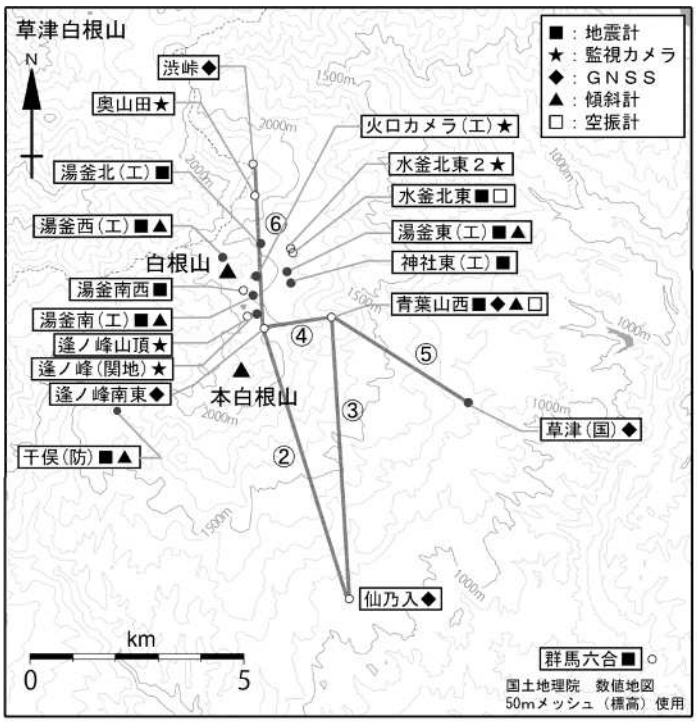
＊　2017 年 10 月 25 日受付

第１図　草津白根山　湯釜付近の状況

Fig. 1 Photographs in Yugama crater.

・左上図：奥山田監視カメラ（５月２日撮影）　右上図：逢ノ峰（山頂）監視カメラ（５月２日撮影）

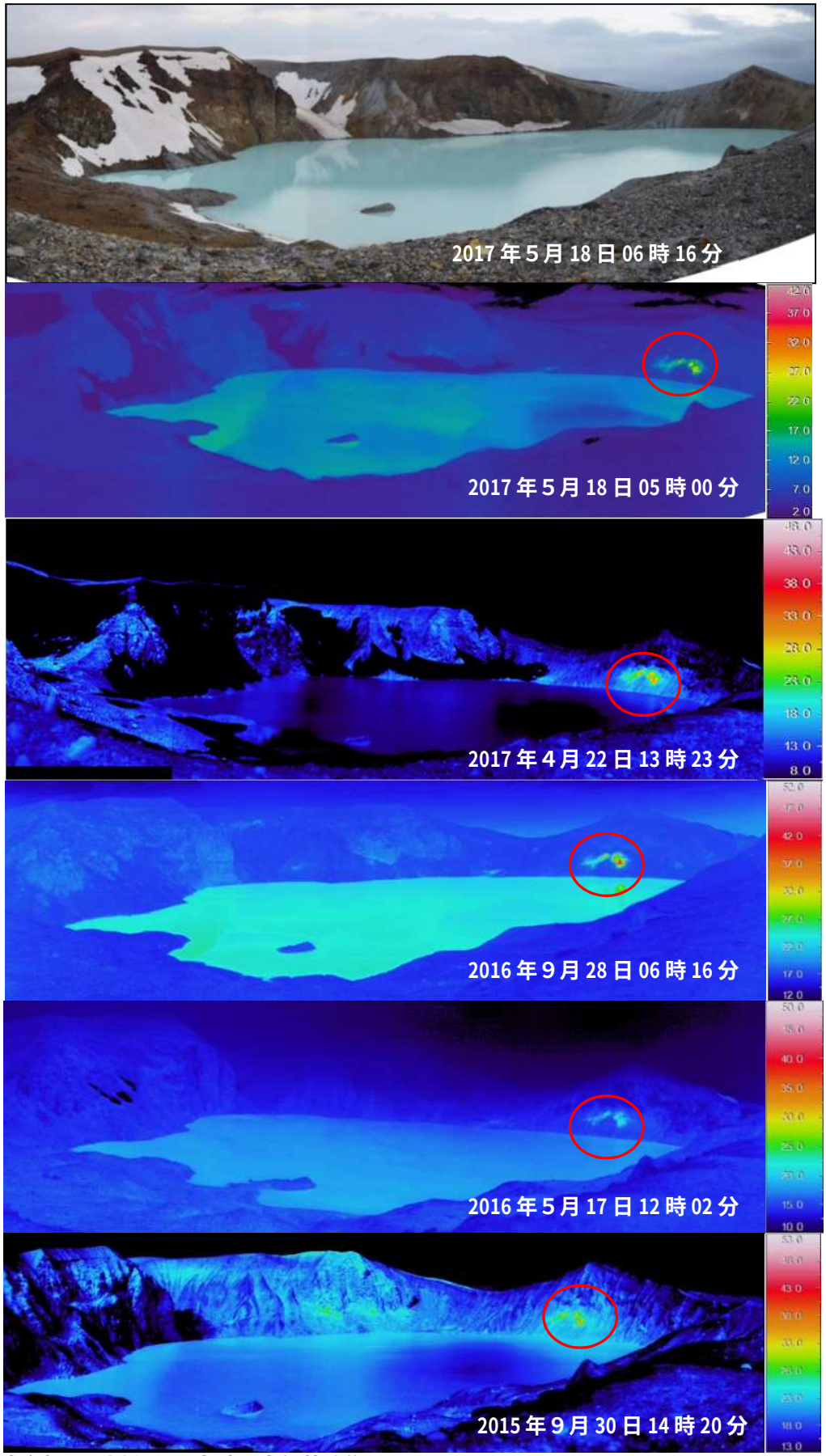
・左下図：東京工業大学監視カメラ（５月２日撮影）



第２図　草津白根山　観測点配置図

Fig. 2 Location map of observation sites in Kusatsu-Shiranesan.

