

第 134 回

火山噴火予知連絡会資料

(その 2 の 6)

**雌阿寒岳、十勝岳、
蔵王山、箱根山、新潟焼山**

平成 28 年 2 月 17 日

火山噴火予知連絡会資料（その2の6）

目次

雌阿寒岳	3
気象庁 3-26（気象研 20-22、地磁気 23-26）、	
地理院 27-30	
十勝岳	31
気象庁 31-43（気象研 42-43）	
道立地質研 44	
北大有珠 45	
防災科研 46-50	
地理院 51-54	
蔵王山	55
気象庁 55-72（気象研 69-72）	
東北大 73-80	
地理院 81-83	
箱根山	84
気象庁 84-97（気象研 95-97）	
温地研 98-109	
地理院 110-112	
防災科研 113-114	
新潟焼山	115
気象庁 115-124（気象研 122-124）	
地理院 125-126	

雌 阿 寒 岳

(2016 年 1 月 22 日現在)

2015 年 7 月中旬以降ポンマチネシリ火口付近の浅いところを震源とする体には感じない微小な火山性地震が増加したが、8 月下旬以降少ない状態で経過している。

11 月 2 日から 5 日にかけて実施した現地調査では、ポンマチネシリ第 3・第 4 火口における地熱域のさらなる拡大等は観測されず、過去の活動と比較して熱活動の高まりは小規模なものに留まっていた。

これらのことから、ごく小規模な噴火が発生する可能性は低くなったものと考えられることから、2015 年 11 月 13 日に噴火予報を発表し、噴火警戒レベルを 2 から 1 に引き下げた。

直ちに噴火に至る兆候は認められないが、ポンマチネシリ 96-1 火口の噴煙量は、2015 年 6 月頃以降やや多い状態が続いている。また、ポンマチネシリ 96-1 火口近傍の地下における熱活動の活発化の可能性を示す全磁力の変化は継続しており、今後の火山活動の推移に注意が必要である。

○ 概況（2015 年 10 月～2016 年 1 月 22 日）

・地震及び微動の発生状況（第 1 図-⑦⑧、第 2～5 図）

2015 年 4 月中旬に一時的に増加したポンマチネシリ火口付近の浅い所を震源とする微小な火山性地震は、7 月中旬以降断続的に増加したが、8 月下旬以降は少ない状態で経過した。2006 年や 2008 年の噴火前後の活動と比較すると、短期的な地震の急激な増加はみられず、火山性微動や低周波地震の発生も少なく、小規模な活動に留まっている。また、2015 年 7 月中旬から 7 月末にかけてポンマチネシリ火口のやや深い所での地震も増加したが、8 月以降やや深い所の地震はほとんど発生していない。

中マチネシリ火口付近の浅い所を震源とする地震活動は低調に経過した。

2015 年 10 月 12 日 19 時 00 分頃に振幅が小さく継続時間の短い火山性微動を観測したが、微動発生前後で噴煙の様子に特段の変化は認められず、空振計及び地殻変動のデータにも変化は無かった。

また、雌阿寒岳の山体の地下では、深さ 15～30km を震源とする深部低周波地震が、2015 年 12 月下旬から 2016 年 1 月にかけて一時的にまとまって発生した。規模は、過去に発生している深部低周波地震よりも比較的小さいものだった。これらの深部低周波地震の活動と、浅部での火山性地震の活発化との関連は不明である。

この資料は気象庁のほか、北海道大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道及び地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所のデータを利用して作成した。

・表面活動（第 1 図-①～⑥、第 6～13 図）

2015年10月1日に実施した上空からの観測（第一管区海上保安本部の協力による）及び現地調査では、ポンマチネシリ第4火口北壁における地熱域にわずかな拡がりや、前年(2014年6月22日)と比較して96-1火口底の温度が上昇していることを確認した。また、ポンマチネシリ96-1火口の噴煙の勢いの増加や強い刺激臭が感じられた。

しかし、2015年11月2日から5日にかけて実施した現地調査では、10月1日の現地調査と比較して、ポンマチネシリ第3・第4火口の地熱域の拡がりに変化はなく、その他の火口の状況についても特段の変化はみられなかった。

2015年7月以降確認されたポンマチネシリ第3・第4火口の地熱域の拡がりや、噴煙の増加及び全磁力の減少が観測された2013年と同程度であり、2008年の噴火前と比較して小規模なものに留まっていた。

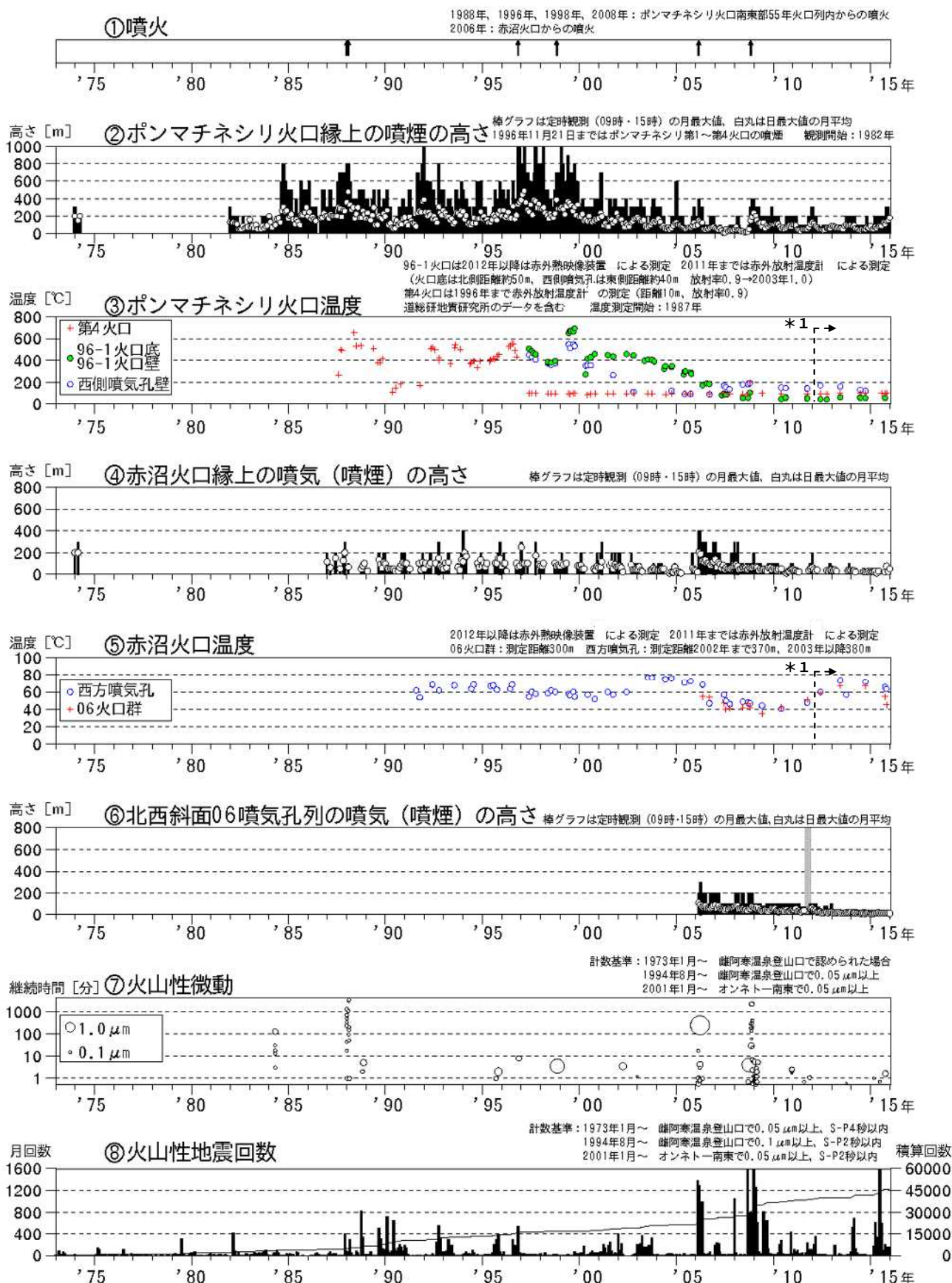
遠望観測によると、ポンマチネシリ96-1火口では2010年以降と比較すると2015年6月頃から噴煙量がやや多くなっており、噴煙の高さは火口縁上概ね300mで経過した。その他の火口の噴気の高さは火口縁上概ね200m以下で、噴気活動は低調に経過した。

・地殻変動（第 14～17 図）

GNSS連続観測では、ポンマチ南2-飽別川上流を結ぶ基線と、飽別川上流-雌阿寒温泉南2を結ぶ基線がわずかに伸びている。また、GNSS繰り返し観測では、ポンマチネシリ火口を挟む基線が伸びている。このことから、ポンマチネシリ96-1火口近傍浅部及び山体のやや深部で膨張している可能性がある。

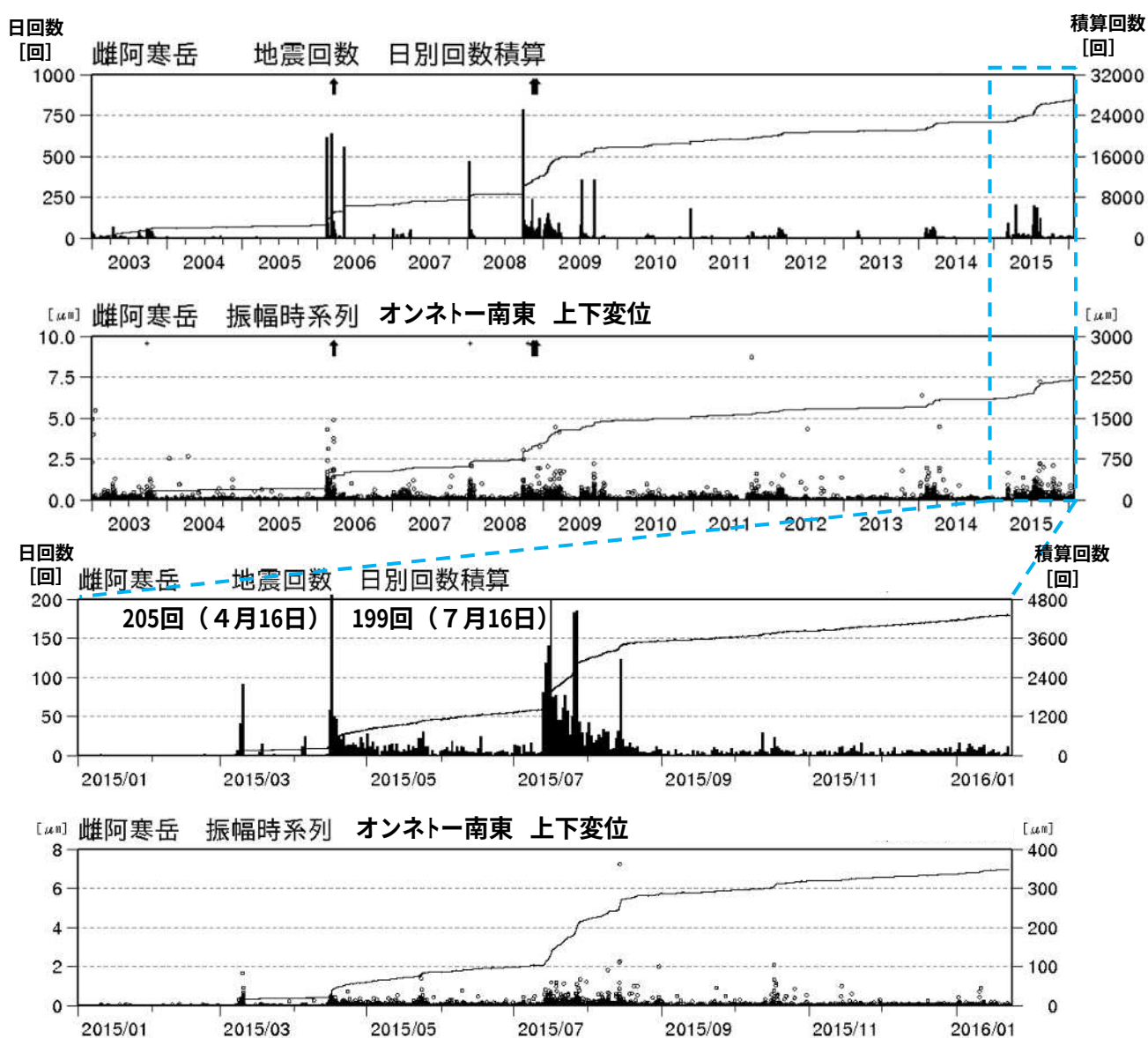
・火山ガスの状況

2015年11月に実施した火山ガス観測によると、ポンマチネシリ96-1火口の火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は1日あたり40トンと少ない量だったが、前回の2014年6月の観測値（1日あたり数トン）より増加が認められ、これは2015年6月以降の噴煙量の増加と関連していると考えられる。



第 1 図 雌阿寒岳 火山活動経過図（1973 年 1 月～2016 年 1 月 22 日）

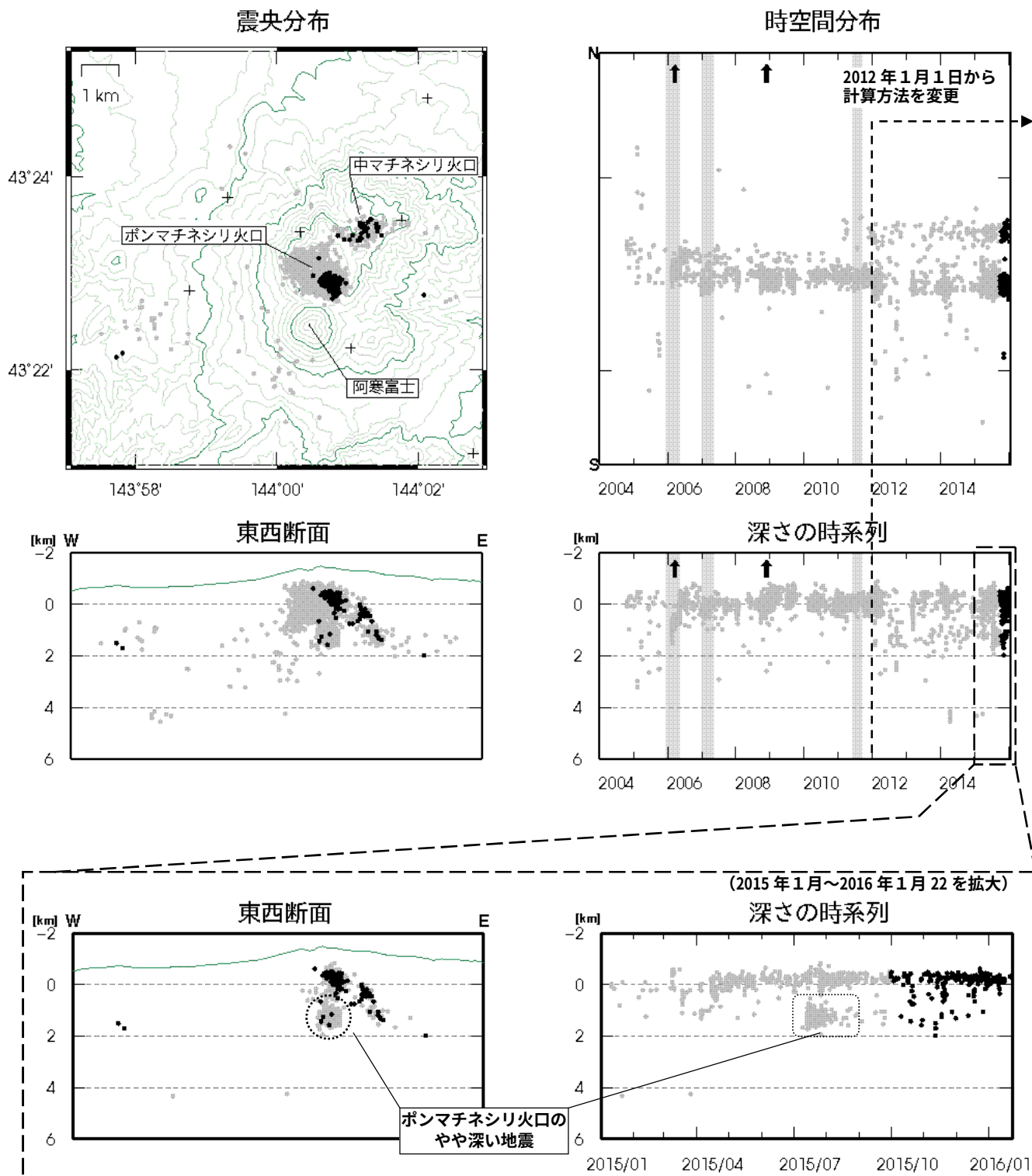
* 1：2012 年から分解能が高い測定機器に変更したため、同じ対象を観測した場合でもこれまでの機器より高めの温度が観測される傾向がある。



第 2 図 雌阿寒岳 日別地震回数及び振幅時系列 上図：2003年1月1日～2016年1月22日

下図：2015年1月1日～2016年1月22日

- ・ 計数基準：オンネトー南東で $0.05 \mu\text{m}$ 以上、S-P時間 2 秒以内の火山性地震
- ・ 黒線は積算値を示す。
- ・ 図中の↑は 2006 年 3 月及び 2008 年 11 月の噴火を示す。



第3図 雌阿寒岳 震源分布図 (2004年10月～2016年1月22日)

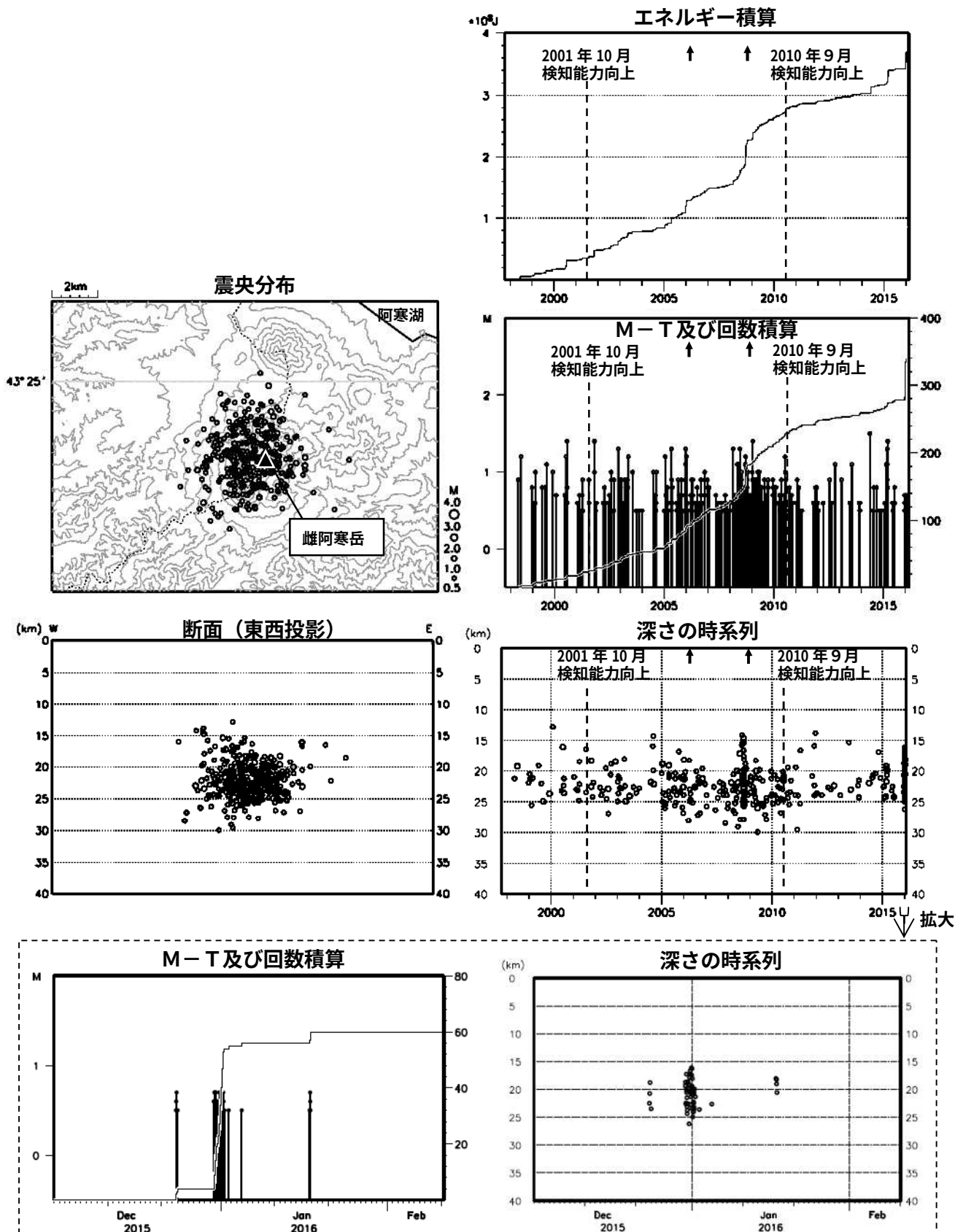
+印は観測点、↑は噴火を示す。

●：2004年10月1日～2015年9月30日の震源

●：2015年10月1日～2016年1月22日の震源

表示期間中灰色で示した期間は、一部観測点欠測のため震源決定数が減少し精度が低下している。
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。

速度構造：2011年12月まで 半無限構造 ($V_p=2.5\text{km/s}$, $V_p/V_s=1.73$)、
2012年1月以降 震源の位置によって半無限構造 ($V_p=3.0\text{km/s}$, $V_p/V_s=1.73$ 、観測点補正值を使用) と成層構造を使い分け。



第 4 図 雌阿寒岳 一元化震源による深部低周波地震活動

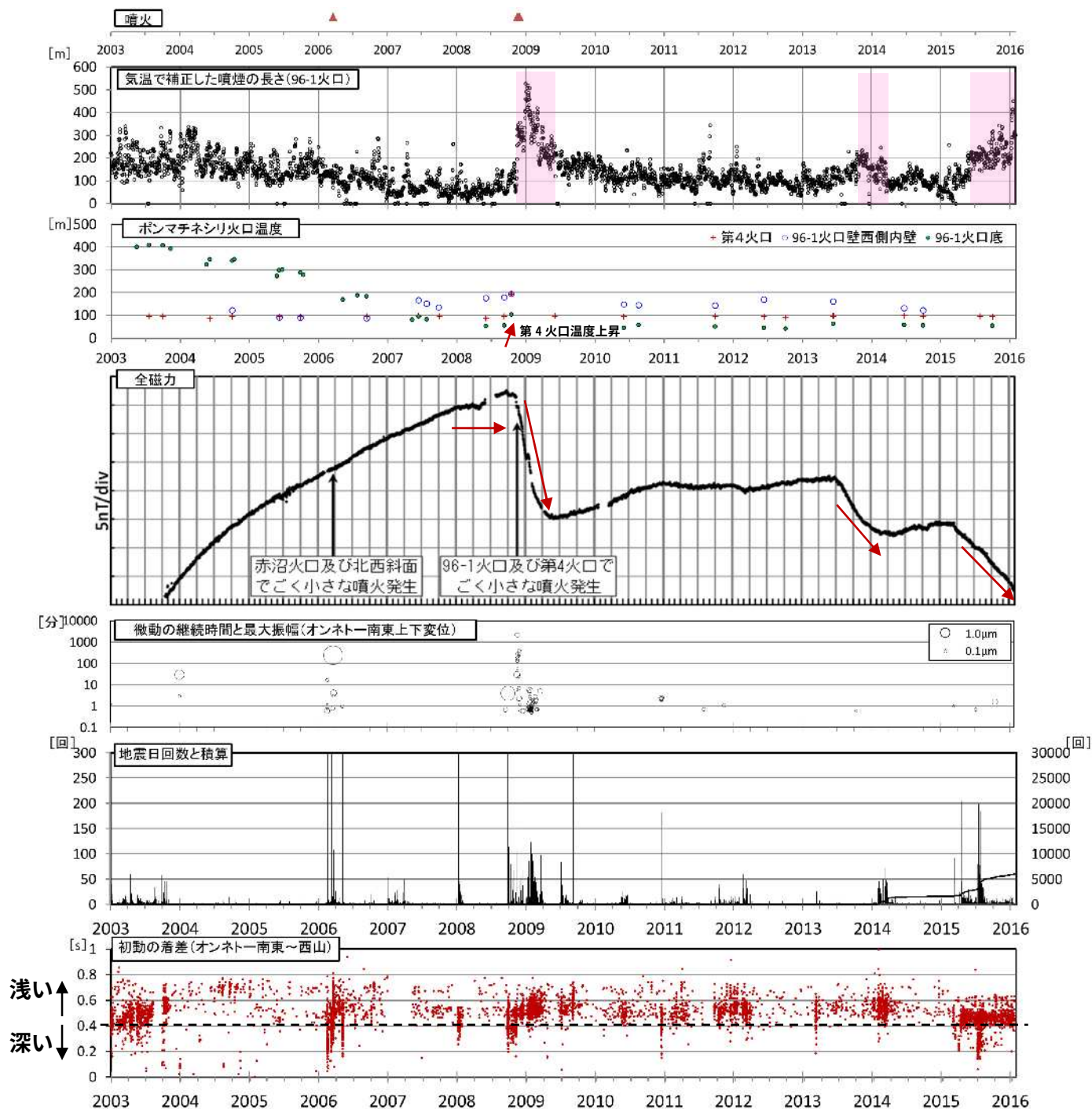
(1997 年 10 月 1 日～2016 年 1 月 22 日、 $M \geq 0.5$ 、深さ 40km 以浅)(最下段：2015 年 12 月 1 日～2016 年 1 月 22 日、 $M \geq 0.5$ 、深さ 40km 以浅)

図中の↑印は 2006 年 3 月及び 2008 年 11 月の噴火を示す。

2001 年 10 月以降、Hi-net の追加に伴い検知能力が向上している。

2010 年 9 月以降、火山観測点の追加に伴い検知能力が向上している。

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。

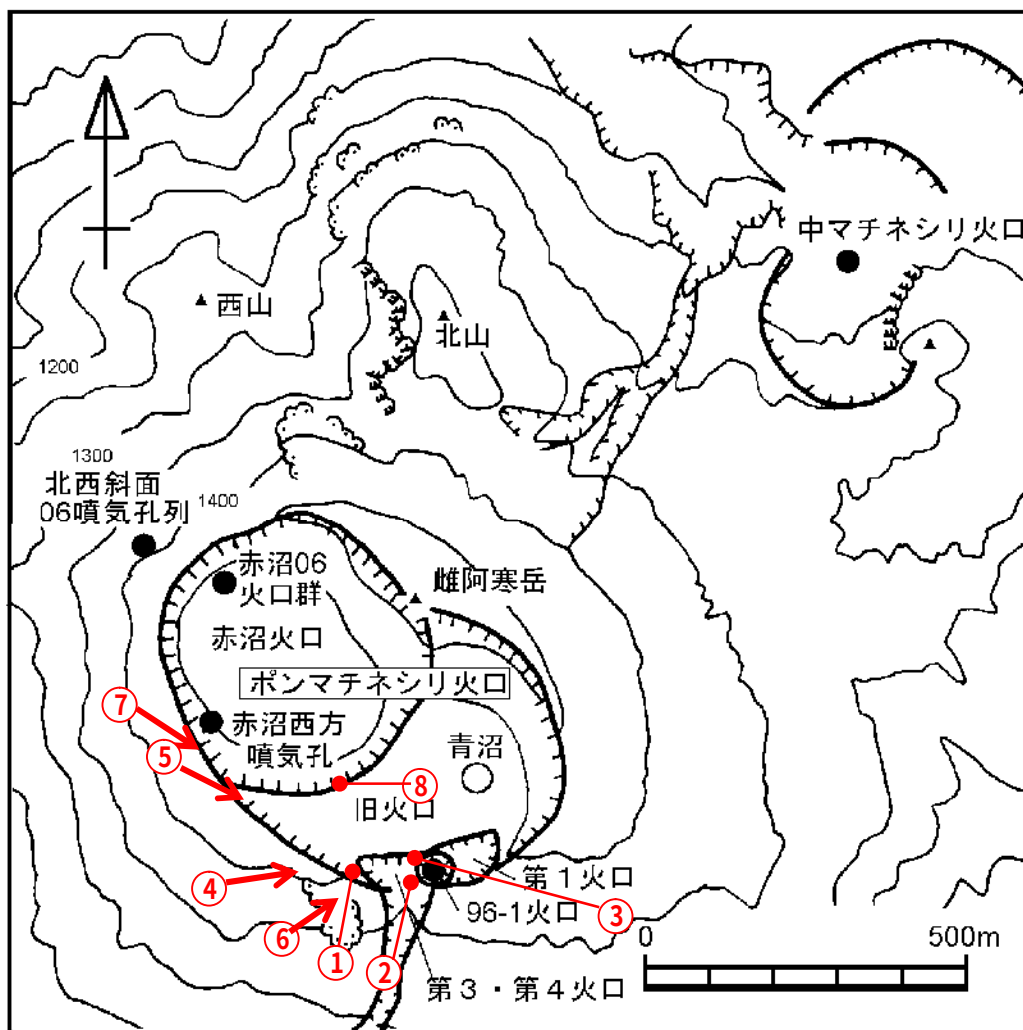


第 5 図 雌阿寒岳 最近の活動経過図 (2003年～2016年 1月22日)

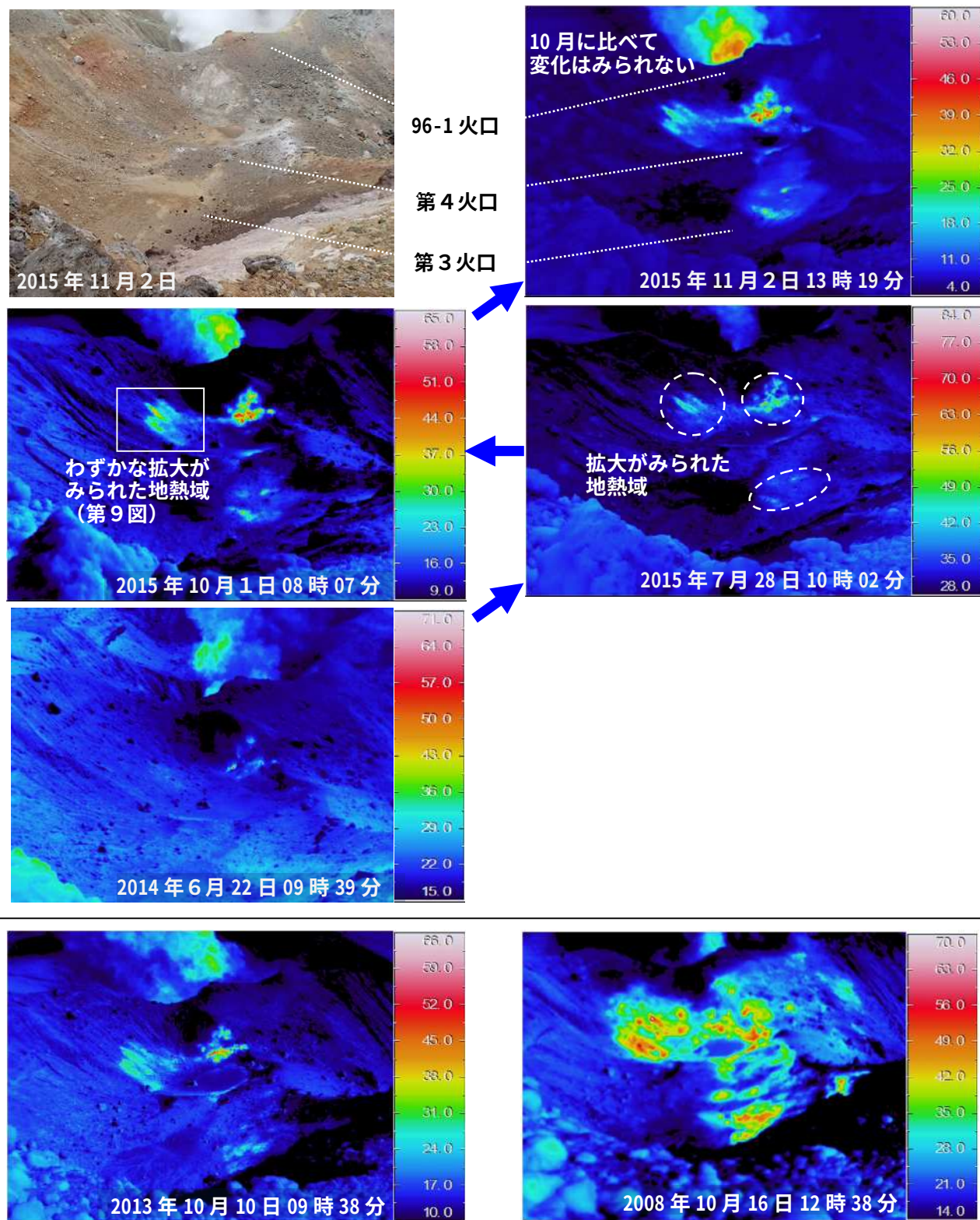
- ・ 2013年と同様、2015年は全磁力の低下に対応した噴煙の長さの増加がみられている
- ・ 2008年は噴火直前に急激に全磁力が低下したが、2015年は全磁力の変化は緩やかである。
- ・ 2006年の噴火前後で全磁力データに特段の変化はみられなかった。噴火した場所（火口）の違いによる可能性がある。
- ・ 2008年11月のごく小さな噴火以前、低下傾向がみられていたポンマチネシリ火口温度は、2008年10月の観測でやや上昇していた。



第 6 図 雌阿寒岳 南東側から見た山体の状況
(2015 年 12 月 13 日、上徹別遠望カメラによる)

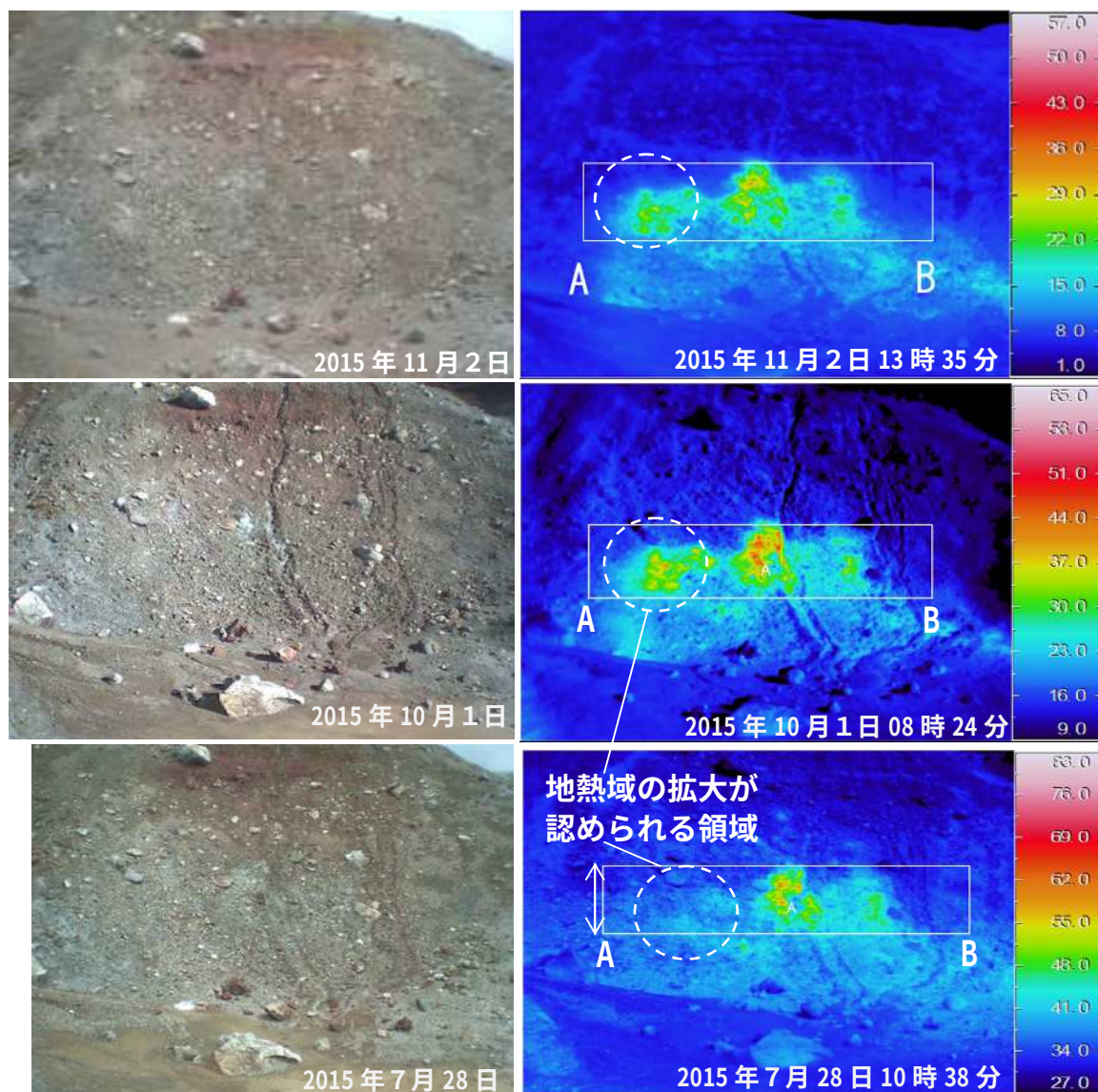


第 7 図 雌阿寒岳 火口周辺図
数字及び矢印は、写真及び赤外熱映像の撮影位置及び方向



第 8 図 雌阿寒岳 ポンマチネシリ第 3 火口及び第 4 火口の地表面温度分布
西側 (第 7 図-①) から東方向を撮影

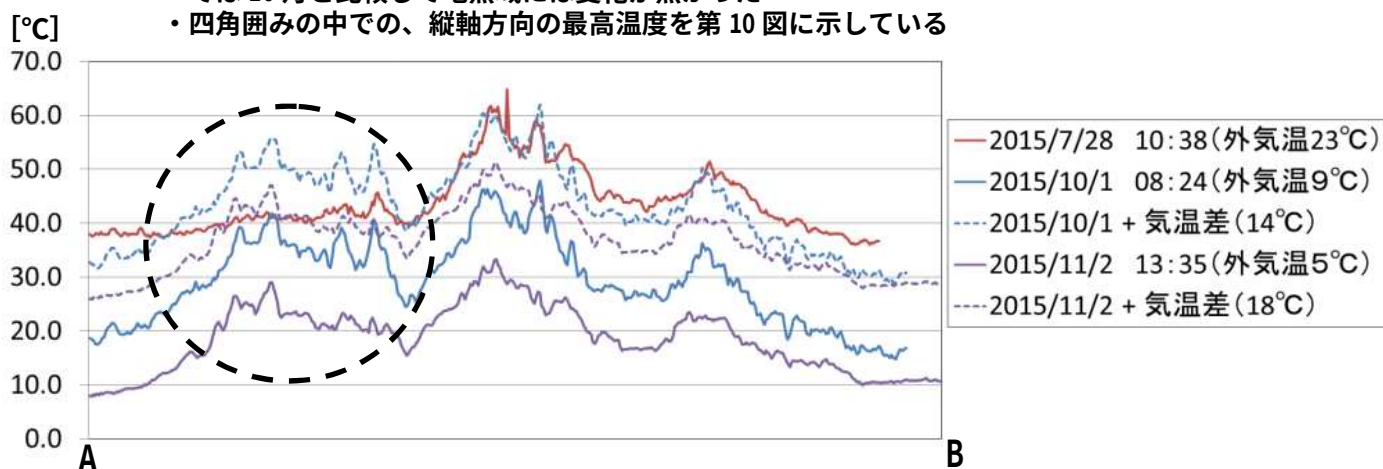
- ・2015年の地熱域の拡がりは、今回の活動と同様に噴煙の増加及び全磁力の減少が観測された2013年と同程度で、2008年の噴火前と比較して小規模なものに留まっている



第 9 図 雌阿寒岳 ポンマチネシリ第 4 火口北壁の地表面温度分布

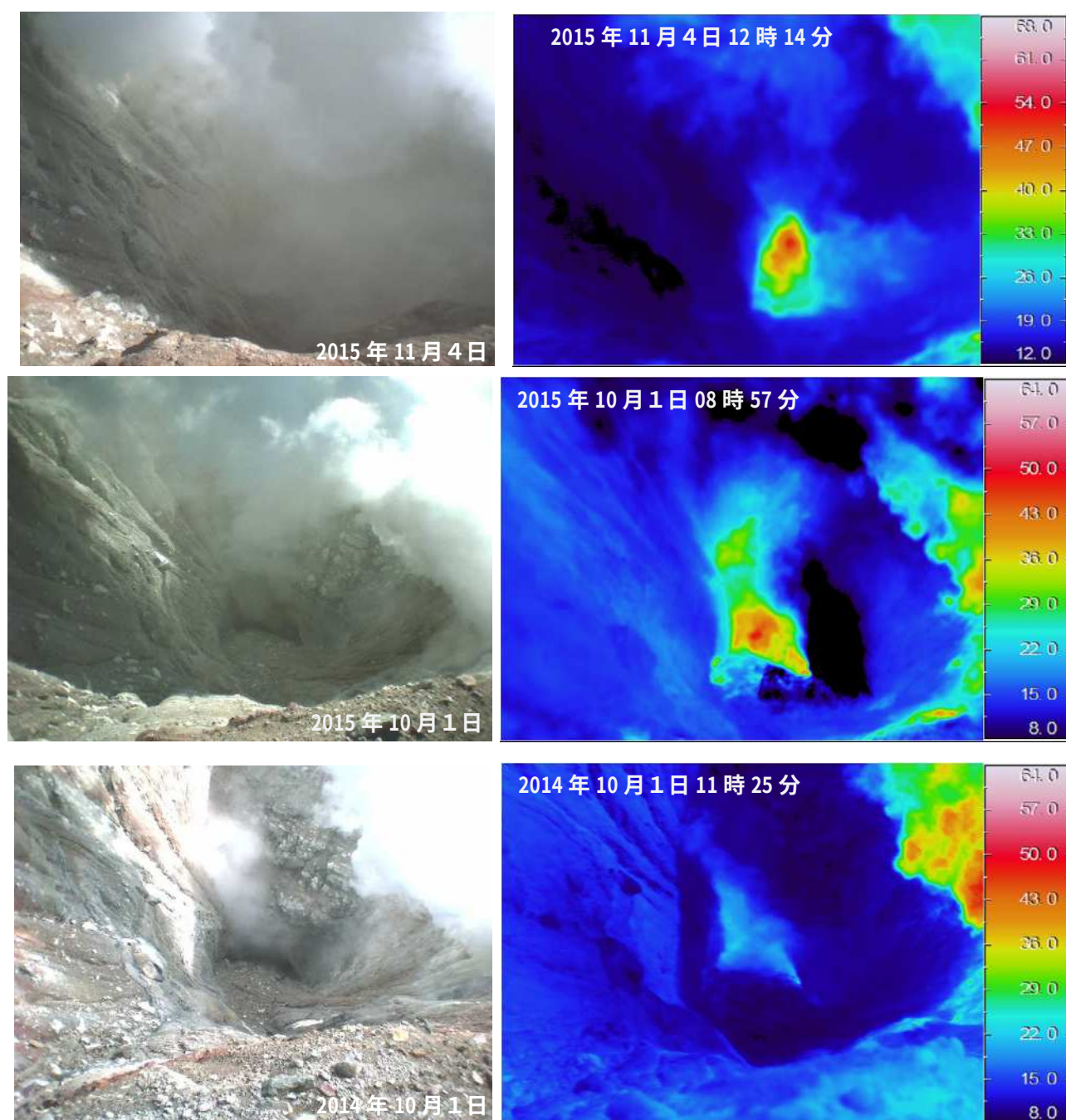
南側（第 7 図-②）から北方向を撮影（第 8 図の左 2 段目実線囲み部分）

- ・ 2015 年 10 月の現地調査では地熱域の拡大が認められたが（丸囲みの部分）、11 月の現地調査では 10 月と比較して地熱域には変化が無かった
- ・ 四角囲みの中での、縦軸方向の最高温度を第 10 図に示している

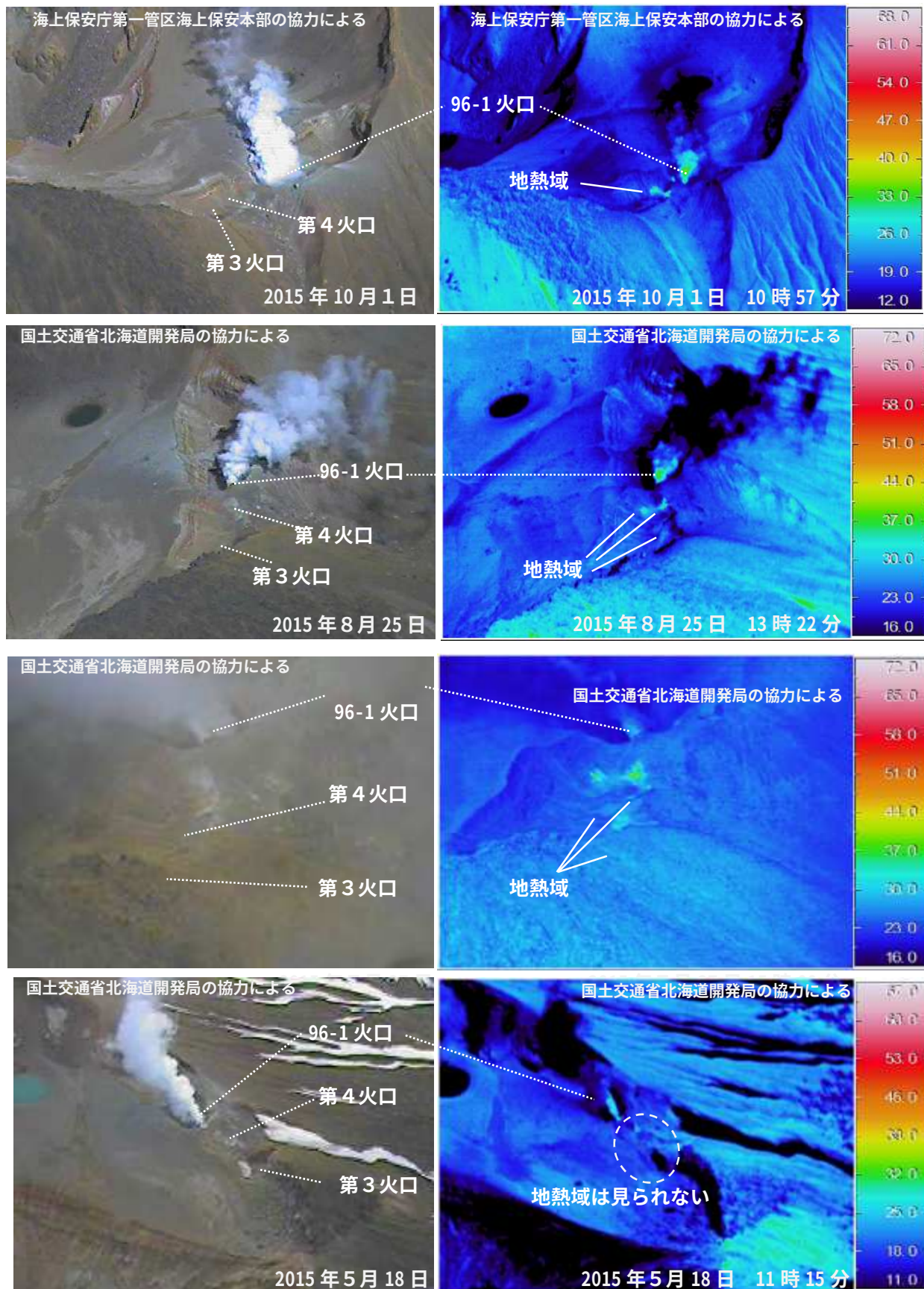


第 10 図 雌阿寒岳 第 9 図の四角囲み A-B の縦方向の最高温度グラフ

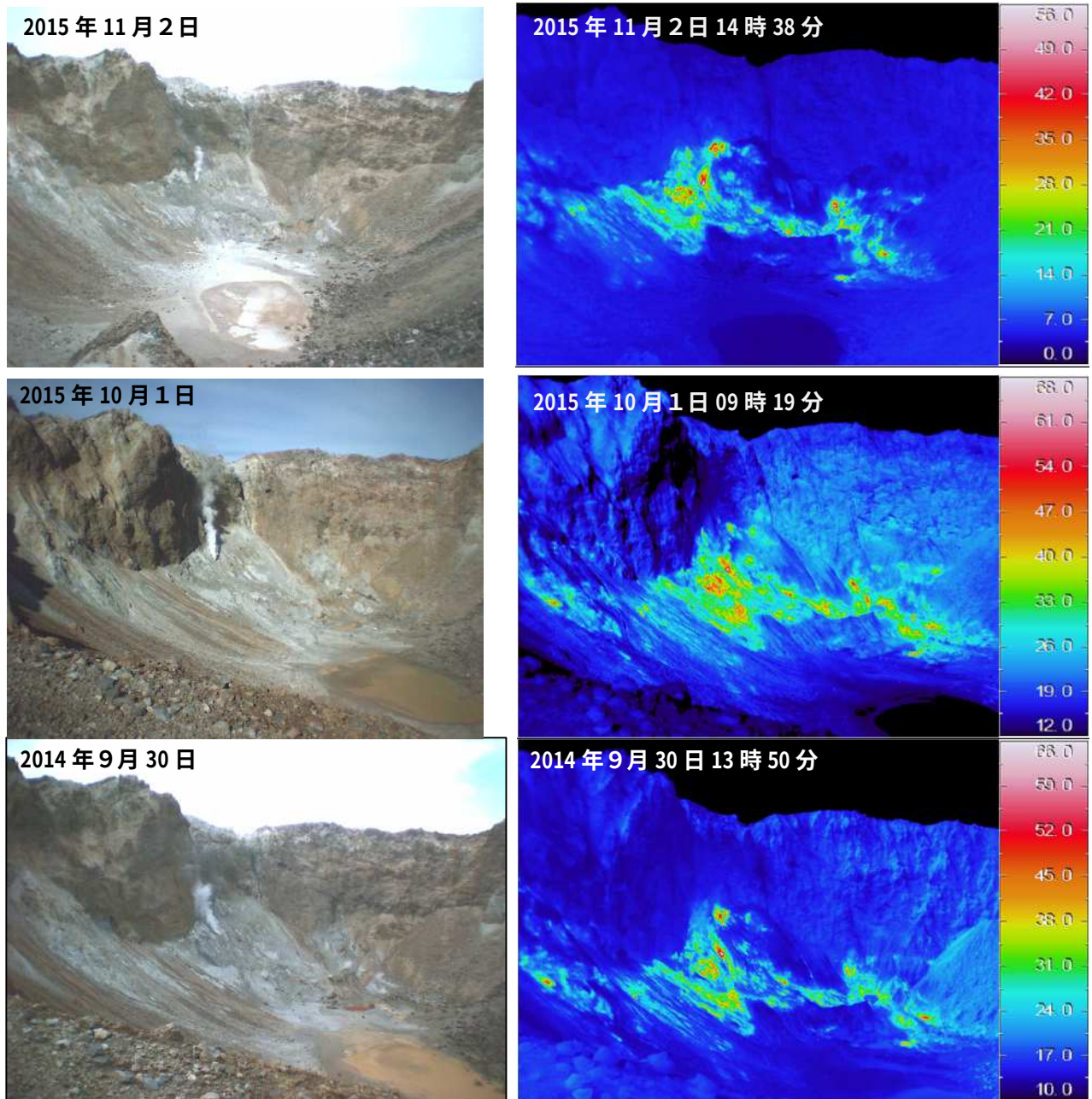
- ・ 第 9 図の両矢印方向の最高温度を計算し、線 AB に沿って表示している。
- ・ 7 月と 10 月、11 月の外気温の差（+14°C, +18°C）を温度に加えたものを点線で示す
- ・ 2015 年 10 月の現地調査で地熱域の拡大が認められた部分（丸囲み）は、10 月は 7 月と比較して温度上昇が認められたが、11 月は 10 月と比較して特段の差は認められない



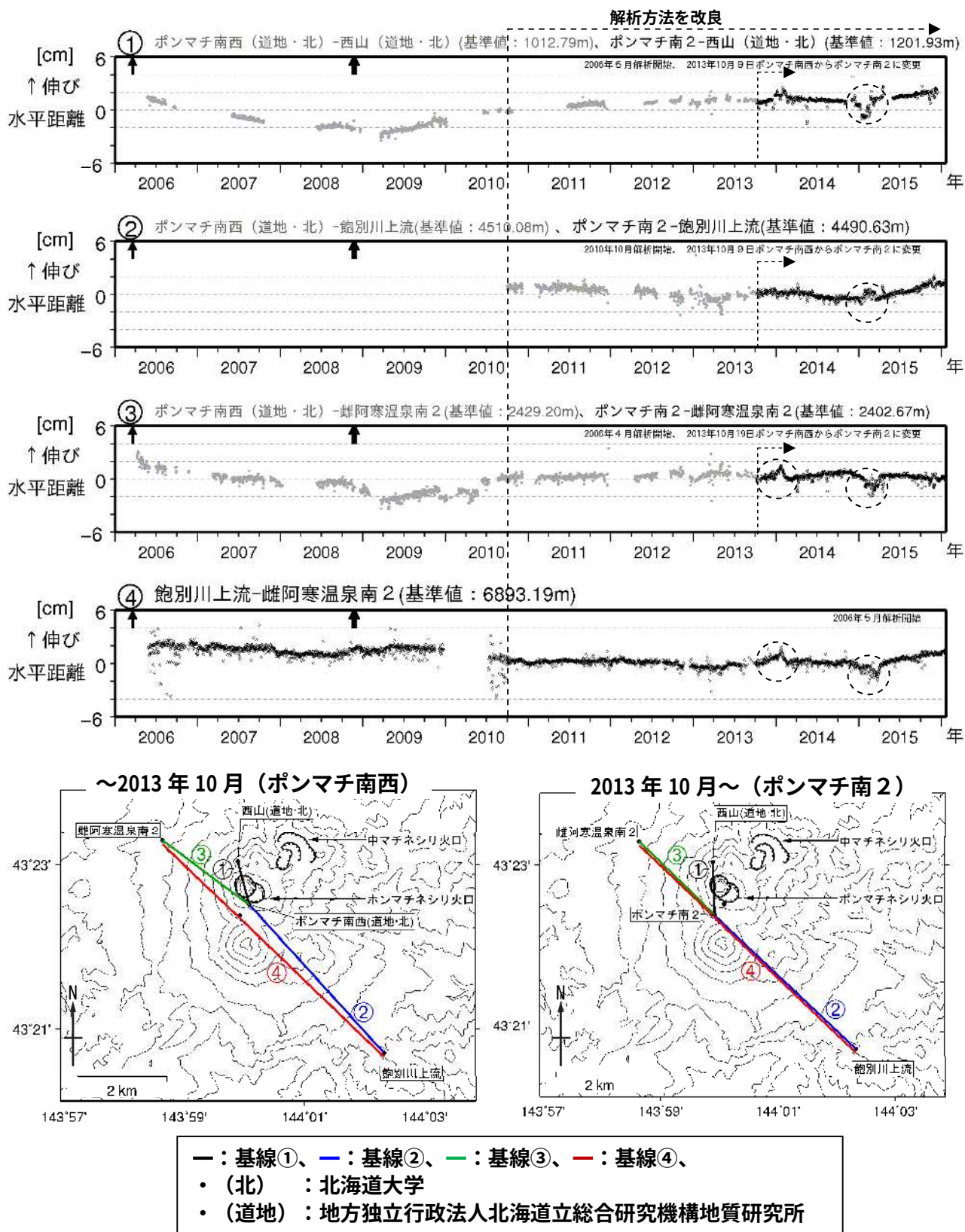
第11図 雌阿寒岳 赤外熱映像装置によるポンマチネシリ96-1火口底の地表面温度分布
火口縁北西側（第7図-③）から南東方向を撮影
・2014年と比較して、10月に96-1火口底の温度上昇が認められるが、11月は10月と比較して変化は無かった



第 12 図 雌阿寒岳 ポンマチネシリ第3火口及び第4火口の地表面温度分布
西側上空（上から、第7図-④～⑦方向）から矢印方向を撮影
・2015年5月から7月の間に、第3、第4火口で地熱域の拡大がみられたが、
8月以降は大きな変化はみられない



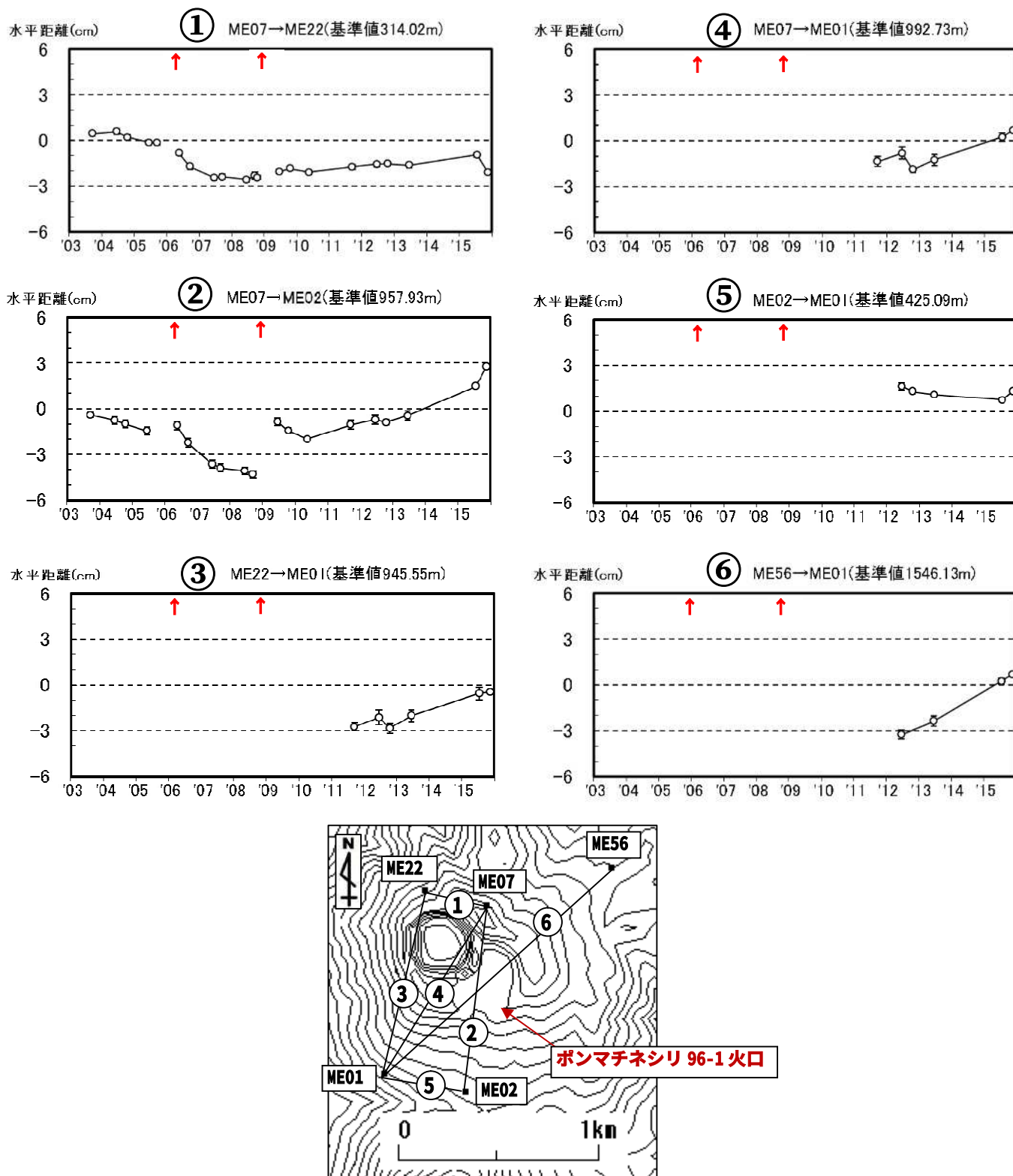
第 13 図 雌阿寒岳 ポンマチネシリ赤沼火口の地表面温度分布
 南側（第 7 図-⑧）から矢印方向を撮影
 ・地熱域に特段の変化はみられない



