

第 137 回 火山噴火予知連絡会資料

(その 2 の 1)

草津白根山、浅間山

平成 29 年 2 月 14 日

火山噴火予知連絡会資料（その2の1）

目次

草津白根山.....	3
気象庁（気象研、地磁気含む）	3-23
東工大	24-29
東海大	30-35
防災科研	36-40
地理院	41-44
浅間山.....	45
気象庁（気象研含む）	45-64
東大震研	65-77
防災科研	78-82
地理院	83-87

草 津 白 根 山 (2017 年 1 月 20 日現在)

湯釜火口の北から北東内壁及び水釜火口の北から北東側にかけての斜面で熱活動の活発な状態が継続している。

草津白根山では火山活動の活発化を示す変化が観測され、その状態が継続しており、今後、小規模な噴火が発生する可能性がある。湯釜火口から概ね 1 km の範囲では大きな噴石に警戒が必要である。

平成 26 年 6 月 3 日に噴火警戒レベルを 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（2016 年 9 月～2017 年 1 月 20 日）

・ 噴気など表面現象の状況（図 1、図 3～7、図 9－1 ①、図 9－2 ④）

2016 年 9 月 27～28 日に実施した現地調査では、2015 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。水釜火口北側斜面では、一部の地点で 2015 年と比較して温度の上昇が認められた。

奥山田（湯釜の北約 1.5km）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 km）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。

・ 地震活動（図 8－1、図 8－2、図 9－1 ②③④、図 9－2 ①②③⑤）

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。

・ 地殻変動（図 9－1 ⑤、図 10～14）

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。

2016 年 9 月 27～30 日に実施した 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。

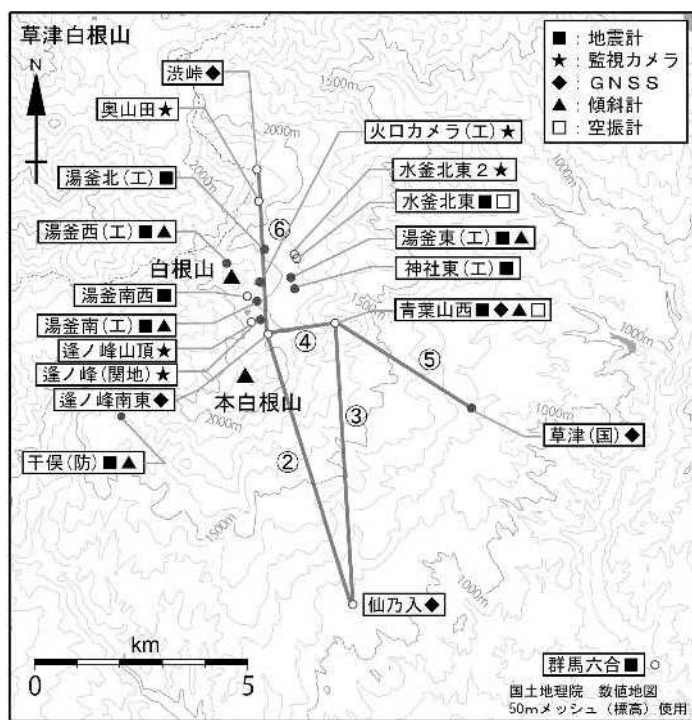
傾斜観測では、火山活動によるとみられる地殻変動は認められなかった。



図 1 草津白根山 湯釜付近の状況

左上図：奥山田監視カメラ（12月7日撮影） 右上図：逢ノ峰（山頂）監視カメラ（12月3日撮影）

左下図：東京工業大学監視カメラ（12月7日撮影）



小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
 (国)：国土地理院、(防)：防災科学技術研究所、(工)：東京工業大学、(関地)：関東地方整備局

図 2 草津白根山 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。

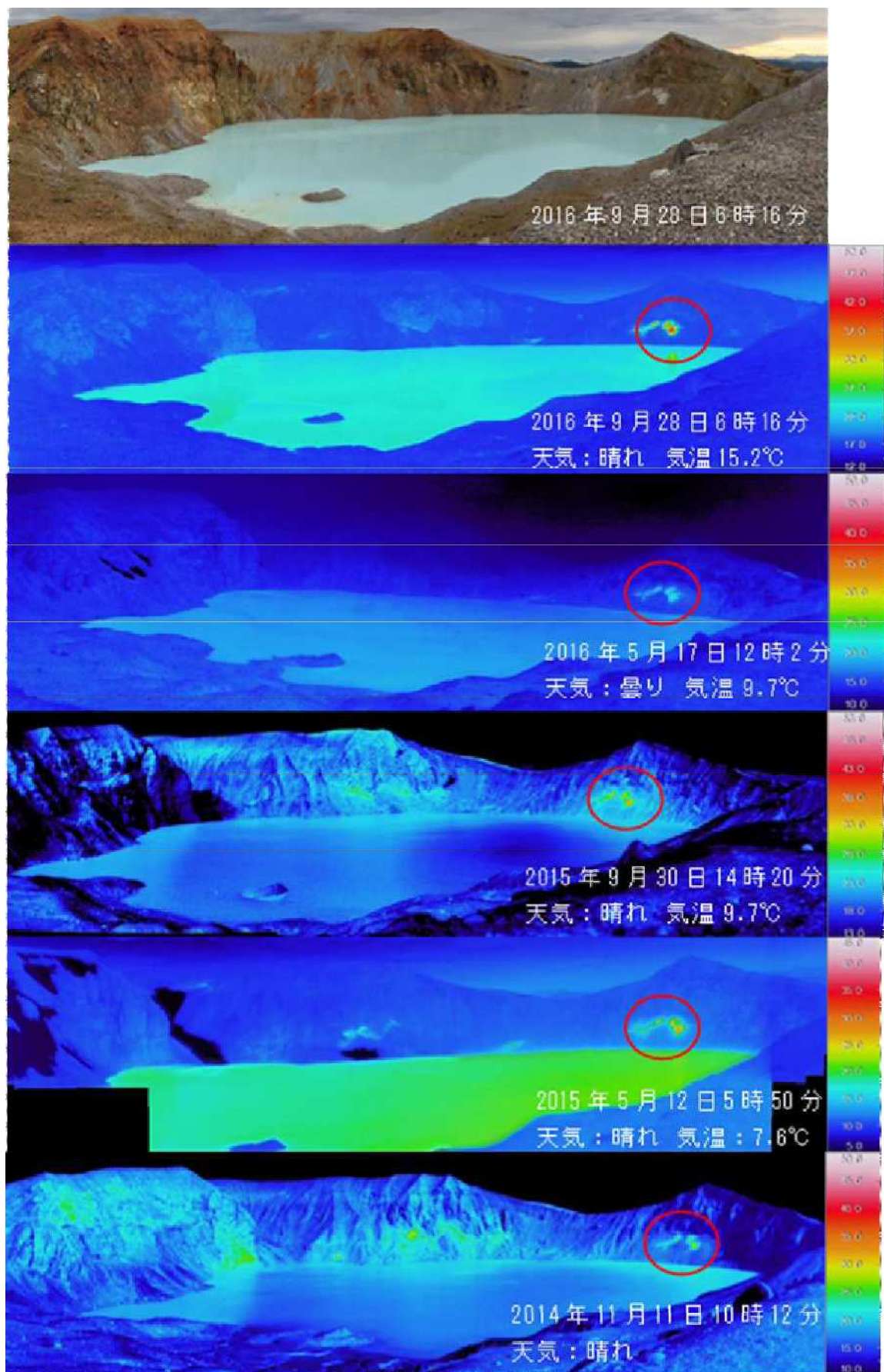


図3 草津白根山 湯釜火口内壁の赤外熱映像
過去2年程度の観測と比較して、内壁の一部（赤丸部分）の温度が上昇している可能性がある。

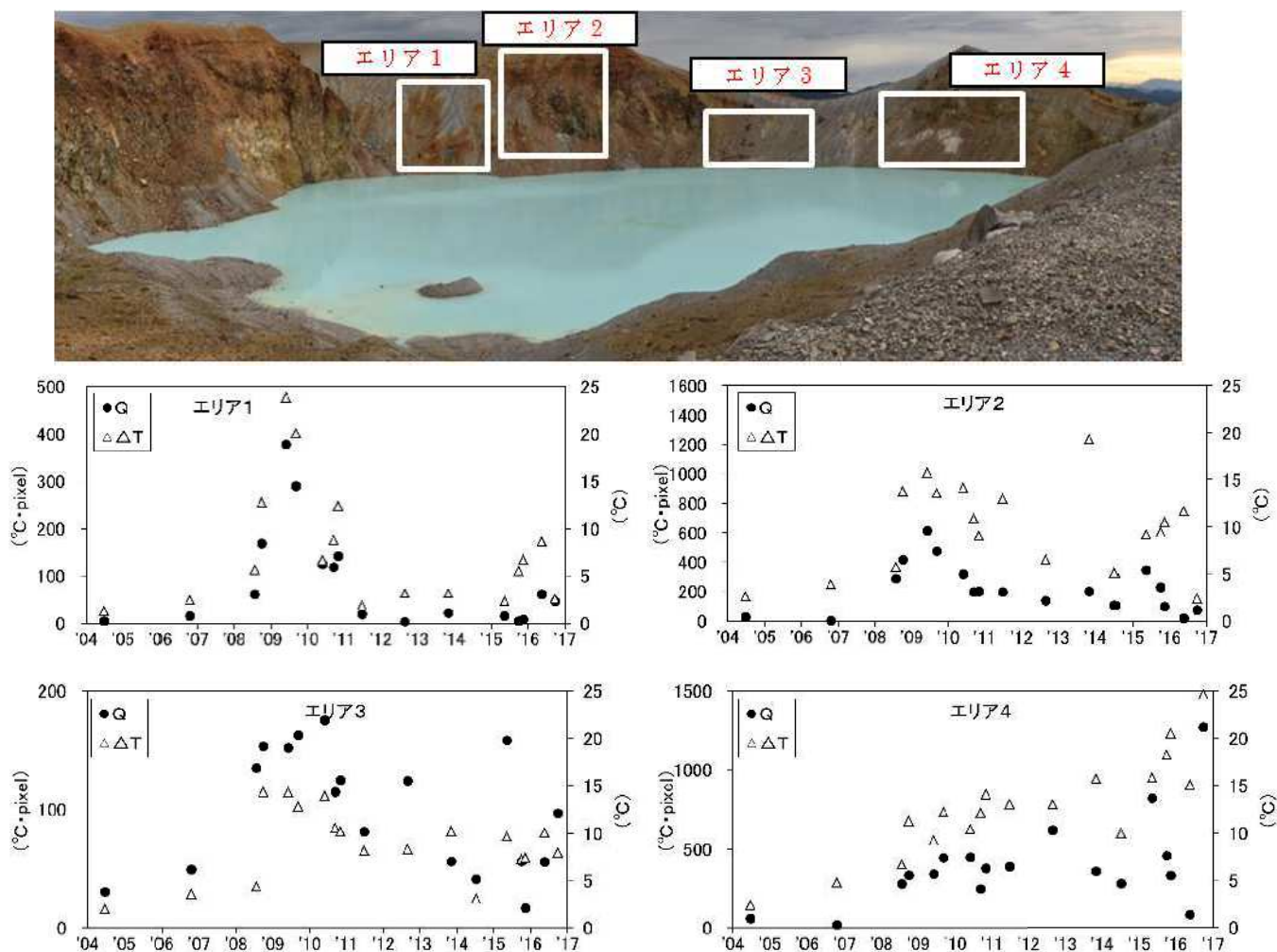


図4 草津白根山 湯釜内壁の赤外熱映像解析結果 (2004年～2016年9月28日)

エリアごとに、各 pixel の温度 T (°C) を用いて、

ΔT (°C) = 最高温度 - 平均温度 T_0

Q (°C・pixel) = $\sum \{i | T_i > T_0 + 3\sigma\} (T_i - T_0) N(T = T_i)$

として計算。ただし、積雪期である2009年3月12日、2010年3月19日及び2011年3月30日観測の解析結果は除く

- ・エリア1及び4は、2014年から2015年頃から、エリア全体の温度及び放熱量の増加傾向が続いている。
- ・エリア2、3では熱活動の高まりが引き続き認められるものの、いずれのエリアにおいても熱活動は停滞している。

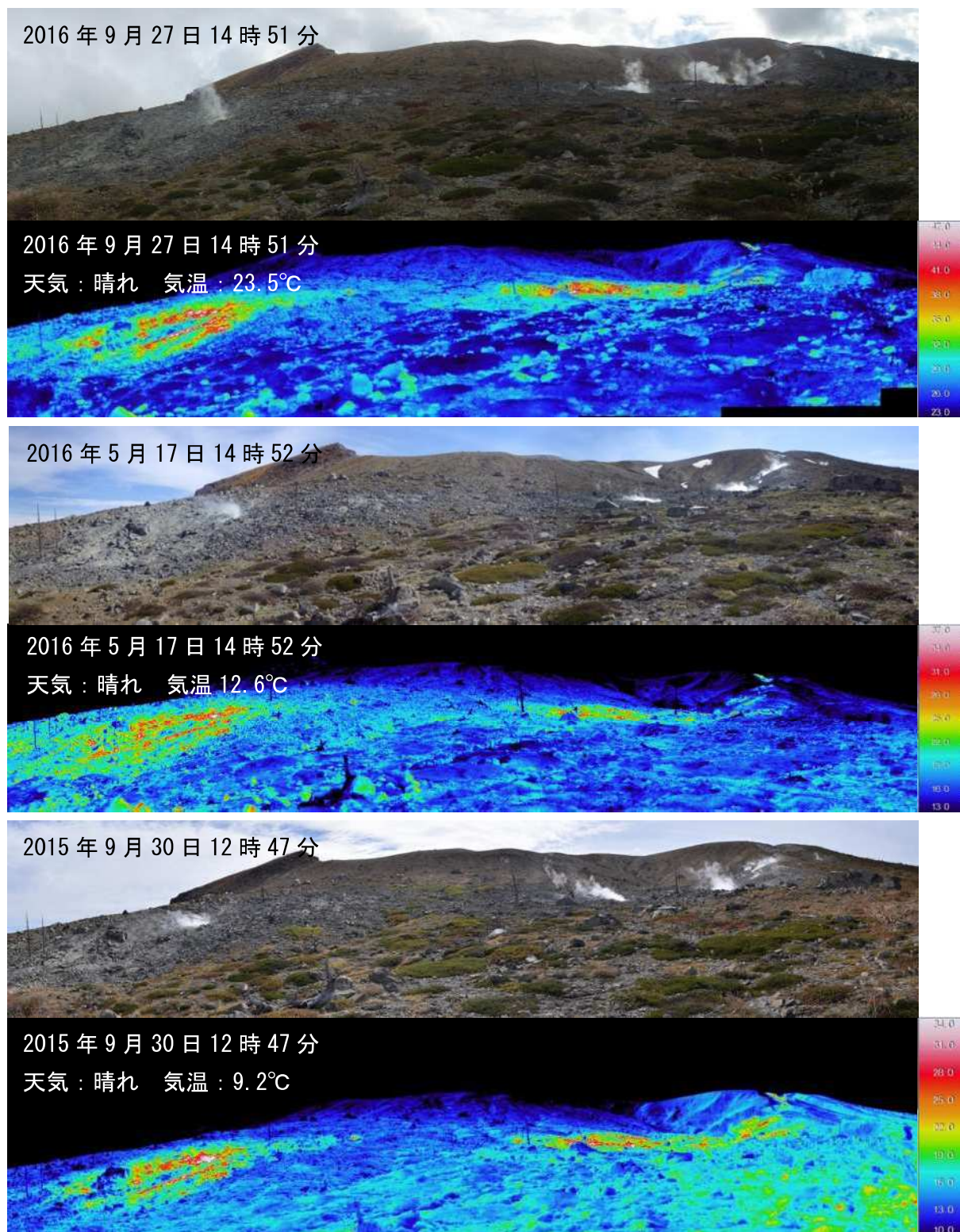


図 5 草津白根山 水釜火口北側斜面の状況

- ・ 過去一年程度の観測と比較して、噴気の勢いが強くなっていた。
- ・ 水釜火口北側斜面では、一部の地点で前年（2015 年）と比較して温度の上昇が認められた。

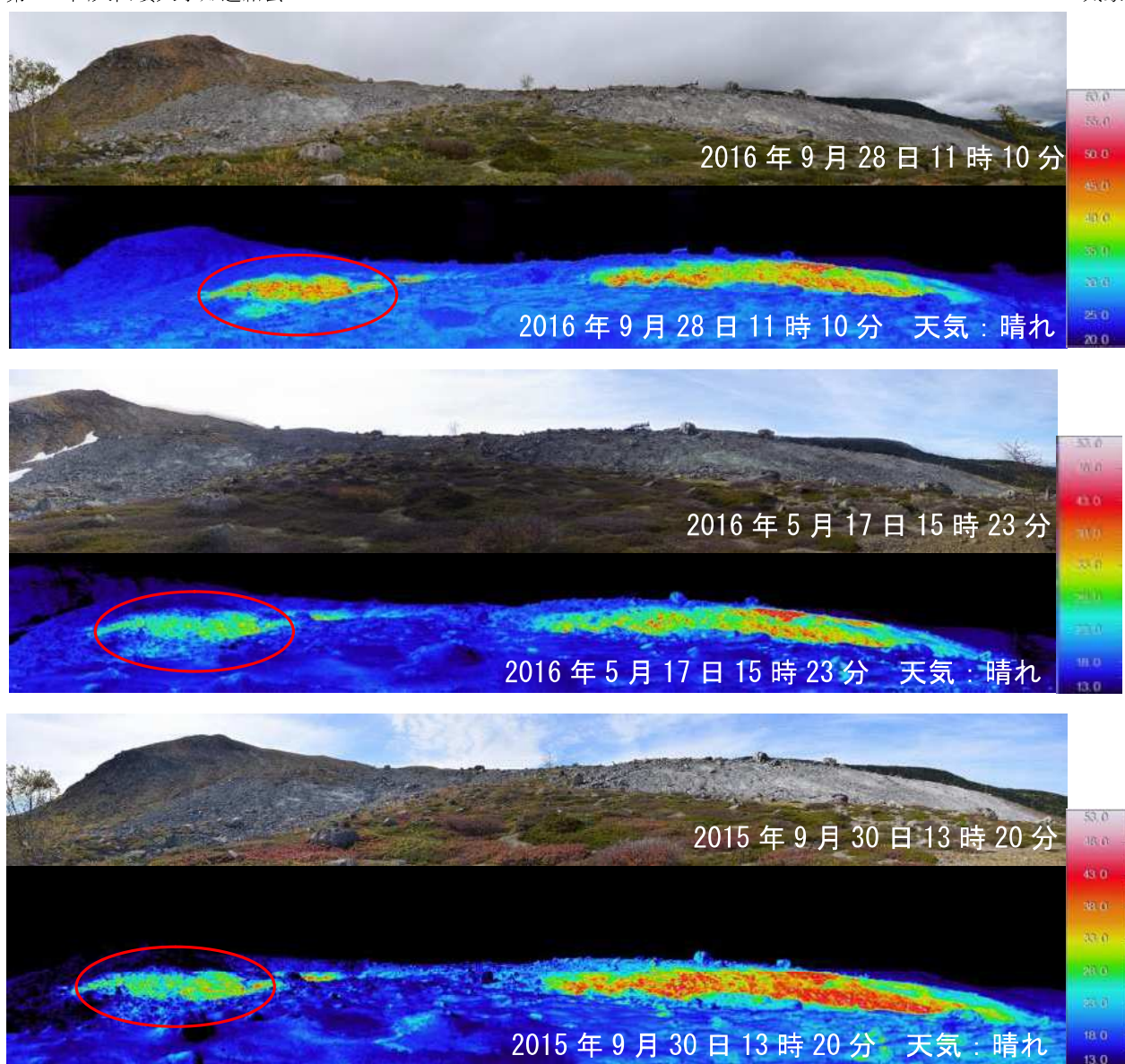


図 6 草津白根山 水釜火口北東部の状況

過去一年程度の観測と比較して、水釜火口北東部の一部（赤丸）の温度が上昇している可能性がある。

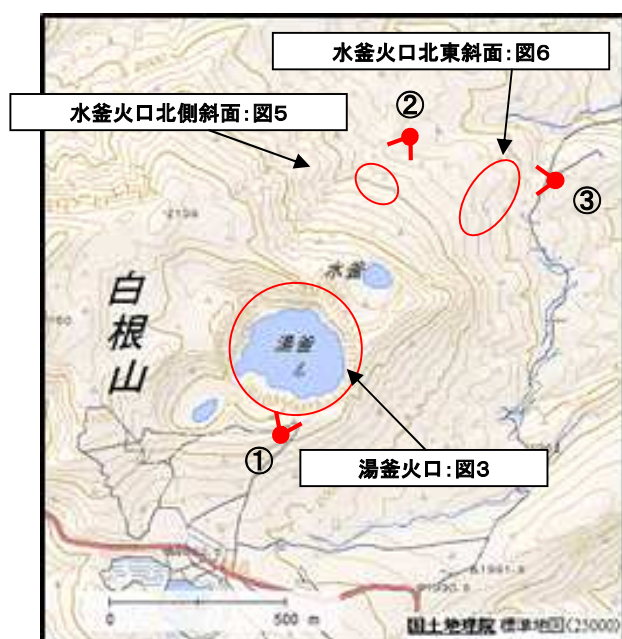


図 7 草津白根山 湯釜周辺図

✓ : 撮影方向
(①～③が図 3、図 5、図 6 のおよその撮影方向)

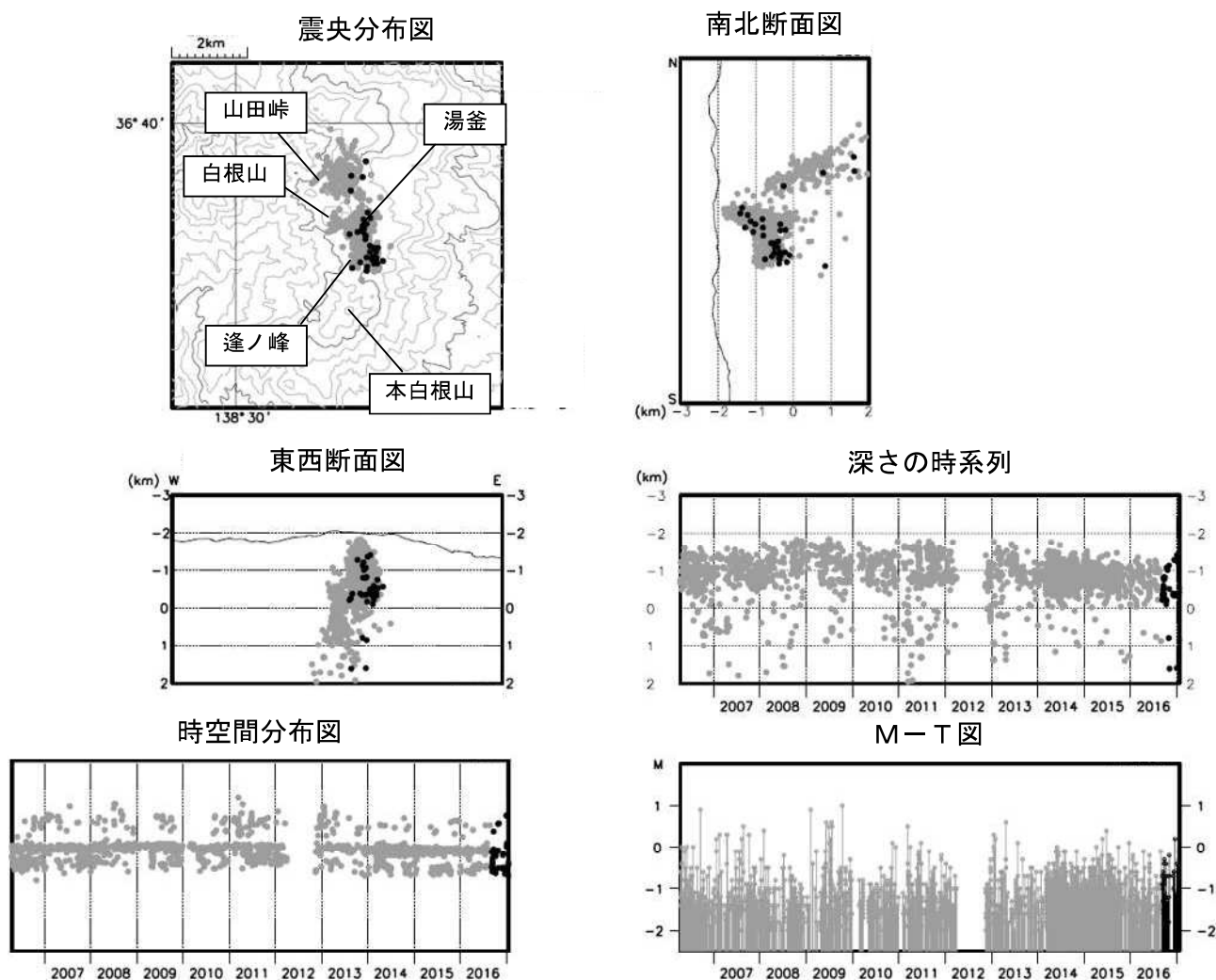


図 8-1 草津白根山 震源分布図 (2006 年 4 月 15 日～2017 年 1 月 20 日)

● : 2006 年 4 月 15 日～2016 年 8 月 31 日 ● : 2016 年 9 月 1 日～2017 年 1 月 20 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 ($V_p=2.5\text{km/s}$ 、 $V_p/V_s=1.73$)

気象庁及び東京工業大学のデータを使用して計算

注) 一部の観測点が欠測のため、震源決定できなかった期間

(2009 年 12 月 18 日～2010 年 2 月 22 日、2010 年 3 月 29 日～5 月 5 日、2011 年 1 月 6 日～26 日及び 2012 年 3 月 31 日～11 月 12 日)

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。

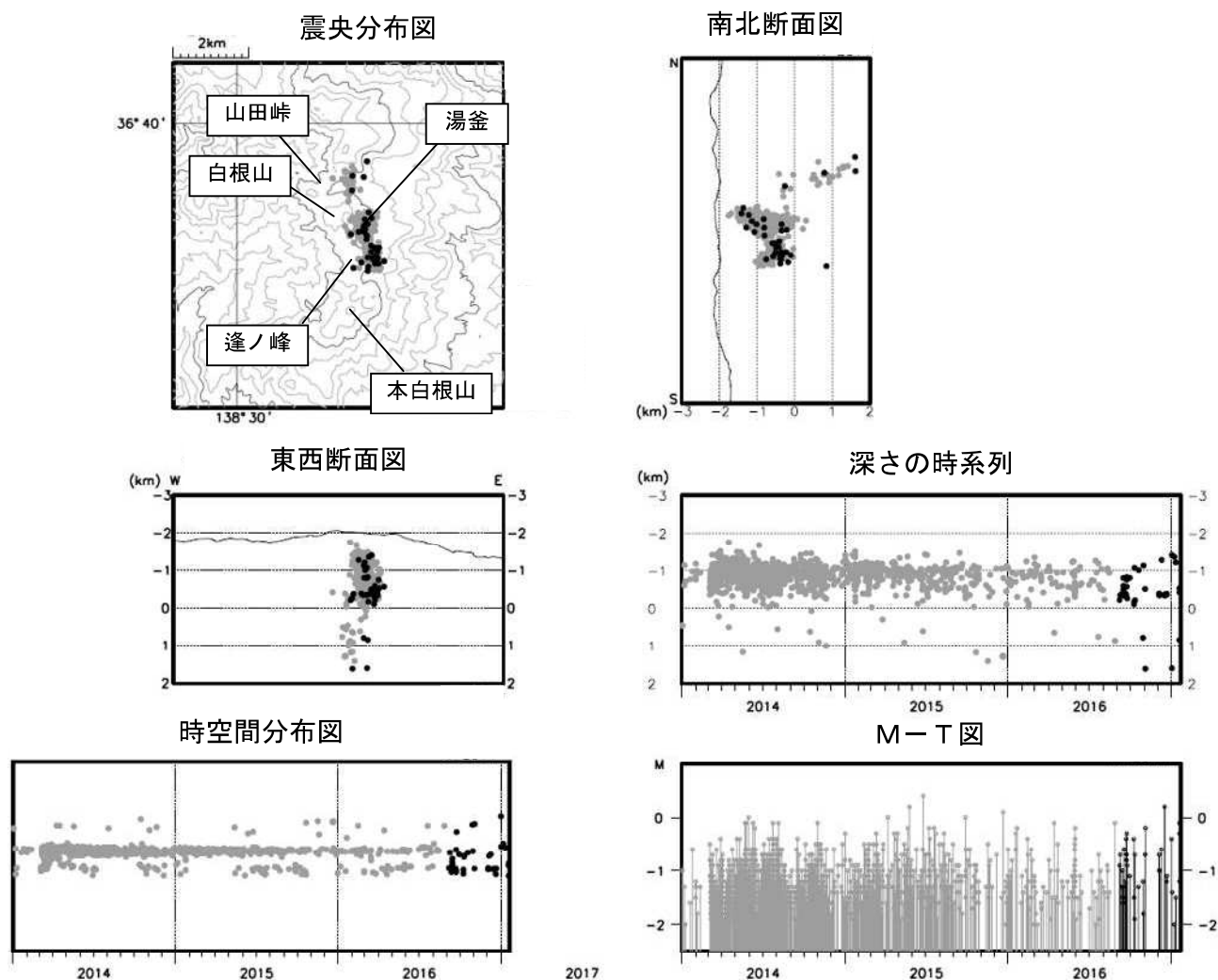


図 8-2 草津白根山 震源分布図 (2014 年 1 月 1 日～2017 年 1 月 20 日)

● : 2014 年 1 月 1 日～2016 年 8 月 31 日 ● : 2016 年 9 月 1 日～2017 年 1 月 20 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 ($V_p=2.5\text{km/s}$ 、 $V_p/V_s=1.73$)

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。

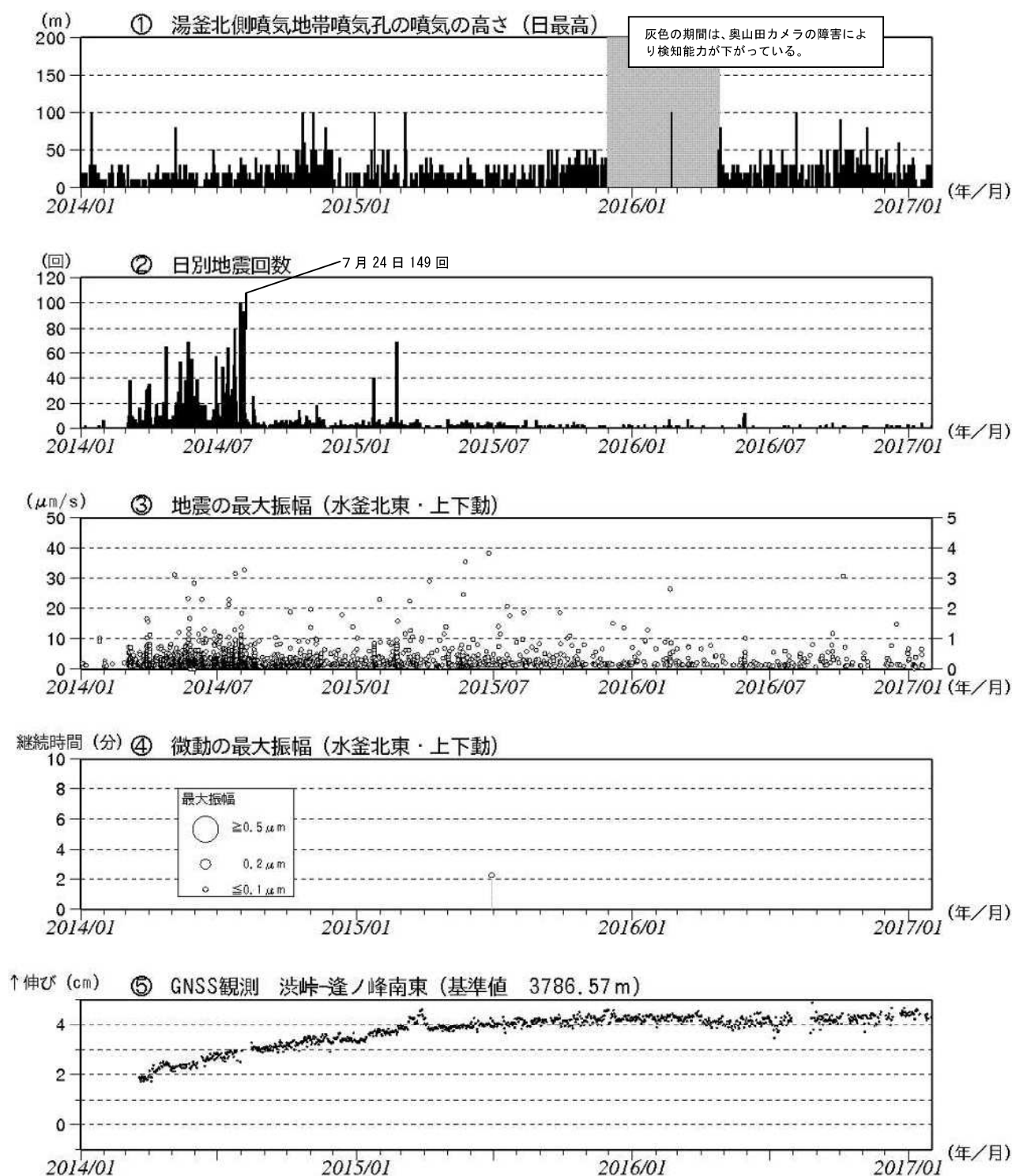


図 9-1 草津白根山 最近の活動経過図 (2014 年 1 月 1 日～2017 年 1 月 20 日)

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。

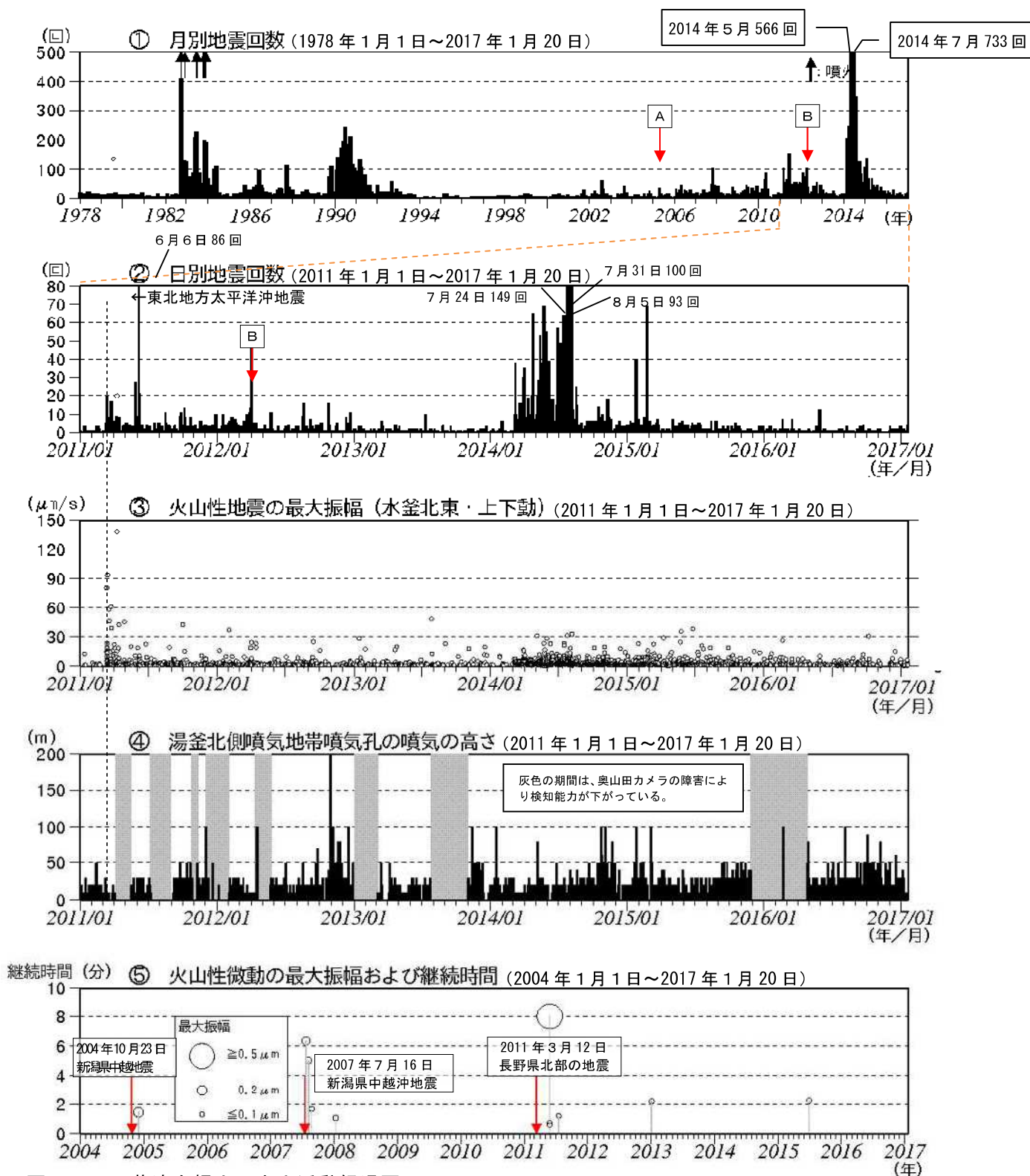


図9-2 草津白根山 火山活動経過図

計数基準 (Aまで) : 水釜北東振幅 $0.05 \mu\text{m}$ 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 $1.0 \mu\text{m/s}$ 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 $1.0 \mu\text{m/s}$ 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に計数基準を調整)。

- ・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続いていたが、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 日に発生して以降観測されていない。

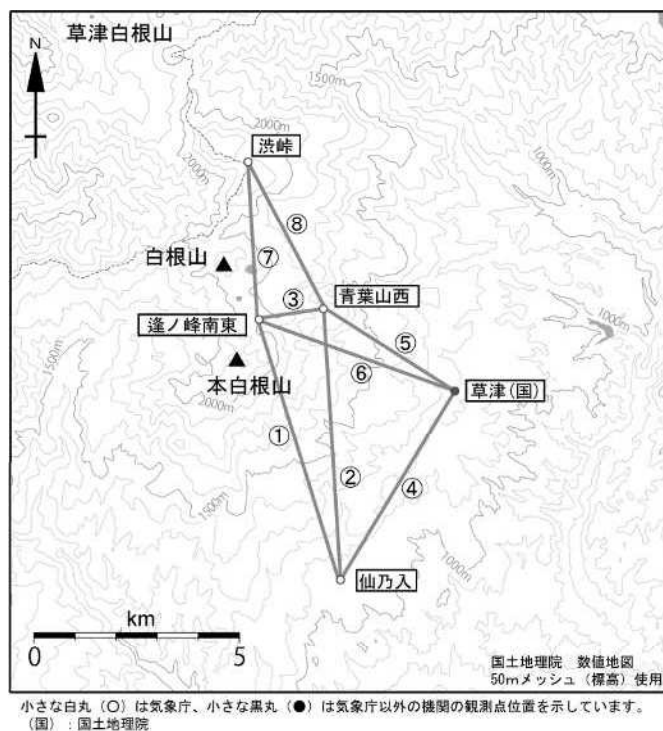


図 10 草津白根山 GNSS 連続観測点配置図

図中の GNSS 基線①～⑧は図 11 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。

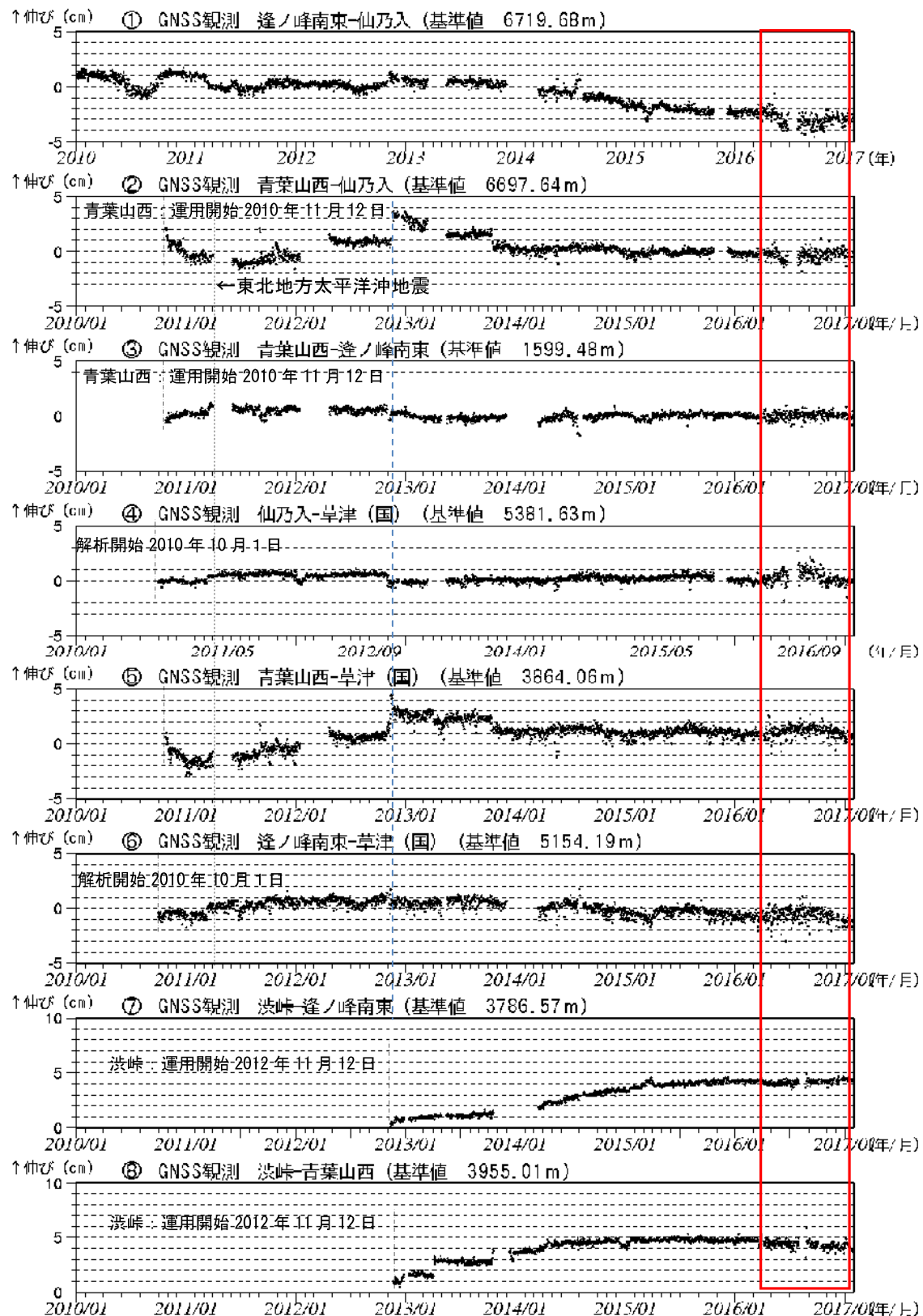


図 11 草津白根山 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 1 月 1 日～2017 年 1 月 20 日) (国): 国土地理院