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。

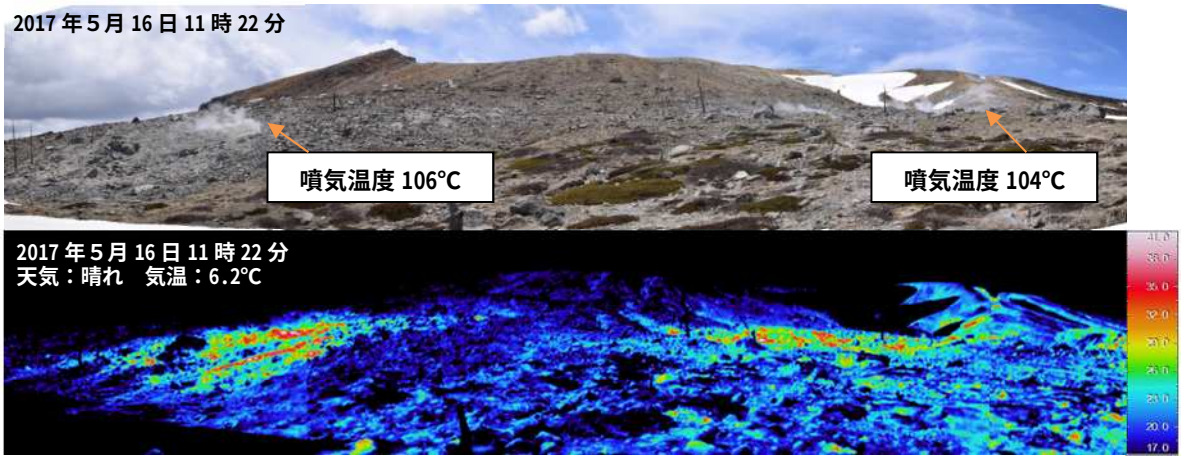


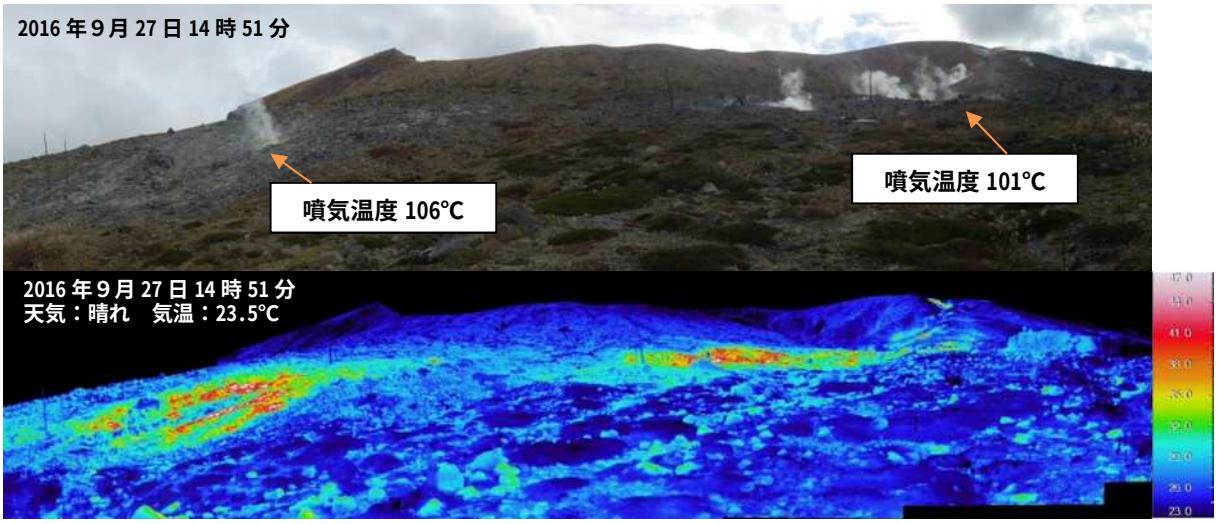
第３図　草津白根山　湯釜火口内壁の赤外熱映像

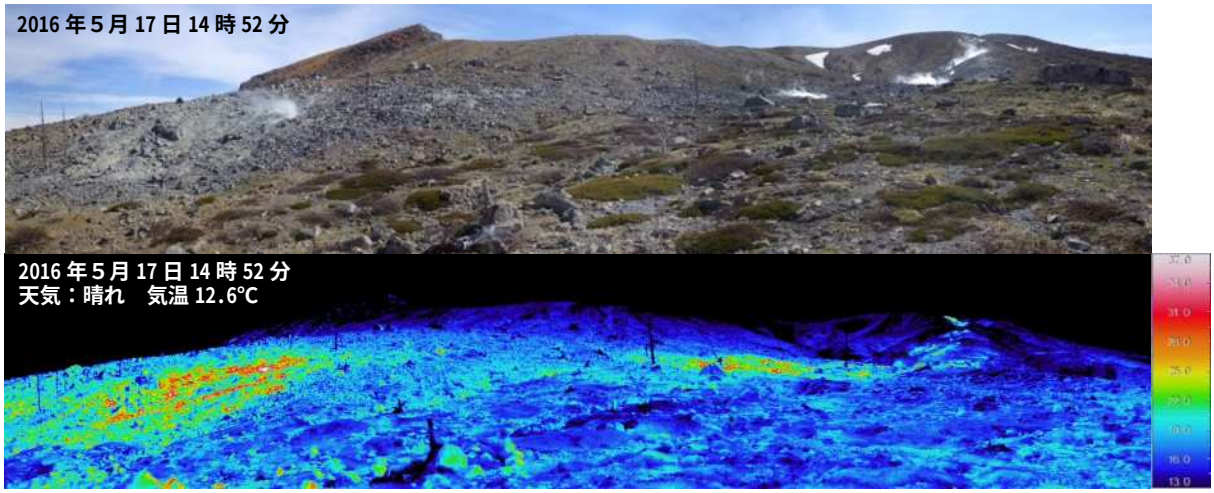
Fig. 3 Thermal images of inner wall of Yugama crater in Kusatsu-Siranesan.