第14図 雌阿寒岳 GNSS連続観測による水平距離変化（2006年1月～2016年1月22日）及び観測点配置図

- ・GNSS基線①～④は観測点配置図の①～④に対応している。
- ・図中の↑は2006年3月及び2008年11月の噴火を示す。
- ・全ての基線で、冬季間に凍上による変化がみられる（破線囲み部分）。
- ・ここ数ヶ月、基線②・④でわずかな伸張が観測されている。

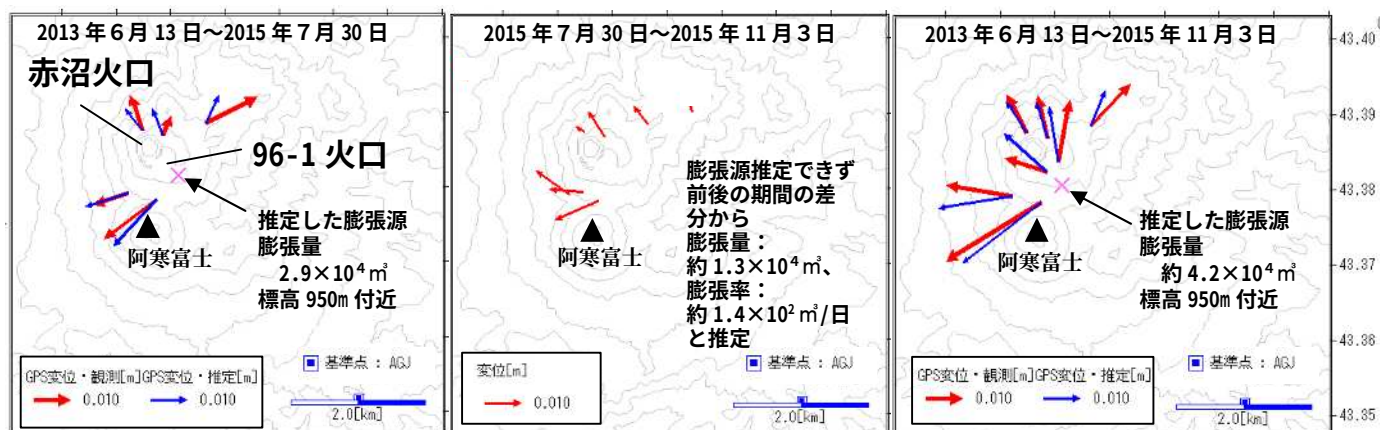
この地図の作成には国土地理院発行の「数値地図 50mメッシュ（標高）」を使用した。



第 15 図 雌阿寒岳 GNSS 繰り返し観測によるポンマチネシリ火口付近の基線長変化
(2003 年 7 月～2015 年 11 月)

- ・ 図中の ↑ は 2006 年 3 月及び 2008 年 11 月の噴火を示す。
- ・ GNSS 基線①～⑥は地図の GNSS 基線①～⑥に対応している。
- ・ ポンマチネシリ火口を挟む基線で伸長がみられている。

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。

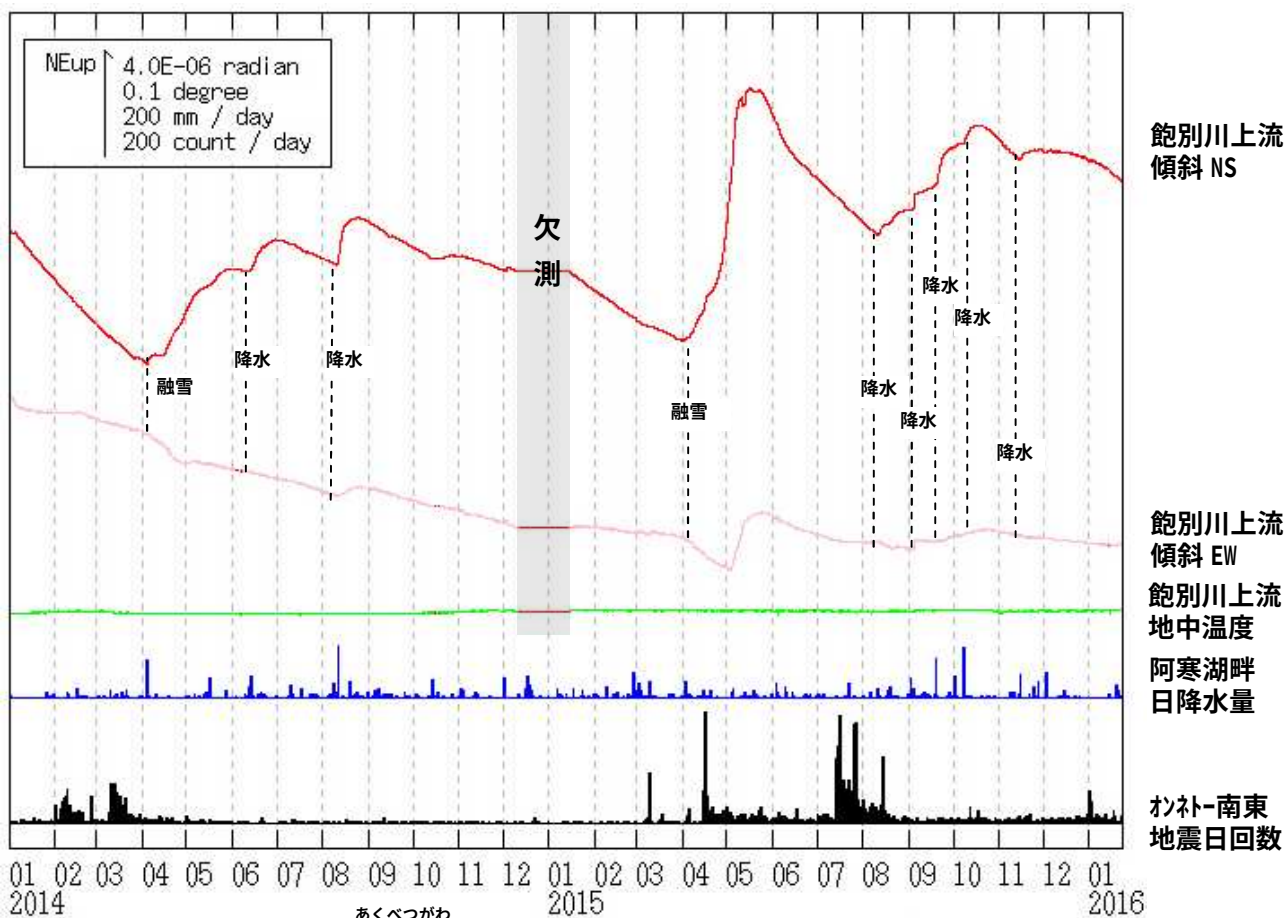


第 16 図 雌阿寒岳 GNSS 繰り返し観測によるポンマチネシリ火口付近の変位量ベクトル図とグリッドサーチによる膨張源の推定

(左：2013 年 6 月 13 日～2015 年 7 月 30 日、中：2015 年 7 月 30 日～2015 年 11 月 3 日

右：2013 年 6 月 13 日～2015 年 11 月 3 日)

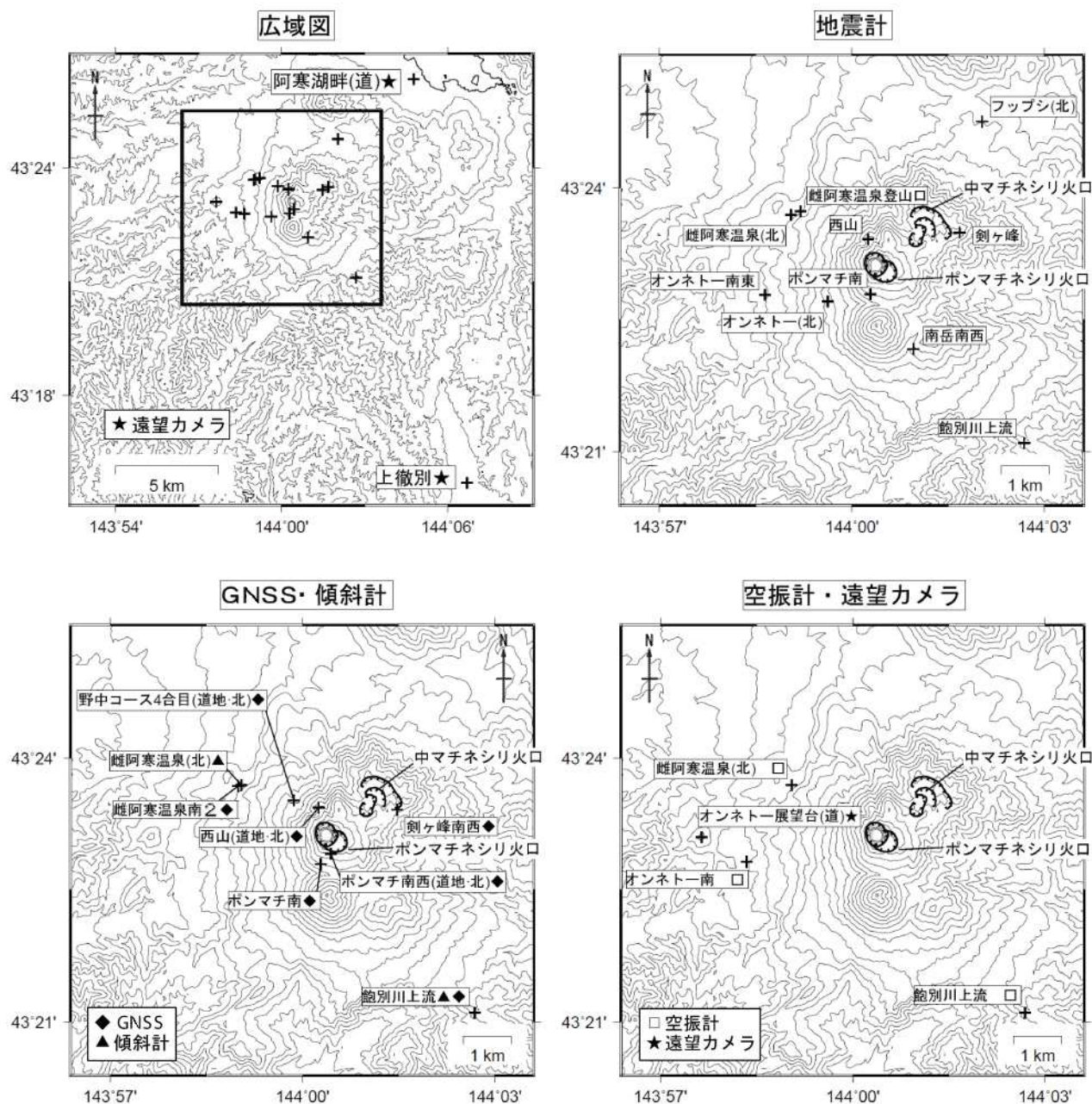
- ・いずれも楕円体モデル（坂井・他，2008）を仮定して推定を行った。
- この地図の作成には国土地理院発行の「数値地図 50mメッシュ（標高）」を使用した。



第 17 図 雌阿寒岳 飽別川上流観測点における傾斜変動

(2014 年 1 月 1 日～2016 年 1 月 22 日、時間値、潮汐補正済み)

- ・火山活動によるとみられる傾斜変動は認められない。



ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 雌阿寒岳における 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
16-2740	南行	右	2014. 09. 29	2015. 10. 12	図 1
121-860	北行	右	2014. 09. 08	2015. 11. 02	図 2

2. 解析結果

北行軌道および南行軌道のいずれの解析においても、山頂付近においてノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。白水沢ボッケ付近の衛星視線方向短縮の位相変化の最大値は約 12cm で、2015 年 8 月（前回報告）以降、特段の変化はない。

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（通称火山 WG）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。

2014/09/29–2015/10/12

378 days

km
0 1 2

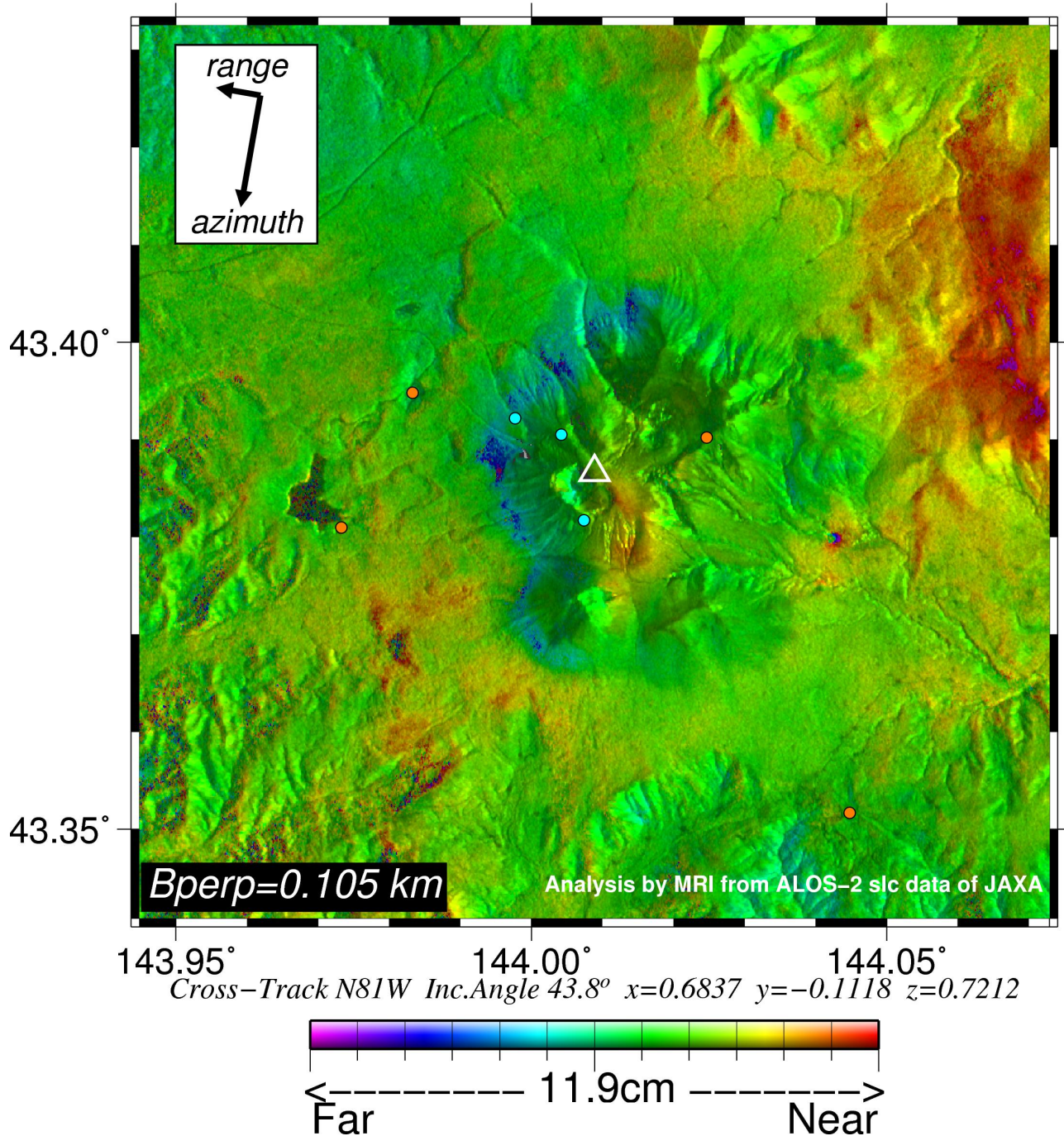


図 1 パス 16-2740 の干渉解析結果

図中の丸印は GNSS 観測点（橙：気象庁，青：北海道道立地質研究所）を示す。白水沢ボッケ付近で衛星視線方向短縮の位相変化（約 12cm）が認められるが，その他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。

2014/09/08–2015/11/02

420 days

km
0 1 2

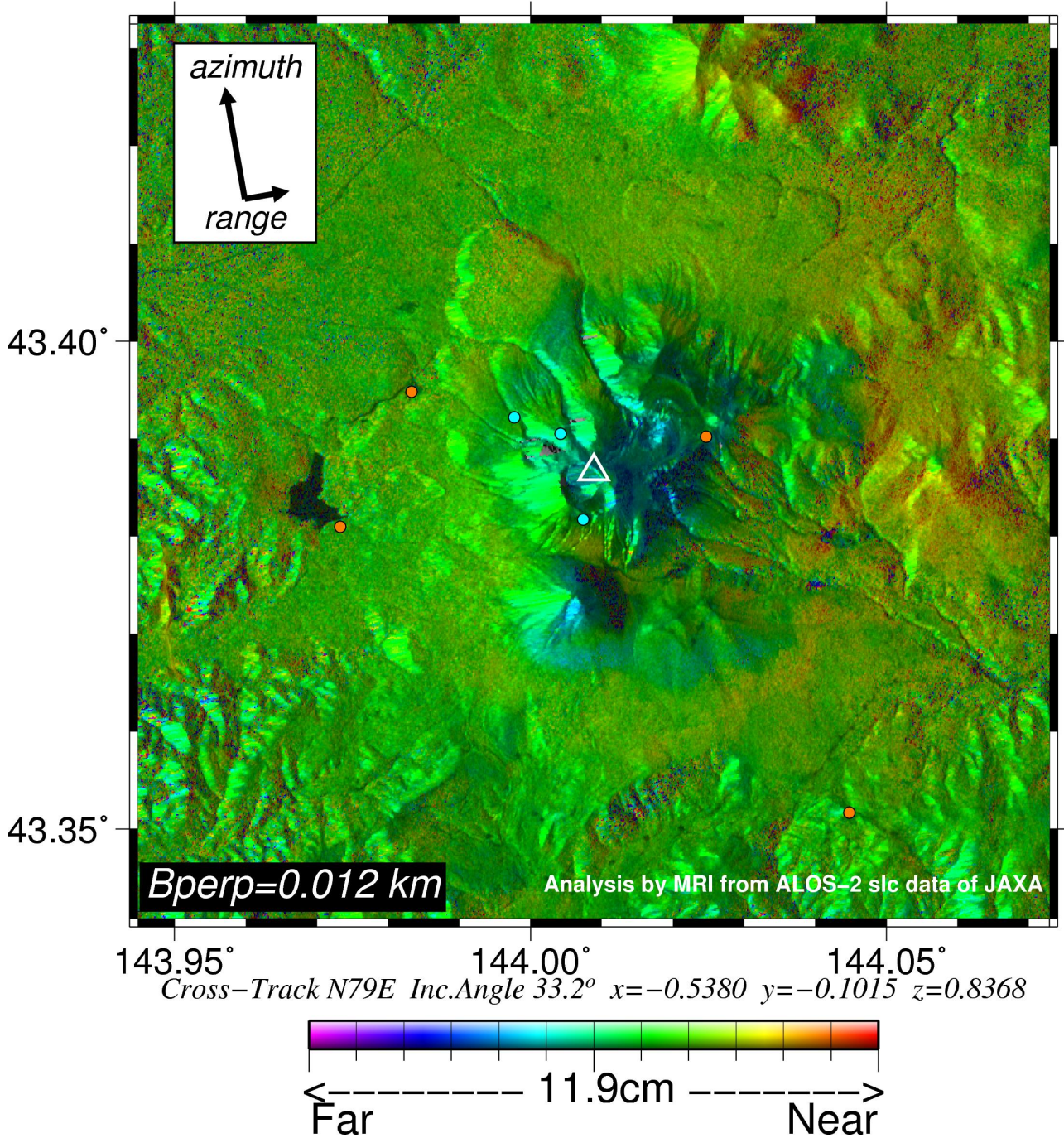


図 2 path121-860 の干渉解析結果

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。

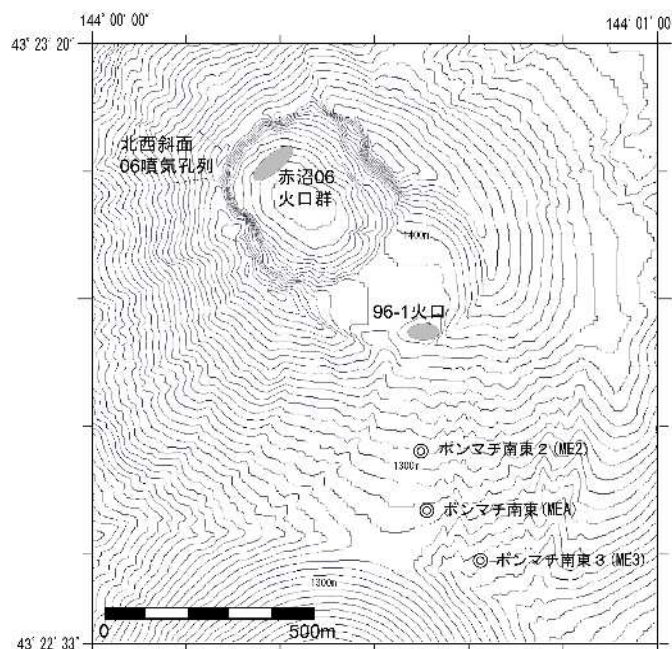
雌阿寒岳における地磁気全磁力変化

96-1 火口南側で実施している全磁力連続観測によると、全磁力は 2015 年 3 月中旬以降は減少傾向を示しており、2016 年 1 月中旬以降は火口に近い観測点ほど減少傾向がやや大きくなっている。この結果から、96-1 火口南側の地下では 2015 年 3 月中旬以降は温度が上昇しており、2016 年 1 月中旬以降はこれまでより熱消磁源が北側にやや拡大している可能性がある。

○観測の結果

第 1 図に雌阿寒岳における全磁力連続観測点ポンマチ南東（以下、MEA）とポンマチ南東 2（以下、ME2）、ポンマチ南東 3（以下、ME3）の位置（図中の ◎）を示す。第 2 図に MEA における火山活動に伴う全磁力変化を示す。第 3 図に第 2 図のうち最近の 24 カ月分を示す。第 4 図に ME2 観測開始以降の MEA 及び ME2、ME3 の全磁力変化を示す。参考までに、第 5 図に第 2 図の補正前の全磁力変化を、第 6 図に年周変動量を、第 7 図に太陽活動等によるノイズ量を、第 8 図に最近 2 回（2014 年 6 月及び 2015 年 6 月）の全磁力繰り返し観測の結果を用いて求めた熱消磁源を示す。

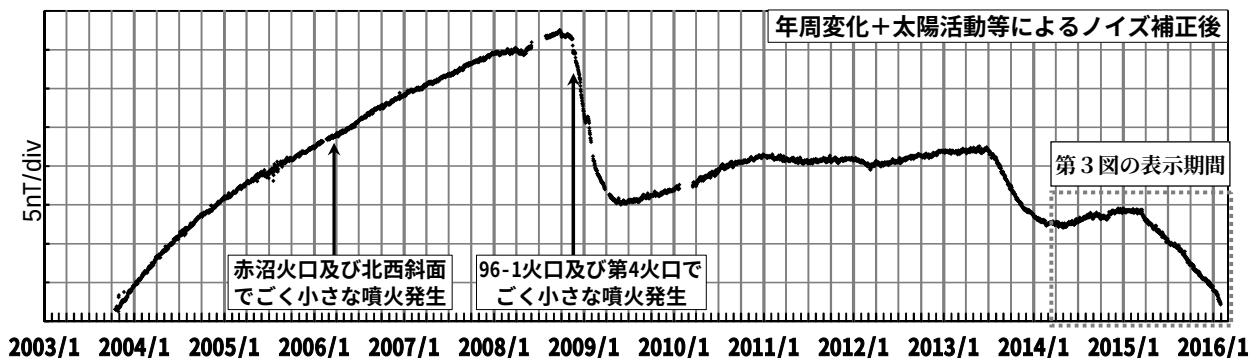
96-1 火口南側で実施している全磁力連続観測によると、全磁力は 2014 年 3 月以降は概ね横ばいで推移していたが、2015 年 3 月中旬以降は減少傾向を示しており、2016 年 1 月中旬以降は火口に近い観測点ほど減少傾向がやや大きくなっている。この結果から、96-1 火口南側の地下では 2015 年 3 月中旬以降は温度が上昇しており、2016 年 1 月中旬以降はこれまでより熱消磁源が北側にやや拡大している可能性がある。



第 1 図 全磁力観測点配置図

◎ は全磁力連続観測点を示す。ポンマチ南東 2 (ME2) は 2013 年 9 月 28 日に、ポンマチ南東 3 (ME3) は 2014 年 9 月 3 日に観測を開始した。

この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の『数値地図 10m メッシュ（火山標高）』を使用したものである（承認番号 平 23 情使、第 467 号）。

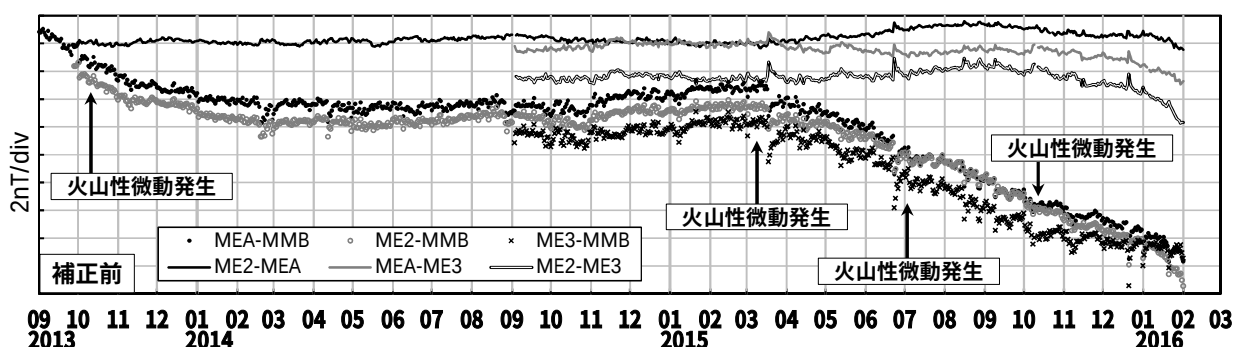


第2図 MEA と MMB の年周変化補正と太陽活動等によるノイズ補正後の全磁力単純差（日平均値）
（2003 年 10 月 16 日～2016 年 2 月 1 日）

全磁力値は、MEA で得られた全磁力日平均値と女満別観測施設（以下、MMB：雌阿寒岳からほぼ北北東約 60km、北緯 43 度 54 分 36 秒 東経 144 度 11 分 19 秒）での全磁力日平均値との差に年周変動量と太陽活動等によるノイズ量を補正して求めている。

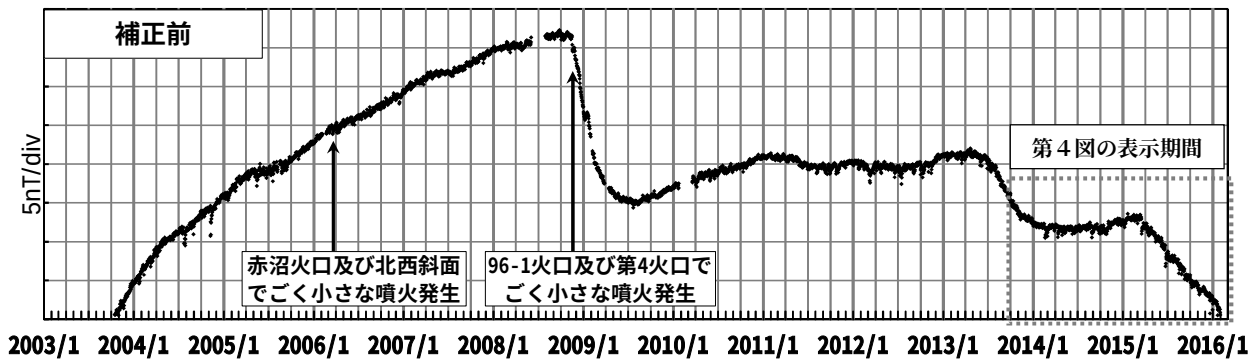


第3図 MEA と MMB の年周変化補正と太陽活動等によるノイズ補正後の全磁力単純差（日平均値）
（2014 年 3 月 1 日～2016 年 2 月 1 日）

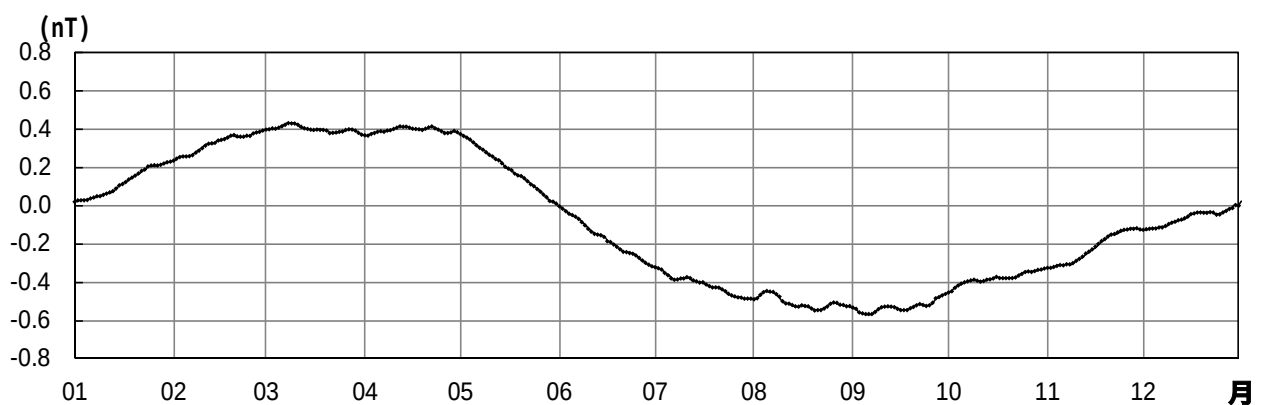


第4図 連続観測点と MMB の全磁力単純差（日平均値）（2013 年 9 月 1 日～2016 年 2 月 1 日）

●は MEA-MMB、○は ME2-MMB、×は ME3-MMB、実線は ME2-MEA、灰色線は MEA-ME3、白抜き線は ME2-ME3 を示す。年周変動量と太陽活動等によるノイズ量を用いた補正はしていない。2013 年 10 月初めや 2014 年 2 月下旬、4 月中旬、8 月下旬、9 月下旬～11 月中旬、12 月下旬、2015 年 1 月上旬、3 月中旬～下旬、4 月中旬、5 月中旬、6 月下旬、7 月下旬、8 月中旬～下旬、9 月中旬、10 月上旬、11 月上旬、12 月下旬、2016 年 1 月上旬、1 月下旬のデータの乱れは太陽活動等のノイズによる。

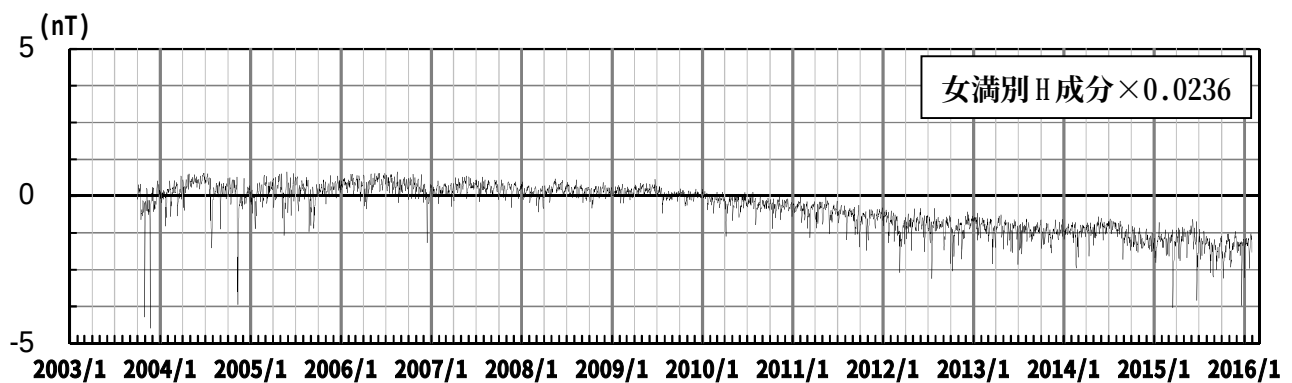


第5図 MEA と MMB の全磁力単純差（日平均値）（2003年10月16日～2016年2月1日）

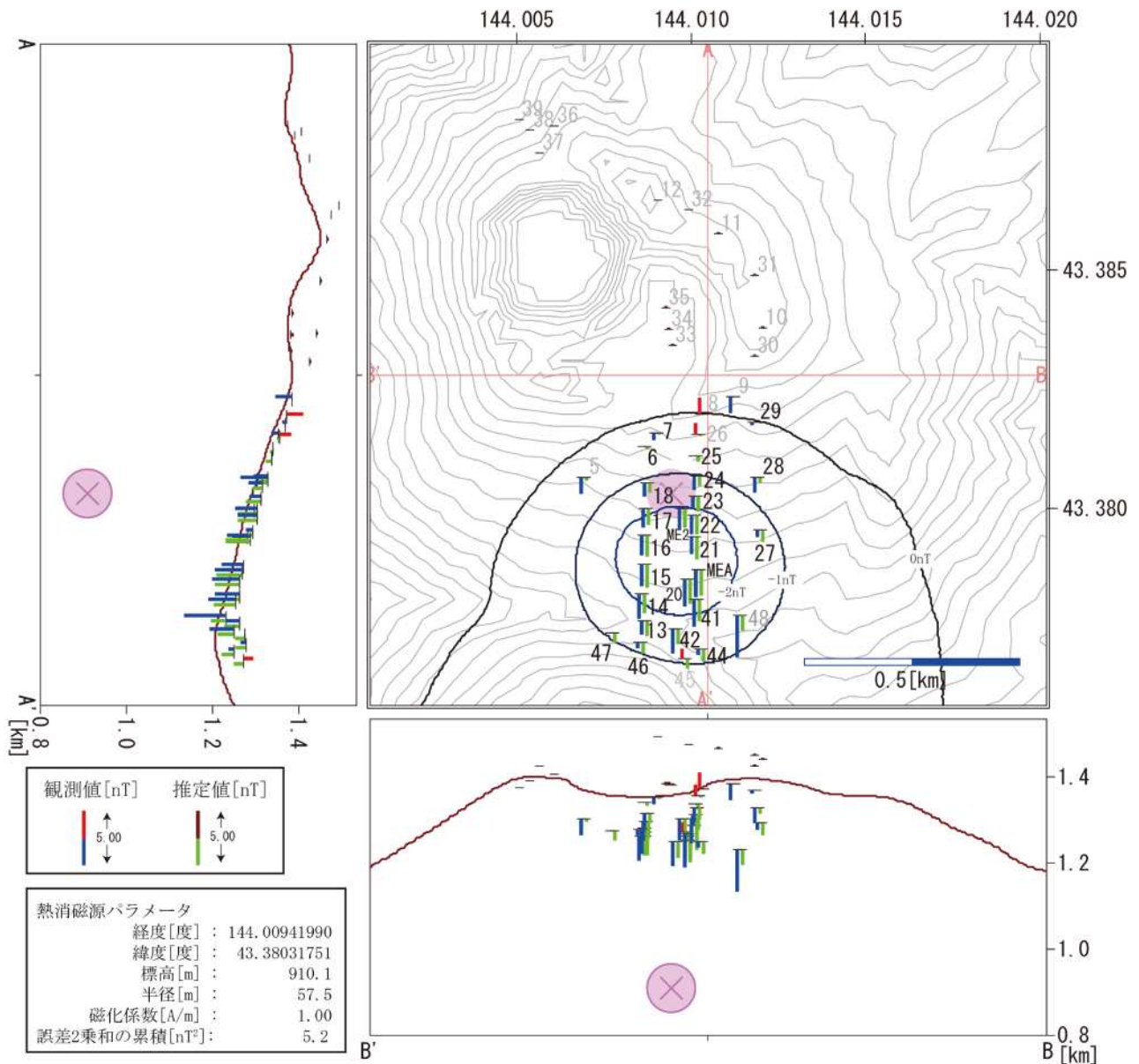


第6図 MEA と MMB の全磁力日平均値差の年周変動量

2005～2007, 2011年の1～12月のデータから求めた30日移動平均値。



第7図 MMB の水平成分から求めた太陽活動等によるノイズ量（2003年10月16日～2016年2月1日）



第8図 繰返し観測点における全磁力変化量および推定される熱消磁源

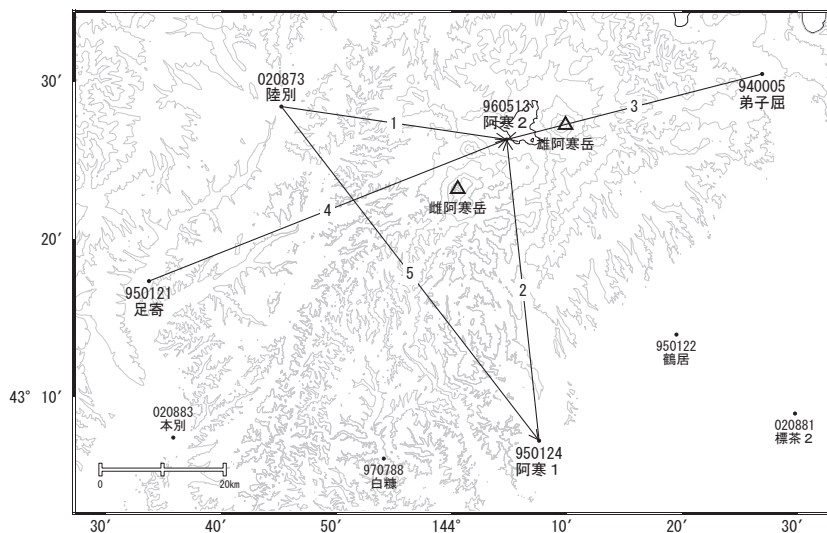
(MMB 基準、2014 年 6 月～2015 年 6 月)

コンターは推定熱源（桃色円）から見積もられる地表での全磁力変化量（1 nT 刻み）を示す。2014 年及び 2015 年の観測値があるのは、No. 9 以南の観測点。推定熱源の計算には No. 5, 8, 9, 26, 45, 48 は使用していない。第 133 回火山噴火予知連絡会資料再掲。

雌阿寒岳・雄阿寒岳

「阿寒2」では、2015年6月頃からわずかな北西向きの変動が見られています。

雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



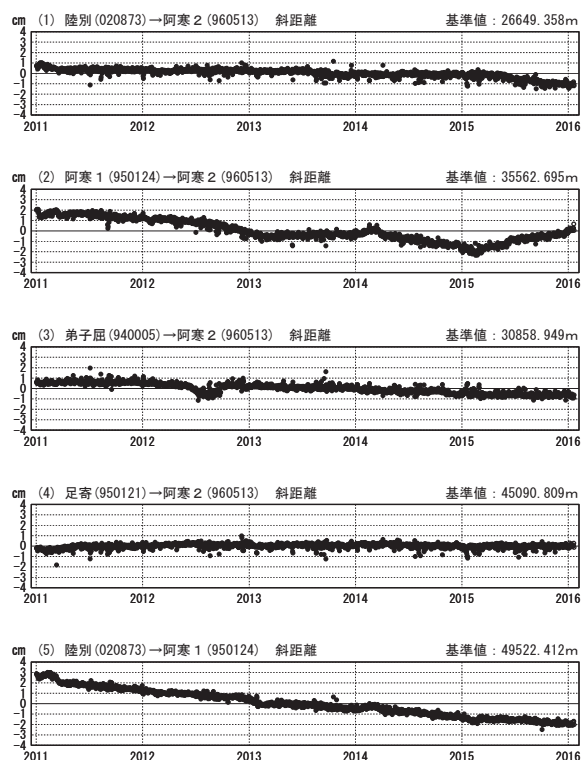
雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
940005	弟子屈	20120925	伐採
		20121025	アンテナ・受信機交換
950121	足寄	20120125	アンテナ・受信機交換
950124	阿寒1	20120927	アンテナ交換

点番号	点名	日付	保守内容
960513	阿寒2	20120927	アンテナ交換
		20130719	伐採
020873	陸別	20121002	アンテナ・受信機交換

基線変化グラフ

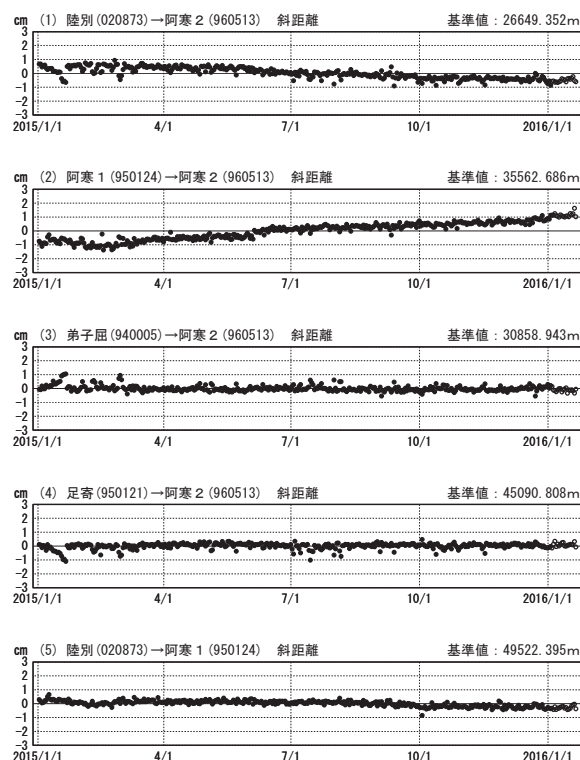
期間：2011/01/01～2016/01/20 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2015/01/01～2016/01/20 JST



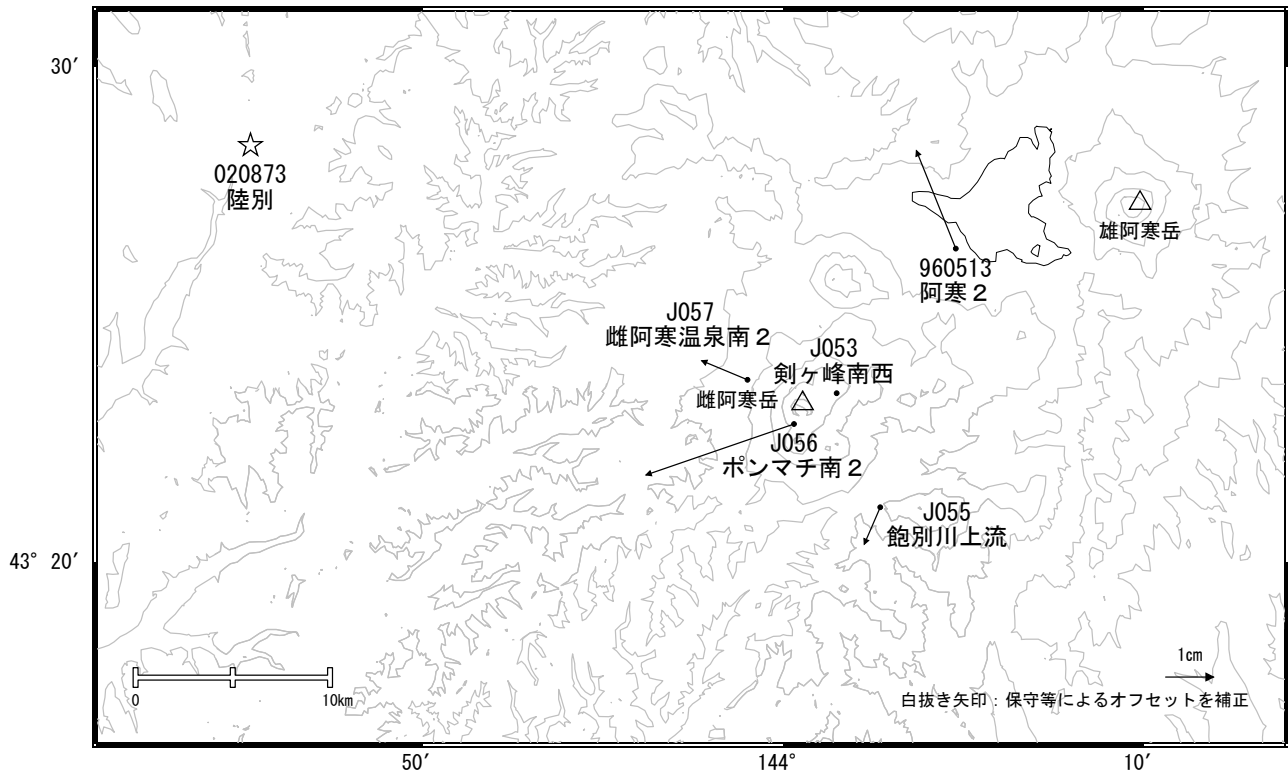
(注) 2015年1月頃に見られる変動は凍上現象によると思われる

※[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

雌阿寒岳・雄阿寒岳

雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2014/12/24~2015/01/02[F3:最終解]
比較期間:2015/12/24~2016/01/02[F3:最終解]



☆ 固定局: 陸別 (020873)

※[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

雌阿寒岳・雄阿寒岳

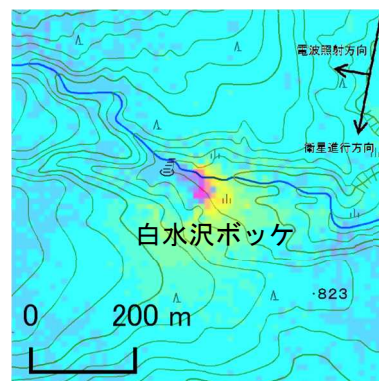
雌阿寒岳の SAR 干渉解析結果について

	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2014/08/23 2015/09/19 11:33 頃 (392 日間)	2015/06/01 2015/11/02 23:11 頃 (154 日間)
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右	右
観測モード*	U-U	U-U
入射角(中心)	36.3°	32.5°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 19m	+ 110m
使用 DEM	GS10m DEMJapan (飛田, 2009)	GS10m DEMJapan (飛田, 2009)

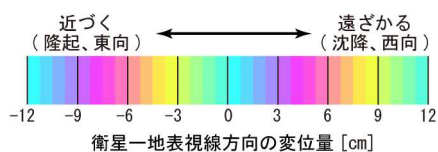
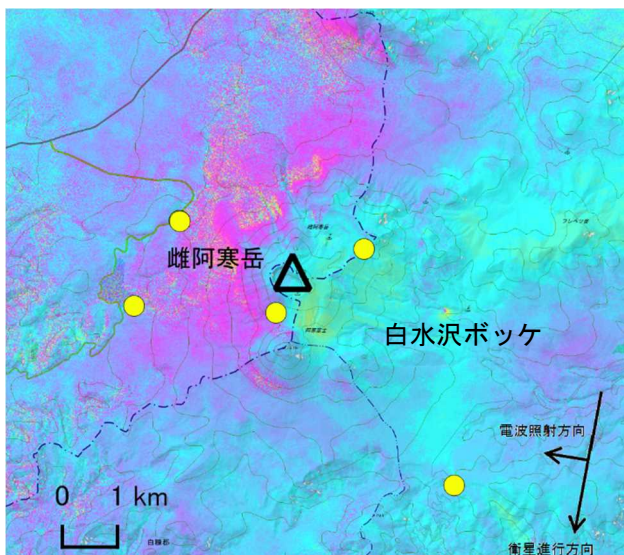
*U: 高分解能(3m)モード

【白水沢ボッケ拡大図】

(a) 2014/08/23-2015/09/19

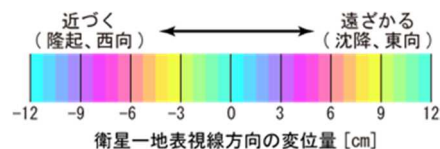
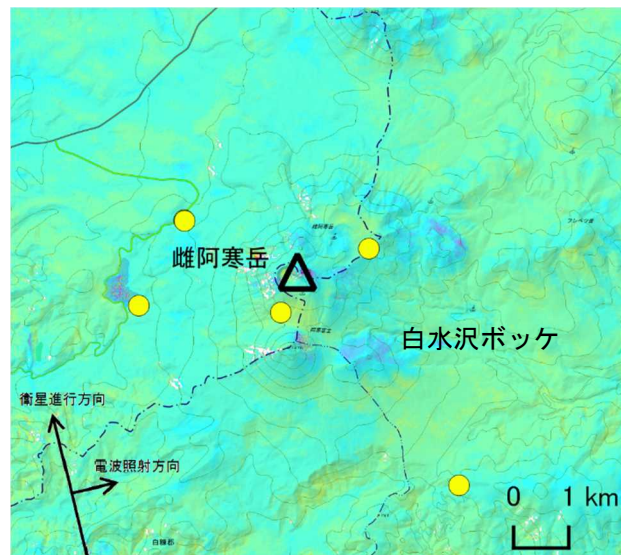


(a) 2014/08/23-2015/09/19



● 国土地理院以外の GNSS 観測点

(b) 2015/06/01-2015/11/02



背景：地理院地図 標準地図

判読)

- ・(a)では、雌阿寒岳山頂周辺ではノイズレベルを超える変動は見られない。
雌阿寒岳山頂から東南東約 3km の地点（白水沢ボッケ）では衛星に近づく変動が見られる。
- ・(b)では、ノイズレベルを超えるような変動は見られない。

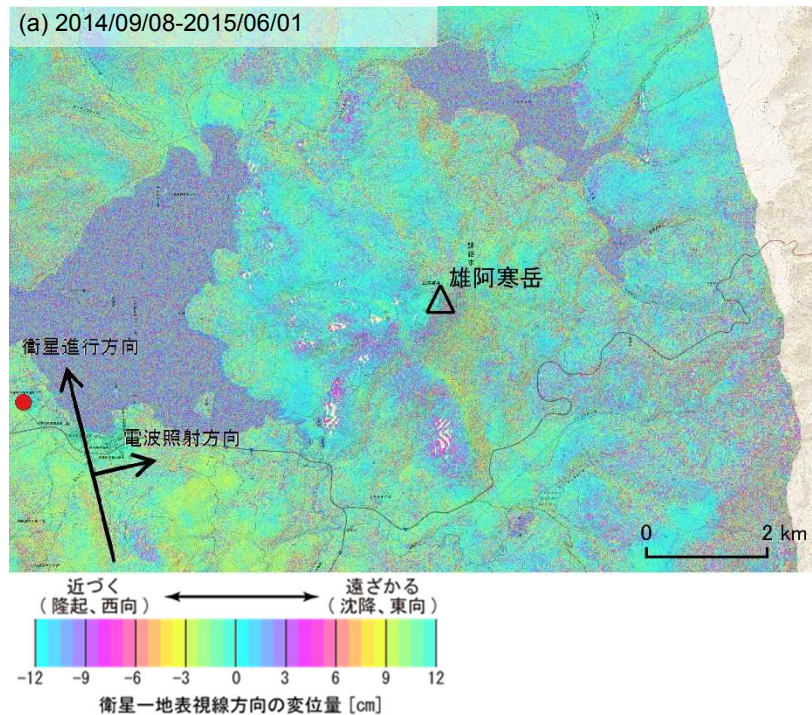
解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

雌阿寒岳

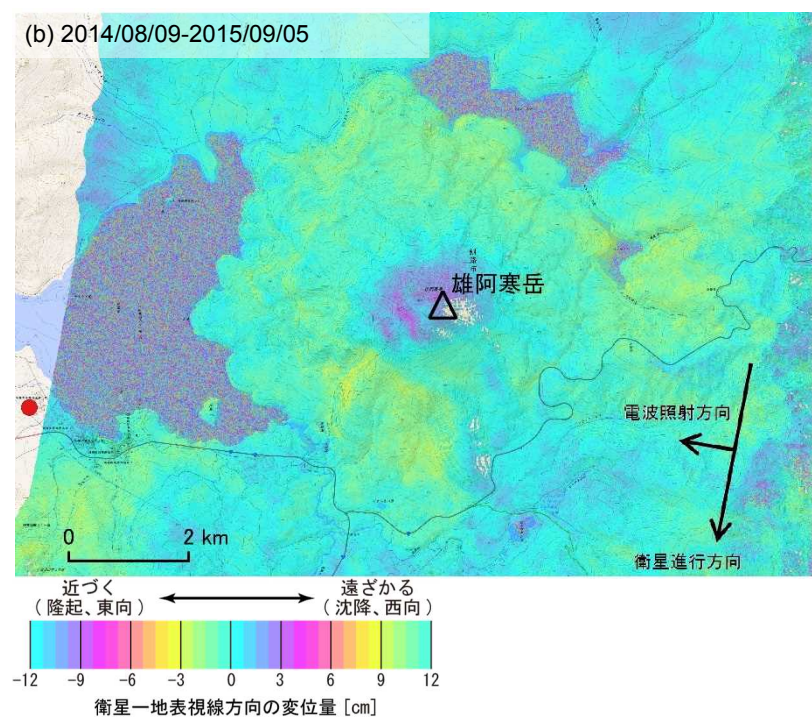
雄阿寒岳の SAR 干渉解析結果について

	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2014/09/08 2015/06/01 23:11 頃 (266 日間)	2014/08/09 2015/09/05 11:33 頃 (392 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)	32.5°	32.5°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 121 m	+ 118 m
使用 DEM	GSI10m DEHMJapan (飛田, 2009)	GSI10m DEHMJapan (飛田, 2009)

*U: 高分解能(3m)モード



● 国土地理院 GNSS 観測点



背景：地理院地図 標準地図

判読) ノイズレベルを超える変動は見られない。

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

雄阿寒岳

十 勝 岳

(2016 年 1 月 22 日現在)

火山活動は概ね静穏に経過しており、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められない。

ここ数年、山体浅部の膨張、大正火口の噴煙量増加、地震増加、火山性微動の発生、発光現象及び地熱域の拡大などを確認しており、長期的にみると火山活動は高まる傾向にあるので、今後の火山活動の推移に注意が必要である。

噴火予報（噴火警戒レベル 1、活火山であることに留意）の予報事項に変更はない。

○ 概況（2015 年 10 月～2016 年 1 月 22 日）

・表面現象（第 1 図－①～⑤、第 2～6 図）

2016 年 1 月 15 日に実施した上空からの観測（第一管区海上保安本部の協力による）では、62-2 火口や大正火口の状況に特段の変化はみられなかった。しかし、2015 年 6 月の現地調査以降に確認されている振子沢噴気孔群の地熱域や前十勝の列状の噴気に対応する融雪域が認められており、62-2 火口とその周辺では熱活動がやや高い状態が継続していると考えられる。

遠望観測によると、62-2 火口及び大正火口の噴煙の高さは火口縁上概ね 200m 以下で経過している。大正火口の噴煙量は 2010 年頃からやや多い状態が続いている。

2015 年 6 月の現地調査以降、地熱域の広がりが見られている振子沢噴気孔群の噴気は、気温の低下とともに 10 月頃から定時の遠望カメラによる観測でも時折確認できるようになっており、噴気の高さは概ね 50m 以下で経過した。

・地殻変動（第 7～9 図）

GNSS 連続観測では、2006 年以降、62-2 火口浅部の膨張を示すと考えられる変動が認められている。

より深部へのマグマの供給によると考えられる地殻変動は認められていない。

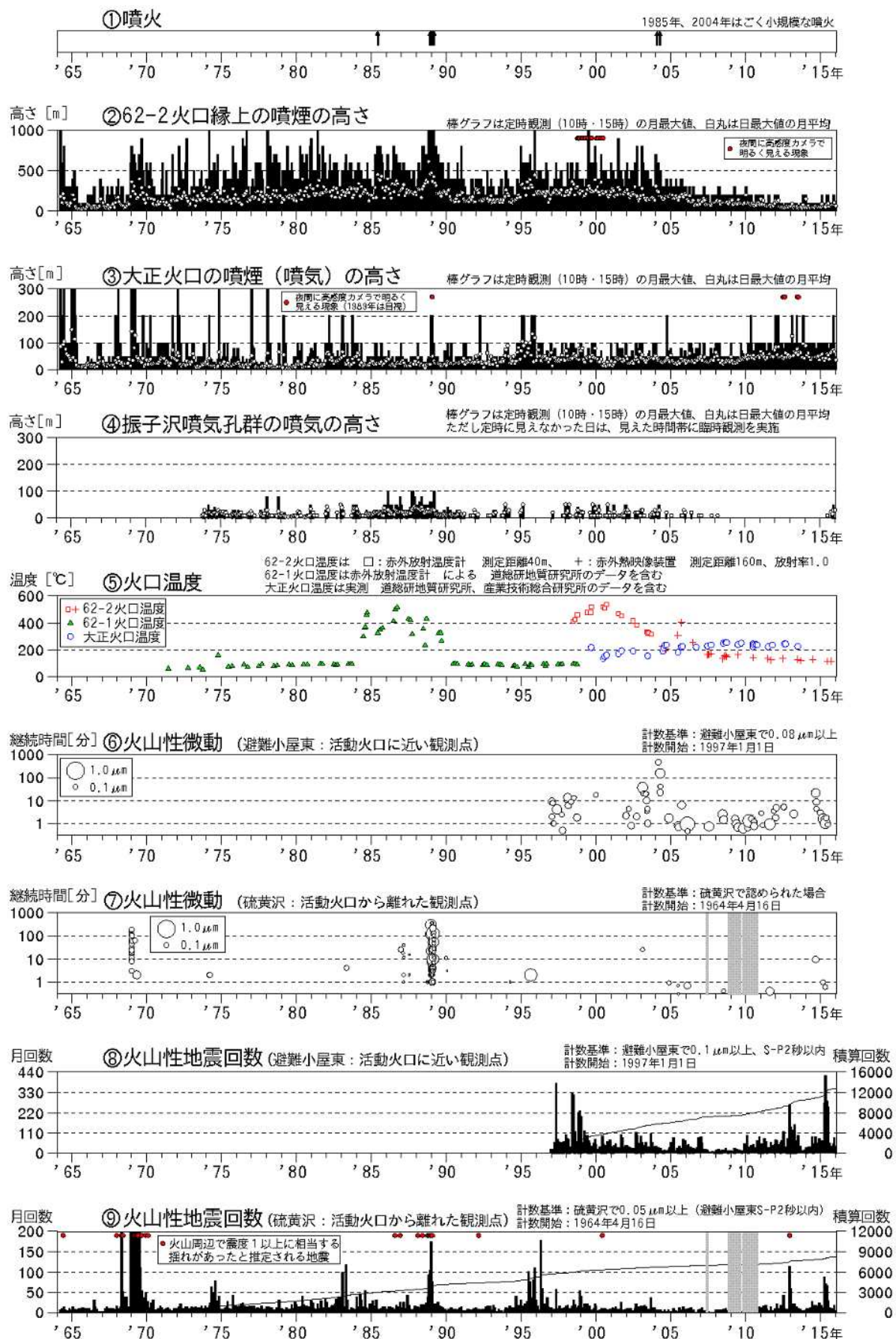
傾斜観測では、火山活動によると考えられる地殻変動は認められていない。

・地震活動（第 1 図－⑥～⑨、第 10～12 図）

62-2 火口付近のごく浅い所（海拔 0 km 以浅）を震源とする微小な地震活動は低調に経過したが、2010 年頃からやや多い状態となっている。

一方、グラウンド火口周辺や旧噴火口付近の浅い所（海拔下 0～3 km 程度）を震源とする周辺の地震活動は、引き続き低調に経過した。

火山性微動は観測されなかった。



第1図 十勝岳 火山活動経過図（1964年1月～2016年1月22日）

⑤：62火口群の温度は測定可能な範囲で最も高温な場所を測定している。

地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所による観測結果が含まれている。

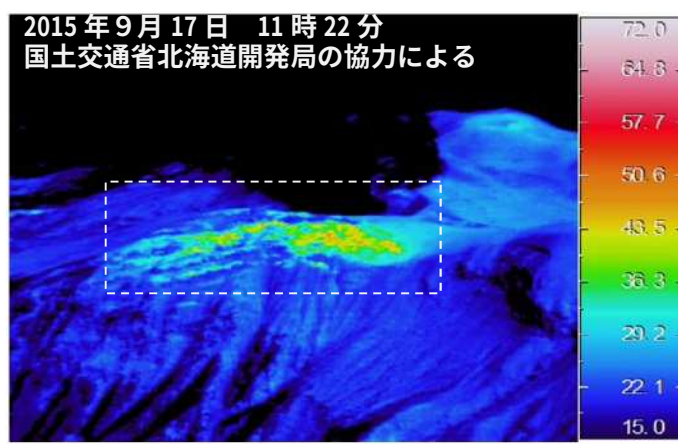
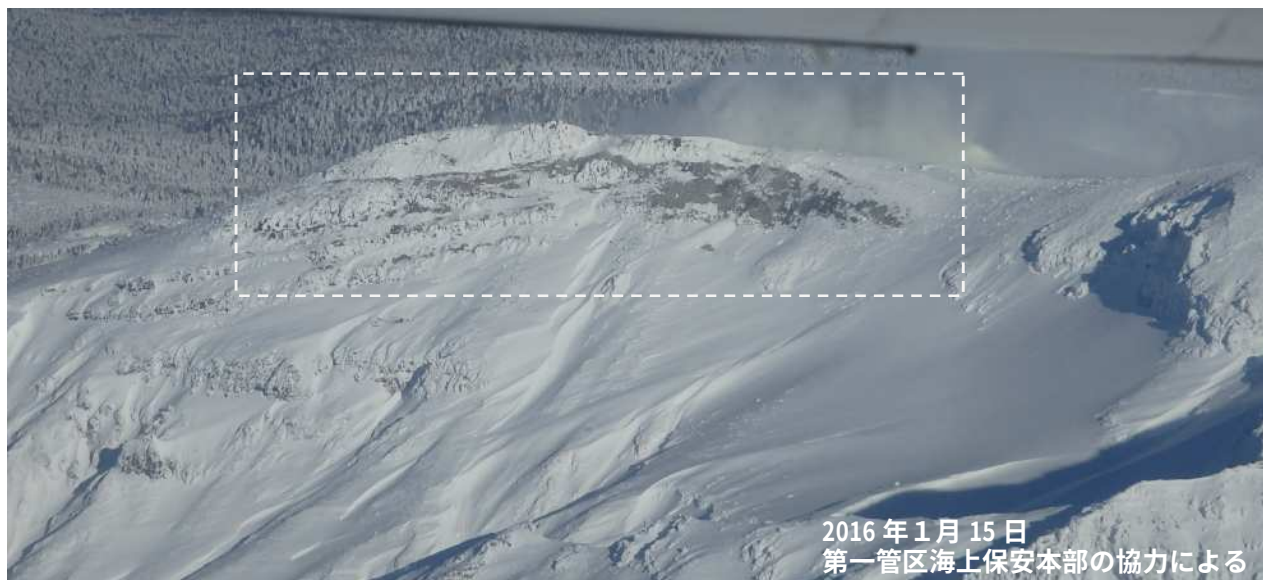
⑦⑨：図中の灰色の期間は機器障害のため欠測