- ・ 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。
- ・ 赤枠は図 12 のベクトルの期間を示す。
- ・ 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は図 10 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。

草津白根山



図 12 草津白根山 GNSS 連続観測の変位ベクトル (2016 年 4 月～2017 年 1 月)

- ・ 図 11 の赤枠の期間のベクトルを示す。
- ・ 現在のところ有意な変化はみられない。

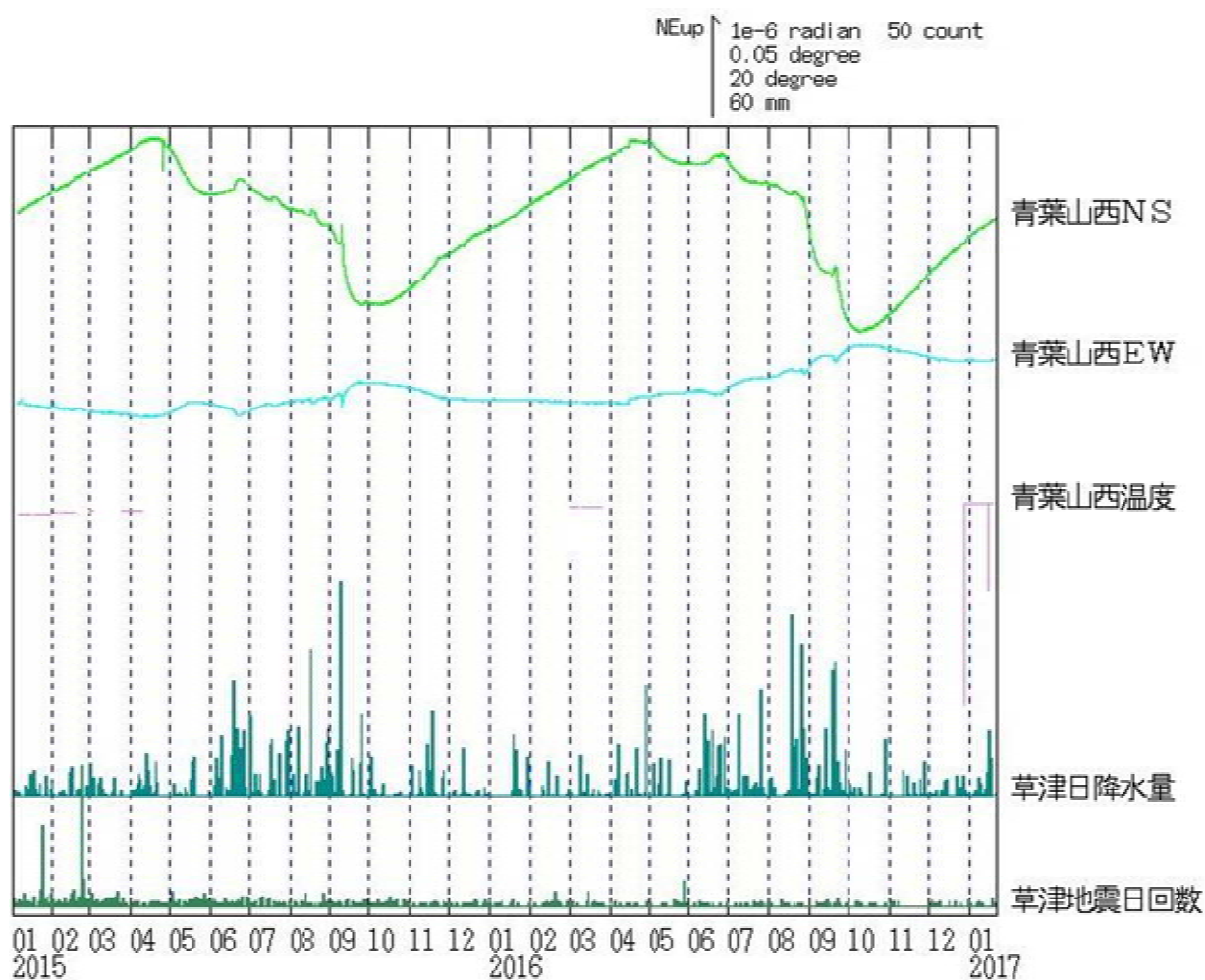


図 13 草津白根山 青葉山西観測点 (湯釜の南東約 2 km) における傾斜変動 (2015 年 1 月 1 日～2017 年 1 月 20 日、時間値、潮汐補正済み)

- ・ 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。

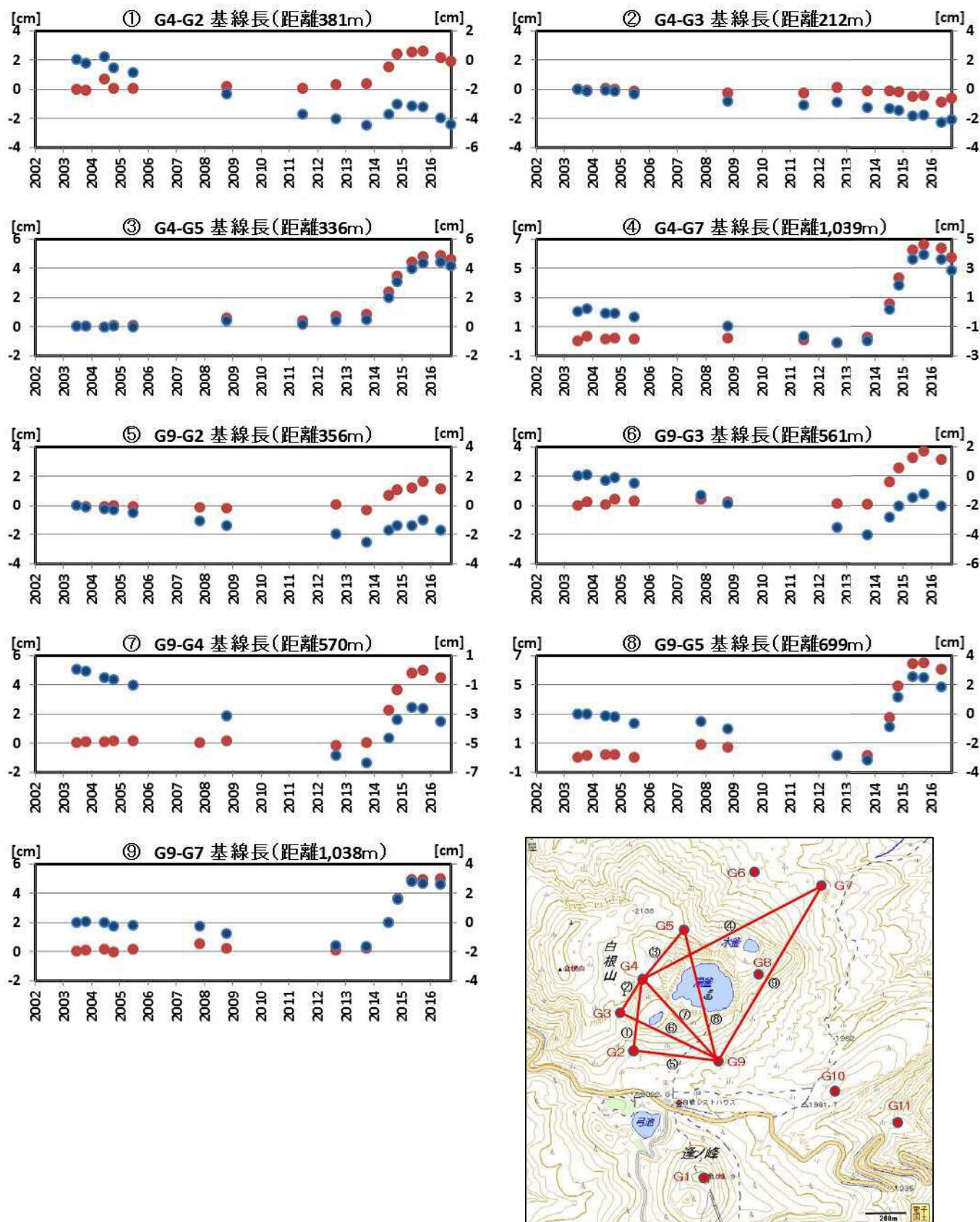


図 14 草津白根山 GNSS 繰り返し観測の基線解析結果 (2003 年 7 月～2016 年 9 月 30 日) と GNSS 繰り返し観測の基線配置

①～⑨は配置図の基線①～⑨に対応している。

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。

2016 年 9 月 27～30 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。

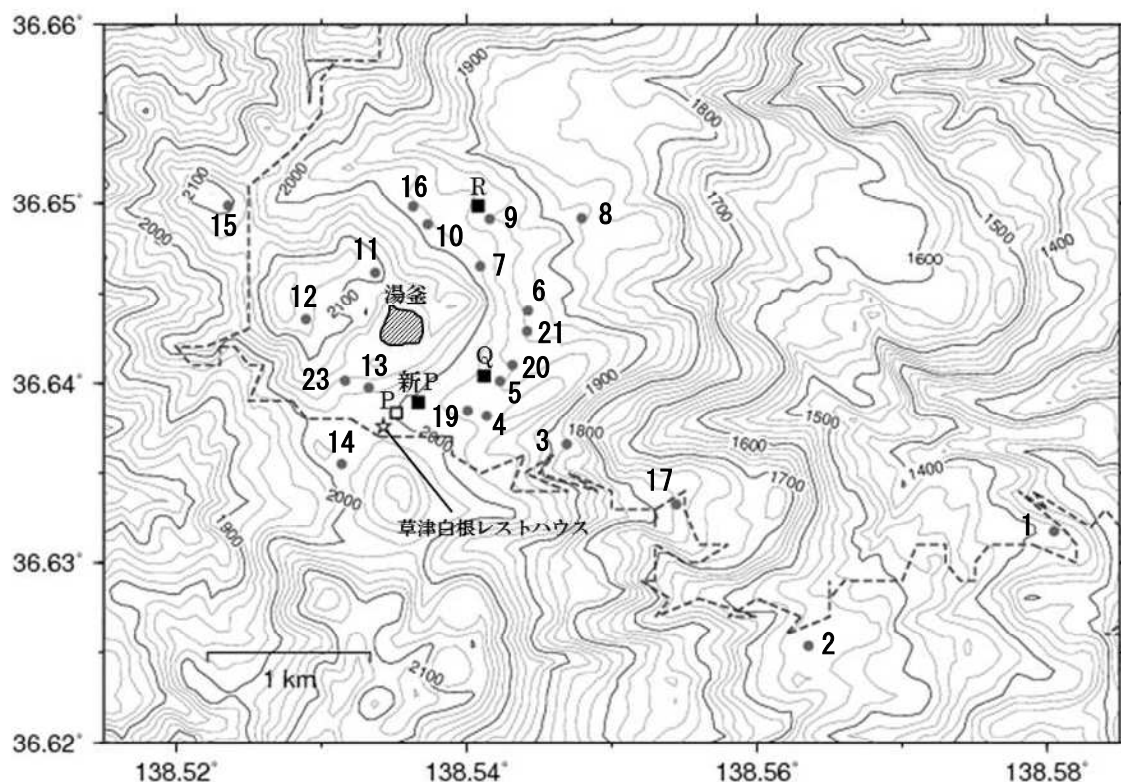
草津白根山における地磁気全磁力変化

地磁気全磁力観測の結果、2014 年 5 月頃から湯釜近傍地下で小規模な熱消磁によると考えられる変化が観測された。この変化は 2014 年 7 月頃から停滞しているものの、再帯磁には転じていない。

・地磁気全磁力観測

第 1 図に草津白根山における全磁力連続観測点 P、Q、R および新 P 点と全磁力繰返し観測点（観測点番号 1 から 23）の配置図を示す。

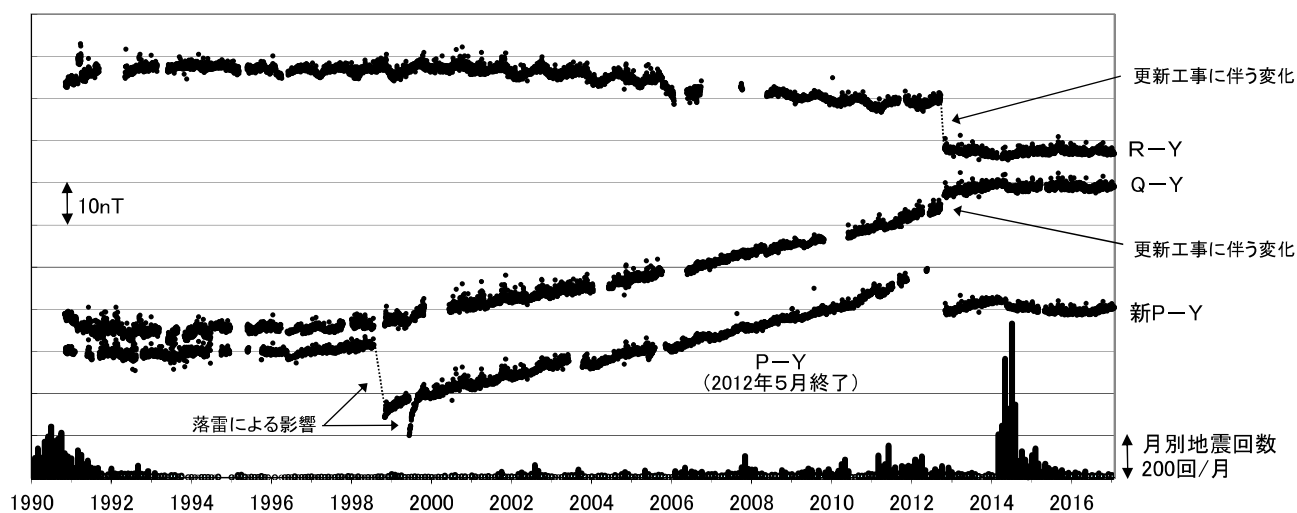
第 2 図～第 5 図に、八ヶ岳地球電磁気観測所（東京大学地震研究所、草津白根山から南方約 62 km）で観測された全磁力値を基準とした全磁力連続観測点および繰返し観測点の全磁力変化を示す。1996 年以降、湯釜近傍地下の岩石の再帯磁（冷却）によると考えられる全磁力変化（湯釜の南側の観測点で増加、北側で減少）が継続していたが、2014 年 5 月頃から小規模な熱消磁によるとみられる変化が観測され、2014 年 7 月頃からは停滞しているものの再帯磁には転じていない。また、全磁力繰返し観測によれば、2014 年以降、再帯磁は停止している。



第 1 図 草津白根山の全磁力観測点配置図

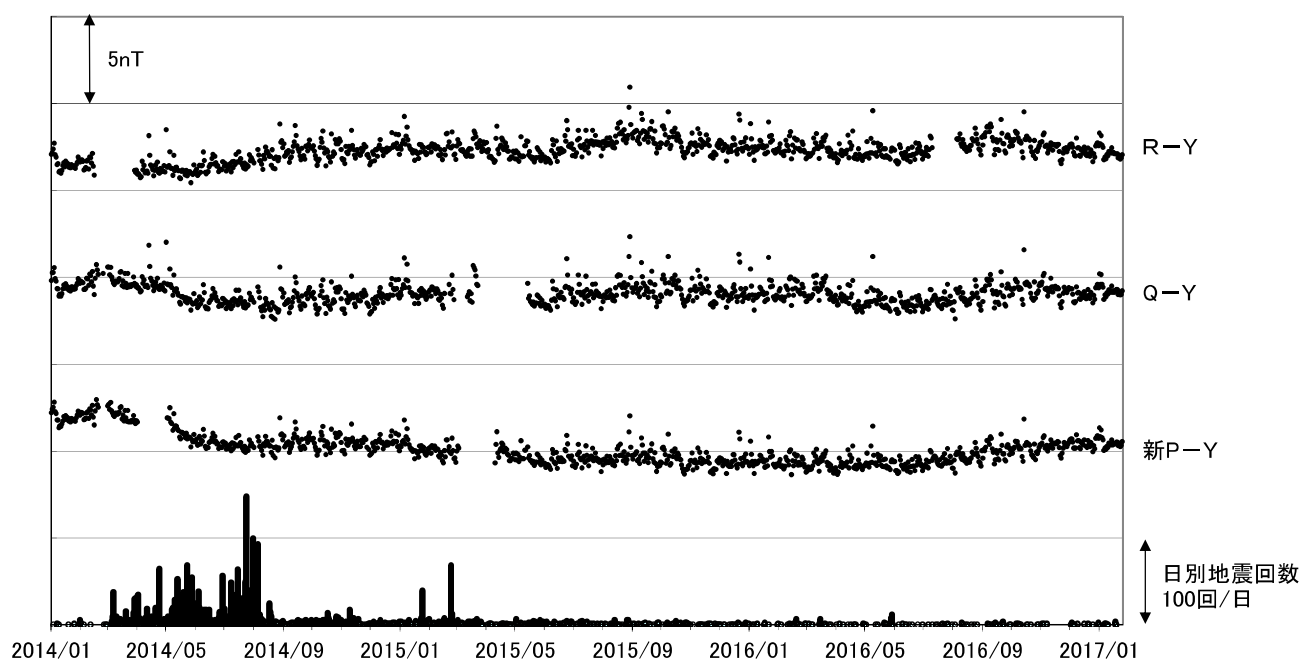
■：連続観測点（観測中） □：連続観測点（2012 年 5 月観測終了） ●：繰返し観測点

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（承認番号 平 26 情使、第 578 号）、道路（破線）の記載には、「国土数値情報（道路データ）国土交通省」を使用した。



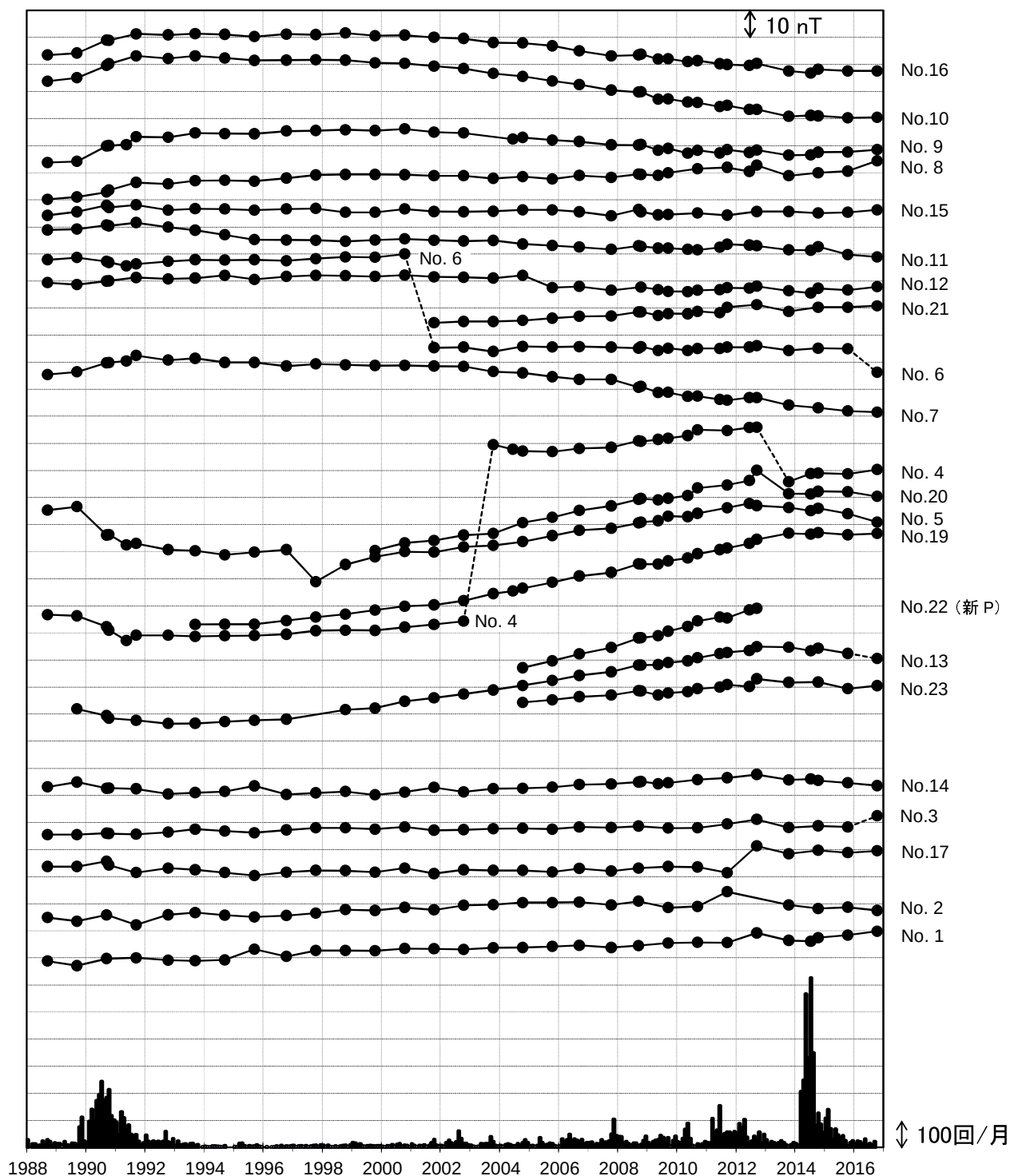
第 2 図 全磁力連続観測による全磁力値の変化及び月別地震回数（1990 年～2017 年 1 月 25 日）

連続観測点 P、Q、R および新 P における八ヶ岳地球電磁気観測所(東京大学地震研究所)(Y)との全磁力の夜間日平均値差。最下段に草津白根山で観測された月別地震回数を示す。



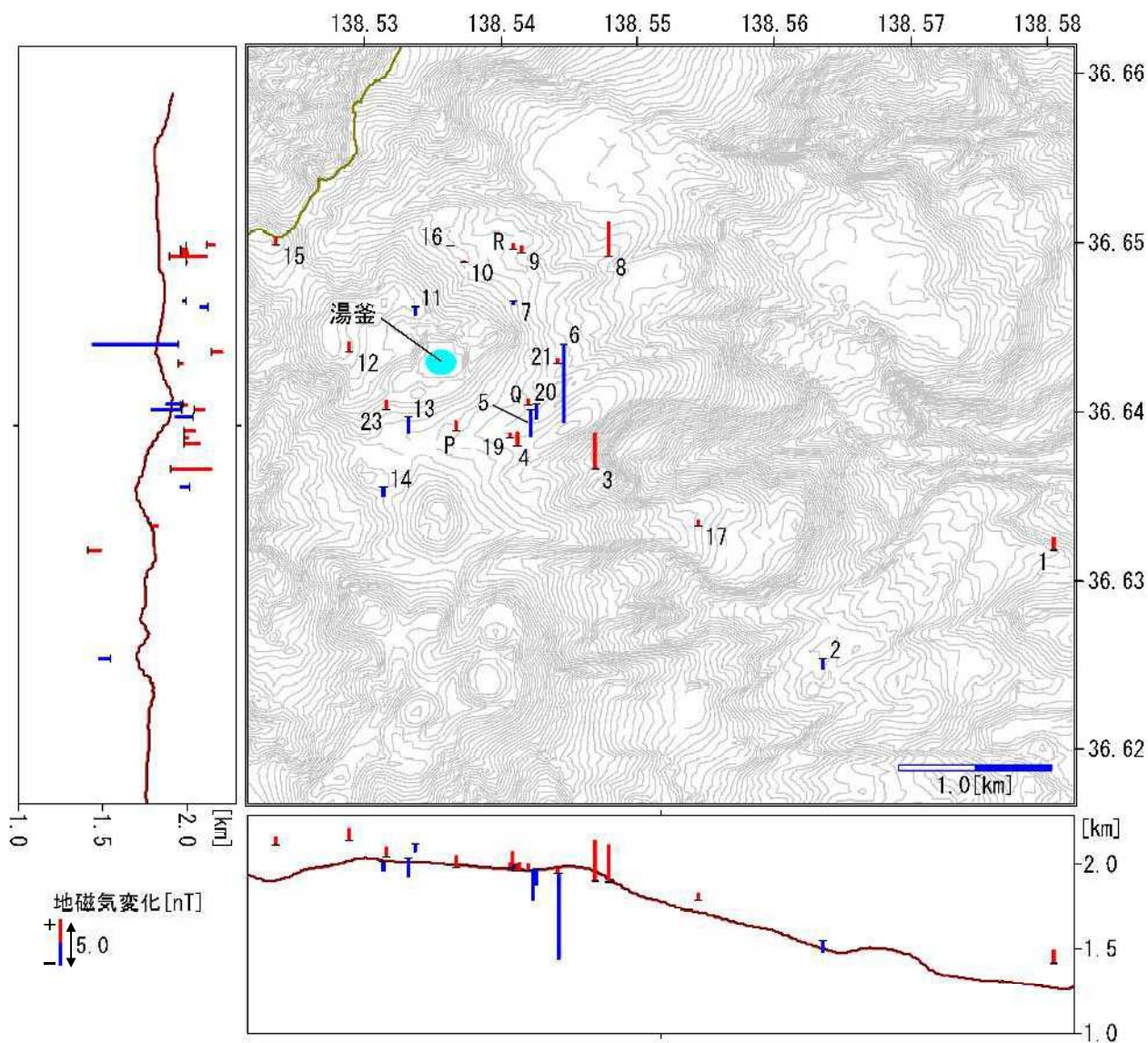
第 3 図 全磁力連続観測による全磁力値の変化及び日別地震回数（2014 年 1 月～2017 年 1 月 25 日）

連続観測点 P、Q、R および新 P における八ヶ岳地球電磁気観測所(東京大学地震研究所)(Y)との全磁力の夜間日平均値差。最下段に草津白根山で観測された日別地震回数を示す。



第 4 図 全磁力繰返し観測による全磁力値の変化（1988 年 9 月～2016 年 10 月）

八ヶ岳地球電磁気観測所（東京大学地震研究所）で観測された全磁力値を基準としており、草津白根山と八ヶ岳の地域的短周期変動の差は連続観測点 Q を介して除去している。破線は周辺環境の変化によると思われるギャップを示す。最下段に草津白根山で観測された月別地震回数を示す。



第 5 図 全磁力繰返し観測による全磁力値の変化（2015 年 10 月～2016 年 10 月）

八ヶ岳地球電磁気観測所（東京大学地震研究所）で観測された全磁力値を基準としており、草津白根山と八ヶ岳の地局的短周期変動の差は連続観測点 Q を介して除去している。繰返し観測点 No. 3、No. 6 および No. 13 は、周辺環境の変化による影響を受けていると思われる。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 草津白根山における 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. 使用データ

表 1 干渉解析に使用したデータ

Path Frame	軌道 方向	照射 方向	データ 1	データ 2	図番号
125-720	北行	右	2015. 06. 07	2016. 06. 05	図 1
19-2880	南行	右	2014. 10. 28	2016. 11. 08	図 2

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が、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。気象庁の GNSS 連続観測点「渋峠」を無変動と仮定した位相変化を図 1 及び 2 に示す。

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、宇宙航空開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。また、一部のデータは、PIXEL で共有しているものであり、JAXA と東京大学地震研究所の共同研究契約により JAXA から提供されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院の数値地図 10m メッシュ（標高）を元にした DEHM を使用した。ここに記して御礼申し上げます。

2015/06/07–2016/06/05

364 days

km

0 1 2 3

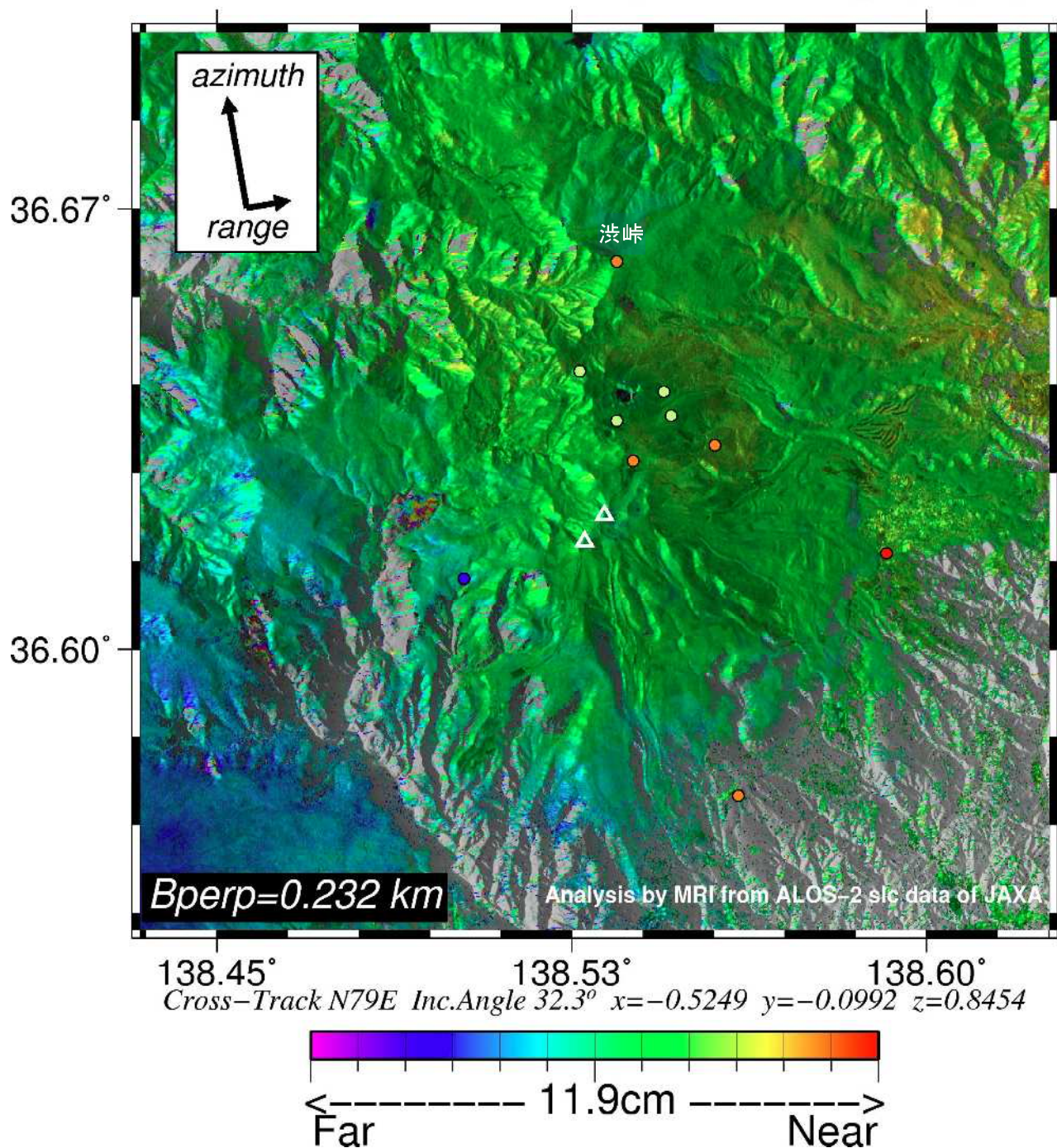


図 1 パス 125-720 の干渉解析結果

図中の丸印は GNSS 連続観測点（橙：気象庁，赤：国土地理院，青：防災科学技術研究所，黄：東京工業大学）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。

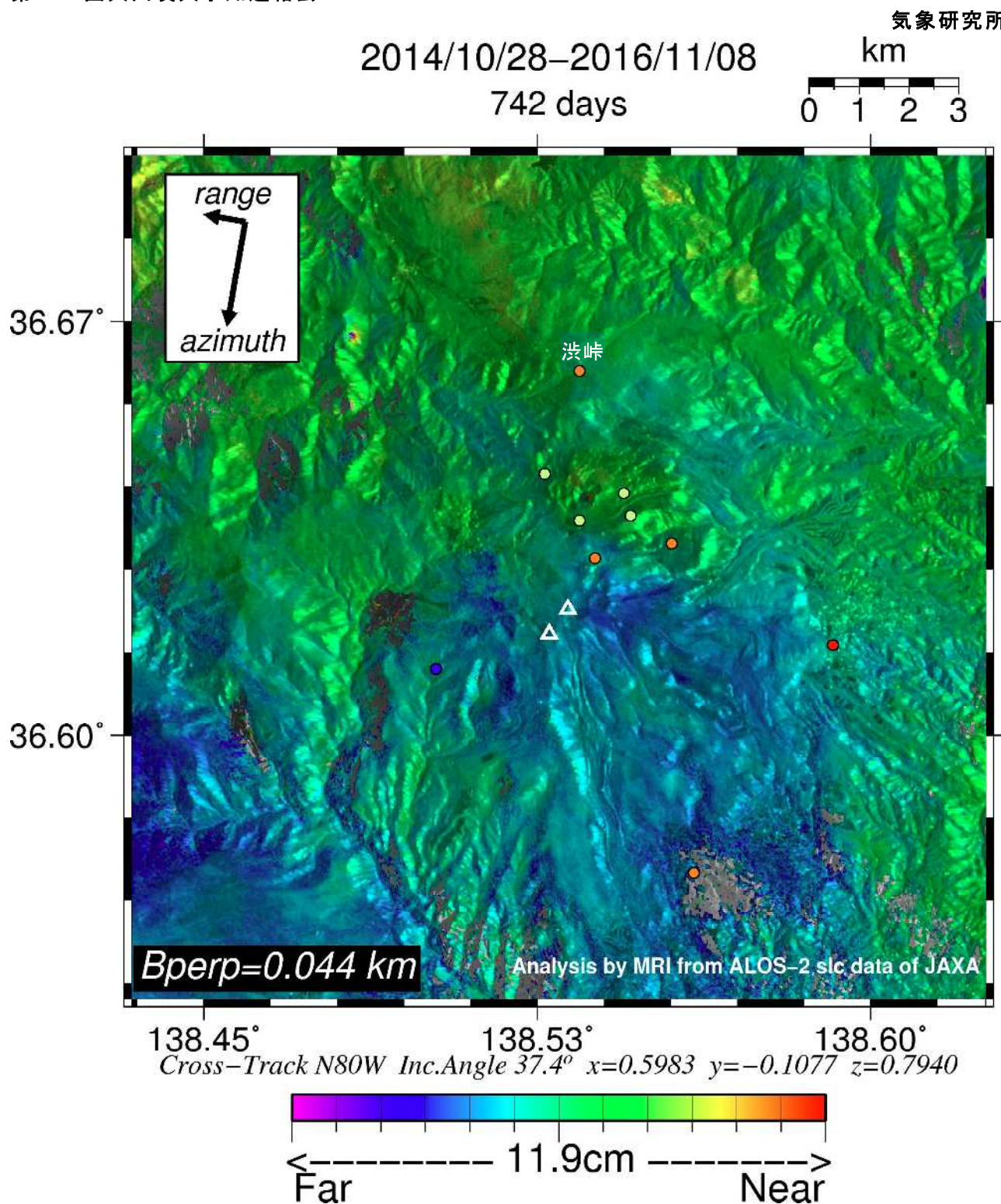


図 2 パス 19-2880 の干渉解析結果

凡例は図 1 に同じ。ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

草津白根火山の地震・地殻変動・熱活動

傾斜変動は、2015年11月以降、湯釜付近の減圧を示す変動が認められる（図1、2）。湯釜周辺に設置しているGNSSによれば、2016年以降は沈降変動が観測されている（図3）。湯釜火口湖の水温は、2016年8月以降、平年値を示している（図4）。

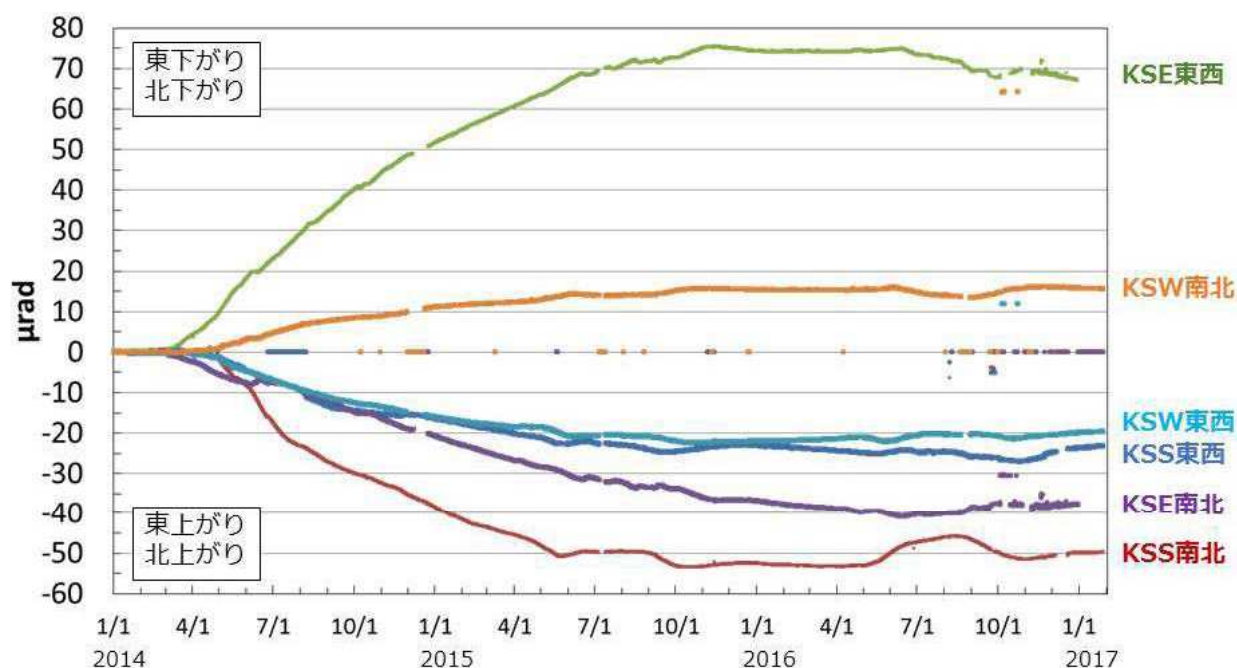


図1. 東工大ボアホール型傾斜計3点の変動（長期トレンド・気圧応答・長野県北部地震時ステップ・潮汐，センサ交換に伴うステップを補正したもの）。2014年1月1日～2017年1月28日。