・温度が上昇している可能性があった内壁の一部（赤丸部分）について、今年実施した観測では顕著な変化は認められない。

草津白根山



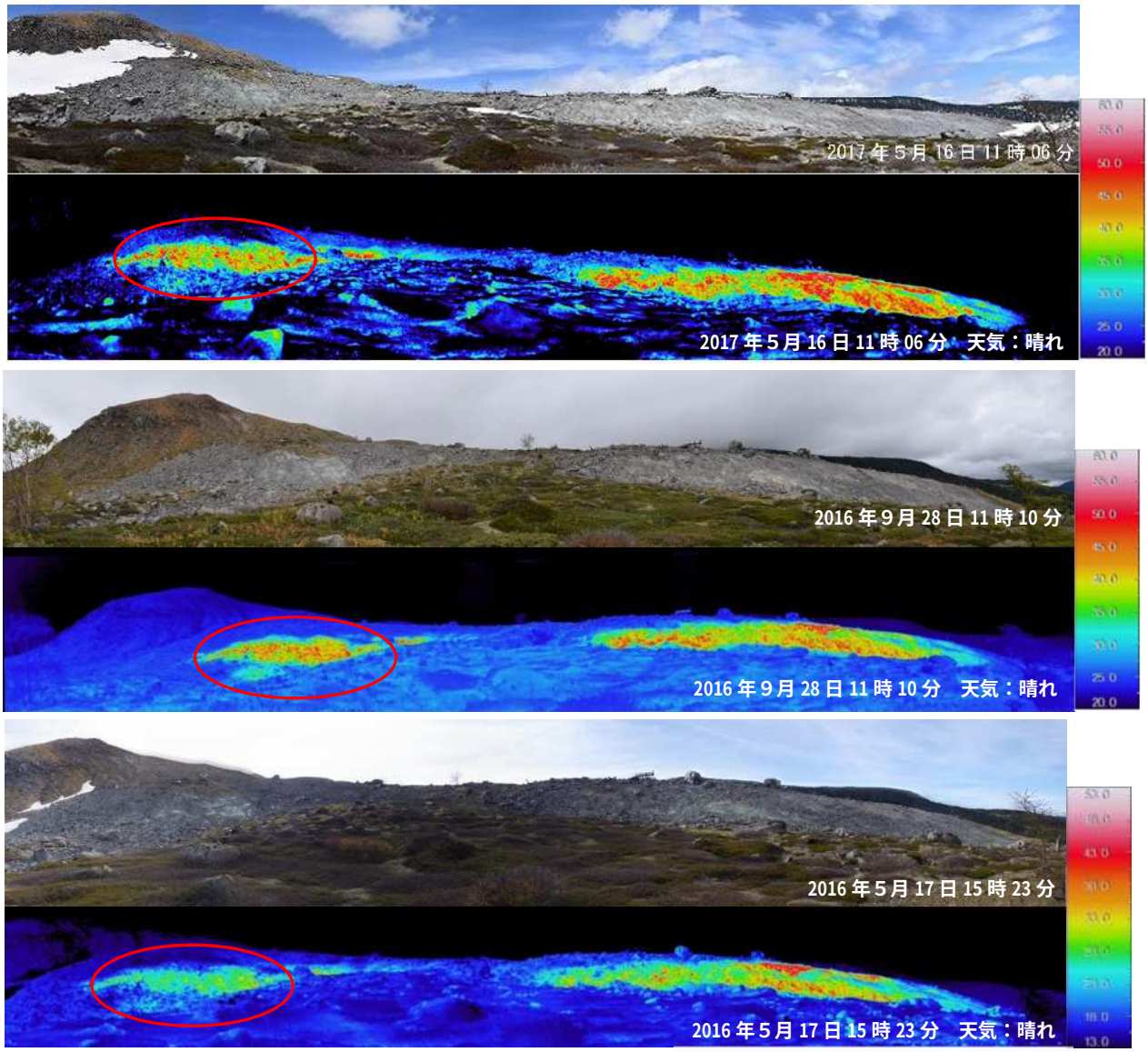




第４図　草津白根山　水釜火口北側斜面の状況

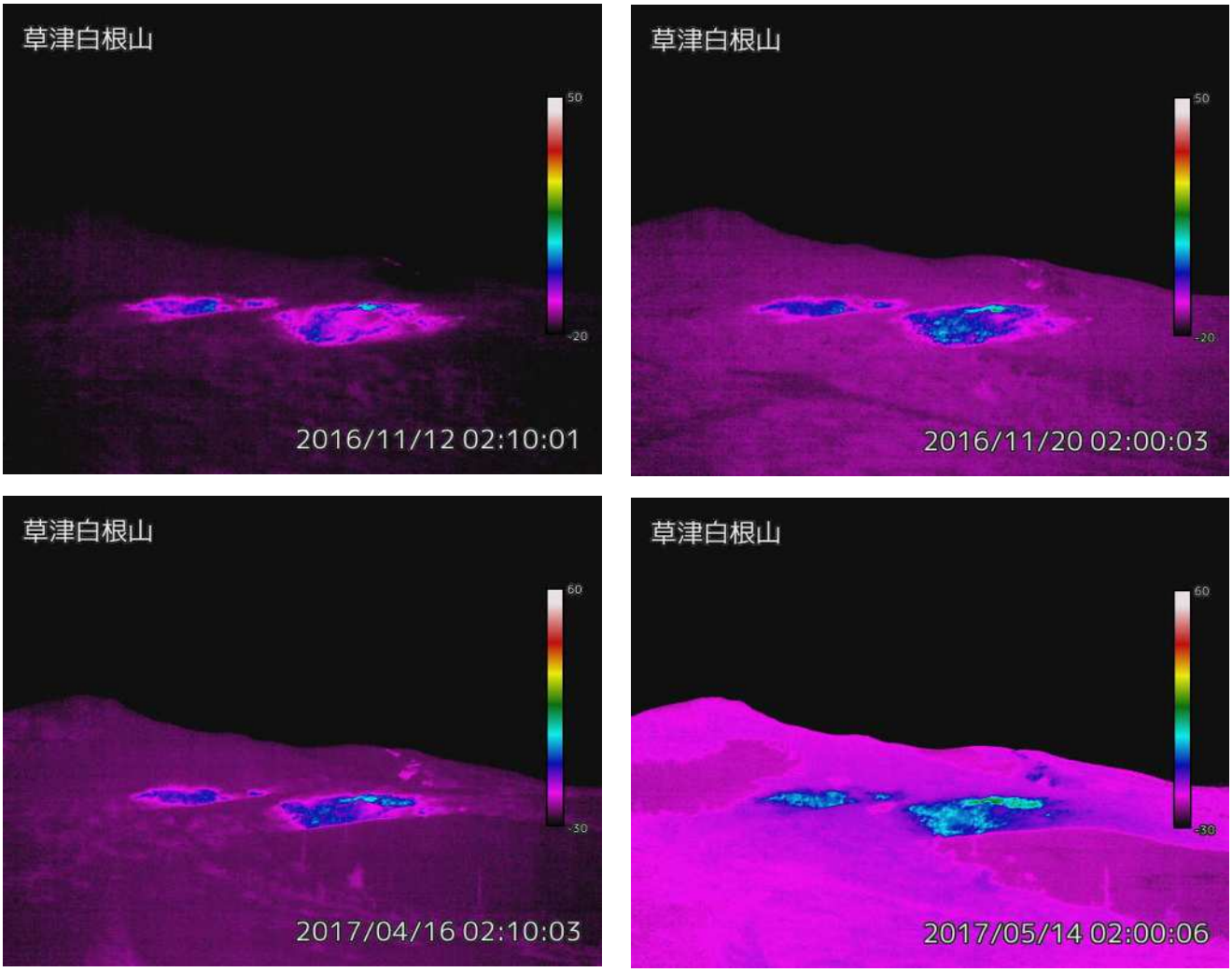
Fig. 4 Photographs and thermal images in northern slope of Mizugama crater in Kusatsu-Shiranesan.

・水釜火口北側斜面では、噴気の勢いが強い状態が継続していた。
・地表面温度分布や噴気温度に大きな変化は認められなかった。



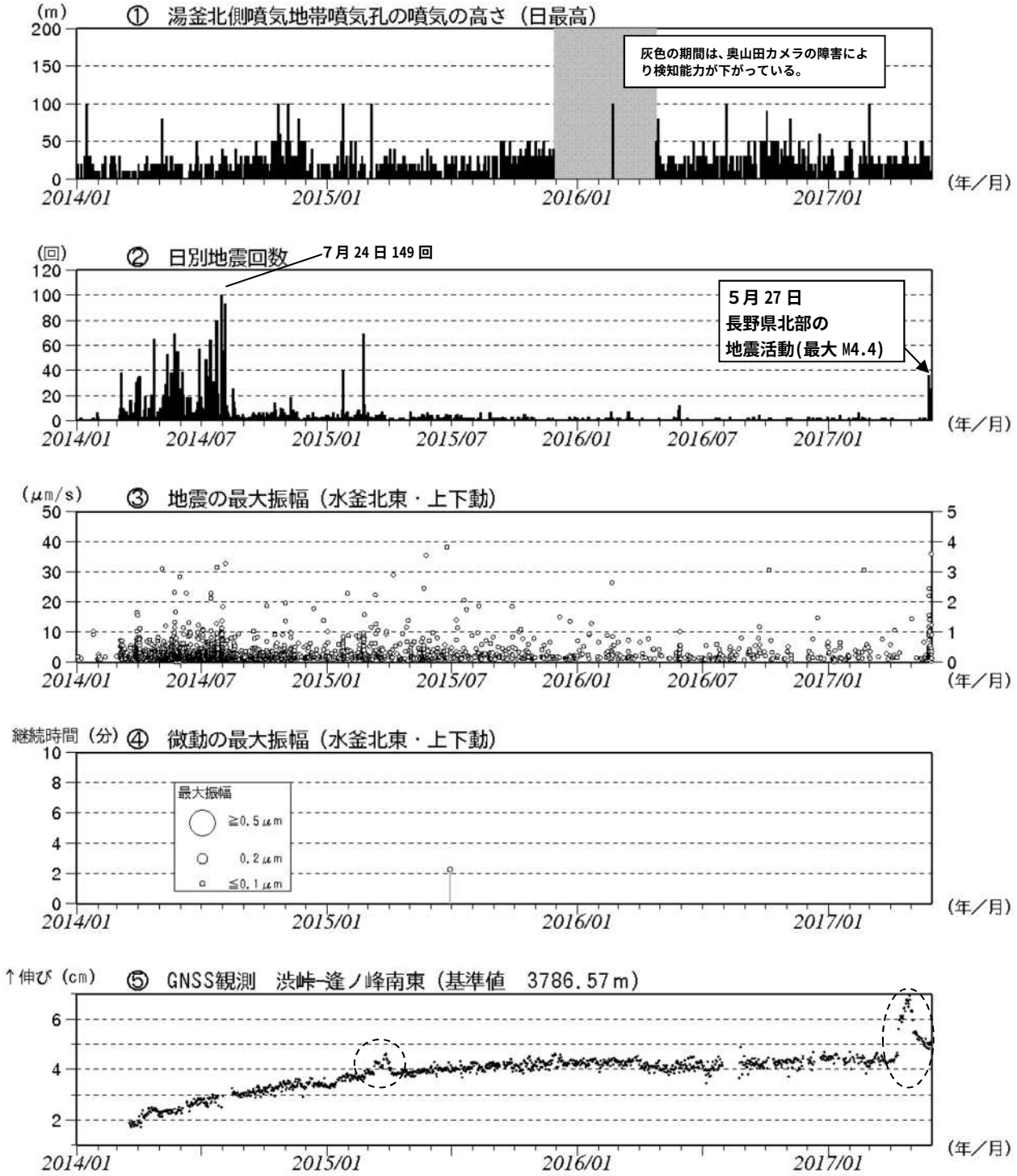
第５図　草津白根山　水釜火口北東部の状況
Fig. 5 Photographs and thermal images in northeastern part of Mizugama crater in Kusatsu-Shiranesan.
・温度が上昇している可能性があった水釜火口北東部の一部（赤丸）地熱域について、前回と大きな変化は認められなかった。

第６図　草津白根山　湯釜周辺図
Fig. 6 Map around Yugama erater of Kusatsu-Shiranesan.
：撮影方向
（①～③がそれぞれ第３図、第４図、第５図のおおよその撮影方向）



第７図　草津白根山　水釜北東２監視カメラによる水釜火口北東部の状況
Fig. 7 Thermal imanges in northeastern part of Mizugama crater in Kusatsu-Shiranesan, observed by Mizugama-hokuto2 monitoring camera.