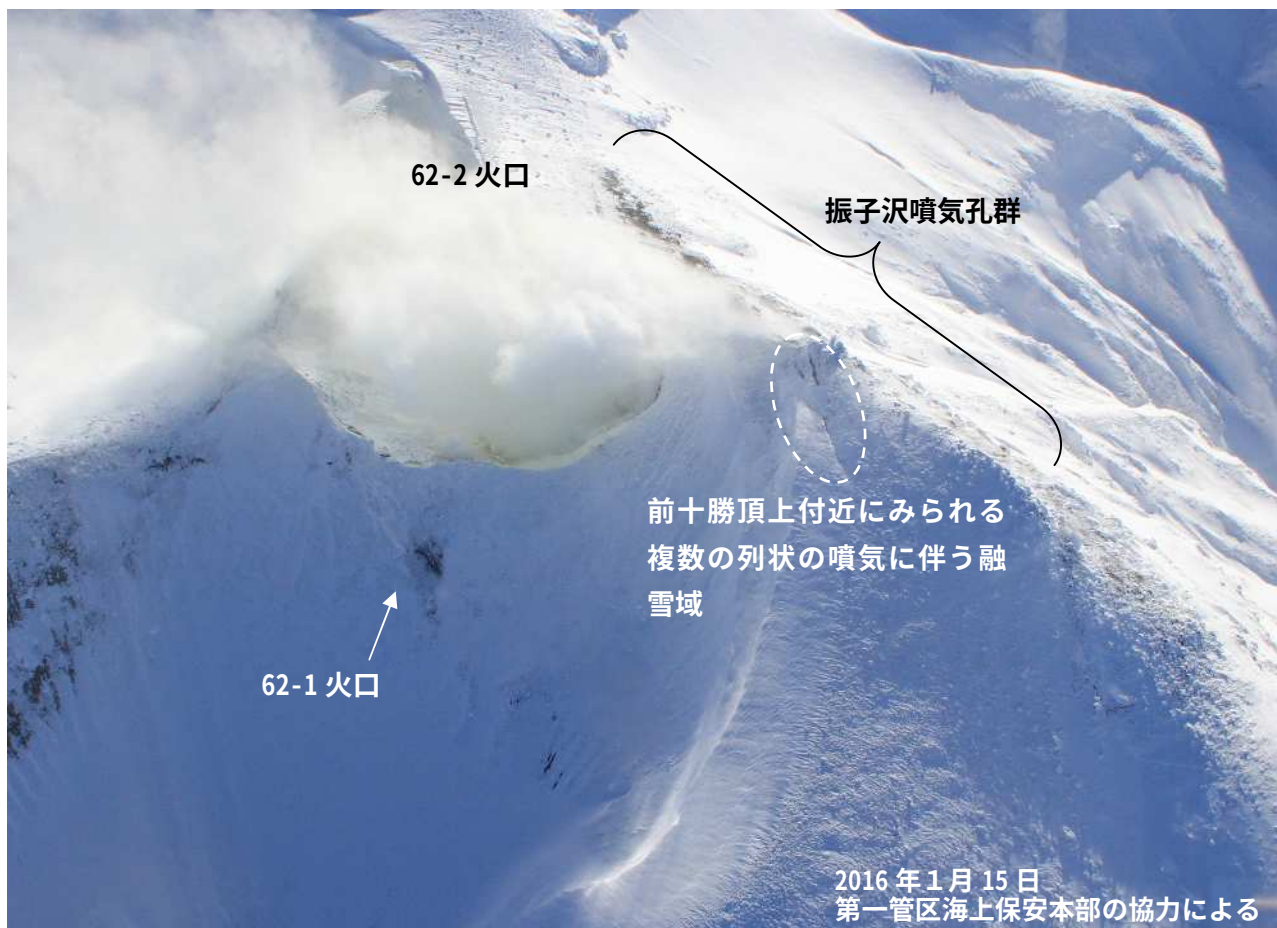
第 2 図 十勝岳 北西側から見た山頂の状況
(2015年12月14日、白金模範牧場遠望カメラによる)



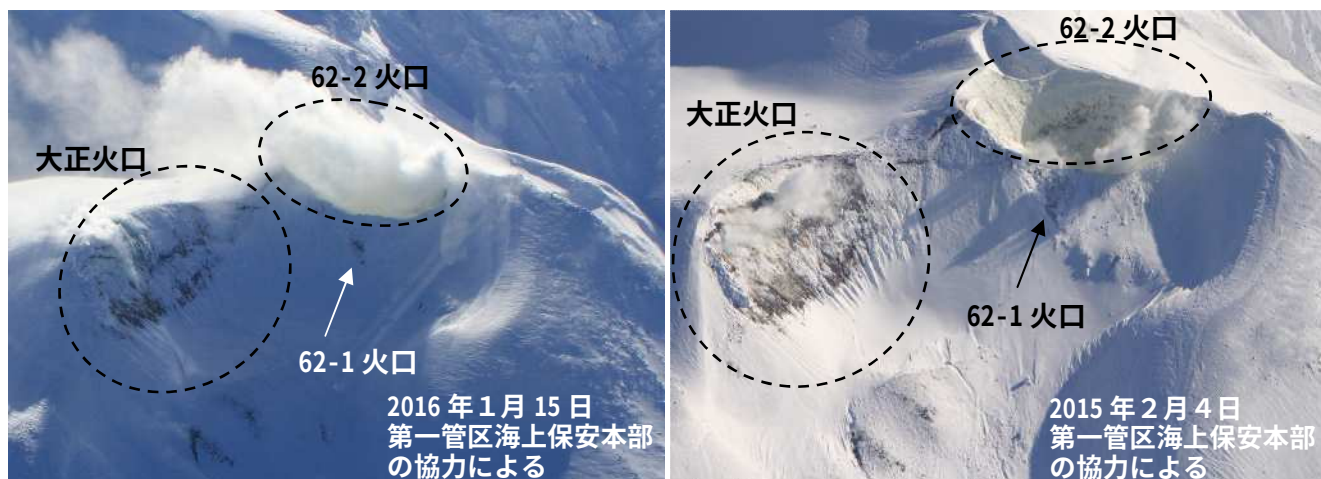
第 3 図 十勝岳 写真及び赤外熱映像の撮影方向



第 4 図 十勝岳 上空から観測した振子沢噴気孔群周辺の状況
(上：第 3 図-①から撮影 下：第 3 図-②から撮影)
※同じ領域を破線四角で示す



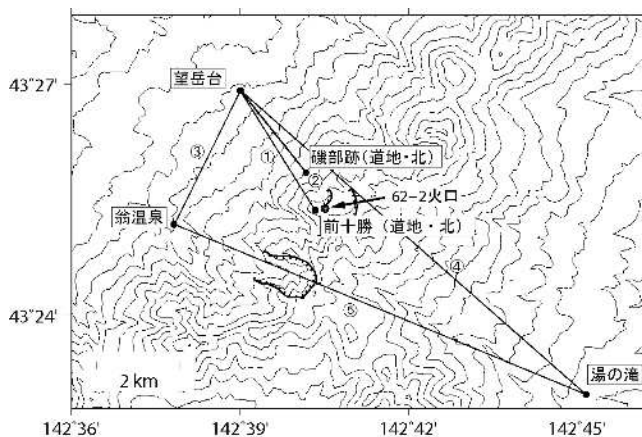
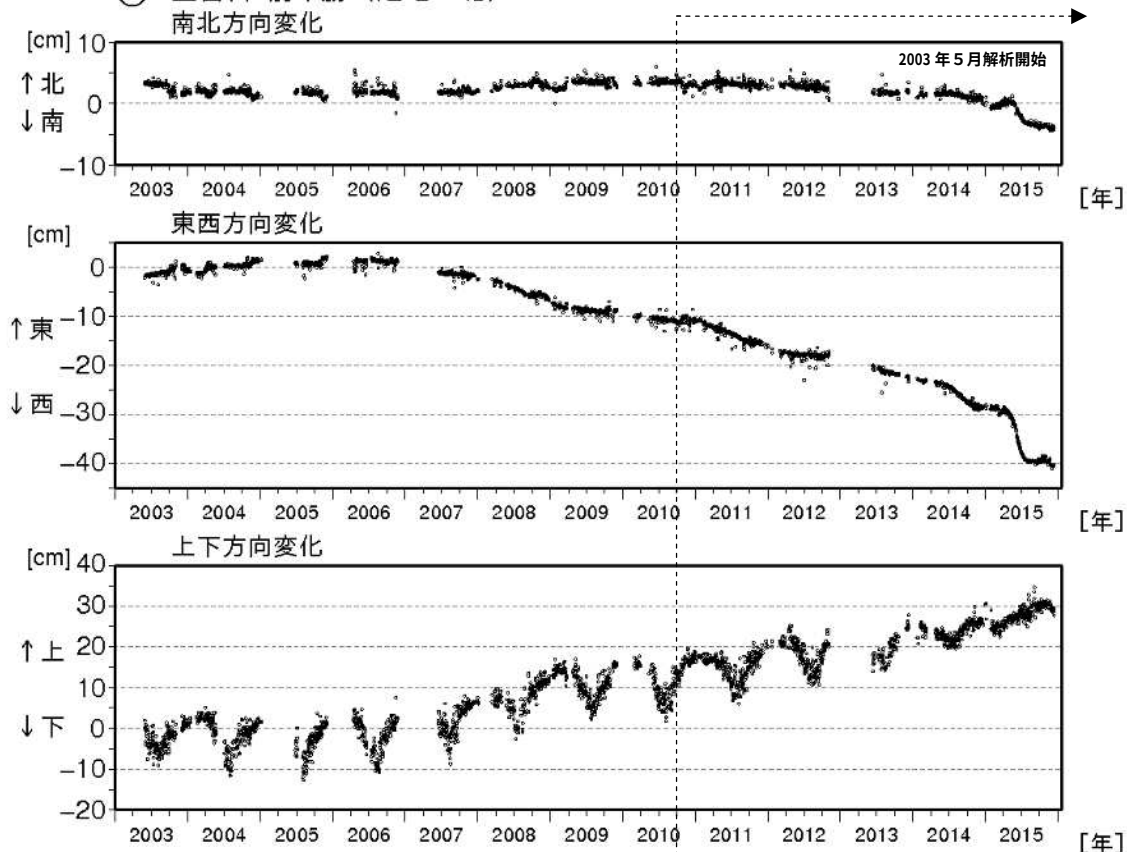
第 5 図 十勝岳 前十勝頂上付近にみられる複数の列状の噴気に伴う融雪域
(第 3 図-③から東側に向かって撮影)



第 6 図 十勝岳 62-2 火口と大正火口周辺の状況
(左：第 3 図-④から撮影 右：第 3 図-⑤から撮影)

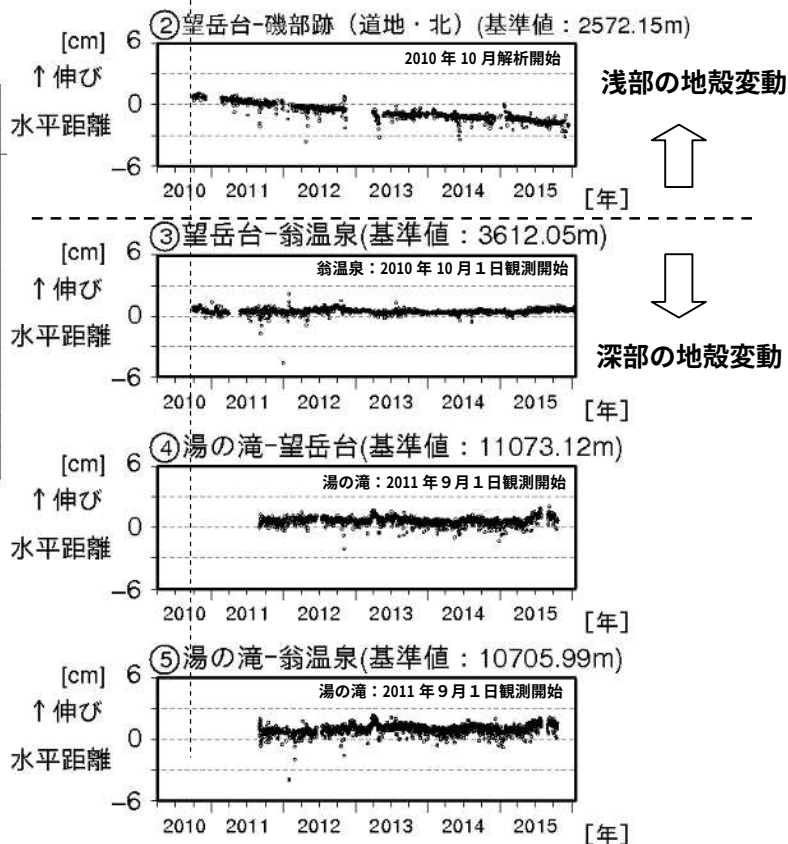
① 望岳台-前十勝 (道地・北)

* 1



(北) : 北海道大学

(道地) : 地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所



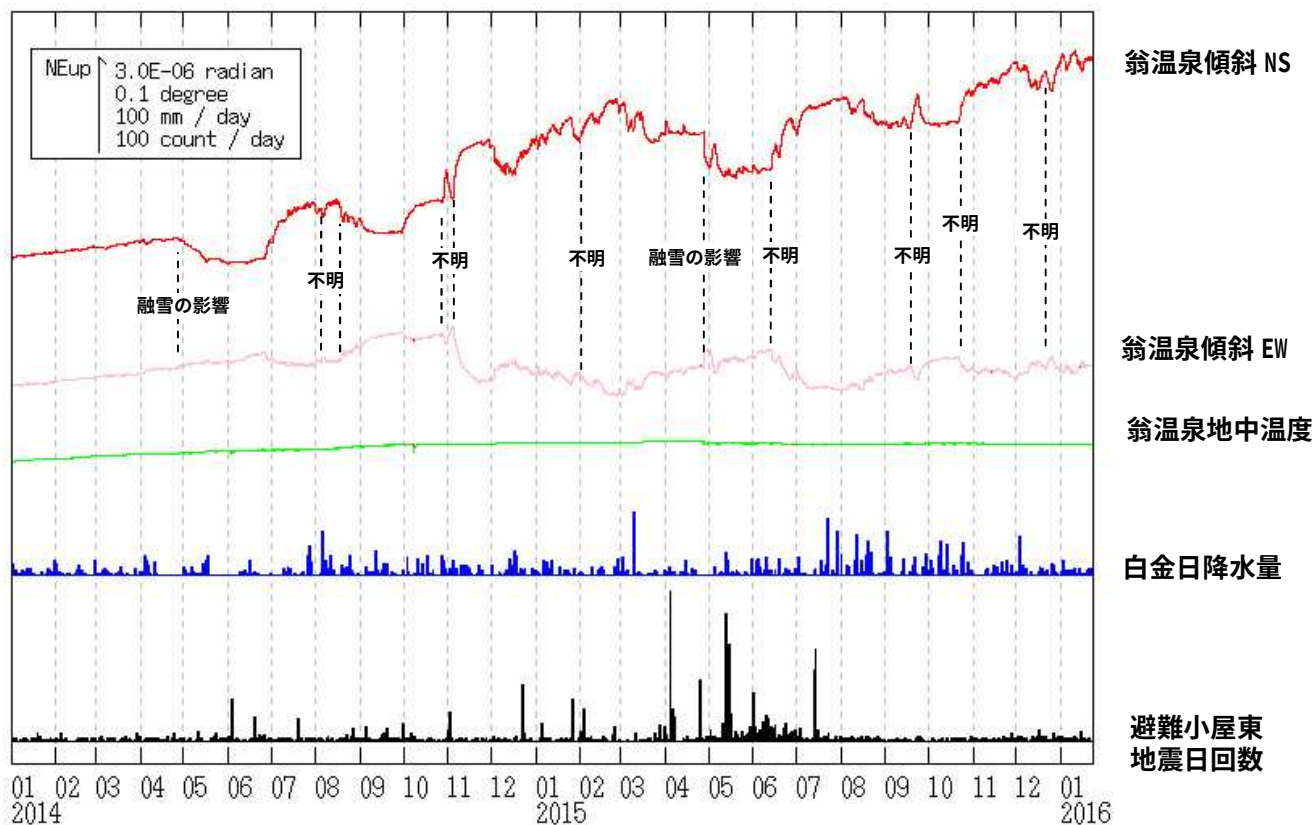
第 7 図 十勝岳 GNSS連続観測による基線長変化 (2003年5月~2016年1月22日) 及び観測点配置図

・GNSS基線①~⑤は観測点配置図の①~⑤に対応している

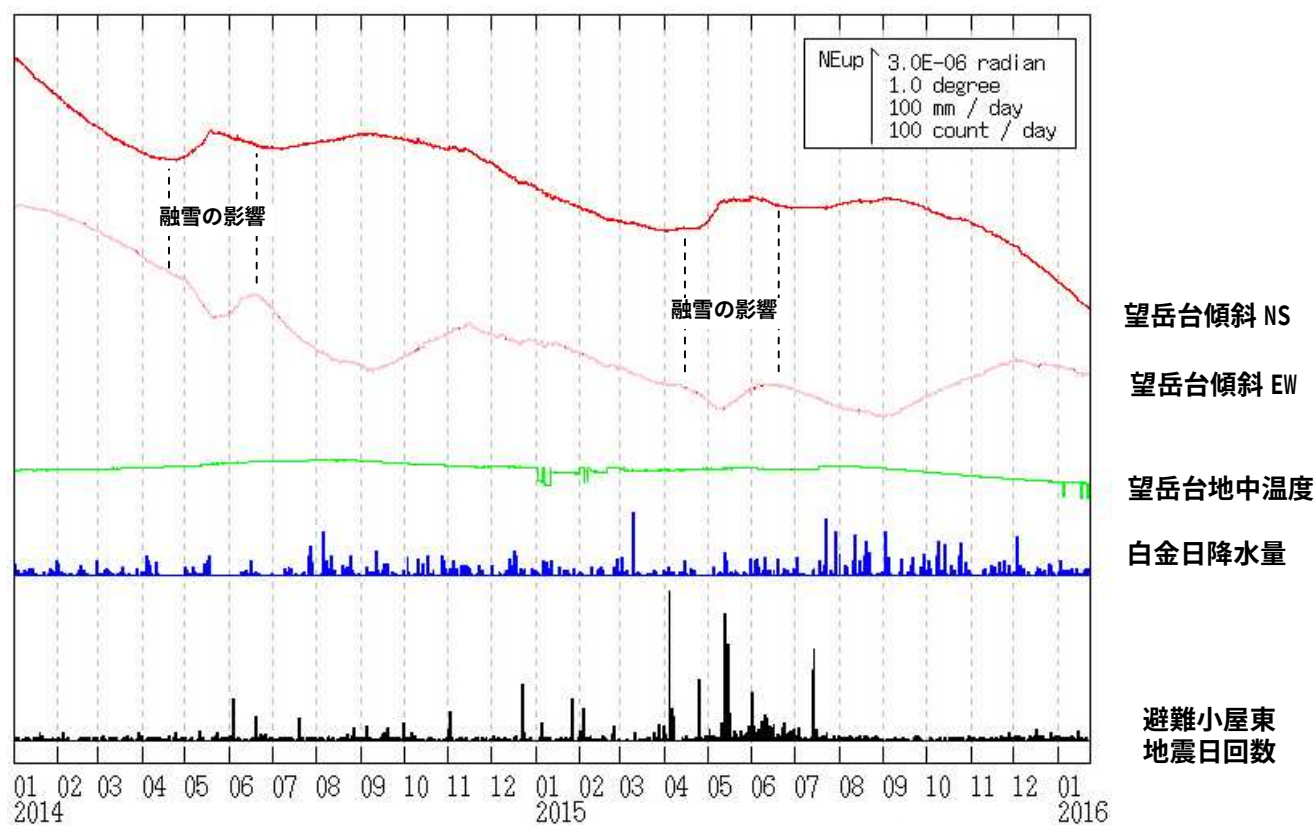
・GNSS基線の空白部分は欠測を示す

* 1 : 2010年10月以降のデータについては、解析方法を改良して精度を向上させている
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。

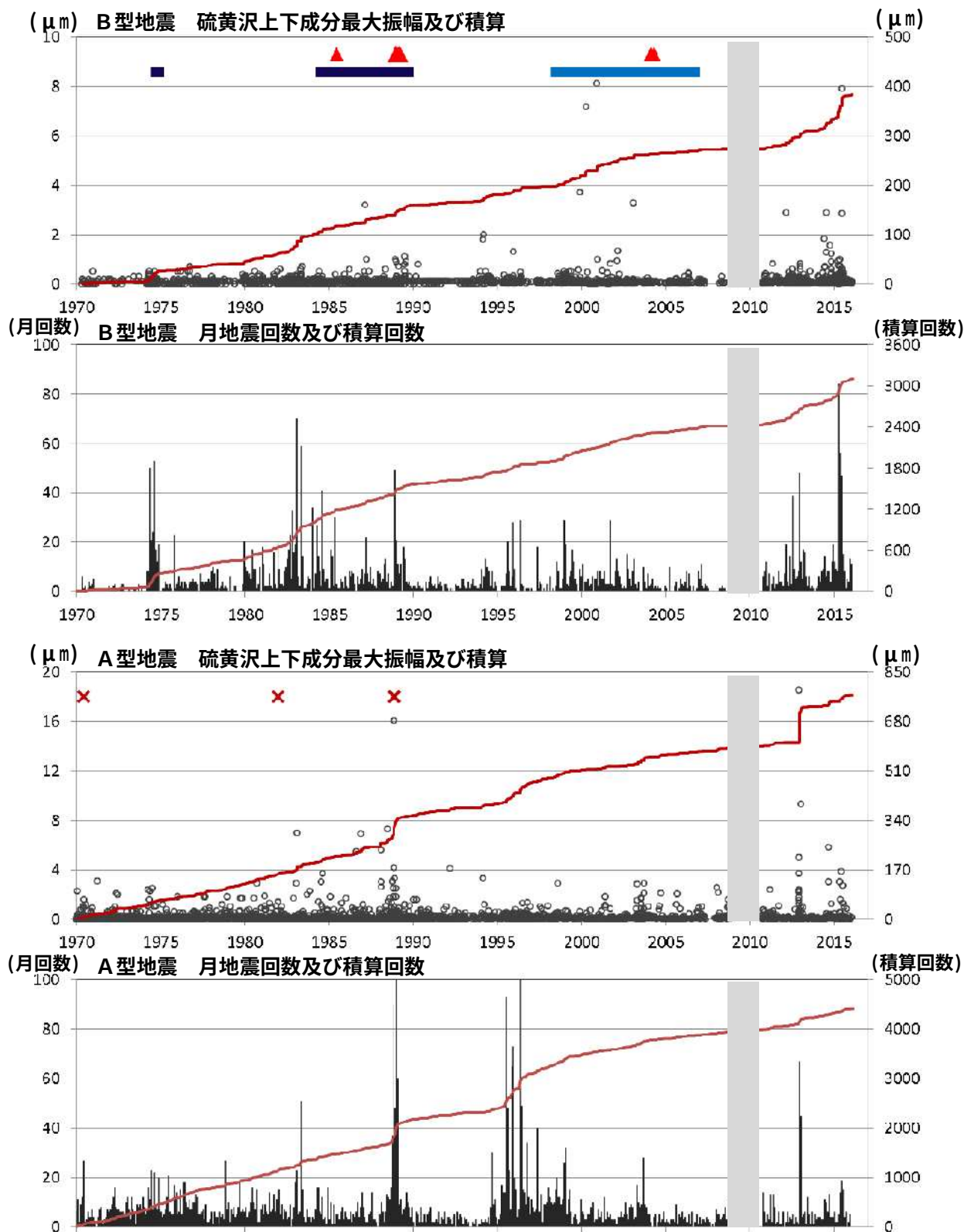
十勝岳



第 8 図 十勝岳 翁温泉観測点における傾斜変動
(2014 年 1 月 1 日～2016 年 1 月 22 日、時間値、潮汐補正済み)
・火山活動によるとみられる傾斜変動は認められない。



第 9 図 十勝岳 望岳台観測点における傾斜変動
(2014 年 1 月 1 日～2016 年 1 月 22 日、時間値、潮汐補正済み)
・火山活動によるとみられる傾斜変動は認められない。



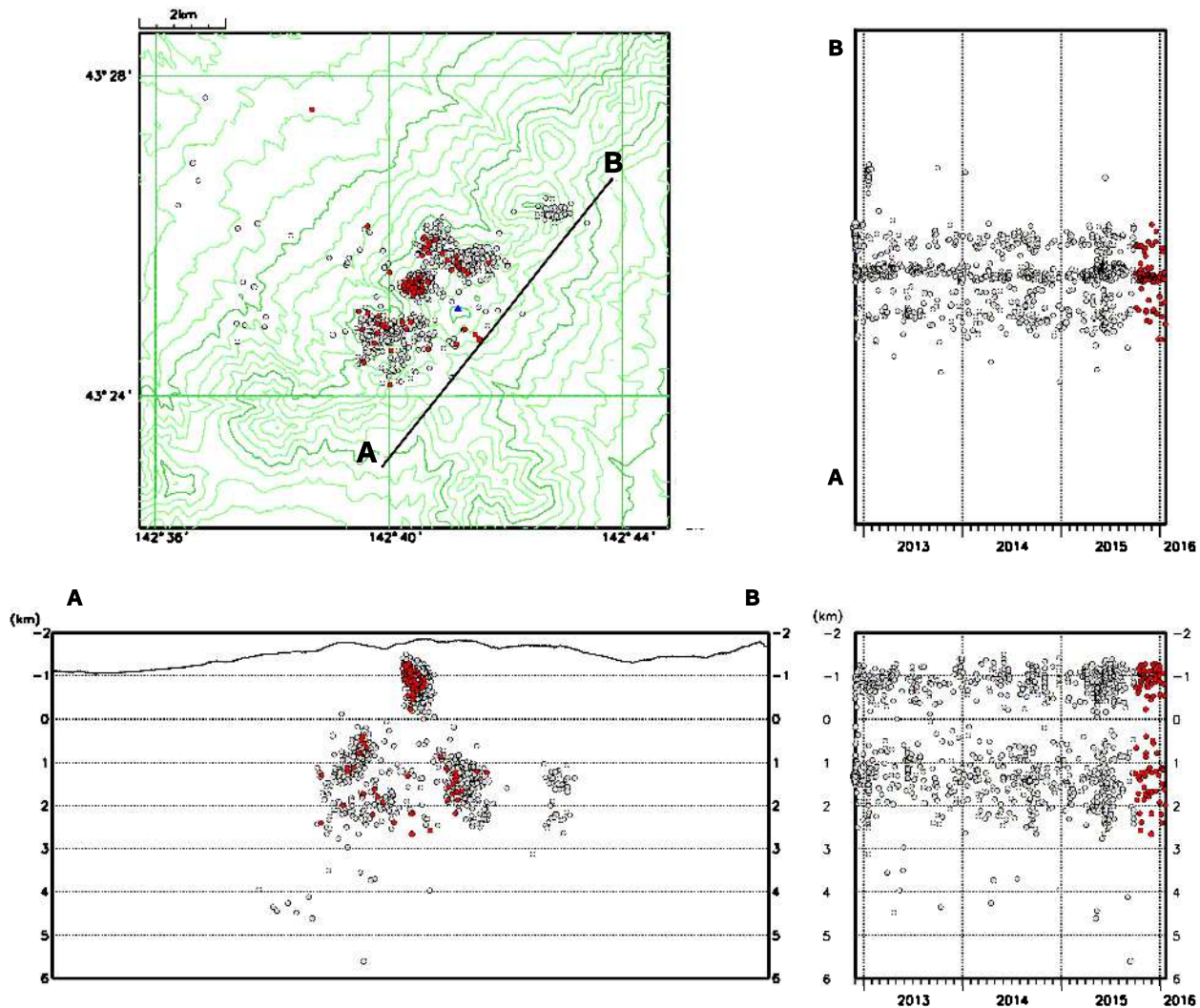
第 10 図 十勝岳 硫黄沢観測点でみた地震の活動経過と主な表面現象
(1970 年～2016 年 1 月 22 日)

・計数基準 1964 年～1996 年：硫黄沢 0.05 μm 硫黄沢 S-P 5 秒

1997 年～：硫黄沢 0.05 μm 避難小屋東 S-P 2 秒

▲：噴火 ■：62-1 火口の熱活動が高まった時期 ■：62-2 火口の熱活動が高まった時期

×：振り切れのため振幅の値が欠測である 灰色の期間は欠測を示す



第 11 図 十勝岳 震源分布図 (2012 年 12 月～2016 年 1 月 22 日)

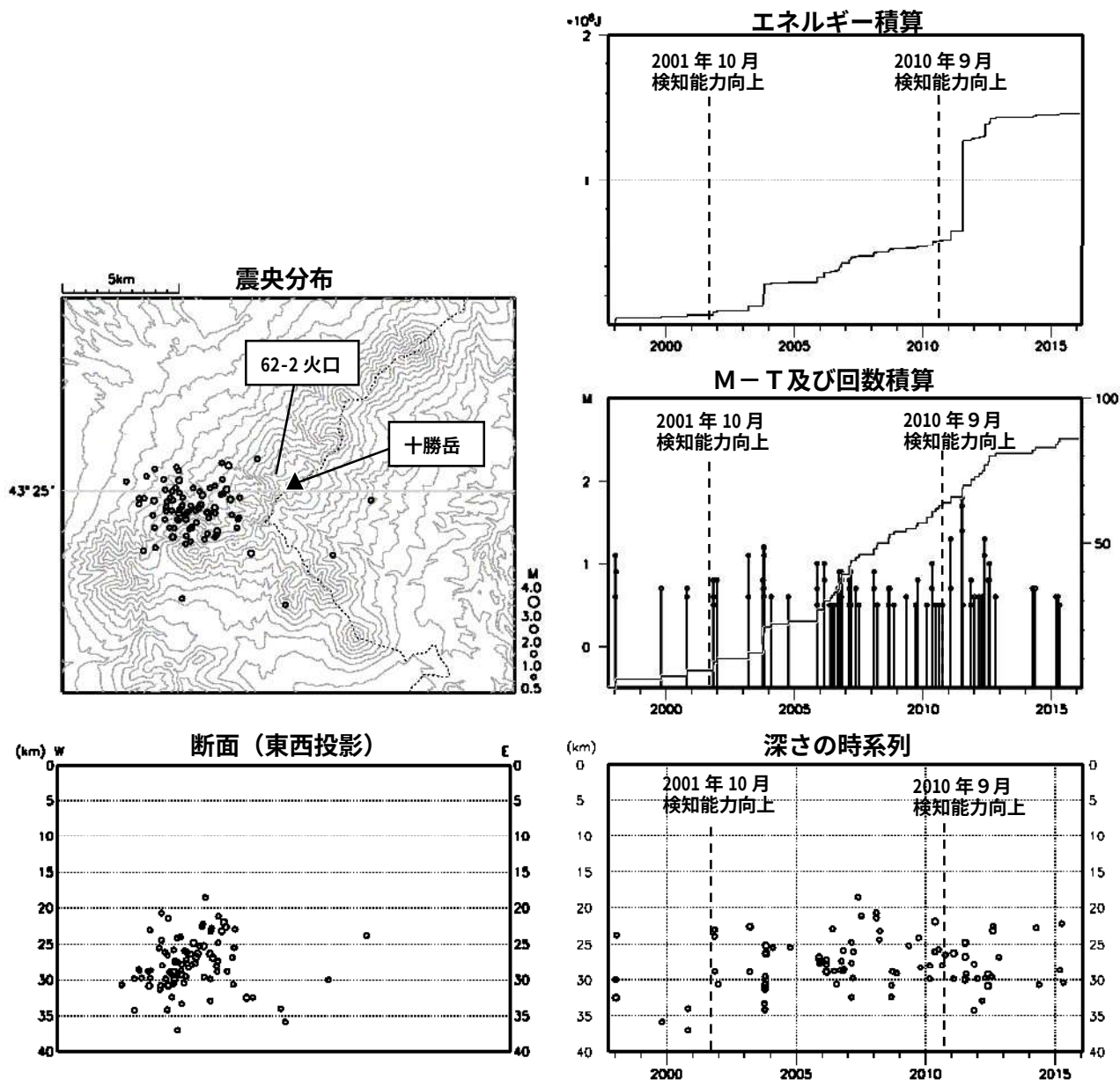
● : 2012 年 12 月 1 日～2015 年 9 月 30 日の震源

● : 2015 年 10 月 1 日～2016 年 1 月 22 日の震源

一部観測点の欠測のため震源決定数や震源精度は一定ではない。

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。

速度構造 : 震源の位置によって半無限構造 (観測点補正値を使用) と成層構造を使い分けている。



第 12 図 十勝岳 一元化震源による深部低周波地震活動

(1997 年 10 月～2016 年 1 月 22 日、 $M \geq 0.5$ 、深さ 40km 以浅)

2001 年 10 月以降、Hi-net の追加に伴い検知能力が向上している。

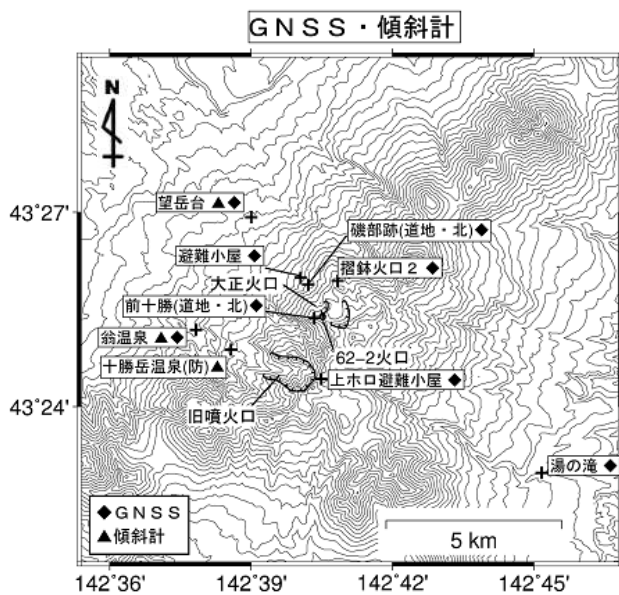
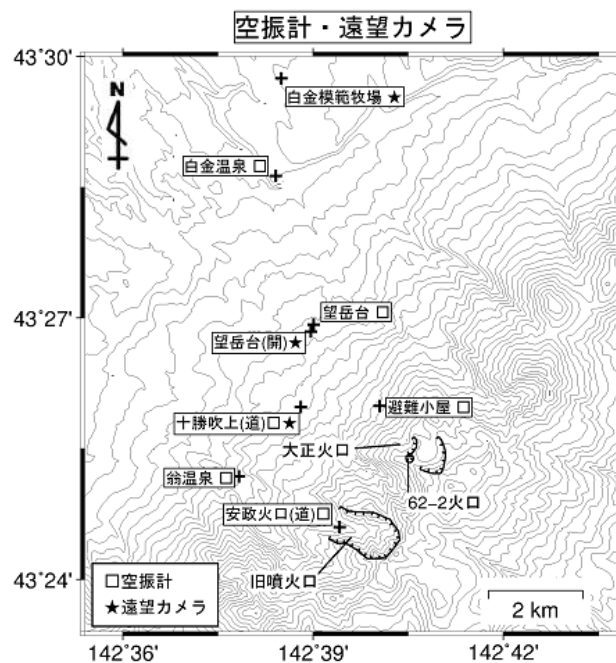
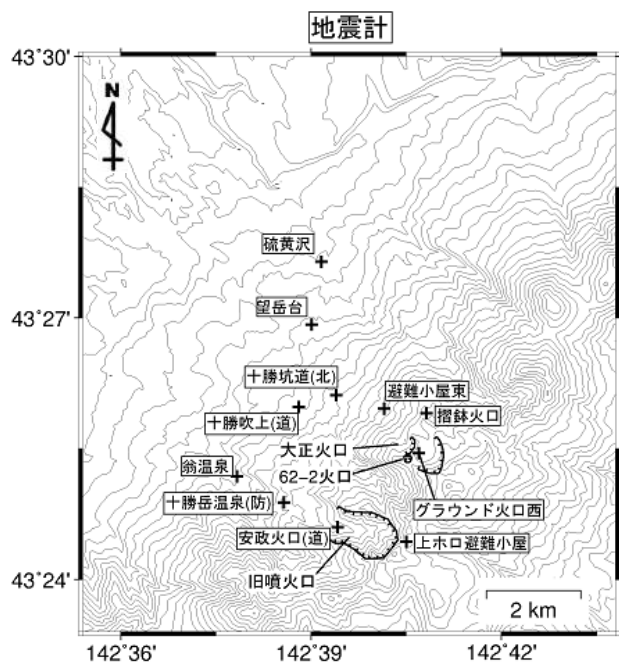
2010 年 9 月以降、火山観測点の追加に伴い検知能力が向上している。

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。

第 1 表 十勝岳 最近 3 回のマグマ噴火の前に見られた現象の時間変化と最近の火山活動

黒字：熱活動
赤字：震動現象
青字：地震活動

活動 ステージ	1926年の噴火		1962年の噴火		1988年～1989年の噴火		最近の火山活動経過	
	年月日	現象	年月日	現象	年月日	現象	年月日	現象
熱活動			1952. 8 1954. 9 1954～ 1956. 6	昭和火口形成 昭和火口小爆発 大正火口噴気活発化、溶融硫黄流出 昭和火口小爆発			2006～ 2008. 7	62-2火口浅部直下膨張を示す地殻変動を継続 火山性震動
	1923. 6 1923. 8 1925.12 1926. 2 1926. 4 1926. 5. 4 1926. 5. 7	湯沼で溶融硫黄増加、丸谷温泉泉温上昇 湯沼で溶融硫黄噴出 中央火口丘に大噴火口形成 大噴火口から砂礫噴出 大噴火口から降灰、硫黄自然発火 噴動 小爆発、新火口形成、火口付近に噴石降灰	1957. 2 1958.10 1959. 8 1959.10 1959.11 1961. 6～7 1962. 3 1962. 4	昭和火口新噴気孔形成 昭和火口小噴火、新噴気孔形成 昭和火口小爆発 火山性震動 昭和火口小爆発、泥流100m流下 大正火口硫黄自然発火 大正火口噴気活発化・高温化 大正火口高温化	1983. 2 1983. 5 1983. 9 1984. 6 1984. 9 1985. 5 1985. 6.19 1985. 6.20 1985. 7	火山性地震増加 火山性地震増加 62-1火口噴気量増加、地中温度上昇 62-1火口亀裂出現、地中温度上昇 62-1火口地中温度上昇 62-1火口熱泥水噴出、新火孔形成 62-1火口ごく小噴火 62-1火口硫黄自然発火 62-1火口熱泥水噴出	2010. 6 2011. 8 2012. 6.30 2012. 7 2012 2012.12.2 2014.9 2015.4 2015.5 2015.6 2015.6～ 2015.7	大正火口東壁に新噴気孔形成を確認、噴気量増加 火山性震動 大正火口で明るく見える現象（一時的な高温ガス噴出） 大正火口東壁に新噴気孔形成、噴気量増加 吹上温泉のCl/SO4比がわずかに上昇 山麓有感2回（白金温泉・十勝岳温泉で震度1程度） 火山性震動 火山性地震増加、火山性震動 火山性地震増加、火山性震動 火山性震動 簗子沢で噴気増加、地熱域拡大 62-2火口と簗子沢の間で亀裂出現 火山性地震増加、山麓有感1回（吹上温泉で震度1程度）
熱活動 ＋ 地震活動 活発化					1986. 6 1986. 8 1986. 10 1986.12 1987.2～3 1987.7 1987.9～10 1988. 2 1988. 2 1988. 6 1988. 9 1988.10 1988.11	吹上温泉のCl/SO4比が上昇 山麓有感（白金温泉で震度1） 62-1火口地中温度上昇 山麓有感（白金温泉で震度1）、火山性震動 火山性震動 火山性震動 62-1、62-2火口で一時的に噴煙減少 簗子沢で噴気増加 山麓有感（十勝岳温泉で震度1～2） 山麓有感（十勝岳温泉等で震度2） 下旬から火山性地震次第に増加 山麓有感2回（吹上温泉・白金温泉で震度1） 火山性震動 山麓有感4回（白金温泉等で最大震度3）		
	1926. 5.13 1926. 5.22	噴煙活発、山麓で有感地震・噴動 山麓で噴動、大噴火口から噴石	1962. 5末～ 1962. 5.31 1962. 6. 4 1962. 6. 9 1962. 6.10 1962. 6.13 1962. 6.14 1962. 6.27 1962. 6.28	火山性地震増加※5月22日以前は不明 山麓有感5回（白金温泉震度2） 山麓有感2回（白金温泉震度1） 山麓有感2回（白金温泉震度1） 火口付近有感（震度1） 大正火口硫黄自然発火 大正火口噴煙増加 大正火口亀裂増加 山麓有感2回（白金温泉震度2）	1988.12. 5 1988.12.10 1988.12.11 1988.12.13	噴煙活発化（雪面に降灰） 62-2火口から灰色噴煙 62-2火口から灰色噴煙、火山性震動 62火口周辺に降灰（62-2火口に新しい穴）		
マグマ噴火	1926. 5.24	午前中 大噴火口から噴石 12時11分 爆発、泥流 14時頃 小規模な噴動、噴火 16時17分過ぎ 大爆発、大正火口形成、大泥流 ～1928年12月4日まで噴火を繰り返す	1962. 6.29 1962. 6.30	午前、前十勝尾根で亀裂発見 22時40分 噴火（水蒸気爆発） 02時45分 噴火（準プリニー式噴火） 噴煙12000m、62-0～62-3火口形成 ～1962年7月5日まで火柱を伴う噴火が続いた （弱い噴火は7月末まで）	1988.12.16	05時24分 62-2火口から噴火 ～1989年3月5日まで爆発的噴火を繰り返す		



第 13 図 十勝岳 火山観測点配置図

＋は観測点の位置を示す。

気象庁以外の機関の観測点には以下の記号を付した。

- (開) : 国土交通省北海道開発局
- (北) : 北海道大学
- (道) : 北海道
- (道地) : 地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所
- (防) : 国立研究開発法人防災科学技術研究所

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。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 十勝岳における SAR 干渉解析結果

長期ペアにおいて、62-2 火口周辺で衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

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
24-2700	南行	左	2014. 08. 30	2015. 08. 15	図 1
			2015. 08. 15	2015. 09. 12	
116-900	北行	左	2014. 09. 20	2015. 10. 03	図 2
			2015. 07. 30	2015. 08. 13	

2. 解析結果

長期ペアにおいて、62-2 火口周辺の局地的な場所で衛星視線方向短縮の位相変化（南行左観測：最大約 12cm，北行左観測：最大約 10cm）が認められるが，短期ペアにおいては，ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

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（通称火山 WG）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。

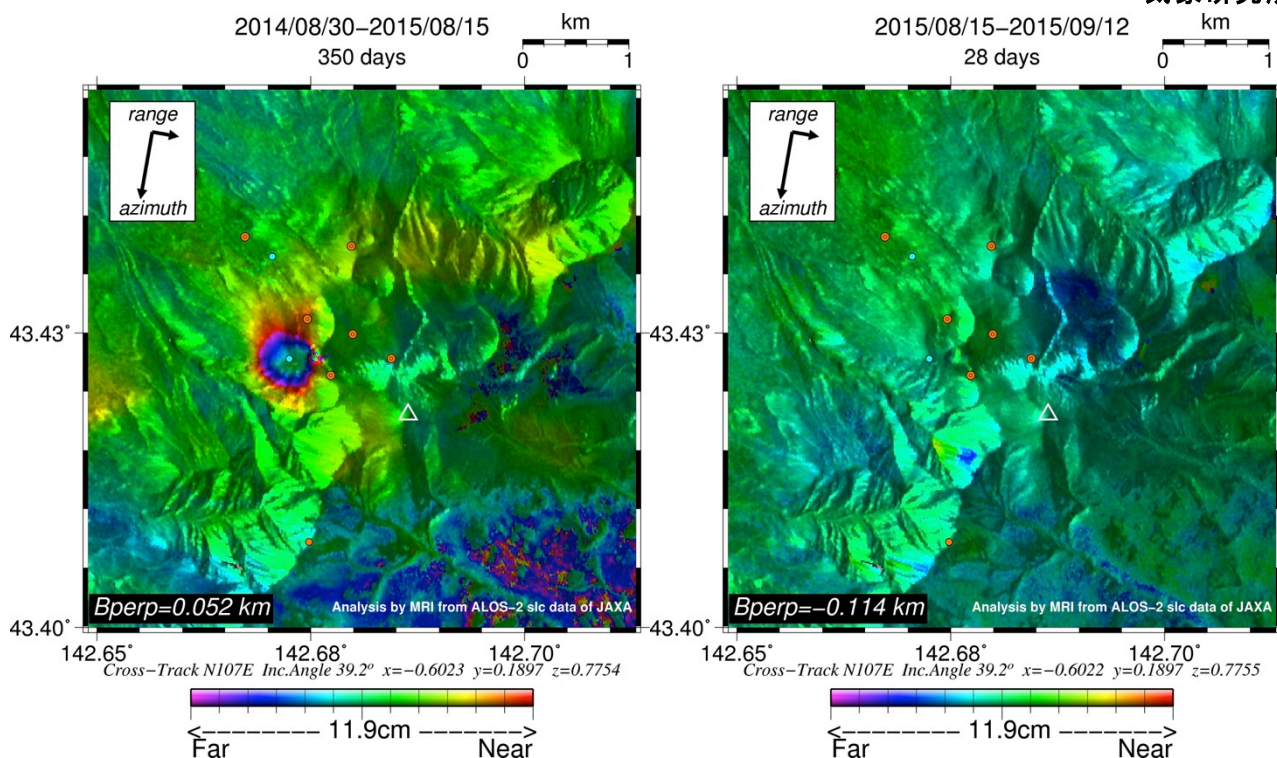


図 1 パス 24-2700 の干渉解析結果 (左：長期ペア，右：短期ペア)

図中の丸印は GNSS 観測点 (橙：気象庁，青：北海道道立地質研究所，二重丸は繰り返し観測) を示す。長期ペアでは，62-2 火口の西側を中心に最大約 12cm の衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

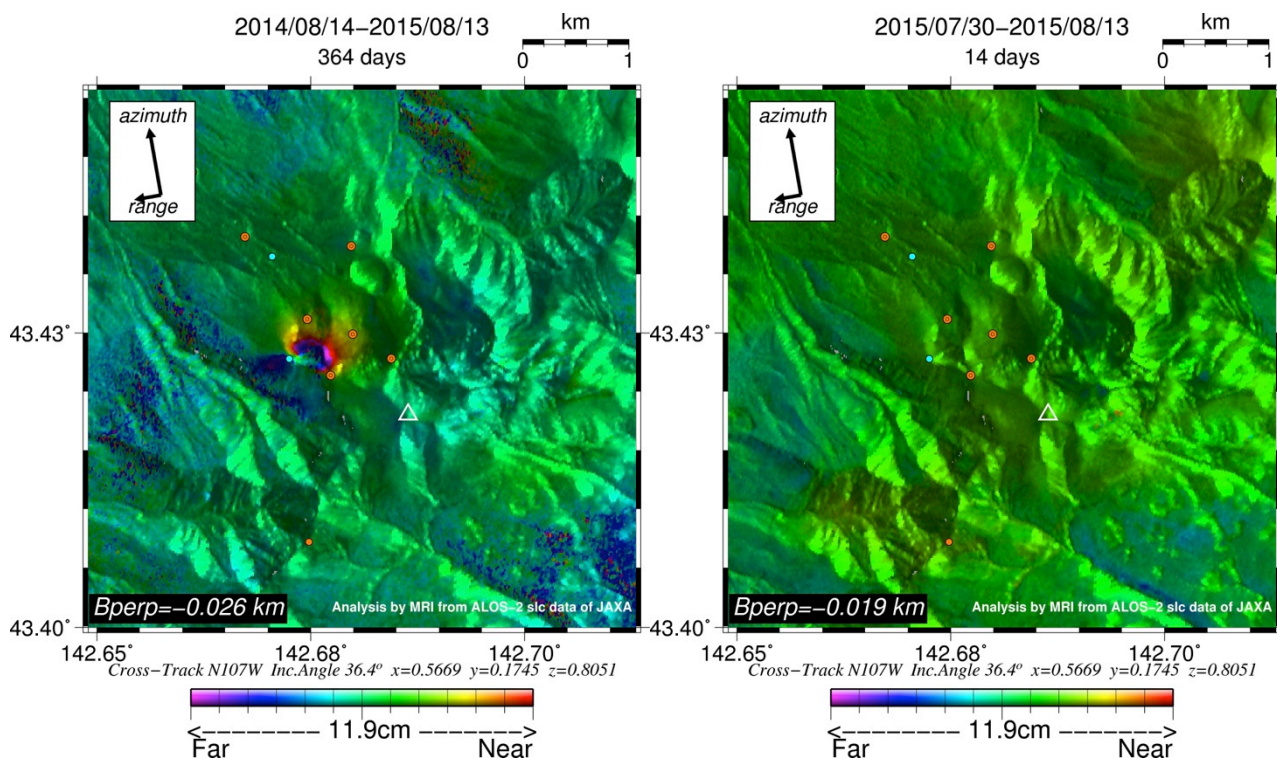


図 2 パス 116-900 の干渉解析結果 (左：長期ペア，右：短期ペア)

凡例は図 1 と同じ。長期ペアでは，62-2 火口の西側を中心に最大約 10cm の衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

十 勝 岳

吹上温泉・ベンガラ温泉・白銀荘泉源では、1988-89 年噴火時に認められた Cl/SO_4 モル比の上昇傾向が 2012 年から認められるようになったが、2013 年 4 月以降は横ばい～やや減少へと変化し、2015 年は減少傾向を示した。

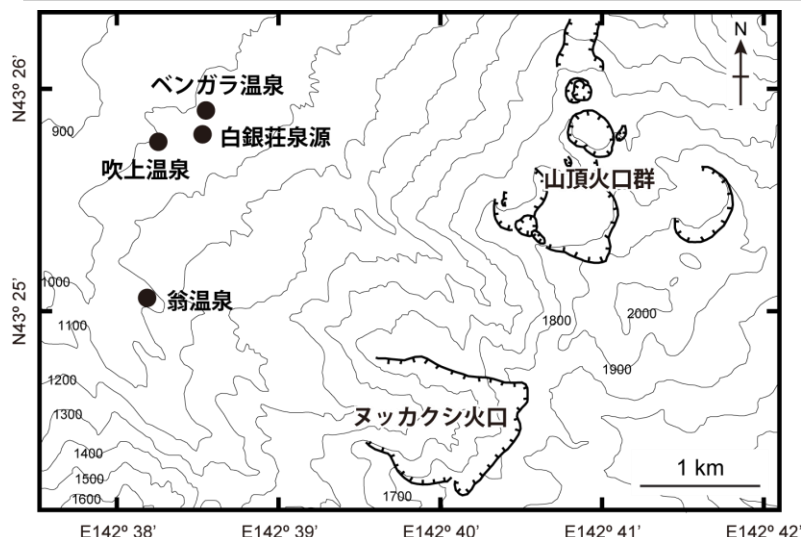


図 1 十勝岳の火口周辺図及び温泉採取地点 (●)

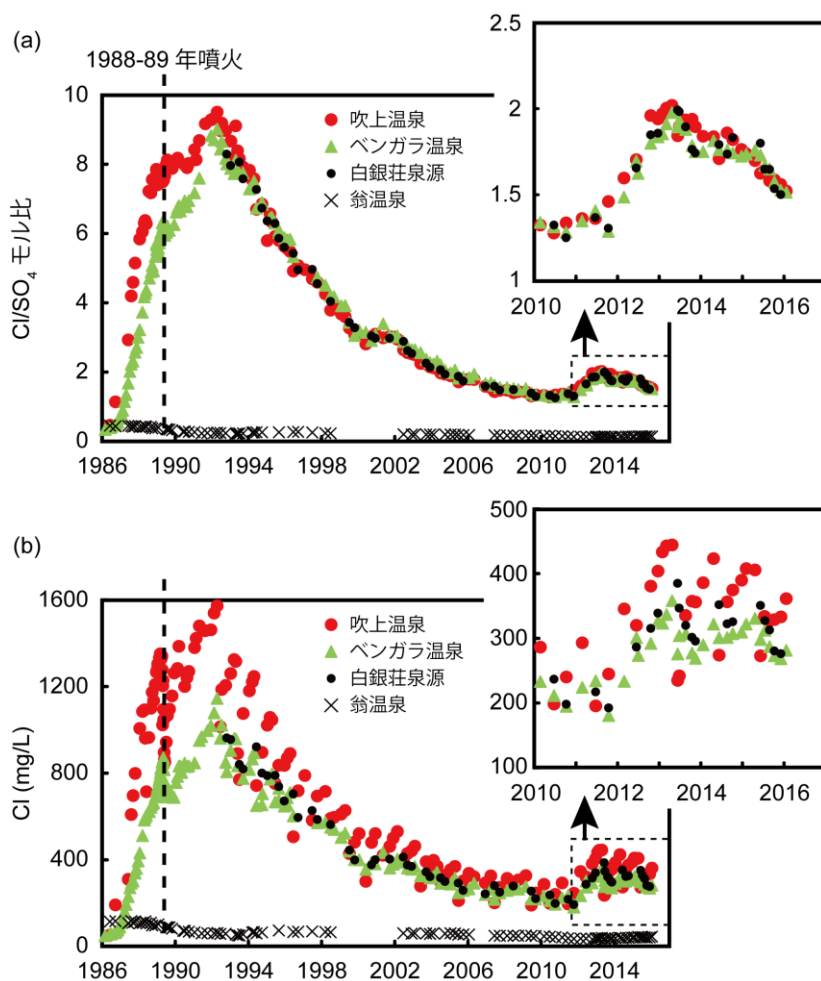


図 2 十勝岳周辺の温泉の (a) Cl/SO_4 モル比、(b) 塩化物イオン濃度の時間変化 (～2016年1月)

十勝岳

○地磁気全磁力

2008 年以降、62-2 火口の地下浅部における消磁を示唆する傾向が続いている。ただし、2015 年 7 月初旬から 11 月初旬にかけては、振子沢噴気孔群周辺の地熱異常の拡大に関連する局所的な変化が重畳した。2015 年 11 月以後は、地熱異常の拡大が止まり、元の消磁傾向が再び見られるようになった。



図 1 全磁力連続観測点の配置。
本図の作成には国土地理院のオンライン地図画像を使用した。

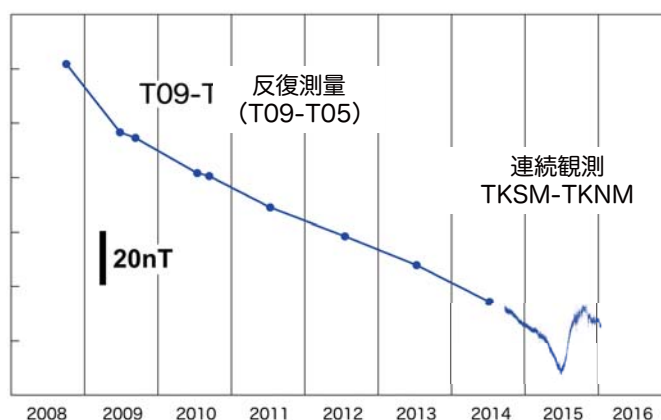


図 2 2008 年 9 月から 2016 年 1 月の全磁力変化（2 地点の単純差プロット）。2014 年 9 月以前のデータは反復測量によるもの。T09 及び T05 は、それぞれ TKSM 及び TKNM 近傍の反復磁気点