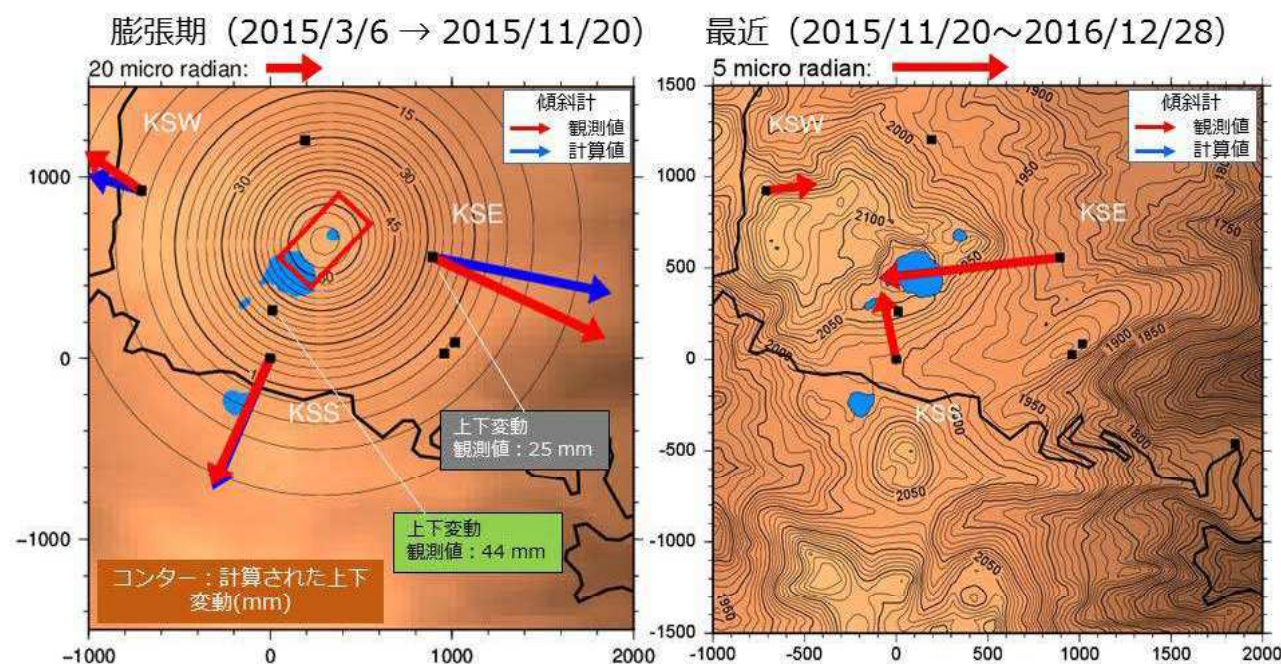
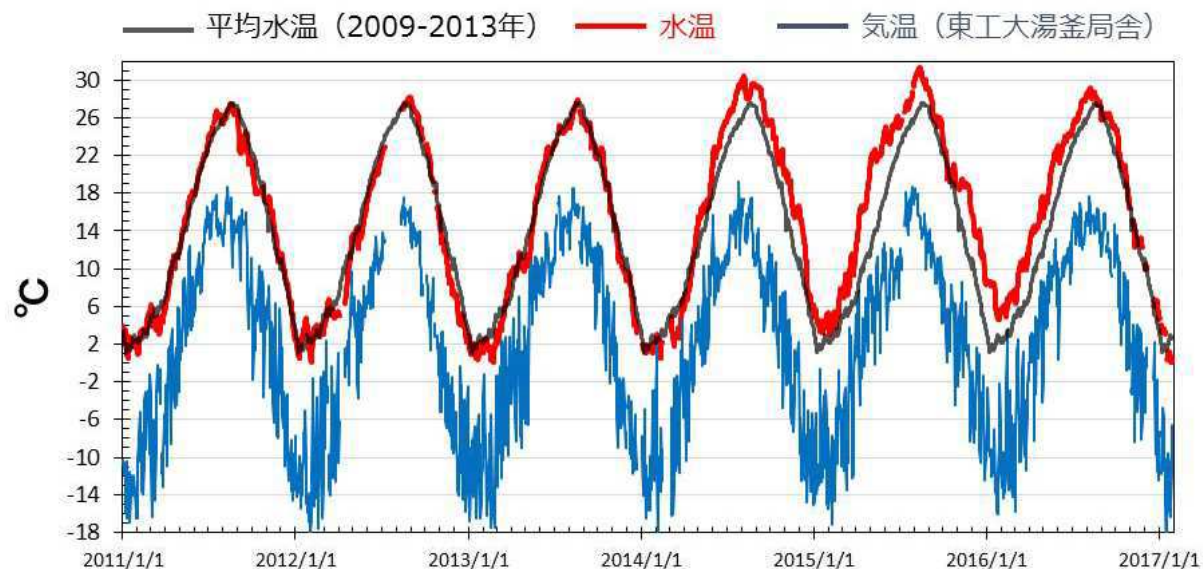
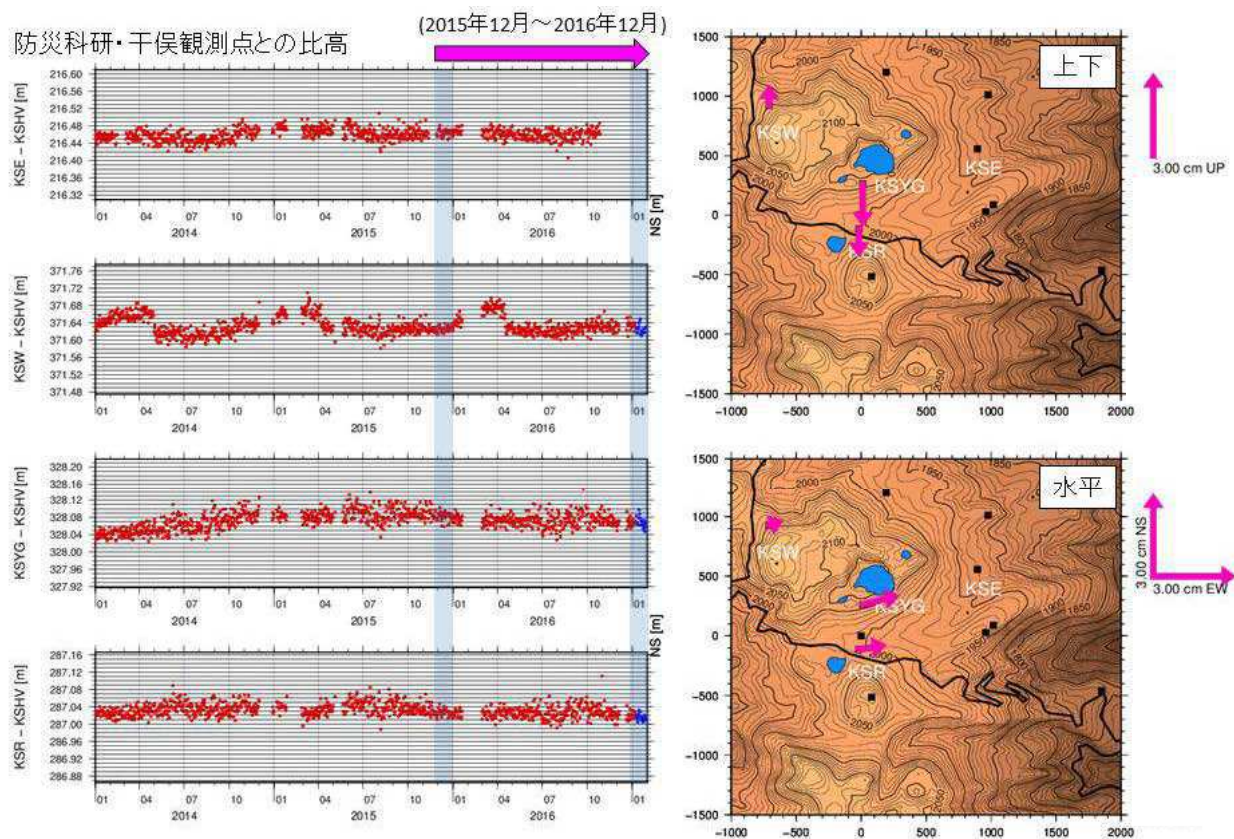


図3. (右) 水平シルを仮定した膨張期（2014年3月から2015年10月）の解析。開口体積は12万 m^3 。(右) 収縮期（2015年11月以降）の変動ベクトル。変動が非等方的であること、KSSには2016年9月のセンサ交換によるドリフトが含まれていることから、最近の変動について詳細な解析は行わなかった。



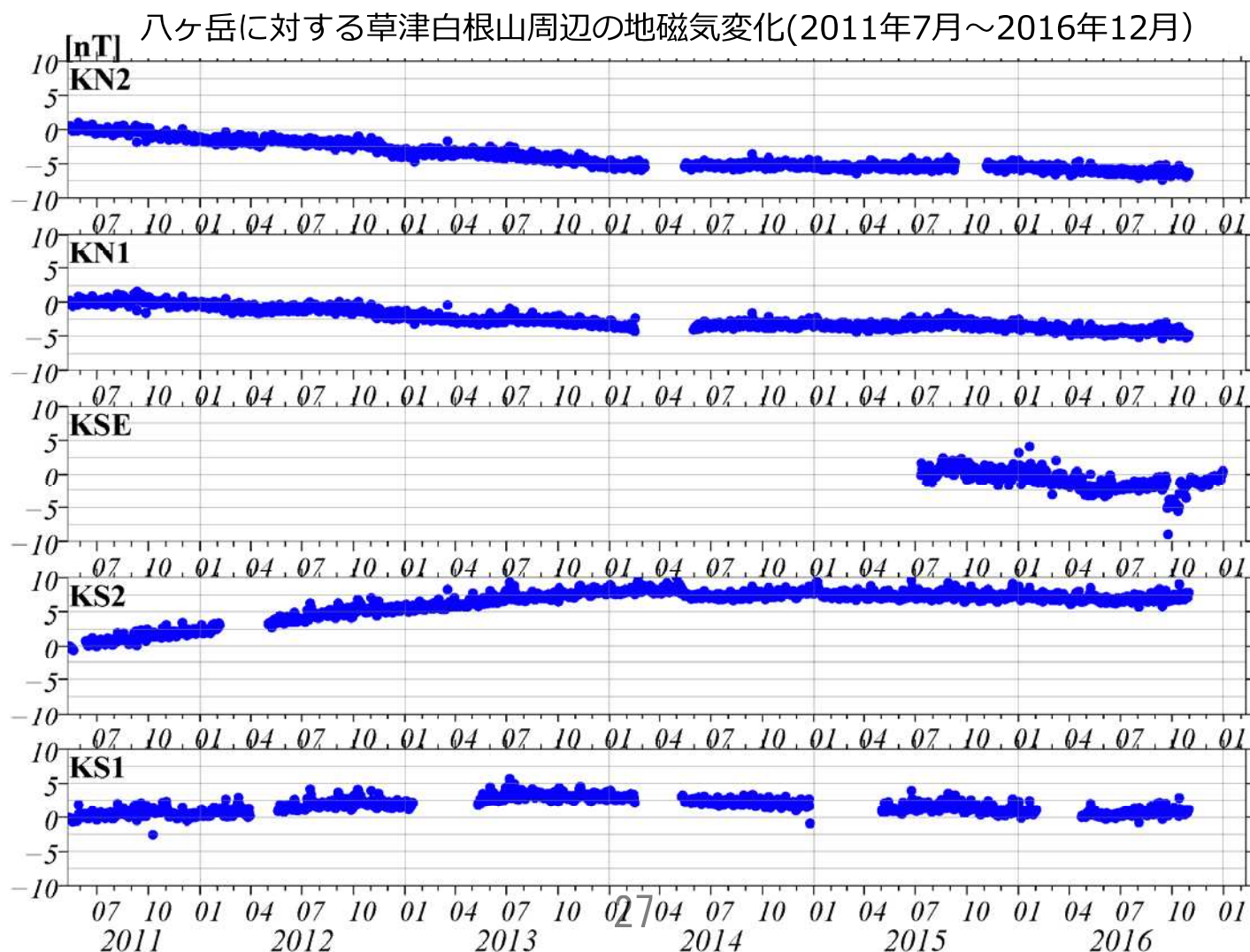
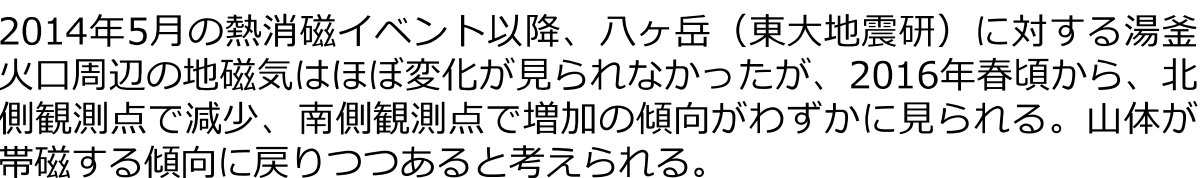
草津白根山

2016 年 12 月 20 日撮影

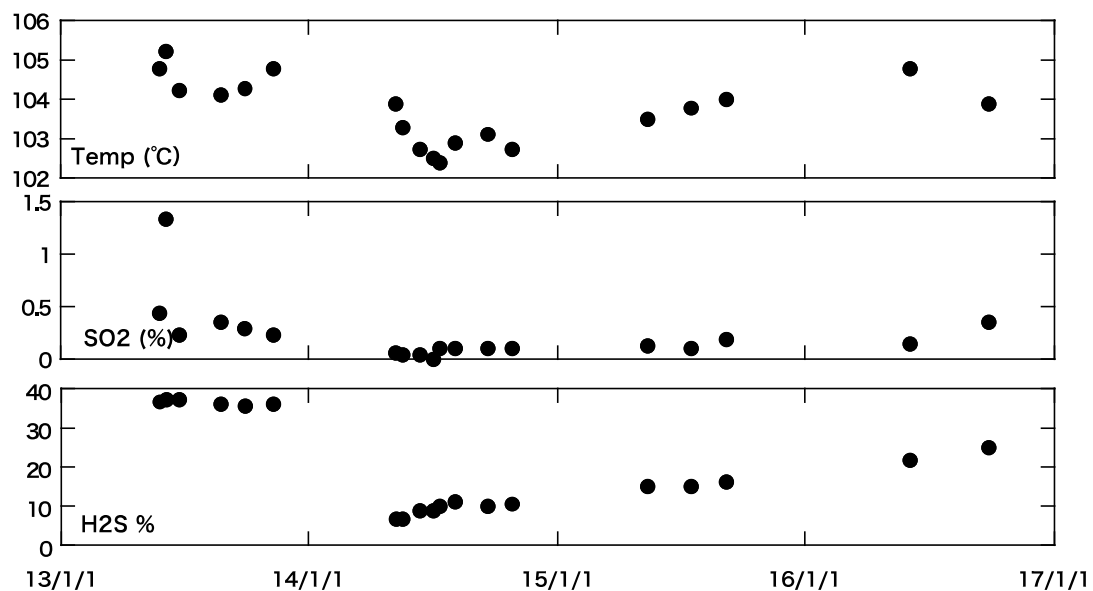
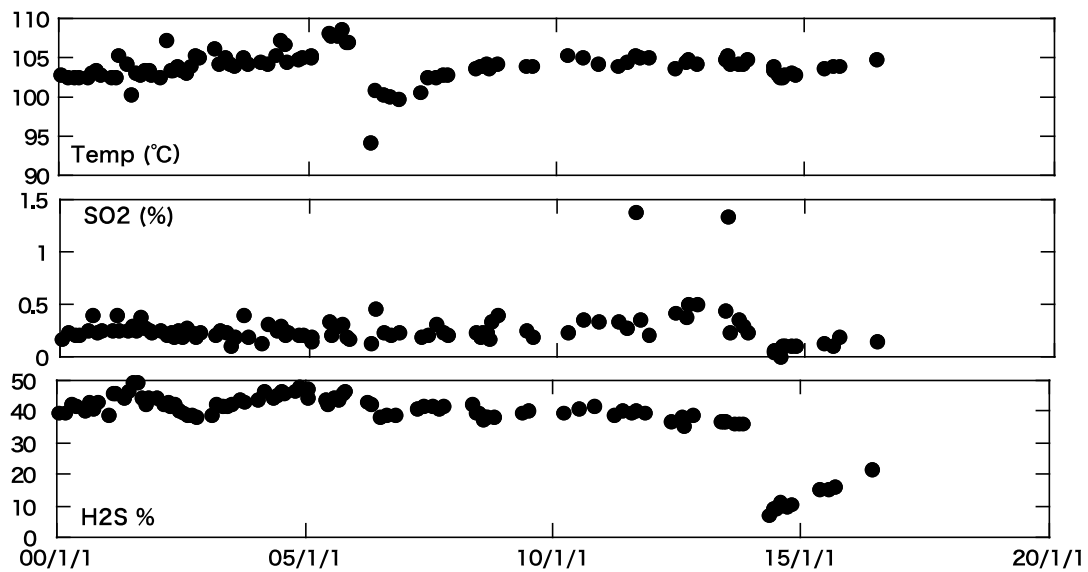


2017 年 1 月 28 日撮影

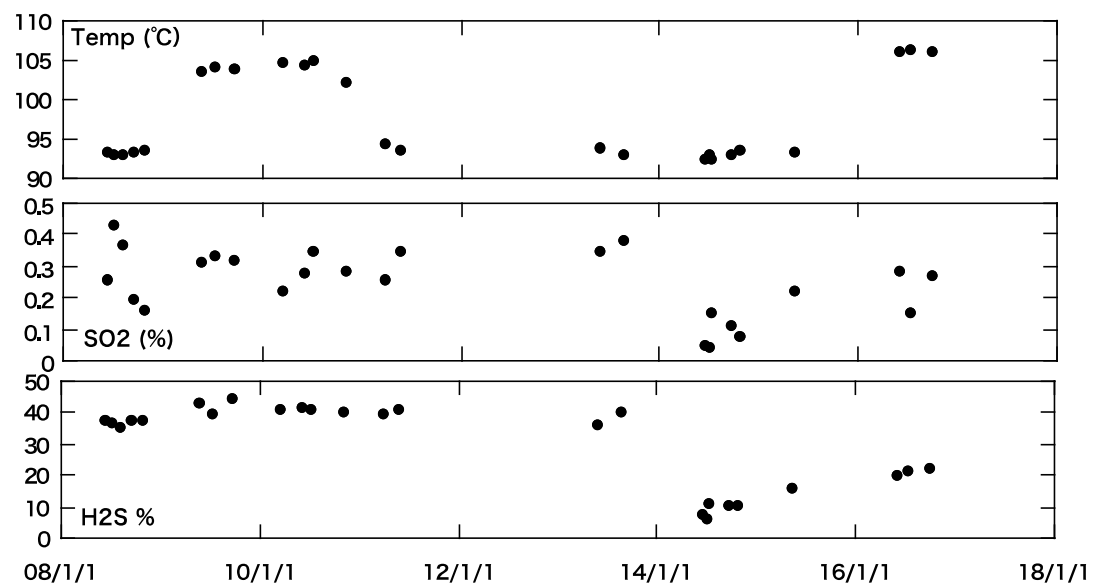




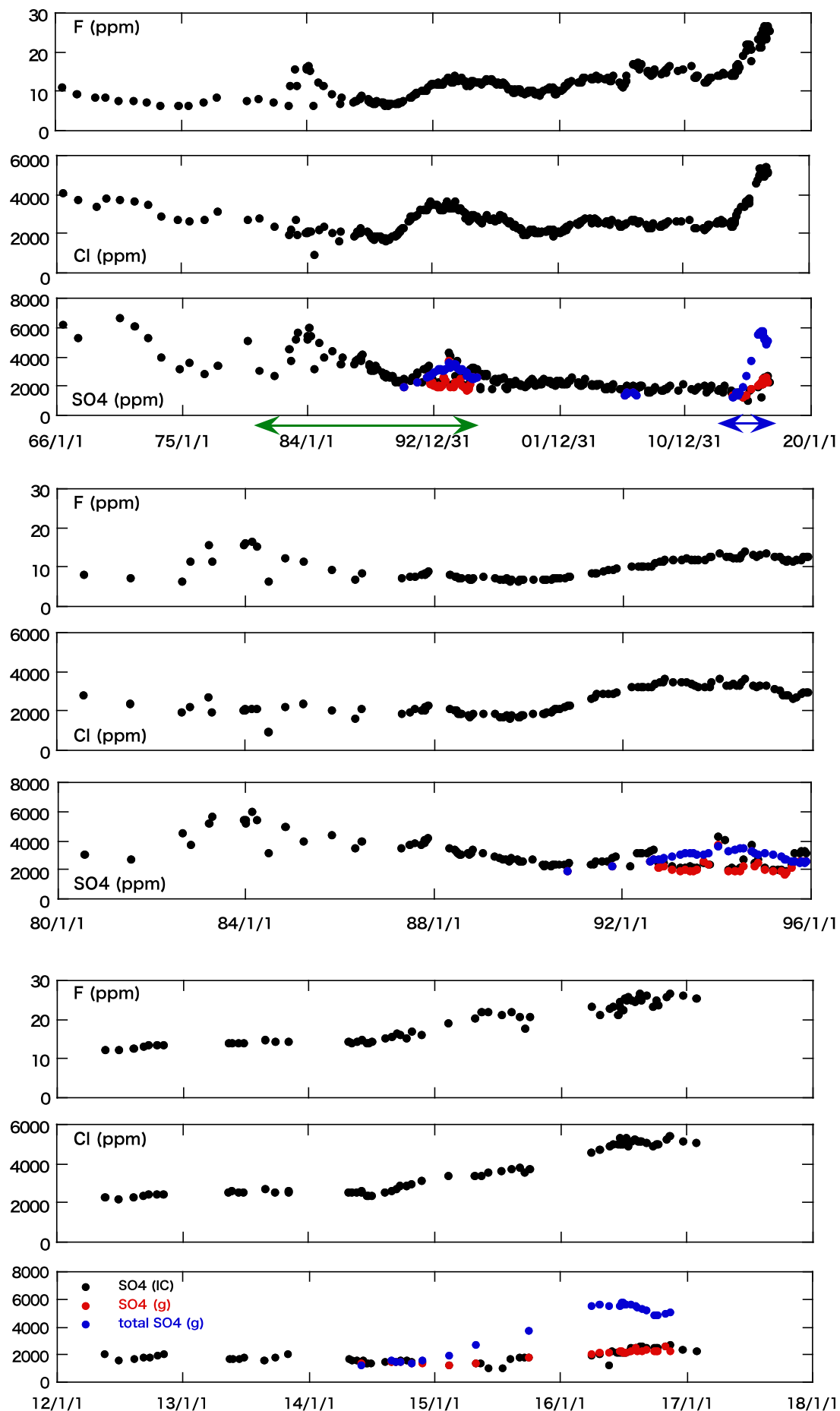
北側噴気孔



水釜北噴気孔



北側噴気・水釜北噴気 ガス組成変化



湯釜湖水 陰イオン成分の変動

草津白根山で採取した噴気の化学組成・安定同位体比

Chemical composition and stable isotope ratio of the fumarolic gases sampled at Kusatsu-Shirane volcano, Japan

1. 概要

2014 年 7 月から 2016 年 10 月にかけて、草津白根山山頂北側地熱地帯の三か所で、繰り返し、噴気を採取・分析した。3 つの噴気の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 比は調査期間を通じ、協調して低下傾向を示した。 CO_2 はマグマ起源成分であり、マグマ脱ガス活動が一貫して低下傾向にあったことを示している。 CH_4/CO_2 比は 2014 年 7 月から 2015 年 10 月まで小さな値であったが、その後急速に増加した。これは、マグマ起源流体の寄与が低下し、それを補うように CH_4 に富む地熱流体の寄与が増加したことを示している。反応、 $\text{SO}_2 + 3\text{H}_2 = \text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ の見かけ平衡温度 (AET) は $150 \sim 190^\circ\text{C}$ の間で変動したが、一定の上昇あるいは低下の傾向は見られなかった。 H_2O の安定同位体比は、ばらつきはあるものの、大きな変動は見られなかった。

2. 噴気の採取・分析

草津白根山では、図 1 に示す 3 つの噴気孔 W, C, E で噴気を採取した。噴気孔の緯度、経度を表 1 に示す。噴気孔 W と C の様子は、それぞれ、以下の URL (<https://youtu.be/LwnL-vsVCYI>, <https://youtu.be/4muAbAnthYy>) で視聴できる。これらの噴気を採取するために、金属チタン管を噴気孔に差し込み、管と孔の隙間を砂などで注意深く塞いだ。次にチタン管にゴム管を接続し、ゴム管の出口を真空ガラス瓶のコックに接続した。真空ガラス瓶にはあらかじめ高濃度のアルカリ性水溶液 (KOH) 20ml を封入しておいた。コックを慎重に開けることにより火山ガスをアルカリ性水溶液に吸収させた。安定同位体比の測定のために噴気を水冷したガラス二重管に通し、凝縮水を採取した。噴気の化学分析は主に、小沢の方法[1]に従った。

3. 結果

表 2 に噴気の化学組成、 H_2O の安定同位体比、見かけ平衡温度 (AET) を示す。噴気の温度は水の沸点に近い。AET は火山ガスの成分間で以下の化学反応、



が平衡に到達する温度で、浅部熱水系の温度を反映すると考えられる。AET はガスの圧力に依存するので、本報告では、圧力として AET における飽和水蒸気圧を用いた。

4. 考察

噴気 W, C について、 H_2O を除いた噴気成分中の H_2S 濃度は、2014 年 7 月に 10% 前後であったが、その後、増加し、2016 年 10 月には 20% を超えた。噴気 E についても濃度は異なるものの、同様の増加傾向がみられる。過去の研究[2]によると、草津白根山では、 H_2S 濃度が 10% 程度に低下すると火山活動が活

発化し、噴火の可能性が高まる。図 2 に示される変化は、調査期間を通じ、噴火の可能性が次第に低下していたことを示唆する。図 3、4 にそれぞれ $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 比、 $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比の変化を示す。 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 比は一貫して低下したが、 $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$ 比はほぼ横ばいであった。このことは、噴気中で CO_2 濃度が低下し、相対的に H_2S 濃度が上昇したことを意味している。図 2 の H_2S 濃度の上昇は、本質的には CO_2 濃度の低下が原因であった。2014 年 7 月から 2016 年 10 月にかけて、マグマ脱ガス活動の低下が CO_2 濃度を低下させ、相対的に H_2S 濃度の増加を引き起こしたと考えられる。

図 5 に、 CH_4/CO_2 比の変化を示す。2015 年まで徐々に値が増加し、その後、急上昇している。 CH_4 は“地熱流体”に高濃度で含まれる成分である。ここで、地熱流体とは、もともとマグマ起源の流体が、地殻内に長期間滞留し、岩石との相互作用で還元になった流体を想定している。 CH_4/CO_2 比の上昇は、噴気を生産する熱水系において、マグマ起源流体の寄与が低下し、それを補うように地熱流体の寄与が増大したことを示している。

図 6、7 に、それぞれ、見かけ平衡温度 (AET) と H_2O の酸素同位体比の変化を示す。両者とも変動を示すが、一貫した上昇や低下の傾向はみられない。このことは、熱水系の温度やマグマ起源 H_2O の割合に大きな変動が無かったことを示唆している。

5. 文献

- [1] 小沢竹二郎 (1968) 地球化学におけるガス分析法 (I). 分析化学, 17, 395-405.
- [2]. J. Ohsaka et al. (1980) Variation of chemical compositions in volcanic gases and waters at Kusatsu-Shirane volcano and its activity in 1976. Bull. Volcanol., 43, 207-216.

表 1. 採取・分析を行った噴気孔の位置

噴気孔	緯度	経度
W	N 36 度 38 分 52.3 秒	E 138 度 32 分 15.6 秒
C	N 36 度 38 分 52.4 秒	E 138 度 32 分 22.6 秒
E	N 36 度 38 分 50.5 秒	E 138 度 32 分 33.0 秒

表 2. 草津白根山噴気の化学組成, 安定同位体比, 見かけ平衡温度 (AET)

Fumarole	Date y/m/d	Temp. C	H ₂ O %	CO ₂ %	H ₂ S %	SO ₂ %	R-gas %	R-gas						H ₂ O δ D _{SMOW} (‰)	H ₂ O δ ¹⁸ O _{SMOW} (‰)	AET ℃
								He	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	Ar			
W	2014/7/23	92.4	95.4	4.19	0.389	0.00503	0.0421	0.0845	0.0617	0.0625	99.6	0	0.178	-65	-6.7	166
W	2015/5/15	93.5	96.4	3.11	0.426	0.00357	0.0321	0.0711	0.1412	0.0000	99.6	0.025	0.205	-69	-7.8	177
W	2015/10/15	94.2	97.4	2.05	0.504	0.00103	0.0254	0.0541	0.1369	0.0197	99.5	0.043	0.227	-67	-7.1	156
W	2016/4/22	93.5	97.5	1.93	0.518	0.00695	0.0294	0.0330	0.1468	0.0465	99.4	0.184	0.210	-78	-8.2	180
W	2016/10/28	93.4	98.3	1.31	0.396	0.00490	0.0248	0.0222	0.1079	0.0247	99.1	0.230	0.560	-66	-7.0	165
C	2014/7/23	94.1	95.5	3.97	0.533	0.00715	0.0435	0.0834	0.0573	0.0278	99.7	0	0.176	-77	-9.5	165
C	2015/5/15	93.4	96.8	2.76	0.410	0.00494	0.0298	0.0741	0.0800	0.0154	99.7	0.00754	0.167	-68	-7.2	162
C	2015/10/15	93.6	97.8	1.77	0.404	0.00208	0.0237	0.0530	0.0947	0.0251	99.6	0.02579	0.196	-70	-7.2	153
C	2016/4/22	97.2	97.8	1.75	0.419	0.00762	0.0258	0.0335	0.0868	0.0524	99.5	0.14492	0.209	-67	-5.4	164
C	2016/10/28	93.8	98.1	1.48	0.420	0.00498	0.0224	0.0273	0.1079	0.0140	99.4	0.22339	0.195	-66	-6.1	162
E	2015/5/15	93.4	96.9	2.74	0.289	0.00345	0.0252	0.0953	0.1686	0.0000	99.5	0.01696	0.192	-88	-10.9	179
E	2015/10/15	93.3	97.7	1.93	0.299	0.00191	0.0212	0.0688	0.2378	0.0146	99.4	0.02537	0.214	-79	-8.8	177
E	2016/4/22	94.1	97.8	1.84	0.346	0.00603	0.0246	0.0427	0.2055	0.0329	99.4	0.1043	0.208	-88	-10.0	187
E	2016/10/28	93.6	98.6	1.09	0.268	0.00263	0.0174	0.0282	0.3128	0.0220	94.7	0.14282	4.754	-79	-8.5	184

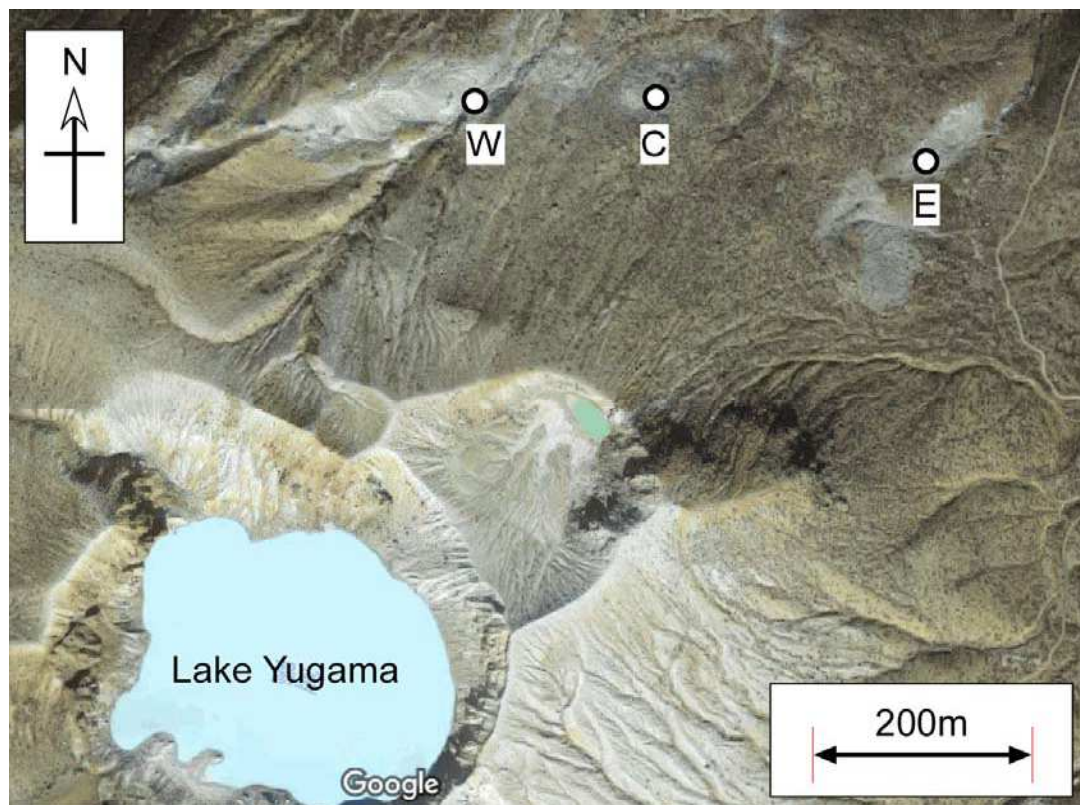
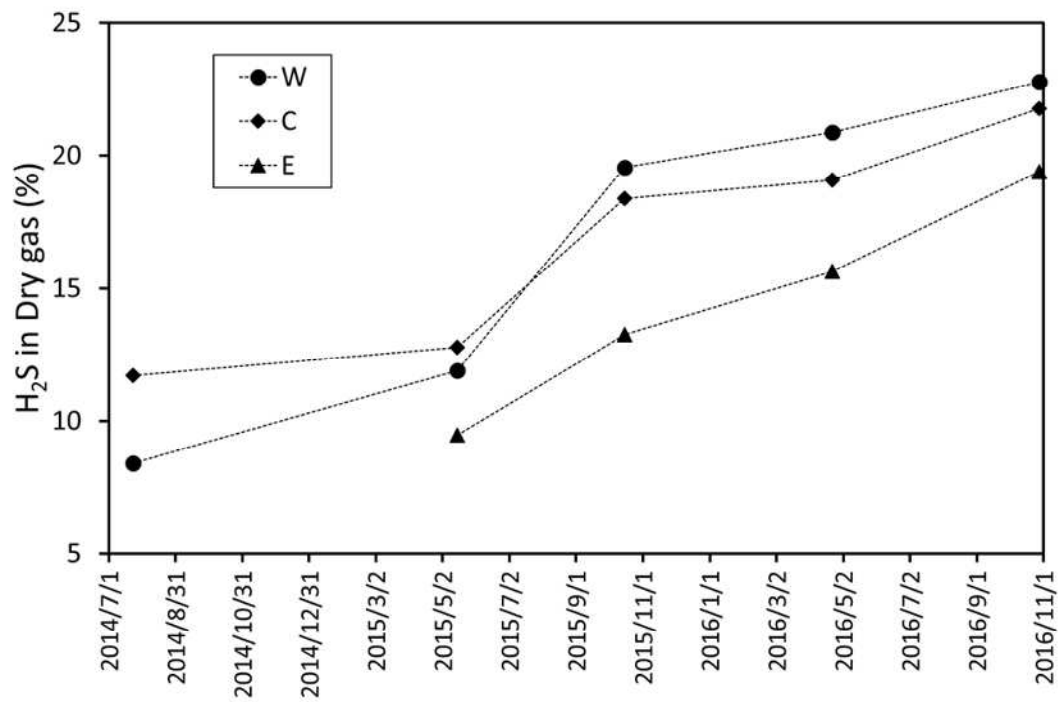
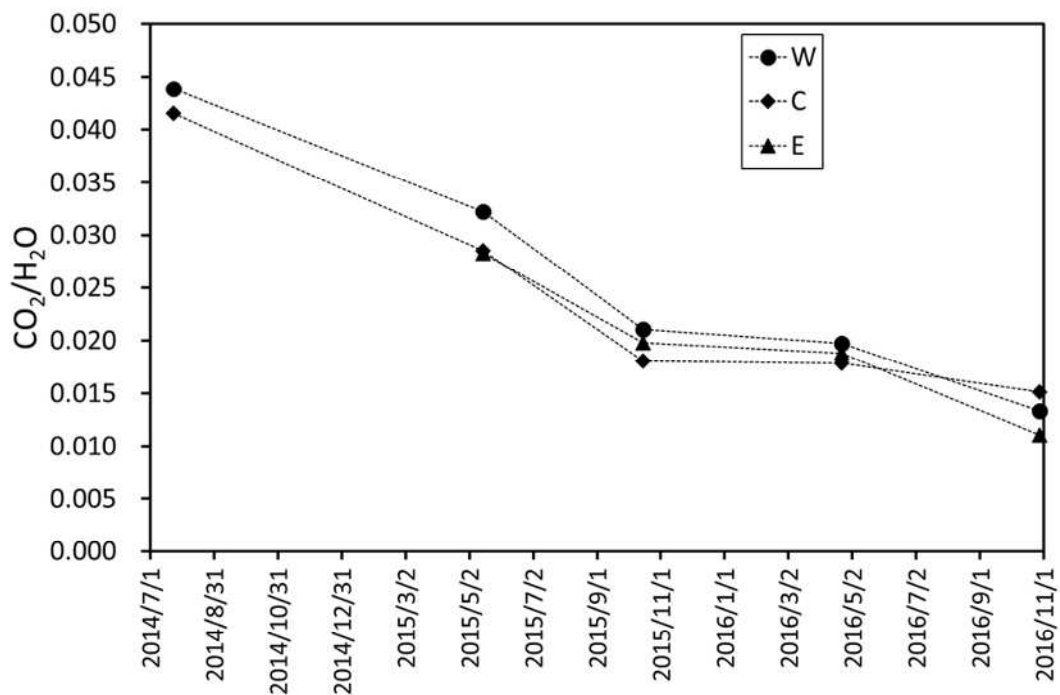


図 1. 草津白根山山頂北側山麓噴気 W, C, E の位置 (背景図として, GoogleMap を使用した)