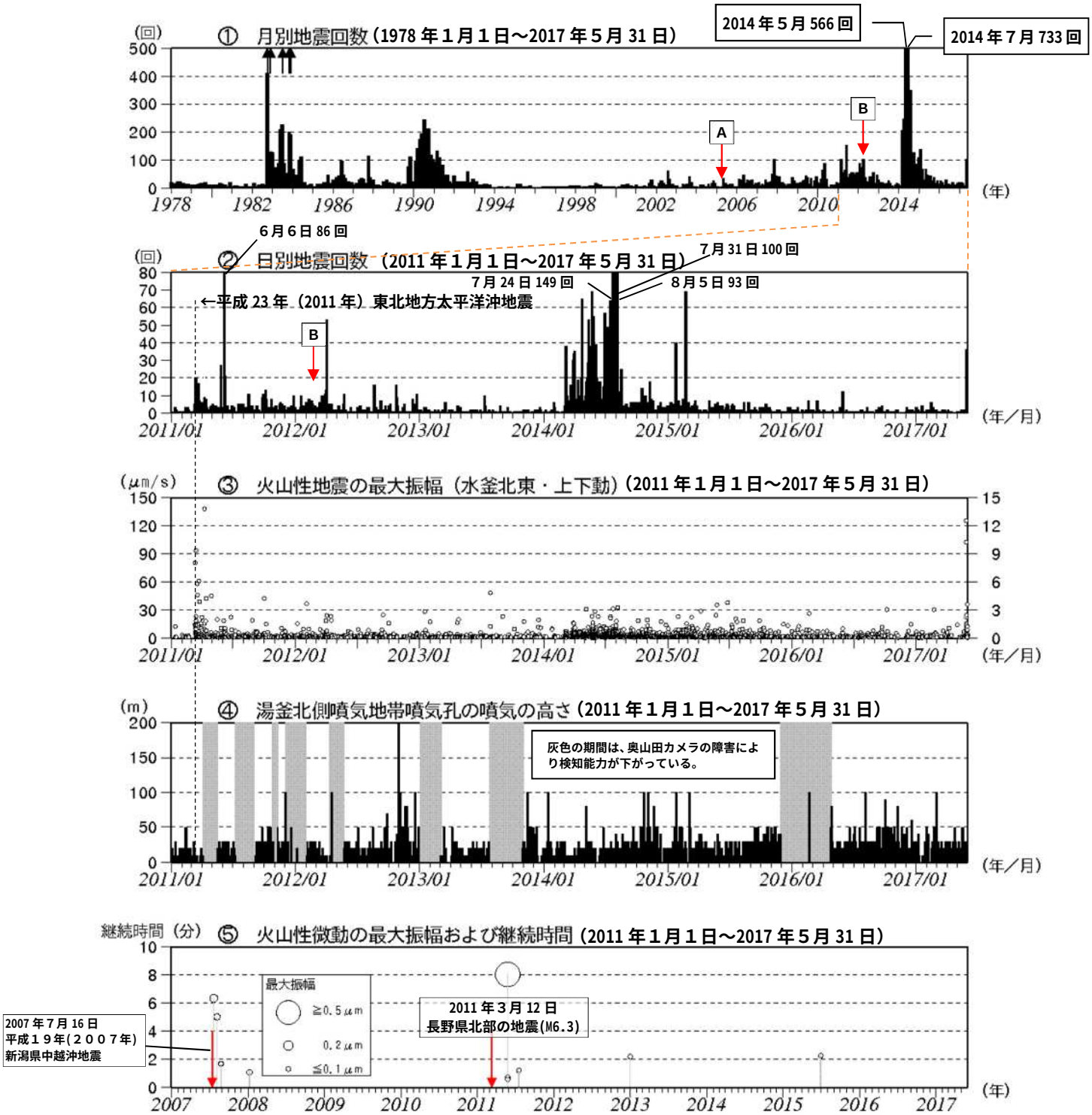
・水釜北東部の地熱域の広がりに変化はみられない。



第８－１図　草津白根山　最近の活動経過図（2014 年１月１日～2017 年５月 31 日）
Fig. 8 - 1 Volcanic activities of Kusatsu-Shiranesan from January 1, 2014 to May 31, 2017.

・グラフ番号①は９時・15 時の最高値を示す。グラフ番号⑤の空白期間は欠測を示す。
・2014 年３月上旬から湯釜付近及びその南側を震源とする火山性地震が増加した。その後、消長を繰り返しながら多い状態が継続していたが、2014 年８月下旬以降は概ね少ない状態で経過し、今期間は少ない状態であった。また、振幅の大きな火山性地震も観測されていない。
・火山性微動は 2015 年６月 28 日に発生して以降観測されていない。
・GNSS 連続観測では、湯釜を挟む基線で 2014 年４月頃からみられていたわずかな伸びの変化は、2015 年４月頃より鈍化し、2015 年 11 月頃から停滞傾向が認められる。
・⑤点線円の変化は火山活動によるものではないと考えられる。

草津白根山



第８－２図　草津白根山　火山活動経過図

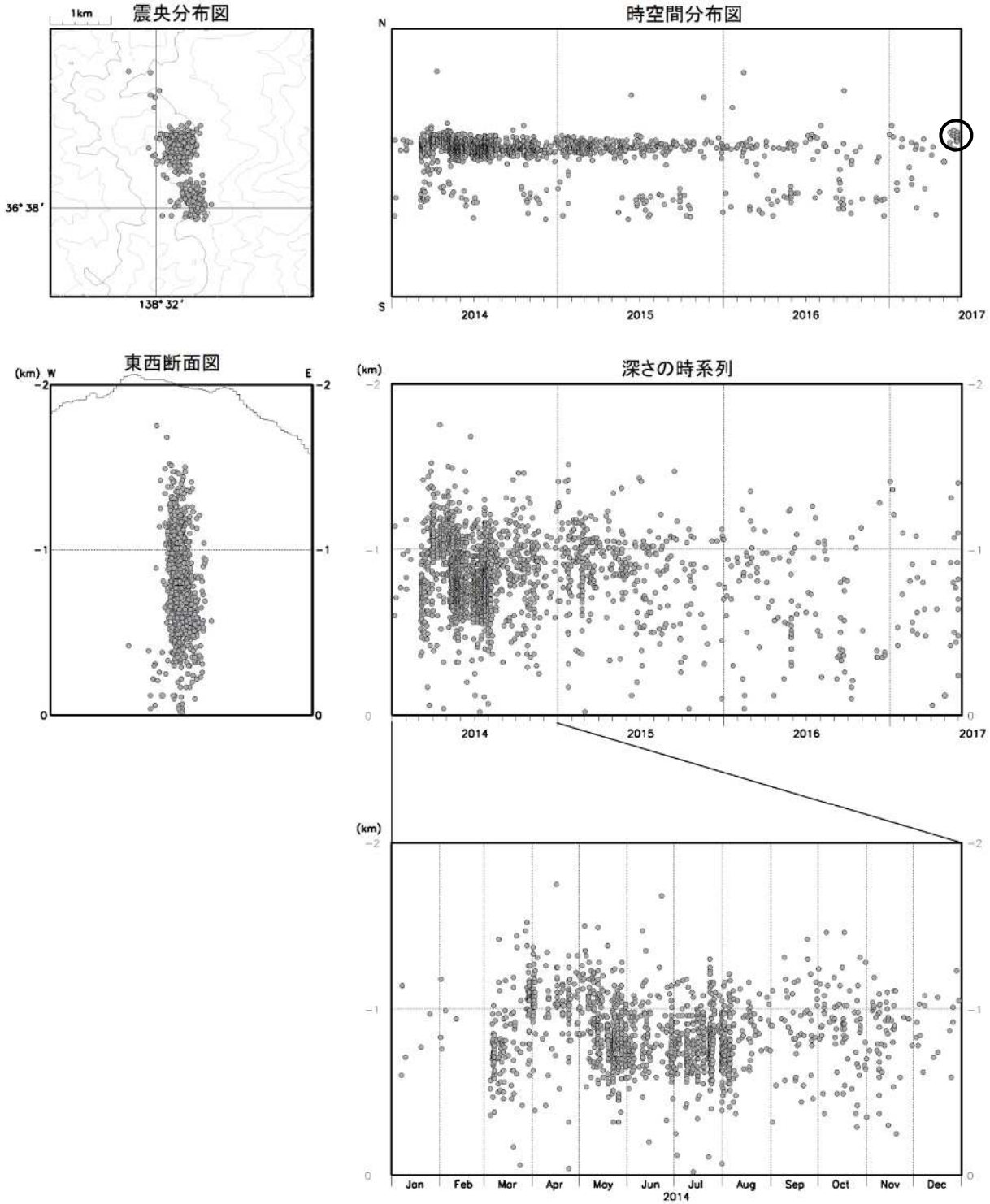
Fig. 8 - 2 Volcanic activities of Kusatsu-Shiranesan.