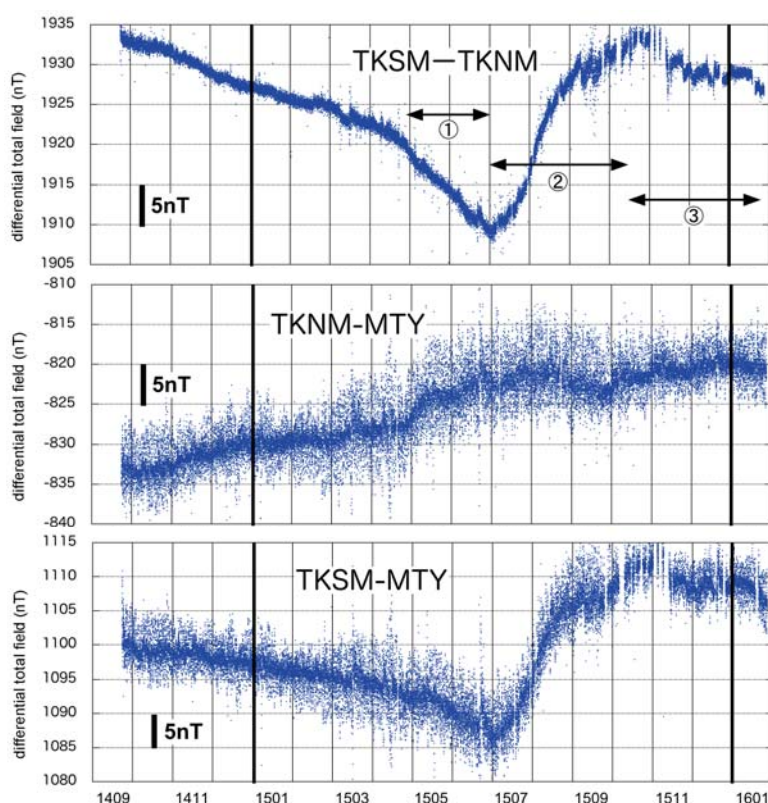


図 3

2014 年 9 月から 2016 年 1 月の全磁力変化(上段:62-2 火口南 - 火口北, 中段: 62-2 火口北 - 有珠三豊, 下段: 62-2 火口南 - 有珠三豊)。

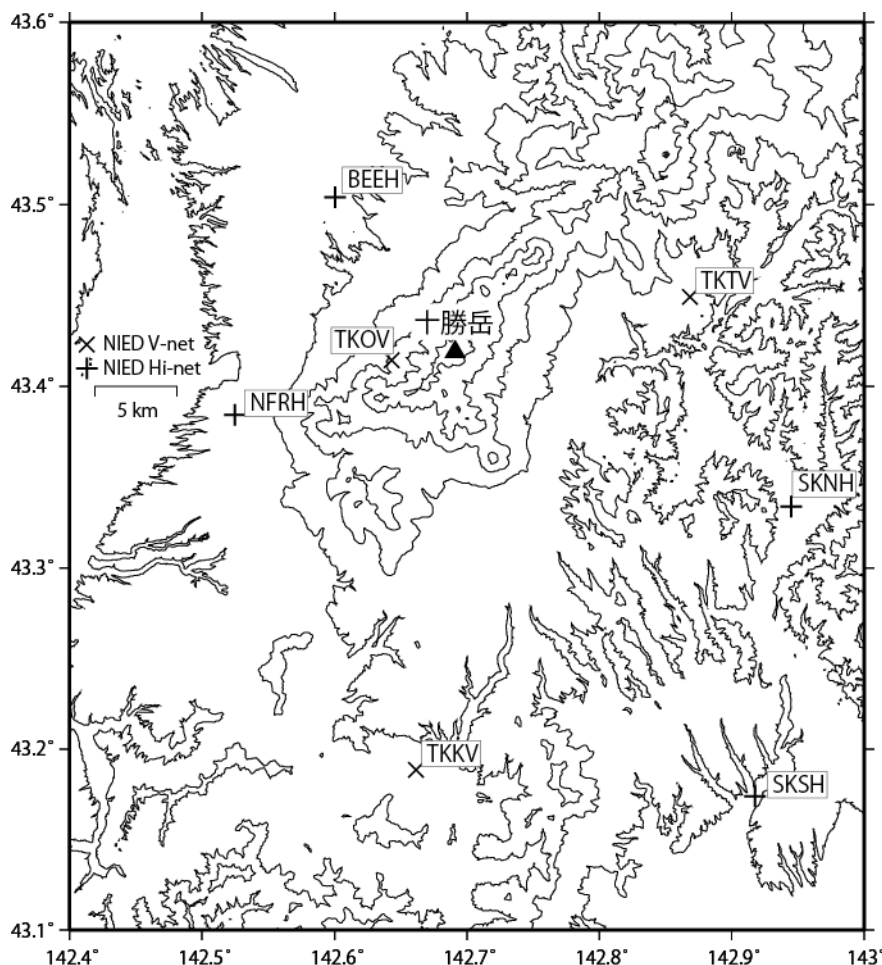
2015 年 4 月下旬から 7 月初旬にかけて、それまでの消磁傾向の変化率が大きくなった (①)。7 月初旬から 11 月初旬にかけて TKSM の変化傾向が反転し (②), 11 月以降は再び従来の消磁傾向にほぼ戻った (③)。

①の時期には、消磁が加速したか、もしくは消磁源が浅くなった可能性がある。②の反転は、消磁が帯磁に転じたのではなく、振子沢噴気孔群の地熱異常域が東進したことに伴い、TKSM 付近のごく浅部で局所的な消磁が起こったことによる可能性が高い (第 133 回予知連絡資料)。③では、上記地熱異常の拡大が止まり、2015 年 4 月以前の消磁傾向が見えるようになったと考えられる。

(橋本)

十勝岳

十勝岳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。

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

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

TKKV=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

傾斜計観測からは 2015 年 8 月以降、明瞭な変動は認められない。

※GNSS 観測からは、2015 年 5～7 月期間に、2 基線長（091177-TKOV と TKOV-TKTV；
図 3 最上段と最下段グラフ参照）で伸びが観測された。しかし、その後は停滞傾向で
ある。

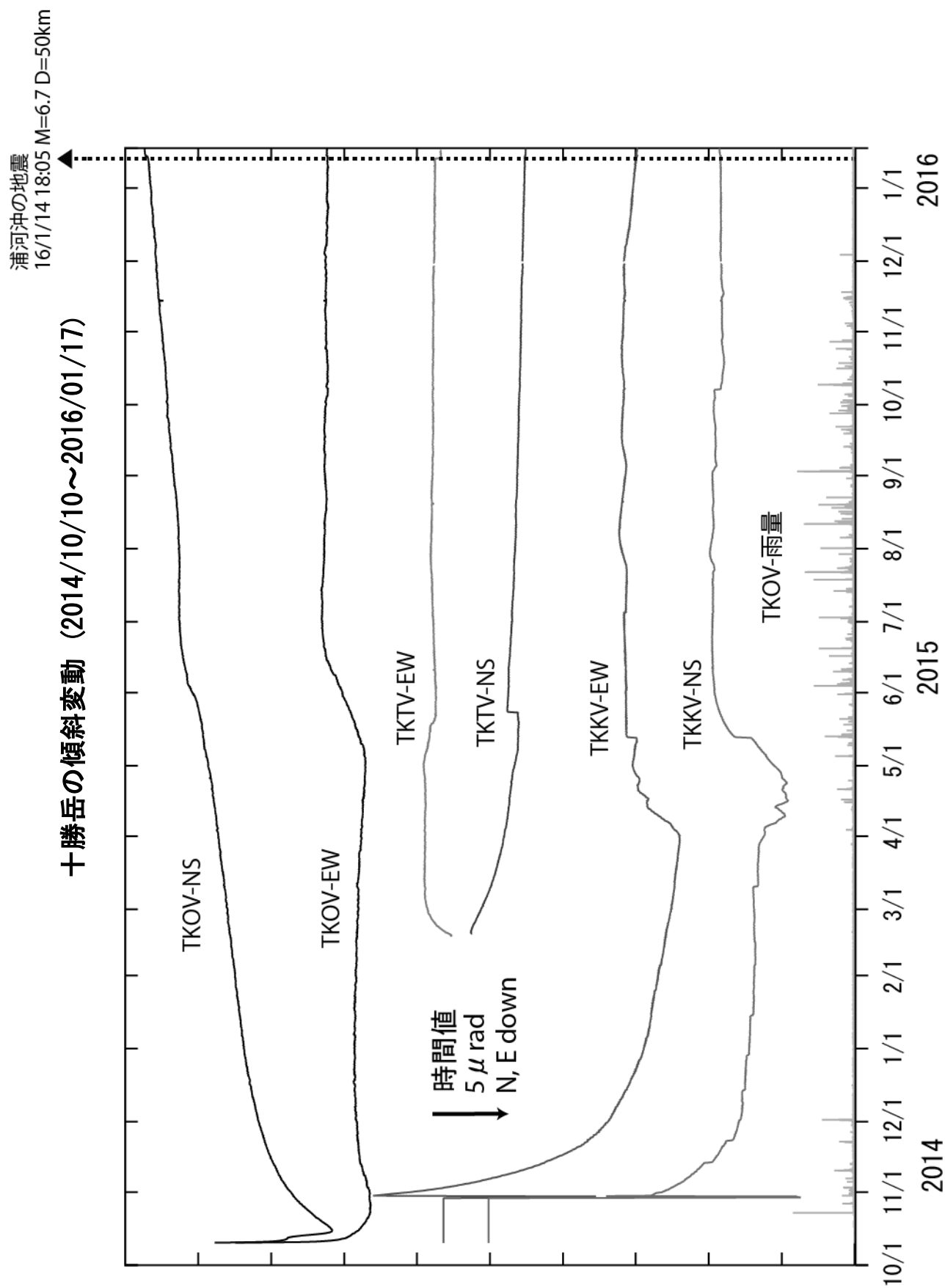


図 1 十勝岳の傾斜変動

十勝岳

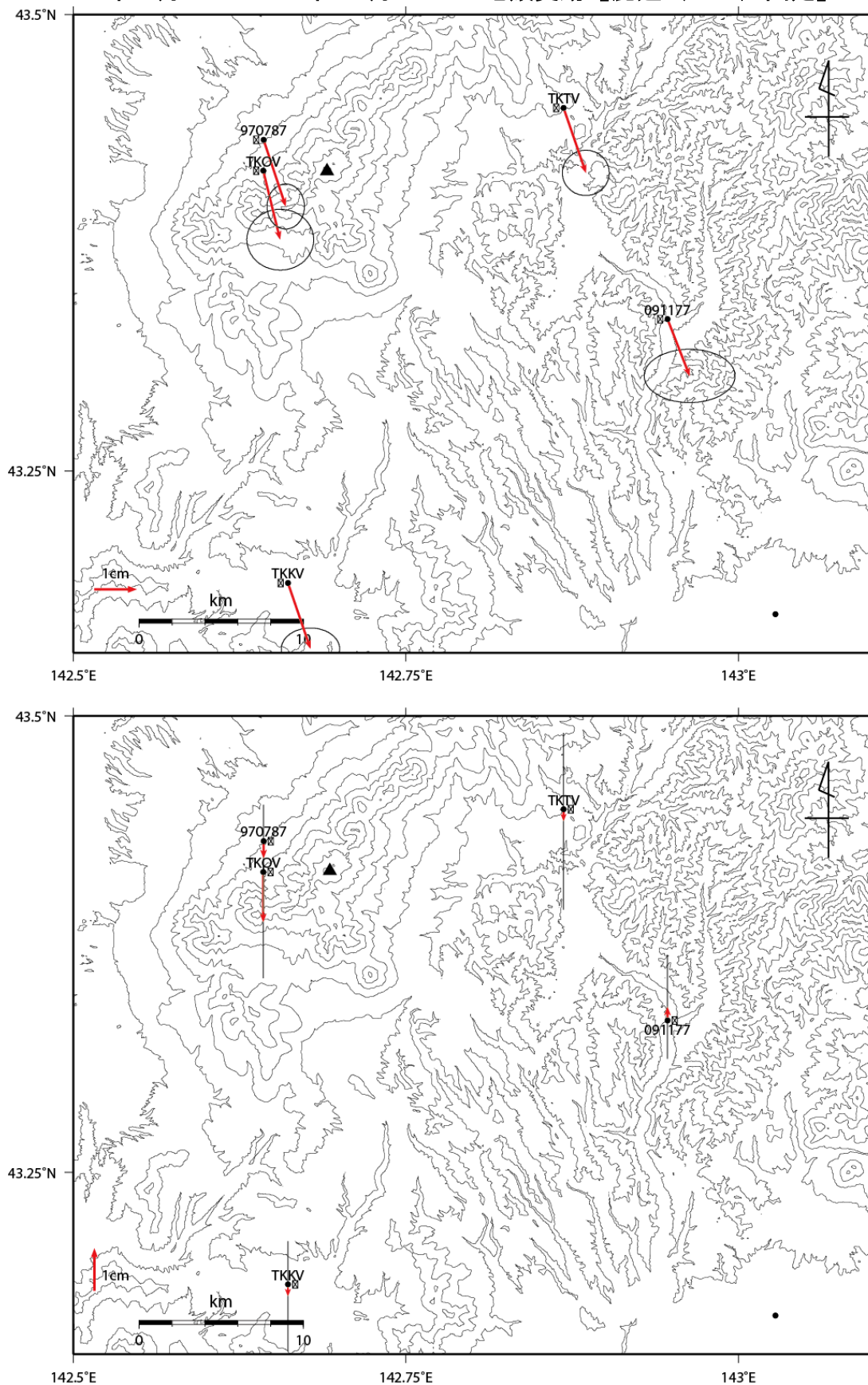
防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET で得られた、
2015 年 9 月 1 日-2015 年 12 月 31 日の地殻変動【鹿追（0879）固定】

図 2. 十勝岳周辺 V-net 観測点における GNSS 解析結果.

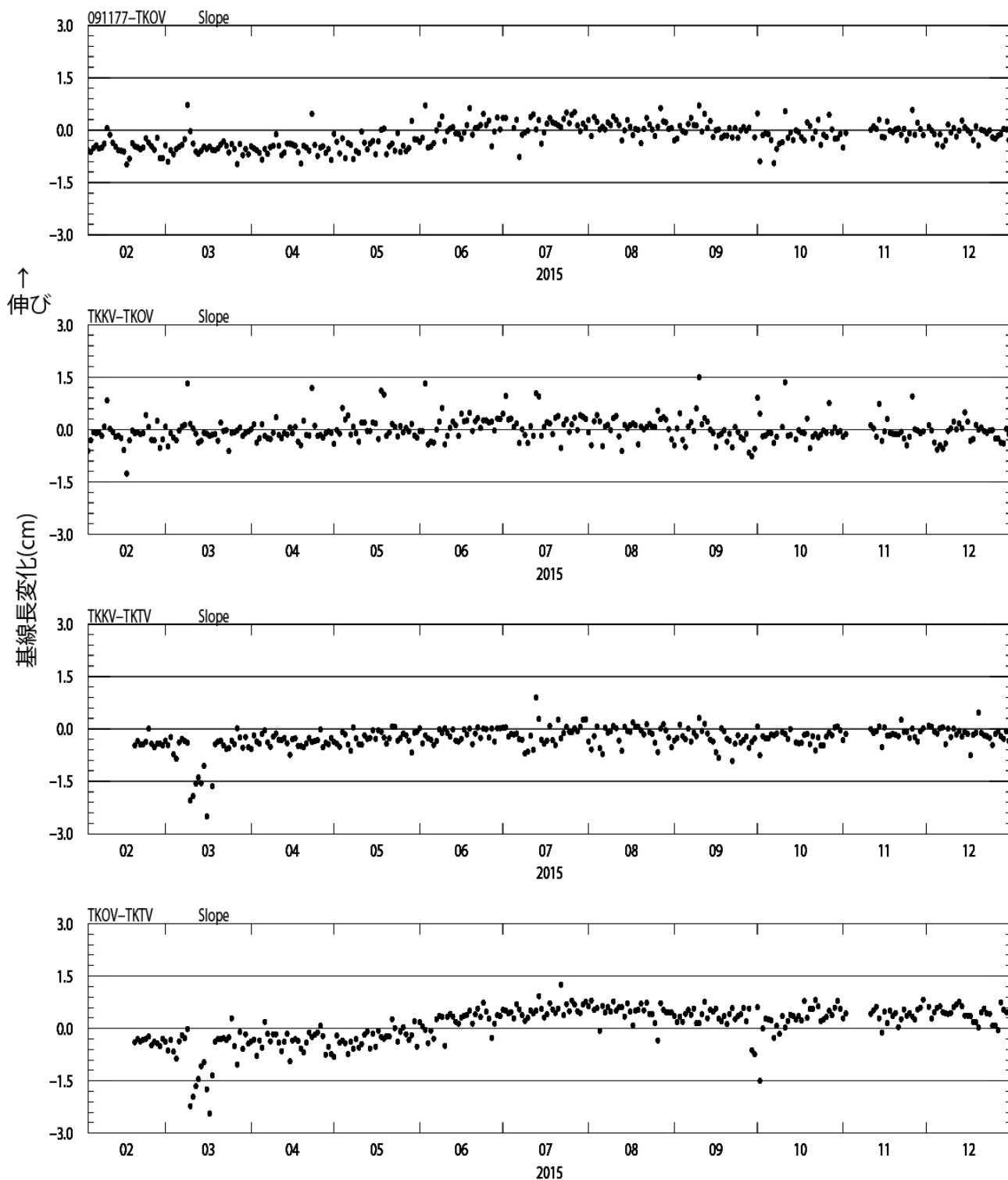


図 3. 防災科研観測点 3 点（北落合，十勝岳温泉，トムラウシ温泉）間及び，十勝岳温泉-GEONET 新得 2 間の基線長変化.

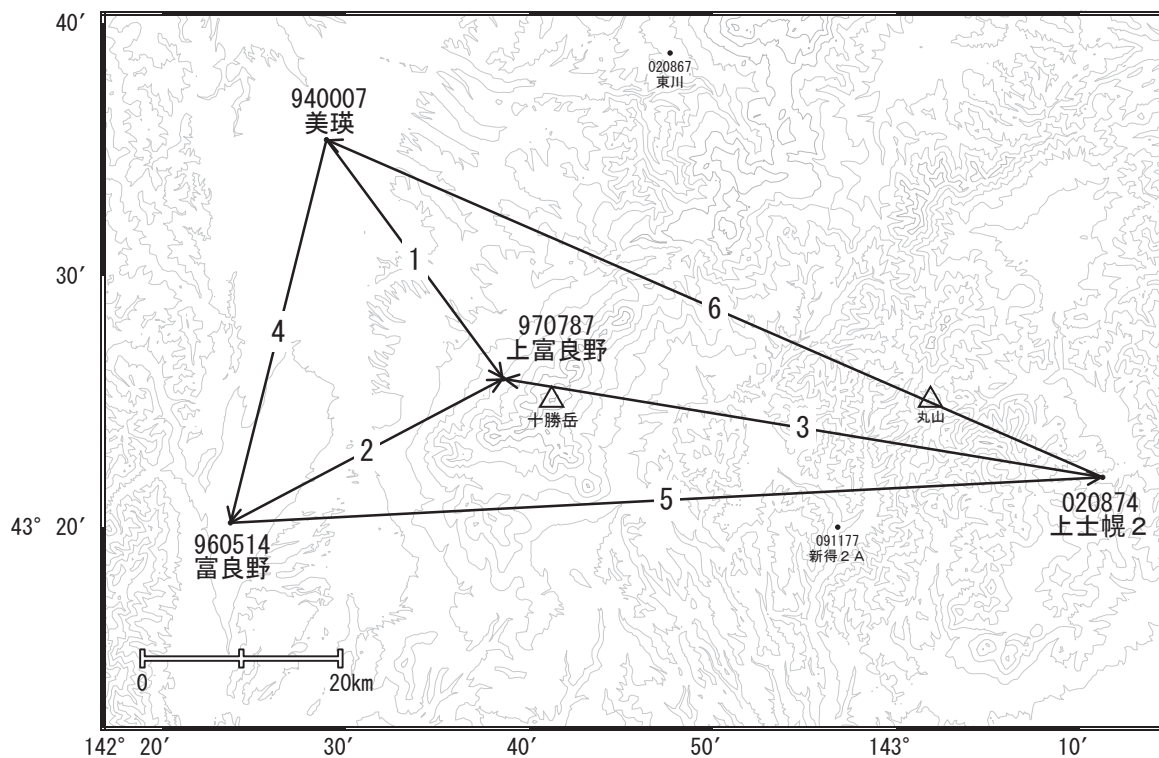
表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
	十勝岳十勝岳温泉 (TKOV)		2014/10/23	2周波観測開始
	十勝岳北落合 (TKKV)		2014/10/6	2周波観測開始
	十勝岳トムラウシ温泉 (TKTV)		2015/2/20	2周波観測開始

十勝岳

十勝岳周辺の基線で、2015年5月頃から山体の膨張を示すごくわずかな地殻変動が見られていましたが、8月頃から停滞しています。

十勝岳周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

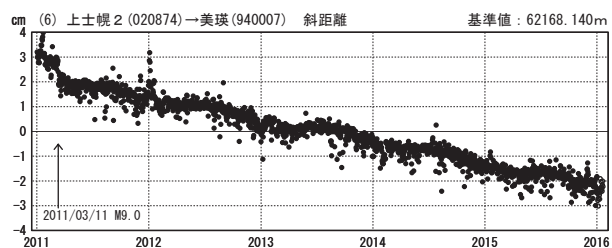
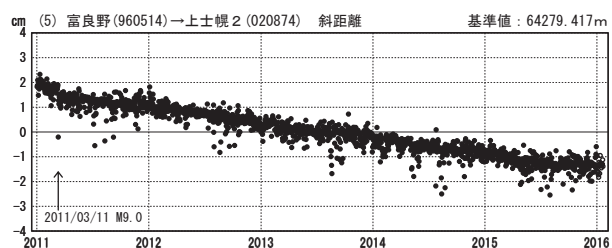
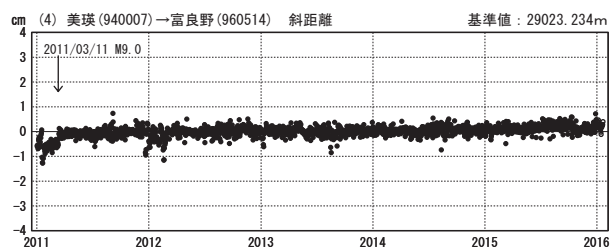
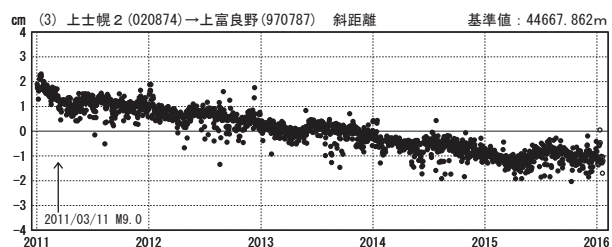
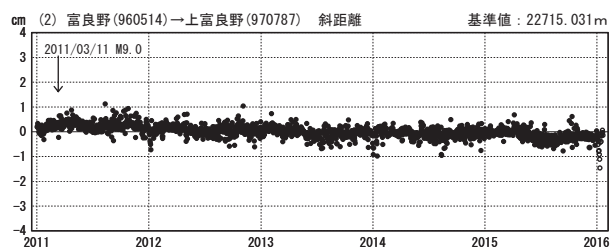
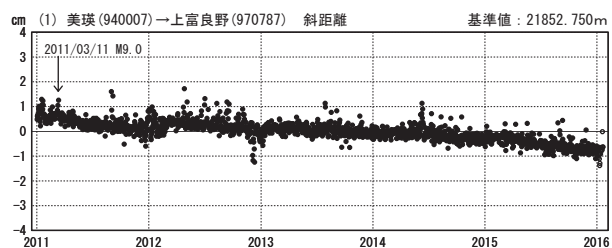


十勝岳周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
940007	美瑛	20120912	アンテナ・受信機交換
960514	富良野	20120112	アンテナ・受信機交換
970787	上富良野	20120112	アンテナ・受信機交換
020874	上士幌2	20121112	アンテナ・受信機交換

基線変化グラフ

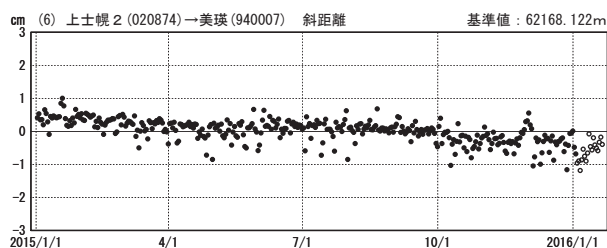
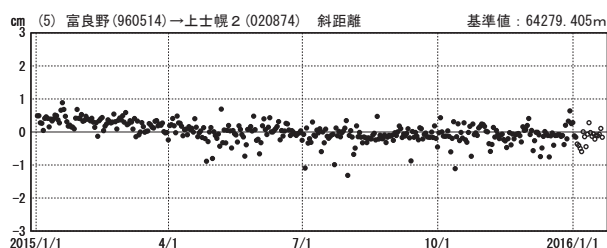
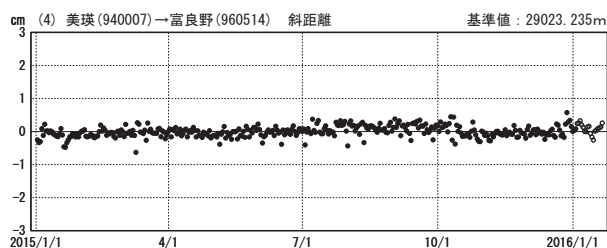
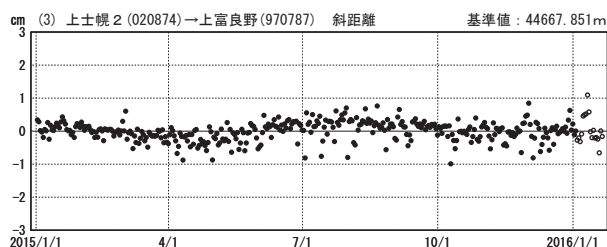
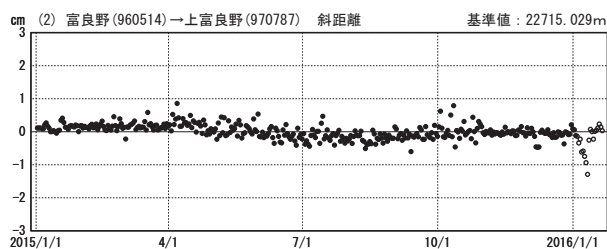
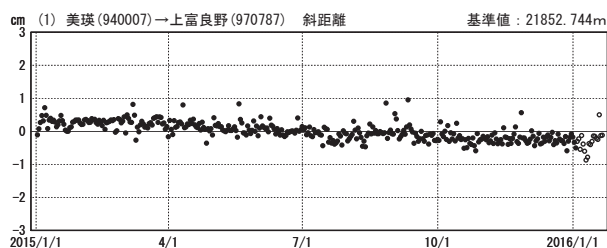
期間：2011/01/01～2016/01/20 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2015/01/01～2016/01/20 JST

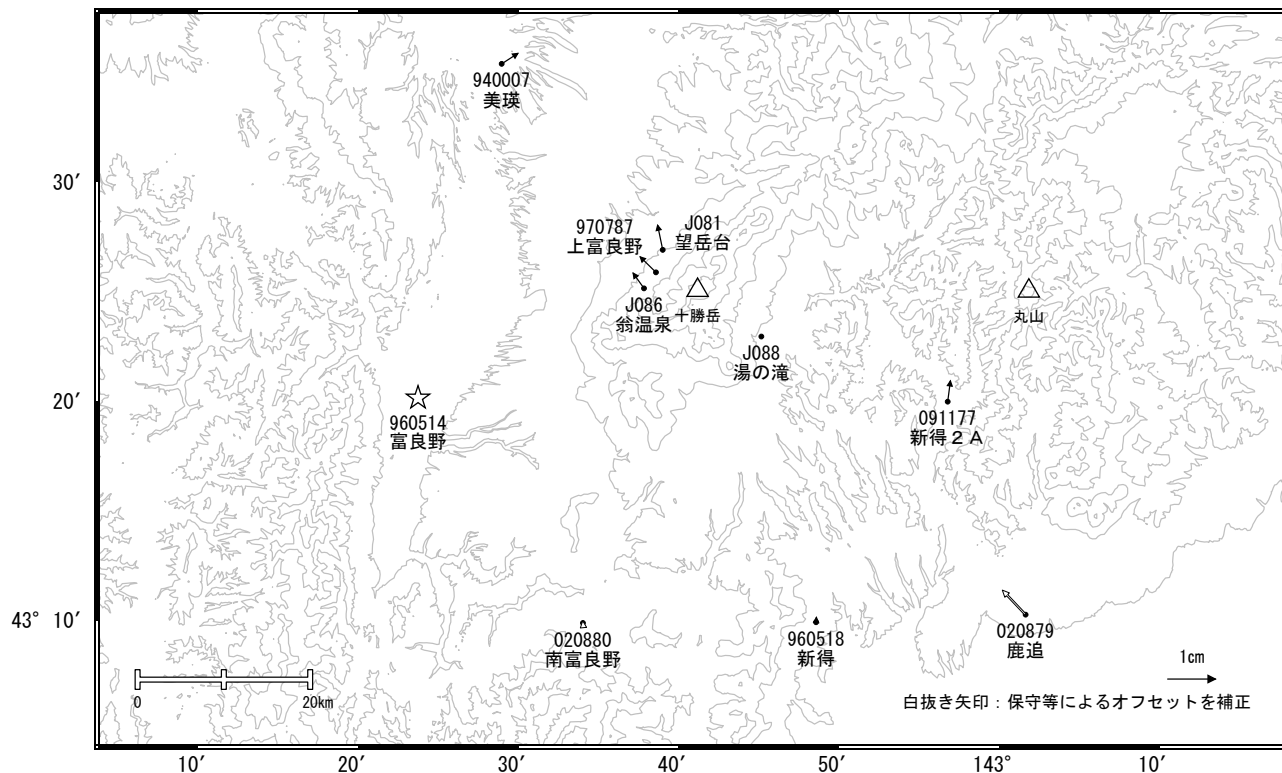


※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

十勝岳

十勝岳周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2014/12/24~2015/01/02[F3:最終解]
比較期間:2015/12/24~2016/01/02[F3:最終解]



☆ 固定局:富良野(960514)

※[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

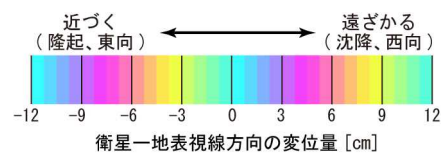
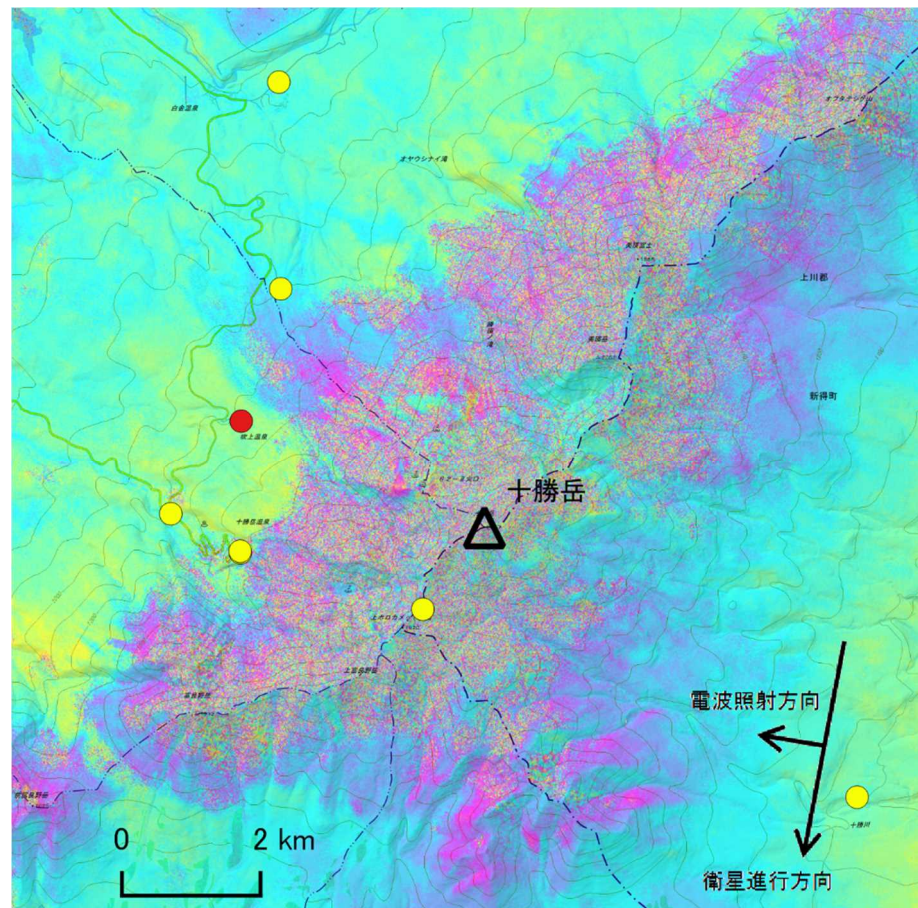
十勝岳

十勝岳の SAR 干渉解析結果について

	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2014/10/04 2015/10/17 11:33 頃 (378 日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右
観測モード*	U-U
入射角(中心)	43.0°
偏波	HH
垂直基線長	- 257m
使用 DEM	GSI10m DEMJapan (飛田, 2009)

*U: 高分解能(3m)モード

(a) 2014/10/04-2015/10/17



● 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

判読) 十勝岳山頂周辺では干渉不良となっている。ノイズレベルを超える変動は見られない。

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

十勝岳

蔵 王 山

(2016 年 1 月 22 日現在)

火山性微動が2015年11月以降、月に1～3回発生した。火山性地震は少ない状態で経過した。

2013年以降、火山性地震の増加や火山性微動の発生が観測されており、2014年10月頃から2015年7月頃にかけてわずかな膨張を示す地殻変動が観測されるなど、長期的にみると火山活動はやや高まった状態にあるので、今後の火山活動の推移に注意が必要。

平成27年6月16日に噴火予報（活火山であることに留意）を発表した。その後、予報事項に変更はない。

○概況（2015 年 10 月～2016 年 1 月 22 日）

・噴気等の表面現象の状況（第1～8図、第9図-①）

2015年11月13日に行った現地調査では、振子沢の地熱¹⁾や温泉湧出の状況は、前回（2015年9月30日）と比較して特段の変化はみられなかった。2015年12月2日に山形県警察の協力により実施した上空からの観測では、御釜とその周辺に噴気及び地熱域¹⁾はみられなかった。また、丸山沢噴気地熱地帯をはじめ想定火口域（馬の背カルデラ）内に異常は認められなかった。

遠刈田温泉に設置している遠望カメラによる観測では、2015年11月12日、2015年12月23日に丸山沢で100mの噴気を確認した。遠刈田温泉及び上山金谷に設置している遠望カメラ並びに刈田岳に設置している火口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。

・地震活動（第9図-②～⑥、第10～12図、第14図）

火山性微動が7回発生した。2015年11月30日に発生した火山性微動は、坊平観測点（山頂の南西約5km）で継続時間が約14分と、2013年1月以降発生している微動の中では比較的長いものであった。この微動の最大振幅（上下成分）は $3.2\mu\text{m/s}$ と、これまでに発生した微動と同程度のものであった。

火山性地震は少ない状態で経過した。

2015年1月以降発生した火山性地震及び火山性微動の長周期成分のエネルギーは小さなものであったが、2015年11月以降若干の高まりがみられた。

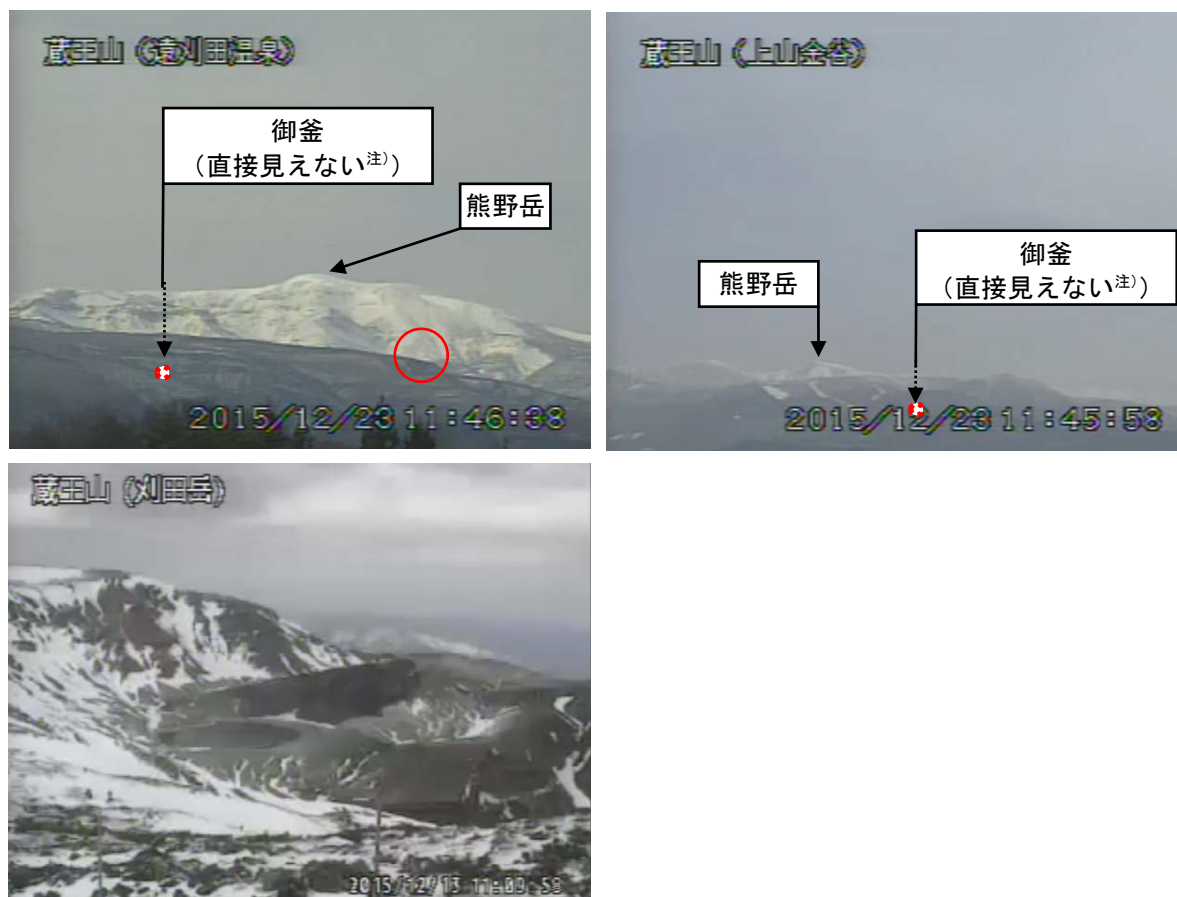
2013年以降、山体浅部の火山性地震と御釜の東から南東数km、深さ20～40km付近を震源とする深部低周波地震がやや多い状態で経過している。

1) 赤外熱映像装置による。

・地殻変動（第 13～16 図）

期間中発生した火山性微動の発生とともに、坊平観測点の傾斜計で、微動発生に先行して南東方向（山頂の南側）が上がるようなわずかな傾斜変化が観測される例が多かった。この傾斜変化は微動終了後、元に戻った。また、2014 年 8 月頃からみられていた南東上がりの傾向は、11 月頃から停滞している。

GNSS 連続観測では、一部の基線で 2014 年 10 月以降、山体のわずかな膨張を示す変化がみられていたが、2015 年 6 月頃から停滞している。

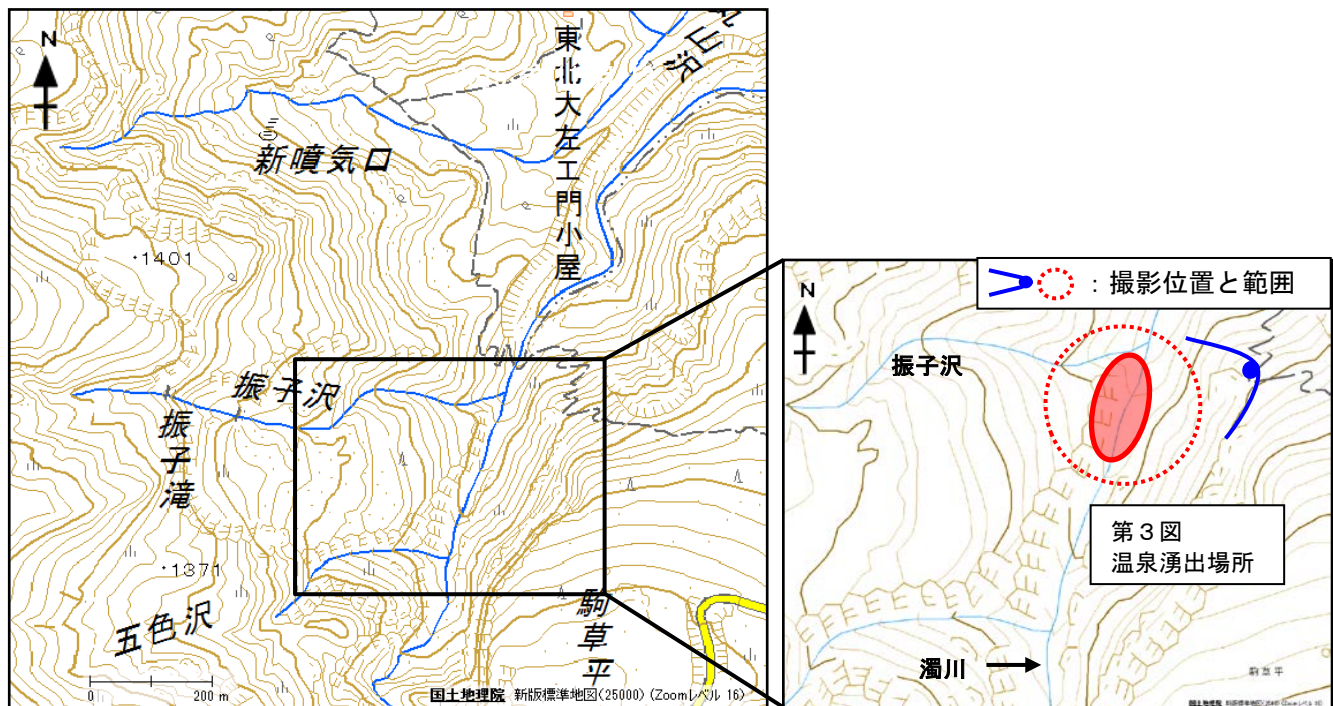
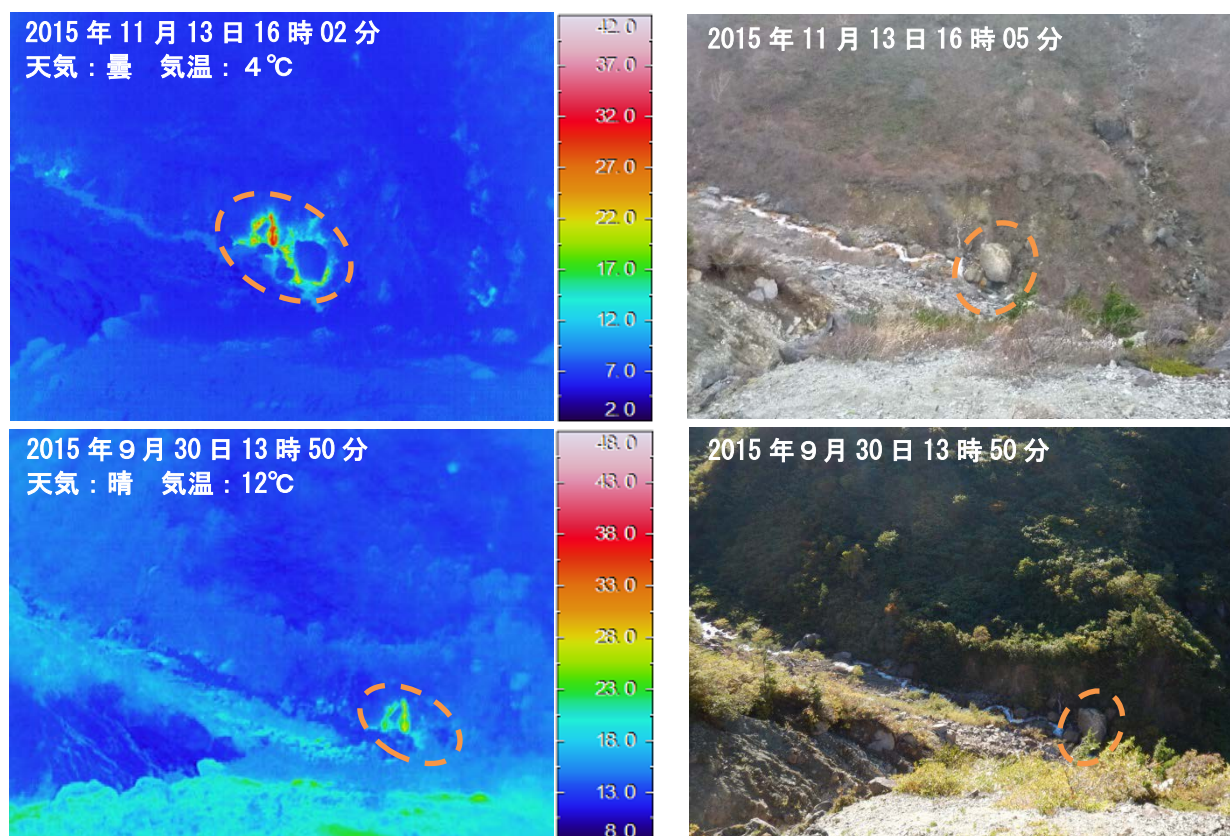


第 1 図 蔵王山 山頂部の状況

- ・左上図：遠刈田温泉遠望カメラ（山頂の東約 13km）による。
赤丸実線で囲んだ部分が丸山沢からの噴気で、高さ 100m。
- ・右上図：上山金谷遠望カメラ（山頂の西約 13km）による。
- ・左下図：刈田岳火口カメラ（山頂の南約 1 km）による。

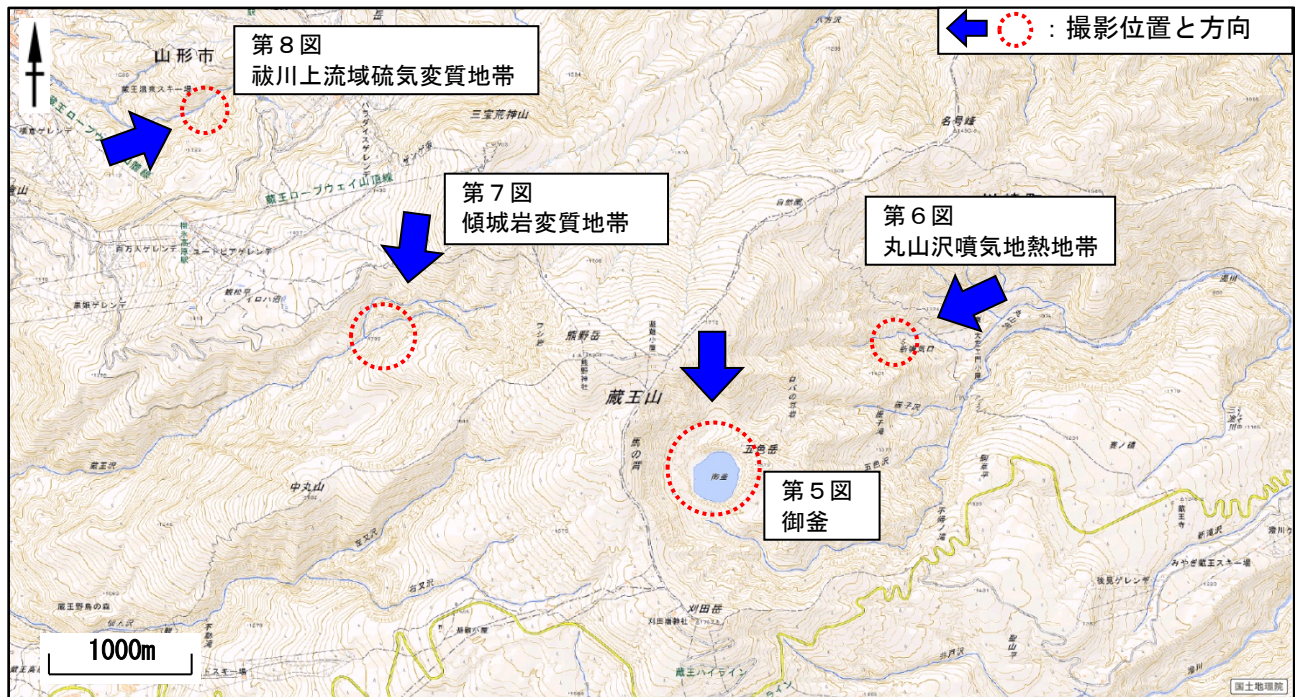
注）御釜から噴気が噴出した場合、共に高さ 200m 以上のときに観測される。

丸山沢噴気地熱地帯から噴気が噴出した場合、遠刈田温泉遠望カメラで高さ 100m 以上のときに観測される。

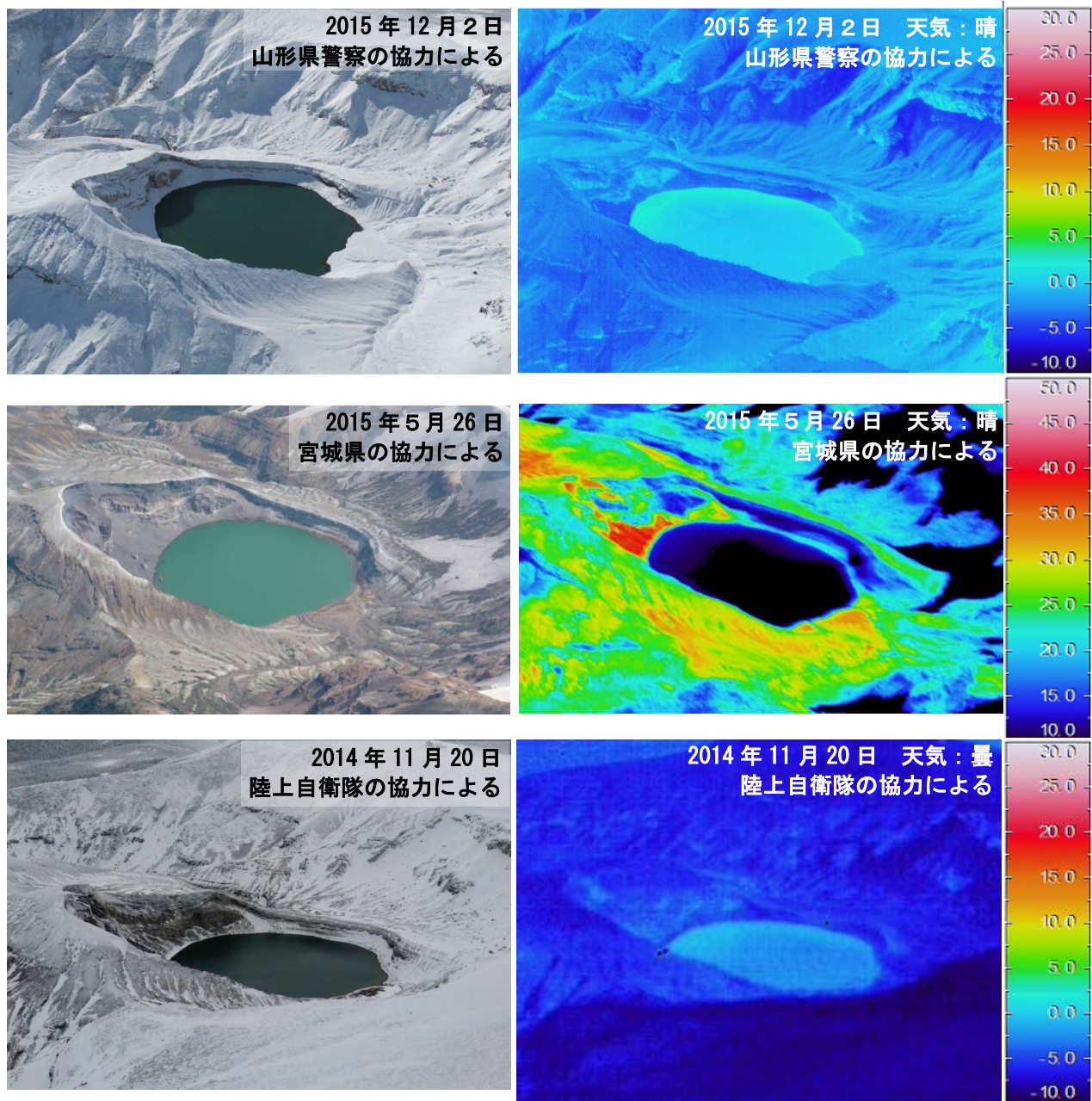
第2図 蔵王山 振子沢 地表面温度分布¹⁾ 撮影位置及び範囲

第3図 蔵王山 振子沢付近の状況と温泉湧出箇所の地表面温度分布

・前回（2015年9月30日）と比較して、温泉湧出箇所（橙破線領域内）は引き続きみられている。
 （※2015年9月30日の赤外熱映像に見られる周囲より温度の高い部分は、岩等が日射により温められたことによるものと推定される。）



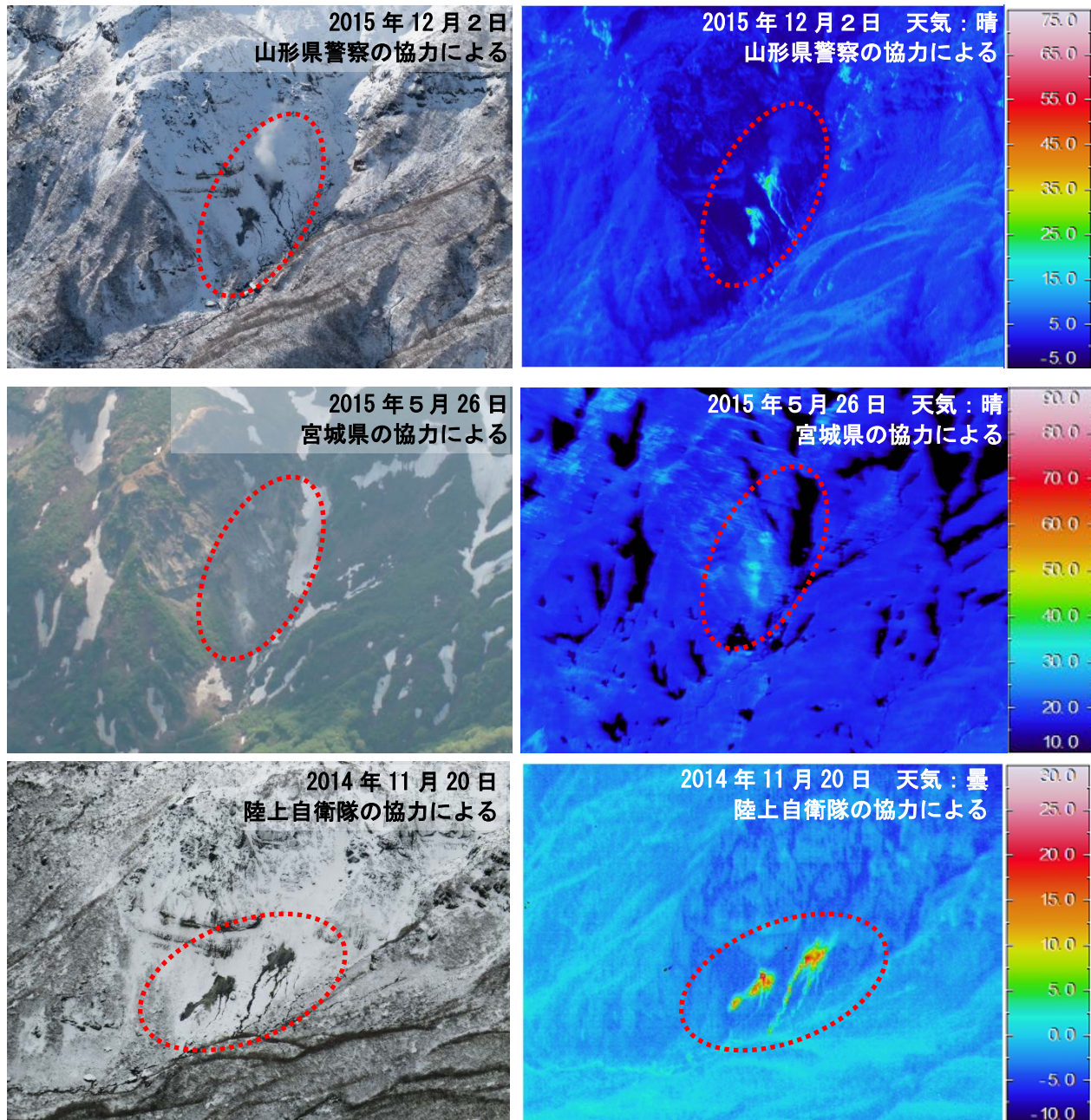
第4図 蔵王山 地表面温度分布撮影位置及び範囲



第 5 図 蔵王山 御釜の状況と地表面温度分布

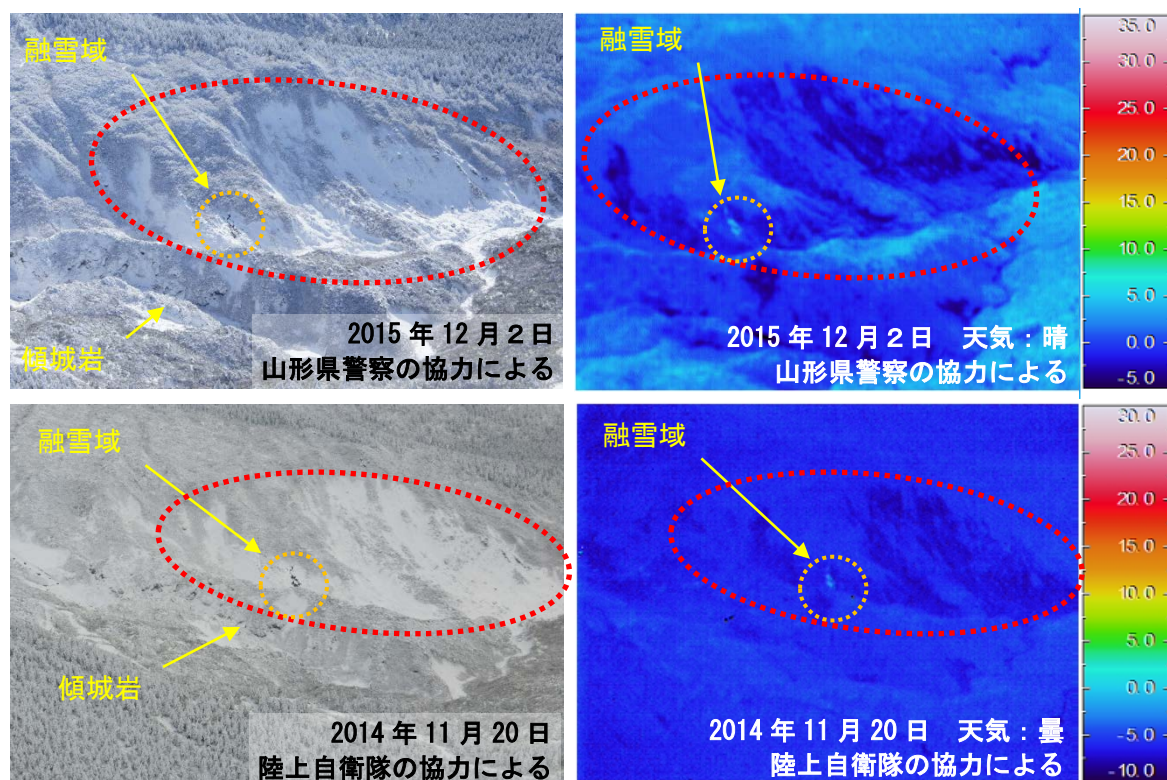
・御釜とその周辺に噴気、地熱域は認められなかった。

(※2015 年 5 月 26 日の赤外熱画像にみられる周囲より温度の高い部分は、岩等が日射により温められたことによるものと推定される。)