図 2. H₂O を除いた成分 (Dry gas) 中における H₂S 濃度の変化図 3. CO₂/H₂O 比の時間変化

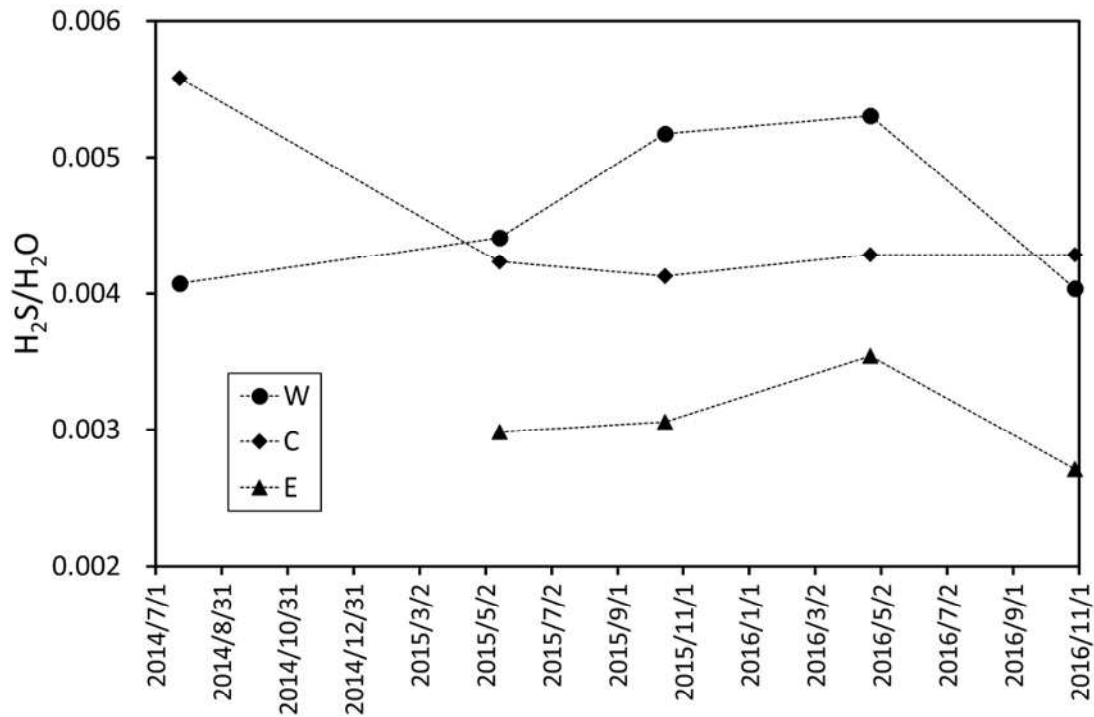


図 4. H_2S/H_2O 比の時間変化

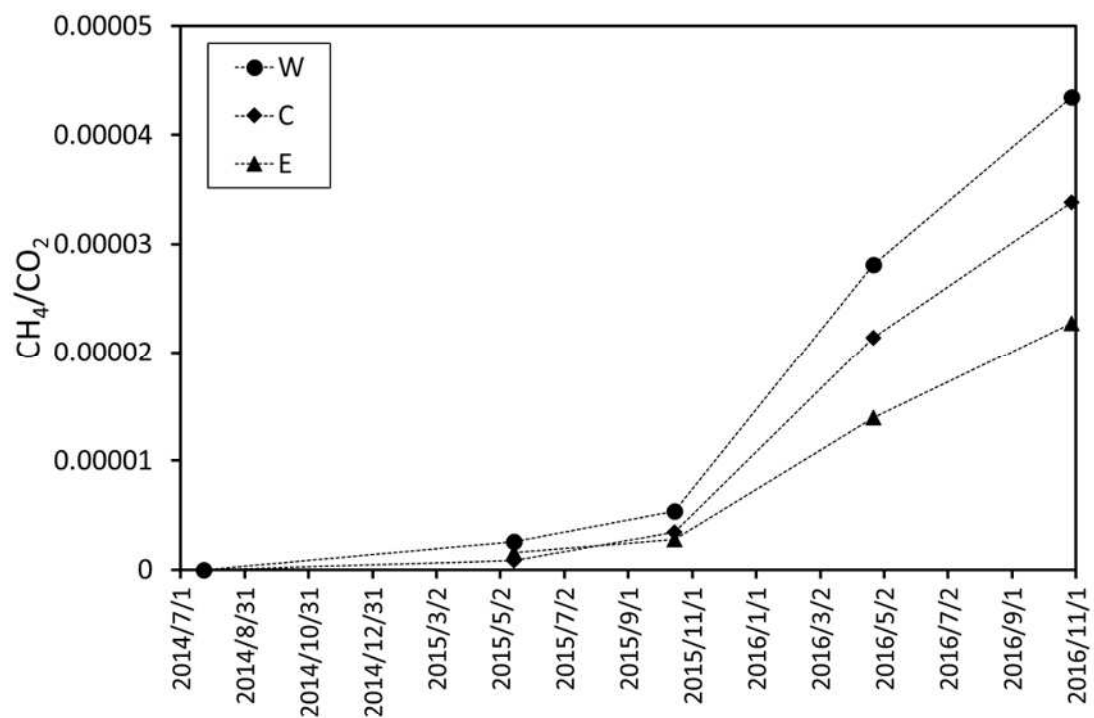


図 5. CH_4/CO_2 比の時間変化

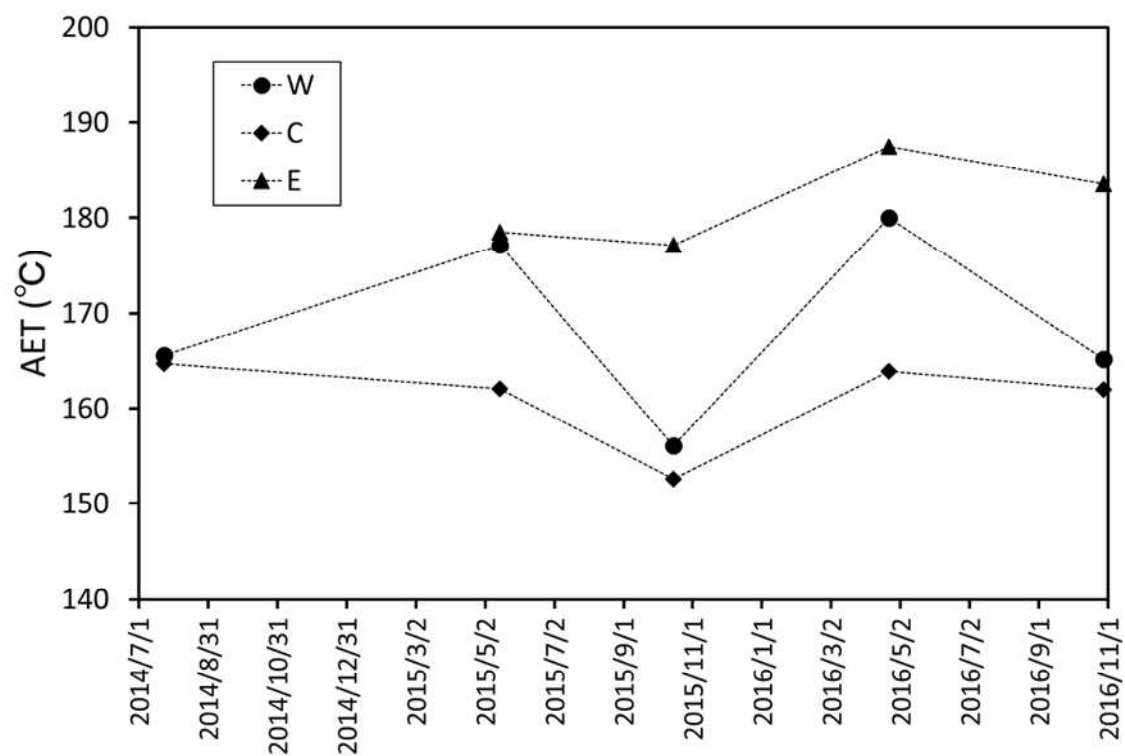
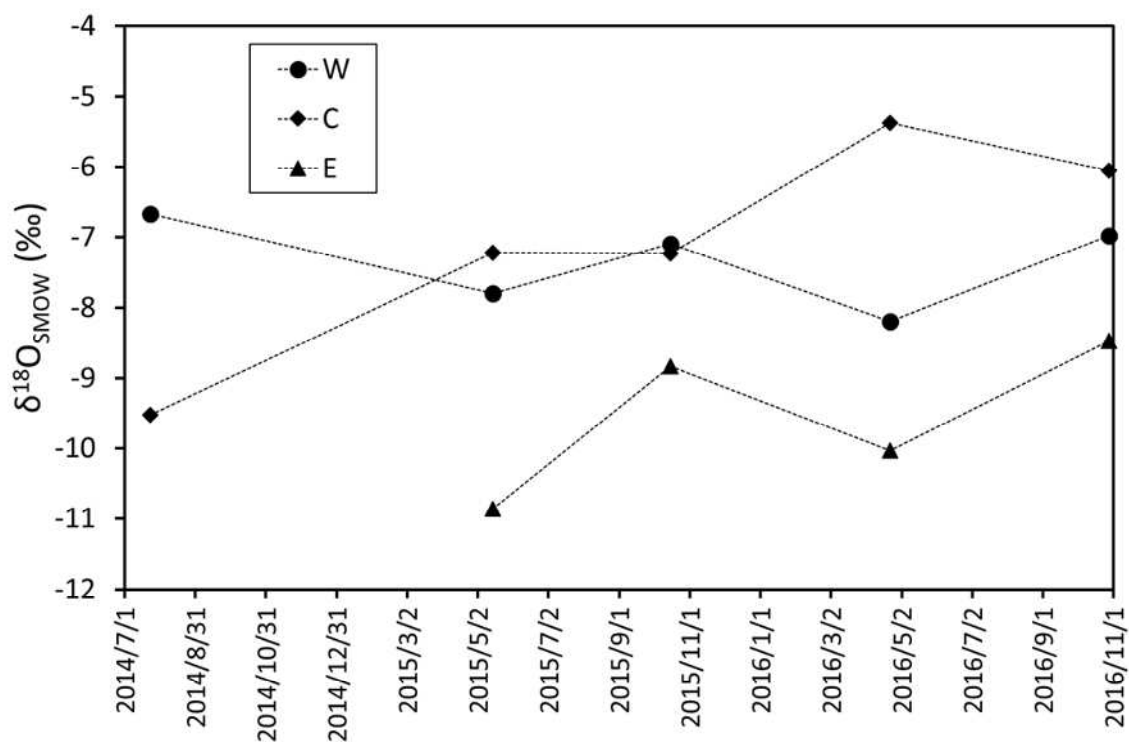
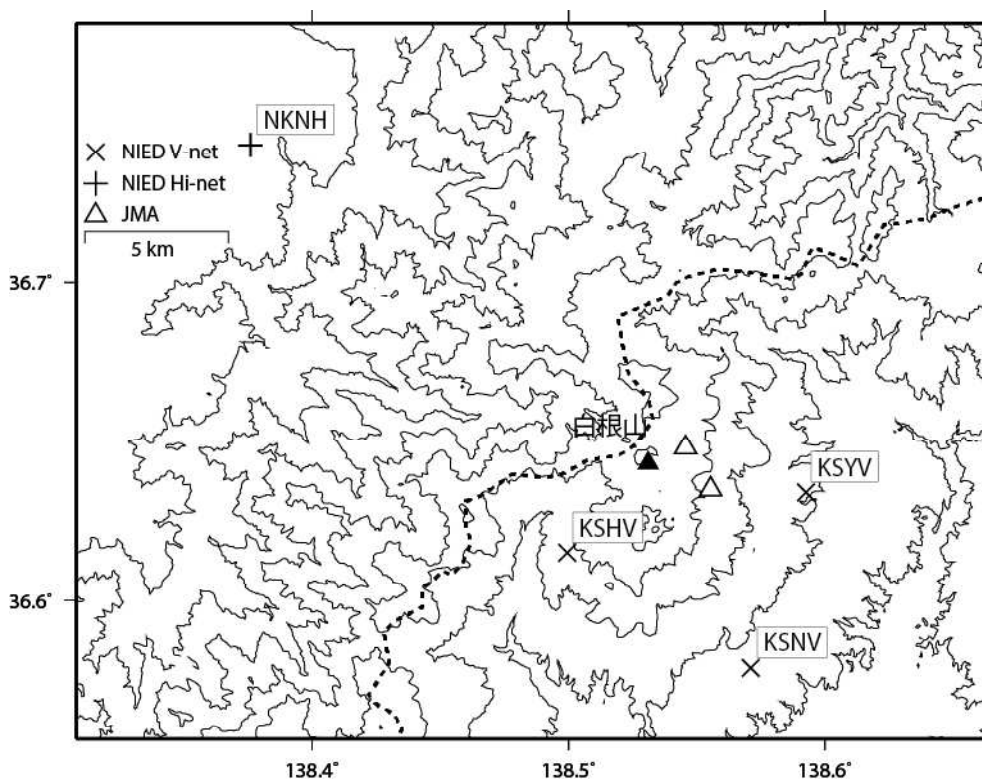


図 6. 見かけ平衡温度 (AET) の変化

図 7. H_2O の酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) の変化

草津白根山の火山活動について



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。

KSHV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

KSNV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

KSYV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

資料概要

○ 地殻変動

火山活動に伴うような明瞭な地殻変動は観測されなかった。

草津白根山の傾斜変動 (2012/4/1~2016/12/31)

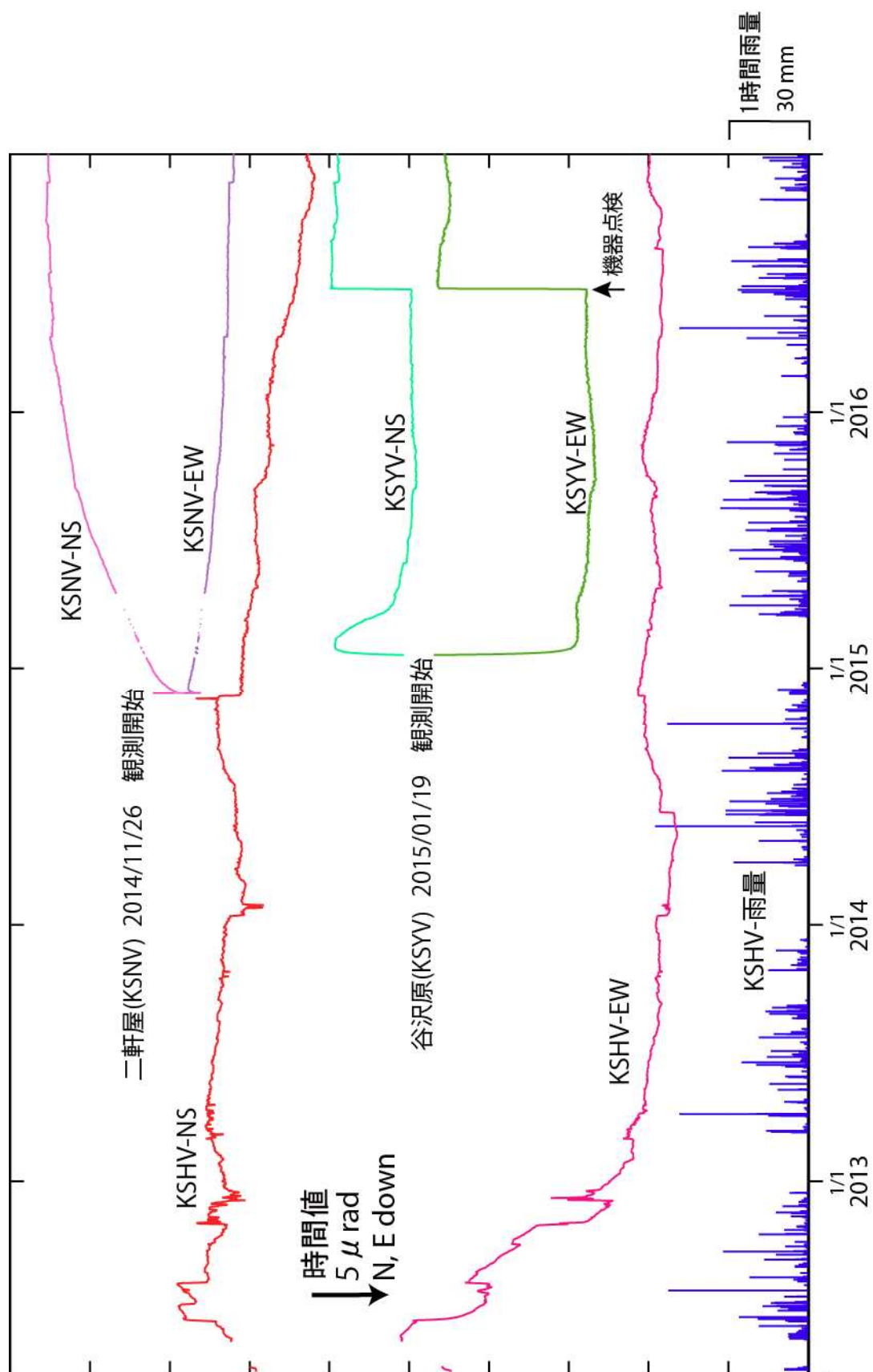


図 1 草津白根山の傾斜変動

草津白根山

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、
2016 年 7 月 5 日-2017 年 1 月 9 日の地殻変動【長野 (0267) 固定】

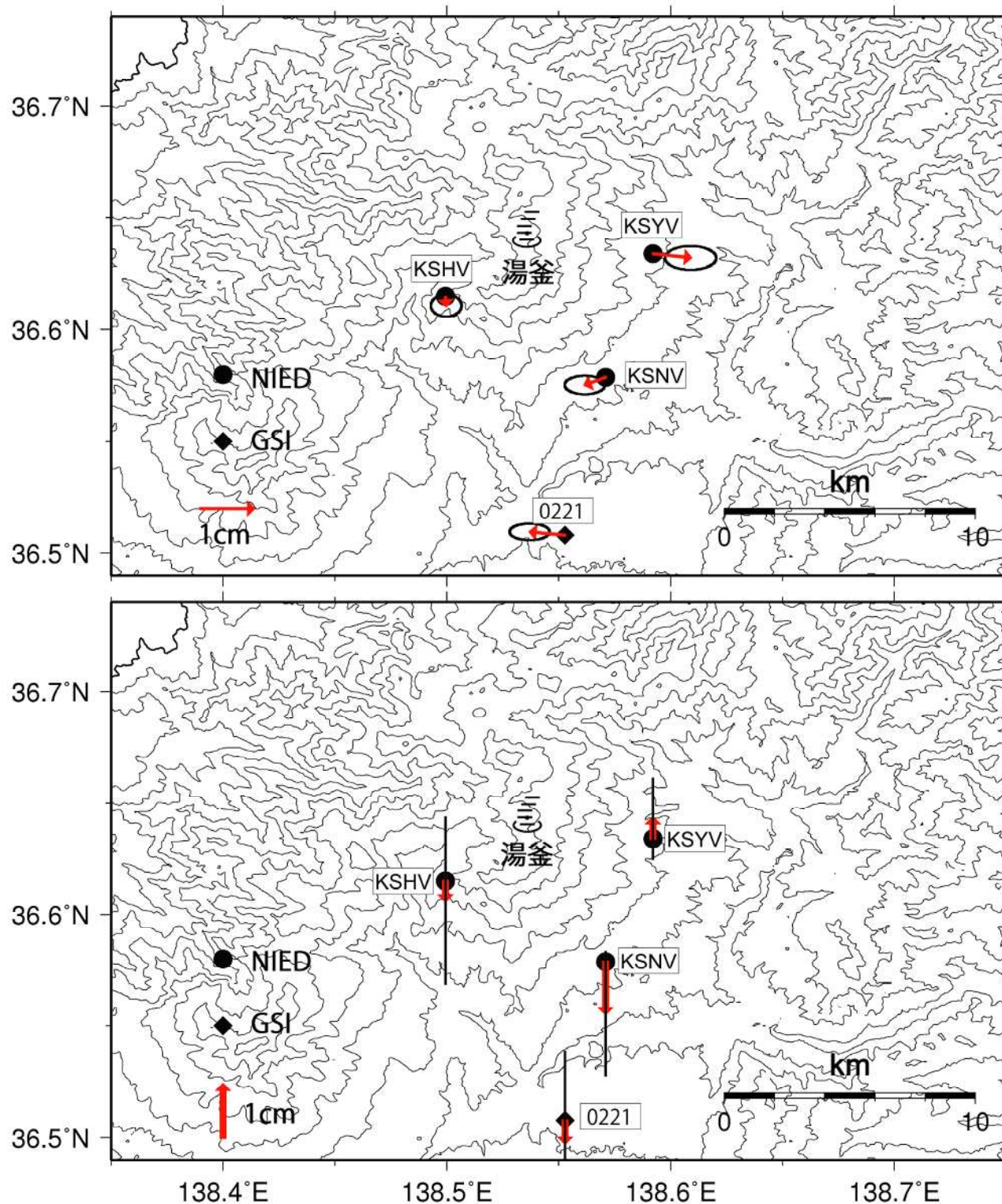


図 1. 草津白根山周辺 V-net 及び国土地理院 GEONET 観測点における GNSS 解析結果.

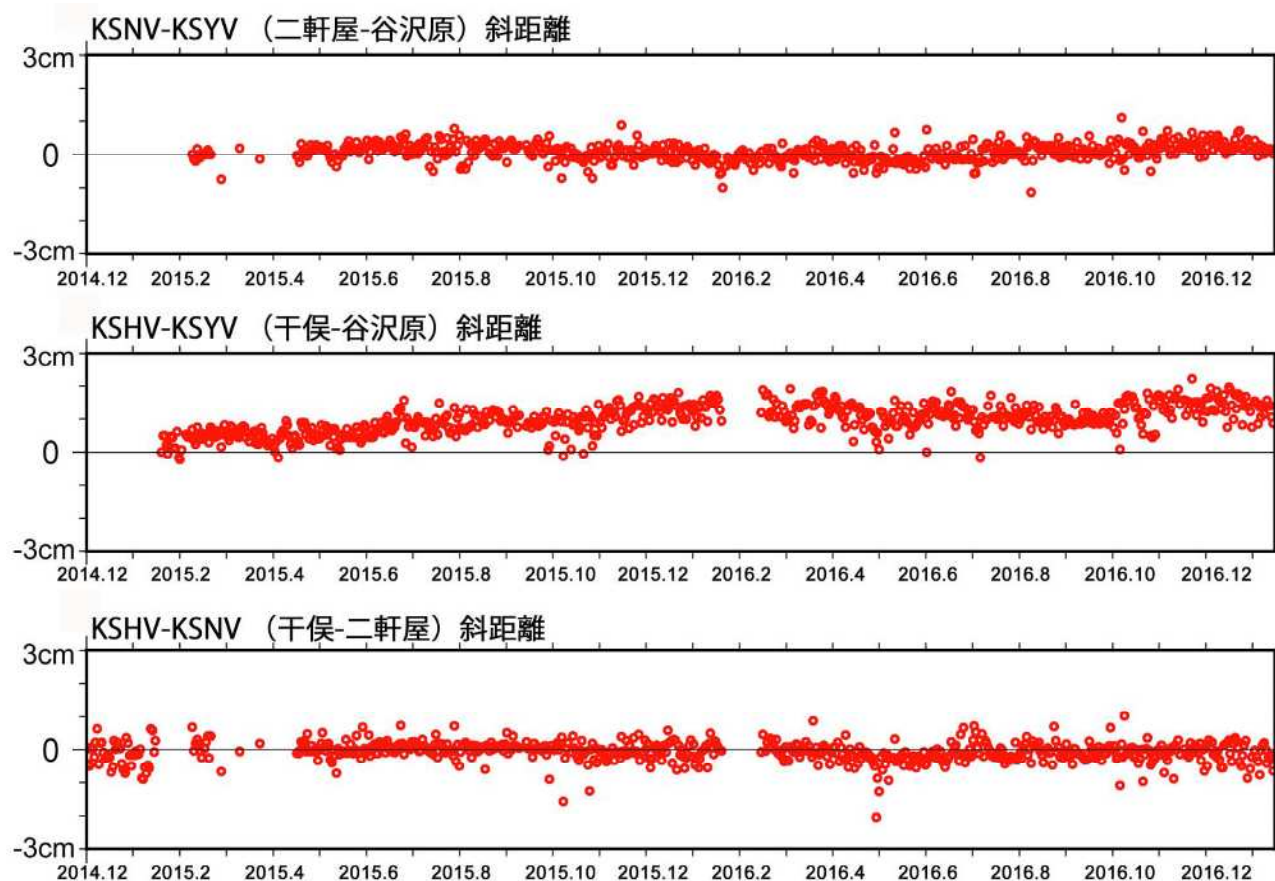


図 2. 防災科研観測点 3 点（干俣，二軒屋，谷沢原）間の基線長変化.

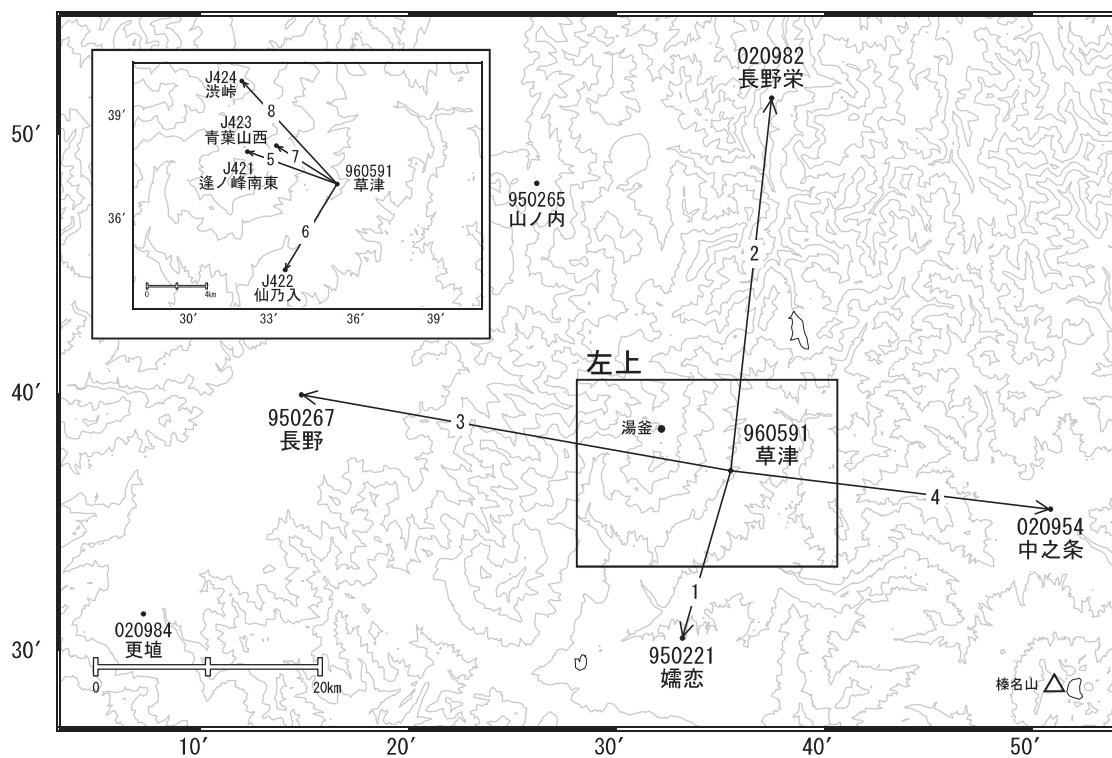
表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
	草津白根山千俣 (KSHV)		2012/3/26	2周波観測開始
	草津白根山二軒屋 (KSNV)		2014/11/25	2周波観測開始
			2015/1/15～ 2015/4/17	通信回線不調
	草津白根山谷沢原 (KSYV)		2015/1/19	2周波観測開始

草津白根山

顕著な地殻変動は観測されていません。

草津白根山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

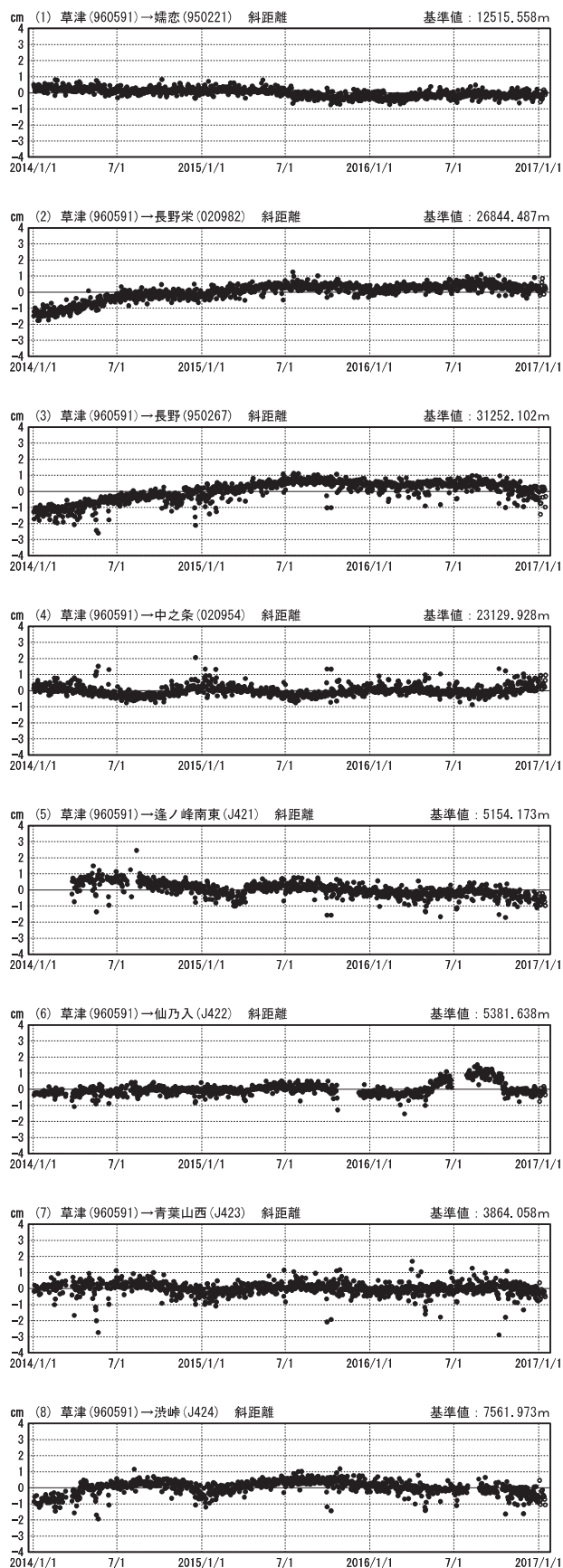


草津白根山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960591	草津	20150617	受信機交換
020982	長野栄	20150201	アンテナ交換

基線変化グラフ

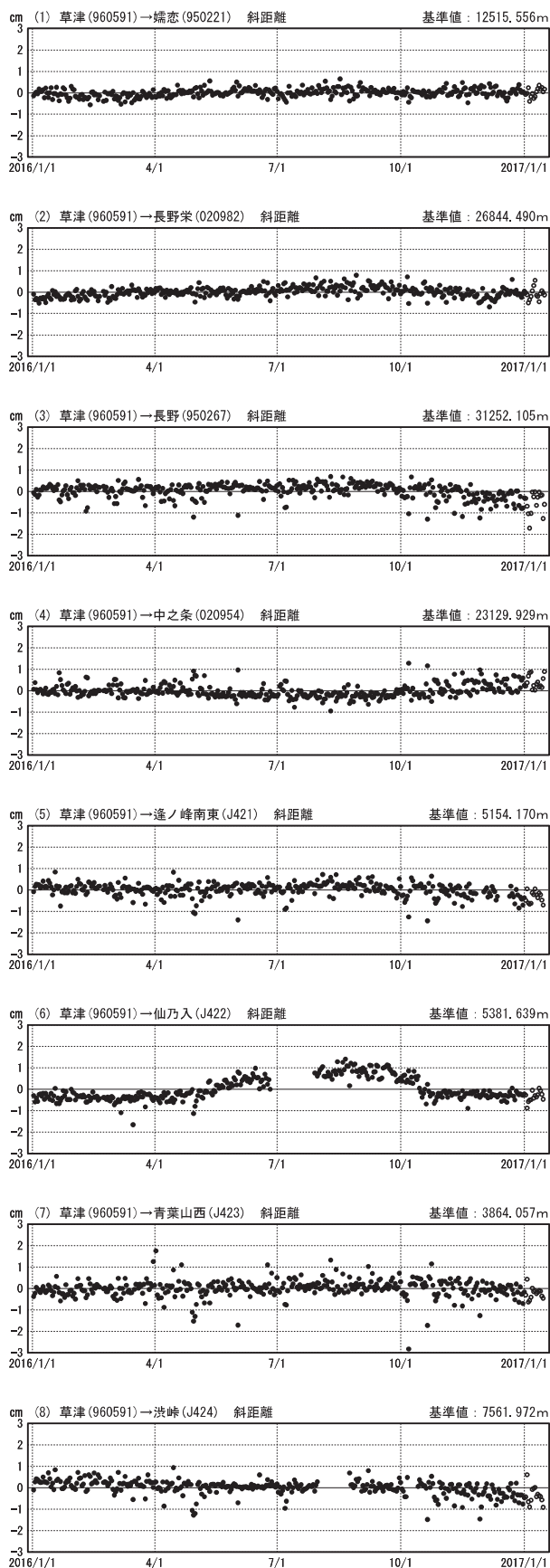
期間：2014/01/01～2017/01/15 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2016/01/01～2017/01/15 JST



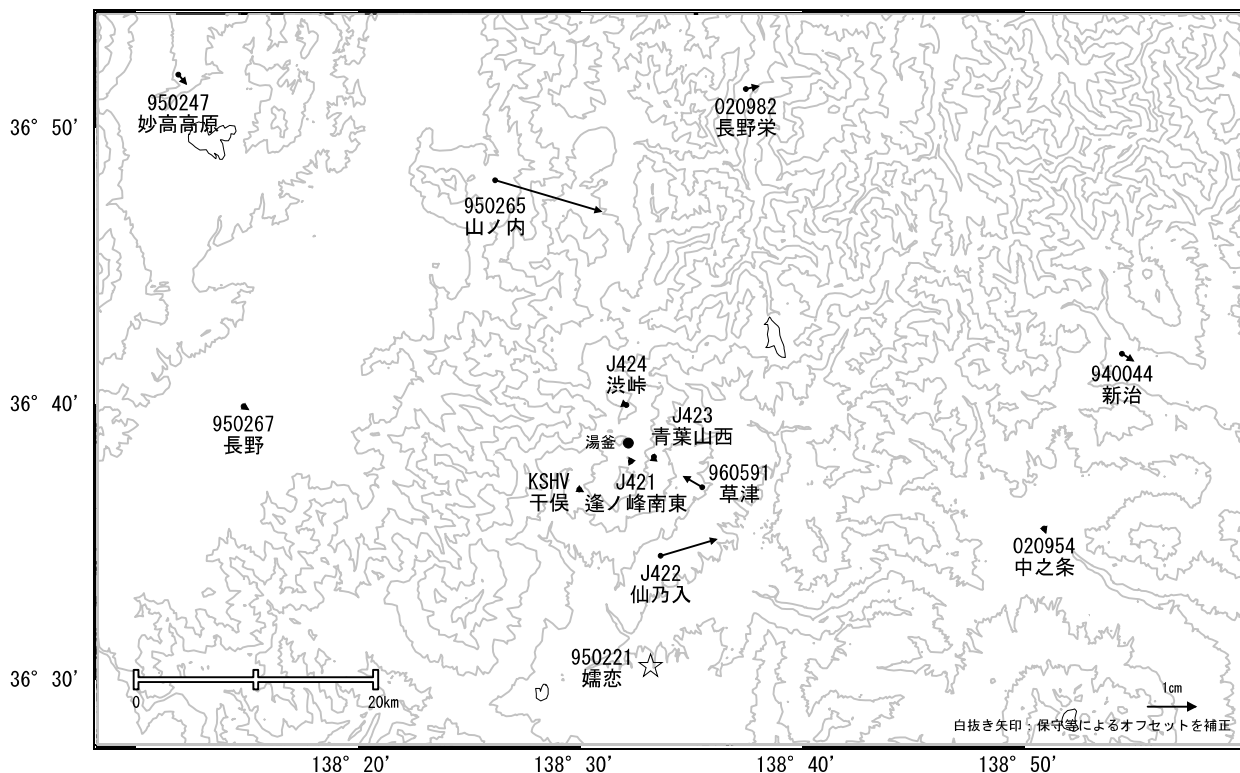
国土地理院・気象庁

※[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

草津白根山

草津白根山周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2016/09/22~2016/10/01[F3:最終解]
比較期間:2016/12/22~2016/12/31[F3:最終解]

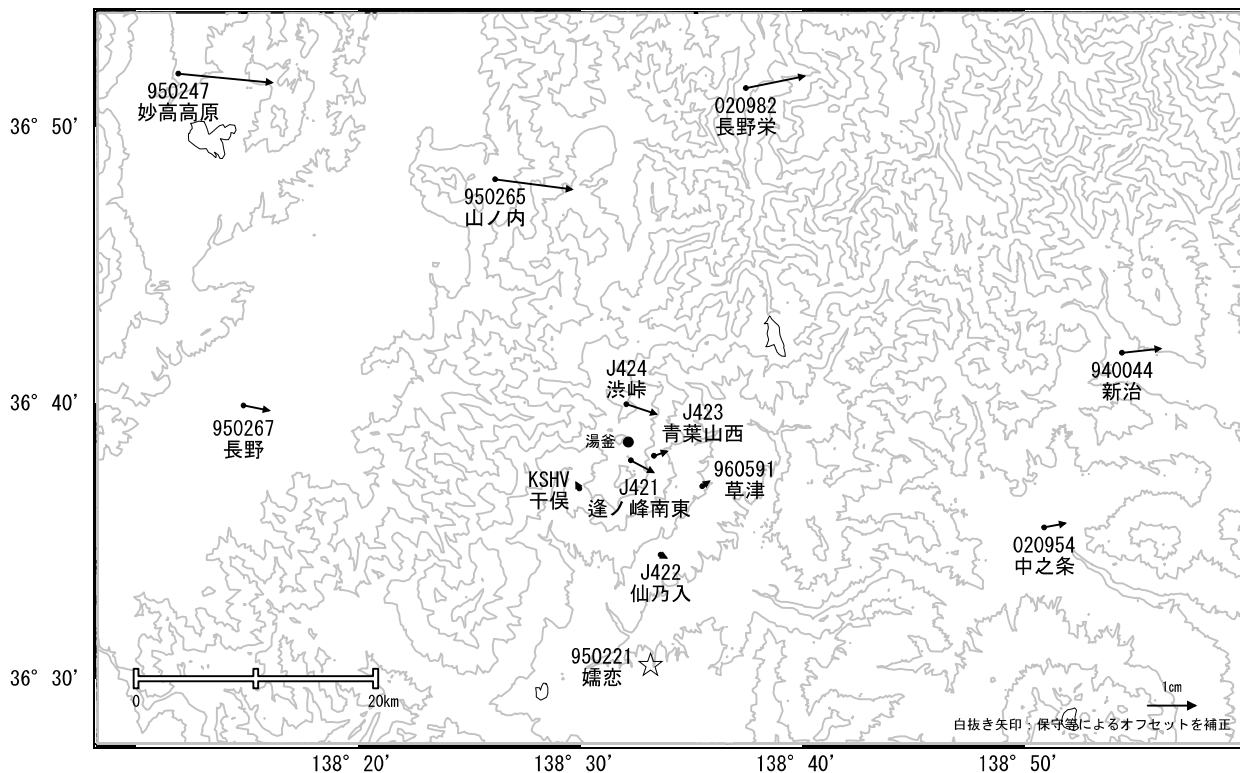


☆ 固定局:嬬恋(950221)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

草津白根山周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2015/12/22~2015/12/31[F3:最終解]
比較期間:2016/12/22~2016/12/31[F3:最終解]



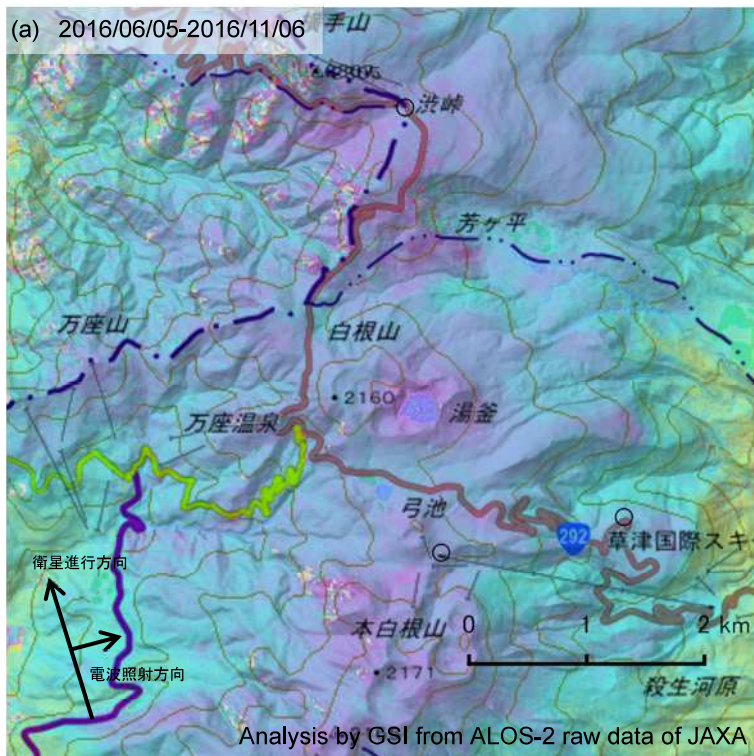
☆ 固定局:嬬恋(950221)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

草津白根山

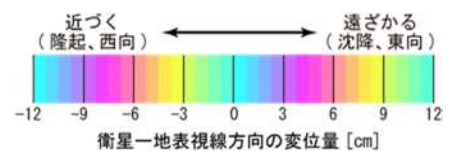
草津白根山の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られない。

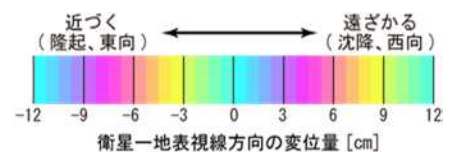
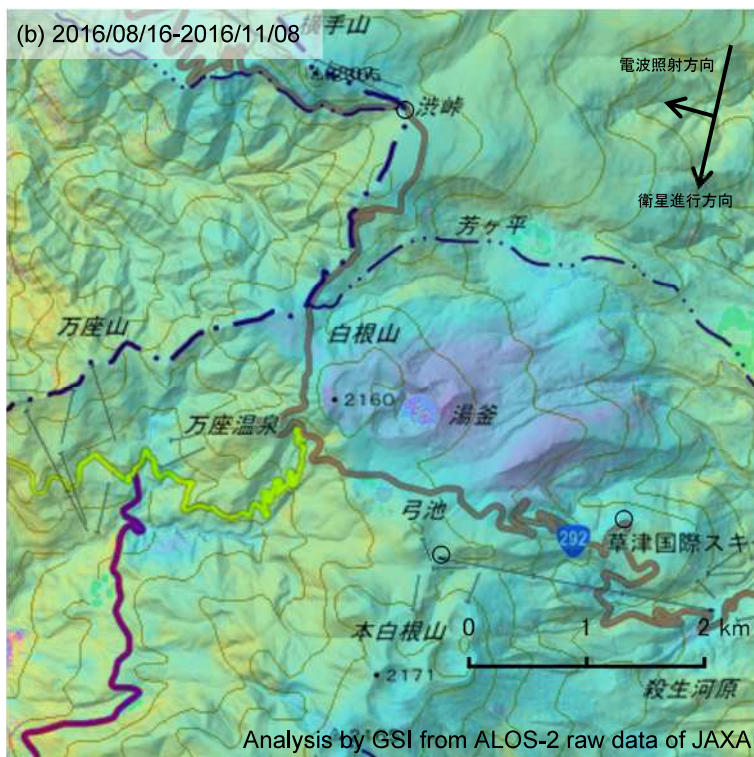


	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2016/06/05 2016/11/06 23:34 頃 (154 日間)	2016/08/16 2016/11/08 11:47 頃 (84 日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右	右
観測モード*	U-U	U-U
入射角(中心)	33.8°	34.7°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 199 m	+ 22 m

*U: 高分解能(3m)モード



○ 国土地理院以外の GNSS 観測点



背景: 地理院地図 標準地図 及び 陰影起伏画像・傾斜量画像 (国土地理院作成)

草津白根山

浅間山

(2017 年 1 月 20 日現在)

火山性地震はやや多い状態が続いている。また、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量が増加しており、微弱な火映が時々観測されるなど、引き続き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ので、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ことが必要である。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（2016 年 9 月～2017 年 1 月 20 日）

・噴煙など表面現象の状況（図 2～4、図 5-②④、図 7～9-②④、図 10-②）

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 500m 以下で推移している。

山頂火口で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は、2016 年 1 月 4 日以降観測されていなかったが、2016 年 6 月以降時々観測されている。

・火山ガス（図 4-②、図 5-③、図 7～9-③、図 15）

山頂火口からの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2016 年 6 月 24 日に 1 日あたり 700 トンとやや多い状態となった後は 500 トン以下で経過していたが、11 月頃から増加し、2017 年 1 月 18 日に 3,600 トンになるなど、12 月以降多い状態が継続している。

・地震活動（図 5-⑤～⑧、図 6、図 7～9-⑤～⑧、図 10-③④、図 11～13、図 15）

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 6 月に増加した後 8 月頃から次第に減少し、2015 年 12 月以降は、概ねやや多い状態で経過している。発生した地震の多くは BL 型地震である。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、2016 年 1 月以降やや増加していたが、2016 年 12 月以降減少している。

・地殻変動（図 5-⑨⑩、図 7～9-⑨⑩、図 14～17）

傾斜計による地殻変動観測では、2015 年 6 月上旬頃に始まった浅間山の西側のやや深いところを膨張源とすると考えられる緩やかな変化と同様の変化が、2016 年 11 月頃からみられている。山体周辺の GNSS 連続観測では、山頂の西側の一部の基線で 2015 年 5 月頃からわずかな伸びがみられていたが、同年 10 月頃から停滞している。