計数基準（Ａまで）：水釜北東振幅 0.05μm 以上、S-P 時間２秒以内　2005 年１月 21 日まで
（Ａ～Ｂ）：水釜北東振幅 1.0μm/s 以上、S-P 時間２秒以内　2005 年１月 21 日～2012 年２月 29 日まで
（Ｂ以降）：水釜北東振幅 1.0μm/s 以上、S-P 時間 1.5 秒以内　2012 年３月１日から
グラフ番号④は９時・15 時の最高値を示す。

注）①②　検測対象波形を変位から速度に変更（変更Ａ：回数に差が生じないよう計数基準を調整）。

・2014 年３月上旬から湯釜付近及びその南側を震源とする火山性地震が増加した。その後、消長を繰り返しながら多い状態が継続していたが、2014 年８月下旬以降は概ね少ない状態で経過した。
・火山性微動は 2015 年６月 28 日に発生して後観測されていない。

草津白根山



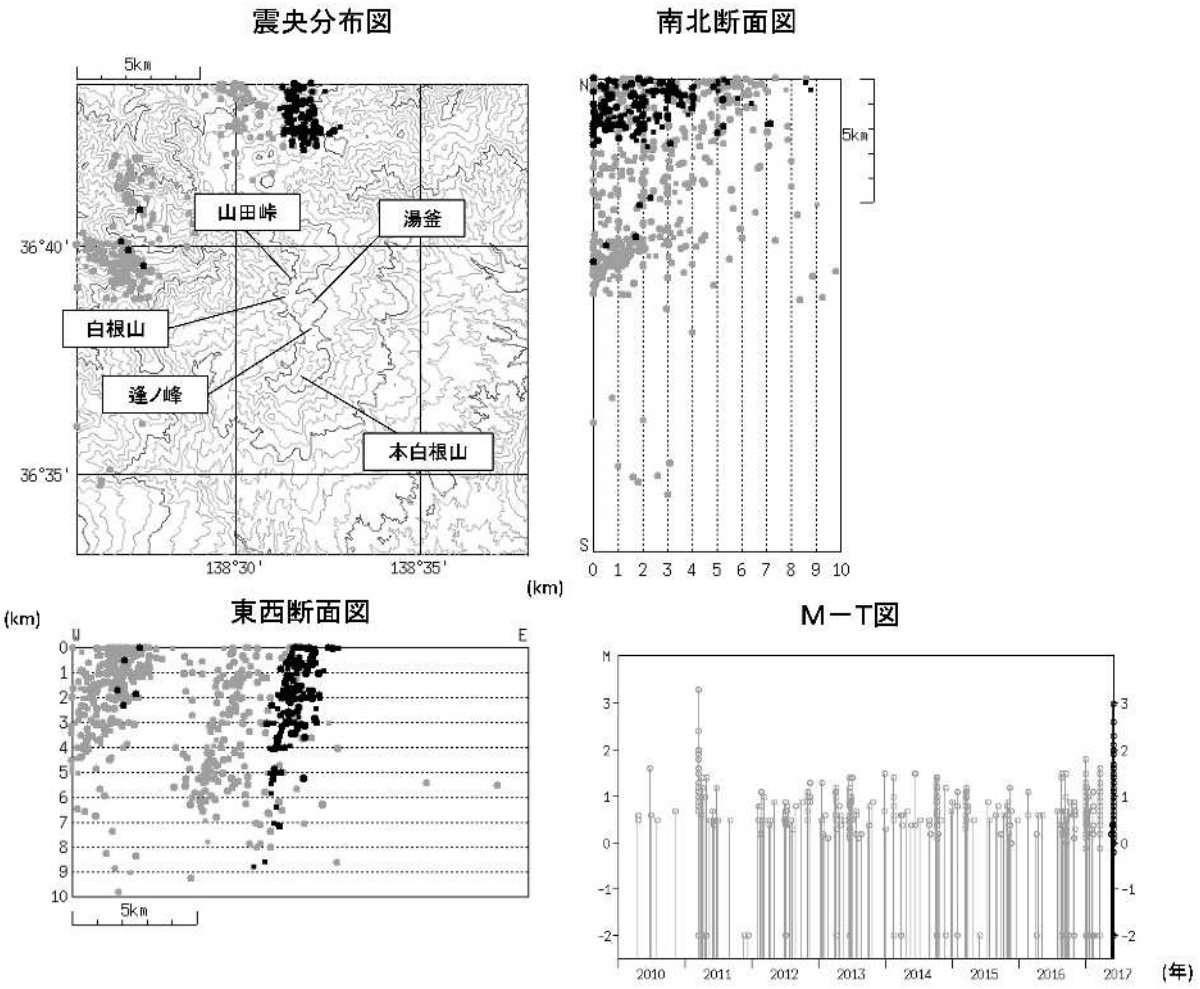
第９－１図　草津白根山　震源分布図（2014 年１月１日～2017 年５月 31 日）

Fig. 9 - 1 Hypocenter distribution of earthquakes of Kusatsu-Shiranesan from April 1, 2014 to May 31, 2017.

半無限均質速度構造（Vp=2.5㎞/s、Vp/Vs=1.73）
気象庁及び東京工業大学のデータを使用して計算
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』および『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。

・震源は湯釜付近及び逢ノ峰付近に分布する。
・地殻変動がみられ始めた 2014 年４月ころは、標高１㎞ 以浅の地震が目立つようになったが、2014 年５月中旬以降は、１㎞ 以浅の地震は少なくなっている。
・2017 年５月末の長野県北部地震（第９－２図参照）以降、湯釜北西の水釜付近（図中の○）で火山性地震がわずかながらも発生するようになっている。

草津白根山

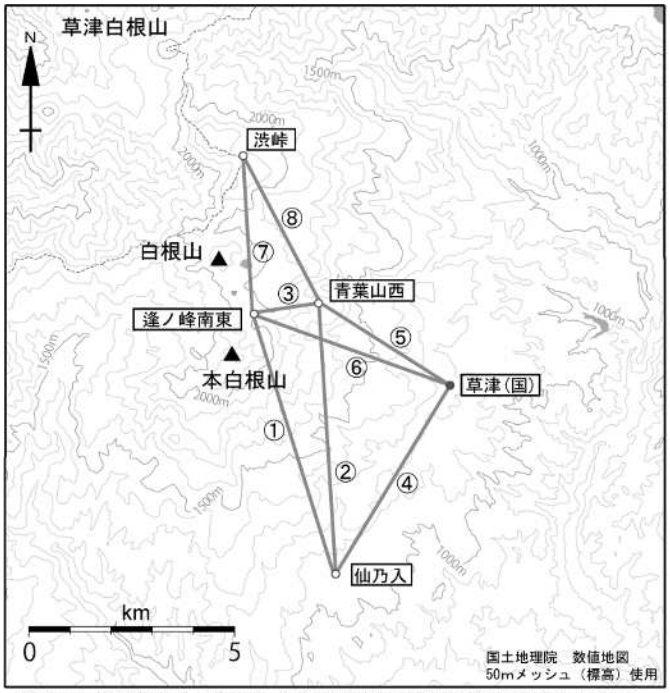


第９－２図　草津白根山　一元化震源による山体・周辺の地震活動（2010 年１月１日～2017 年５月 31 日）
Fig. 9 - 2 Hypocenter distribution of earthquakes of Kusatsu-Shiranesan from January 1, 2010 to May 31, 2017.