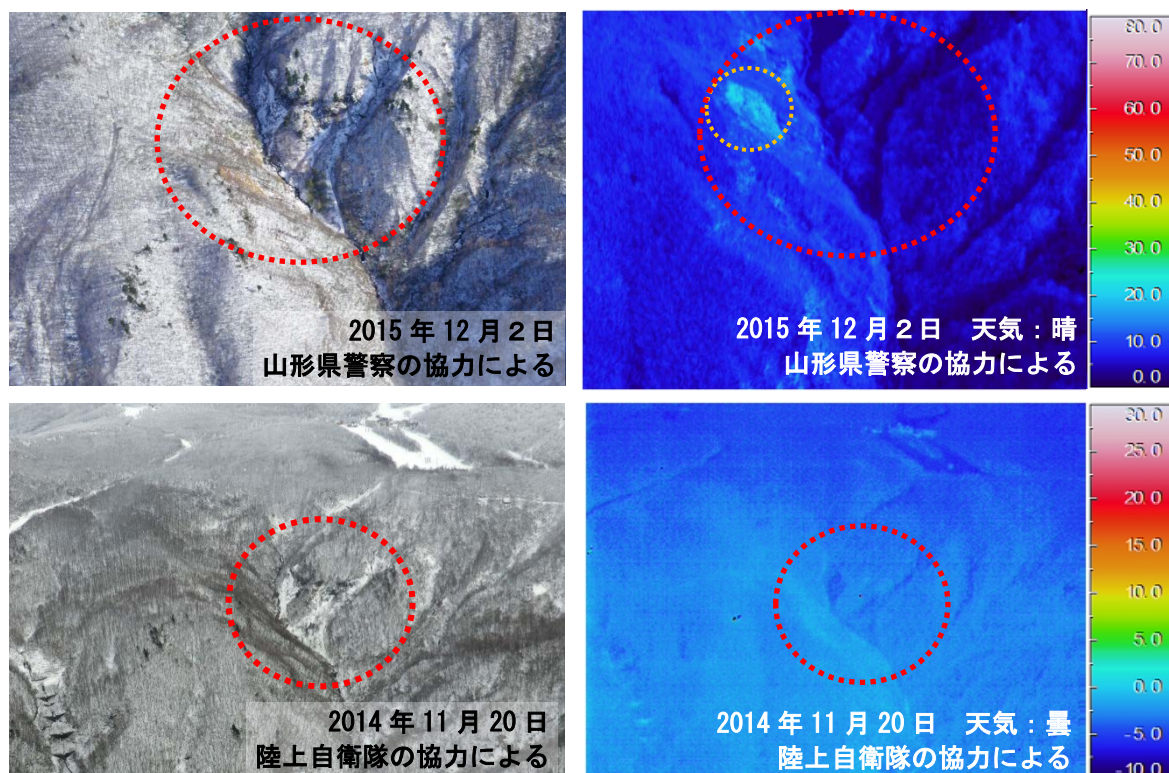
第6図 蔵王山 丸山沢噴気地熱地帯の状況と地表面温度分布

- ・噴気の高さは30m以下で、前回と比較して変化は認められない。
- ・丸山沢噴気地熱域（赤破線内）の拡大などの変化は認められない。



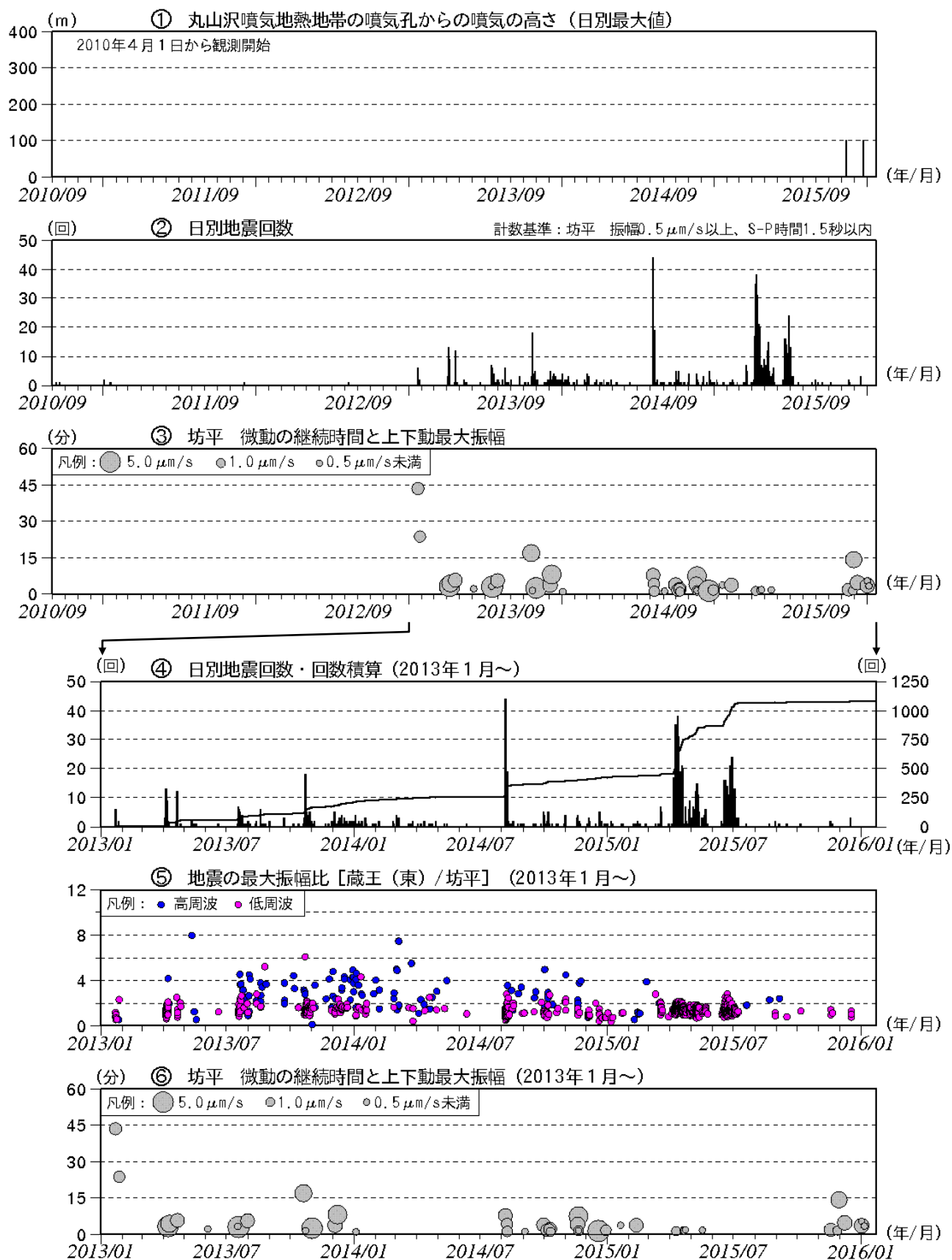
第 7 図 蔵王山 北から撮影した傾城岩変質地帯の状況と地表面温度分布

- ・前回（2014 年 11 月 20 日）と同様、噴気及び地熱域は認められなかった。
- ・また、前回と同様に変質地帯からやや上流部の狭い範囲で融雪域がみられた。
- ・赤丸破線で囲んだ部分が変質地帯を示す。
- ・橙丸破線で囲んだ部分が融雪域を示す。



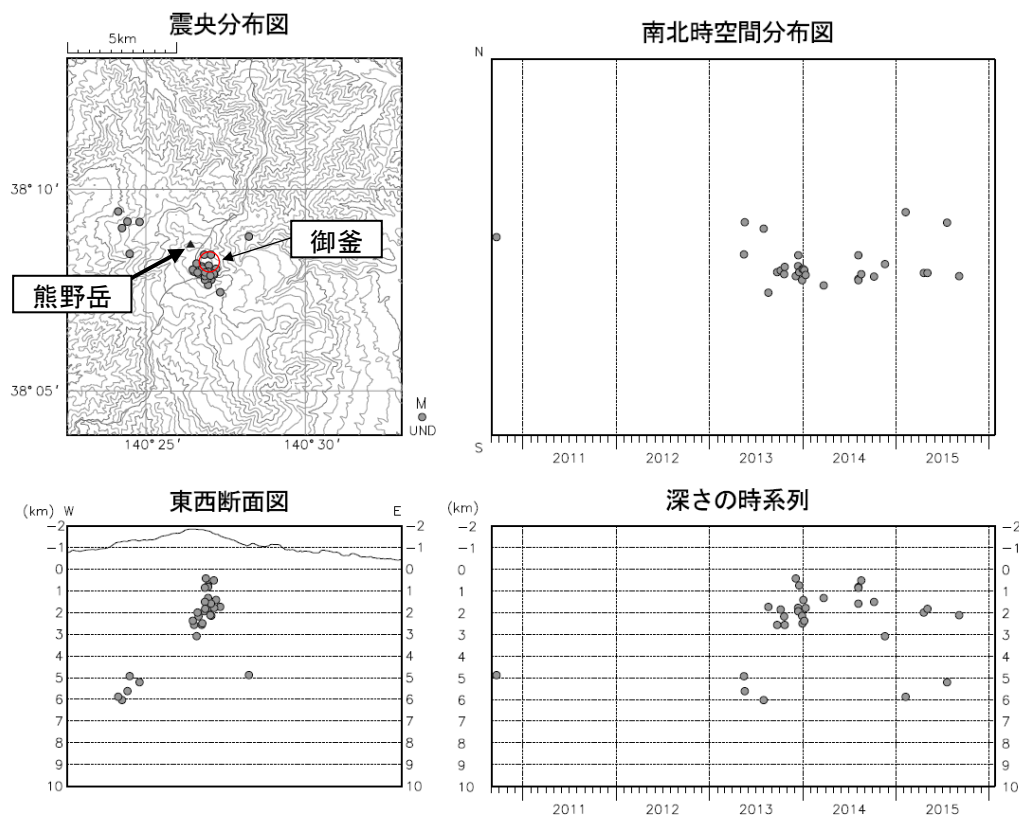
第 8 図 蔵王山 南西から撮影した祓川硫気変質地帯の状況と地表面温度分布

- ・前回（2014 年 11 月 20 日）と同様、噴気及び地熱域は認められなかった。
- ※今回の赤外熱画像にみられる周囲より温度の高い部分（橙丸破線部分）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。



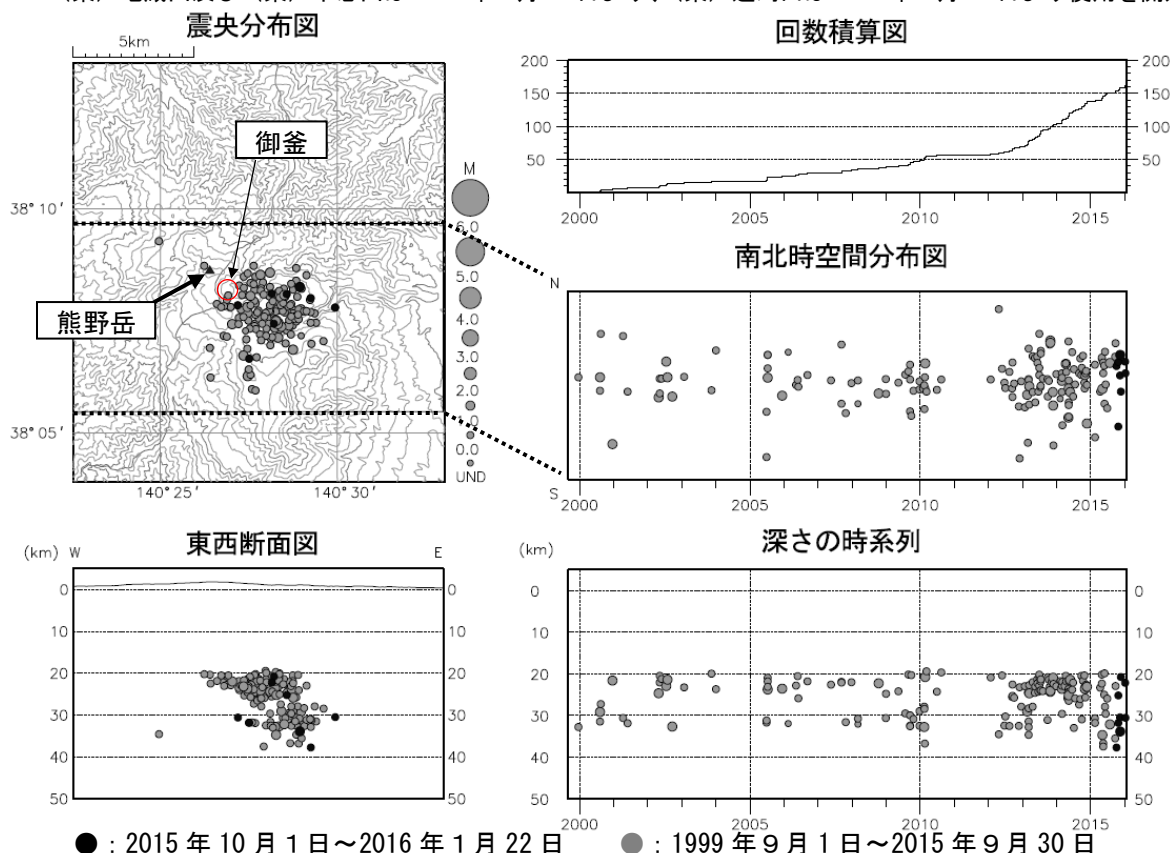
第9図 蔵王山 火山活動経過図（2010年9月～2016年1月22日）

- ・2010年9月1日から観測開始。
- ・今期間、火山性微動が7回発生した。
- ・火山性地震は少ない状態で経過した。

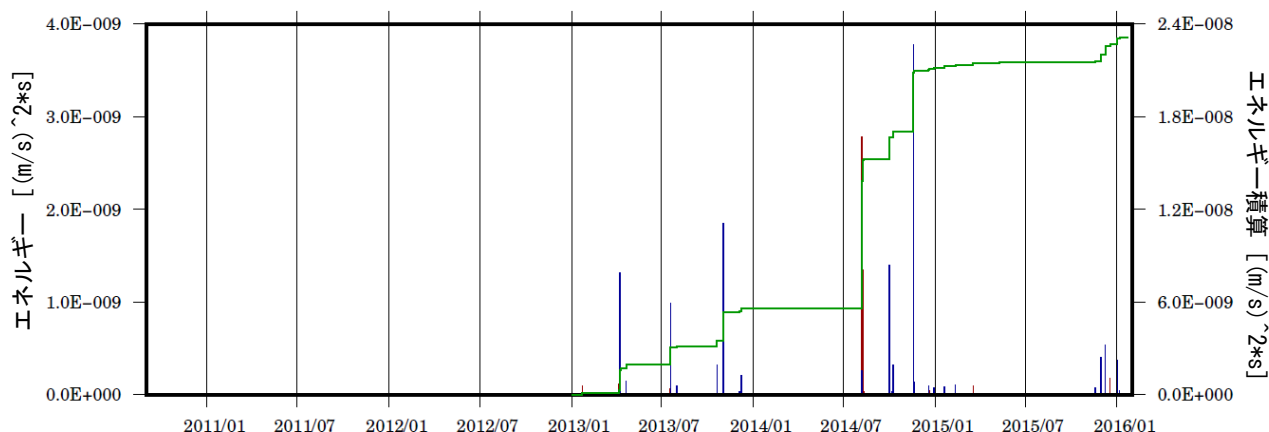


● : 2015 年 10 月 1 日～2016 年 1 月 22 日 (今期間なし) ● : 2010 年 9 月 1 日～2015 年 9 月 30 日
 第 10 図 蔵王山 地震活動 (2010 年 9 月～2016 年 1 月 22 日)

- ・表示条件: 相数 7 数以上、深さフリーで決まった地震 ・速度構造: 成層構造を使用
- ・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。
- ・(東) 地蔵山及び (東) 不忘山は 2013 年 8 月 27 日より、(東) 遠刈田は 2014 年 9 月 22 日より使用を開始した。

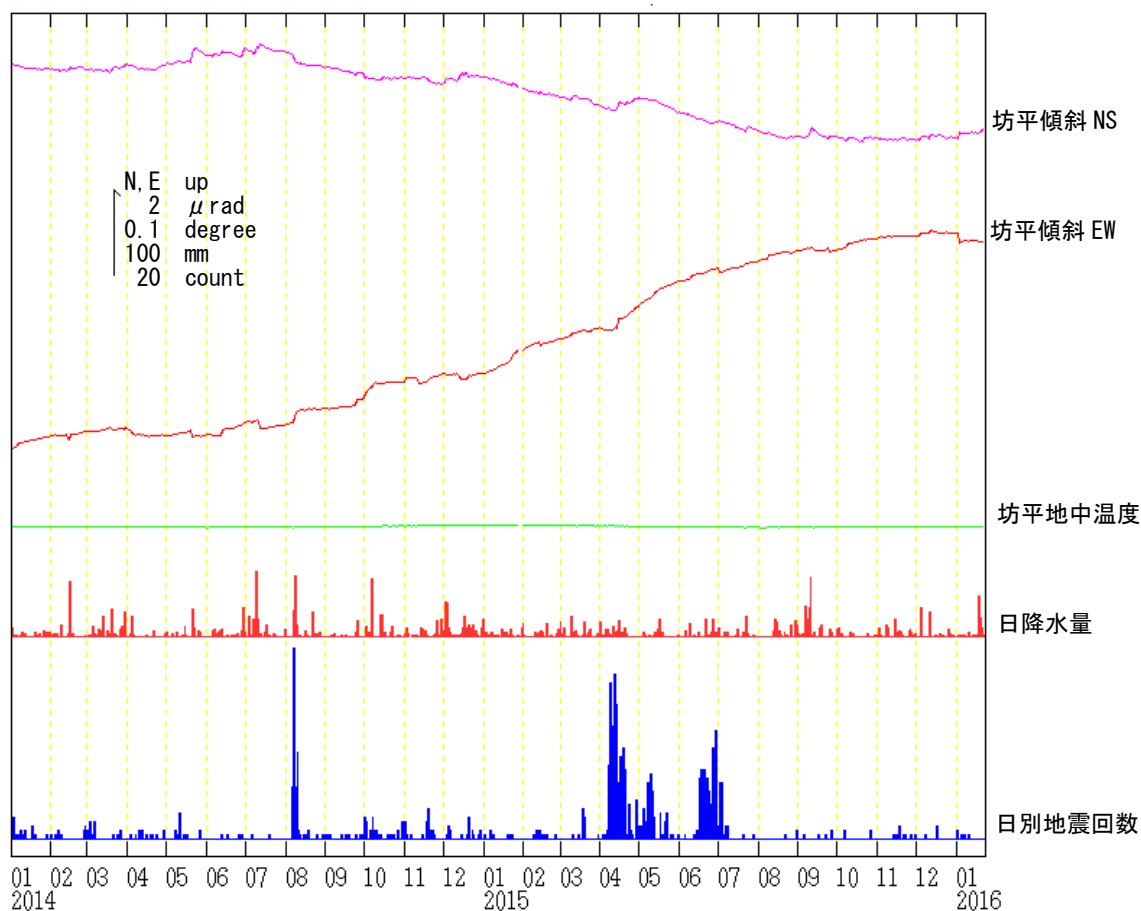


● : 2015 年 10 月 1 日～2016 年 1 月 22 日 ● : 1999 年 9 月 1 日～2015 年 9 月 30 日
 第 11 図 蔵王山 一元化震源による深部低周波地震活動 (1999 年 9 月～2016 年 1 月 22 日)
 注) 2001 年 10 月以降、検知能力が向上している。
 ・図中の一部の震源要素は暫定値で、後日変更することがある。
 ・この地図の作成には国土地理院発行の「数値地図 50m メッシュ (標高)」を使用した。
 ・2013 年頃から、深さ 20～40km 付近の深部低周波地震がやや増加している。



第 12 図 蔵王山 坊平観測点（上下成分）における火山性地震（BL 型）及び火山性微動のエネルギーとその積算（2010 年 9 月～2016 年 1 月 22 日）

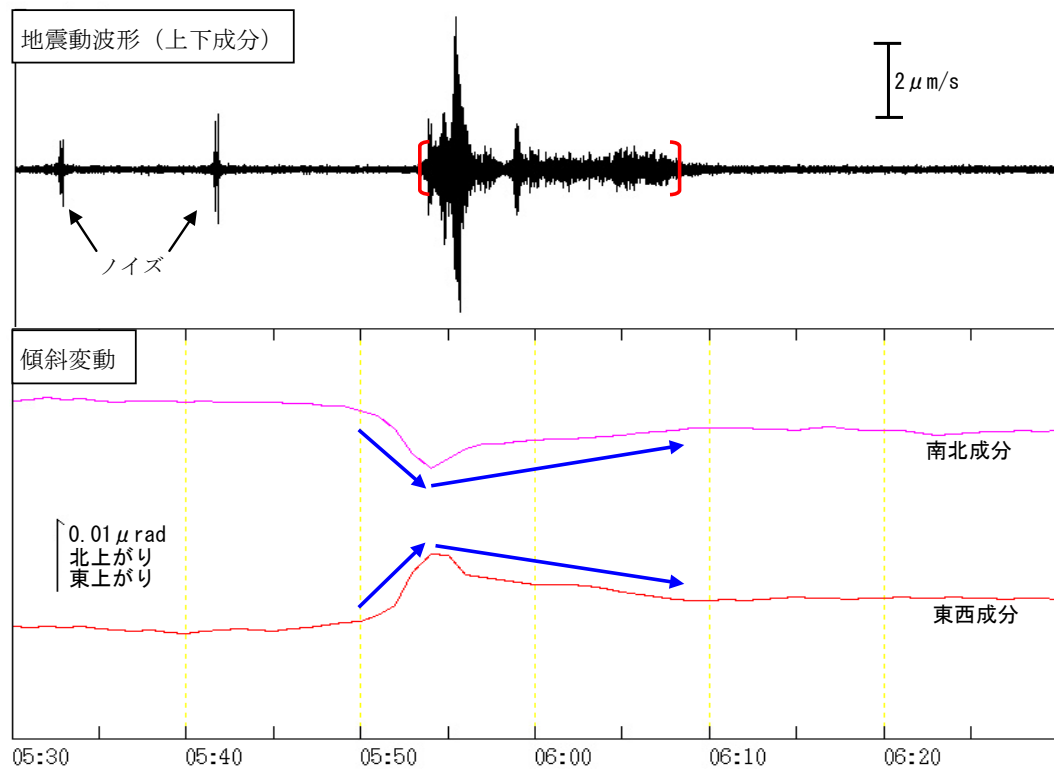
- ・坊平短周期地震計を 30 秒計相当の地震計に変換した後、BPF0.05-0.50Hz をかけ、振幅二乗積算値を計算した。2015 年 1 月 19 日の微動のみ坊平観測点の広帯域地震計を使用した。
- ・波形の立ち上がり前 50 秒間のタイムウィンドウでノイズレベルを計算しノイズ分除去した。負の値となった場合、エネルギーは 0 とした。また、正の値となった場合でも、BL 波形部分に長周期波形を描いていない場合のエネルギーも 0 とした。
- ・青棒が微動ごと、赤棒が地震ごとのエネルギー（左軸）、緑線が積算エネルギー（右軸）を示す。
- ・2015 年以降、長周期成分のエネルギーは小さかったが、2015 年 11 月以降若干の高まりがみられた。



第 13 図 蔵王山 坊平観測点における傾斜変動

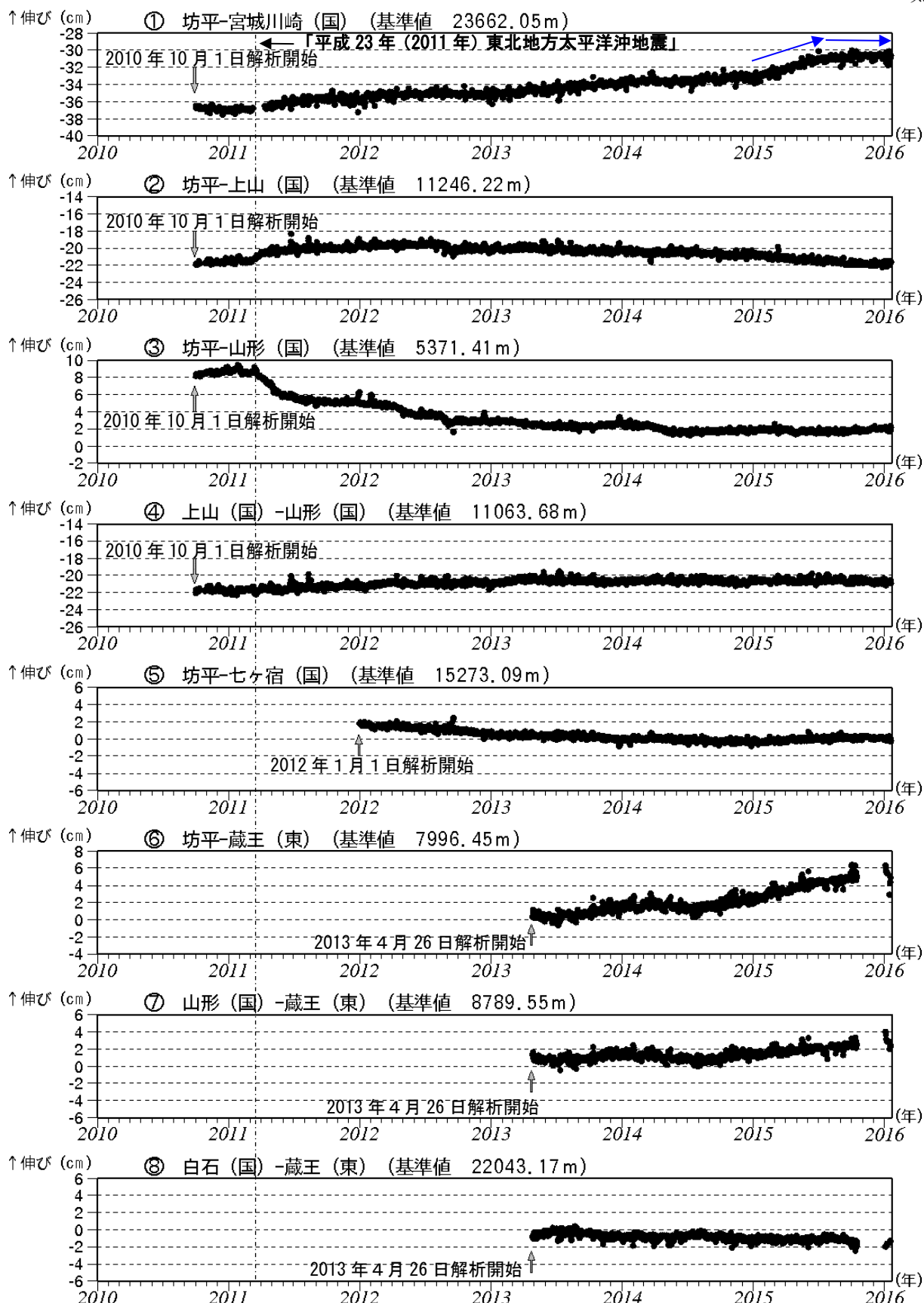
（2013 年 9 月 1 日～2016 年 1 月 22 日、時間値、潮汐補正済み）

- ・2014 年 8 月頃からみられていた南東上りの傾向は、2015 年 11 月頃から停滞している。
- ・日別降水量は山形地方気象台の値を示す。



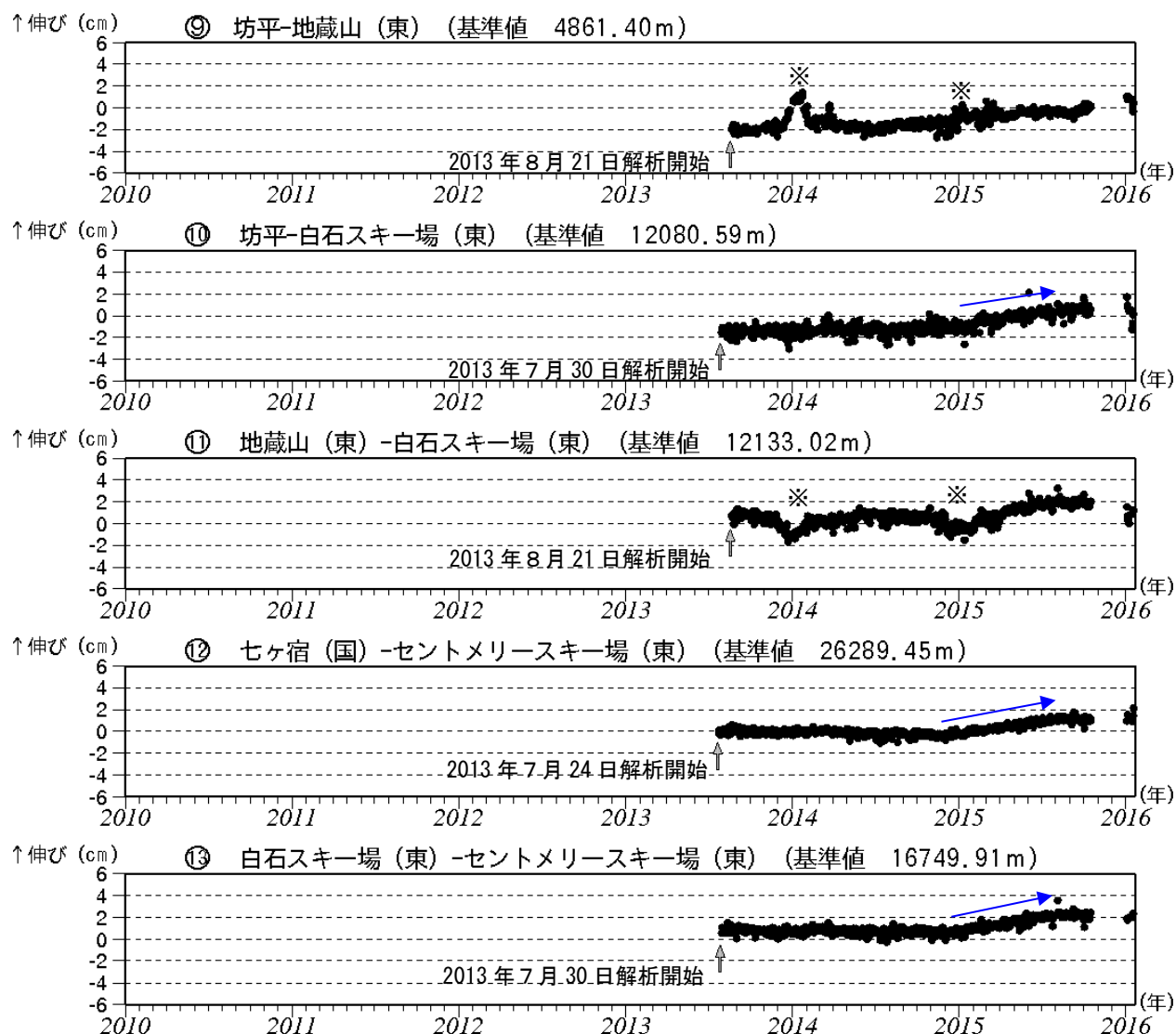
第 14 図 蔵王山 坊平観測点での火山性微動波形及び傾斜変動
(2015 年 11 月 30 日 05 時 30 分～06 時 30 分)

- ・ 上段：地震波形（坊平、上下成分、速度波形、固有周期 1 秒）
- ・ 下段：傾斜変動（坊平、分値、潮汐補正あり）
- ・ は火山性微動発生期間、→ は傾斜計の変化方向を示す。
- ・ 火山性微動に先行してわずかな南東方向（山頂の南側）上がりが強まり、発生直後に南東下がりの変化があった。



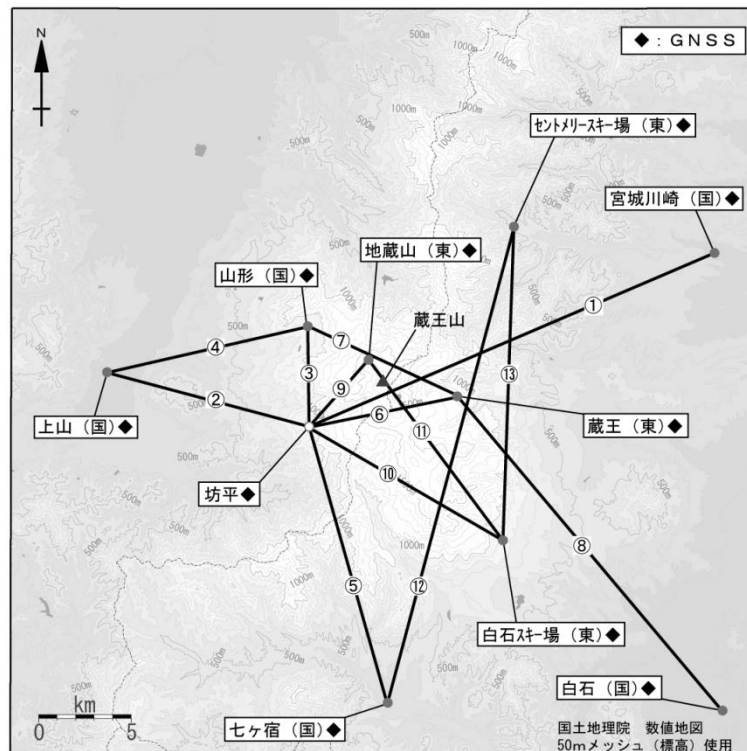
第15-1図 蔵王山 GNSS基線長変化図 (2010年10月～2016年1月22日)

- ・2011年3月11日以降の変動は、東北地方太平洋沖地震による影響であり、火山活動によるものではないと考えられる。
- ・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16図のGNSS基線①～⑧に対応。(国)：国土地理院、(東)：東北大学
- ・グラフの空白部分は欠測。各基線の基準値は補正等により変更する場合がある。
- ・一部の基線で2014年10月以降わずかな膨張を示す変化がみられていたが(青矢印)、2015年6月頃から停滞している。



第 15-2 図 蔵王山 GNSS 基線長変化図 (2010 年 10 月～2016 年 1 月 22 日)

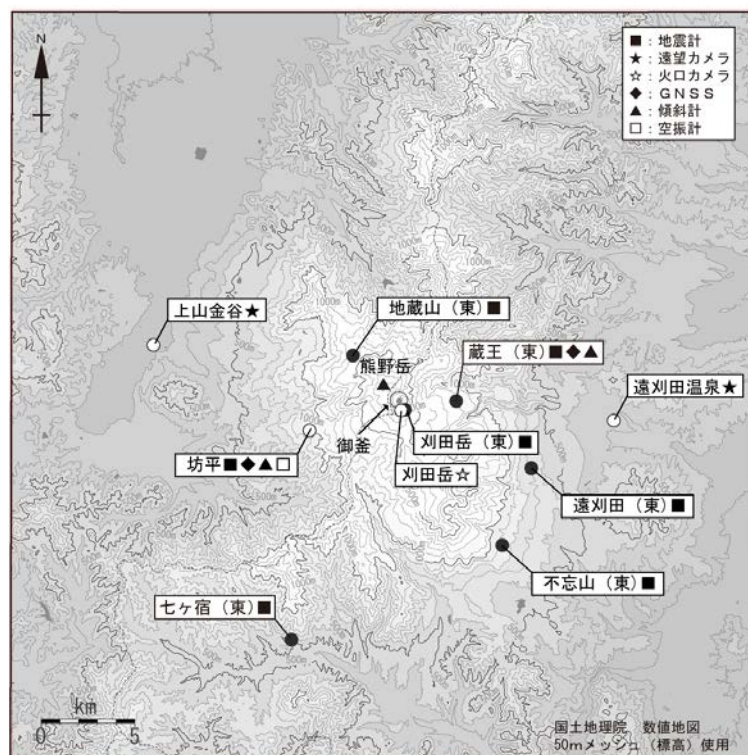
- ・解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。
 - ・⑨～⑬は第 16 図の GNSS 基線⑨～⑬に対応。(国)：国土地理院、(東)：東北大学
 - ・グラフの空白部分は欠測。
 - ・各基線の基準値は補正等により変更する場合がある。
 - ・一部の基線で 2014 年 10 月以降わずかな膨張を示す変化がみられていたが (青矢印)、2015 年 6 月頃から停滞している。
- ※は、アンテナへの着雪による変化と考えられる。



第 16 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 14 図の①～⑬に対応。

(国) : 国土地理院 (東) : 東北大学



第 17 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

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. 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
124-750	北行	右	2014. 10. 21	2015. 08. 25	図 1
24-2810	南行	左	2015. 08. 29	2015. 09. 12	図 2
18-2850	南行	右	2015. 07. 30	2015. 10. 08	図 3

2. 解析結果

山頂付近においてノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

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（通称火山 WG）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。

2014/10/21–2015/08/25
308 days

km
0 1 2

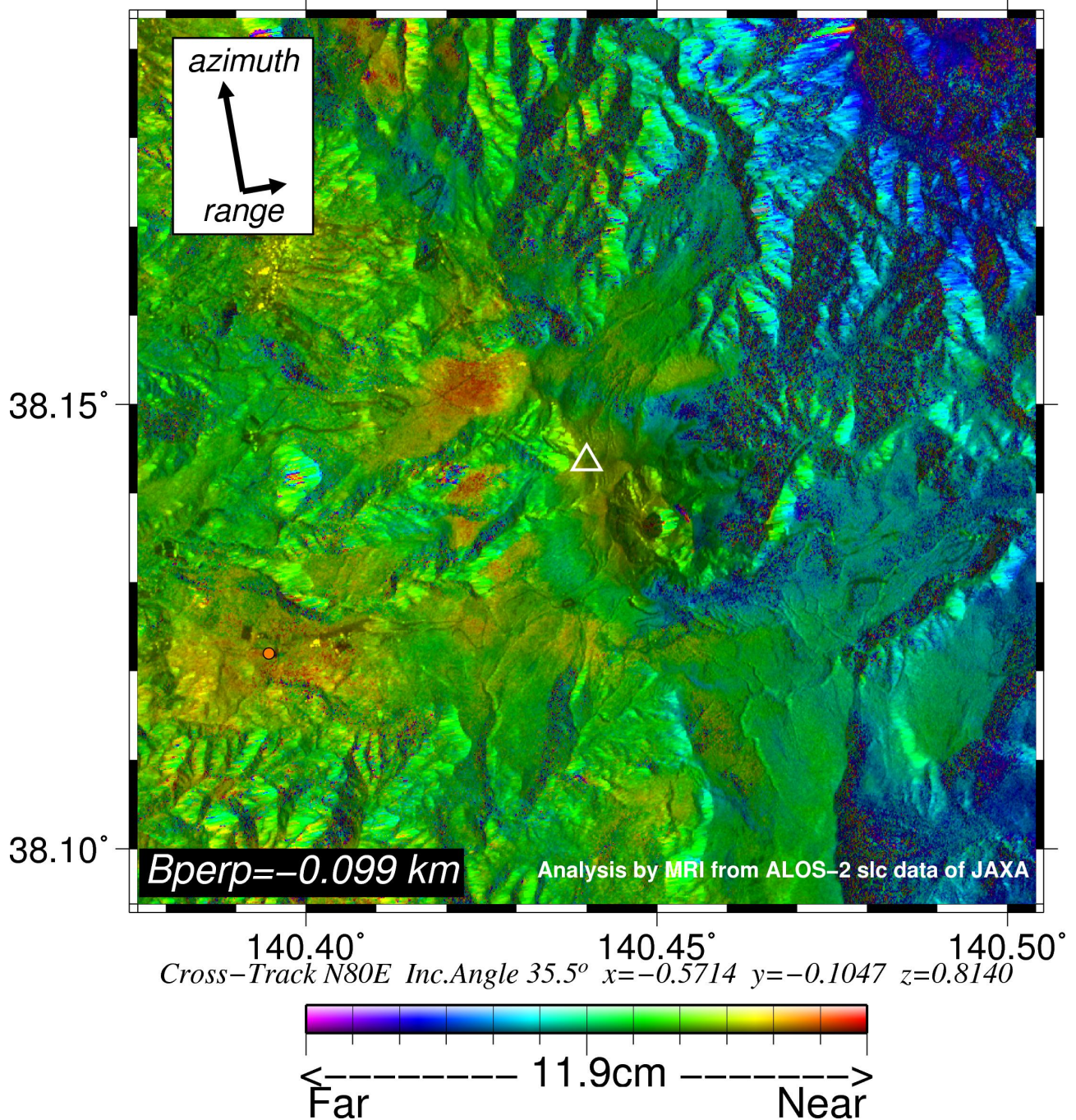


図 1 パス 124-750 の干渉解析結果

図中の丸印は GNSS 観測点（橙：気象庁）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。

2015/08/29–2015/09/12

14 days

km
0 1 2

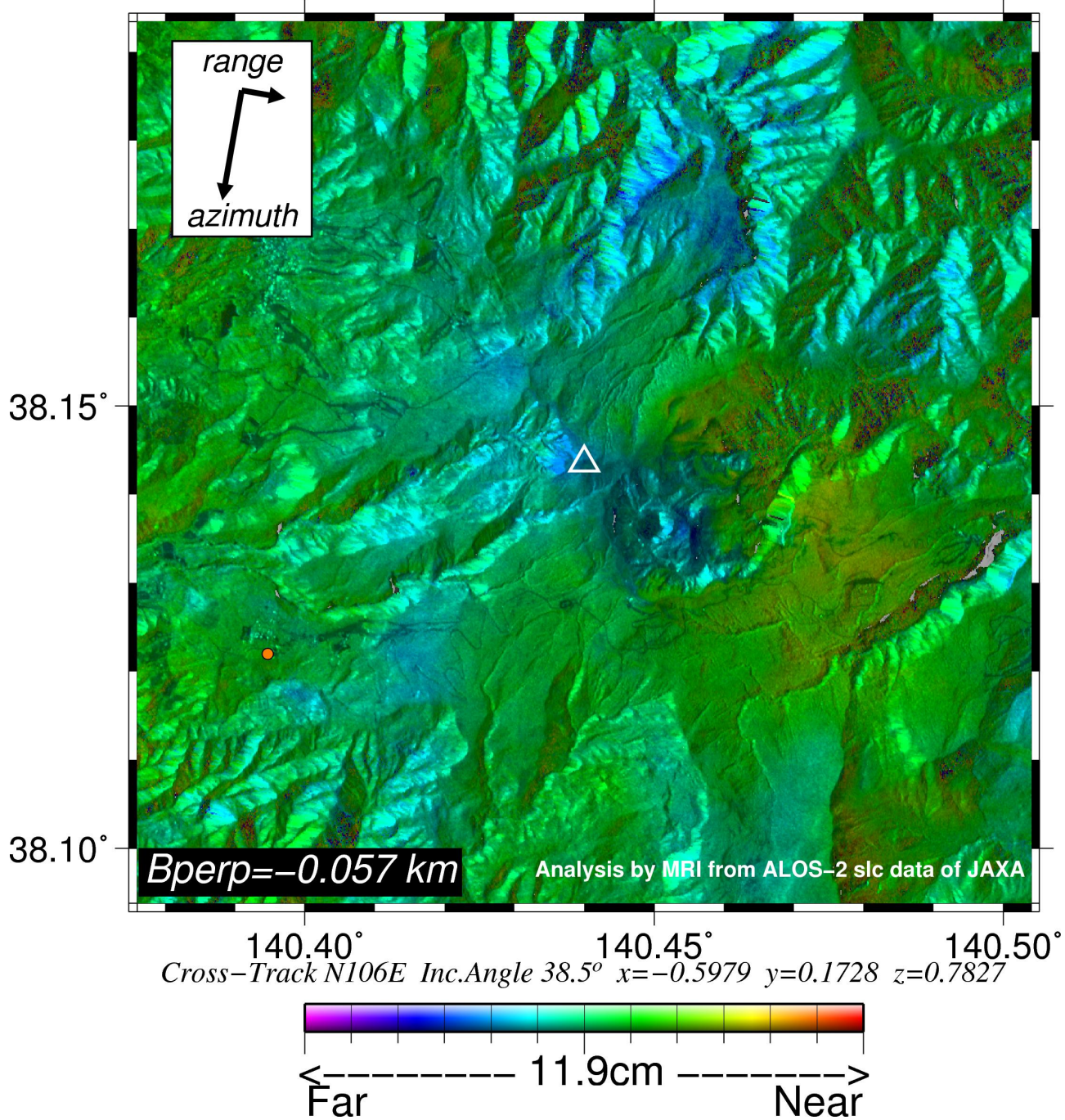


図 2 path24-2810 の干渉解析結果

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。

2015/07/30–2015/10/08

70 days

km
0 1 2

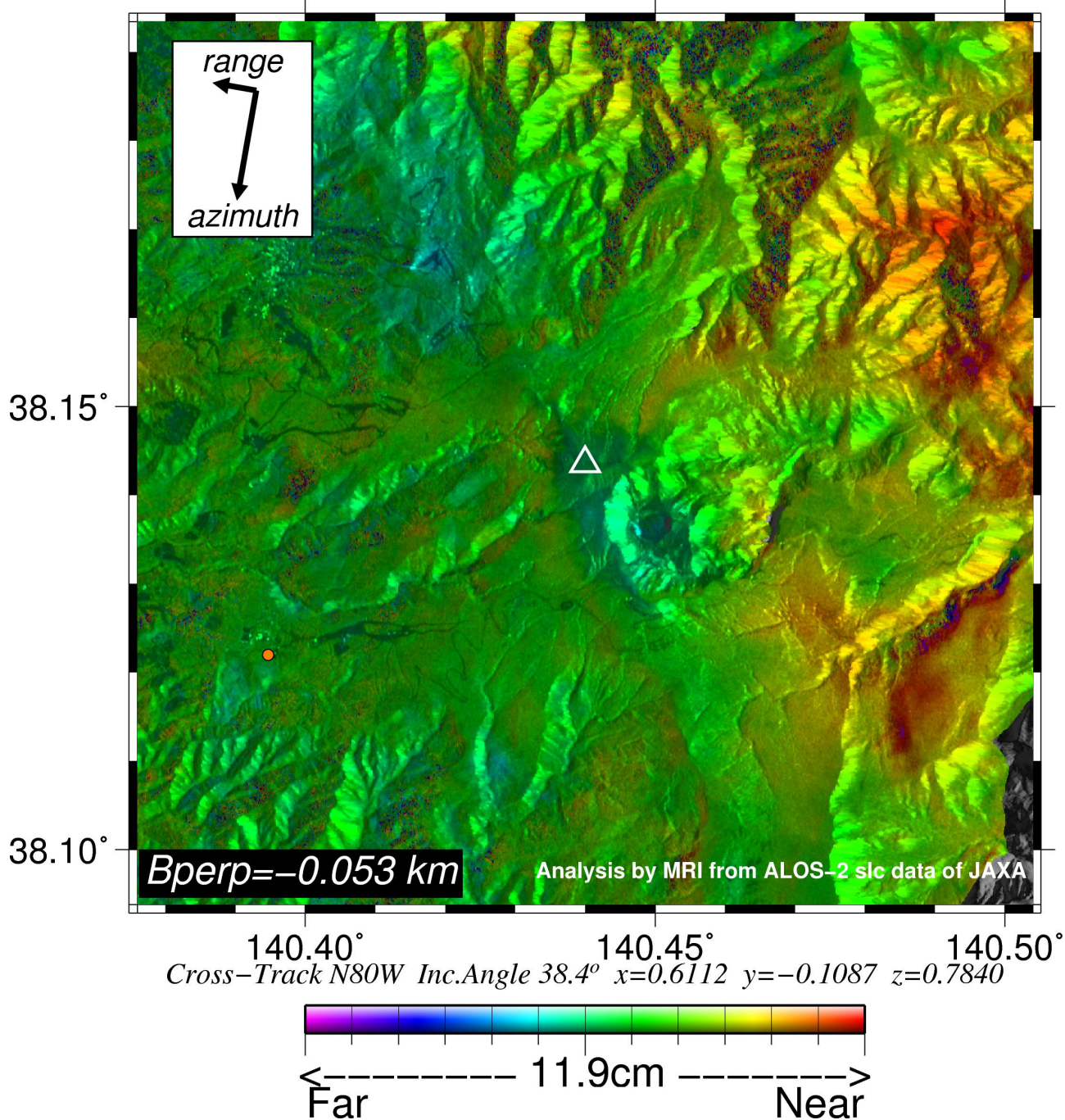


図 3 path18-2850 の干渉解析結果

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。

蔵王山の地震活動

【概要】

- ・ 蔵王山では、今期間、火山性地震は少ない状態で推移した。発生した火山性地震は、低周波成分が卓越したB型地震が主たるものである。
- ・ 今期間も、超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。

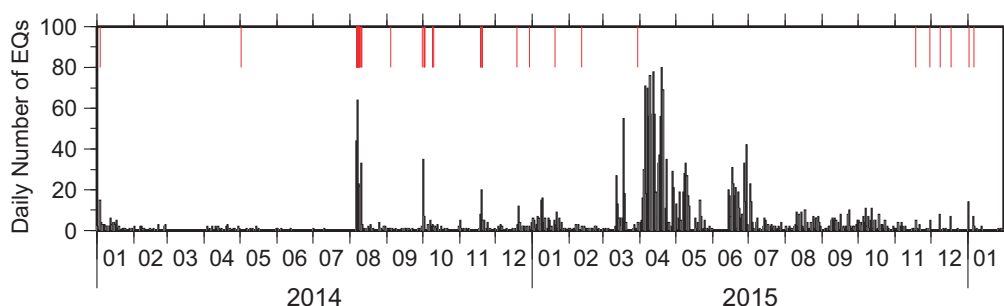


図1. 蔵王山における火山性地震の日別発生数の推移. 蔵王観測点 (TU.ZAS) において頂点間振幅が $0.8\mu\text{m/s}$ 以上のものを計数. 縦赤線は長周期地震の発生時.

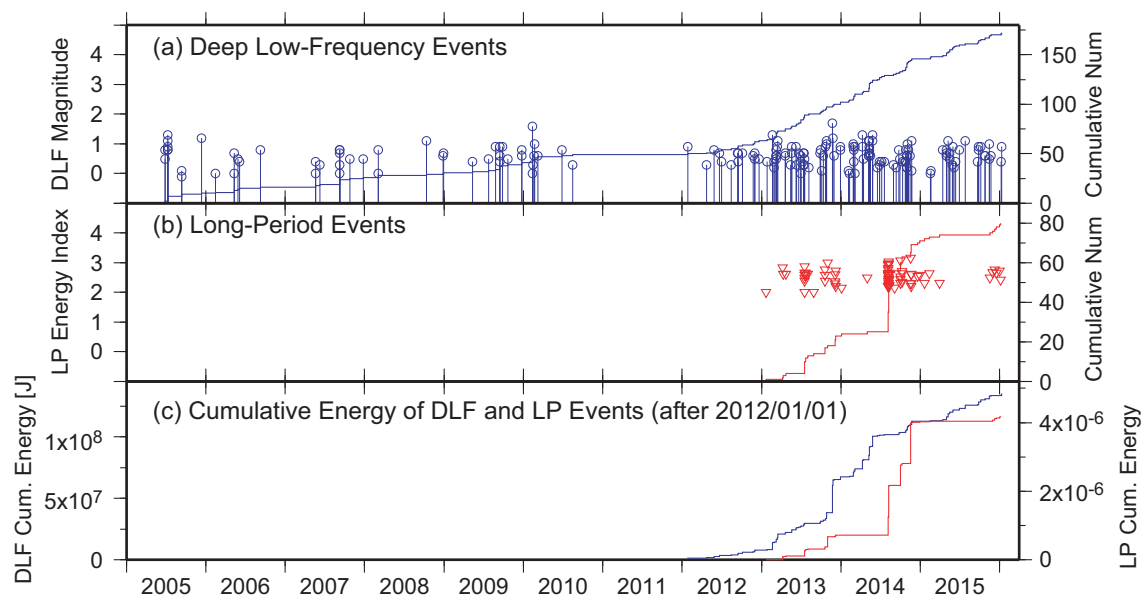
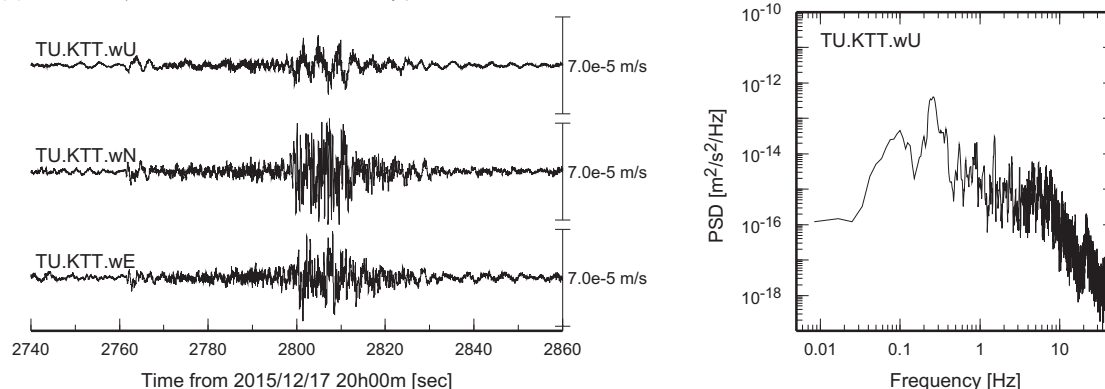


図2. (a) 蔵王山直下の深部低周波地震の M-T ダイアグラムと累積発生数(一元化震源による). (b) 長周期地震の M-T ダイアグラムと累積発生数. (c) 2012 年以降の深部低周波地震(青)および長周期地震(赤)のエネルギー積算値.

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.

(a) 2015 年 12 月 17 日 20 時 46 分



(b) 2016 年 01 月 05 日 21 時 03 分

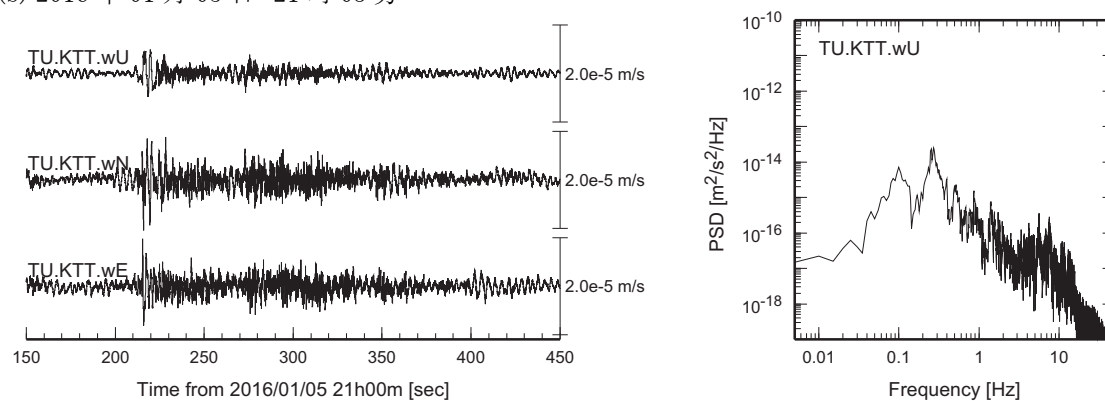


図3. 刈田岳観測点 (TU.KTT) において観測された長周期地震・火山性地震の波形と速度スペクトル密度の例. wU, wN, wE は、それぞれ地表設置の広帯域地震計の上下・南北・東西成分.

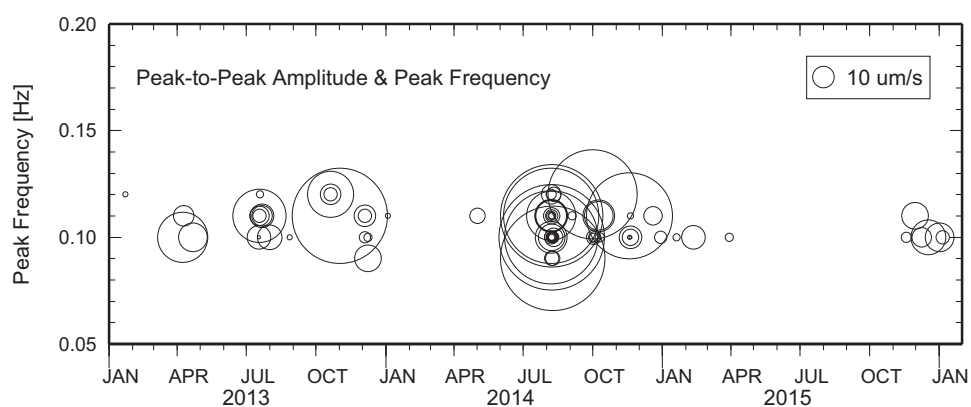


図4. 長周期地震の振幅・基底卓越周波数の時間経過. 蔵王観測点 (TU.ZAS) における上下動速度波形の頂点間振幅および基底卓越周波数.

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.