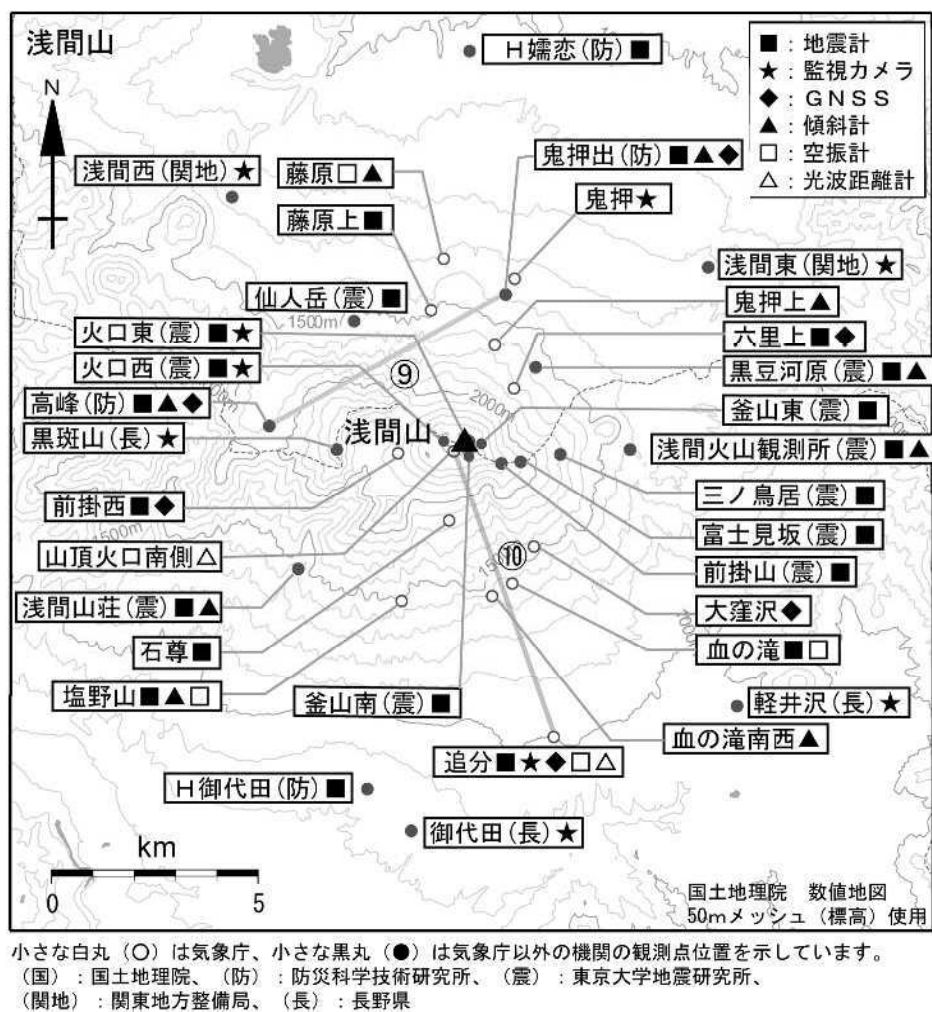


図 1 浅間山 観測点配置図

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。

(防): 国立研究開発法人防災科学技術研究所、(震): 東京大学地震研究所、

(関地)：関東地方整備局、(長)：長野県

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

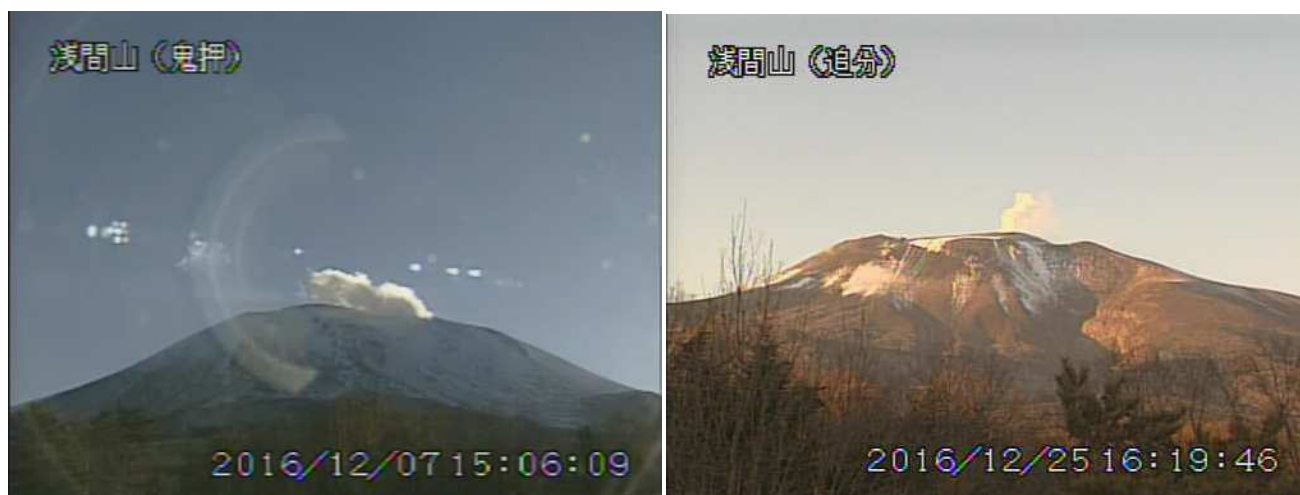


図 2 浅間山 山頂部の噴煙の状況

- (左・鬼押監視カメラ (2016 年 12 月 7 日)、右・追分監視カメラ (2016 年 12 月 25 日) による)
 ・白色の噴煙が火口縁上概ね 500m 以下で経過した。



図 3 浅間山 火映の状況

- (左：長野県が黒斑山に設置している監視カメラ (2017 年 1 月 7 日)、右：鬼押監視カメラ (1 月 7 日))
 ・2016 年 9 月及び 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)。

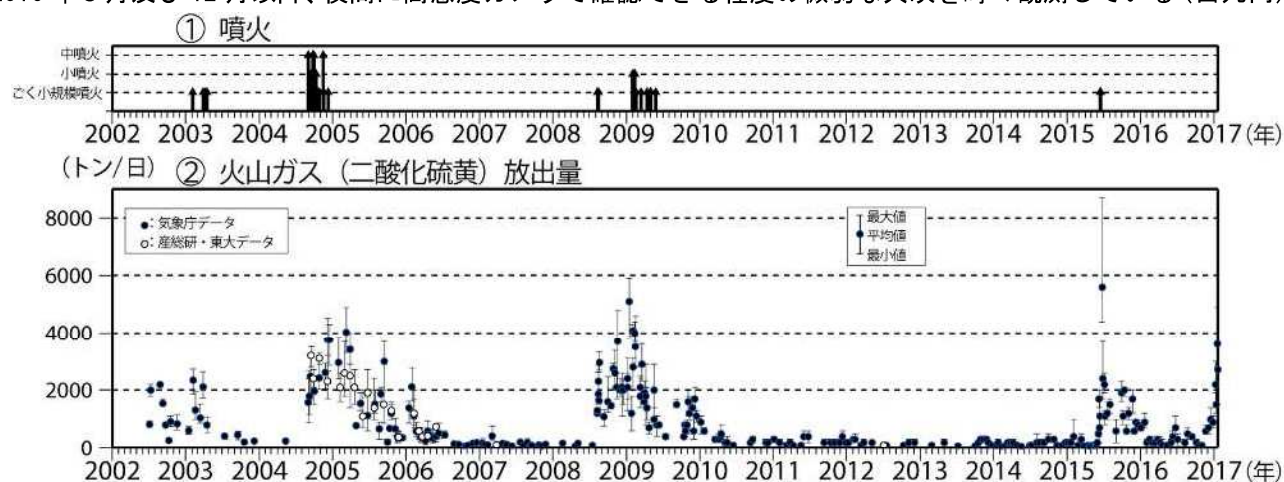


図 4 浅間山 火山ガス (二酸化硫黄) 放出量 (2002 年 7 月 4 日～2017 年 1 月 20 日)

- ・火山ガス (二酸化硫黄) の放出量は、2015 年 6 月に急増した。2015 年 7 月以降、概ね 1,000 ～2,000 トンと多い状態で経過していたが、2015 年 12 月以降減少した。その後、2016 年 6 月 24 日に 1 日あたり 700 トンとやや多い状態となった後は 500 トン以下で経過していたが、11 月頃から増加し、2017 年 1 月 18 日に 3,600 トンになるなど、12 月以降多い状態が継続している。

浅間山

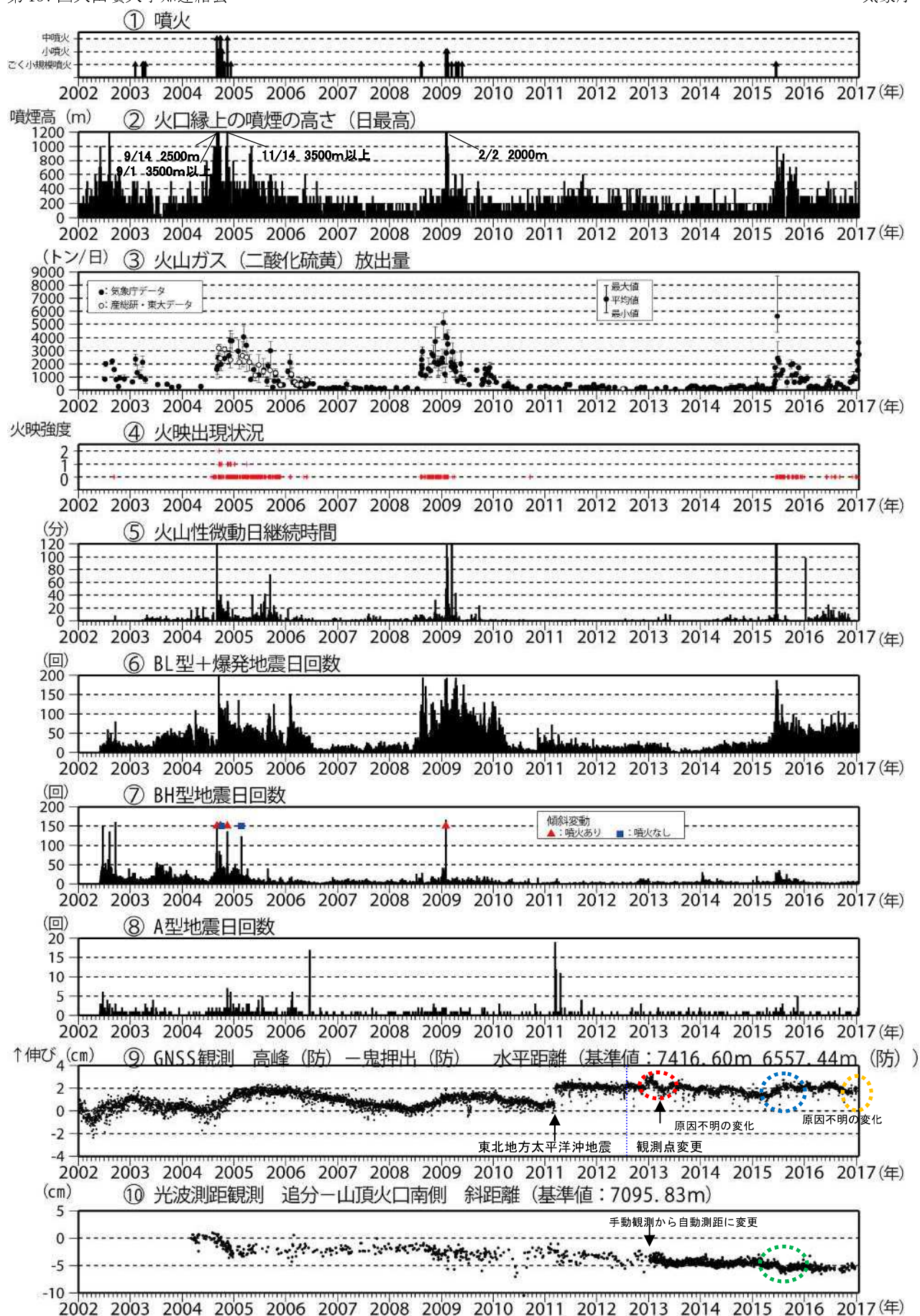


図5 浅間山 火山活動経過図 (2002年1月1日～2017年1月20日)

※図の説明は次々ページに掲載。

図 5、7～9 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 月以降のデータについては、電離層の影響を補正する等、解析方法を改良した。
(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。
橙丸で示す変化は、原因不明。
2015 年 5 月頃からわずかな伸びがみられる (青丸で示す変化)。
グラフの空白部分は欠測を示す。
- ⑩ 光波測量観測の測定は、2013 年 1 月より手動観測から自動測距による観測に変更した。
気象補正処理は高木・他 (2010) による。
2015 年 6 月頃から山頂と追分の間で縮みの傾向がみられている (緑丸で示す変化)。
山頂周辺のごく浅いところの膨張による可能性がある。

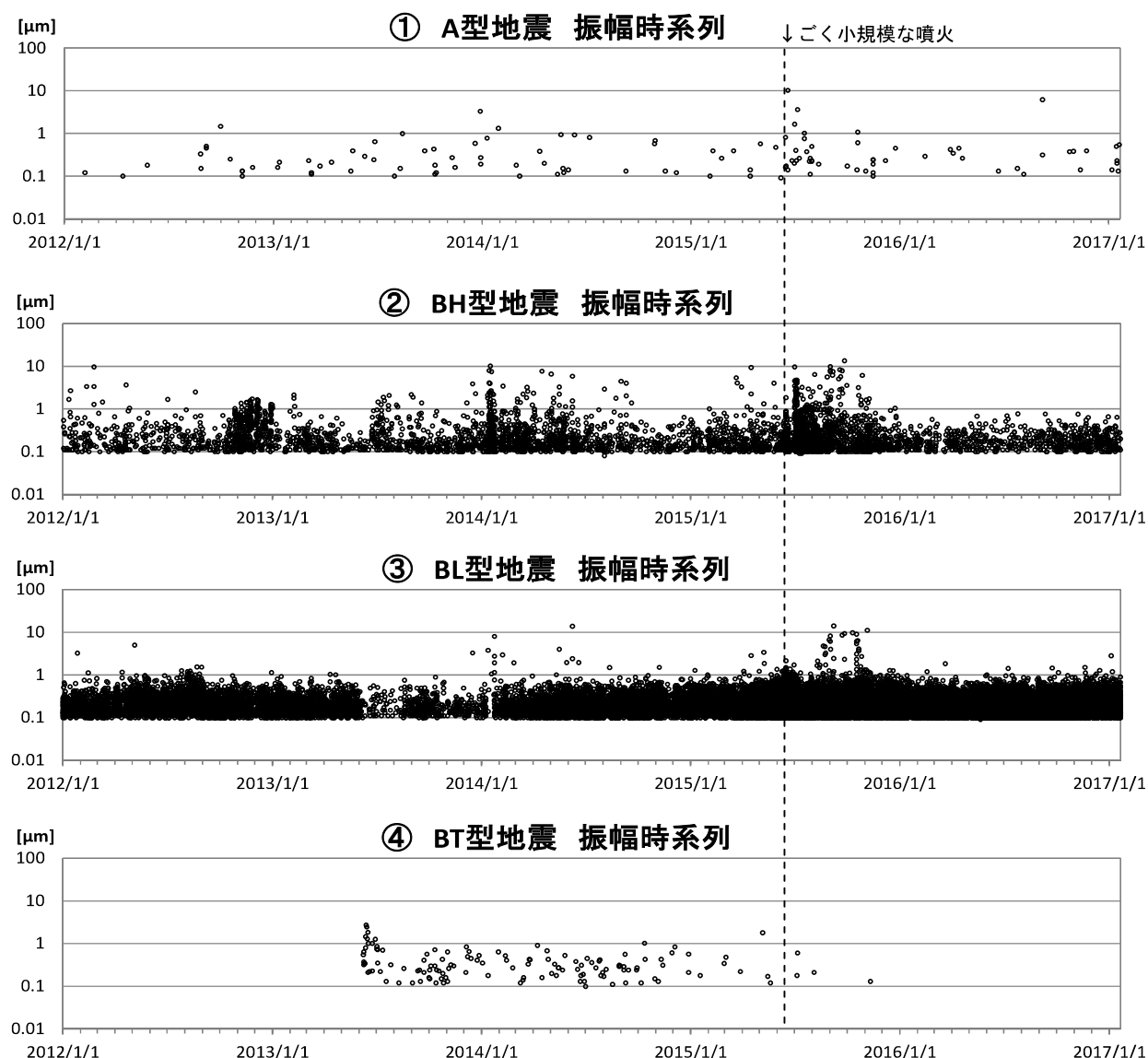


図 6 浅間山 地震振幅時系列図 (2012 年 1 月 1 日～2017 年 1 月 20 日)

石尊観測点南北成分変位振幅 ($0.1 \mu\text{m}$ 以上、S-P 時間 3 秒以内)

図中の↑はごく小規模な噴火を示す。

- ・ 2014 年から 2015 年にかけて、振幅の大きな火山性地震がみられたが、2016 年に入ってから振幅の大きな火山性地震は少ない。

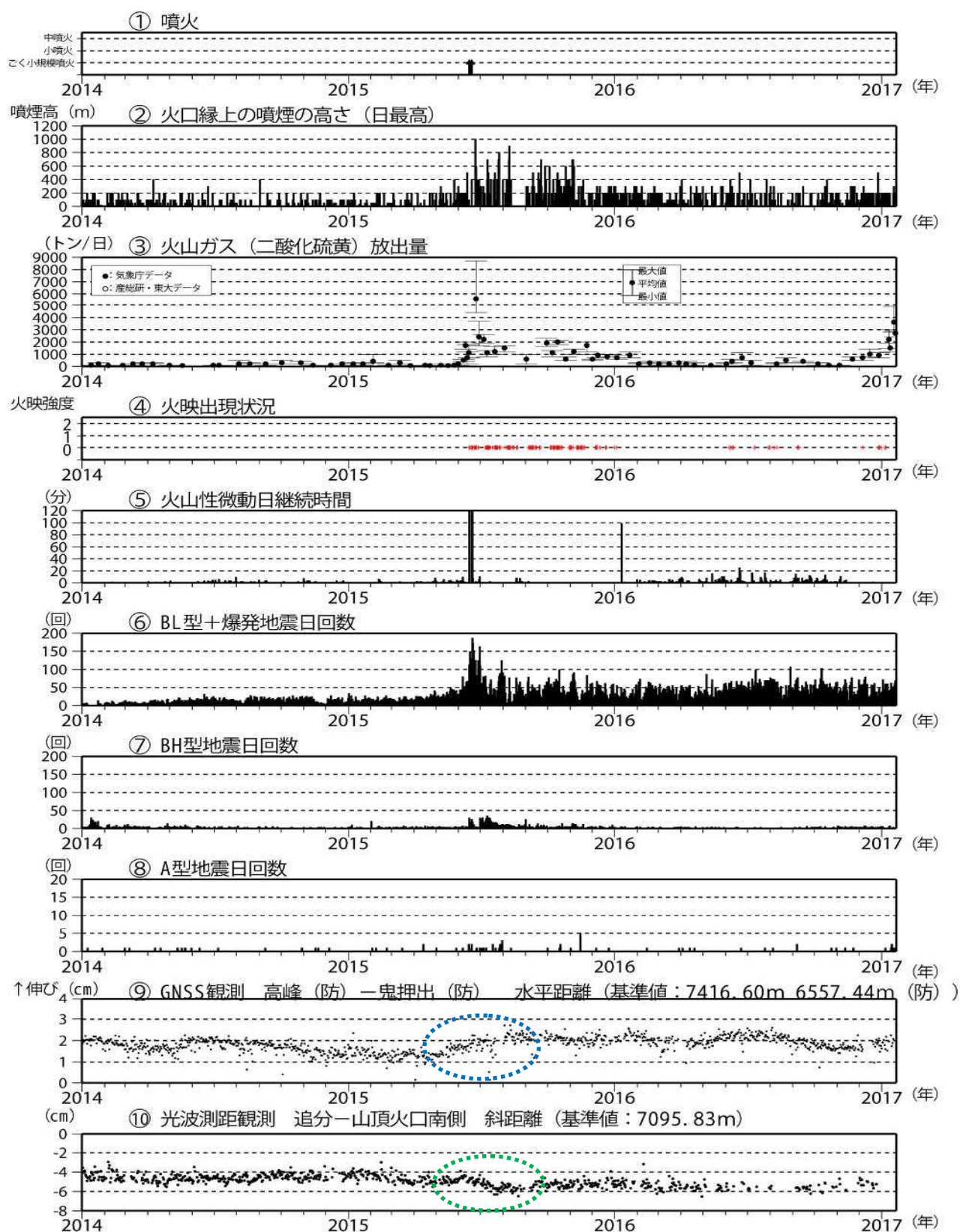


図7 浅間山 最近の火山活動経過図 (2014年1月1日~2017年1月20日)

⑨ 2015年5月頃からわずかな伸びがみられる (青丸で示す変化)。

⑩ 2015年6月頃から山頂と追分の間で縮みの傾向がみられている (緑丸で示す変化)。

- ・2004年 (図8)、2008~2009年 (図9) の噴火後同様、BL型地震のやや多い状態が継続している。
- ・2004年、2008~2009年の噴火後にも、火山ガス (二酸化硫黄) の放出量が一時的に増えた時期があったが、2016年12月以降はその時期と比較してやや多い状況となっている。

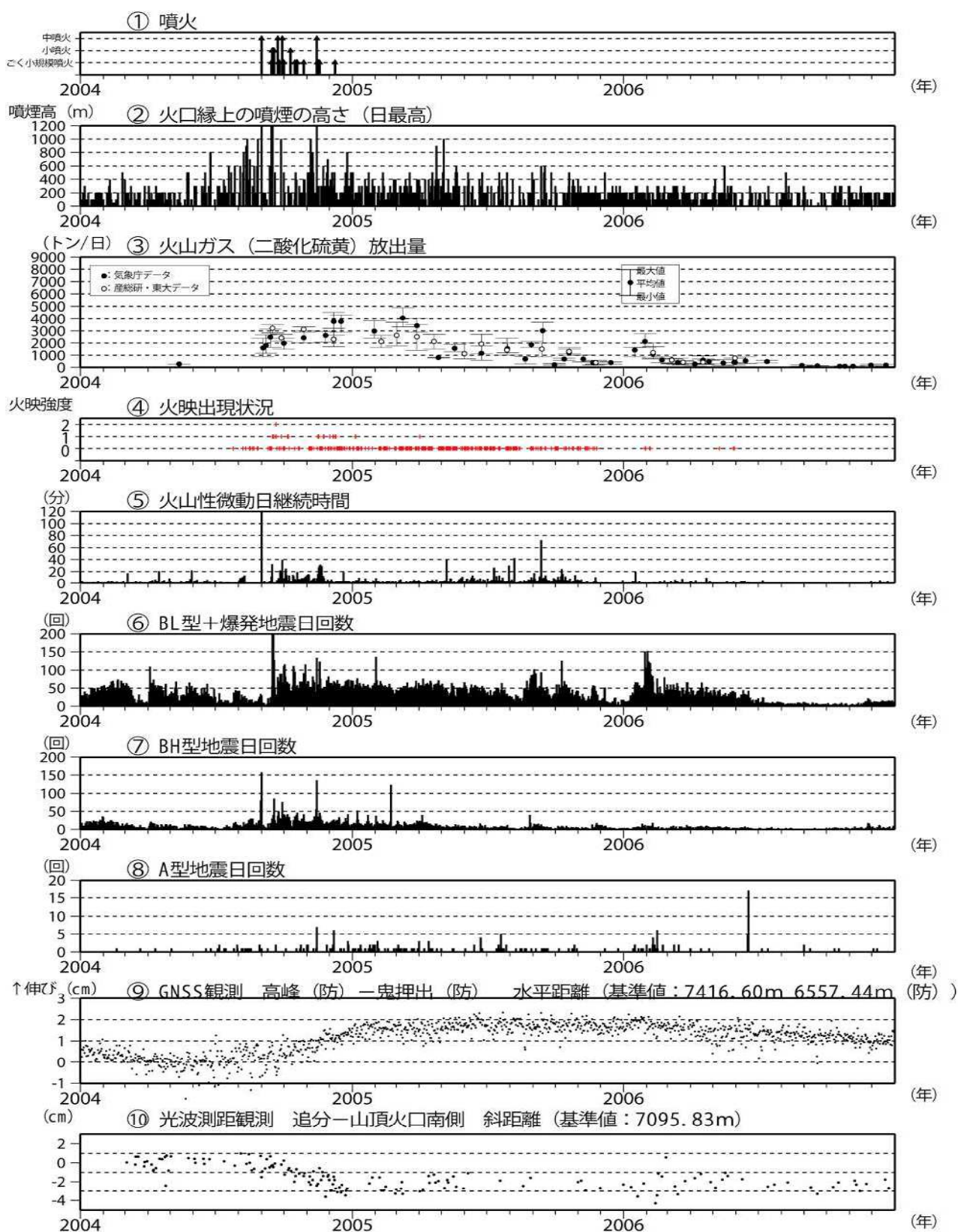


図8 浅間山 2004年の活動活発期を含む火山活動経過図

(2004年1月1日～2006年12月31日)

- ・2008年9月以降の活動活発時には、火山性地震や火山性微動の増加、火山ガス放出量の増加などの現象がみられた。2005年以降も、しばらくの間火山ガス放出量がやや多く、火映現象の出現、微動やBL型地震がやや多い状態が継続した。

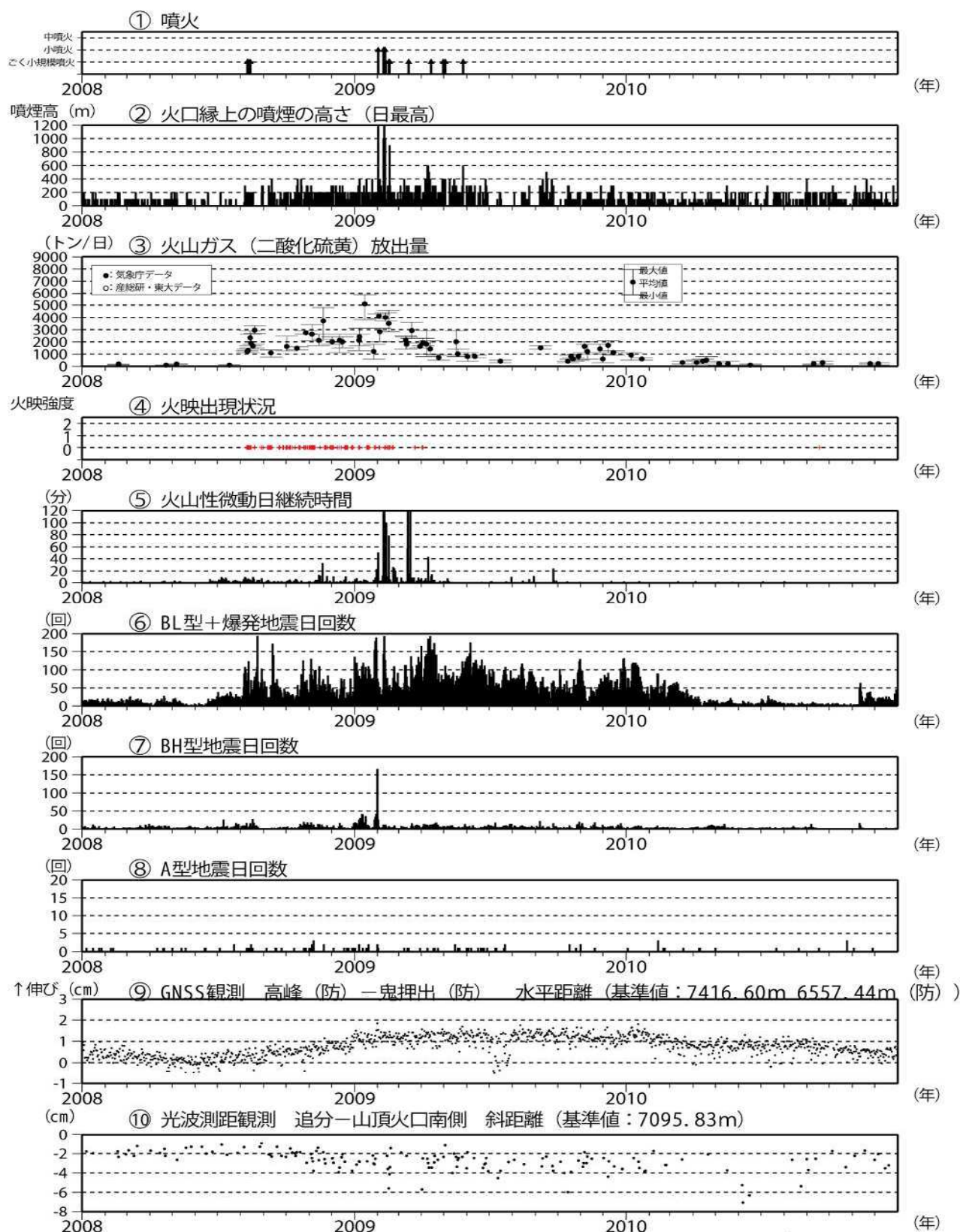


図9 浅間山 2008～2009年の活動活発期を含む火山活動経過図

(2008年1月1日～2010年12月31日)

- ・2008年8月以降の活動活発時には、火山性地震や火山性微動の増加、火山ガス放出量の増加などの現象がみられた。2009年6月以降しばらくの間火山ガス放出量がやや多く、BL型地震が多い状態が継続した。
- ・⑨2010年10月以降のデータについては、電離層の影響を補正する等、解析方法を改良した。

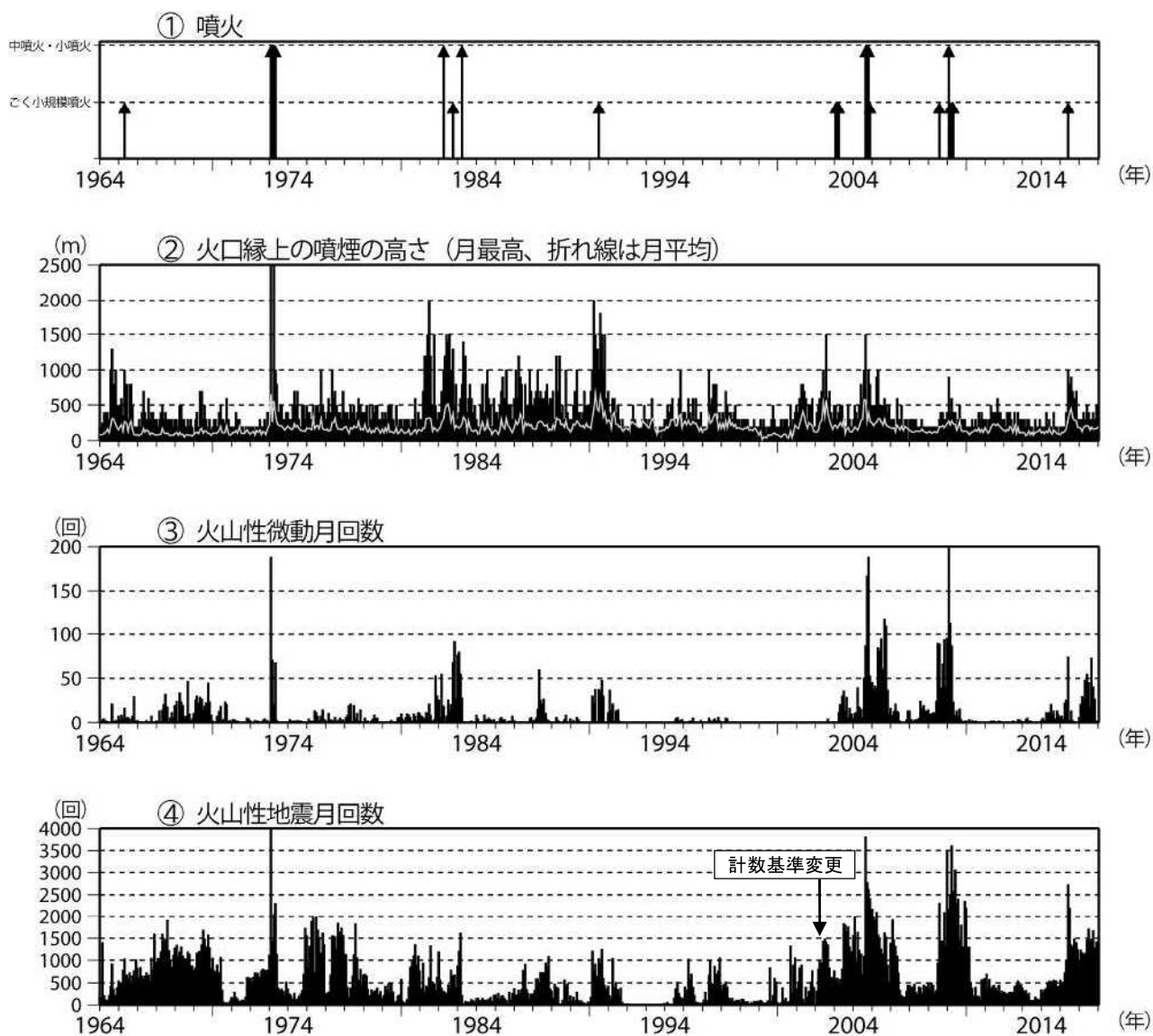


図10 浅間山 長期の火山活動経過図（1964年1月～2017年1月20日）

計数基準：2002年2月28日まで石尊最大振幅 $0.1 \mu m$ 以上、S-P時間5秒以内

2002年3月1日から石尊最大振幅 $0.1 \mu m$ 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。
- ・2014年頃から長期的に増加傾向がみられ、2015年4月下旬頃からさらに増加した。6月以降多い状態で経過していたが、12月頃からは次第に減少し、2016年以降は概ねやや多い状態で経過している。

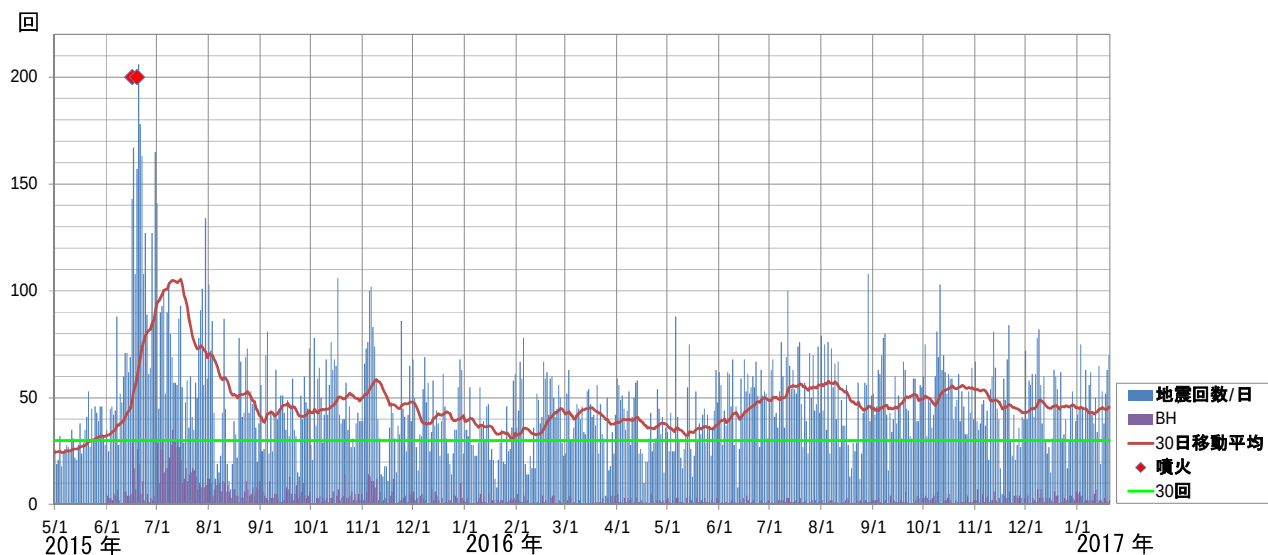
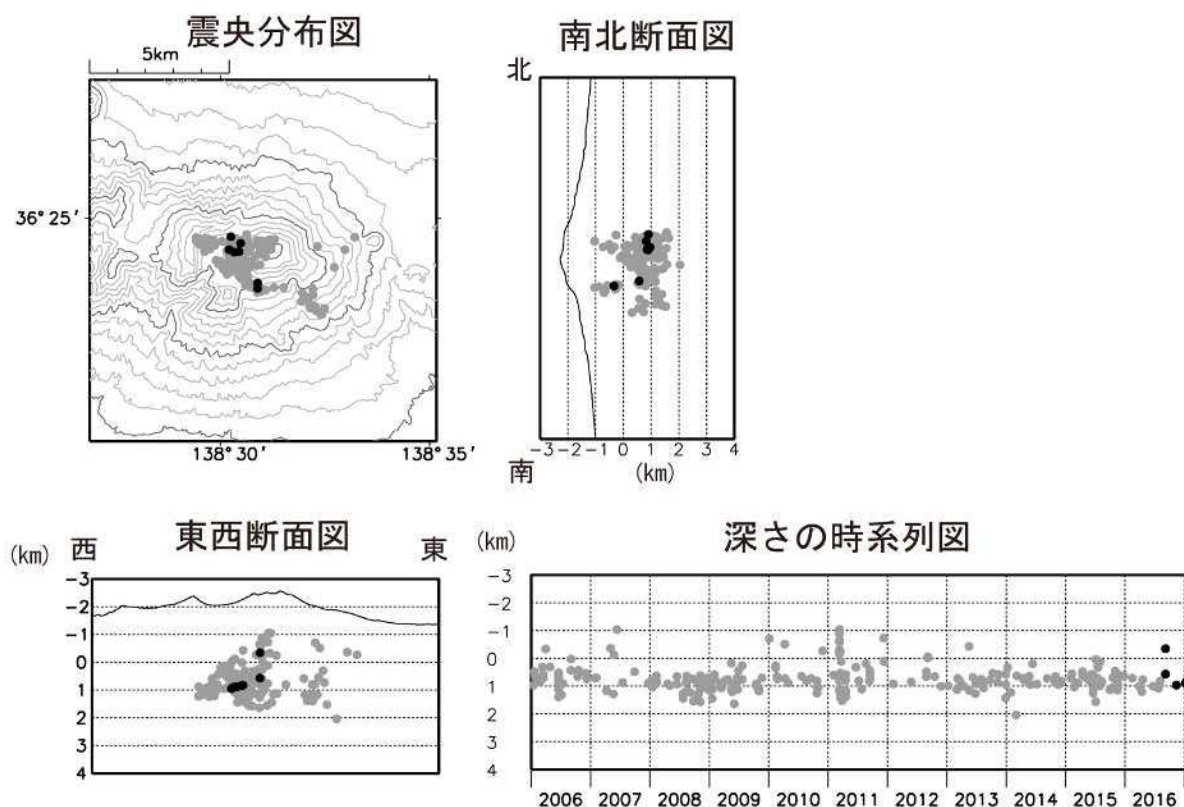


図 11 浅間山 地震回数 30 日移動平均の推移 (2015 年 5 月～2017 年 1 月 20 日)

- ・ 2015 年 11 月以降は、30 日移動平均で 30～60 回の間で推移している。



期間：2006 年 1 月 1 日～2017 年 1 月 20 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

半無限均質速度構造 ($V_p = 2.5\text{km/s}$, $V_p/V_s = 1.73$)

東京大学地震研究所の観測点も使用

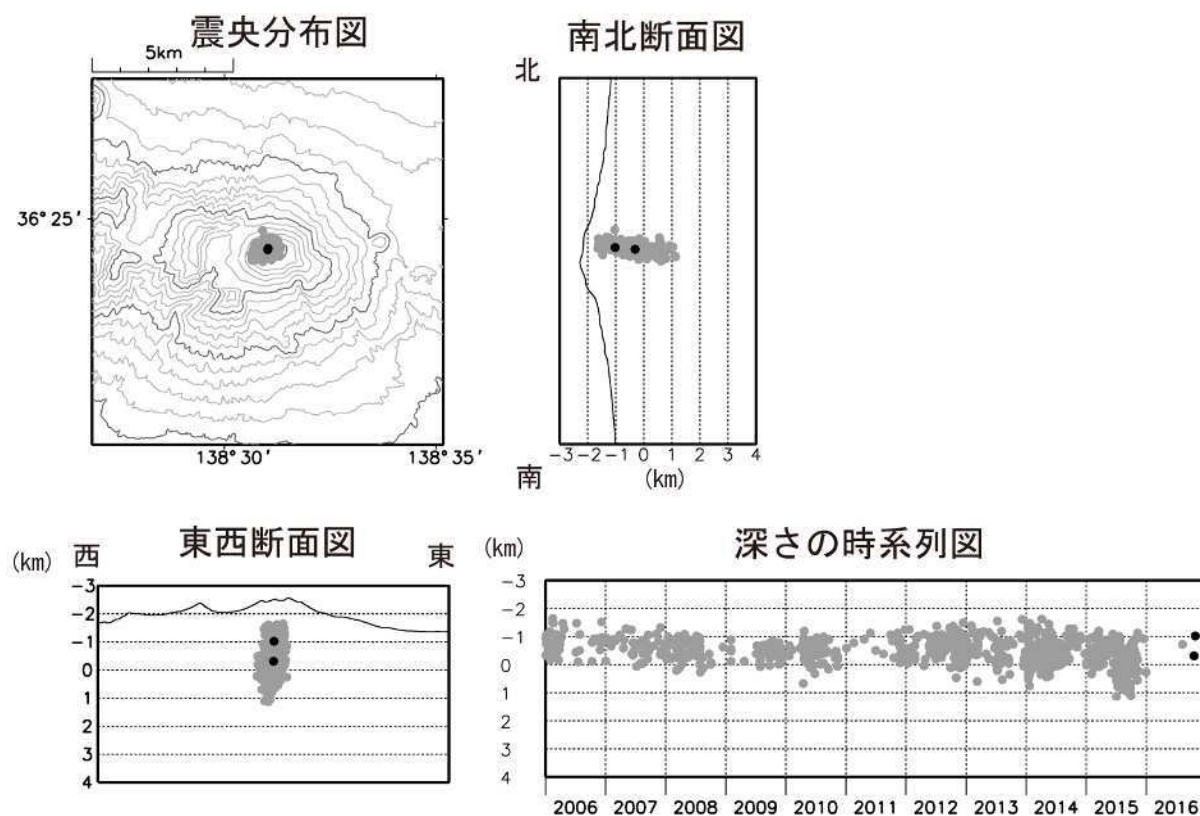
●：2006 年 1 月 1 日～2016 年 8 月 31 日

●：2016 年 9 月 1 日～2017 年 1 月 20 日

図 12 浅間山 火山性地震 (A 型) の震源分布

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 1 km 付近に分布した。

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。



期間：2006年1月1日～2017年1月20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

半無限均質速度構造 ($V_p = 2.5\text{km/s}$, $V_p/V_s = 1.73$)