●：2010 年１月１日～2017 年４月 30 日　　●：2017 年５月１日～５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、半無限均質速度構造（Vp=2.5km/s、Vp/Vs=1.73）
気象庁及び東京工業大学のデータを使用して計算
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』および『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。

・５月 27～28 日に一時的に地震回数が増加した。この回数の多くは湯釜の北５㎞ 以北の長野県北部で発生した地震である。



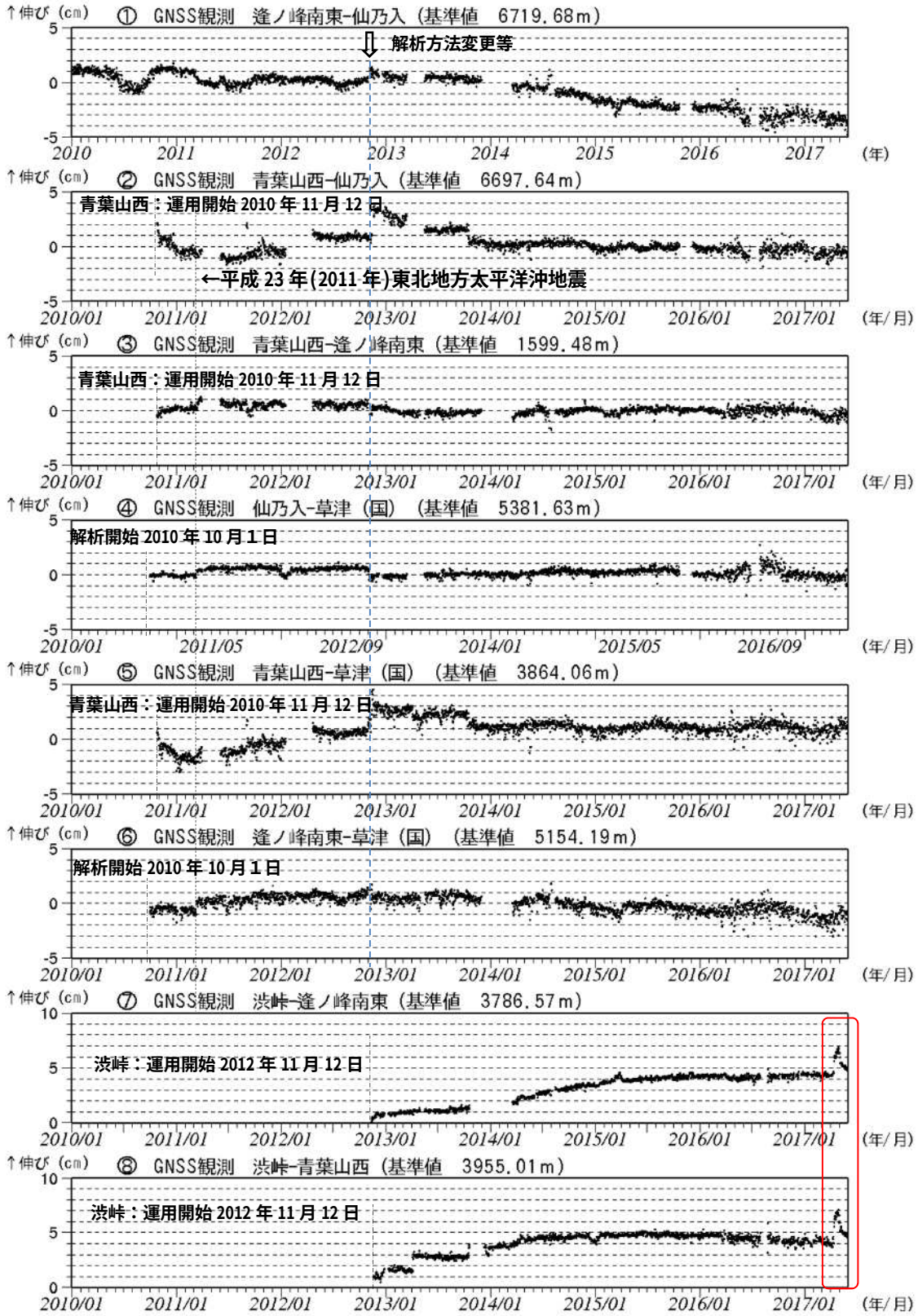
小さな白丸（○）は気象庁、小さな黒丸（●）は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
（国）：国土地理院

第 10 図　草津白根山　GNSS 連続観測点配置図

Fig. 10 Location map of GNSS observation sites of Kusatsu-Shiranesan.

・図中の GNSS 基線①～⑧は第 11 図の①～⑧に対応する。

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）』及び『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。

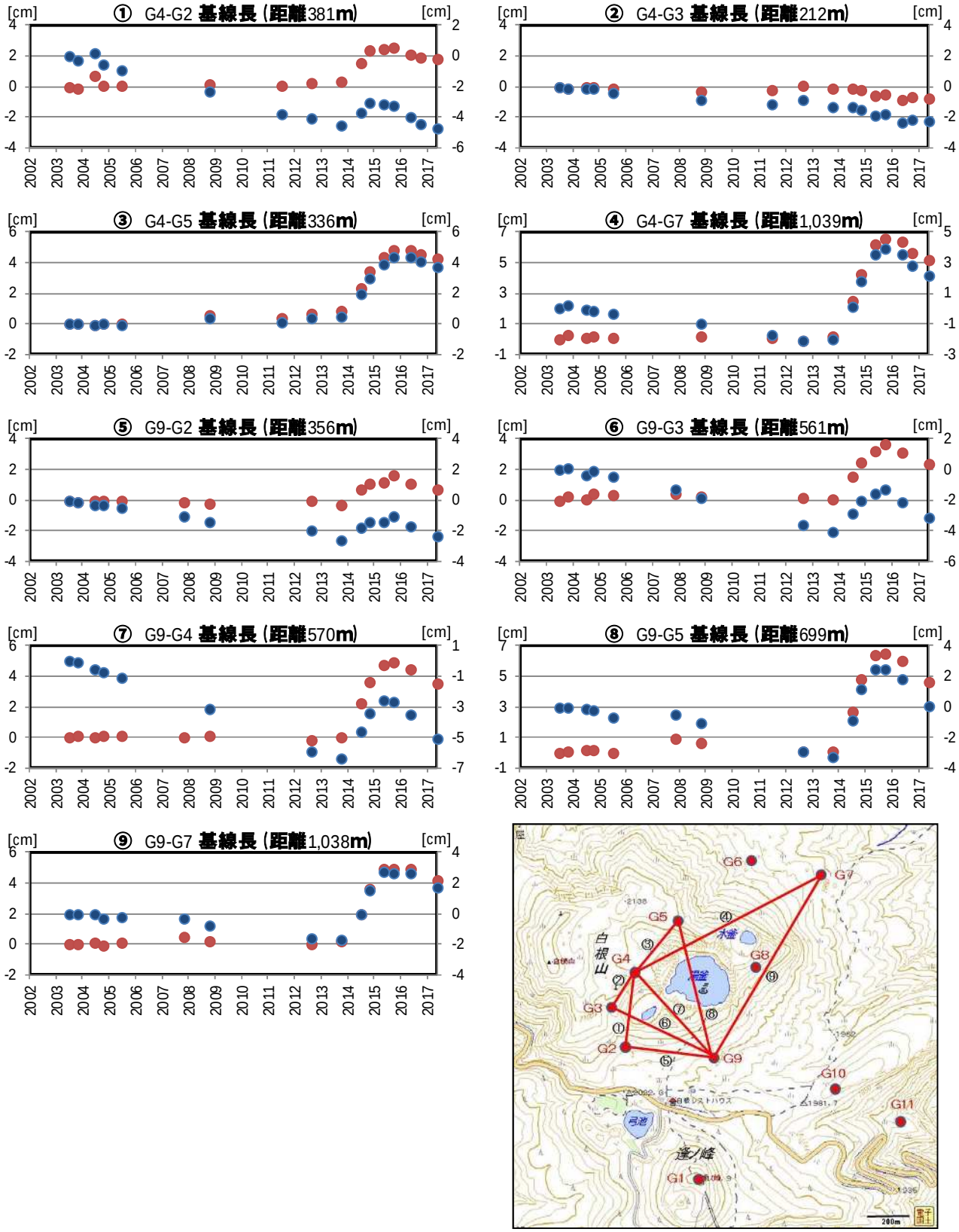


第 11 図　草津白根山　GNSS 連続観測による基線長変化（2010 年 1 月 1 日～2017 年 5 月 25 日）（国）：国土地理院

Fig. 11 Results of GNSS observations observed from January 1, 2010 to May 25, 2017.