蔵王山周辺の地殻変動

【概要】

GNSS稠密観測網による2015年10月から2016年1月までの地殻変動には火山活動に関連していると考えられる変化は観測されていない。

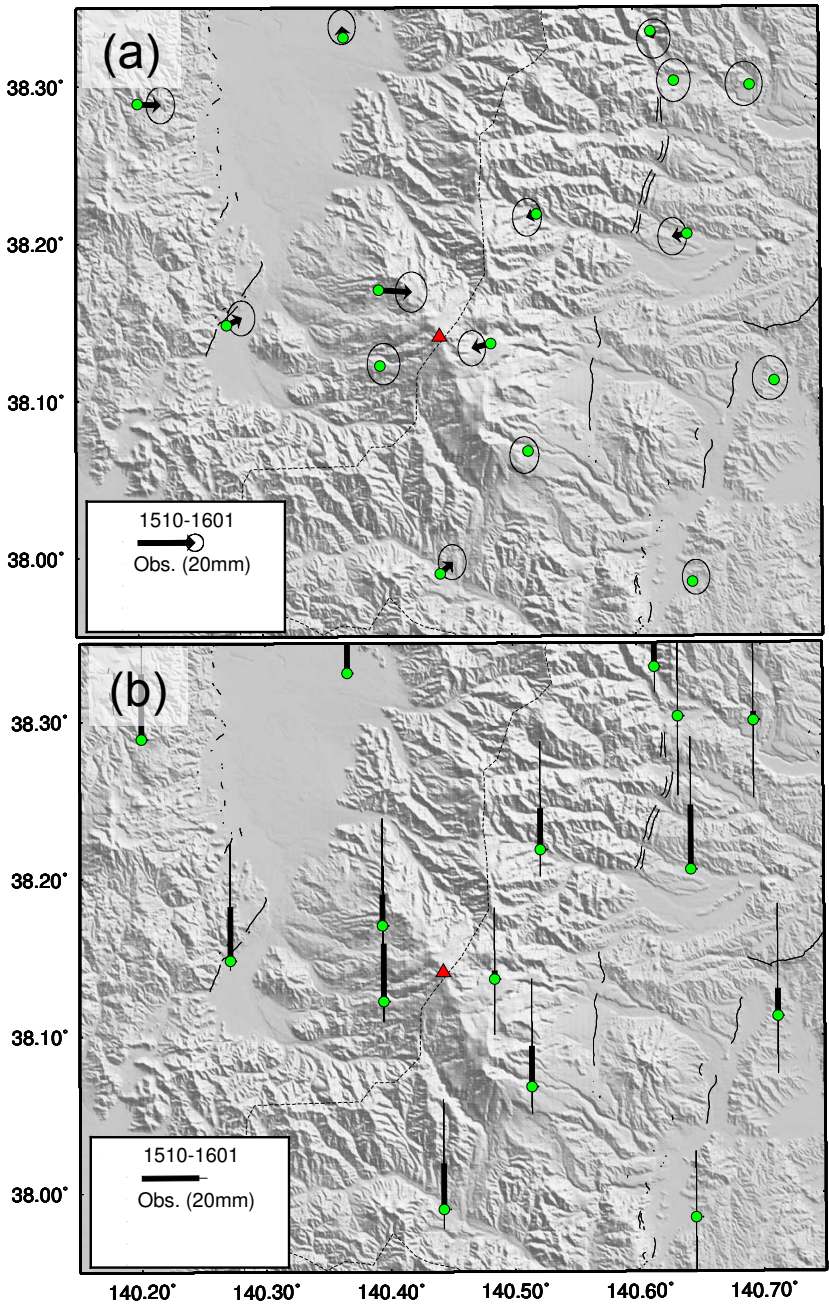
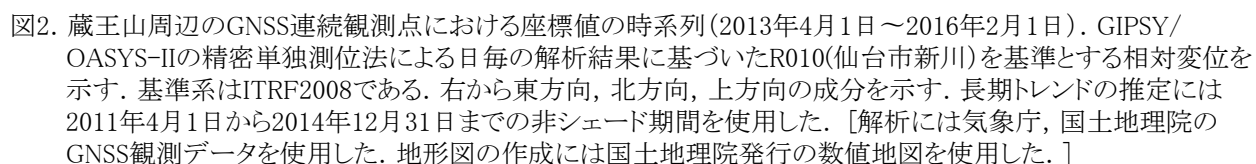


図1. 蔵王山周辺のGNSS連続観測点における2015年10月～2016年1月までの4ヶ月間の変位分布. R010(仙台市新川)を基準とする各観測点の相対座標時系列から, 2011年4月1日から2014年12月31日の期間の長期トレンドを対数, 1次及び年周・半年周の各関数の和で表される関数で近似して残差を求め, 2015年10月1日～2016年2月1日までの変位を求めた. (a) は水平成分, (b) は上下成分で, 黒の矢印及び縦棒が観測値を示す. 山頂周辺に設置された観測点(図2中のZSRH, ZIZO)では冬期間の着雪の影響を受けているため解析に使用していない. [解析には気象庁, 国土地理院のGNSS観測データを使用した. 地形図の作成には国土地理院発行の数値地図を使用した.]



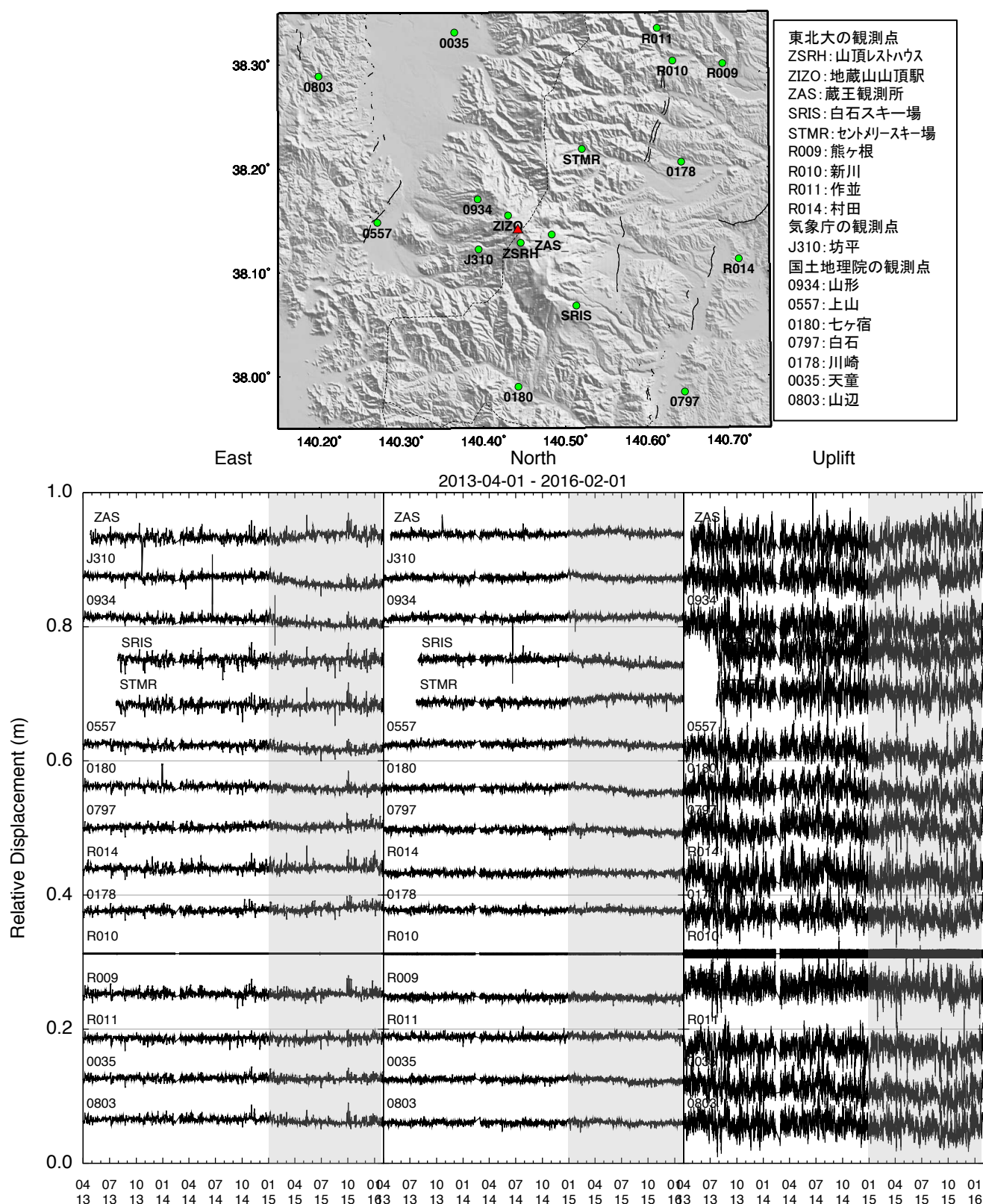


図3. 蔵王山周辺のGNSS連続観測点における座標値の時系列(2013年4月1日～2016年2月1日). 2014年12月31日までの長期トレンドを差し引いた結果を示す. 右から東方向, 北方向, 上方向の成分を示す. これらの時系列に長周期透過フィルタをかけシェード期間の変位を計算して図1に示した. [解析には気象庁, 国土地理院のGNSS観測データを使用した. 地形図の作成には国土地理院発行の数値地図を使用した.]

蔵王山の全磁力連続観測

【概要】

今期間、御釜近傍の東北大の全磁力観測点では、地下の熱活動の変化を示唆する顕著な全磁力変化は見られなかった。

【データ処理】

- ・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計算する。差分値データは基準を 0 として表示した。

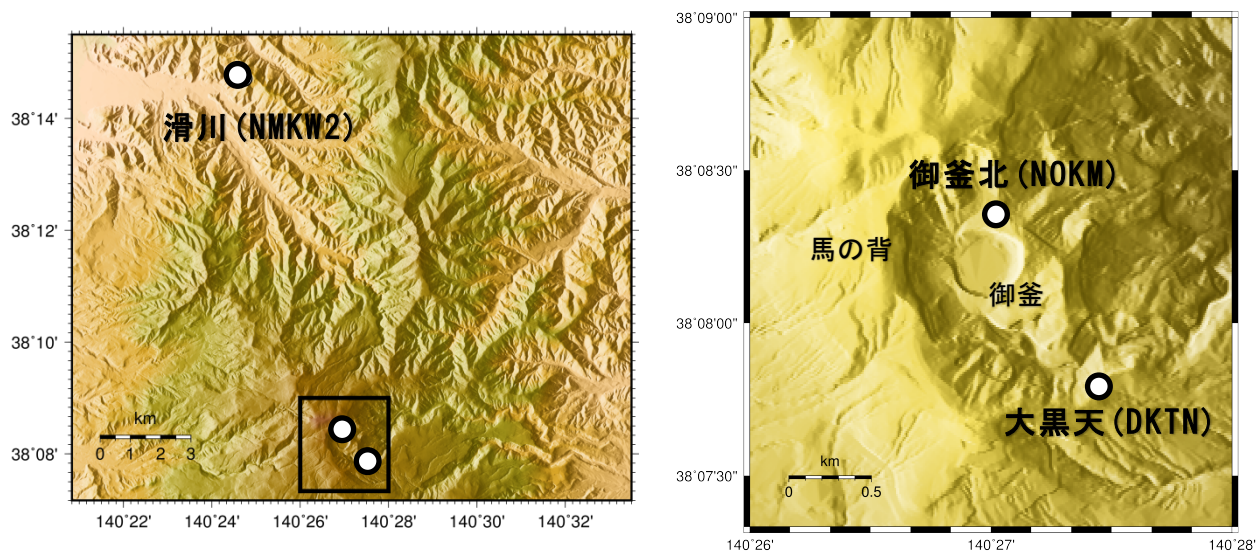


図 1. 観測点配置図. 白丸が東北大の全磁力連続観測点. [左図] 広域観測点配置図. 参照点の滑川(NMKW2)は御釜から北北西へ約 10 km 離れている. 黒枠は右図の位置. [右図] 蔵王山近傍の観測点配置図.

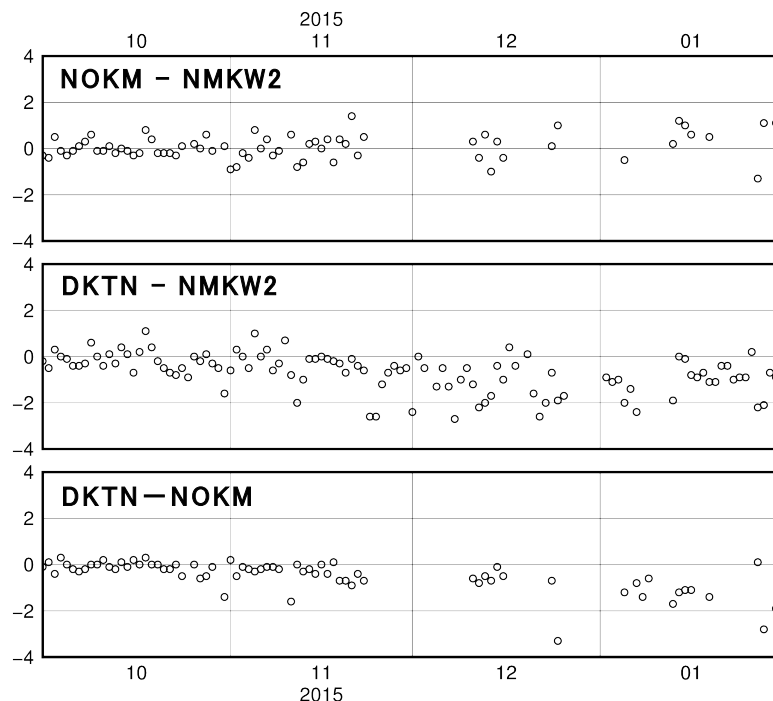


図 2. 2015 年 10 月から 2016 年 1 月の蔵王山の全磁力変動. [上段] NOKM と NMKW2 の全磁力夜間差分値. 縦軸の単位は nT. [中段] 同じく DKTN と NMKW2 の差分値. [下段] 同じく DKTN と NOKM の差分値.
※それぞれの 2015 年 10 月の差分値平均を基準とした.

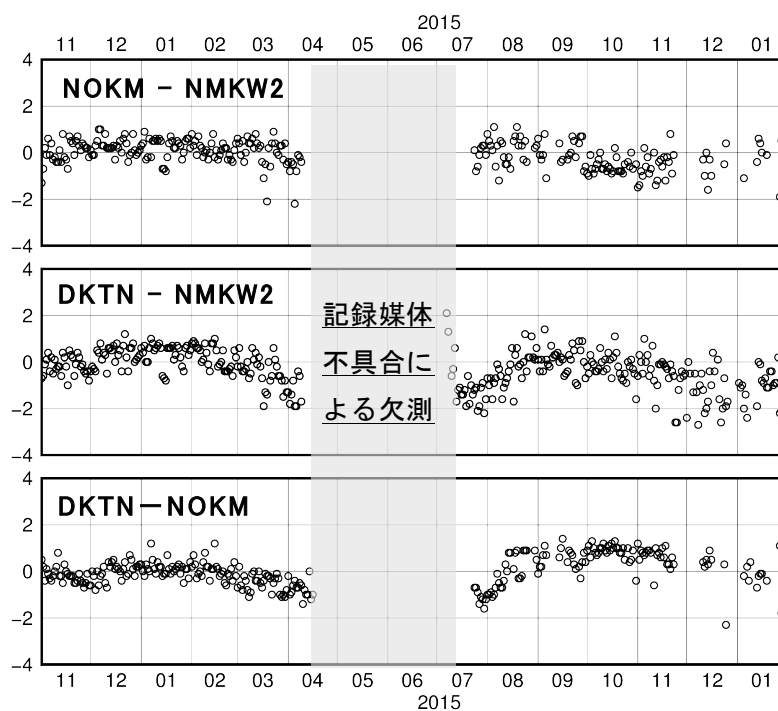


図 3. 2014 年 11 月から 2015 年 9 月の蔵王山の全磁力変動. [上段] [中段] [下段]の説明は図 2 に同じ. 但し各段の基準値はそれぞれの 2014 年 11 月 1 日の値とした.

蔵王山・振子沢付近の温泉湧出

【概要】

- ・ 蔵王山では、1960 年代活動時に温泉湧出が見られた領域(濁川と振子沢の合流地点近傍)において温泉の再湧出が 2015 年夏頃から始まったが、この温泉湧出は今期間も引き続き見られた。
- ・ 湧出量に顕著な変化は見られないが、湧出口近傍の地温は周囲よりやや高く、融雪が見られる。



図1. 温泉湧出箇所および撮影範囲・撮影位置。

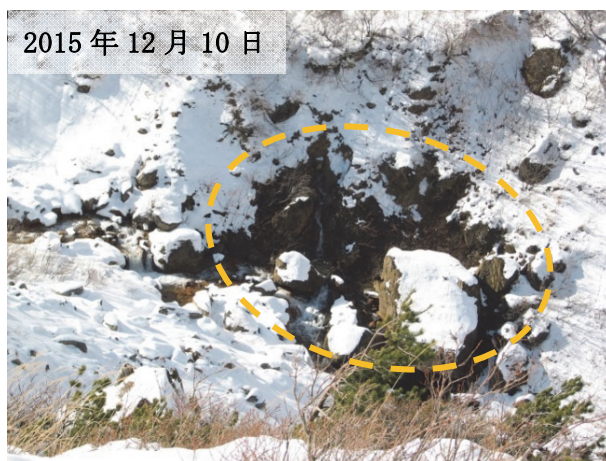
温泉湧出箇所は、御釜の東北東約 1.5 km の濁川・振子沢合流地点近傍である。赤丸、青矢印は、それぞれ図 2 の撮影範囲および撮影位置・視線方向を示す。地図の作製にあたっては、国土地理院発行の電子地形図を使用した。



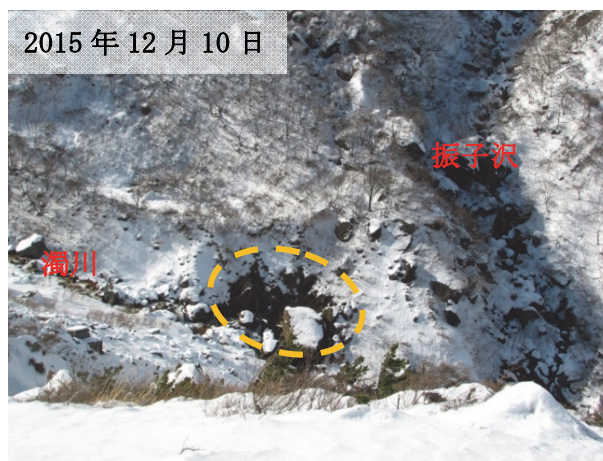
2015 年 8 月 30 日



2015 年 11 月 20 日



2015 年 12 月 10 日



2015 年 12 月 10 日

図2. 濁川・振子沢合流地点近傍における温泉湧出状況の推移。

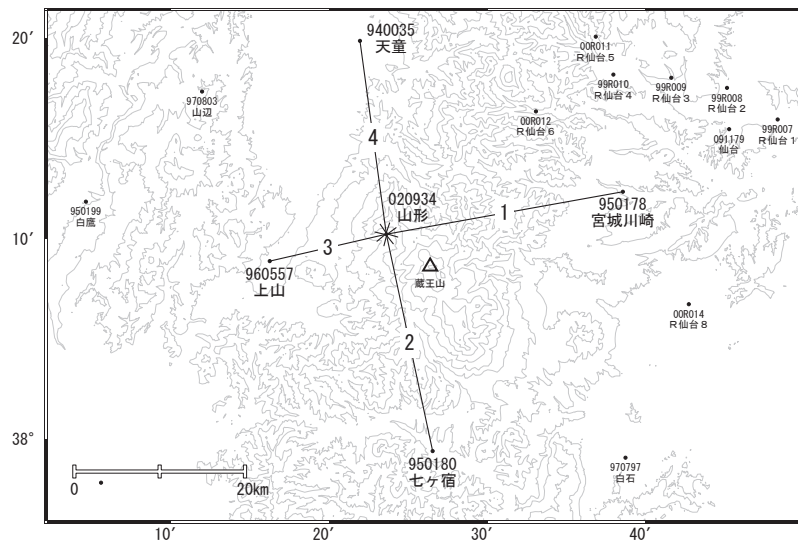
橙波線領域内において、複数箇所からの温泉湧出および地温上昇が見られる。

蔵王山

蔵王山

蔵王山周辺の基線で、2014年10月頃から小さな膨張性の地殻変動が見られていましたが、2015年6月頃から停滞しています。

蔵王山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



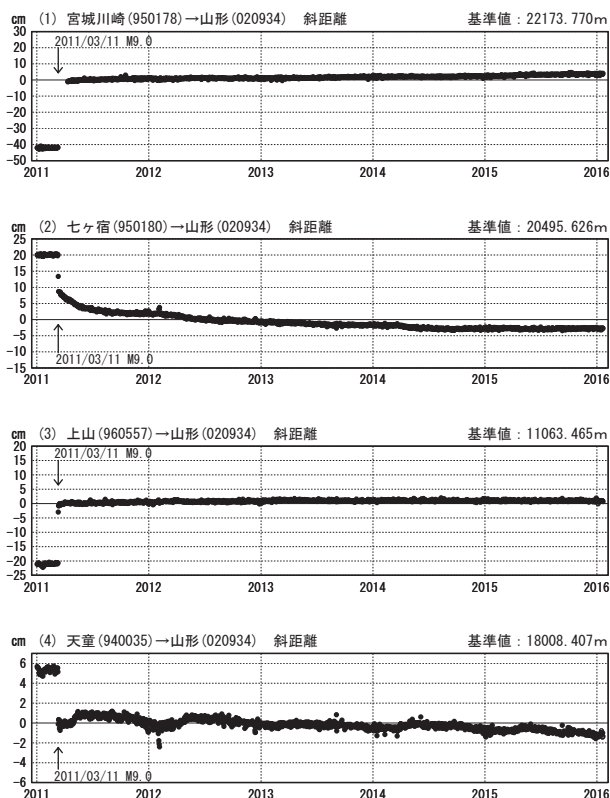
蔵王山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
940035	天童	20110211	伐採
		20120812	アンテナ交換
		20150722	受信機交換
950178	宮城川崎	20120112	アンテナ交換

点番号	点名	日付	保守内容
950180	七ヶ宿	20111211	アンテナ交換
		20150722	受信機交換
960557	上山	20120812	アンテナ交換
		20150722	受信機交換
020934	山形	20120812	アンテナ交換
		20150616	受信機交換

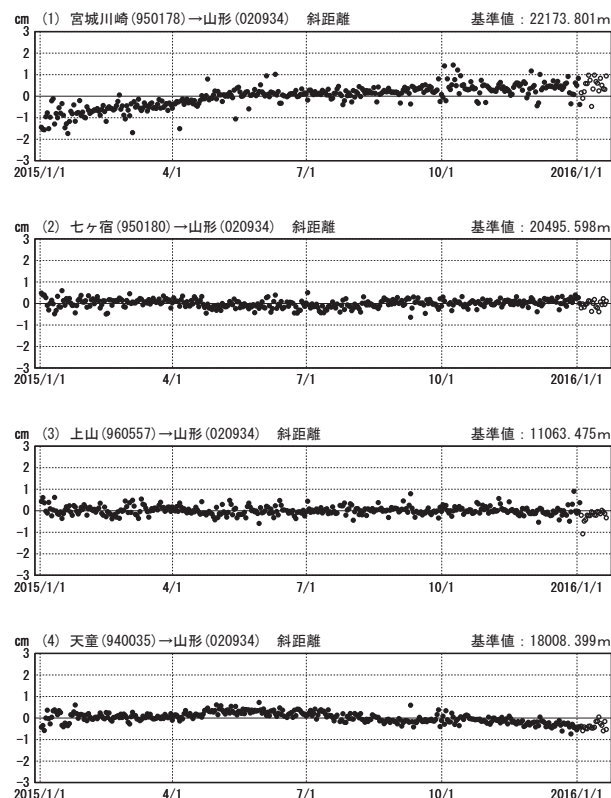
基線変化グラフ

期間: 2011/01/01~2016/01/20 JST



基線変化グラフ

期間: 2015/01/01~2016/01/20 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

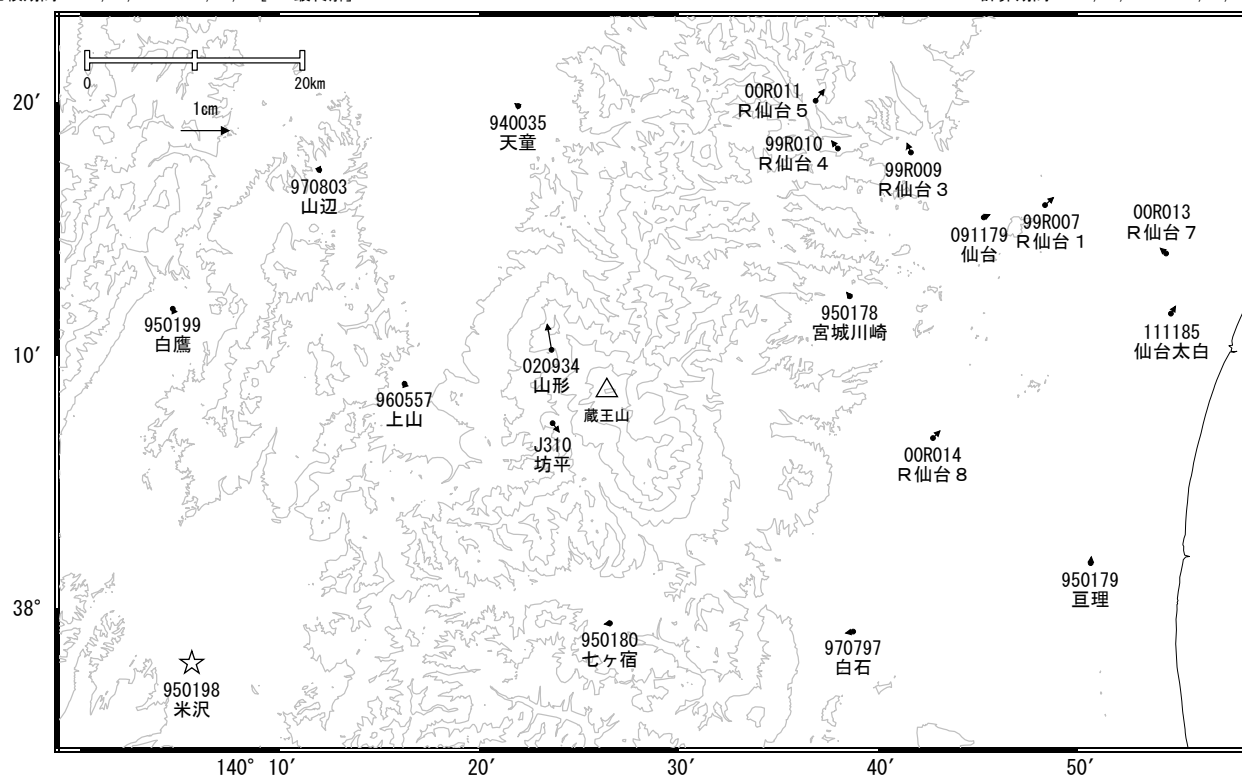
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

蔵王山

蔵王山周辺の地殻変動(水平:3ヶ月) 一次トレンド除去

基準期間:2015/09/24~2015/10/03[F3:最終解]
比較期間:2015/12/24~2016/01/02[F3:最終解]

計算期間:2013/12/01~2014/12/01

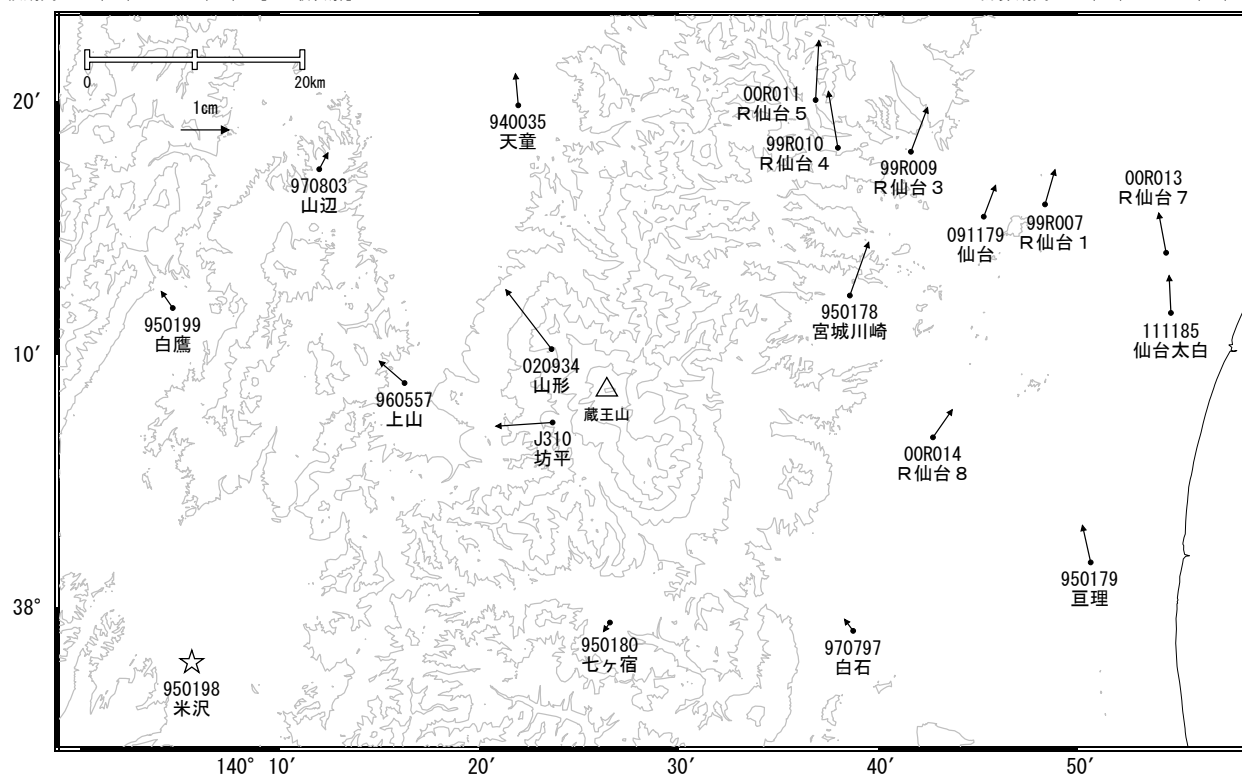


☆ 固定局:米沢 (950198)

蔵王山周辺の地殻変動(水平:1年) 一次トレンド除去

基準期間:2014/12/24~2015/01/02[F3:最終解]
比較期間:2015/12/24~2016/01/02[F3:最終解]

計算期間:2013/12/01~2014/12/01



☆ 固定局:米沢 (950198)

※[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

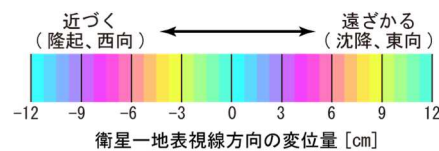
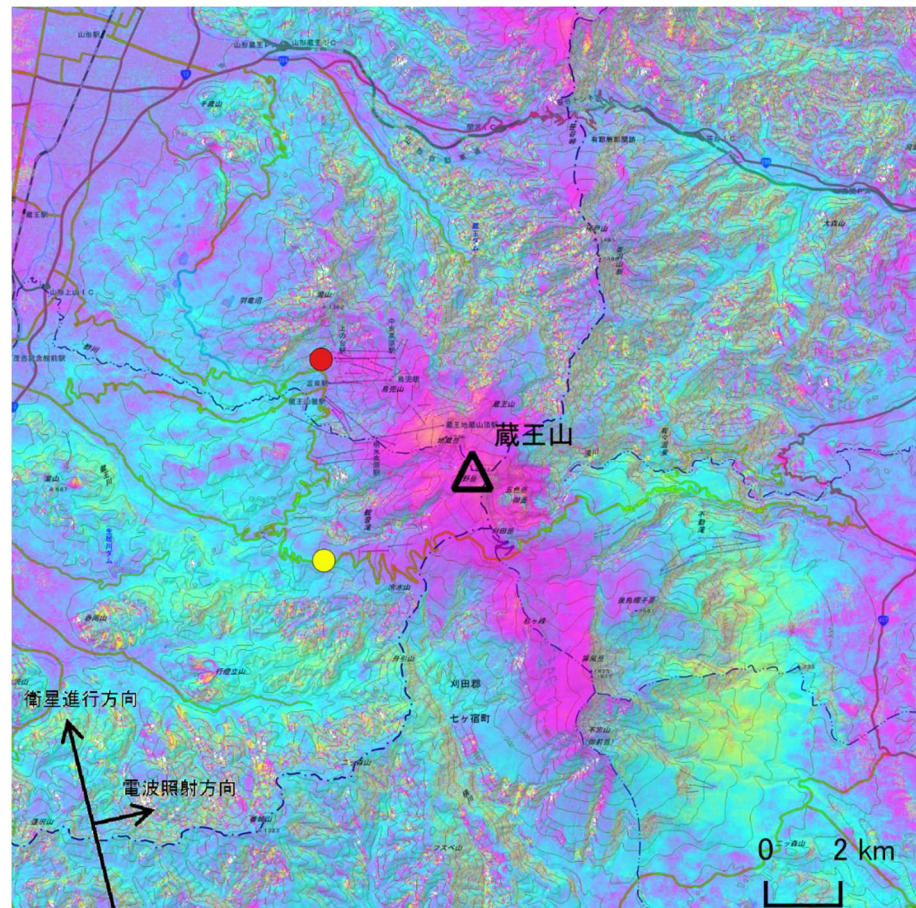
蔵王山

蔵王山の SAR 干渉解析結果について

	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2015/06/30 2015/11/17 23:31 頃 (140 日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右
観測モード*	U-U
入射角(中心)	36.2°
偏波	HH
垂直基線長	+ 364m
使用 DEM	GS10m DEMJapan (飛田, 2009)

*U: 高分解能(3m)モード

(a) 2015/06/30-2015/11/17



● 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

判読) ノイズレベルを超える変動は見られない。

山頂付近に見られる位相変化は、気象ノイズによる影響と考えられる。

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

蔵王山

箱 根 山 (2016 年 1 月 22 日現在)

箱根山では、大涌谷で 2015 年 7 月 1 日にごく小規模な噴火が発生した以降、噴火は観測されていない。

地震活動は低下傾向が続いており、ほぼ 2015 年 4 月の活動活発化以前の状態となっている。国土地理院の GNSS 連続観測でみられていた山体の膨張を示す地殻変動も、2015 年 8 月下旬頃から停滞し、その後特段の変化はみられていない。また、気象庁と神奈川県温泉地学研究所が設置している傾斜計や体積ひずみ計では、2015 年 8 月以降火山活動に関連する変動はみられていない。

以上のことから、大涌谷周辺の想定火口域において噴火の可能性は低くなったと判断し、2015 年 11 月 20 日 14 時 00 分に噴火予報を発表し、噴火警戒レベルを 2（火口周辺規制）から 1（活火山であることに留意）に引下げた。

一方、大涌谷周辺の想定火口域では噴気活動が活発なところがある。

大涌谷周辺の想定火口域では、噴気や火山ガスに引き続き注意が必要。

○ 概況（2015 年 10 月～2016 年 1 月 22 日）

・ 噴気など表面現象の状況（第 1～6 図、第 7-①図）

2015 年 10 月から 12 月にかけて実施した現地調査では、15-1 火口や他の火口、噴気孔やその周辺の温泉供給施設からは引き続き噴気が勢いよく噴出しているのを確認している。ただし、11 月 20 日に実施した現地調査では、噴気の勢いが若干弱くなっているのを観測した。また、赤外熱映像装置による観測では 15-1 火口の東側で高温領域が引き続き確認されている。

2015 年 10 月 9 日に実施した現地調査では、15-1 火口内部で、暗灰色の土砂の噴出とみられる現象を観測した。現象の規模は小さく、噴出の高さは火口縁以下の高さで、観測中に火口縁から外へ噴出物が飛散することはなかった。11 月 6 日以降実施している現地調査ではこの現象は認められていない。

宮城野（大涌谷の東北東約 3 km）に設置してある遠望カメラでは、早雲地獄の噴気は少ない状態が続いており、噴気の高さは概ね 100m 以下で経過している。

・ 地震活動（第 7-②図、第 8～10 図）

火山性地震は 2015 年 7 月以降低下傾向が続いており、ほぼ 2015 年 4 月の活発化以前の状態となっている。

今期間、低周波地震や火山性微動は観測されていない。

・ 地殻変動（第 7-③～⑦図、第 11 図、第 13 図）

二ノ平観測点の傾斜計及び湯河原鍛冶屋観測点の体積ひずみ計では、2015 年 8 月以降は火山活動に関連する変動はみられていない。

GNSS 連続観測では大涌谷を挟む基線で、2015 年 4 月下旬から伸びがみられたが、8 月下旬頃から停滞している。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、神奈川県温泉地学研究所のデータを利用して作成した。



第1図 箱根山 大涌谷の状況

(12月10日、大涌谷遠望カメラによる)

- ・15-1 火口や噴気孔、またその周辺の大涌谷温泉供給施設から引き続き噴気が勢いよく噴出している。



第2図 箱根山 早雲地獄の状況

(12月19日、宮城野遠望カメラによる)

- ・白円内は早雲地獄からの噴気の状況。
- ・赤円内は大涌谷からの噴気によるもので、引き続き時々観測している。気象庁の宮城野遠望カメラでは、大涌谷からの噴気は高さ概ね100m以上の場合に観測される。



第3図 箱根山 噴気場所（大涌谷・早雲地獄（青丸））位置図

赤丸は宮城野遠望カメラ設置場所

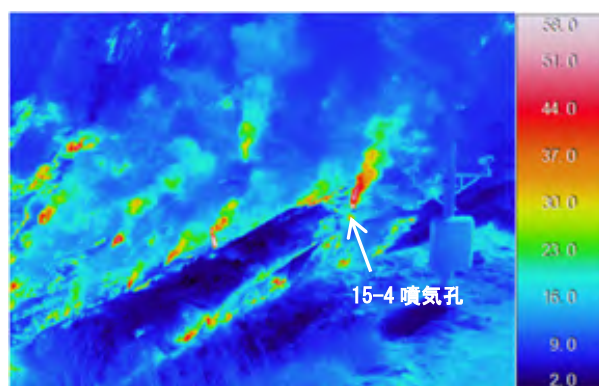
緑丸は大涌谷遠望カメラ設置場所及び第4図撮影場所

橙丸は第5図撮影場所

赤矢印は撮影方向を示す



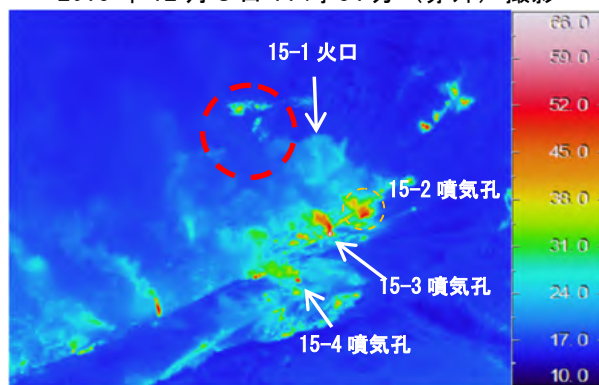
2015年12月9日11時34分（可視）



2015年12月9日11時34分（赤外）撮影



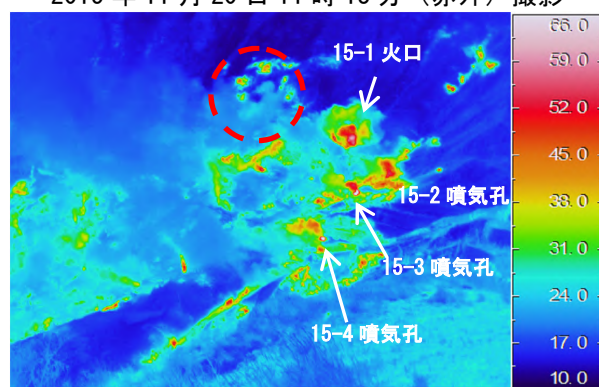
2015年11月20日11時18分（可視）



2015年11月20日11時13分（赤外）撮影



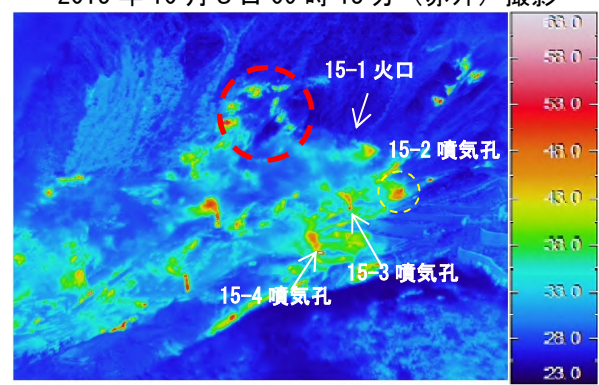
2015年10月9日09時07分（可視）



2015年10月9日09時13分（赤外）撮影



2015年9月3日12時15分（可視）



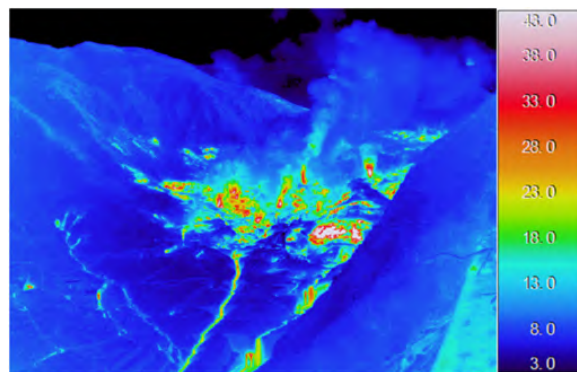
2015年9月3日12時14分（赤外）撮影

第4図 箱根山 大涌谷周辺の状況及び地表面温度分布

- ・2015年7月の現地調査の時に確認された15-1火口東側斜面の高温領域を引き続き確認した（赤円内）。12月9日の現地調査時には噴気が多く確認できなかった。



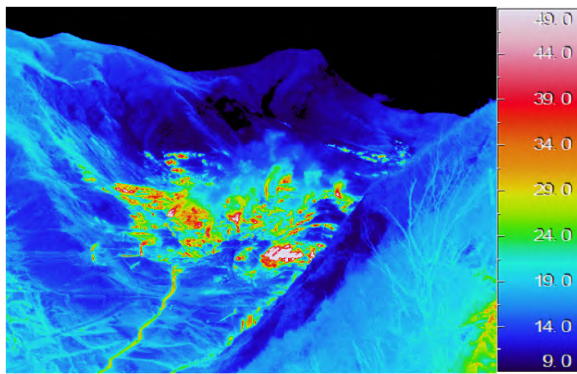
2015年12月7日14時01分（可視）



2015年12月7日14時01分（赤外）撮影



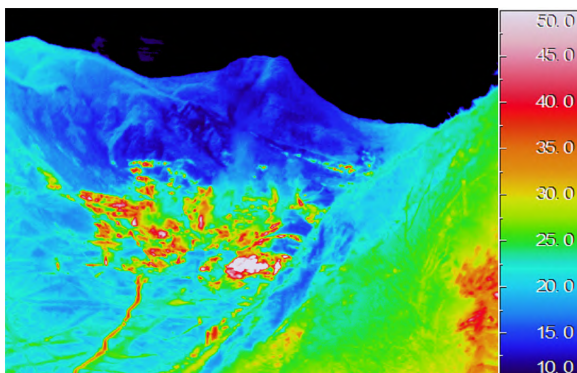
2015年11月6日12時48分（可視）



2015年11月6日12時50分（赤外）撮影



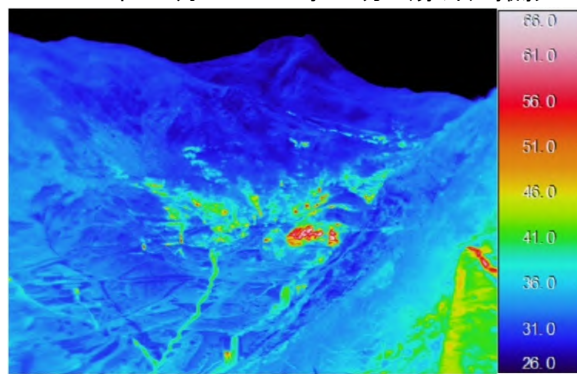
2015年10月9日09時58分（可視）



2015年10月9日10時08分（赤外）撮影



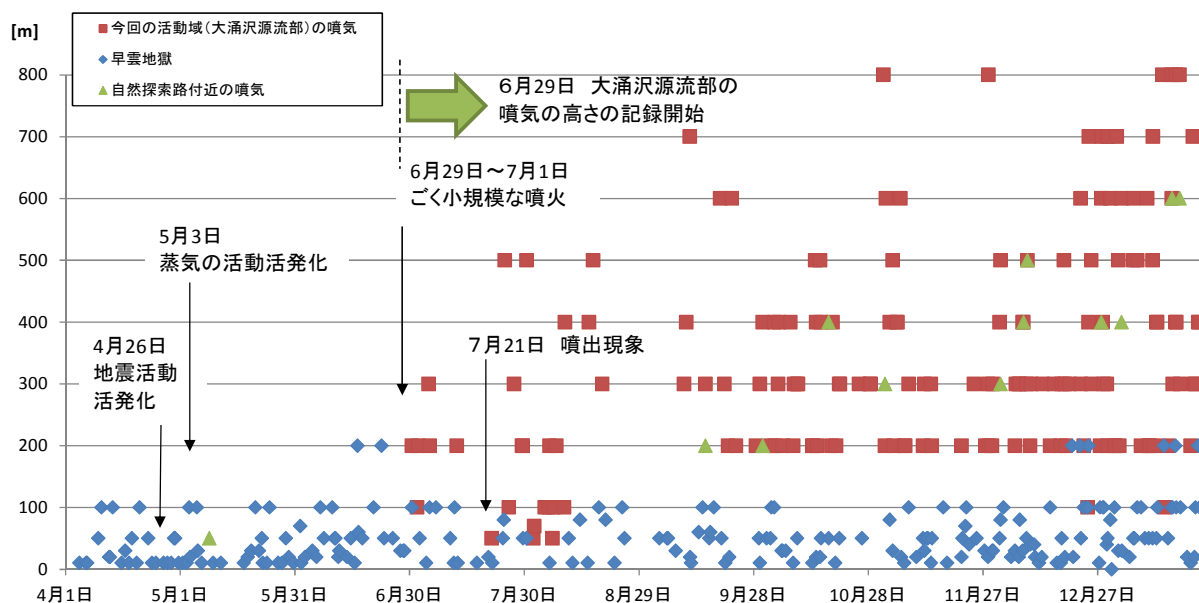
2015年9月3日11時14分（可視）



2015年9月3日11時10分（赤外）撮影

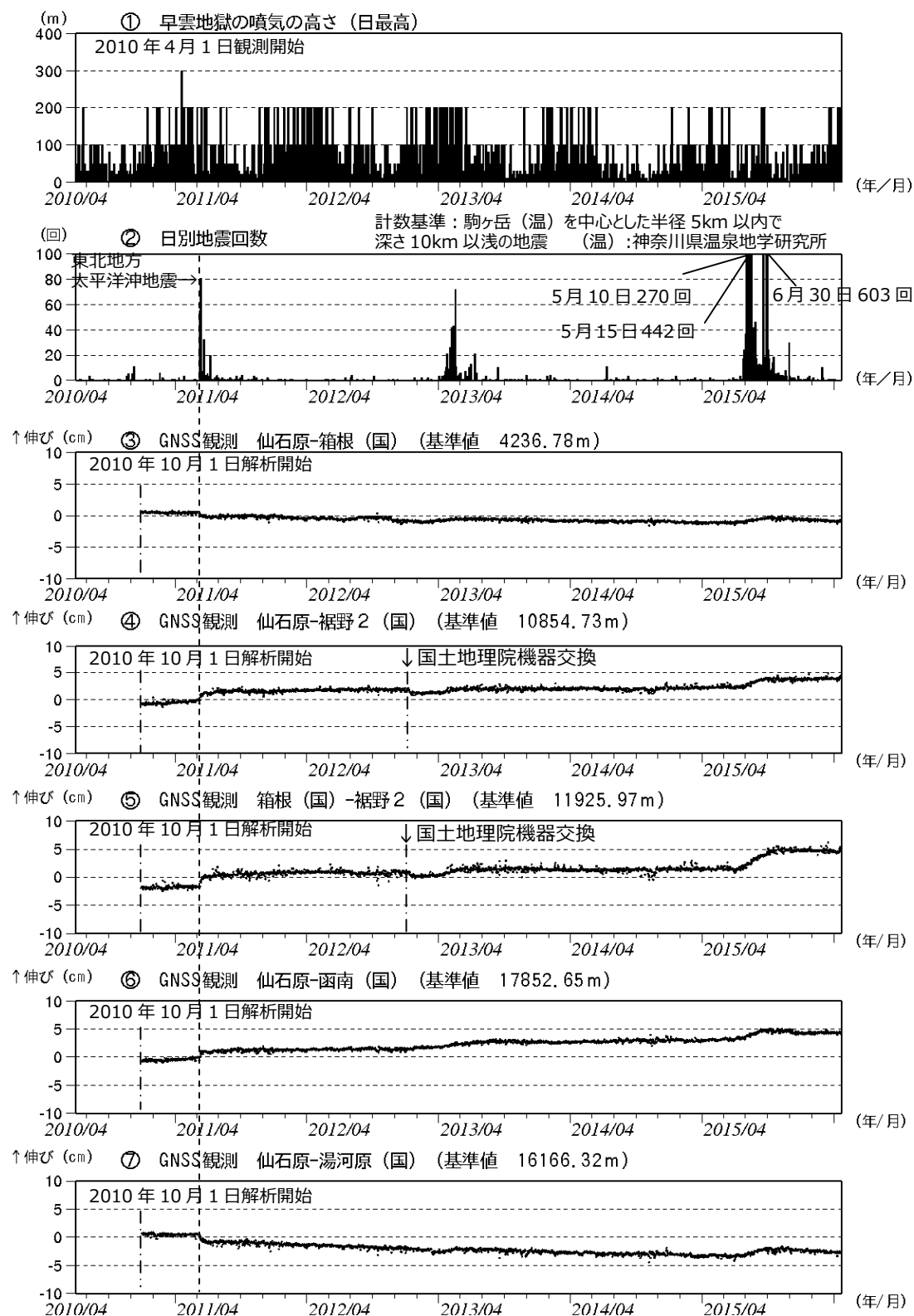
第5図 箱根山 大涌谷全体の状況及び地表面温度分布

- ・現地調査において大涌谷周辺で噴気が継続的に勢いよく噴出しているのを確認している。
- ・一部、日射の影響が含まれていると考えられる。



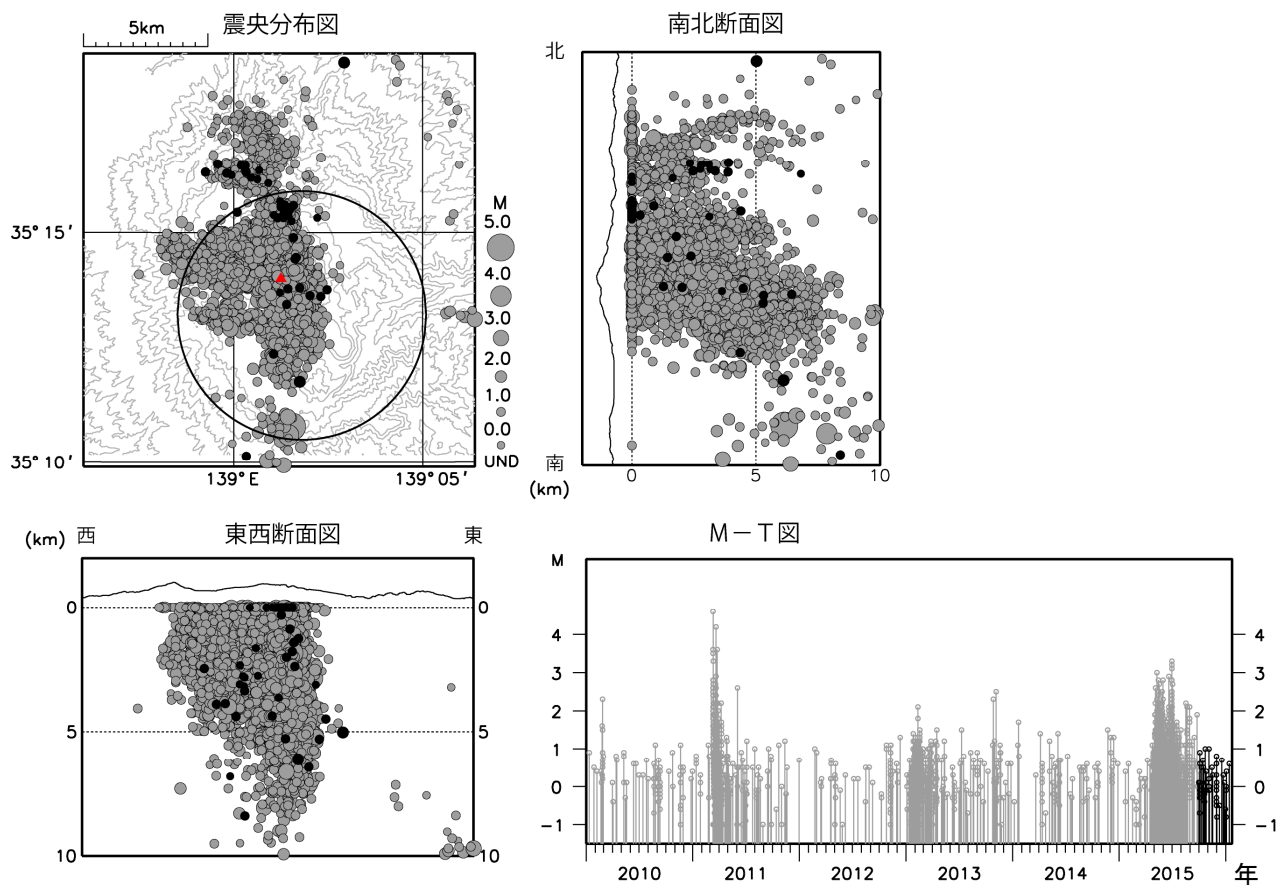
第6図 箱根山 遠望観測による噴気の高さ（火口上）の推移
(2015年4月1日～2016年1月22日)

- ・2015年6月29日から今回の活動域の噴気の高さの記録を開始した。活動域からの噴気は高いときで火口上約800mまで上がっている。
- ・その他の噴気の高さに特段の変化は認められない。
- ・図の高さは定時（09時、15時）以外の観測値も含んでいる。



第7図 箱根山 火山活動の推移 (2010年4月1日～2016年1月22日)

- ・②2015年4月26日頃から地震活動が活発化したが7月以降減少している。
- ・箱根山付近では、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震以降及び2013年2月～3月にも地震活動が活発となっている。
- ・GNSS基線③～⑦で2015年4月下旬から伸びの傾向がみられたが、8月頃以降停滞している。
- ・④⑤の基線には、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見られる。
- ・GNSS基線③～⑦は第13図の③～⑦に対応。また、解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。



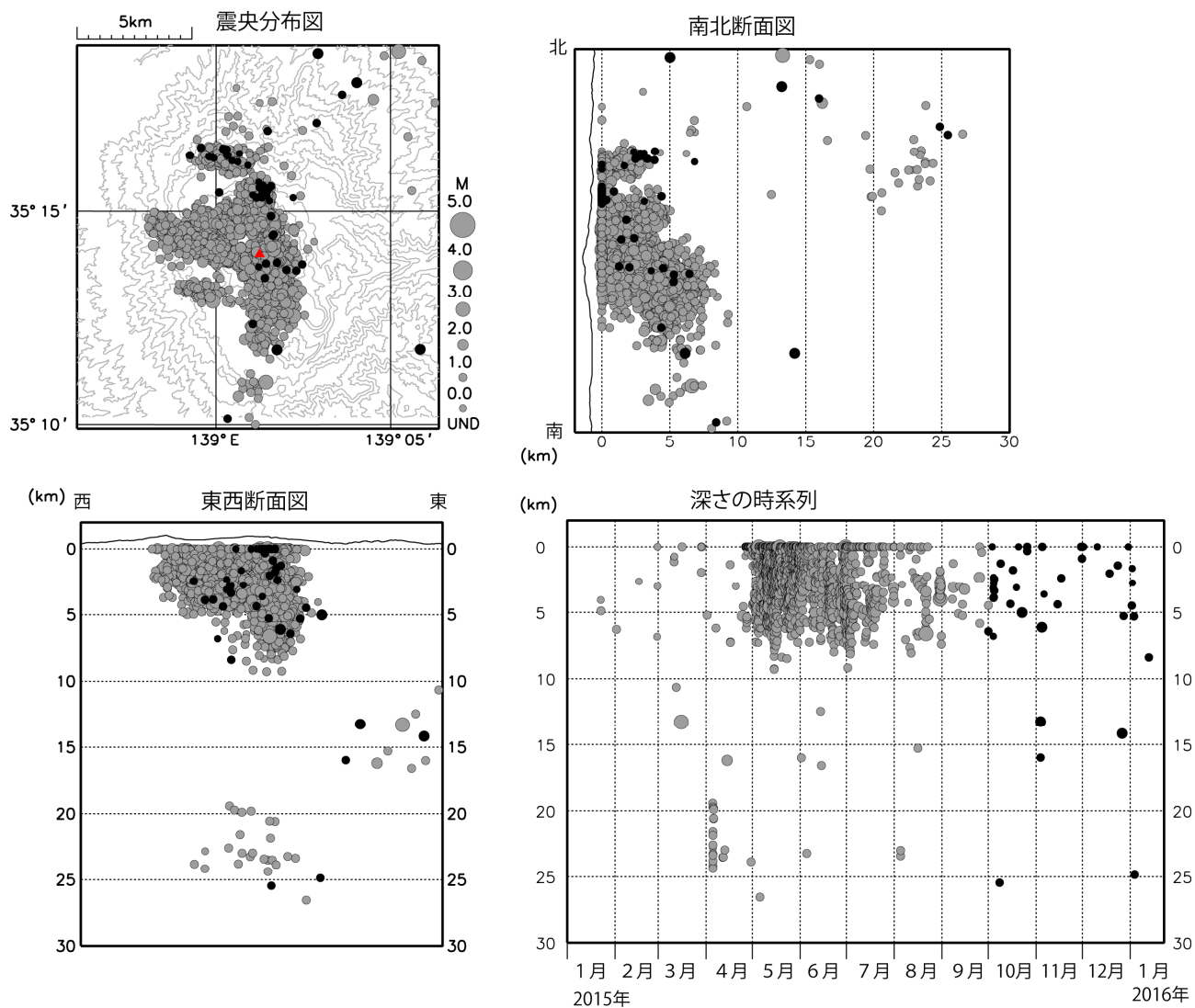
第8図 箱根山 一元化による大涌谷周辺の震源分布図(2010年1月1日～2016年1月22日)

M(マグニチュード)は地震の規模を表す。図中の震源要素は一部暫定値が含まれており、後日変更することがある。

震央分布図の円は、駒ヶ岳観測点(温)を中心とした半径5kmの範囲を示している。

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)』及び『数値地図50mメッシュ(標高)』を使用した。

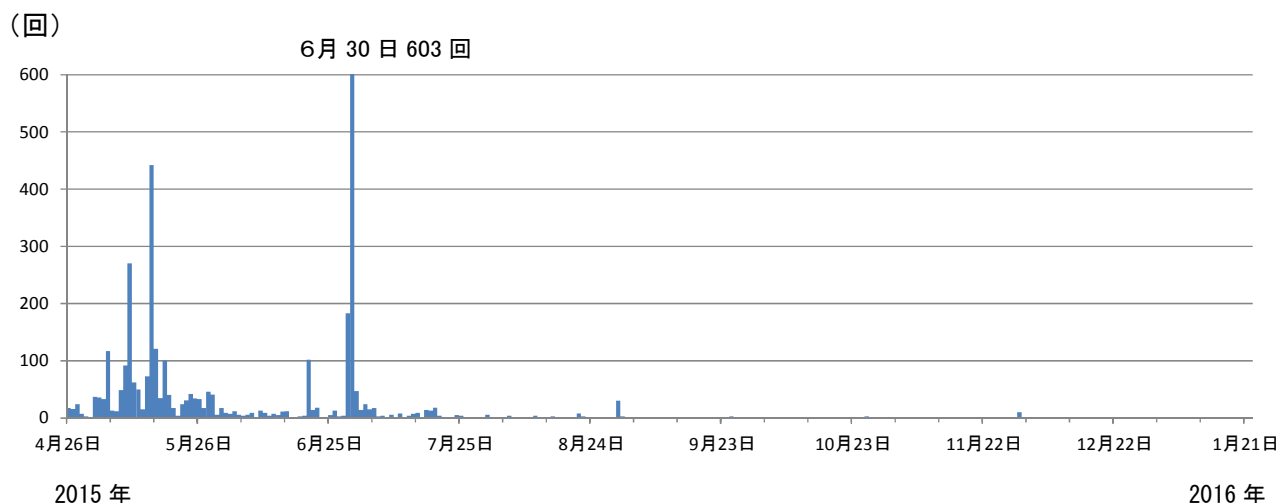
- ・今期間、地震回数は少ない状態で経過している。



第9図 箱根山 一元化による最近の震源分布図（深さ30kmまで）
（2015年1月1日～2016年1月22日）

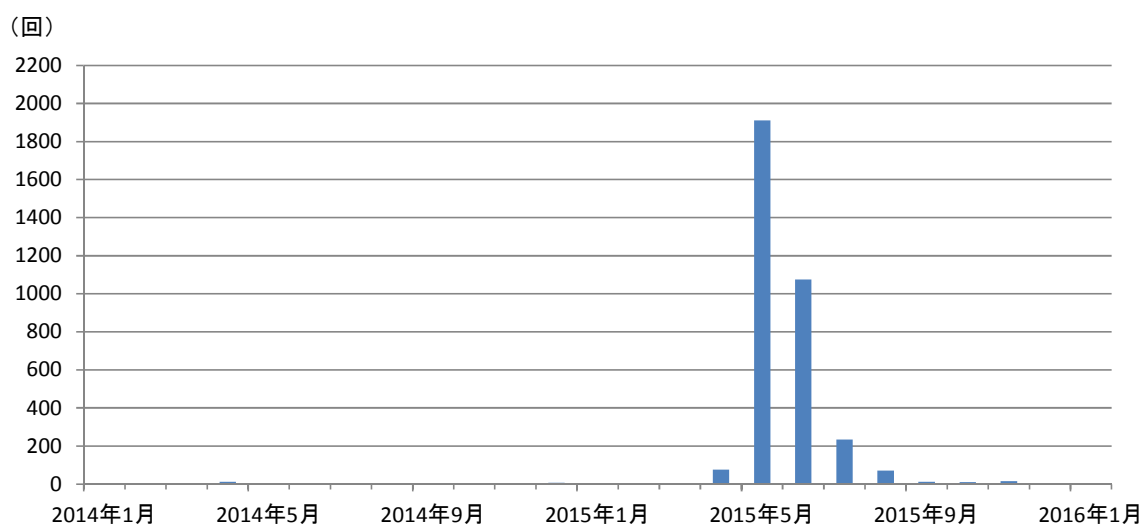
この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000（行政界・海岸線）』及び『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。