東京大学地震研究所の観測点も使用

●：2006年1月1日～2016年8月31日

●：2016年9月1日～2017年1月20日

図13 浅間山 火山性地震（BH型）の震源分布

2016年以降、震源の求まるBH型地震は少ない状態で経過している。

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

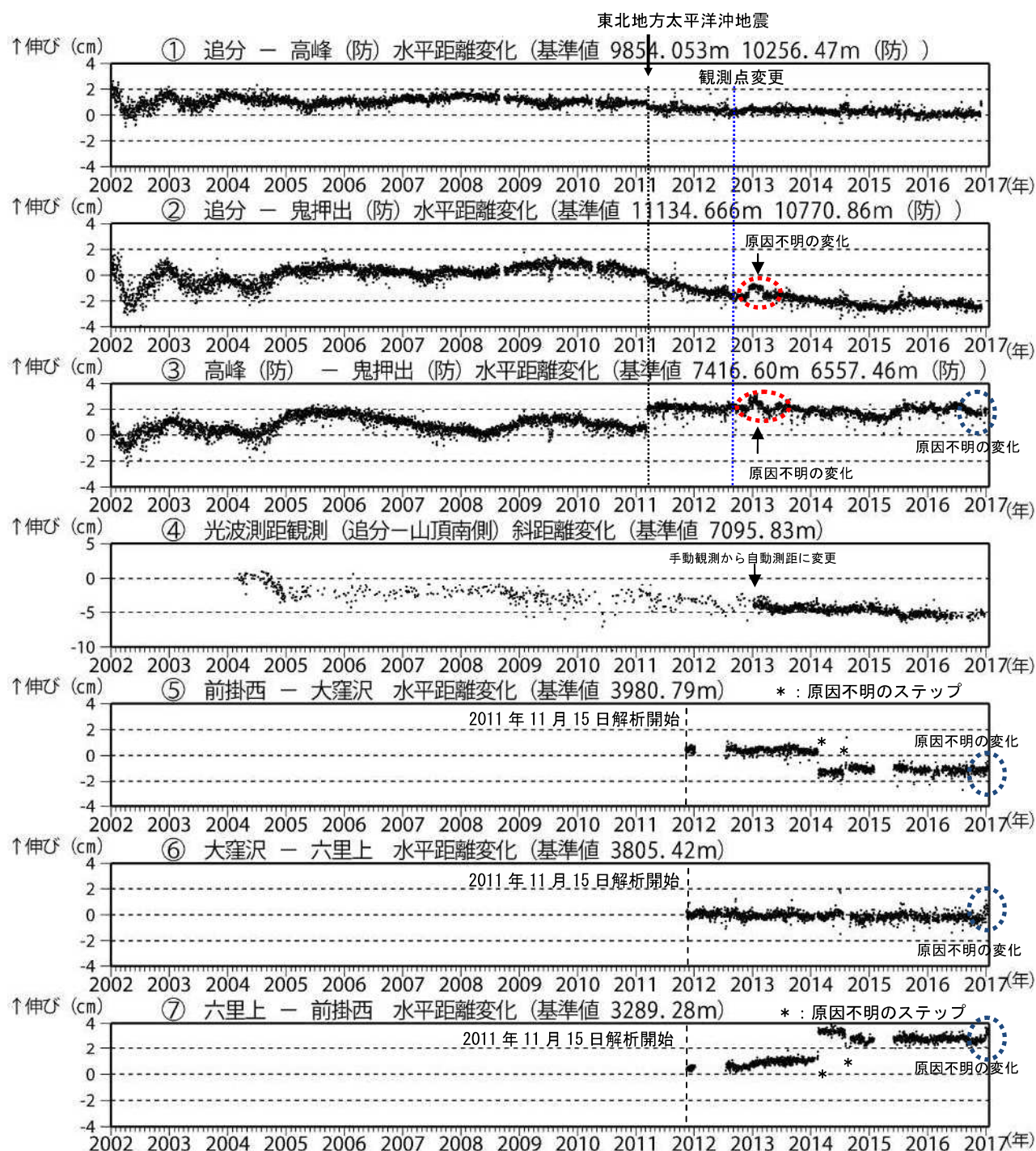


図 14 浅間山 GNSS 連続観測及び光波測距観測の結果 (2002 年 1 月 1 日～2017 年 1 月 20 日)

- ・ GNSS の 2010 年 10 月以降のデータについては、電離層の影響を補正する等、解析方法を改良した。
- (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。
- ・ ③、⑤～⑦の青丸は、原因不明の変化を示す。
- ・ ④光波測量観測は、2013 年 1 月より手動観測から自動測距による観測に変更した。気象補正処理は高木・他 (2010) による。
- ・ 今期間の水平距離、斜距離に特段の変化はみられない。
- ・ 東北地方太平洋沖地震 (2011 年 3 月 11 日) の影響により、データに飛びがみられる。

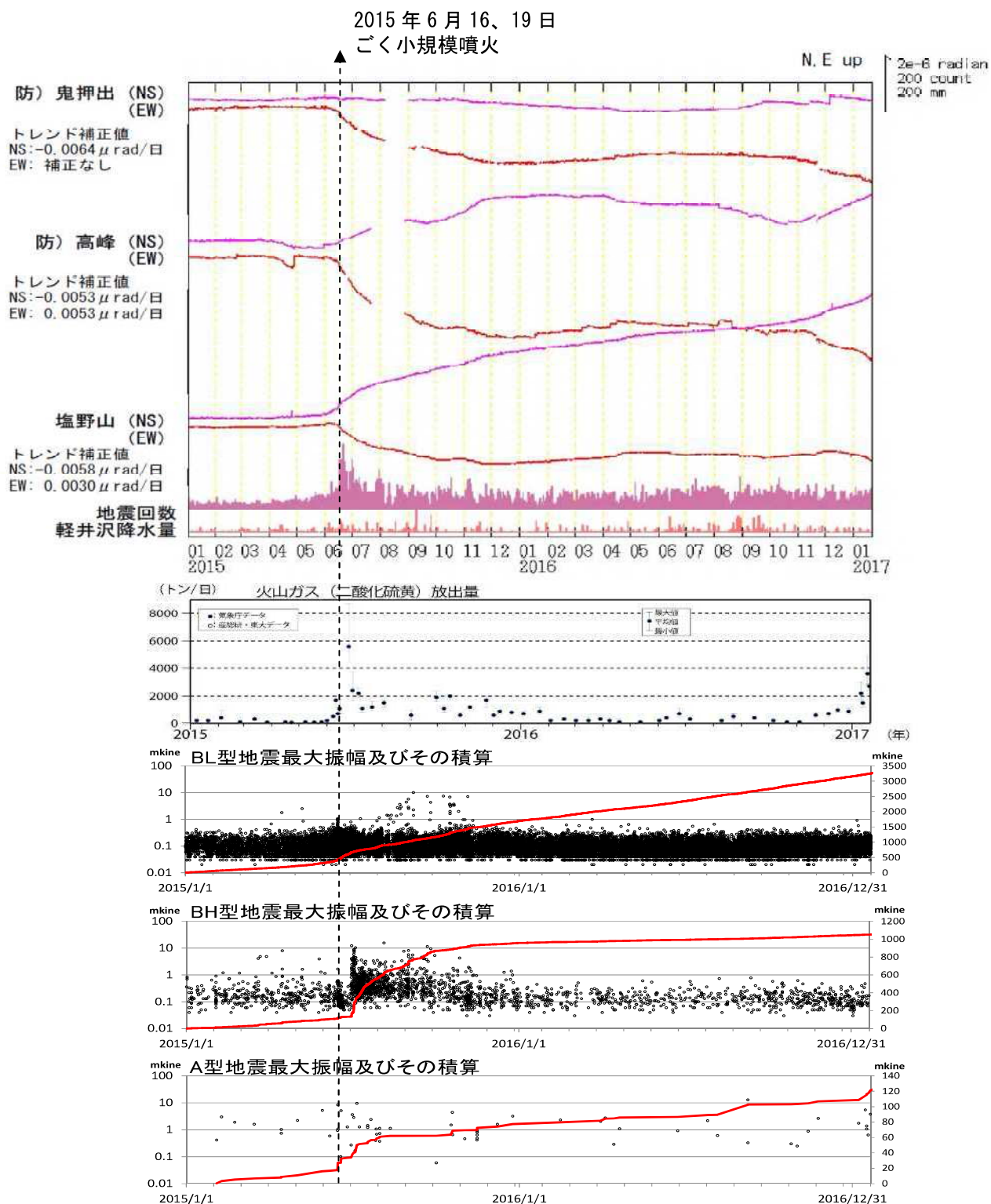


図15 浅間山 傾斜観測データと二酸化硫黄放出量、地震最大振幅時系列(前掛西観測点上下成分)(2015年1月1日~2017年1月20日)

- ・傾斜計の各観測点においてトレンドを補正している。空白部分は欠測を示す。
- ・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と地震回数及び二酸化硫黄放出量の増加が徐々に観測されだした。6月16日に噴火し、BL型地震、二酸化硫黄放出量がさらに増加し、傾斜変動も続いた。その後、傾斜変動は徐々に鈍化し、それに伴い二酸化硫黄放出量も減少し、地震活動も振幅の大きいものがみられなくなっていった。
- ・2016年12月頃より、2015年と同様の傾斜変動が見られだし、二酸化硫黄放出量も増加しているが、地震活動には特段の変化はみられていない。

* 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

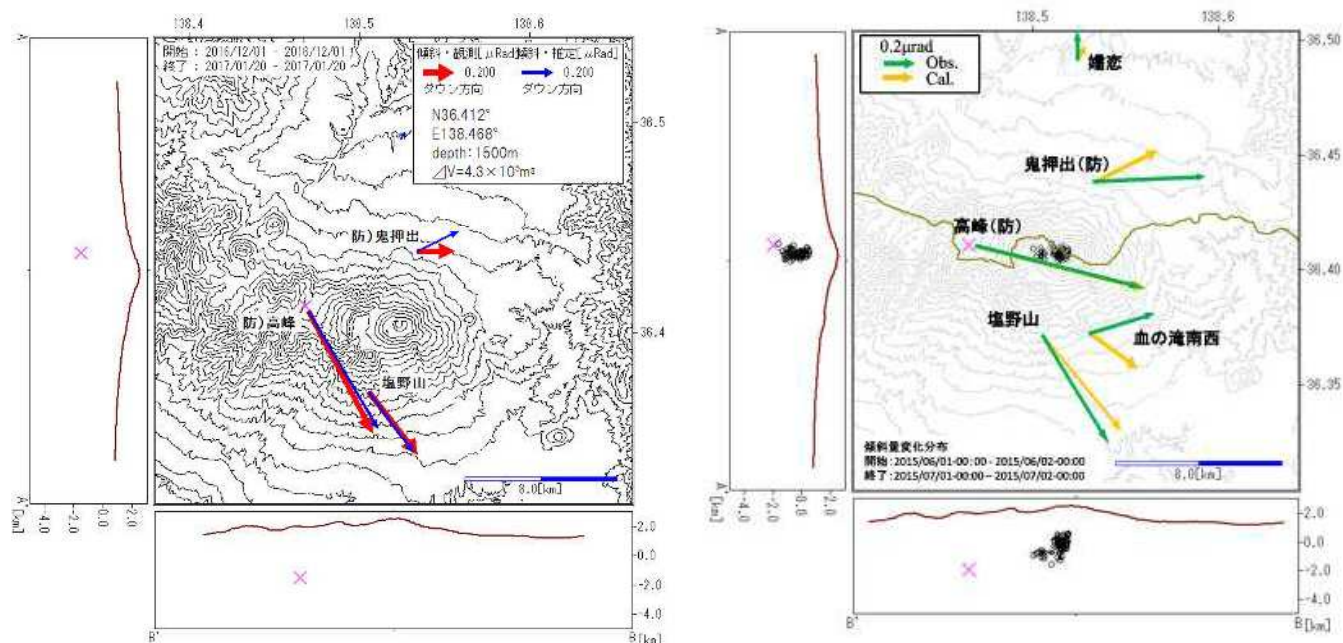


図 16 浅間山 観測傾斜ベクトルと理論傾斜ベクトル

(左：2016 年 12 月～2017 年 1 月、右：2015 年 6 月～2015 年 7 月)

- ・2016 年 12 月から 2017 年 1 月にかけての傾斜変動源を、茂木モデルを用いて求めた。
- ・傾斜変動は、山頂の西約 4 km、深さ約 1.5 km の約 $4.3 \times 10^5 \text{ m}^3$ の膨張で説明することができる。
- ・2015 年 6 月から 2015 年 12 月にかけても同様の傾斜変動がみられた。和田ほか (2016) によると、圧力源の位置は、ほぼ今回と同様の山頂の西約 4 km、深さ約 2 km の約 $6.0 \times 10^5 \text{ m}^3$ の膨張で説明できる。

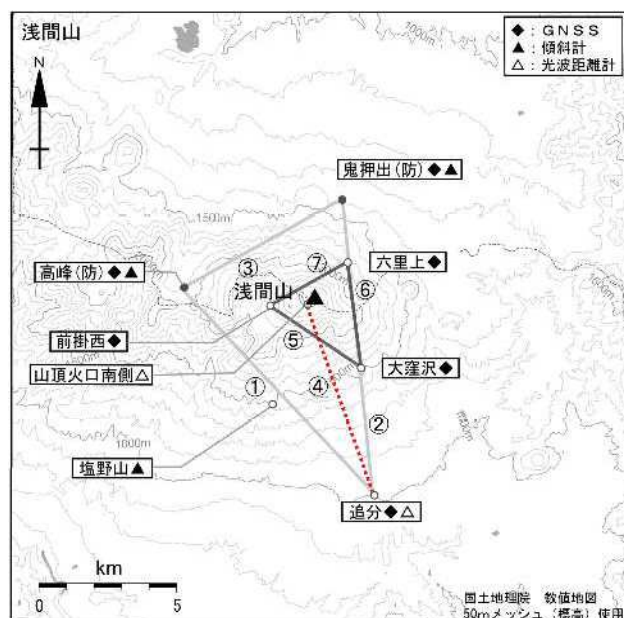


図 17 浅間山 地殻変動連続観測点配置図

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 5～6、8～9 の⑨に、光波測距測線④は図 5～6、8～9 の⑩にそれぞれ対応する。また、基線①～⑦は図 14 の①～⑦にそれぞれ対応している。鬼押出(防)、高峰(防)、塩野山は、図 15 に示した観測点。

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。

浅間山 (2017年2月8日現在)

○最近の活動概況

1月21日以降も、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量の多い状態が継続し、火映が観測されている。

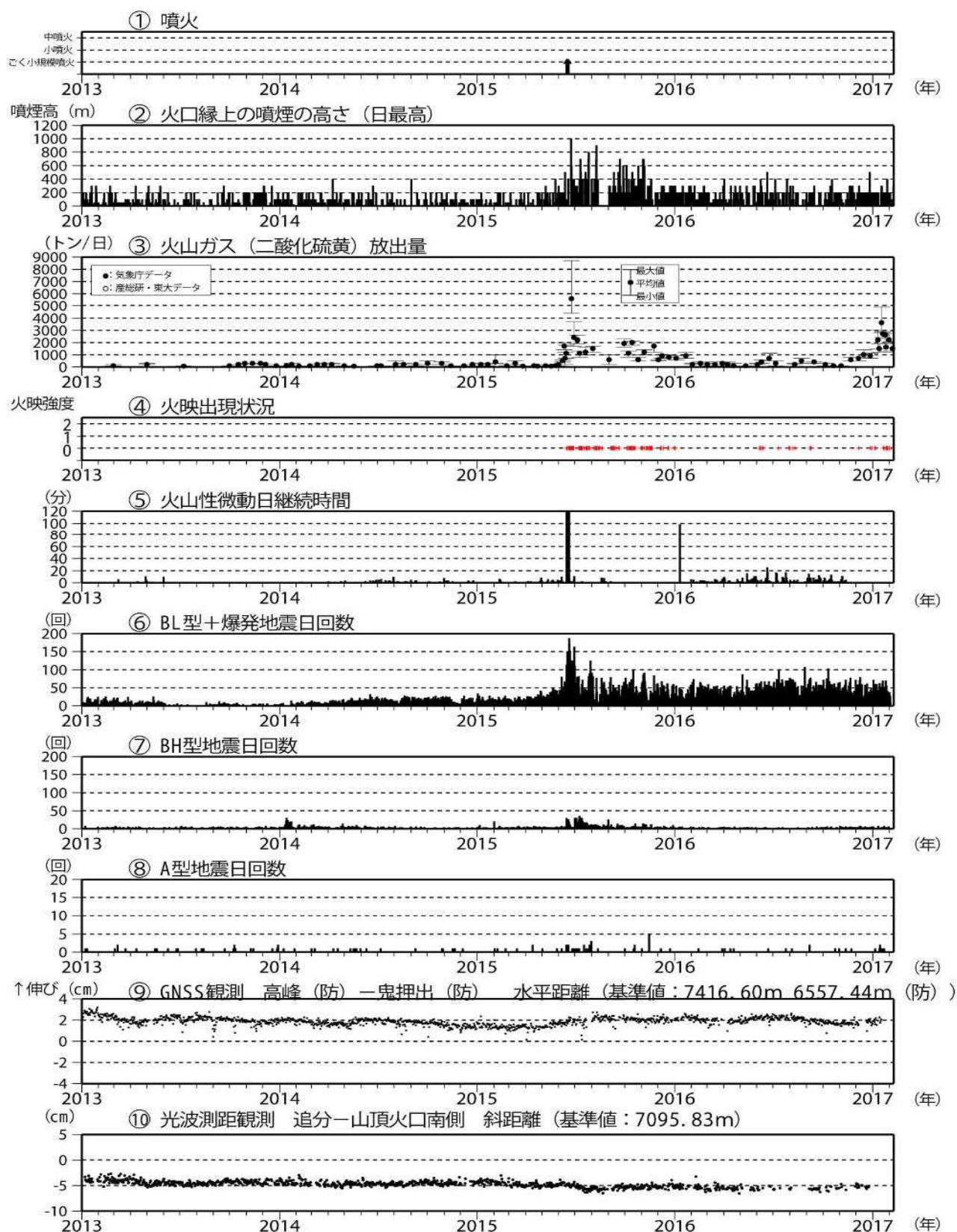


図1 浅間山 最近の活動経過図 (2014年1月1日~2017年2月8日)

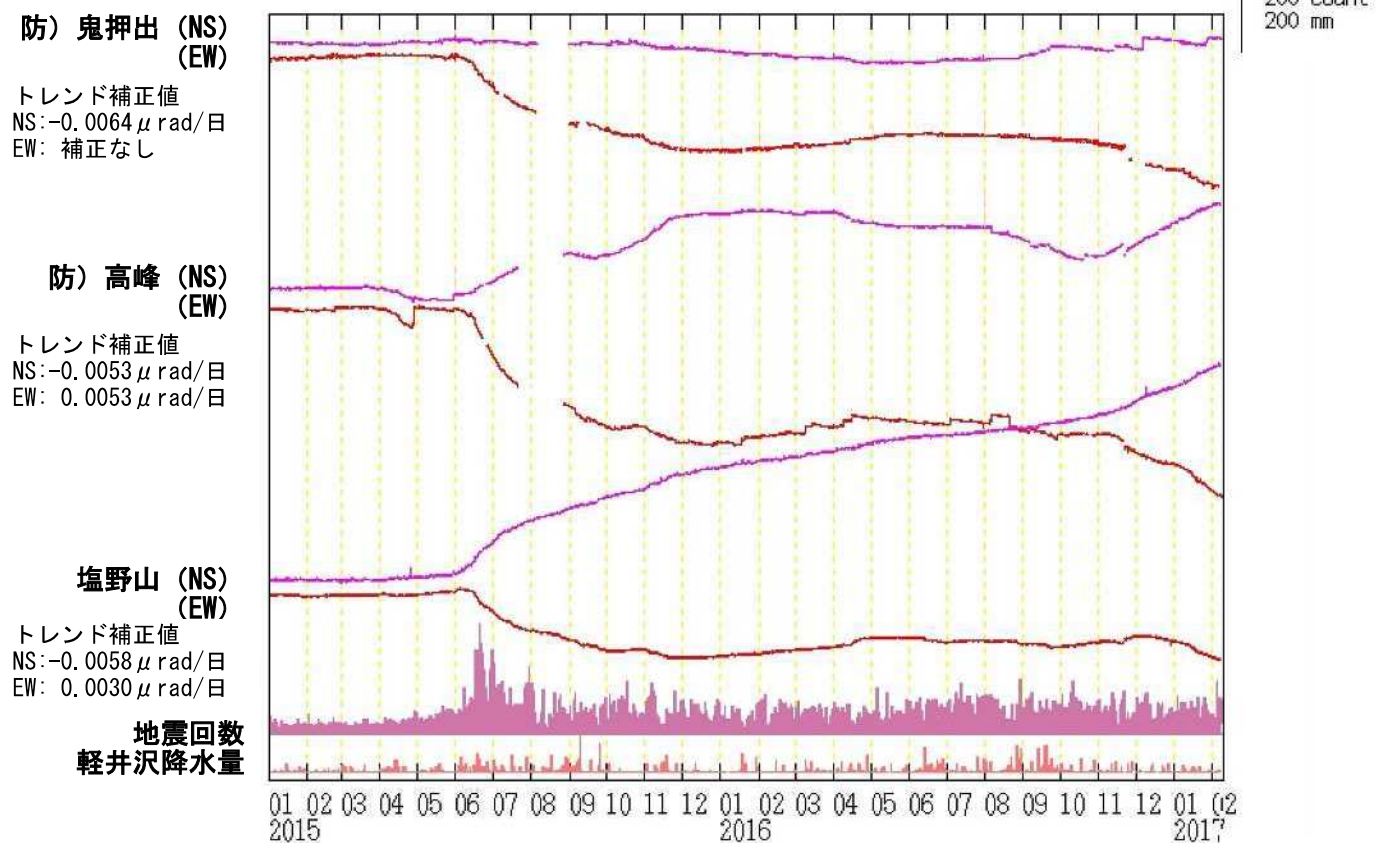
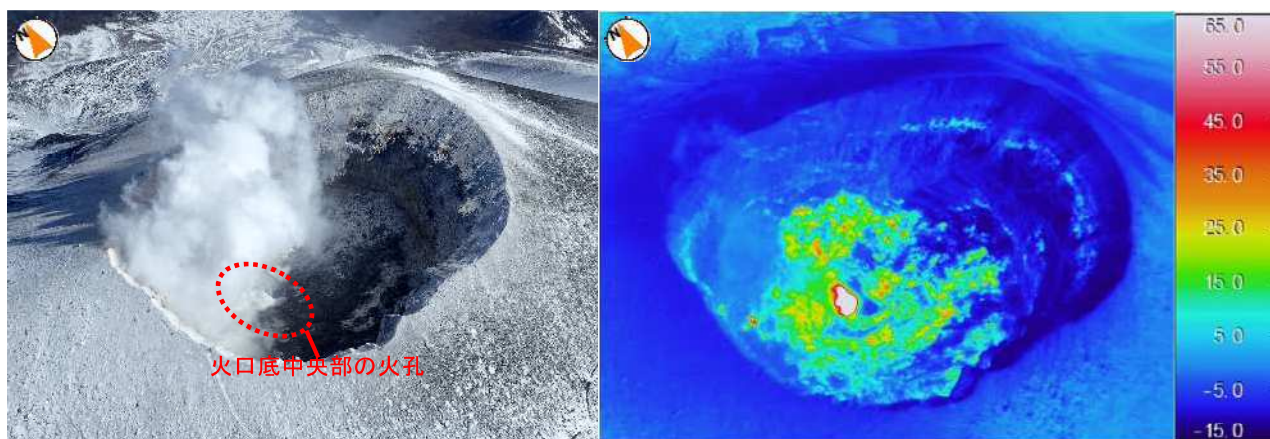


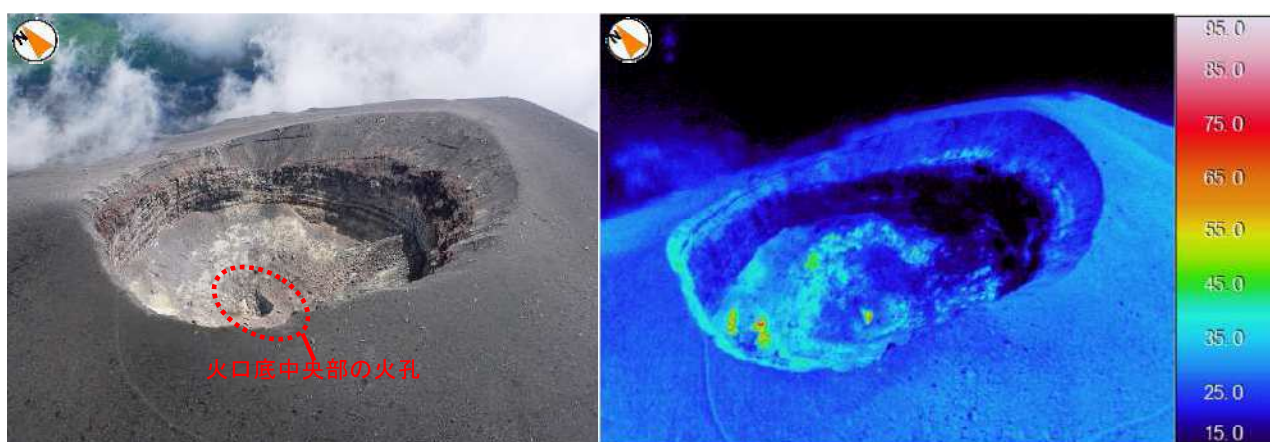
図2 浅間山 傾斜観測データ (2015年1月1日~2017年2月8日)

* 防) : 防災科学技術研究所

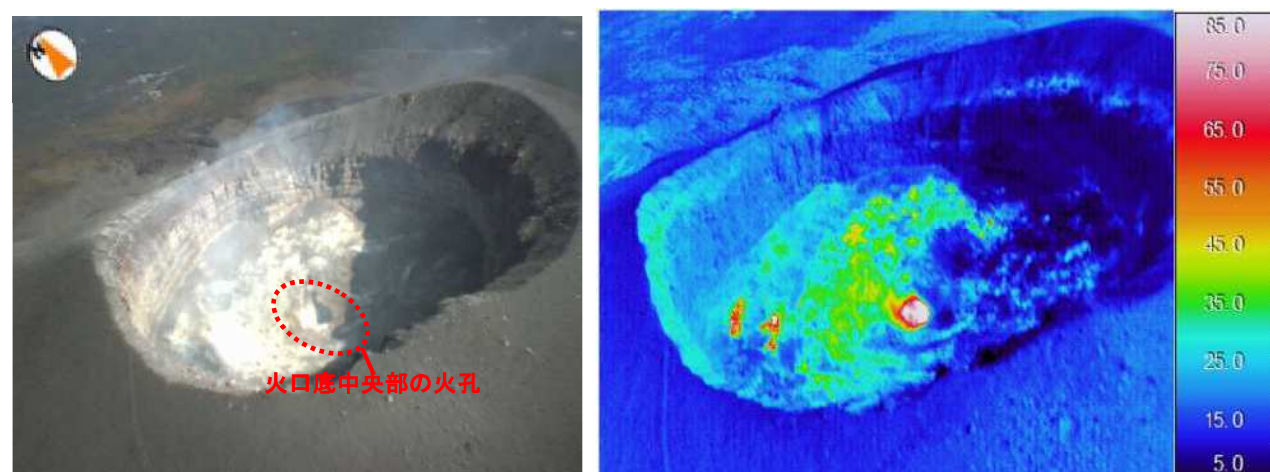
* データは時間平均値、潮汐補正済み



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）



2016 年 5 月 31 日 10 時 54 分 山頂火口の南西側上空から撮影（群馬県防災航空隊の協力による）



2015 年 10 月 14 日 09 時 54 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 3 浅間山 浅間山山頂火口内の状況及び地表面温度分布

- ・ 2 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、火口底中央部の火孔等から白色または青白色の噴煙が 200 メートル程度の高さに上がり東方向に流れていた。
- ・ 前回（2016 年 5 月 31 日）の調査と比較して、火口底中央部の火孔付近の温度が高く、これを取り巻くような高温領域の分布が広がっていた。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。

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. 使用データ

表 1 干渉解析に使用したデータ

Path Frame	軌道 方向	照射 方向	データ 1	データ 2	図番号
125-720	北行	右	2015. 06. 07	2016. 06. 05	図 1
19-2880	南行	右	2014. 10. 28	2016. 11. 08	図 2

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が、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。気象庁の GNSS 連続観測点「追分」を無変動と仮定した位相変化を図 1 及び 2 に示す。

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、宇宙航空開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。また、一部のデータは、PIXEL で共有しているものであり、JAXA と東京大学地震研究所の共同研究契約により JAXA から提供されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院の数値地図 10m メッシュ（標高）を元にした DEHM を使用した。ここに記して御礼申し上げます。

2015/06/07–2016/06/05

364 days

km

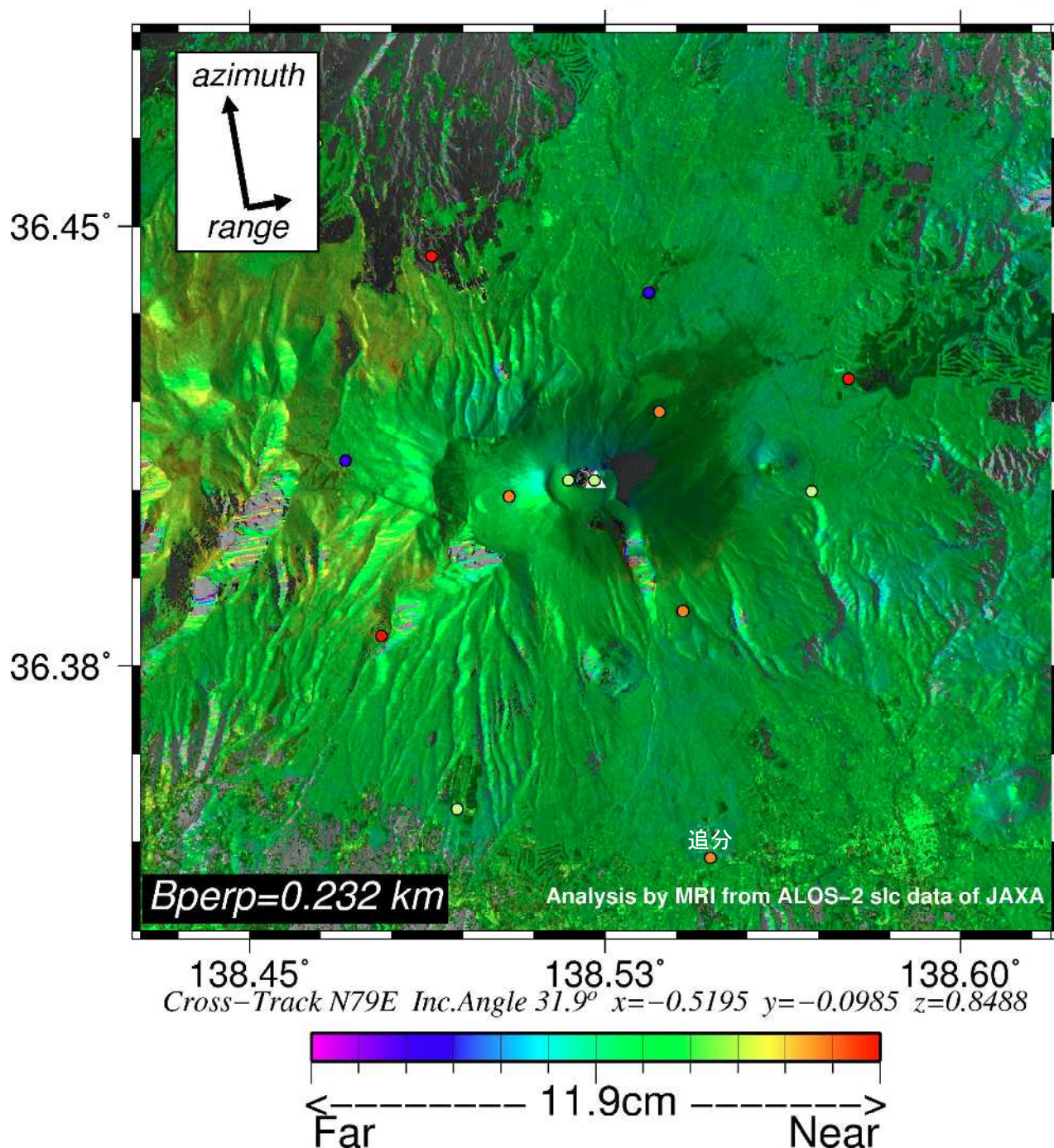
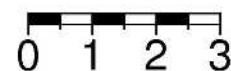


図 1 パス 125-720 の干渉解析結果

図中の丸印は GNSS 連続観測点（橙：気象庁，赤：国土地理院，青：防災科学技術研究所，黄：地震研究所）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。

2014/10/28–2016/11/08

742 days

km

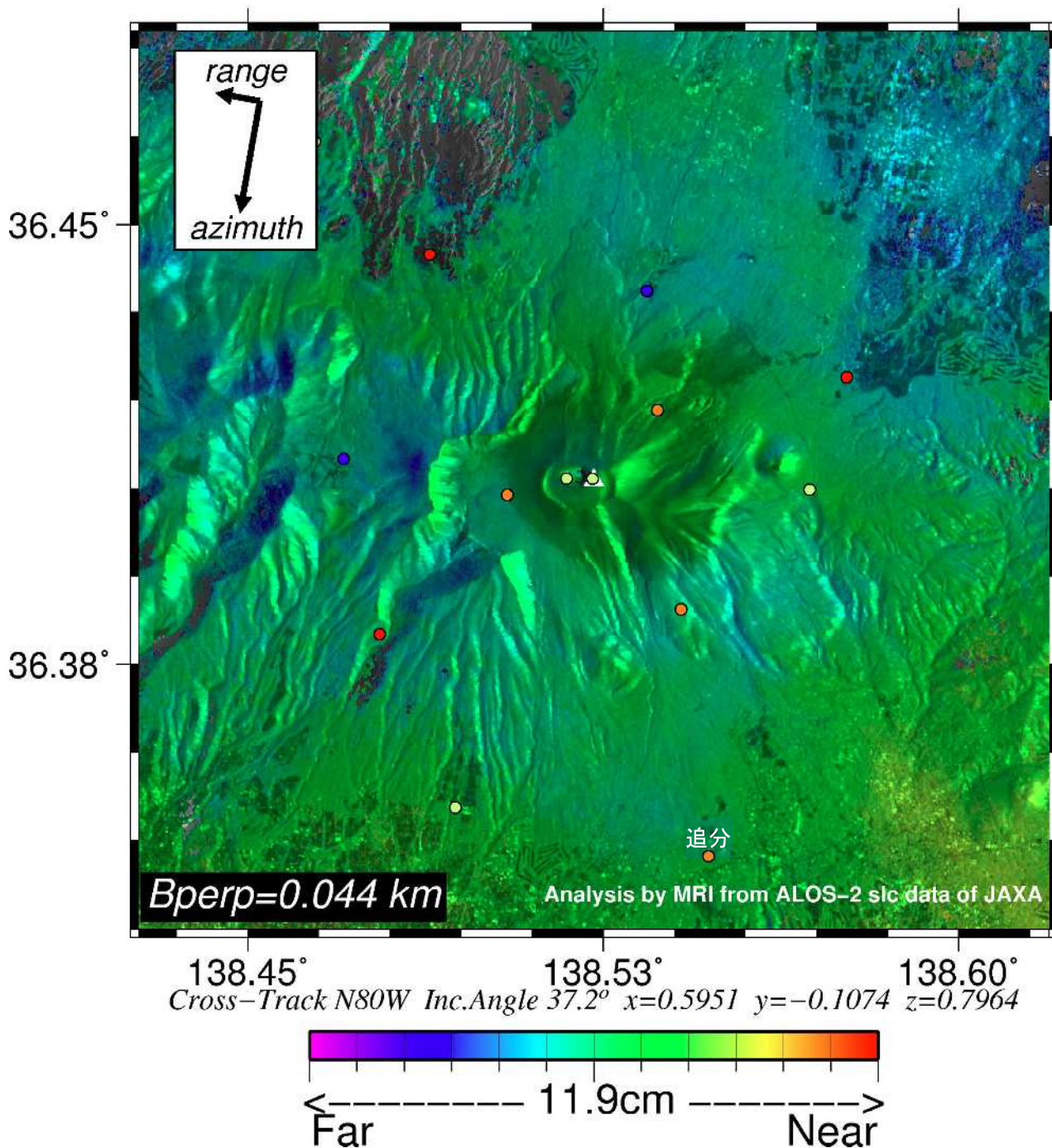
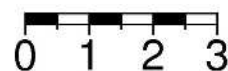


図2 パス 19-2880 の干渉解析結果

凡例は図1に同じ。ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

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1月)

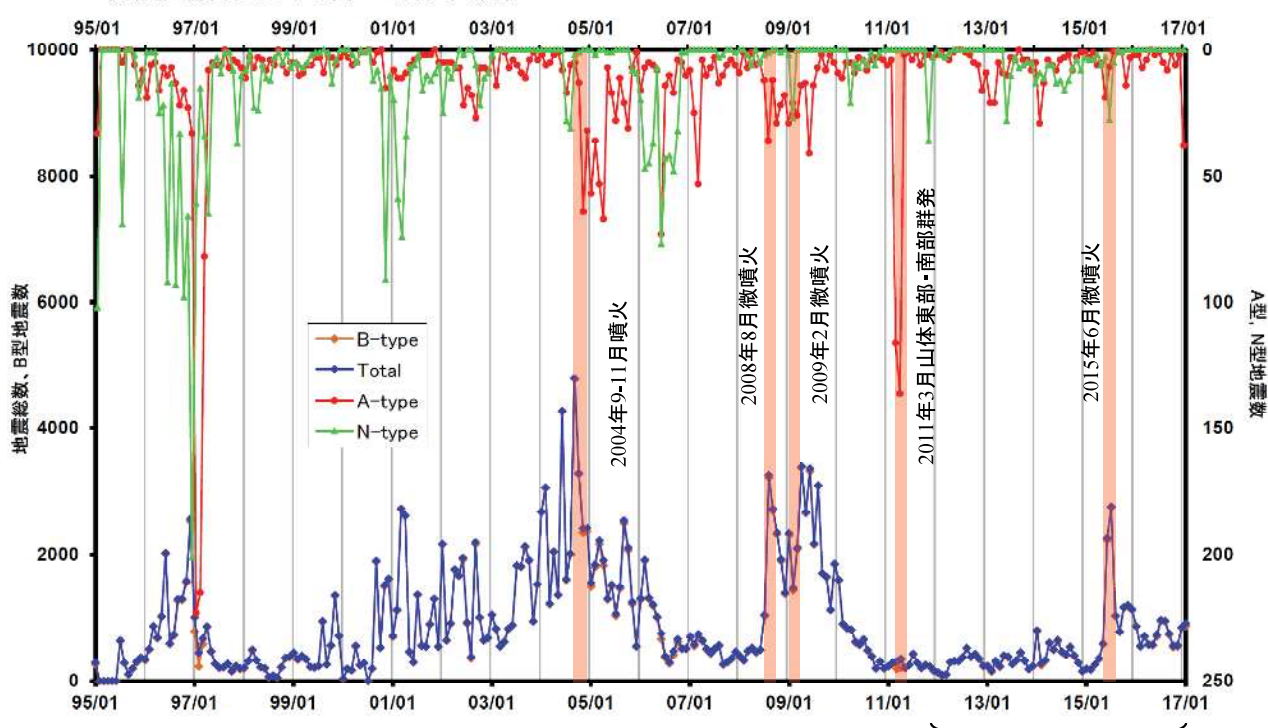


図1 1995年1月以降の月別回数

図2の範囲

日別回数(過去5年間 2012年2月1日—2017年1月25日)

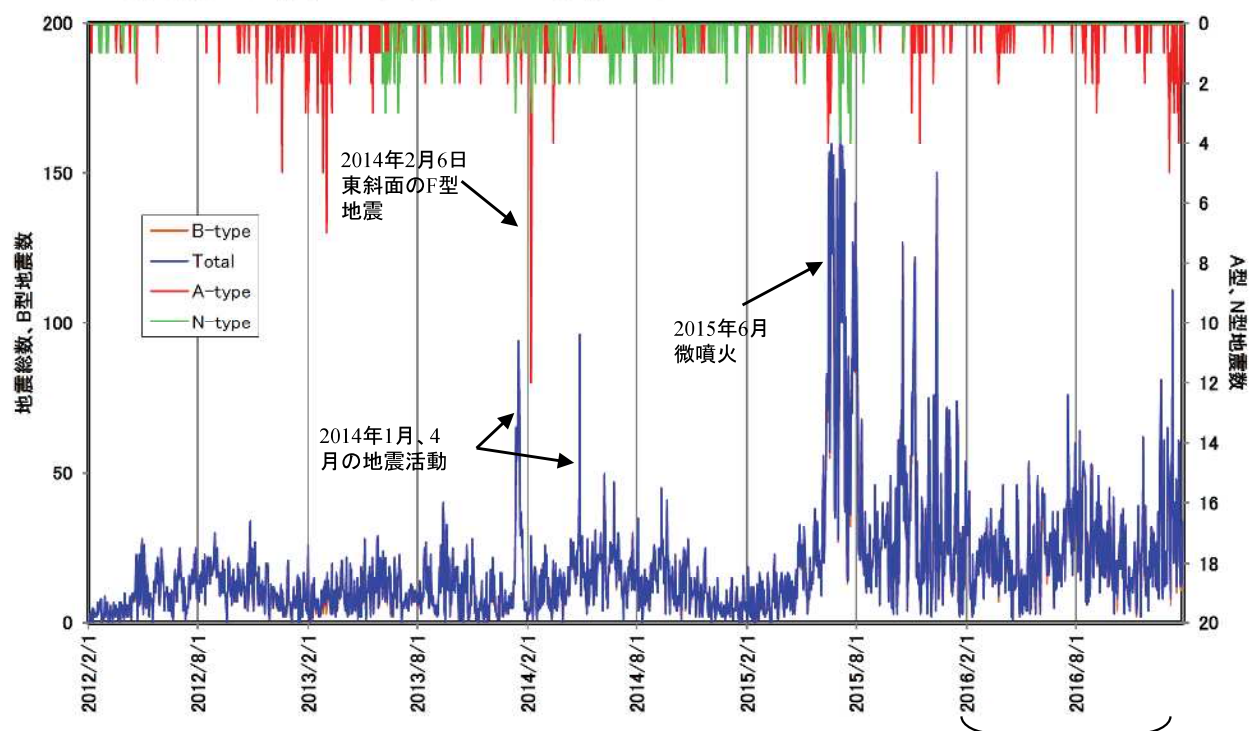


図2 2012年2月1日以降5年間の日別回数

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)

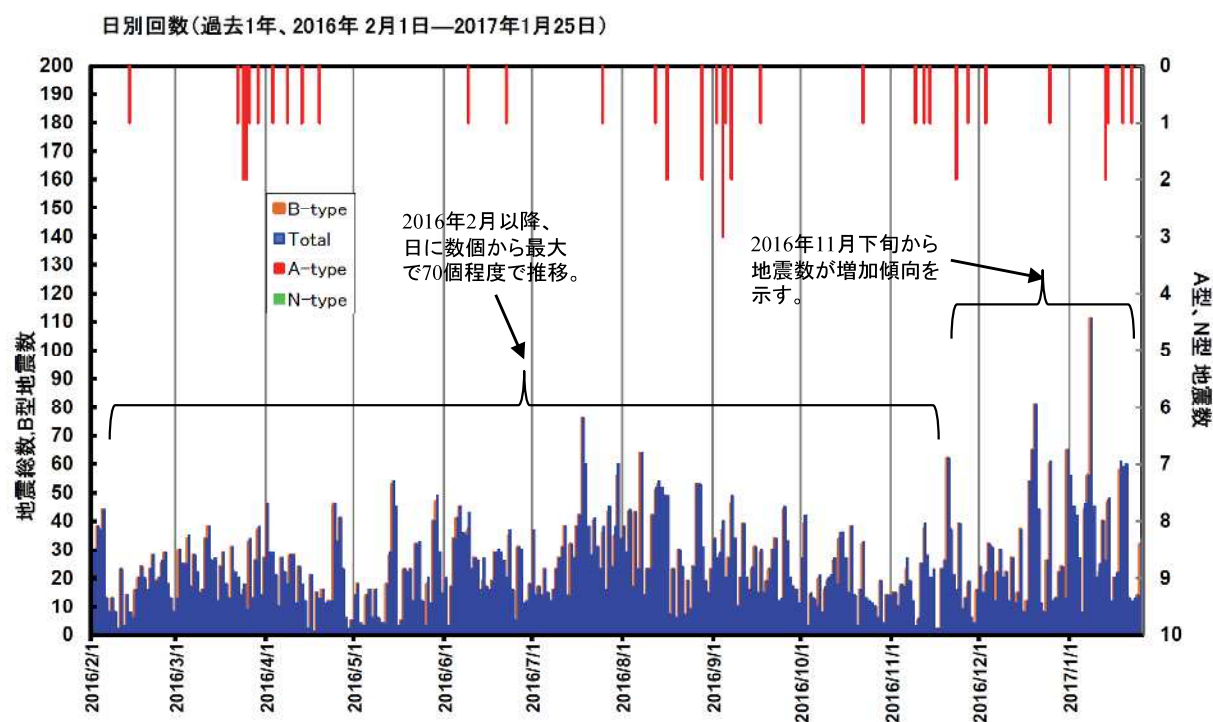


図3 2016年2月1日以降、1年間の日別地震回数.