- 2010 年 10 月以降のデータについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。
- 「平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震」（2011 年 3 月 11 日）に伴うステップ状の変化がみられる。
- 湯釜を挟む基線⑦で 2014 年 4 月頃からわずかな伸び、延長上の①ではわずかな縮みの変化がみられていたが、いずれも 2015 年 4 月頃より停滞している。
- ①～⑧は第 10 図の①～⑧に対応する。グラフの空白部分は欠測を示す。
- 青い破線で示したデータの乱れは解析方法の変更や観測機器の更新によるものである。
- 赤枠の変化は渋峠観測点の局所的な変化とみられ、火山活動によるものではないと考えられる。

草津白根山



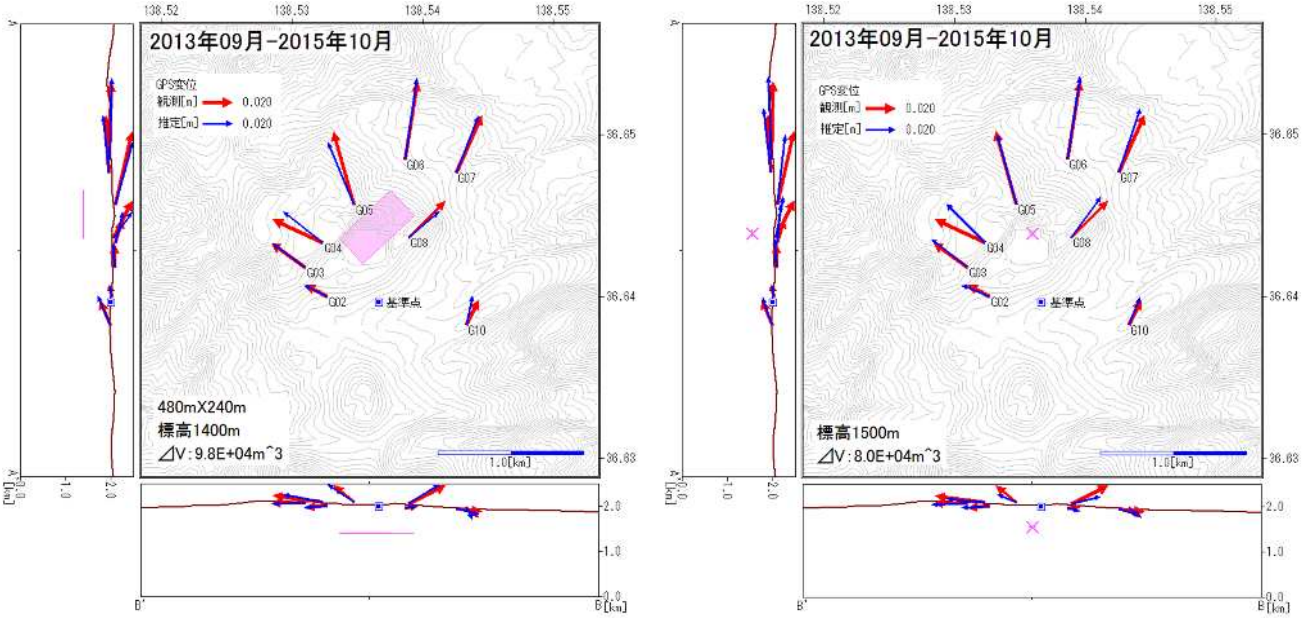
第 12 図　草津白根山　GNSS 繰り返し観測の基線解析結果（2003 年 7 月～2017 年 5 月 17 日）と GNSS 繰り返し観測の基線配置

Fig. 12 Results and baselines of GNSS campaign observations (July 2003 to May 17, 2017).

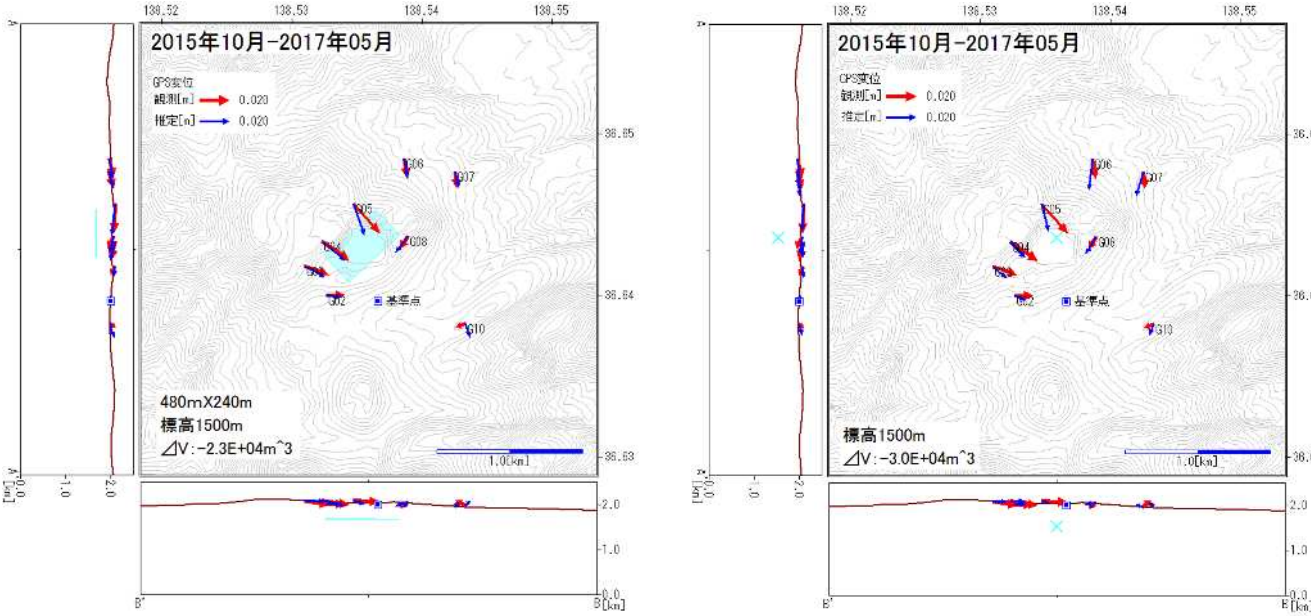
①～⑨は配置図の基線①～⑨に対応している。横軸は年。

青色は測定値、赤色は 2013 年までの変化が小さくなる様にトレンドを補正した値。

・2017 年 5 月 15～17 日に実施した GNSS 繰り返し観測では、引き続き湯釜付近で収縮傾向が認められた。



第 13 図　草津白根山　膨張期における GNSS 繰り返し観測結果と理論変動（2013 年９月～2015 年 10 月）
Fig. 13 Calculated vectors and results of GNSS campaign observations (September 2013 to October 2015).
（左：水平シルモデル、右：茂木モデル）