・2015年4月頃のようなカルデラ北部の深さ20～25km付近での地震活動はその後みられていない。
※参考震源を含んでおり震源位置については誤差の大きいものもある。



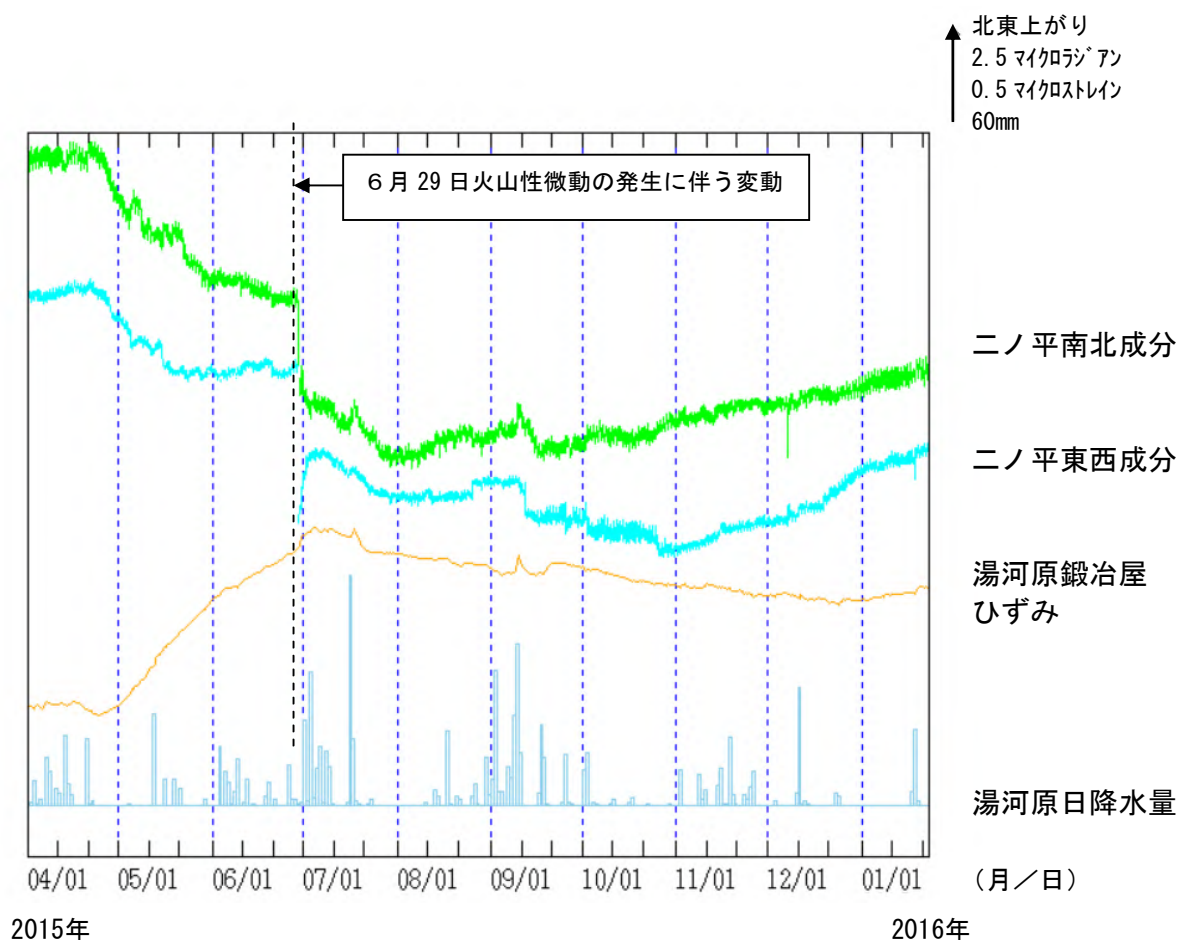
第10-1図 箱根山 日別地震回数（2015年4月26日～2016年1月22日）

- ・2015年4月26日以降、火山性地震が増加したが、6月に入ってから減少していた。
 - ・6月30日前後で一時的に増加し、30日の日回数は603回となった。
 - ・7月以降、火山性地震は減少しており、やや少ない状態で経過した。
- 6月30日は地震多発のため自動計数したものを含む。



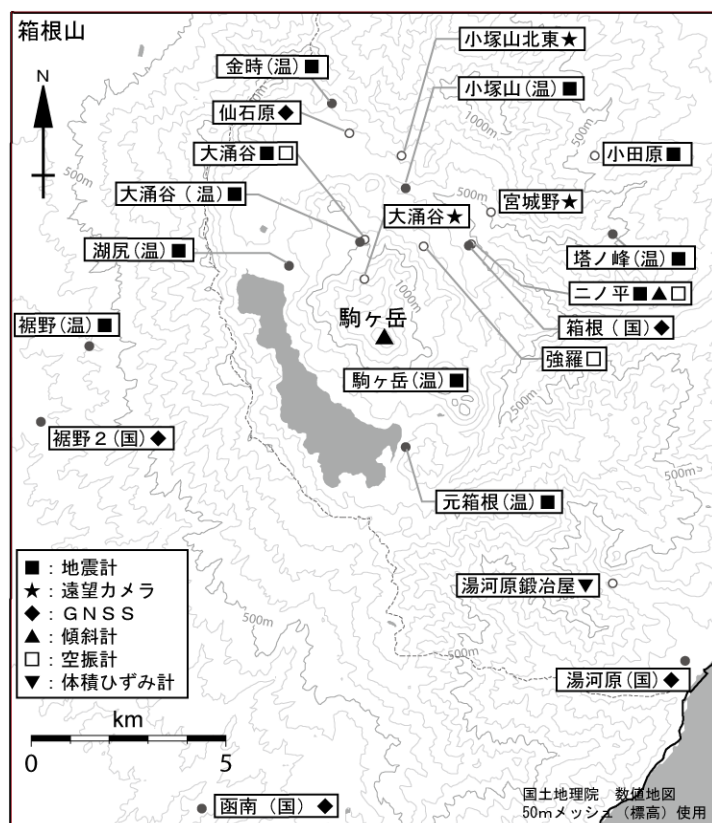
第10-2図 箱根山 月別地震回数（2014年1月～2016年1月22日）

- ・月地震回数は2015年5月の1911回をピークに次第に減少している。



第11図 箱根山 ニノ平観測点傾斜データ及び湯河原鍛冶屋観測点におけるひずみデータの変化（2015年4月1日～2016年1月22日）

- ・2015年8月以降は二ノ平の傾斜計および湯河原鍛冶屋観測点の体積ひずみ計では、火山活動によると思われる変化はみられていない。
- ・ひずみ計データは降水補正している。ただし、若干影響が残っている。

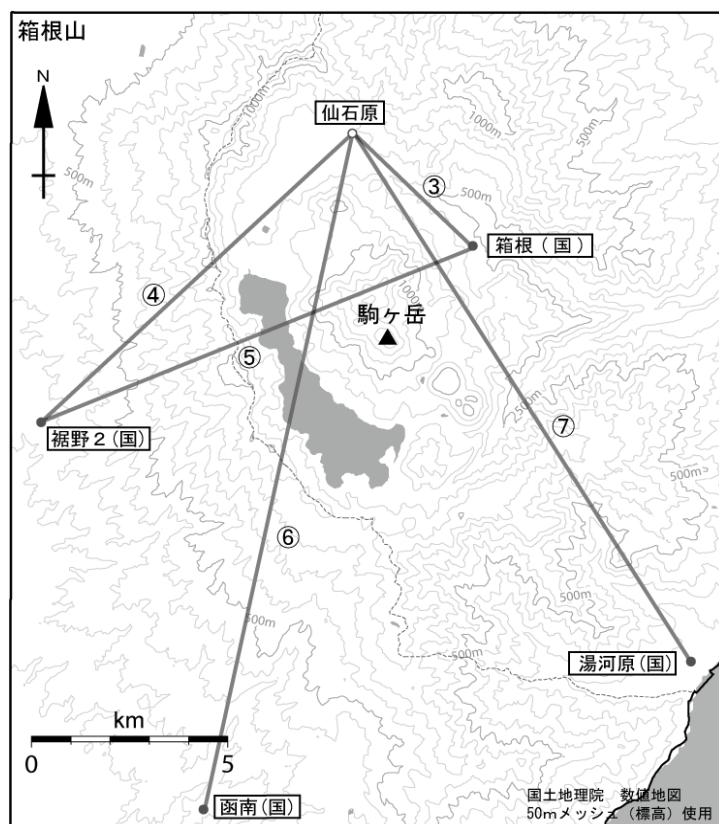


第12図 箱根山 観測点配置図

・小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の観測点を示す。

(国): 国土地理院、(温): 神奈川県温泉地学研究所

・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)』『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。



第13図 箱根山 GNSS連続観測点配置図

・小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の観測点を示す。(国): 国土地理院

・GNSS基線③～⑦は第7図の③～⑦に対応している。

・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)』『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 箱根山における SAR 干渉解析結果

大湧谷付近において、衛星視線方向伸張の位相変化が認められる。

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
18-2910	南行	右	2015. 08. 27	2015. 10. 22	図 1
125-700	北行	右	2015. 07. 05	2015. 11. 08	図 2
19-2900	南行	右	2015. 09. 01	2015. 11. 10	図 3

2. 解析結果

大湧谷付近の局所的な場所で、衛星視線方向伸張の位相変化が認められる。

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（通称火山 WG）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。

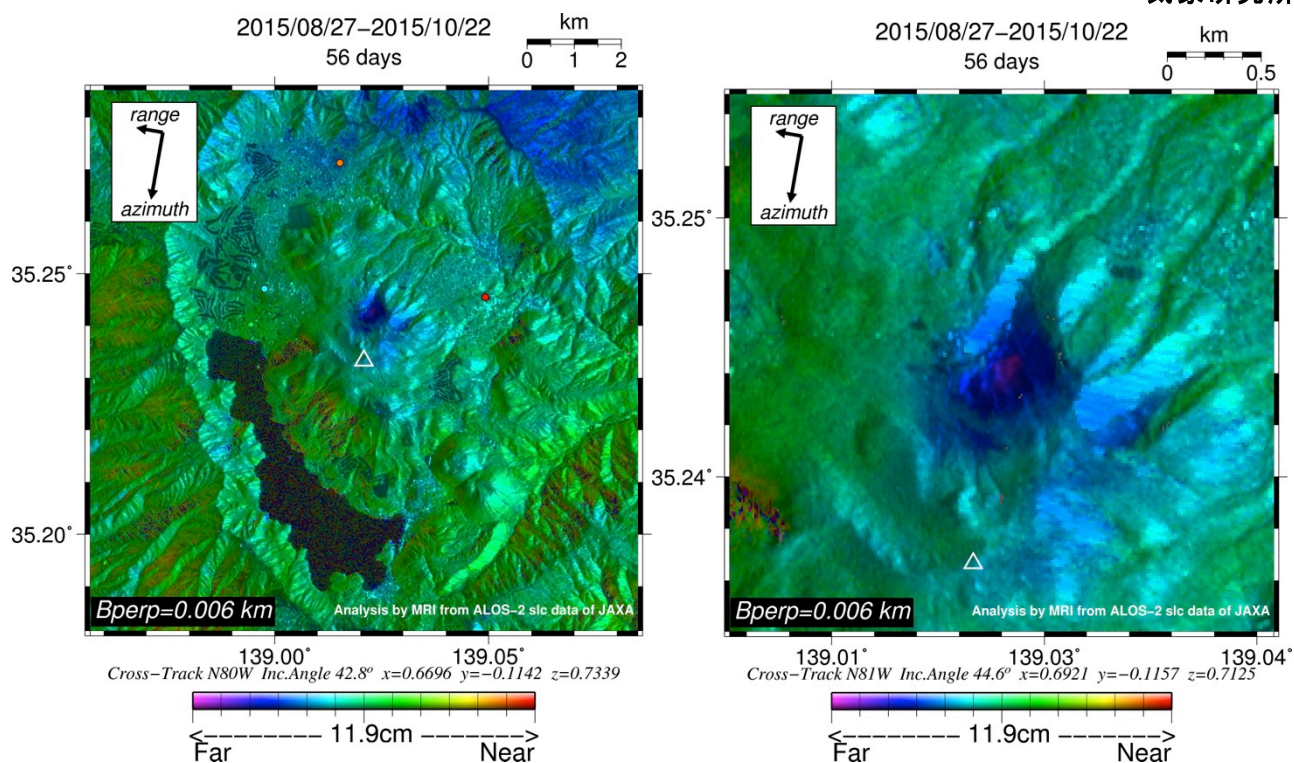


図 1 パス 18-2910 の干渉解析結果（左：箱根山周辺，右：大湧谷付近の拡大）

図中の丸印は GNSS 観測点（橙：気象庁，赤：国土地理院）を示す。大湧谷付近において最大約 4cm の衛星視線方向伸張の位相変化が認められる。

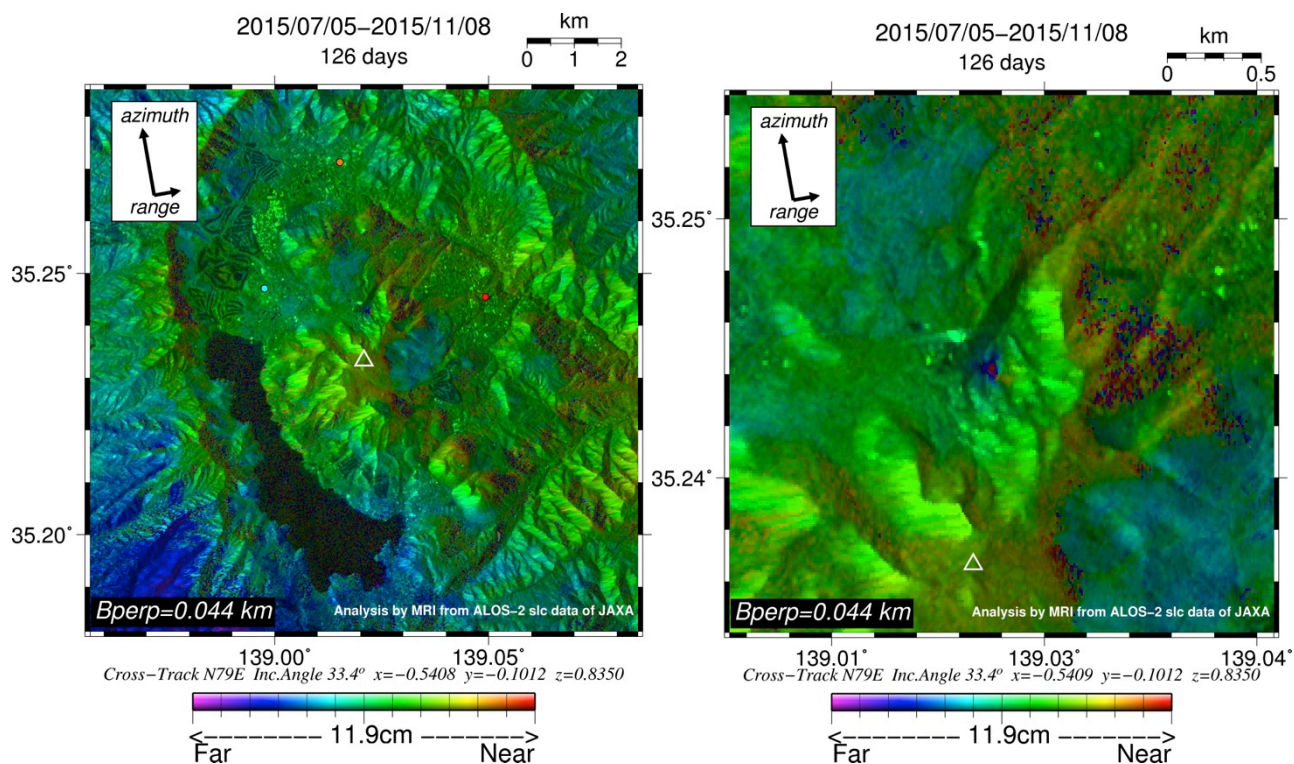


図 2 path125-700 の干渉解析結果（左：箱根山周辺，右：大湧谷付近の拡大）

凡例は図 1 に同じ。大湧谷の局所的な範囲において最大約 6cm の衛星支援方向伸張の位相変化が認められる。

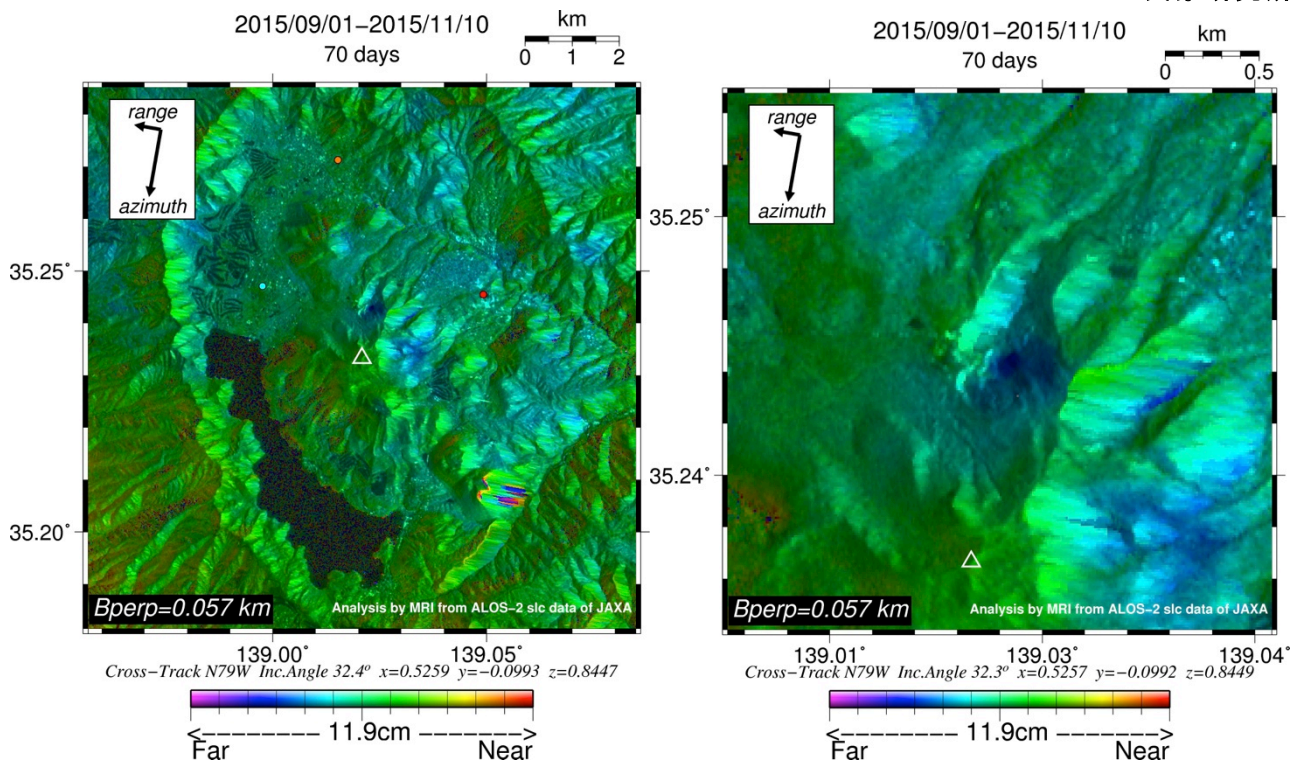


図 3 path19-2910 の干渉解析結果（左：箱根山周辺，右：大湧谷付近の拡大）

凡例は図 1 に同じ。大湧谷付近において最大約 3cm の衛星視線方向伸張の位相変化が認められる。

箱根山

○地震活動の概況

箱根山では、噴火のあった 2015 年 6 月末以降、地震活動は次第に衰えてきた（図 2、図 3）。2015 年 10 月以降では、11 月 30 日に一時的に地震回数の増加が見られたものの、その他には特に顕著な変化は見られない。

目視による地震回数の日別変化でも、地震回数は 2015 年 4 月の群発地震発生前の水準にほぼ戻りつつある（図 4）。

○地殻変動の状況

当所が箱根カルデラ内（図 1）に設置した傾斜計では、噴火のあった 2015 年 6 月末以降、降水の影響によると見られる変動を除き、特に顕著な変動は見られない（図 5）。

GPS による基線長変化は、2015 年 7 月以降、特に顕著な変化は見られない（図 6～図 8）。

光波測量には、噴火後は特に顕著な変化は見られない（図 9）。

地下水位には、特段の変化は見られない（図 10）。

○地表面現象

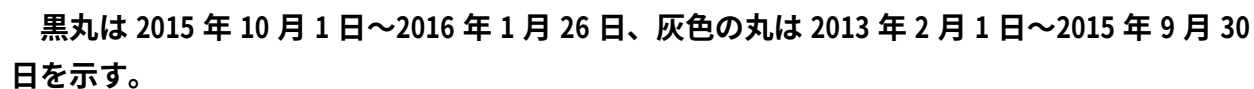
2015 年 5 月初旬以降、「だいち 2 号」の干渉 SAR 解析により、暴噴した大涌谷の蒸気井の周辺で局所的な隆起が継続している様子が確認出来ていたが、噴火後のペアでは認められなくなった（図 11～図 12）。

大涌谷に設置したタイムラプスカメラの映像から、噴気量は噴火直後の 2015 年 7 月に多く、その後 11 月初めまで横ばいしないしやや衰えるように認められたが、11 月中旬頃から 12 月中旬にかけて増加したように見える（図 13）。9 月末のパルス的な増加および、12 月中旬の増加の原因は不明である。

○その他

大涌沢の水質変化（大湧堰堤直下で採水した沢水）を見ると、噴火時には Ca、SO₄ 濃度が顕著に高い（図 14）。Cl 濃度は噴火後しばらくして高くなり、9 月初め頃まで徐々に低下した。12 月上旬頃に Cl 濃度と水温がやや高くなった。

なお、本資料の作成に当たっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュを使用しました。震源決定については、当所データの他に東京大学地震研究所、防災科学技術研究所および気象庁の地震波形データを利用しました。国土地理院による GNSS 観測データを利用しました。ALOS-2/PALSAR-2 による観測データは、火山噴火予知連絡会衛星解析グループを通して、JAXA から提供されたものです。解析には、防災科学技術研究所が開発した SAR 干渉解析ツール(RINC)を使用しました。



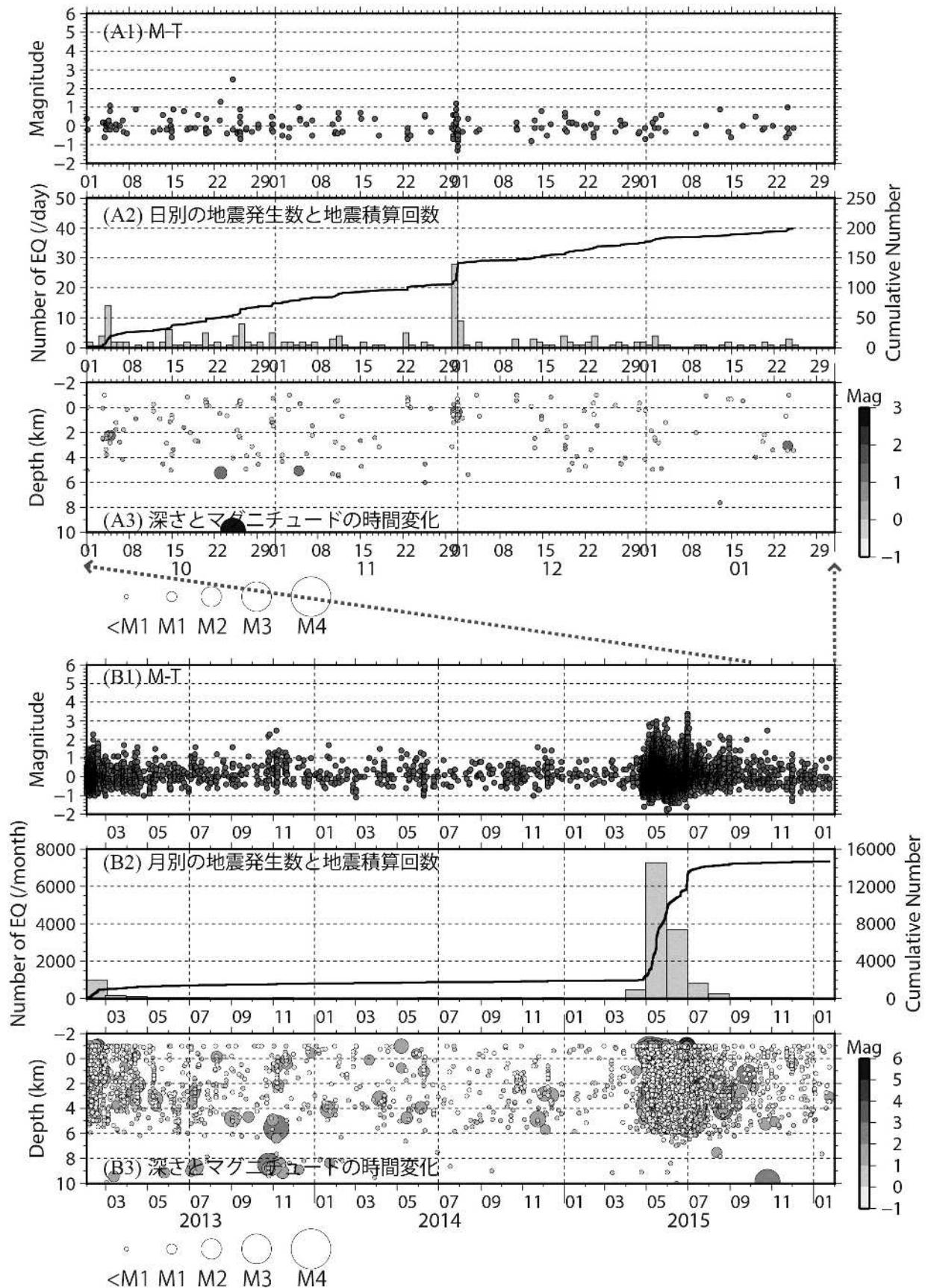


図3 箱根火山周辺の地震活動 (2013年2月1日~2016年1月26日)

(A)は2015年10月1日~2016年1月26日、(B)は2013年2月1日~2016年1月26日を示す。

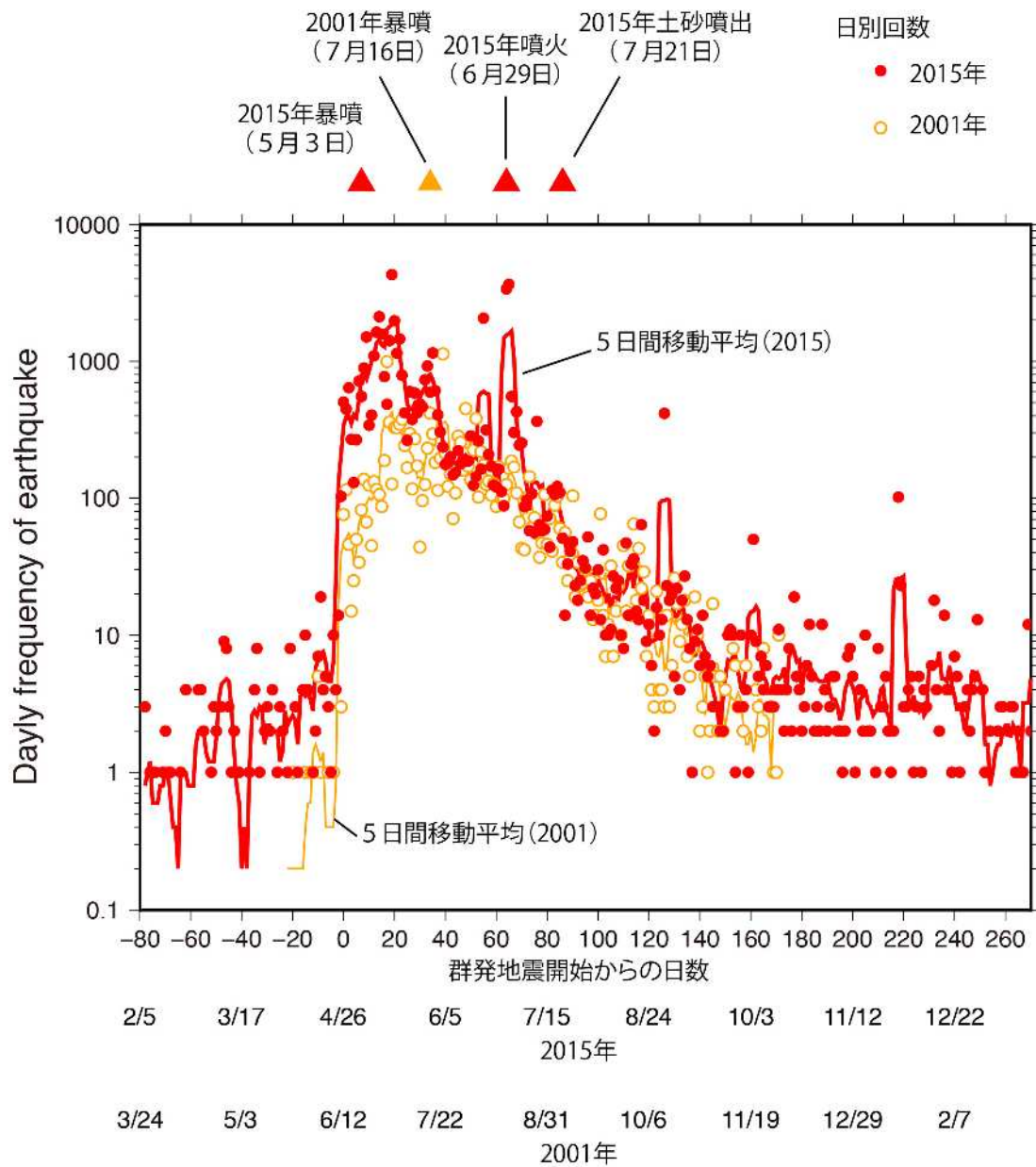


図4 目視による地震回数の日別変化(2015年2月5日～2016年1月25日)。群発地震開始日(2015年4月26日)を0日とした。参考のため2001年の群発地震における記録もプロットした。

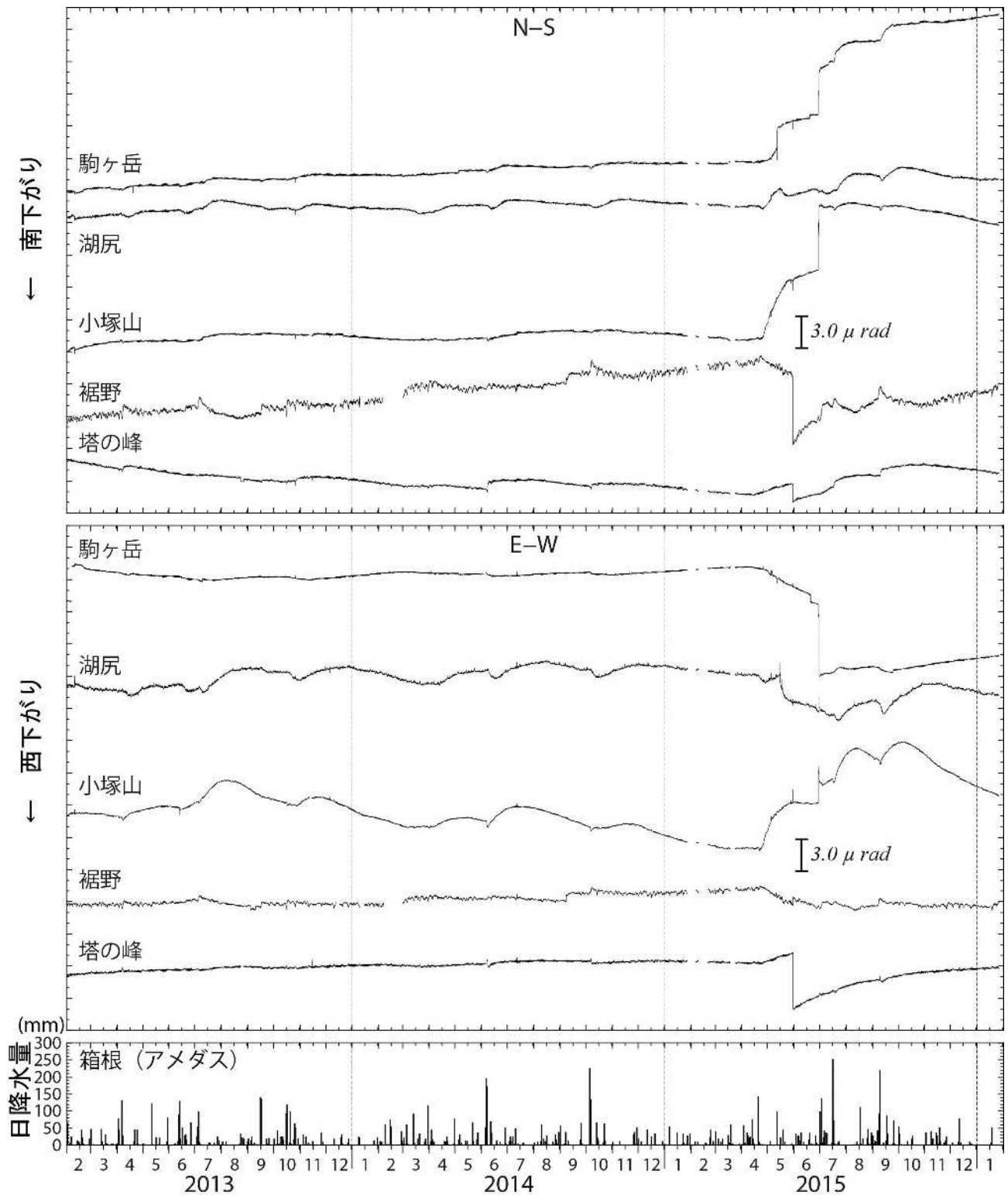


図5 傾斜変動 (2013年2月1日~2016年1月26日)

ステップや異常値の一部は取り除いている。日降水量は気象庁アメダス観測点(箱根)を使用した。

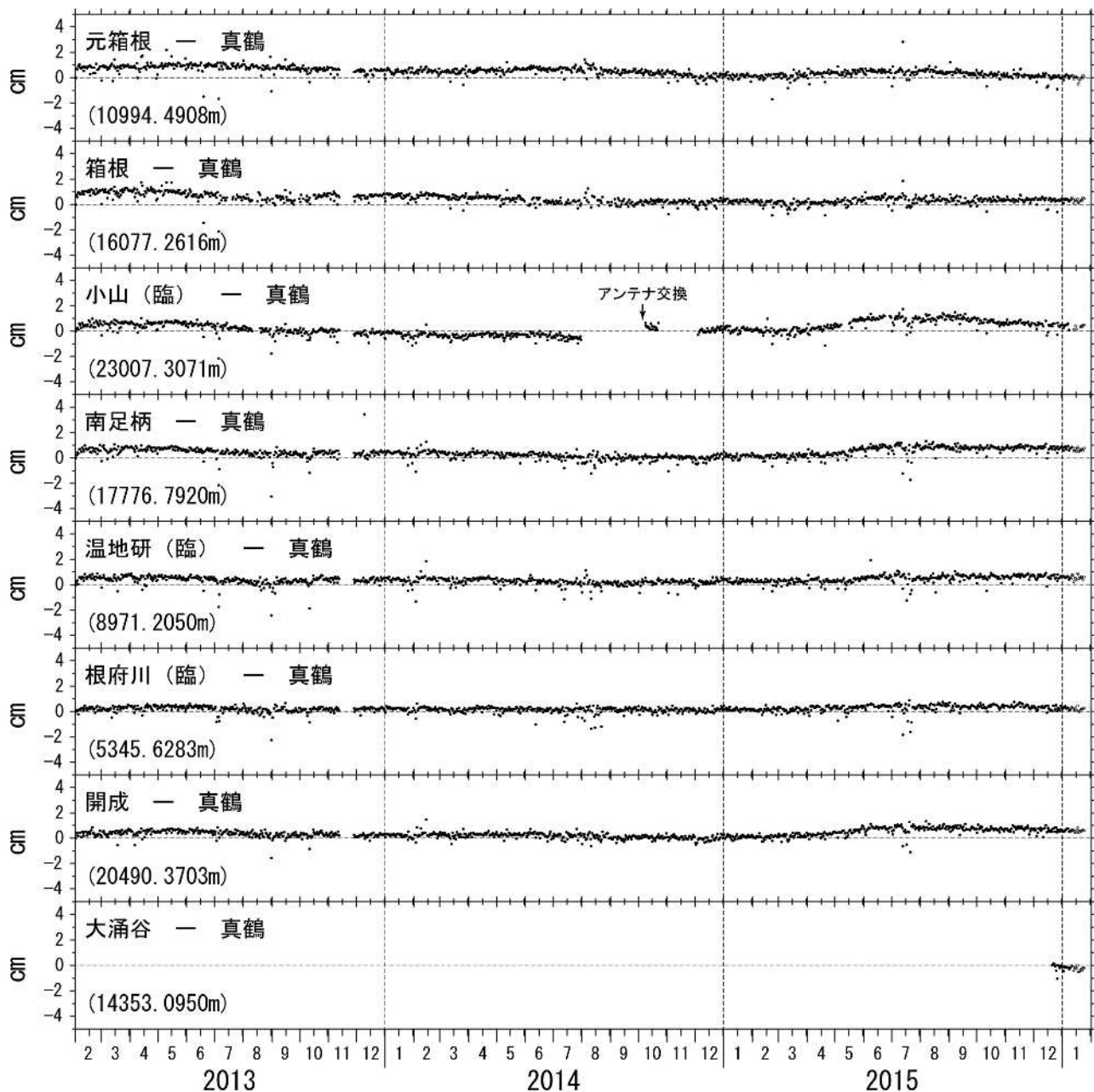


図6 GPS 基線長変動 (2013 年 2 月 1 日～2016 年 1 月 20 日)

真鶴観測点を中心とした、各観測点の基線長変化。精密歴(●)および超速報歴(○)を用いた解析結果を示す。小山観測点は、(独)防災科学技術研究所との共同研究による観測点である。

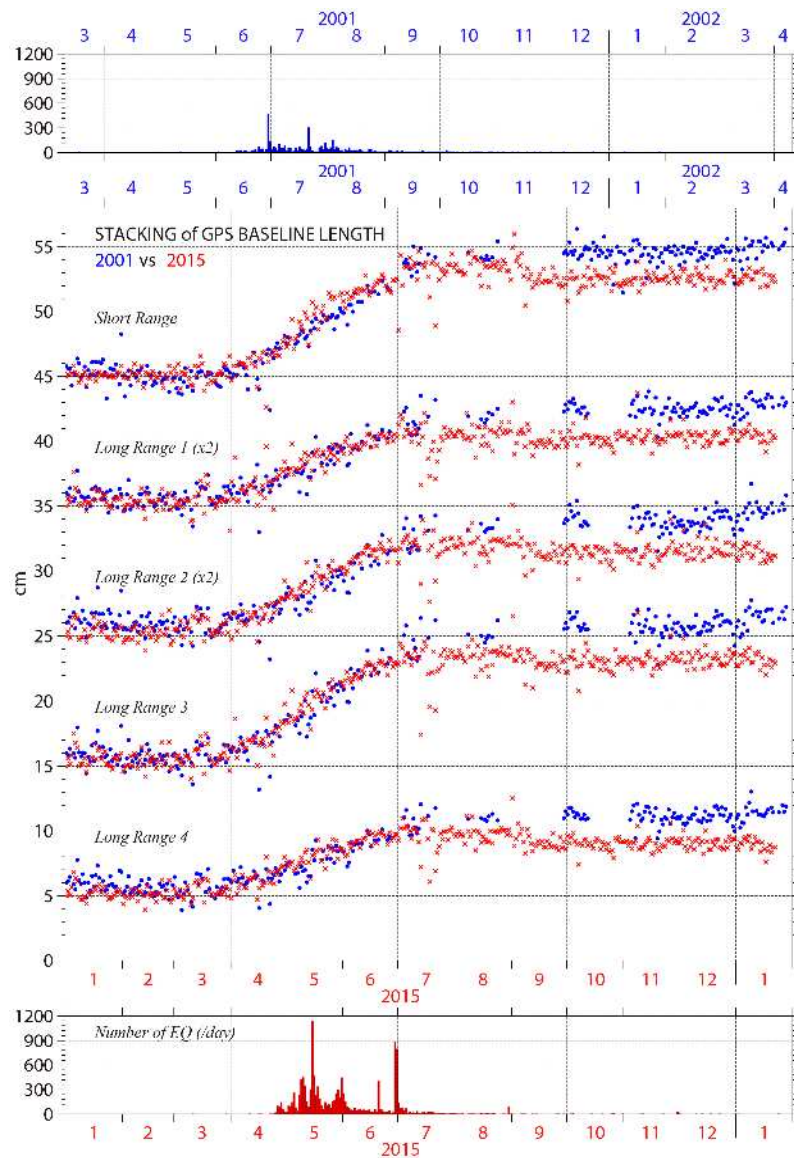


図7 GPSの基線長データをスタッキングした波形
赤は2015年（下軸）、青は2001年（上軸）の変化を示す。

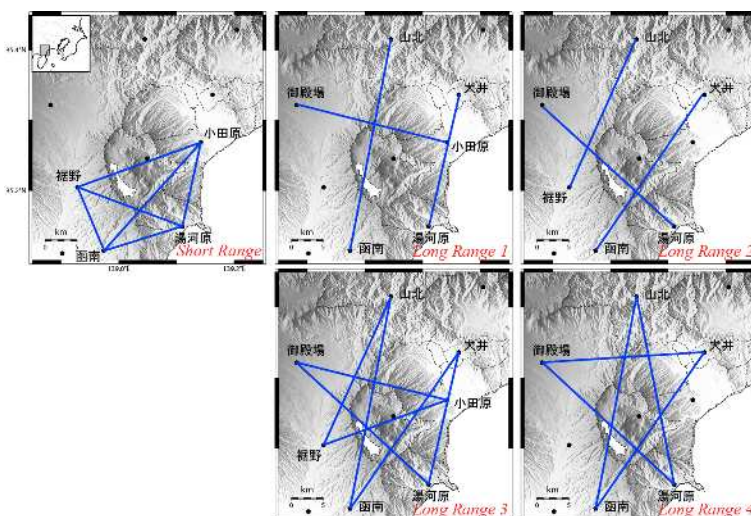


図8 スタッキングに使用した
基線網

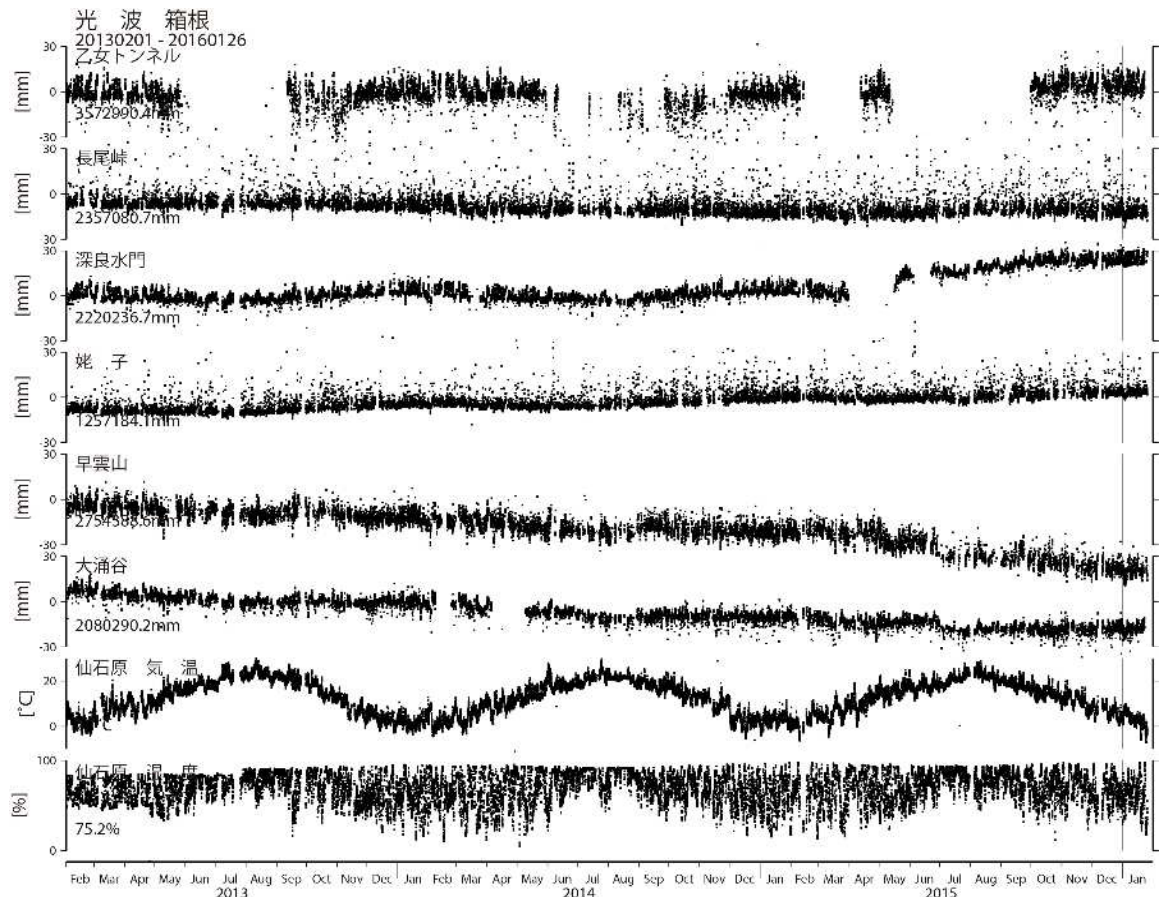


図 9 光波測量 (2013 年 2 月 1 日～2016 年 1 月 26 日)

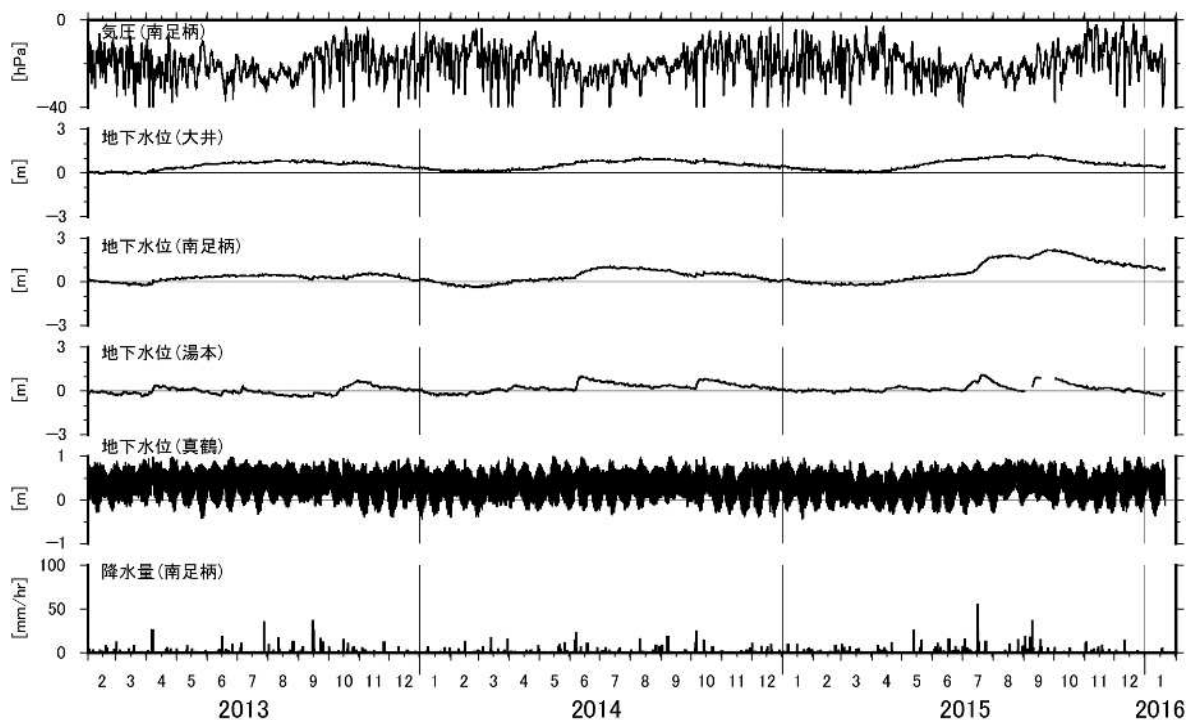


図 10 地下水位変動 (2013 年 2 月 1 日～2016 年 1 月 26 日)

井戸の深度は南足柄が 150m、大井、湯本、真鶴は 300m。

干渉 SAR 解析による大涌谷の地表面変位

表 1 使用したデータおよび観測条件

Path-Frame	軌道・観測方向	Master	Slave	大涌谷付近における入射角	図
18-2190	南行軌道・右	2015/08/27	2015/10/22	42.8 °	図 11 (a)
		2015/10/22	2016/01/14		図 11 (b)
125-700	北行軌道・右	2015/07/05	2015/11/08	33.4 °	図 11 (c)
19-2900	南行軌道・右	2015/09/01	2015/11/10	32.3 °	図 11 (d)

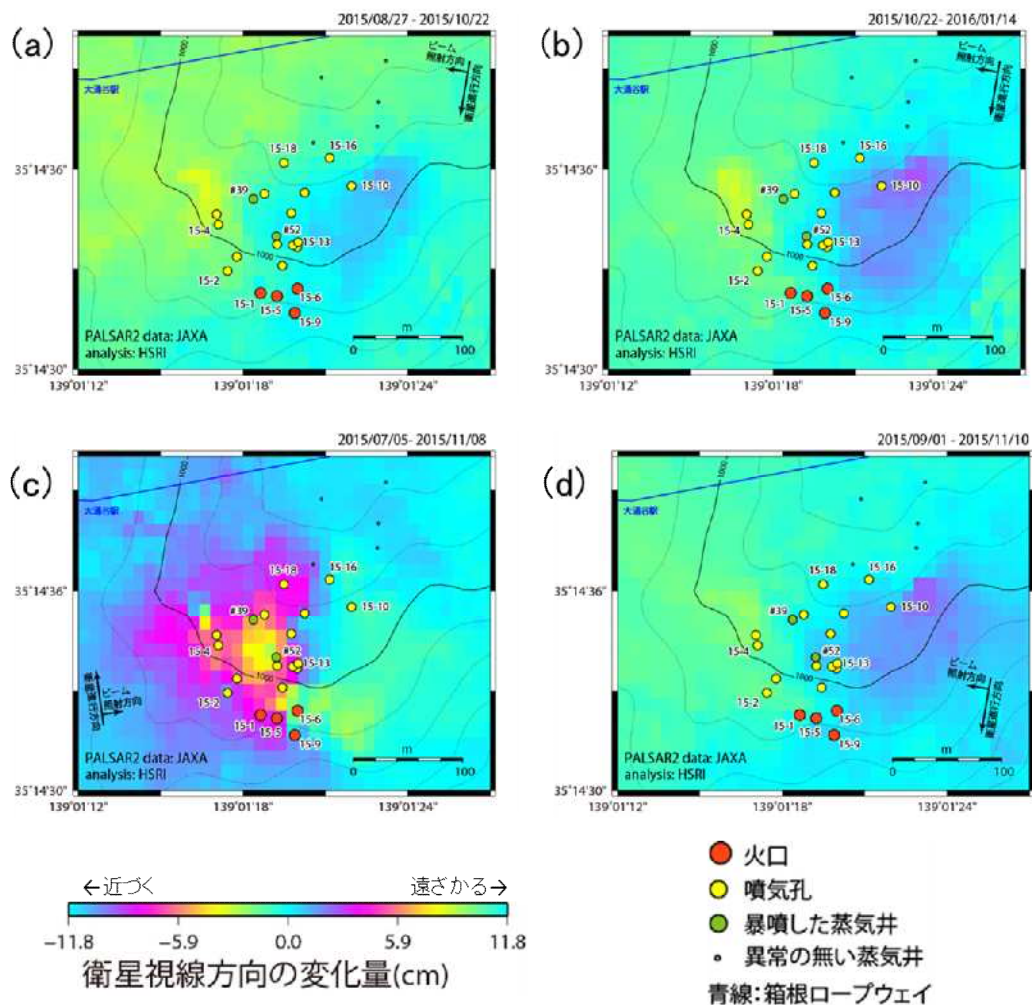


図 11 干渉 SAR 解析による大涌谷の地表面変位

局所的な変位を比較するため、噴気異常が認められた蒸気井周辺より N60E 方向に 200m の地点を不動と仮定し、変位量の分布を示している。火口及び噴気孔群の位置および番号は温泉地学研究所・伊豆半島ジオパーク推進協議会（2015，予知連資料）に基づく。

東から視線による干渉ペア（a、b、d）では、火口および噴気孔群の東側の斜面において、周囲に対し衛星視線方向から遠ざかる変位が認められる。西からの視線による干渉ペア（c）では、火口および噴気孔群周辺において衛星から遠ざかる変位が認められる。

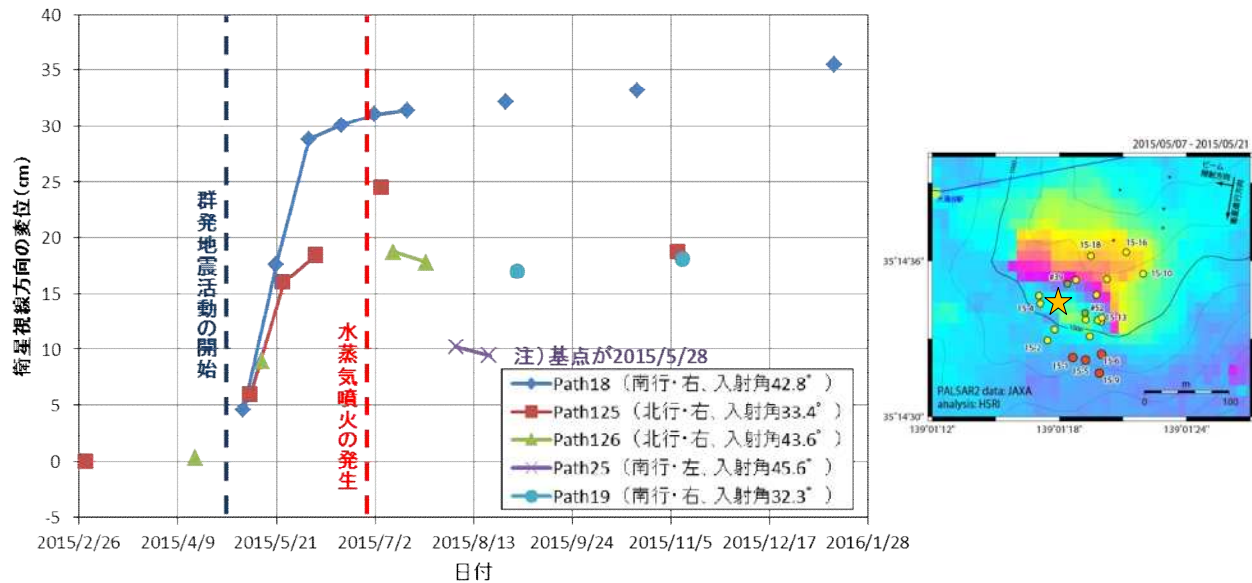


図 12 大涌谷の地表面変位（累積値）の時間変化

右図中の星印の地点における累積変位（衛星視線方向）について、その時間変化を示した。観測間隔が最短（2 週間）のペアのみ直線で繋いでいる。

謝辞

ALOS-2/PALSAR-2 による観測データは火山噴火予知連絡会衛星解析グループを通して JAXA から提供されたものです。データの所有権は JAXA にあります。解析には、防災科学技術研究所が開発した SAR 干渉解析ツール(RINC)を使用しました。