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、やや地震活動が活発な状態が続いている。やや活発な状態の中にも地震発生数に増減の波があり、2016年11月以降はやや多い時期にあたる。

短期： 火口浅部の小規模な火山性地震が日に数個から数十個程度で推移している。2016年11月下旬以降は地震数が増加したように見える。2016年10月から11月には低周波で継続時間が短めの脈動が発生し、2017年1月には東側山体に震源を持つF1がそれぞれ目立った。A型は時々発生し、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ているが、現在のところその伸長は微弱である。また、2015 年 6 月の噴火に関連して山頂直下ごく浅部の膨張を起源とすると思われる膨張も観測されたが、この膨張も現在では収縮に転じており、2016 年 12 月ごろより観測されている山頂西側の微弱な伸長に対応する変動は観測されていない。

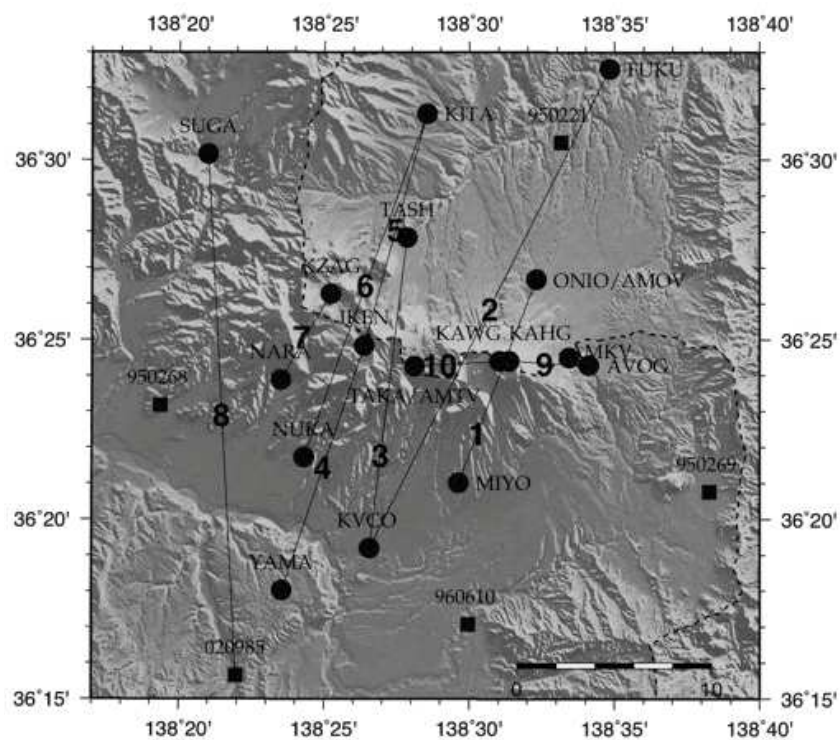
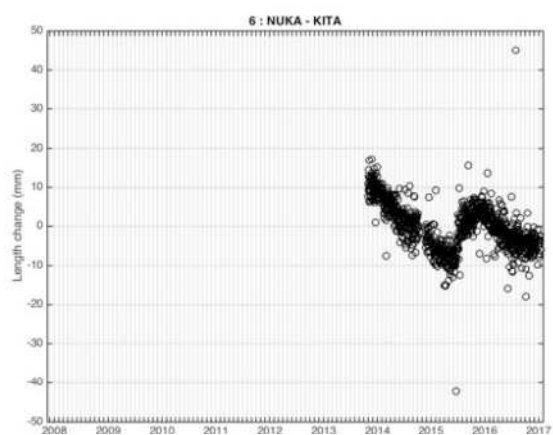
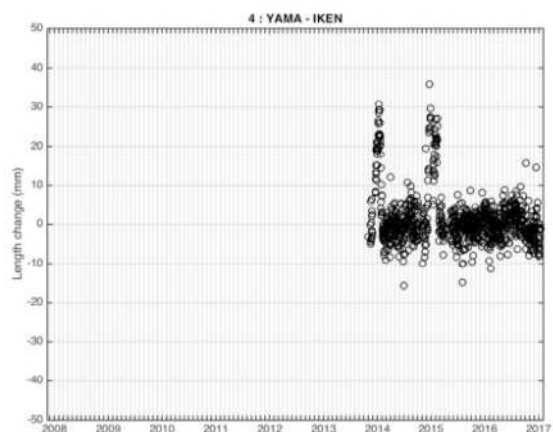
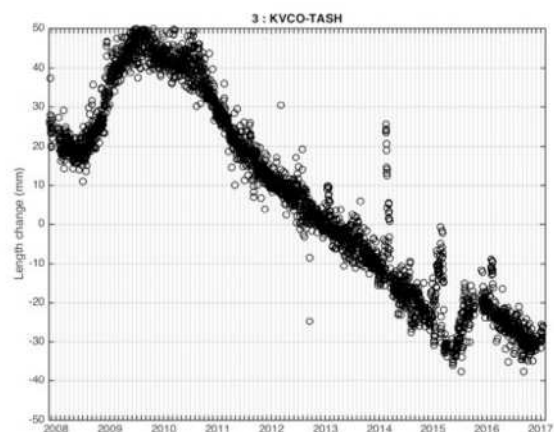
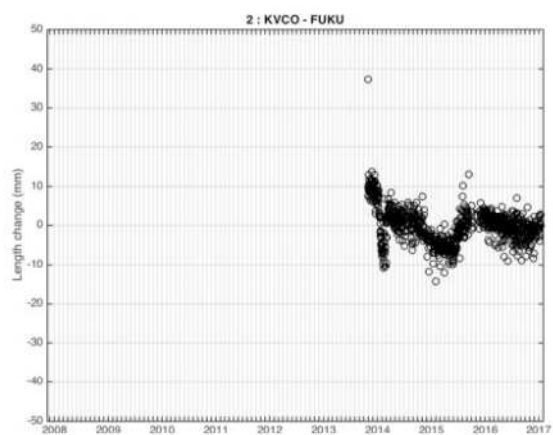
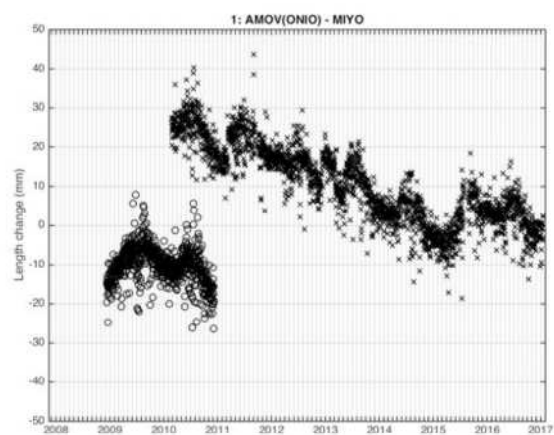


図 1 : GPS 連続観測点の配置。●は地震研究所の観測点，■は国土地理院の連続観測点を示す。数字は，図 2 に示す基線と対応している。また、KAHG と KAWG の基線長変化は図 2 の基線番号 11 に記す。



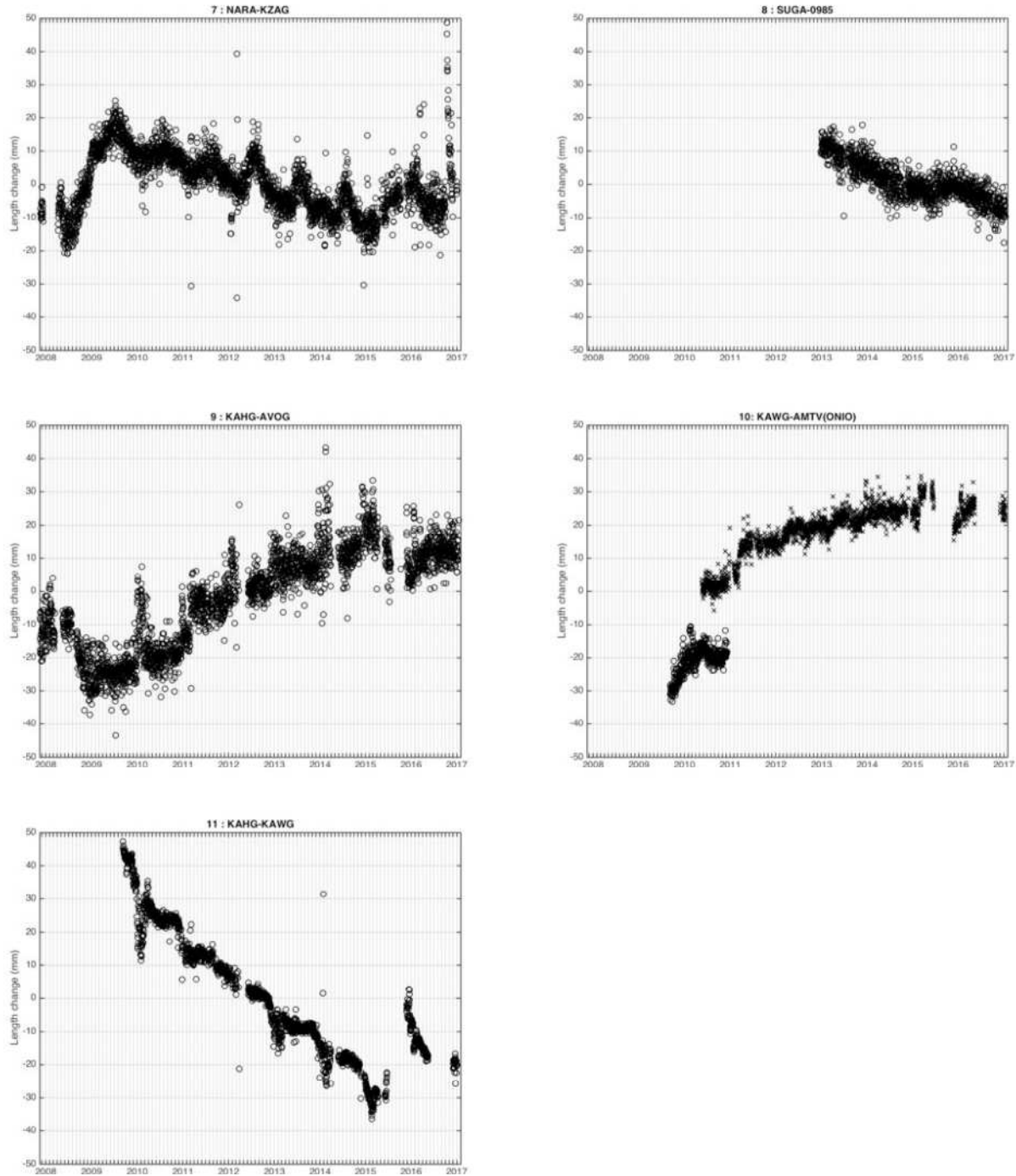


図 2：主な観測点間の基線長変化．AMOV および AMTV 観測点を含む基線長は，ONIO および TAKA を含む基線長の時系列（丸印）と並べて×印で示している．山頂西側を通る測線に，2015 年 6 月ごろから 10 月ごろまでの伸びとその後の縮みがみられる．また，山頂付近でも 2015 年 6 月噴火に関連して膨張がみられたが，現在では収縮に転じている．

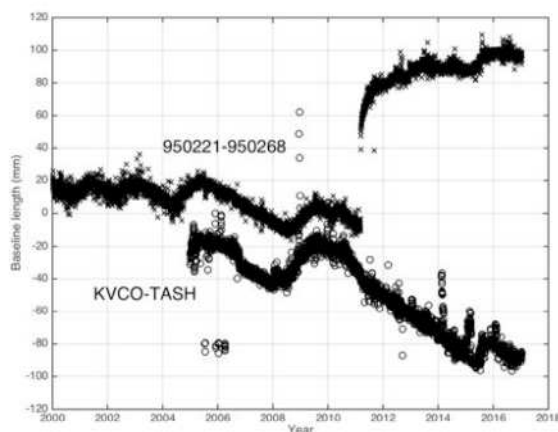
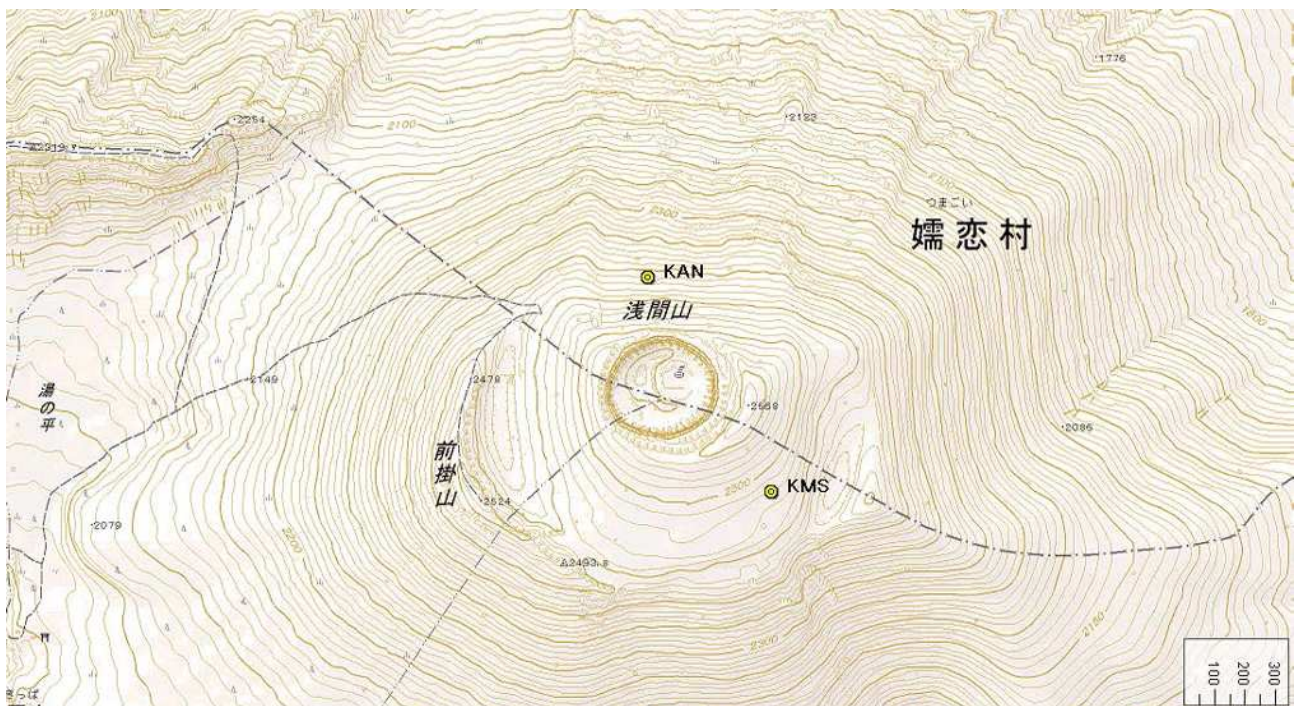


図 4：2000 年以降の 950221-950268 および KVC0-TASH 基線の距離変化。東北太平洋沖地震までは両基線とも類似したトレンドを示していたが、950221-950268 基線の距離変化に地震時および余効変動を含んでいるため、地震後は異なるトレンドを示している。ただ、余効変動の影響はおさまりつつあり、2015 年 6 月以降の伸びの傾向は両基線で見られる。その後の縮みの傾向は KVC0-TASH 基線では見られるが、950221-950268 基線ではあまり見られない。

浅間山全磁力

火口南東およそ 450m に位置する KMS では、最近 2 年間ほど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 1 年以上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 でおよそ -1nT/年 、南側の KMS でおよそ $+5\text{nT/年}$ となっており、帯磁傾向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 年中旬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（帯磁）傾向に戻り継続している。



麓の KUR を基準とした KAN のトレンド成分は -1nT と帯磁傾向を示している。

浅間山

浅間山火口底の熱赤外画像

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、火口底の温度変化を示す。2015 年 6 月の微噴火後に雷害を受け観測を中断していたが、2016 年 10 月 16 日に再開した。図 1 は 2009 年 8 月以降の日々の温度変化、図 2 は 2016 年 10 月 16 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 2009 年の観測開始直後に次ぐ高温状態が続いている。

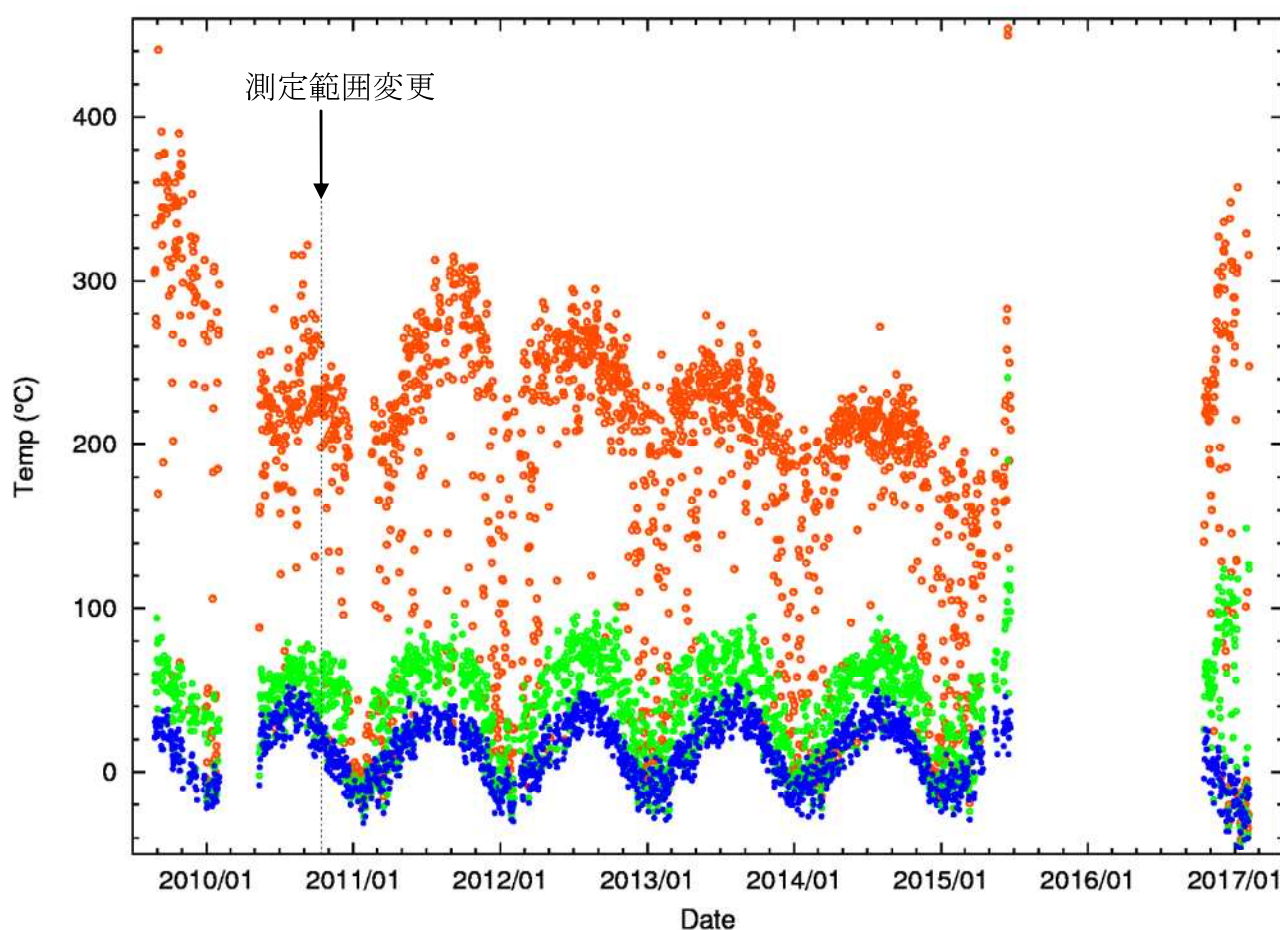


図 1. 2009 年 8 月 25 日から 2017 年 2 月 5 日までの火口底温度の日変化。
赤は最高温度、緑は平均温度、青は最低温度を示している。

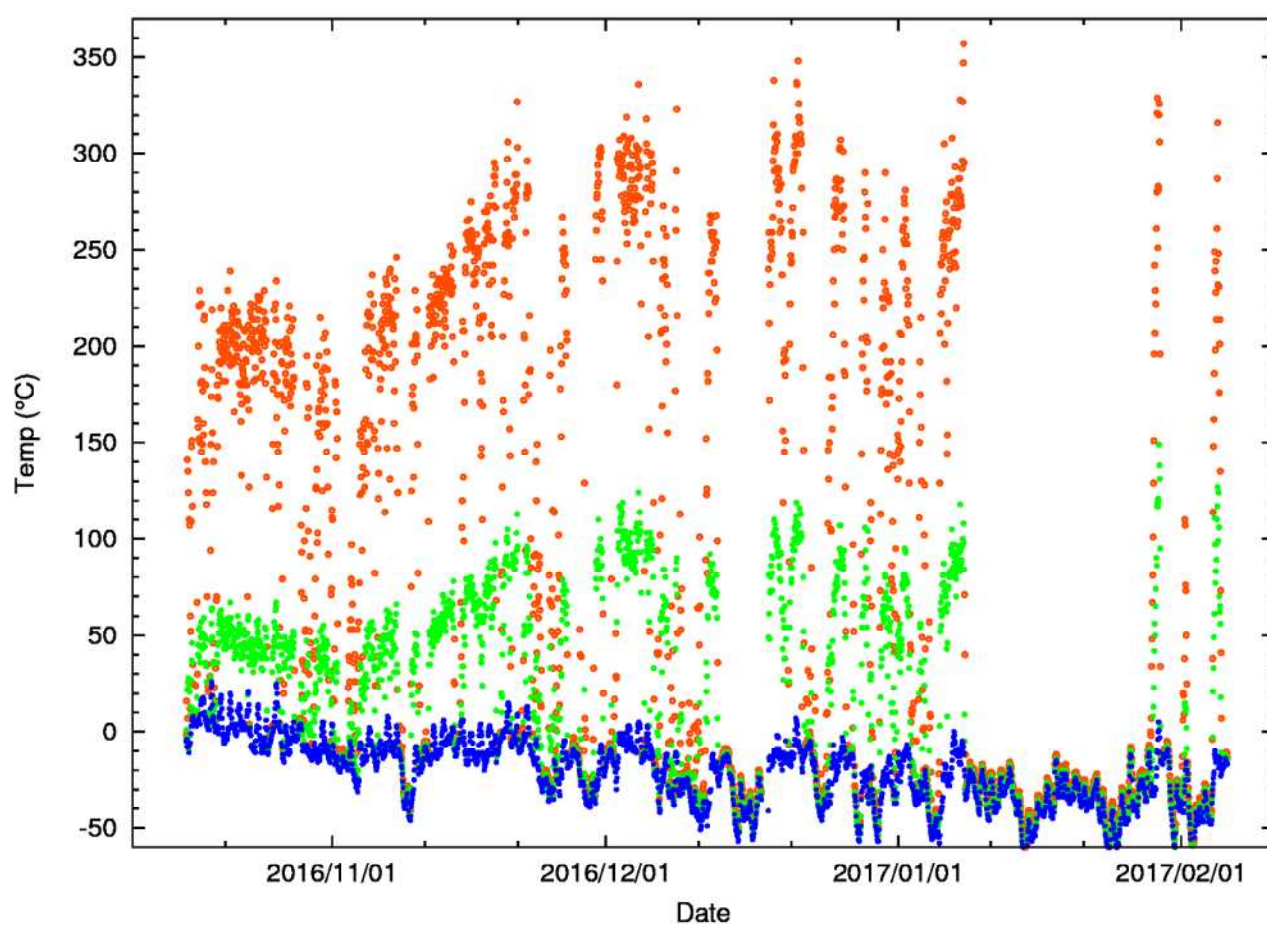


図 2. 観測を再開した 2016 年 10 月 16 日から 2017 年 2 月 5 日までの火口底温度の 1 時間毎の変化.

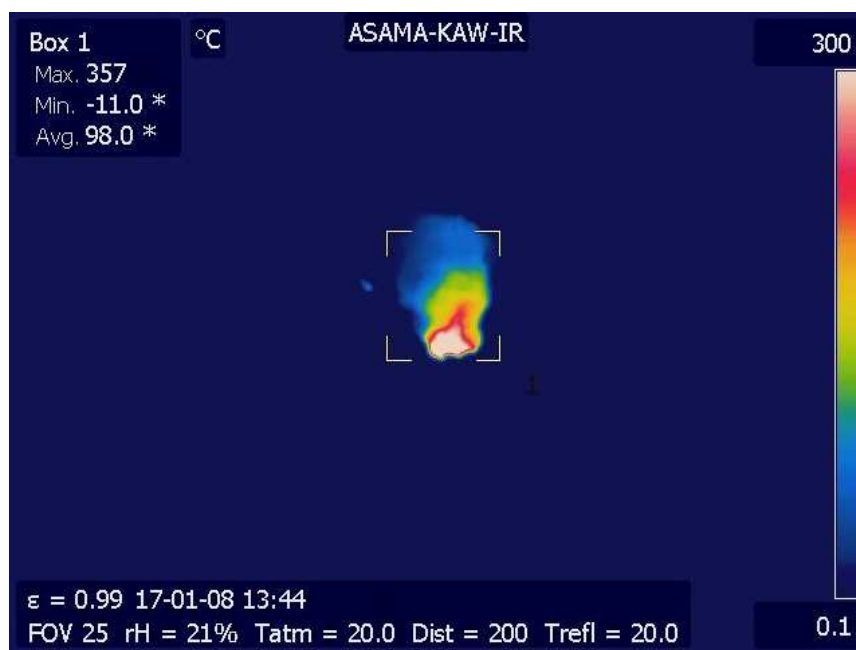


図3. 今期間中の最高温度を示した 2017 年 1 月 8 日 13 時 44 分の熱赤外画像.

MODIS赤外画像による浅間火山の熱異常の時間変化

MODIS赤外画像によって浅間火山2016年1月～2017年2月の熱異常の時間変化の観測を行った。2016年12月以降、極微弱な熱異常(画像上でのみ認められる)が時折見られるようになったものの(図1)、バックグラウンドより有意に高い熱異常は、これまでのところ検出されていない(図2)。比較のために図3に、2004年噴火前後に観測された熱異常の時間変化を示す。2004年の噴火では、噴火の数週間前からMODISでも明瞭に捉えられる熱異常(図3の“A”)が表れた。

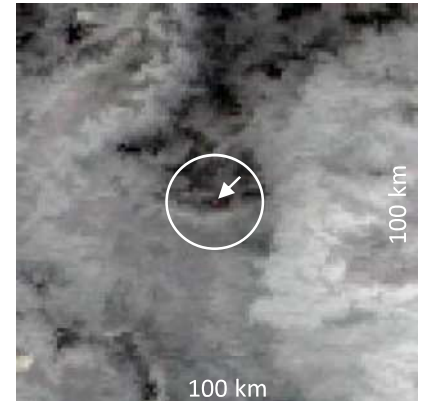


図1: MODISによる浅間火山の赤外画像(2017年2月4日)。縦横100 kmの範囲を示す。山頂部に微弱な熱異常が認められる。

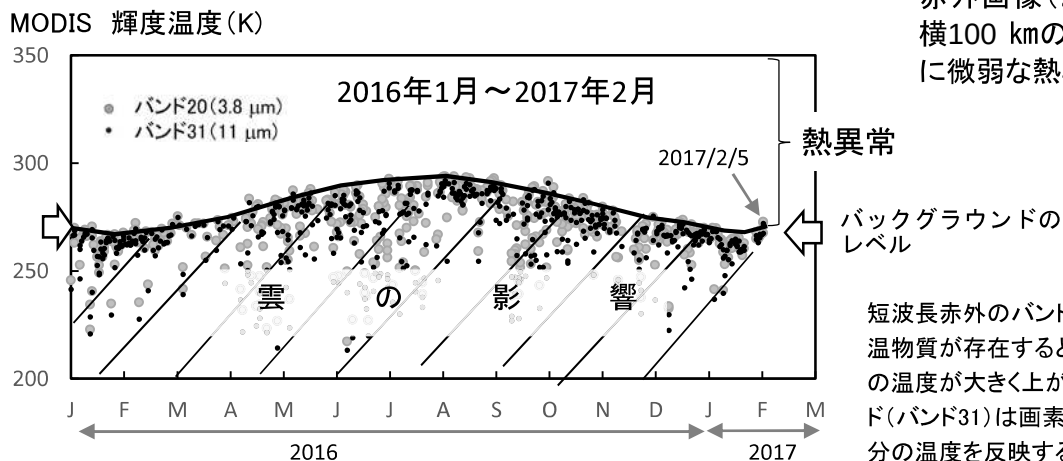


図2: 2016年1月～2017年2月の熱異常の時間変化

短波長赤外のバンド(バンド20)は画像内に高温物質が存在すると小領域であっても見かけの温度が大きく上がるのに対し、熱赤外のバンド(バンド31)は画素内の広い領域を占める部分の温度を反映する。このため、両者の違いから熱異常の変動を推定することができる。

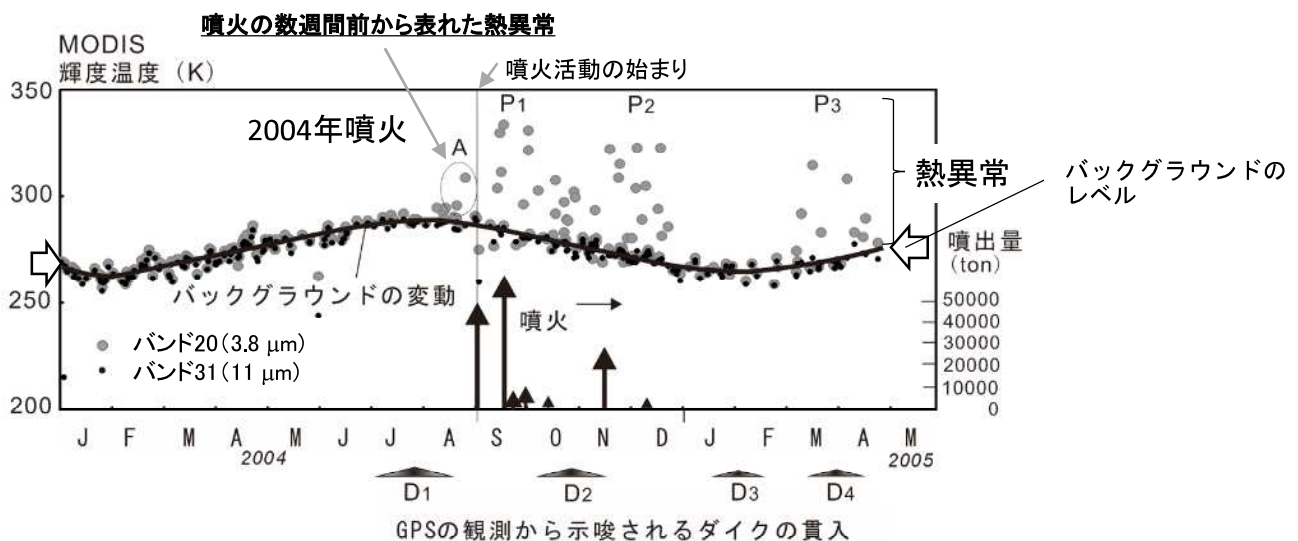


図3: 2004年噴火前後の熱異常の時間変化

浅間山

◎ 2007 年 10 月～2017 年 1 月の浅間山 VLP 活動と SO₂ 放出量

2007 年 10 月から 2017 年 1 月までの VLP(ガス噴出イベント)活動と気象庁による SO₂ 放出量との比較を行った結果を図 1 に示す. 2015 年 6 月の微噴火の直前には VLP 活動の急激な活発化と SO₂ 放出量の急増が見られた. 2015 年 10 月以降は VLP の活動は 2015 年 6 月以前よりはやや高いレベルを維持しており, 徐々に活発化の傾向が見られる. 図 2 に 2016 年 1 月から 2017 年 1 月まで最近の活動を拡大して示してある. 2015 年 8 月から 10 月にかけては KAE (火口東) の地震計が不調であったため, KAW (火口西) のデータで求めた結果を示している (破線のグラフ). 2016 年 6 月頃にやや活動レベルが上がった後, 平均的に見ればほぼそのレベルを維持しながら推移しているが, 時々, 数日程度の間 VLP の活動度が上がる時期も見られる. しかし, 2015 年 6 月の活動に見られたような, 最近の SO₂ 放出量増加に対応する活発化は見られない.