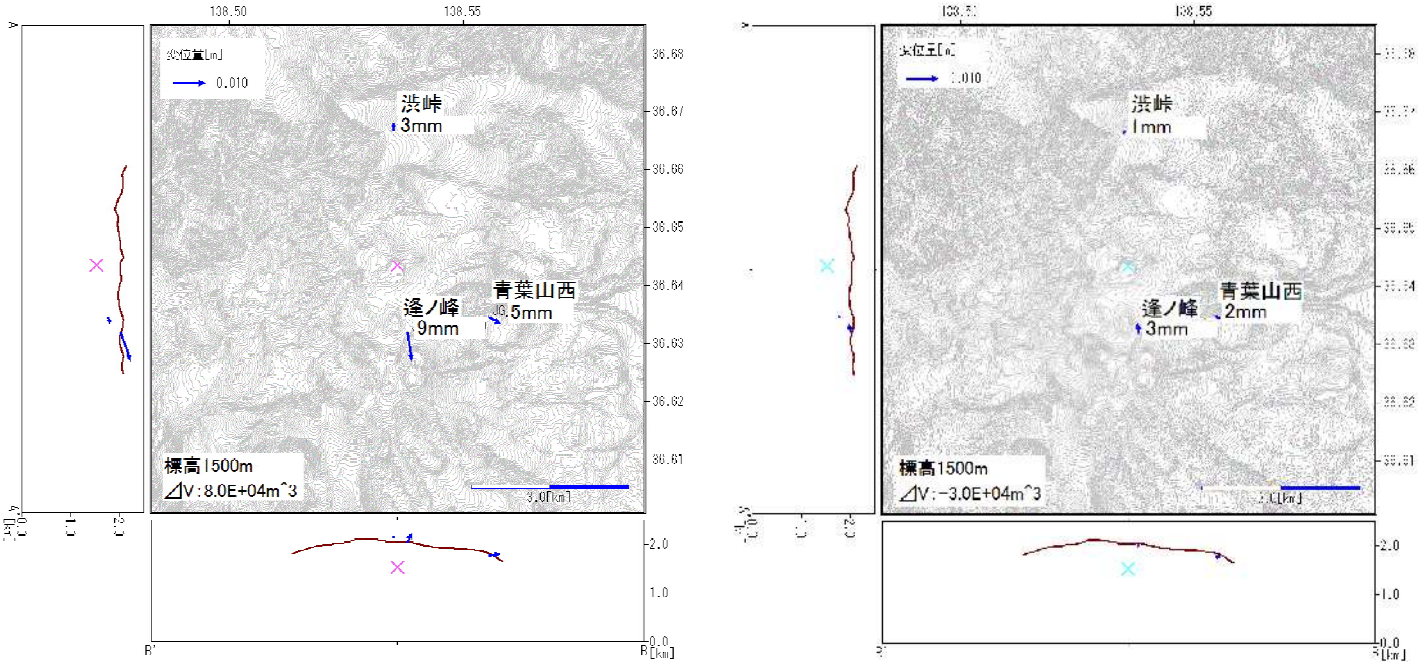


第 14 図　草津白根山　収縮期における GNSS 繰り返し観測結果と理論変動（2015 年 10 月～2017 年５月）
Fig. 14 Calculated vectors and results of GNSS campaign observations (October 2015 to May 2017).
（左：水平シルモデル、右：茂木モデル）

- **東工大(2016)は、2014 年から 2015 年に火口周辺の傾斜計で観測された傾斜変動を、湯釜付近の標高約 1200m に位置する水平シルの開口で説明している（<u>体積変化量：1.2×10^{5}m^3</u>）。**
- **繰り返し GNSS で観測された伸びの変化も、東工大（2016）とほぼ同様なモデルで説明できる（<u>体積変化量：9.8×10^{4}m^3</u>）。**
- **GNSS 繰り返し観測で、2015 年 10 月から縮みを示す変化がみられているが、その変動源もほぼ同位置の水平シルの閉口で説明できる（<u>体積変化量：2.3×10^{4}m^3</u>）。**

参考文献

東京工業大学（2016）：第 136 回火山噴火予知連絡会資料



第 15 図　草津白根山　GNSS 繰り返し観測結果からもとめた圧力源（図 14、15）を仮定した場合の GNSS 連続観測点における理論変動

Fig. 15 Theoretical GNSS baseline changes of calculated pressure source estimated by results of GNSS campaign observations

（茂木モデルを仮定、数字は変動量）（左：膨張期、右：収縮期）

- **図 14,15 の GNSS 繰り返し観測結果（火口近傍の観測）から求めた圧力源を仮定した場合、GNSS 連続観測点（やや広域の観測）の挙動を調べた。**
- **茂木モデルを仮定した場合、膨張期は渋峠-逢ノ峰の基線長変化は約 1.2cm、逢ノ峰-青葉山西基線長変化は 0.5cm、渋峠-青葉山西は 0.6cm となる。観測値（図 11）は、それぞれ約 2cm、約 0cm、約 1.5cm なので、観測値が若干大きい。**
- **収縮期は、理論値及び観測値（図 11）ともにほとんど変化がない。**
- **なお、シルモデルを仮定した場合、GNSS 繰り返し観測点における理論変動はごく小さなものであった。**
- **以上のように、茂木モデルを仮定した場合、GNSS 繰り返し観測と GNSS 連続観測で捉えられた変動は、同じソースでもある程度は説明可能である。ただし、GNSS 連続観測の変動は、繰り返し GNSS 観測で求めた圧力源による理論変動よりもやや大きくなるので、少し深いところにも圧力源があるのかもしれない。**

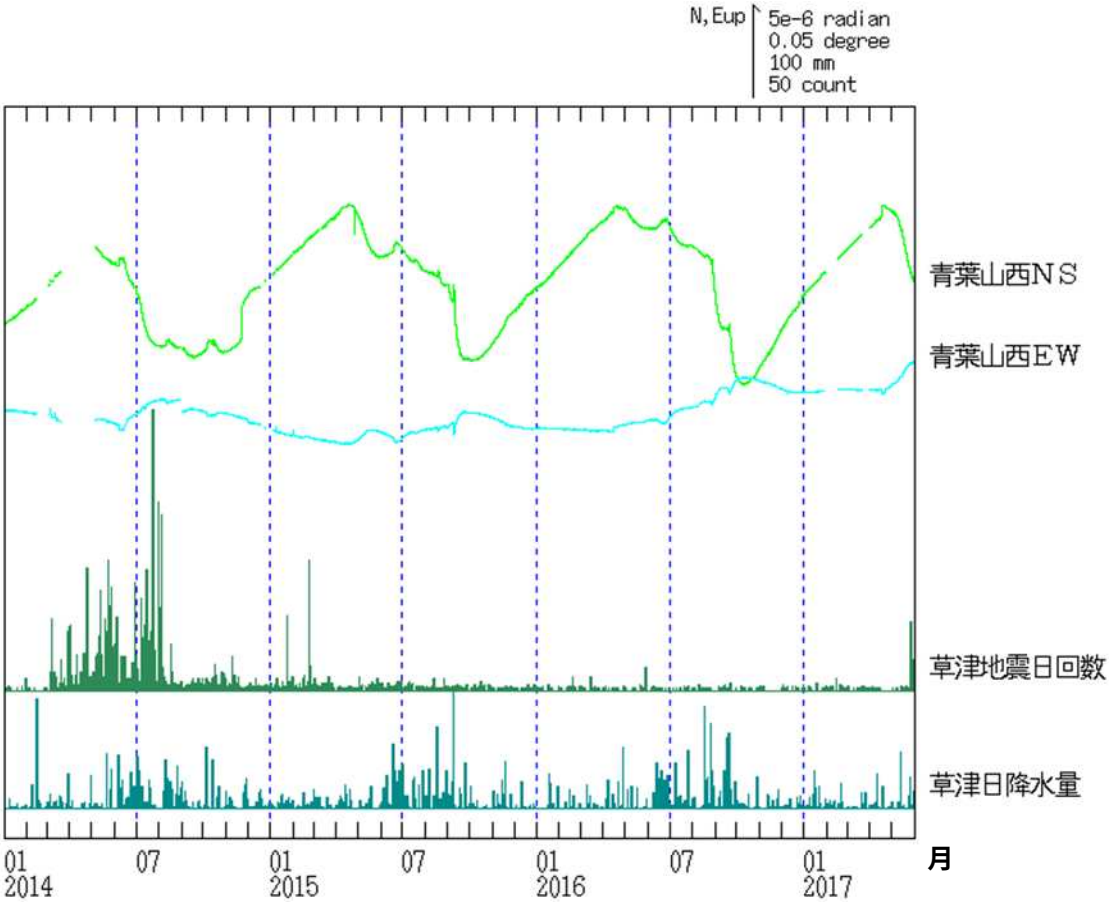


図 16　草津白根山　青葉山西観測点（湯釜の南東約２㎞）における傾斜変動
（2014 年１月１日～2017 年５月 31 日、時間値、潮汐補正済み）

Fig. 16 Tilt observation at Aobayama-nishi station of Kusatsu-Shiranesan from January 1, 2014 to May 31, 2017.

・火山活動によるとみられる地殻変動は認められない。
・空白期間は欠測を示す。
・温度データは、2015 年２月から長期欠測のため表示していない。