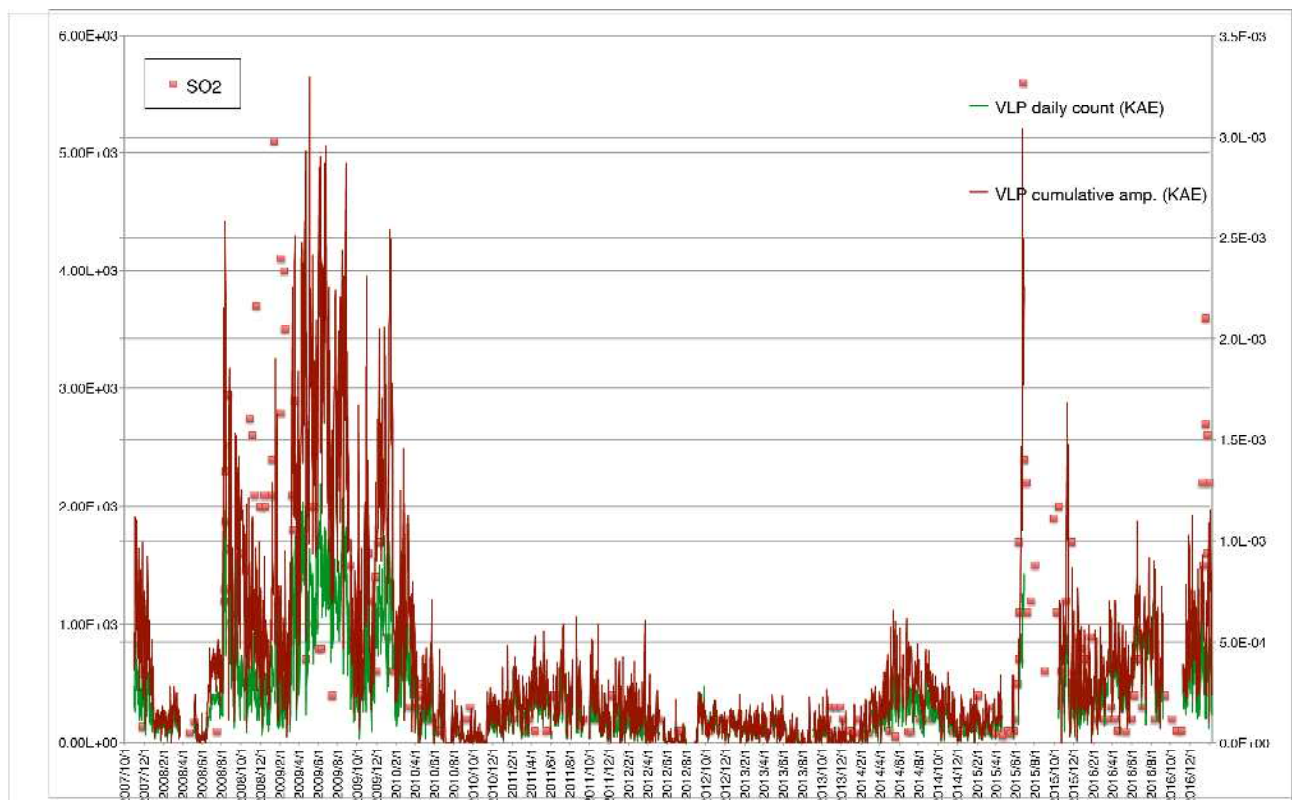


図 1

浅間山

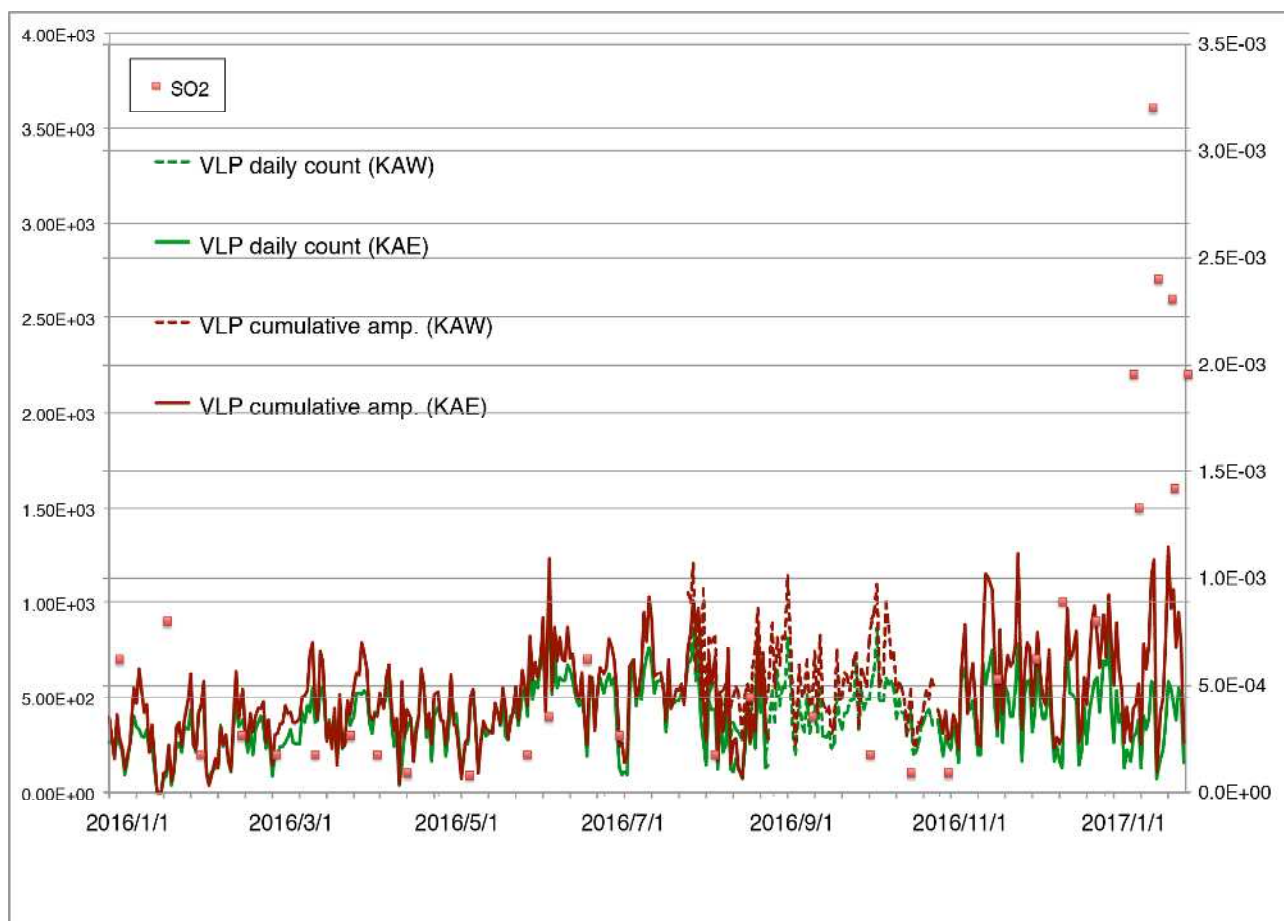
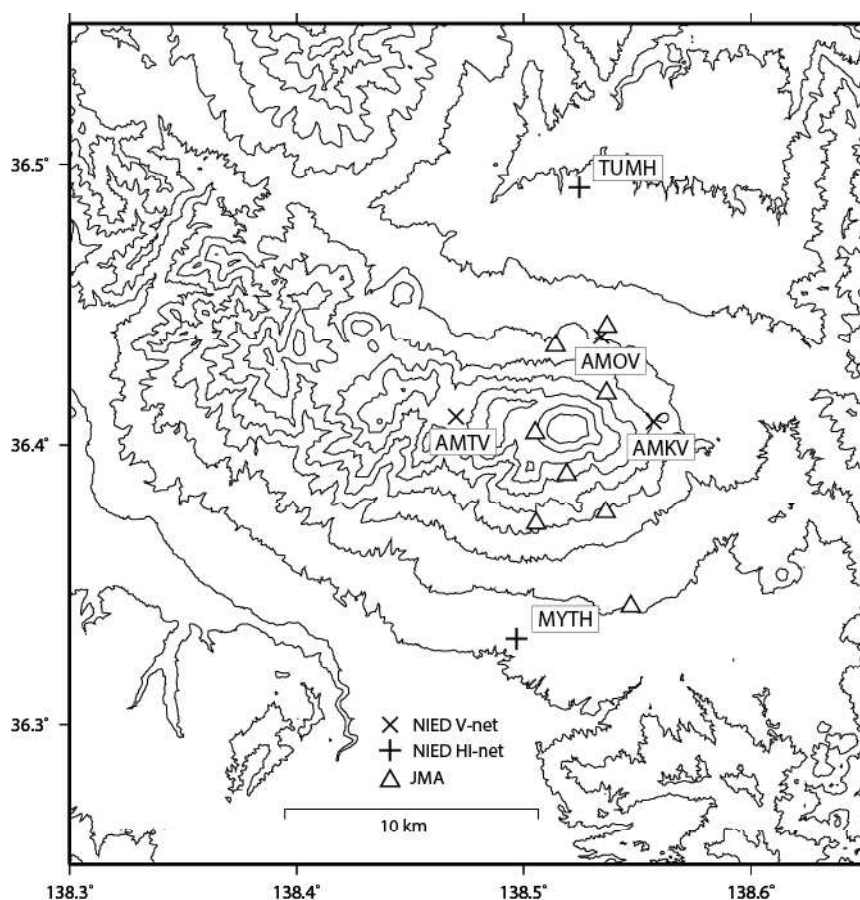


図 2

浅間山の火山活動について



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。

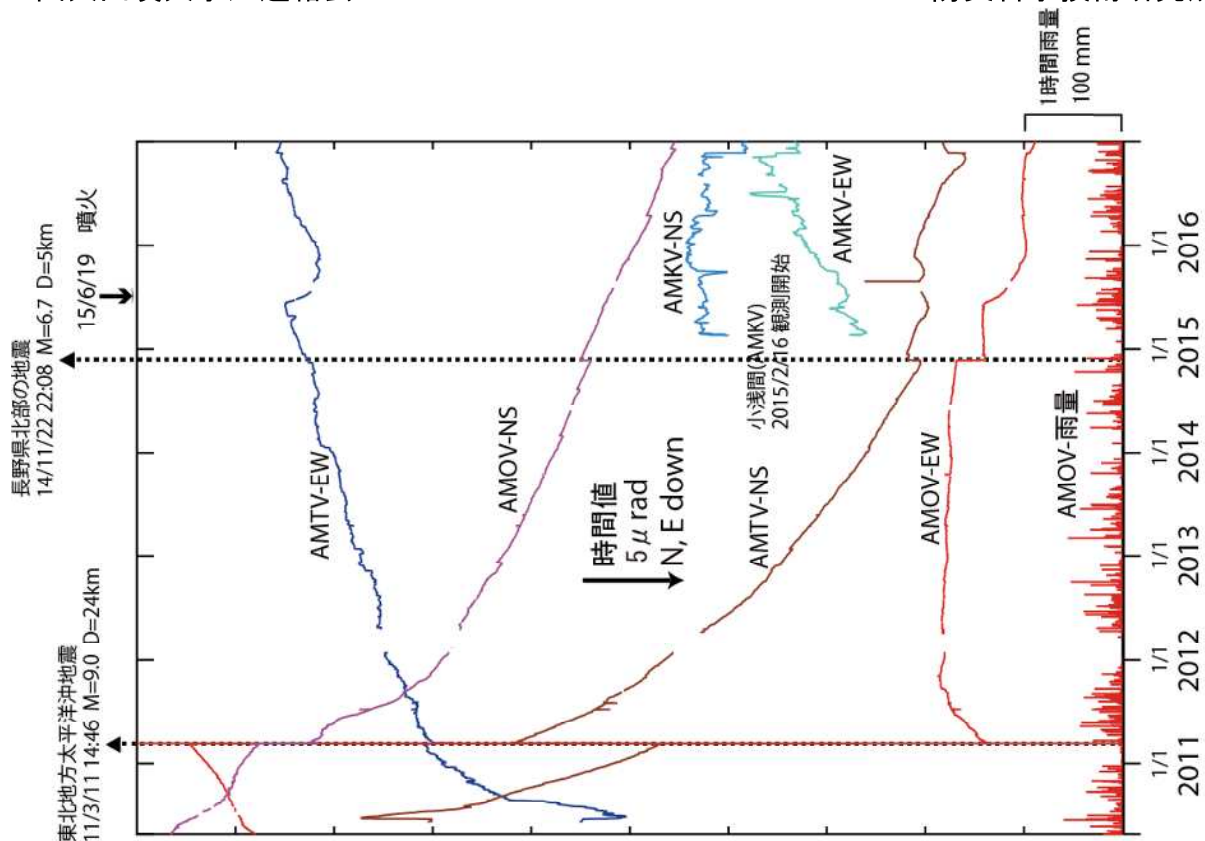
AMOV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
AMTV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
AMKV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

資料概要

○ 地殻変動

火山活動に伴うような明瞭な地殻変動は観測されなかった。

浅間山の傾斜変動 (2010/4/26~2016/12/31)



浅間山の傾斜変動 (2016/05/01~2017/01/21)

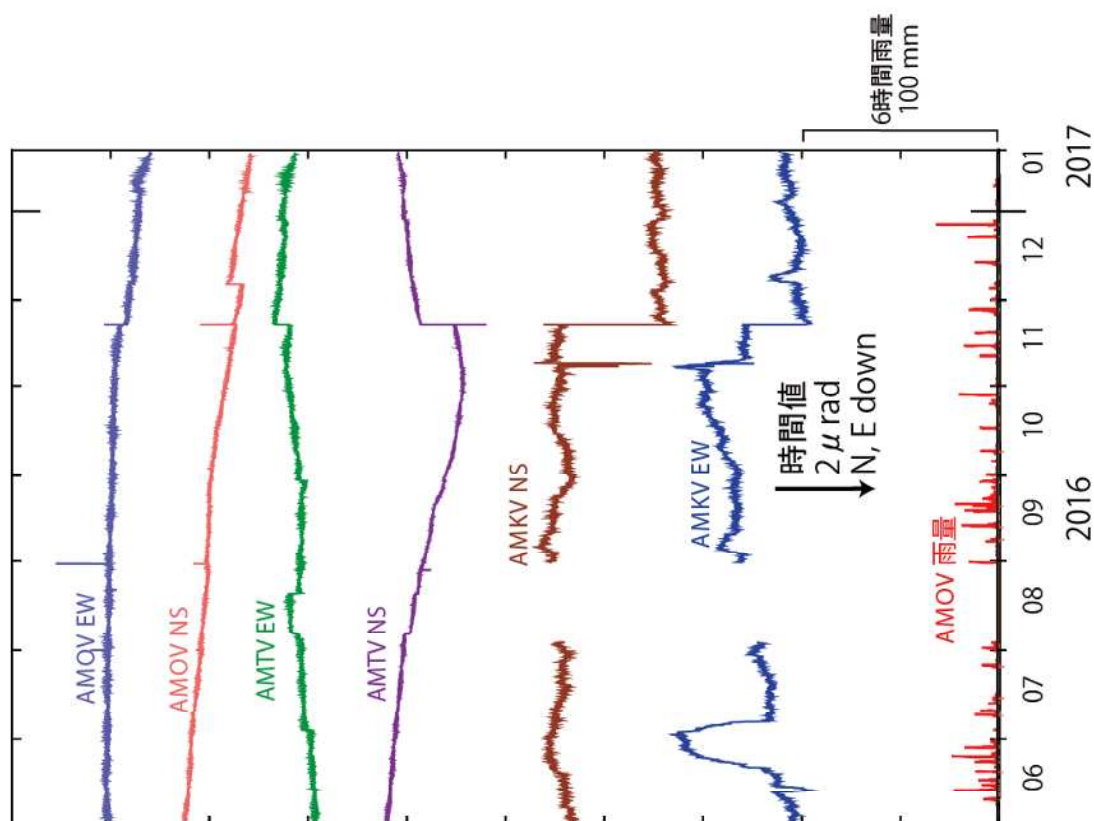


図 1 浅間山の傾斜変動

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,
2016 年 7 月 28 日-2016 年 12 月 31 日の地殻変動【孺恋 (0221) 固定】※速報暦使用

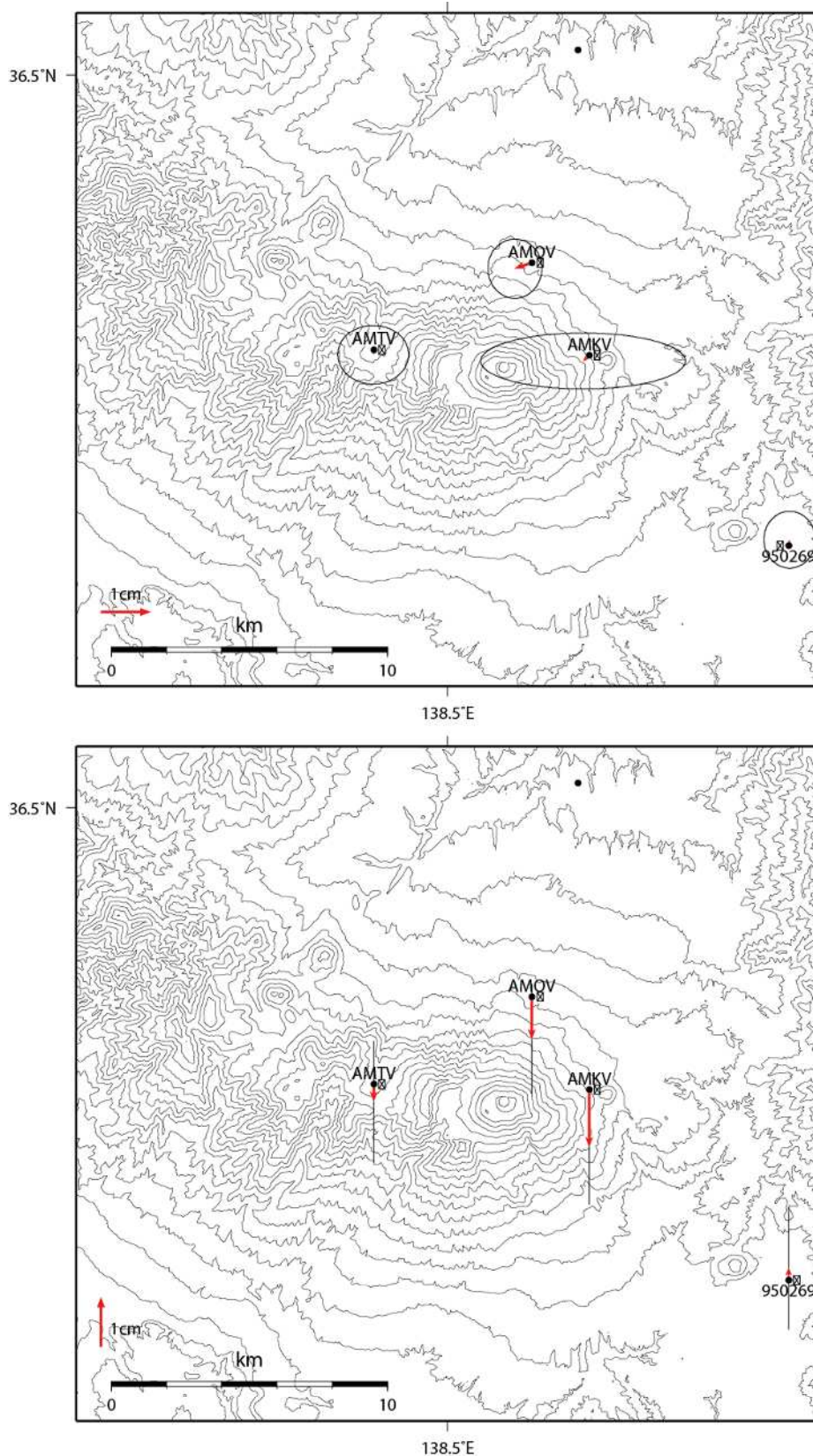


図 2 浅間山周辺の GNSS 解析結果.

浅間山

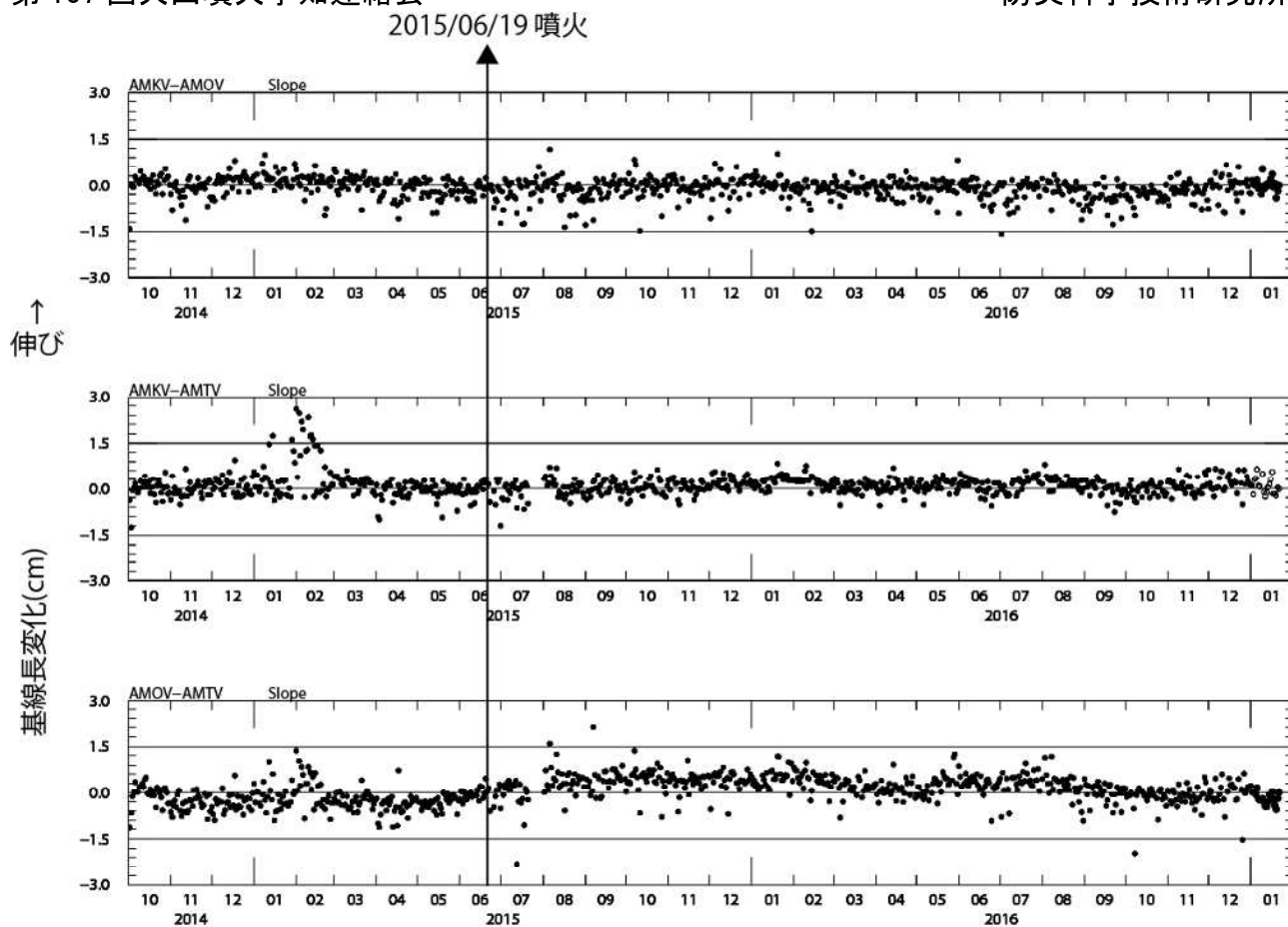


図3 防災科研観測点3点（鬼押出，高峰，小浅間）間の基線長変化.
(2017/1/21 まで・2017/1/3～2017/1/21 は速報暦使用)

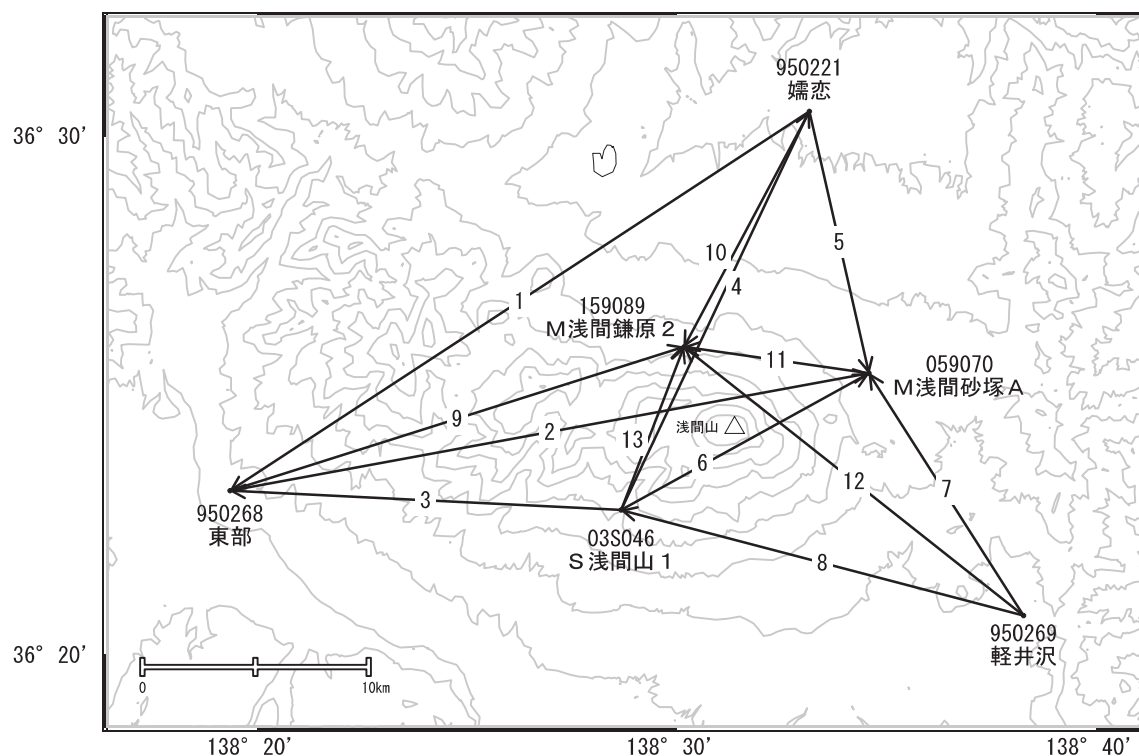
表1 GNSS観測履歴

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

浅間山

浅間山を南北に挟む基線で2016年秋頃から小さな伸びが見られています。

浅間山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

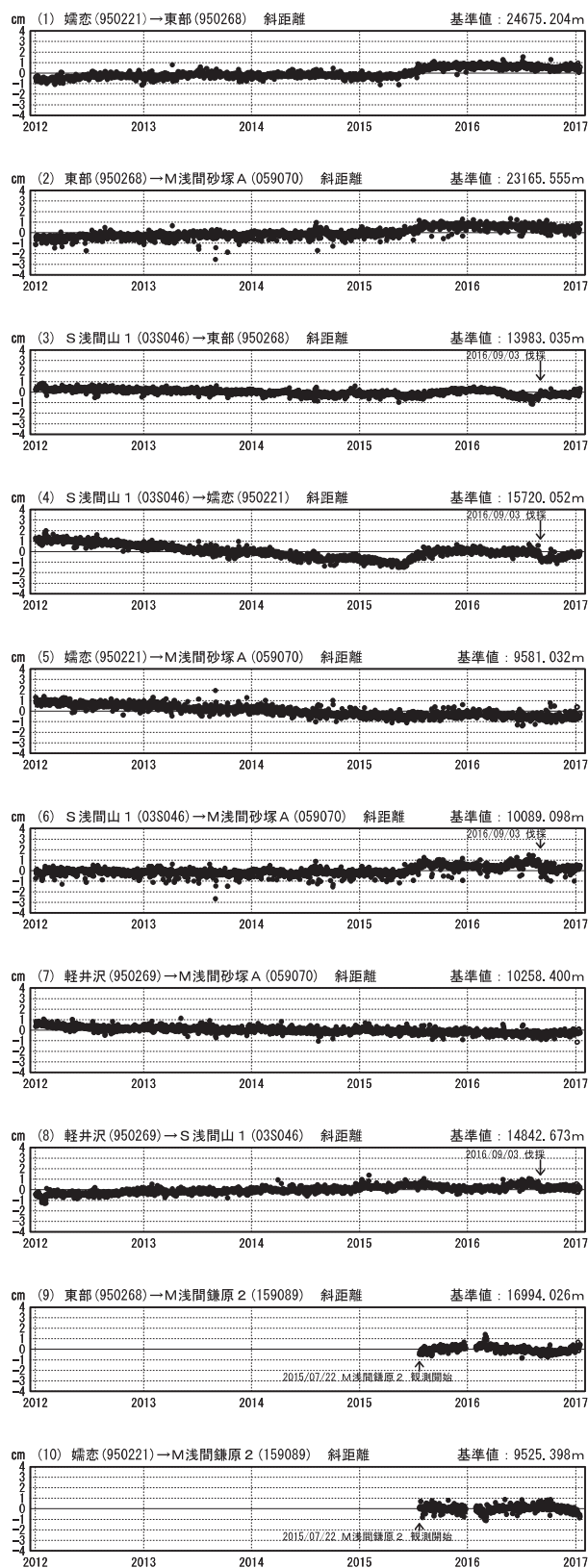


浅間山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
950221	嬬恋	20120912	アンテナ・受信機交換
		20130613	受信機交換
950268	東部	20121212	アンテナ・受信機交換
950269	軽井沢	20121214	アンテナ・受信機交換
03S046	S浅間山1	20120308	アンテナ・受信機交換
		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

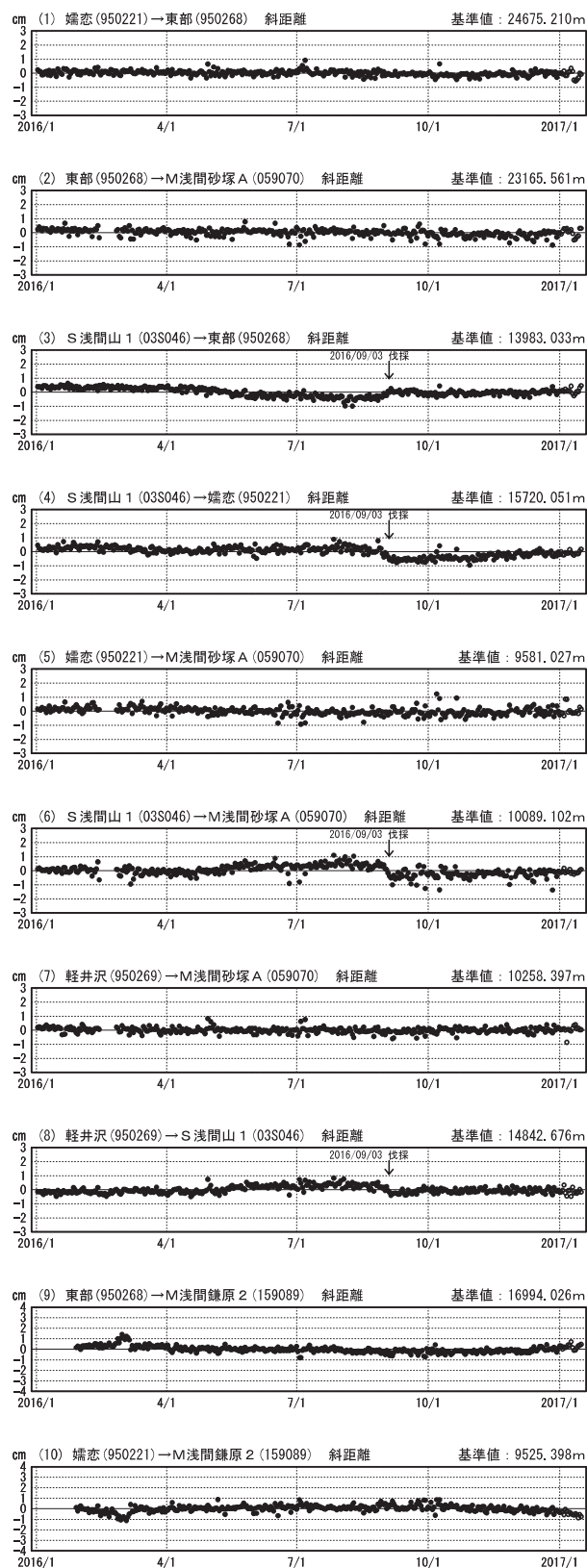
期間: 2012/01/01~2017/01/15 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間: 2016/01/01~2017/01/15 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

第 1 3 7 回火山噴火予知連絡会

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

基線変化グラフ

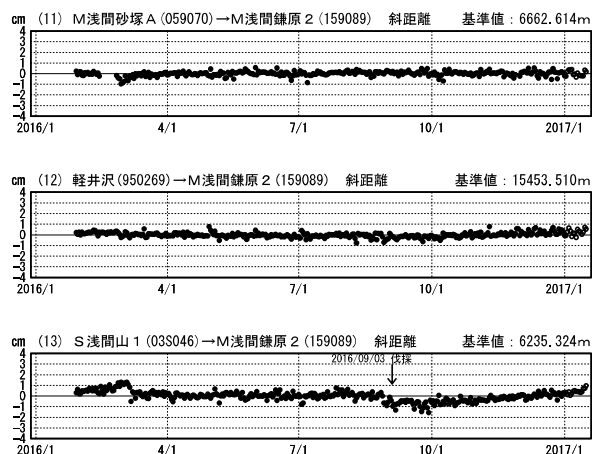
期間：2012/01/01～2017/01/15 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2016/01/01～2017/01/15 JST



国土地理院

(注 1) 「M浅間鎌原 2」について

- ・関連する基線は、設置日（2015年 7 月 22 日）以降のプロットが表示されています。
- ・2015年12月下旬から2016年 1 月 27 日まで凍上（土壌の凍結による地面の隆起）によって装置が傾斜したため、プロットを表示していません。
- ・2016年 1 月 27 日に装置の再設置を行った際の変化を補正しました。
- ・2016年11月10日に装置の再設置を行った際の変化を補正しました。

(注 2) 「M浅間砂塚 A」について

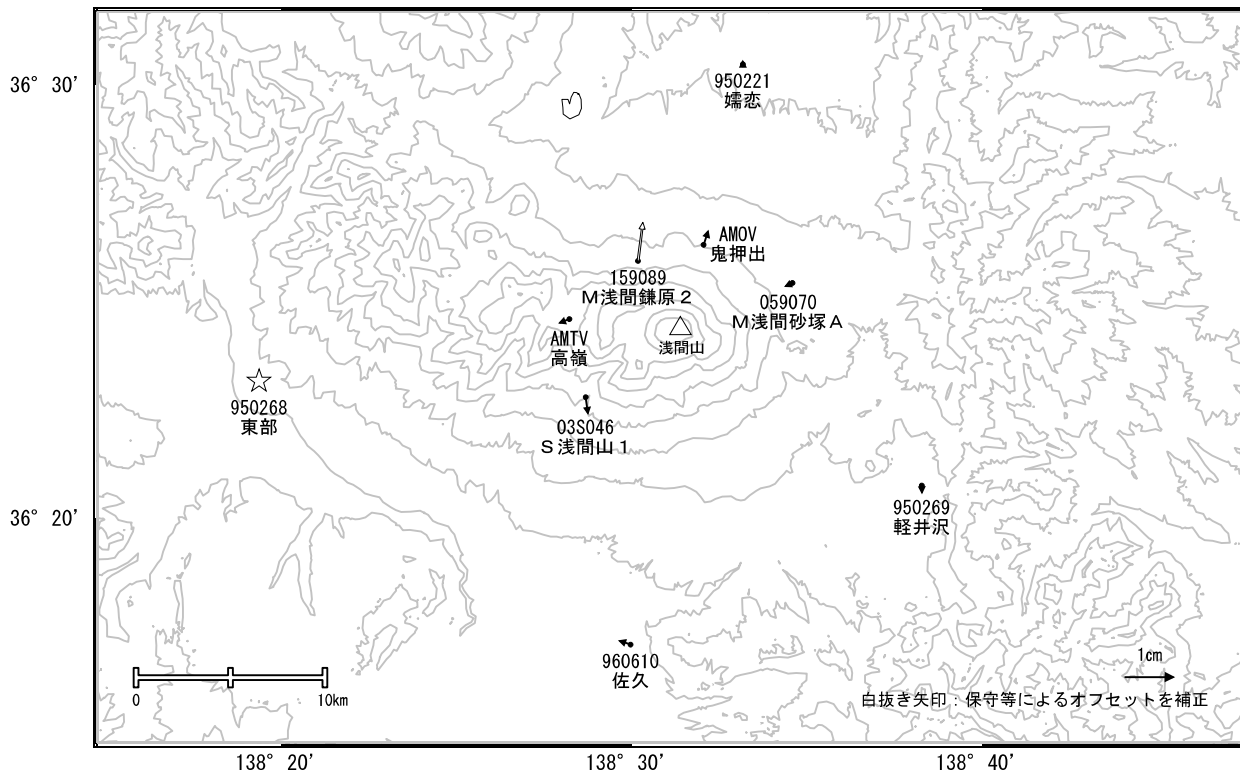
- ・「基線変化グラフ」で2016年 2 月 14 日から 2 月 25 日の間は、欠測に伴いプロットの表示がありません。

※[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:2016/09/22~2016/10/01[F3:最終解]
比較期間:2016/12/22~2016/12/31[F3:最終解]

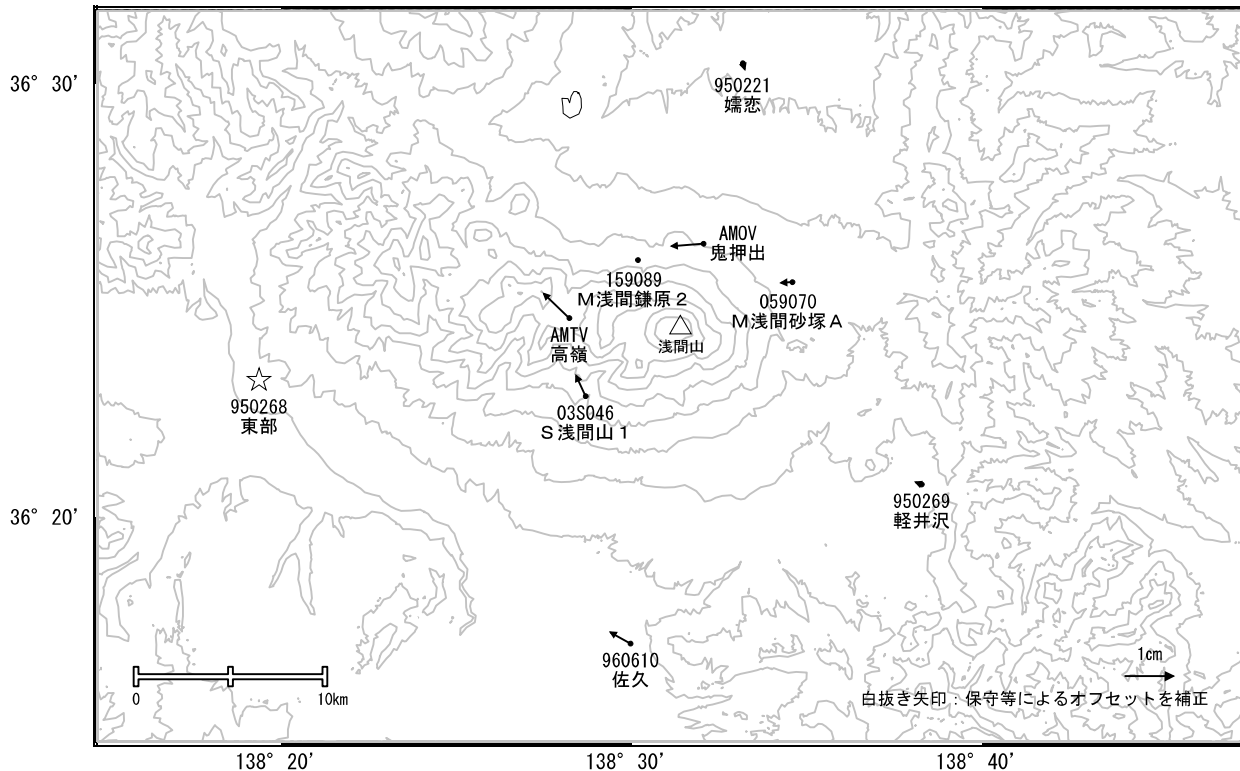


☆ 固定局:東部(950268)

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:2015/12/22~2015/12/31[F3:最終解]
比較期間:2016/12/22~2016/12/31[F3:最終解]



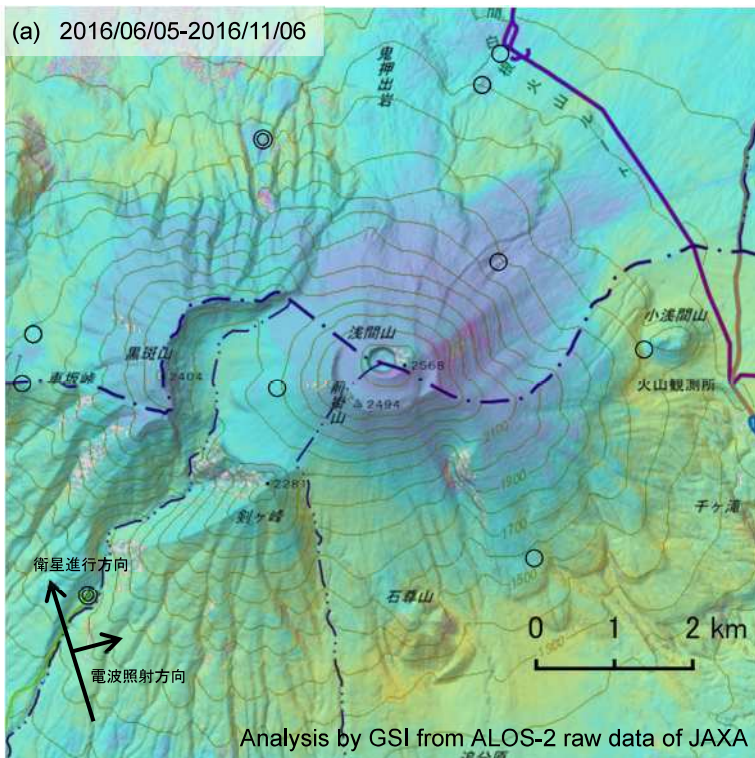
☆ 固定局:東部(950268)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

浅間山

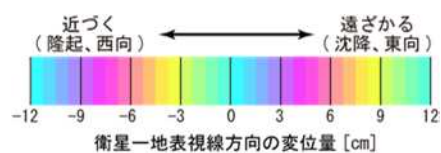
浅間山の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られない。



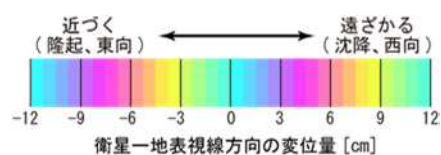
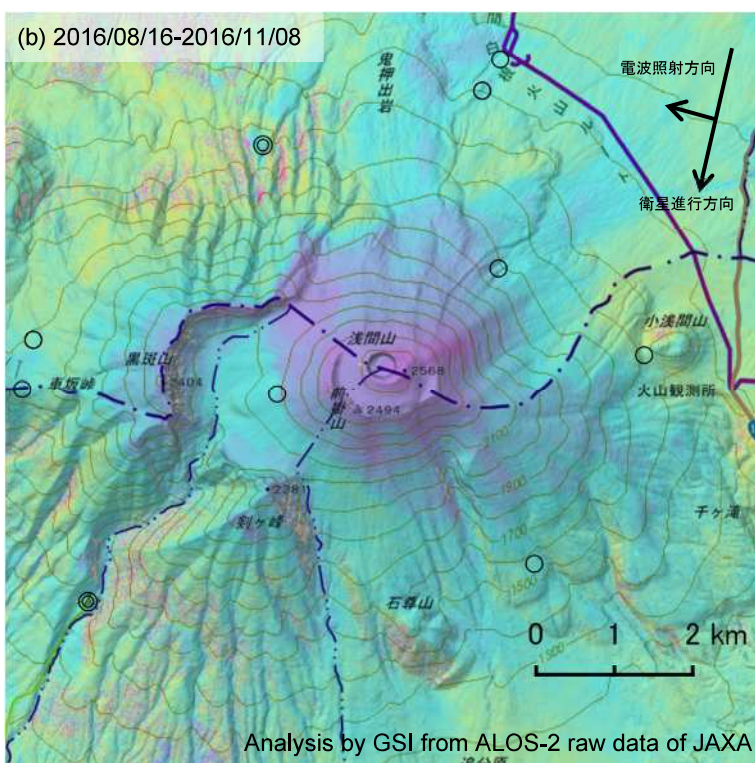
	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2016/06/05 2016/11/06 23:34 頃 (154 日間)	2016/08/16 2016/11/08 11:47 頃 (84 日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右	右
観測モード*	U-U	U-U
入射角(中心)	33.8°	34.7°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 199 m	+ 22 m

*U: 高分解能(3m)モード



◎ 国土地理院 GNSS 観測点

○ 国土地理院以外の GNSS 観測点



背景: 地理院地図 標準地図 及び 陰影起伏画像・傾斜量画像 (国土地理院作成)

浅間山