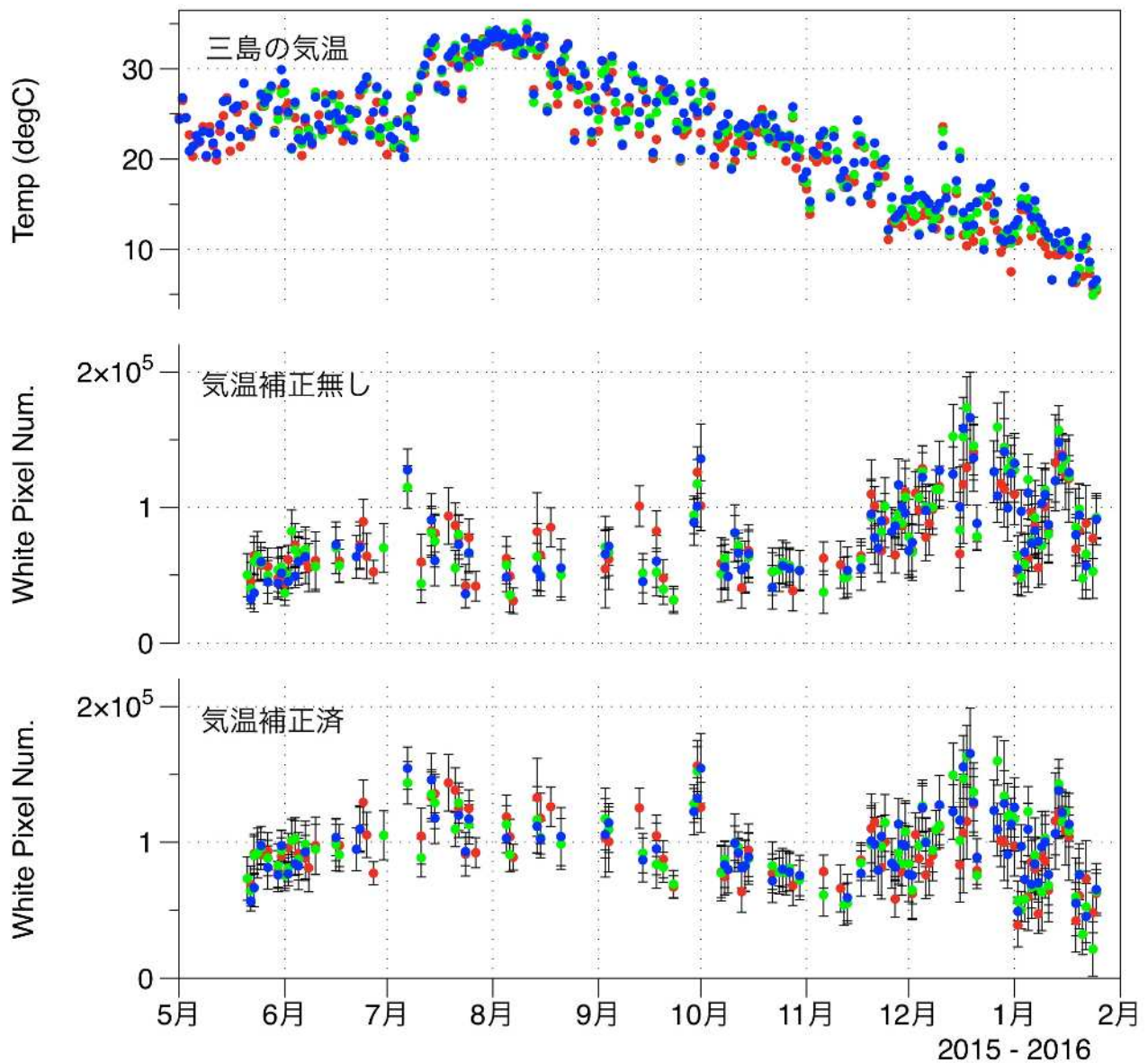


図 13 大涌谷に設置したタイムラプスカメラによる噴気の連続モニタリング (2015 年 5 月 21 日～2016 年 1 月 25 日)。各日 11 時 (赤)、12 時 (緑)、13 時 (青) の正時前後 30 分間に撮影された画像について、HSV 色空間で V 値が 200 以上の平均ピクセル数をプロットした。霧や暗い曇りなどの日は欠測とした。

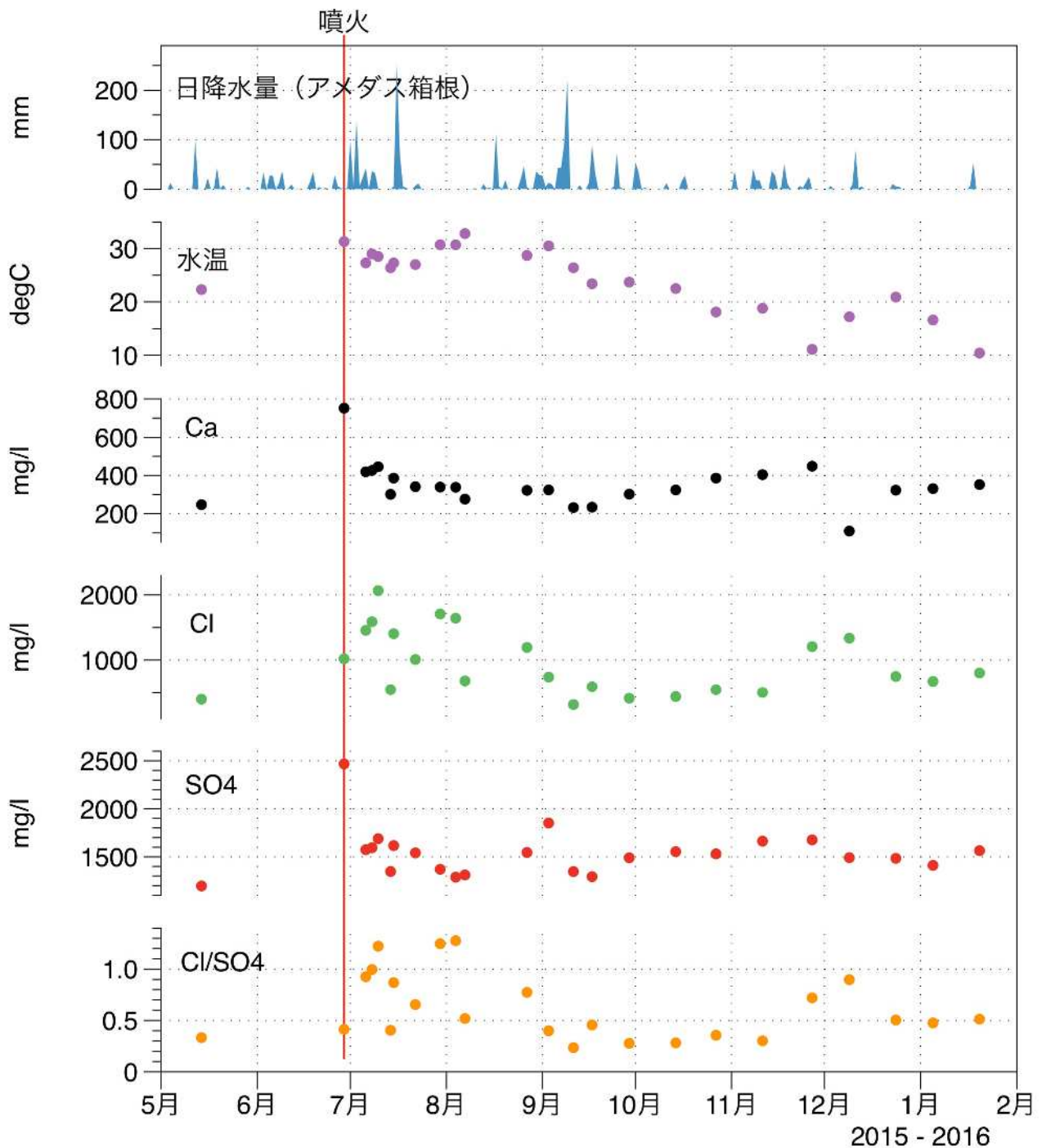
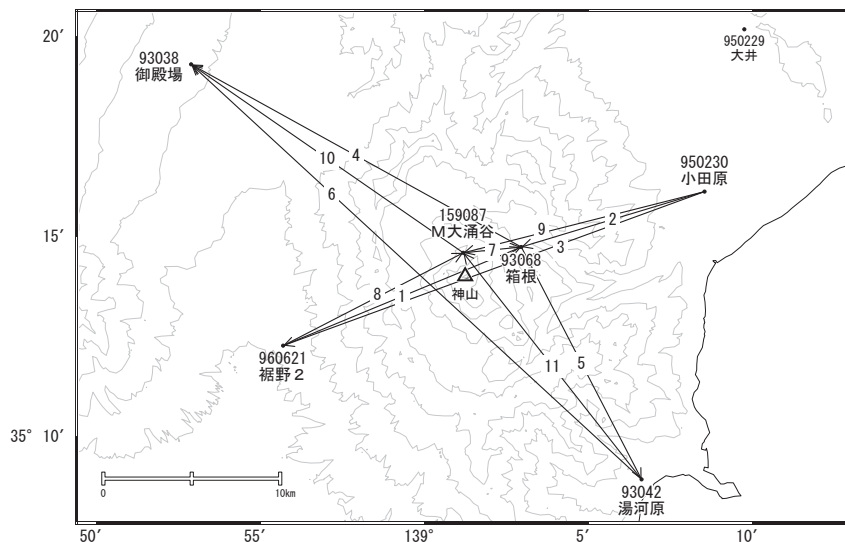


図 14 2015～2016 年の大涌沢の水質変化（採水地点；大涌堰堤下、北緯 35.247568 ° 東経 139.024292）。最上段にアメダスの箱根観測点における日降水量を示す。

箱根山

箱根山周辺の基線で、2015年4月下旬から始まり6月のごく小規模な噴火以降も継続していた山体の膨張を示す地殻変動は、8月下旬頃から停滞しています。

箱根山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



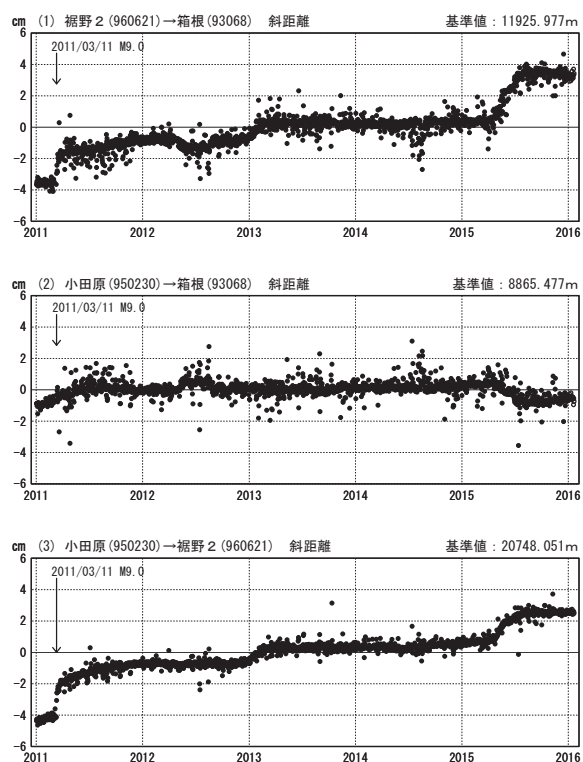
箱根山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
93038	御殿場	20121112	アンテナ・受信機交換
93042	湯河原	20121211	アンテナ・受信機交換
93068	箱根	20120825	伐採
		20121211	アンテナ・受信機交換
		20140926	受信機交換
159087	M大涌谷	20150508	新設

点番号	点名	日付	保守内容
950230	小田原	20121011	アンテナ交換
		20140403	アンテナ・受信機交換
		20140605	受信機交換
960621	裾野	20121011	アンテナ交換
		20150302	受信機交換
		20150530	受信機交換
		20150807	受信機交換

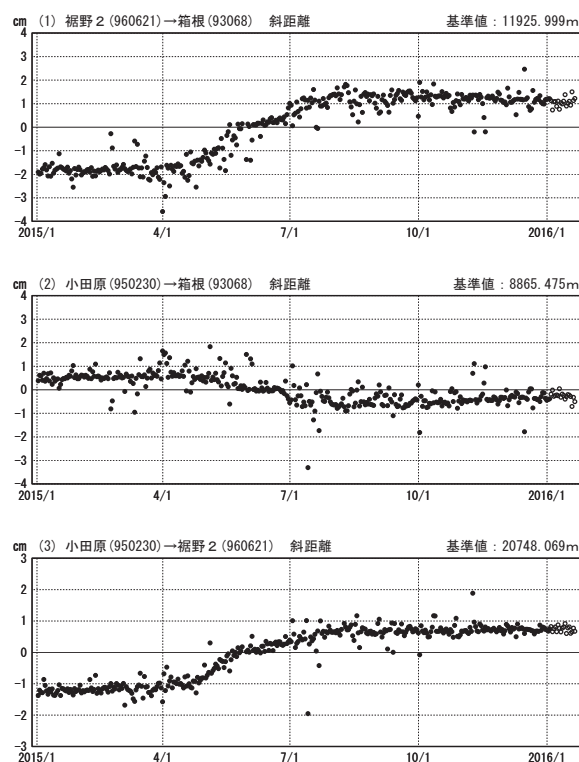
基線変化グラフ

期間：2011/01/01～2016/01/20 JST



基線変化グラフ

期間：2015/01/01～2016/01/20 JST



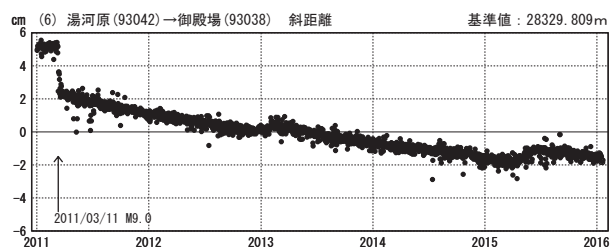
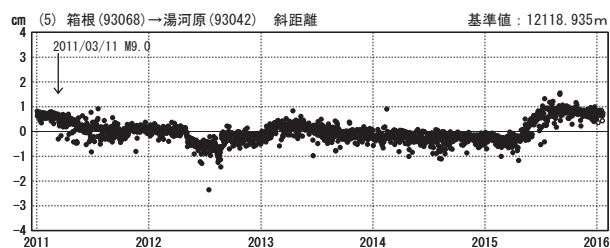
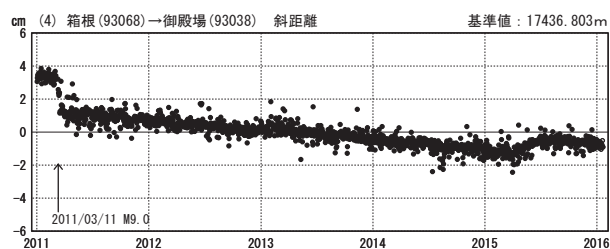
●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

※[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

箱根山

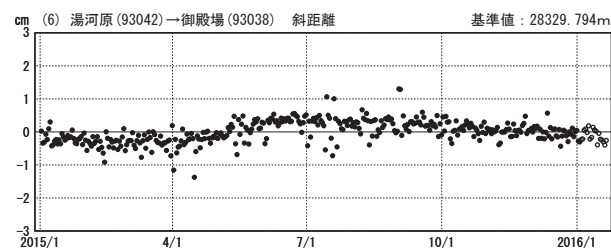
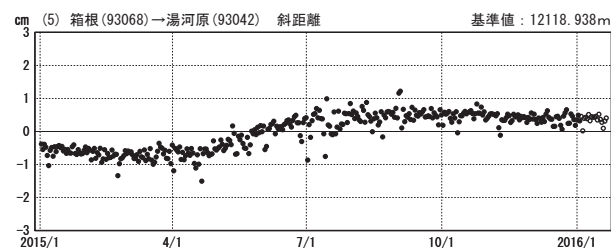
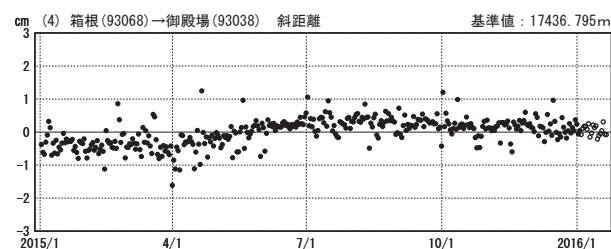
基線変化グラフ

期間：2011/01/01～2016/01/20 JST



基線変化グラフ

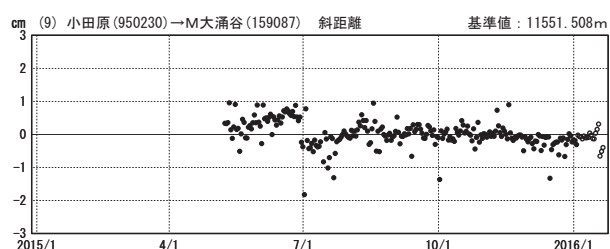
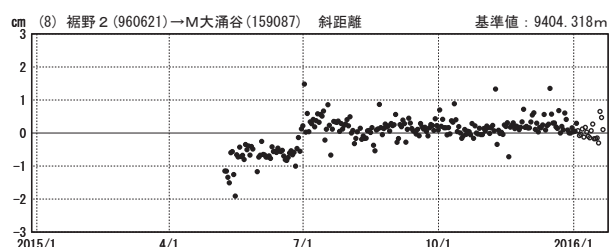
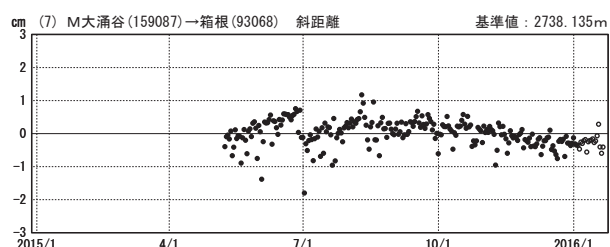
期間：2015/01/01～2016/01/20 JST



M大涌谷（REGMOS）に関する基線（短期のみ）

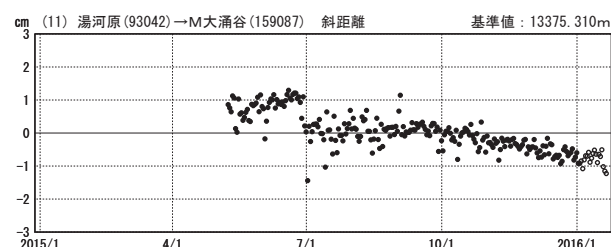
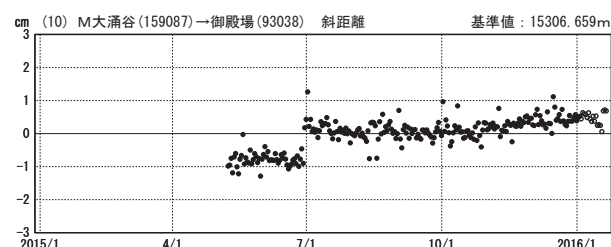
基線変化グラフ

期間：2015/01/01～2016/01/20 JST



基線変化グラフ

期間：2015/01/01～2016/01/20 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

※[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

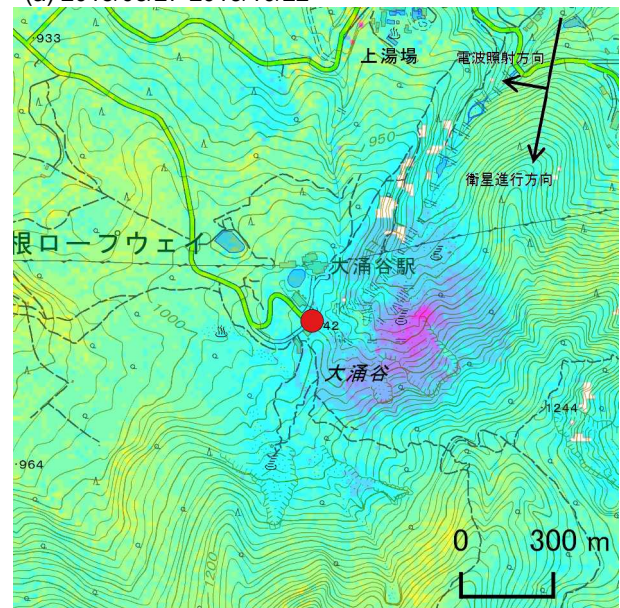
箱根山

箱根山の SAR 干渉解析結果について

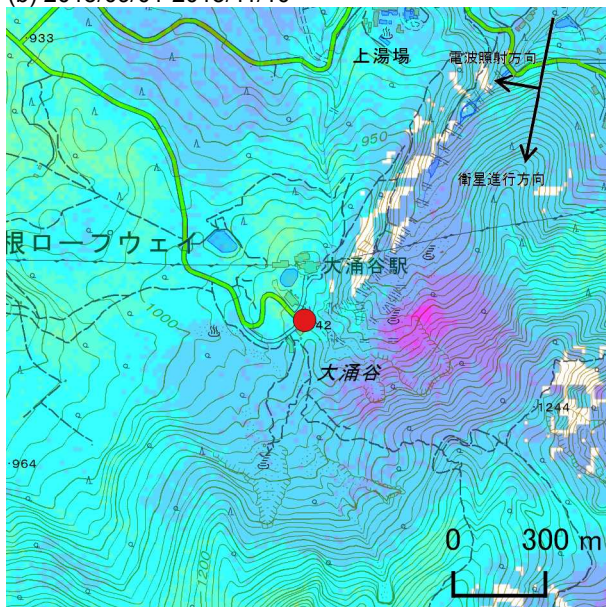
	(a)	(b)	(c)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2015/08/27 2015/10/22 11:43 頃 (56 日間)	2015/09/01 2015/11/10 11:47 頃 (70 日間)	2015/10/22 2016/01/14 11:43 頃 (84 日間)
衛星進行方向	南行	南行	南行
電波照射方向	右	右	右
観測モード*	U-U	U-U	U-U
入射角(中心)	42.9°	32.7°	42.9°
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	-7 m	-57 m	+61 m
使用 DEM	GSI10m DEHMJapan (飛田, 2009)	GSI10m DEHMJapan (飛田, 2009)	GSI10m DEHMJapan (飛田, 2009)

*U: 高分解能(3m)モード

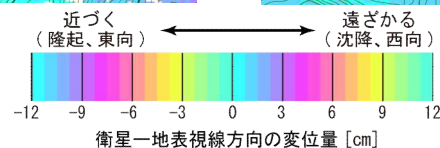
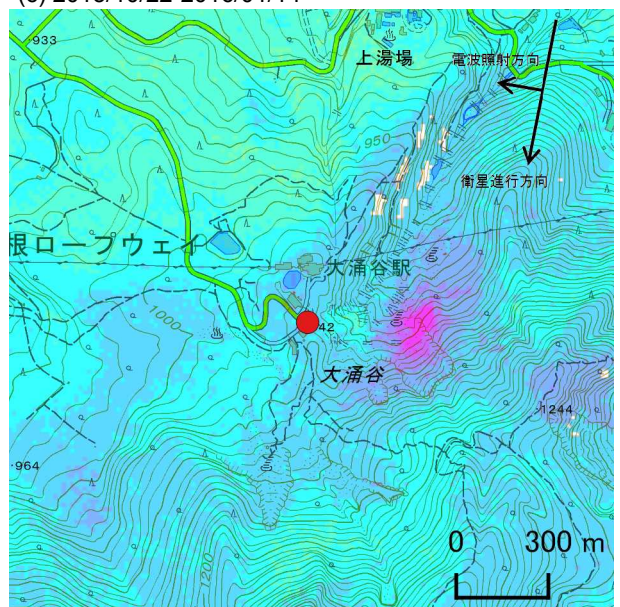
(a) 2015/08/27-2015/10/22



(b) 2015/09/01-2015/11/10



(c) 2015/10/22-2016/01/14



● 国土地理院 GNSS 観測点

背景：地理院地図 標準地図

判読) 大涌谷周辺で衛星から遠ざかる変動が見られる。

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

箱根山

単発エンジン航空機搭載型放射伝達スペクトルスキャナ(ARTS-SE)による 箱根山(大涌谷)周辺の輝度温度等試験観測結果(2015 年 12 月 5 日の結果)

2016 年 2 月 17 日

防災科学技術研究所

概要

防災科学技術研究所は、新規に単発エンジン航空機搭載型放射伝達スペクトルスキャナ(ARTS-SE)を開発し、その試験運用として、箱根山(大涌谷)周辺の輝度温度等の試験観測を 2015 年 12 月 5 日に行った。その結果、箱根山(大涌谷)周辺の輝度温度分布を把握できた。**最高輝度温度は、大涌谷(15-1 噴気孔付近)内で約 56℃**である(噴気孔の名称は小山(2015:火山噴火予知連絡資料)に準拠。)。この値は、前回133回予知連絡資料の気象庁、防災科研の温度観測結果とほぼ同様の値である。

観測諸元

観測日時 2015 年 12 月 5 日 12:30
観測高度 海拔 3000m
観測コース 箱根山大涌谷上空、南北方向
天候 晴
使用装置 単発エンジン航空機搭載型放射伝達スペクトルスキャナ(ARTS-SE)
画像データ取得センサ :STIC(ARTS-SE 搭載のカメラ型センサ)
・輝度温度画像:ARTS-SE 熱赤外カメラ(7.5-14 μ m の輝度温度)
・可視画像:ARTS-SE 可視カメラ
画像データ諸元:
・輝度温度画像(空間分解能 約 1.4m, NEDT 0.02K)
・可視画像(空間分解能 約 0.25m)
(補正処理 オルソ幾何未補正、大気未補正)

観測結果

ARTS-SE 熱赤外カメラで計測した、輝度温度の観測結果を図1に示す。**大涌谷の最高輝度温度は 15-1 噴気孔付近の 56℃(7.5-14 μ m の放射輝度推定)**である(噴気孔の名称は小山(2015:火山噴火予知連絡資料)に準拠。)。ただし、この輝度温度推定値は、大気による放射輝度の減衰、瞬時視野より小さな大きさの熱分布の存在、噴気等の影響により、真の最高温度より低めの値となる。

噴気等の状況把握の為、ARTS-SE 可視カメラにより熱赤外カメラと同時に観測した結果を図2に示す。図2の画像範囲は図1の輝度温度画像に一致させている。

今回の観測値は、第 133 回噴火予知連絡資料(気象庁、防災科研の報告等)とほぼ同様の値である。

謝辞) 今回の観測では気象庁地震火山部火山課 火山監視・情報センターのご支援をいただきました。記して感謝いたします。

以上

箱根山

図1と図2に表示した画像データのおよその範囲

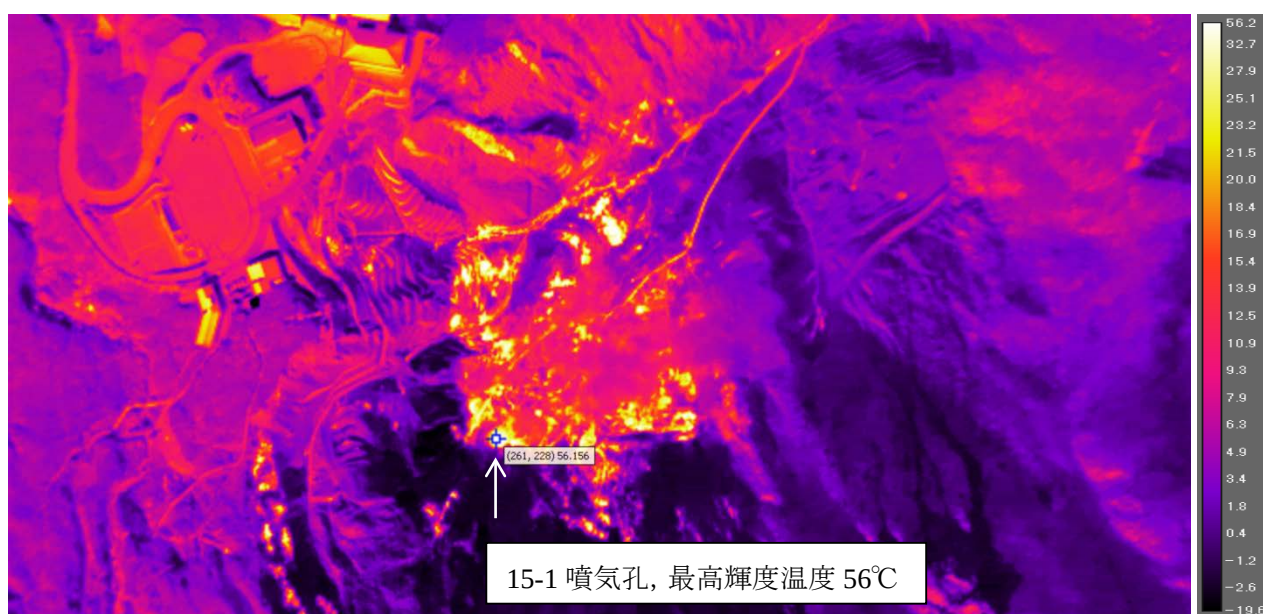


図 1 大涌谷の輝度温度画像 (ARTS-SE 熱赤外カメラ、空間分解能 1.4m、NEDT 0.02K、2015/12/5 12:30)

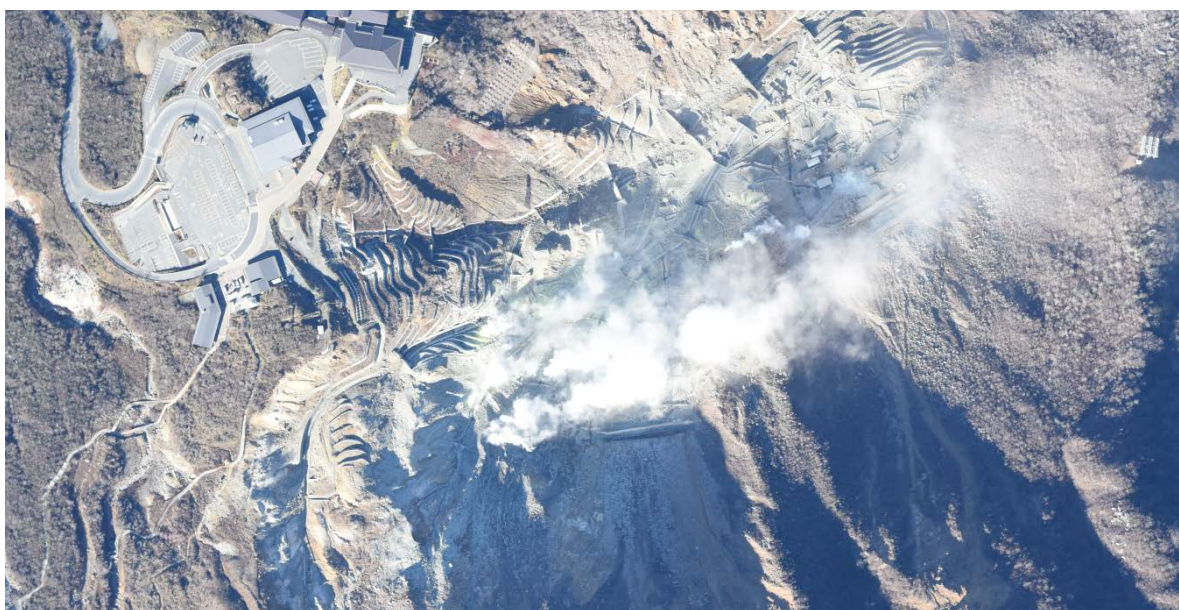


図 2 大涌谷の可視画像 (ARTS-SE 可視カメラ、空間分解能 0.25m、2015/12/5 12:30)

新 潟 焼 山

(2016 年 1 月 31 日現在)

昨年（2015 年）夏頃から、噴煙がやや高く上がる傾向がみられる。今後の火山活動の推移に注意が必要。

噴火予報（噴火警戒レベル 1、活火山であることに留意）の予報事項に変更はない。

○ 概況（2015 年 10 月～2016 年 1 月 31 日）

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

新潟県土木部砂防課が焼山温泉（山頂の北北西約 8 km）に設置している監視カメラによる観測では、2015 年夏頃から、山頂部東側斜面の噴煙がやや高く上がる傾向が認められ、一時的には火口縁上 200m 程度まで上がっている。また、2015 年 12 月下旬からは噴煙量も多くなっている。

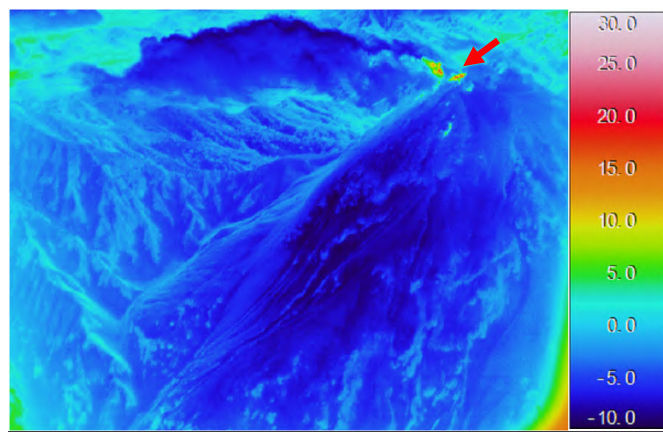
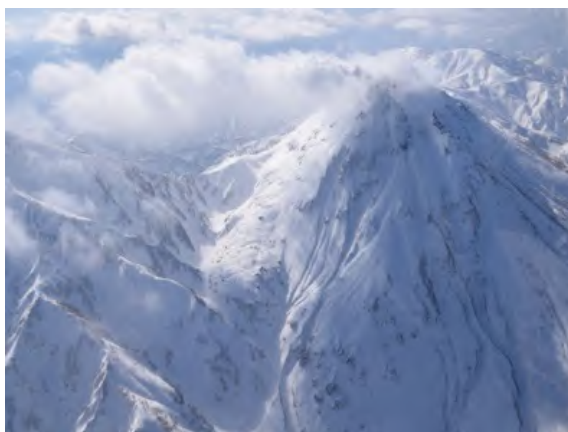
1 月 28 日、国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所の協力により上空からの観測を実施した。山頂火口からの白色噴煙は、火口縁上高さ約 100m まで上がり東に流れていた。火口付近には地熱域を確認した。

・ 地震活動（第 3 図-②、第 5 図）

新潟焼山付近の地震活動は低調に経過しているが、長期的には 2015 年に入って地震回数がやや増加している。火山性微動は観測されなかった。

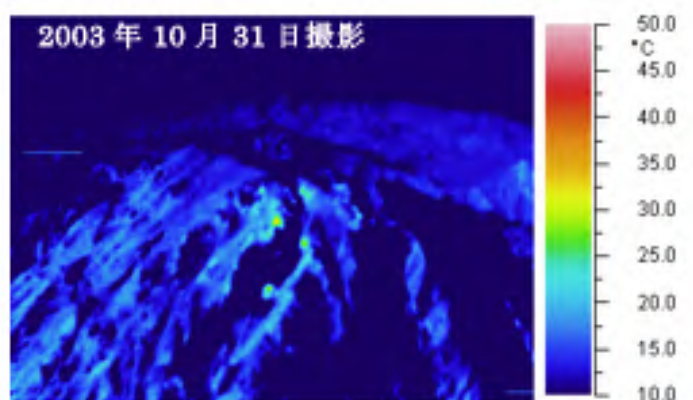
・ 地殻変動（第 3 図-③～⑥、第 6 図）

GNSS 連続観測と傾斜観測では、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。



2016 年 1 月 28 日 11 時 14 分 北側より撮影（左：可視画像、右：熱赤外画像）

国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所の協力により実施



2003 年 10 月 31 日 北北東側より撮影（左：可視画像、右：熱赤外画像） 赤丸は弱い噴気

新潟県の協力により実施

第 1 図 新潟焼山 赤外熱映像装置による山頂火口付近の地表面温度分布

- ・火口付近に地熱域を確認した（上図赤矢印）。前回（2003 年 10 月 31 日）の観測時にはこのような地熱域は認められなかった。

新潟県土木部砂防課提供



2015 年 10 月 29 日 09 時 00 分 撮影



2015 年 12 月 31 日 08 時 58 分 撮影



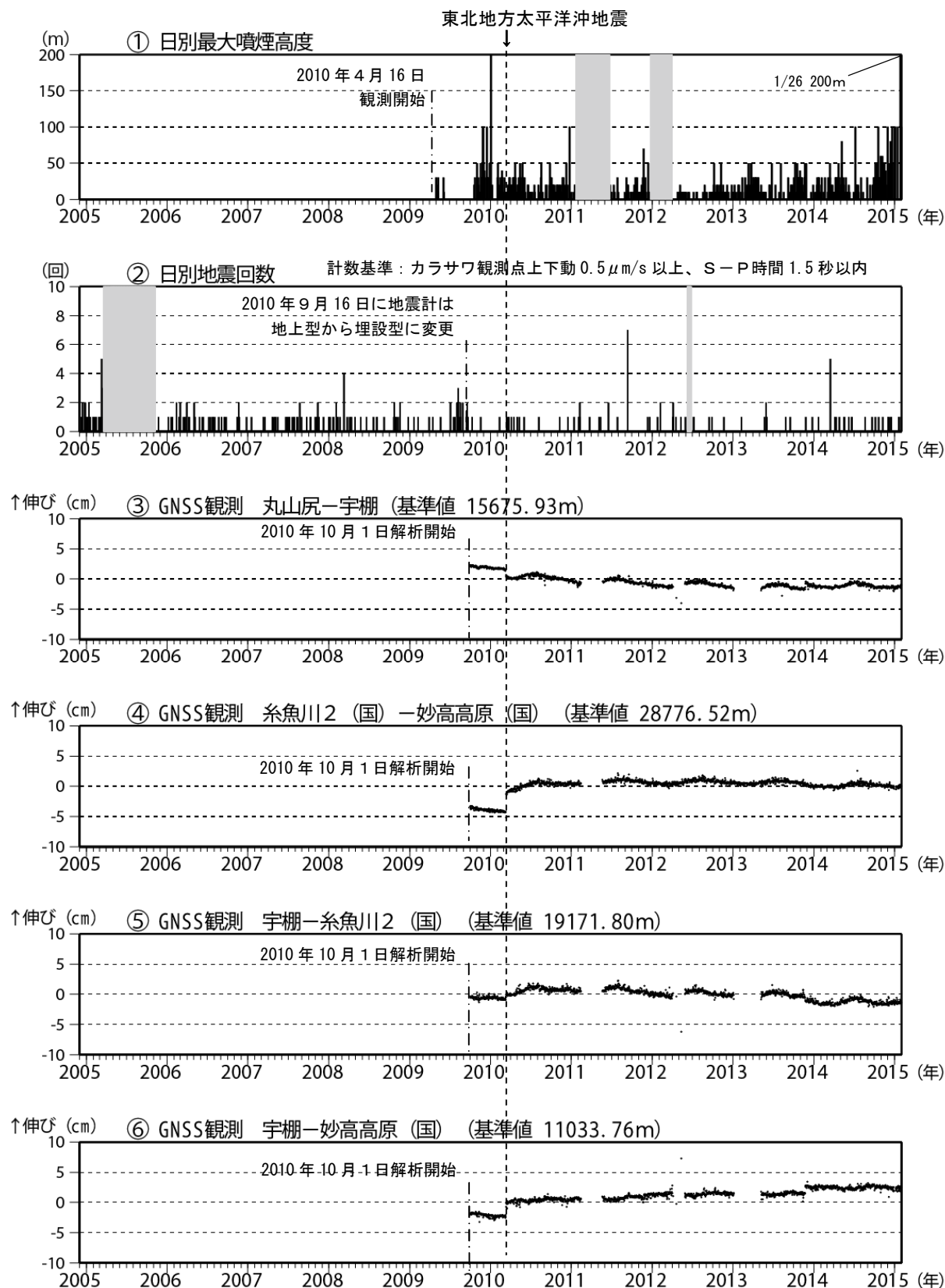
2016 年 1 月 13 日 17 時 00 分 撮影



2016 年 1 月 26 日 12 時 59 分 撮影

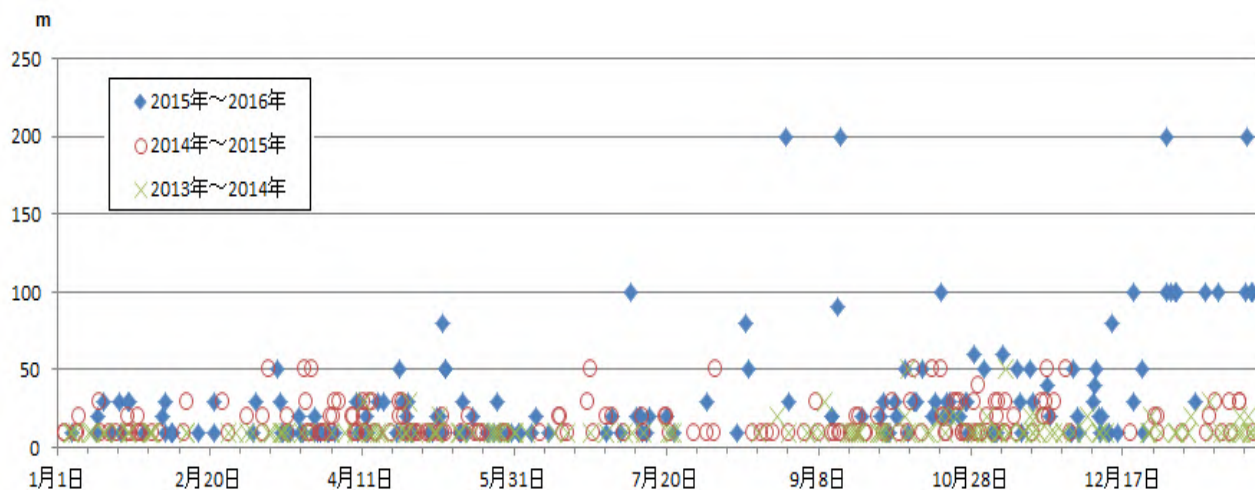
第 2 図 新潟焼山 山頂部の最近の状況
(いずれも新潟県土木部砂防課提供)

- ・ 2015 年 12 月下旬から噴煙量が多くなっている (図中黄円)。



第3図 新潟焼山 最近の火山活動経過図 (2005年12月~2016年1月31日)

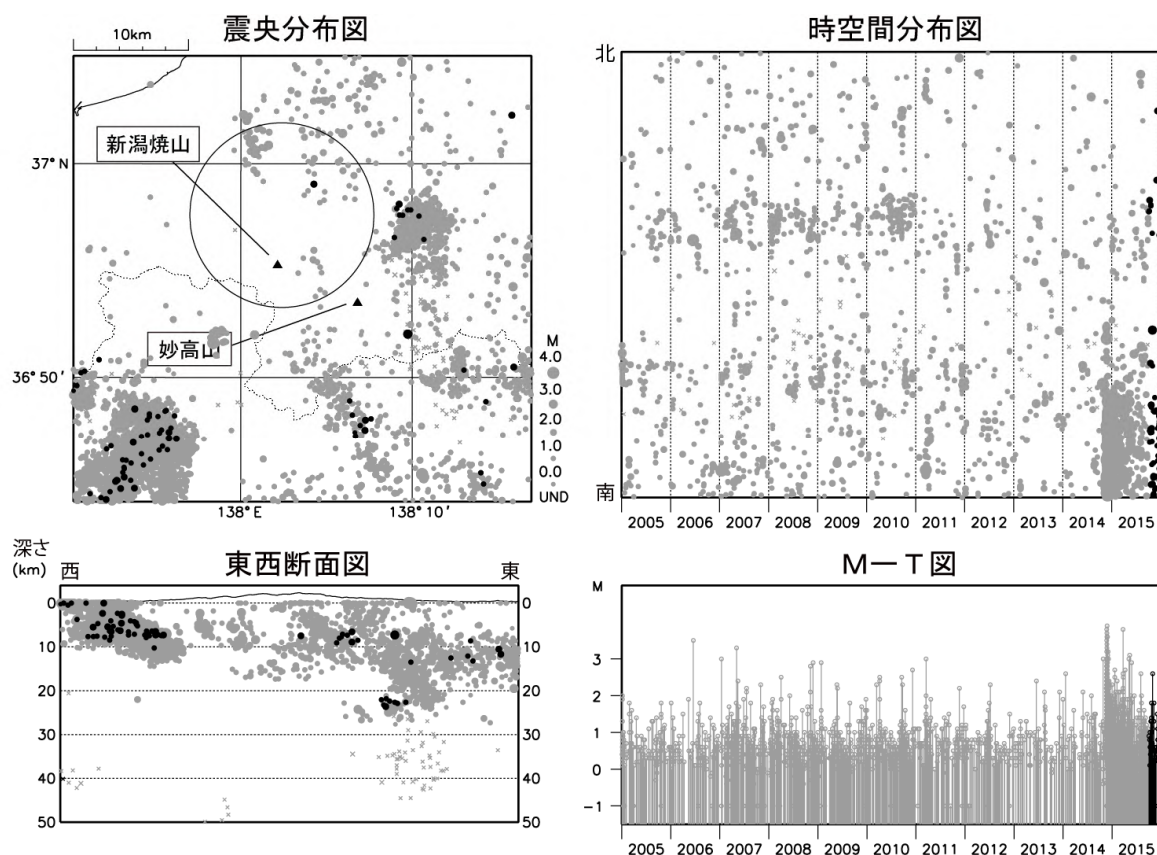
- ① 日別最大噴煙高度 (2010年4月16日~2016年1月31日)
- ② 日別地震回数 (2005年12月1日~2016年1月31日)
- ③~⑥ GNSS連続観測結果 (2010年10月1日~2016年1月31日) (国): 国土地理院
 - ・③~⑥は第7図の③~⑥に対応している。
 - ・解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。
 - ・火山活動によるとみられる地殻変動は認められない。
 - ・2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響により、データに飛びがみられる。
- ①、②のグラフの灰色部分は機器調整による欠測を示す。
- ③~⑥のグラフの空白部分は欠測を示す。



第 4 図 新潟焼山 過去 3 年間の噴煙高度の比較 (2013 年 1 月 1 日～2016 年 1 月 31 日)

※過去 3 年の噴煙高度の時系列について日をあわせて表示

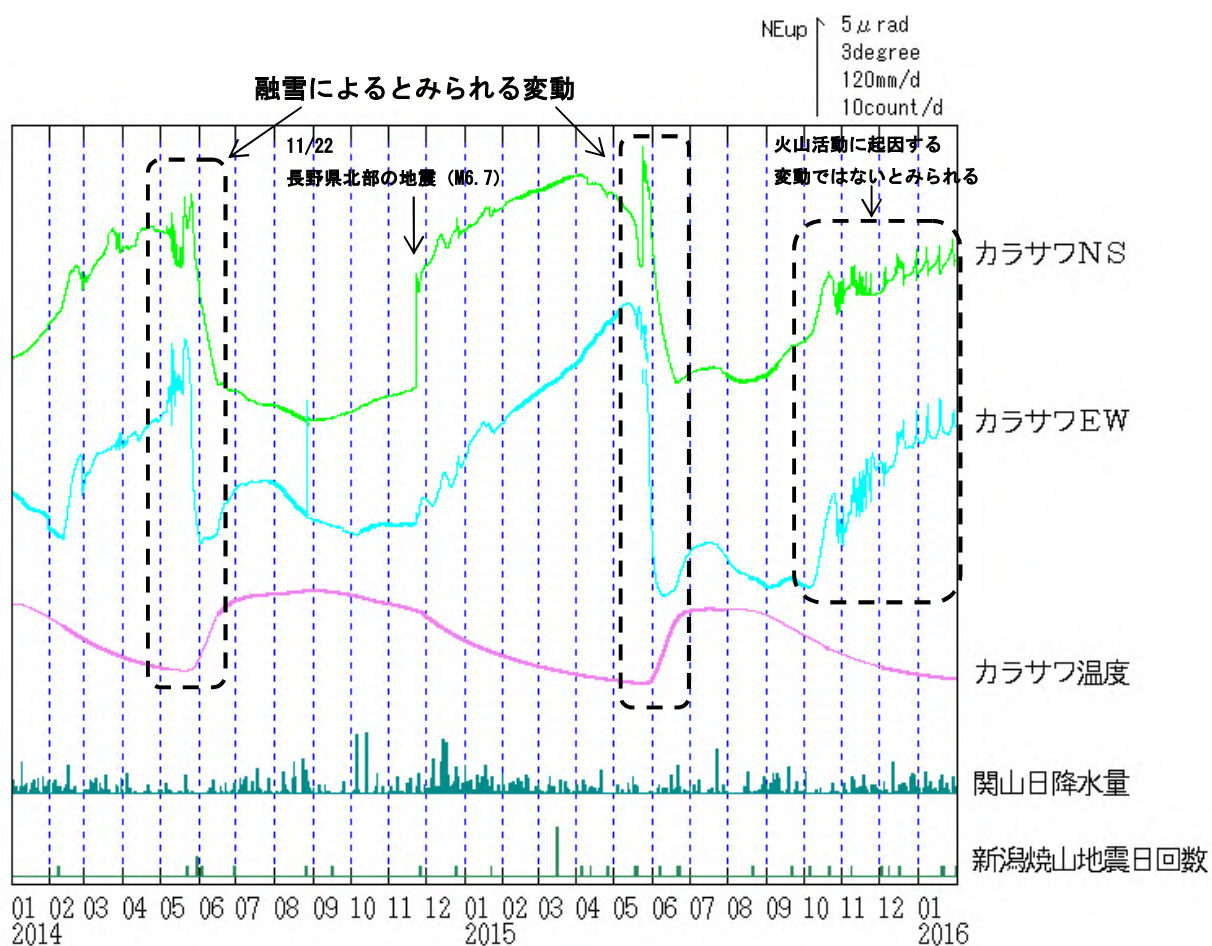
2015 年夏頃から、前年 (2014 年) と比べてやや噴煙の高い時期がみられる。



第 5 図 新潟焼山 一元化震源による山体周辺の地震活動 (2005 年 1 月 1 日～2016 年 1 月 31 日)

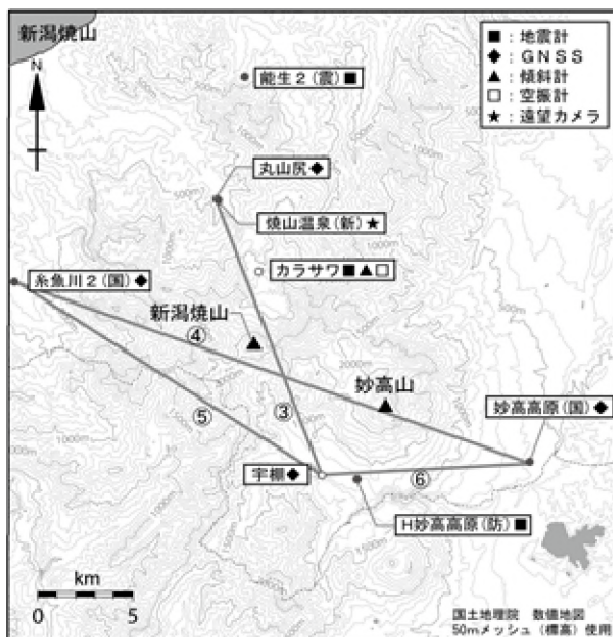
● : 2005 年 1 月 1 日～2015 年 9 月 30 日 ● : 2015 年 10 月 1 日～2016 年 1 月 22 日
× : 深部低周波地震

今期間、新潟焼山周辺で震源が決定された火山活動に関連すると思われる地震は観測されなかった。
なお、長野県北部を震源とする地震の多くは、2014 年 11 月 22 日 22 時 08 分に発生した長野県北部を震源とする地震 (マグニチュード 6.7、最大震度 6 弱) 及びその余震活動によるものと考えられる。
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)』を使用した。
震源分布図の円はカラサワ観測点を中心とした半径 8 km の範囲を示している。



第 6 図 新潟焼山 カラサフ観測点における傾斜変動
(2014 年 1 月 1 日～2016 年 1 月 31 日、時間値、潮汐補正済み)

火山活動によるとみられる傾斜変動は認められない。



第7図 新潟焼山 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。

(国): 国土地理院、(防): 防災科学技術研究所、

(震)：東京大学地震研究所、(新)：新潟県

GNSS 基線③～⑥は第 3 図の③～⑥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 50mメッシュ（標高）』を使用した。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 新潟焼山における 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
126-730	北行	右	2014. 09. 19	2015. 06. 26	図 1
120-760	北行	左	2015. 07. 22	2015. 10. 14	図 2

2. 解析結果

山頂付近においてノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

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（通称火山 WG）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。

2014/09/19–2015/06/26

280 days

km

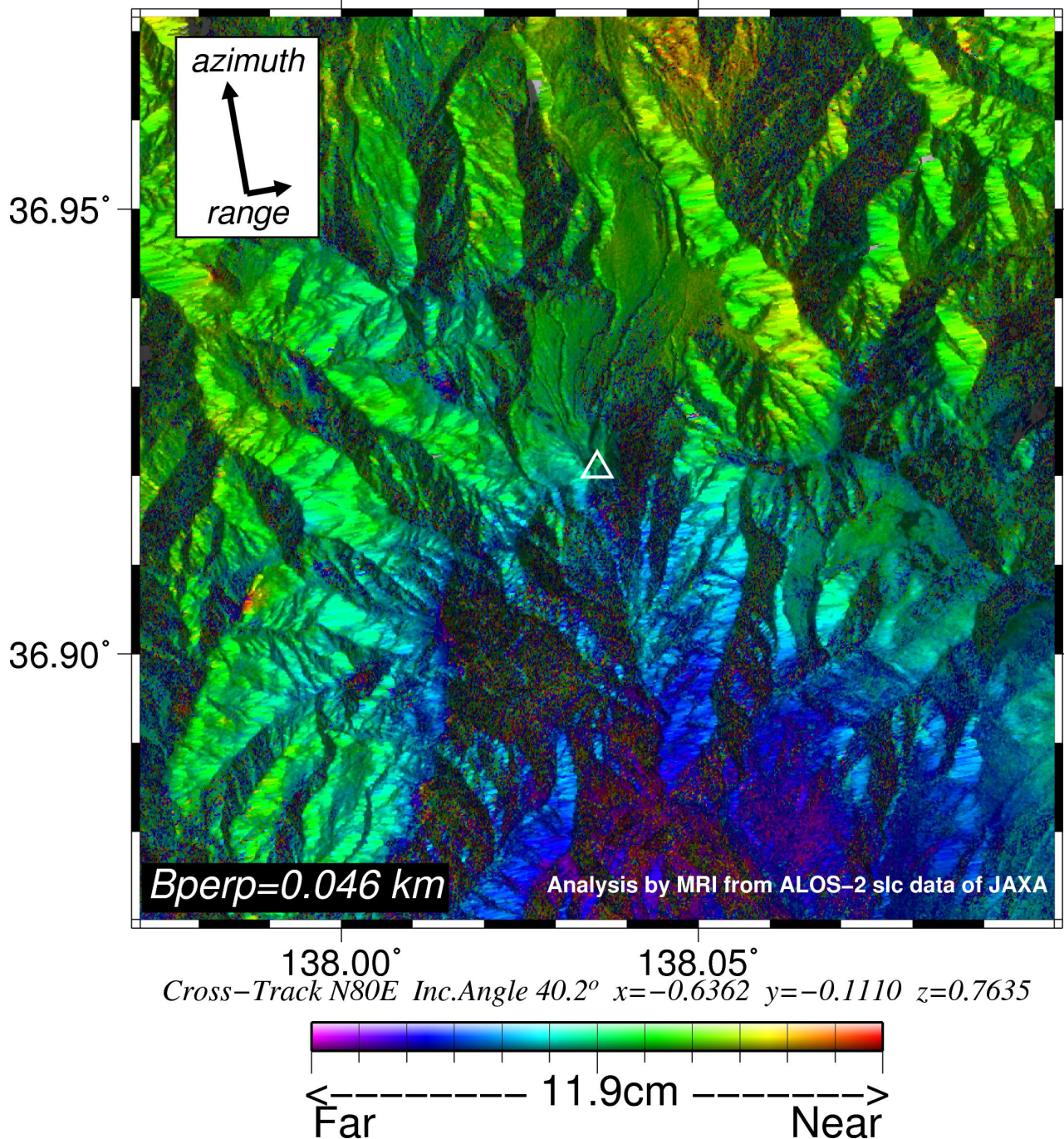
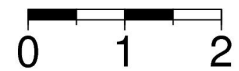


図 1 パス 126-730 の干渉解析結果

ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

2015/07/22–2015/10/14

84 days

km

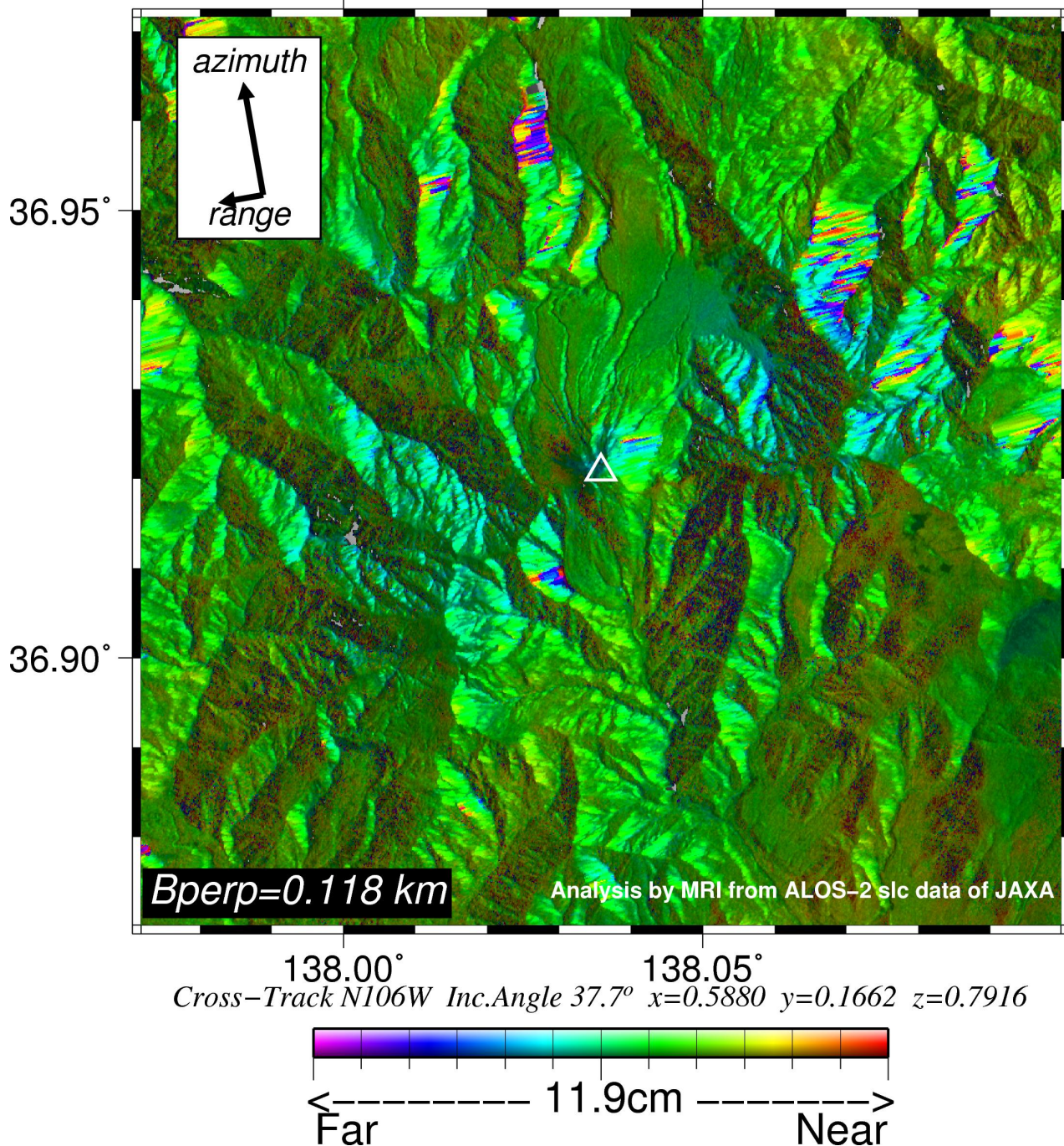


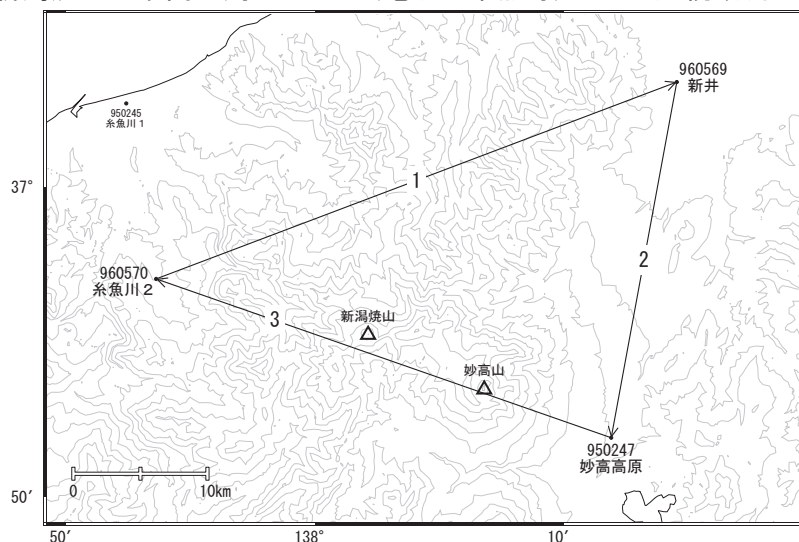
図 2 パス 120-760 の干渉解析結果

ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

新潟焼山・妙高山

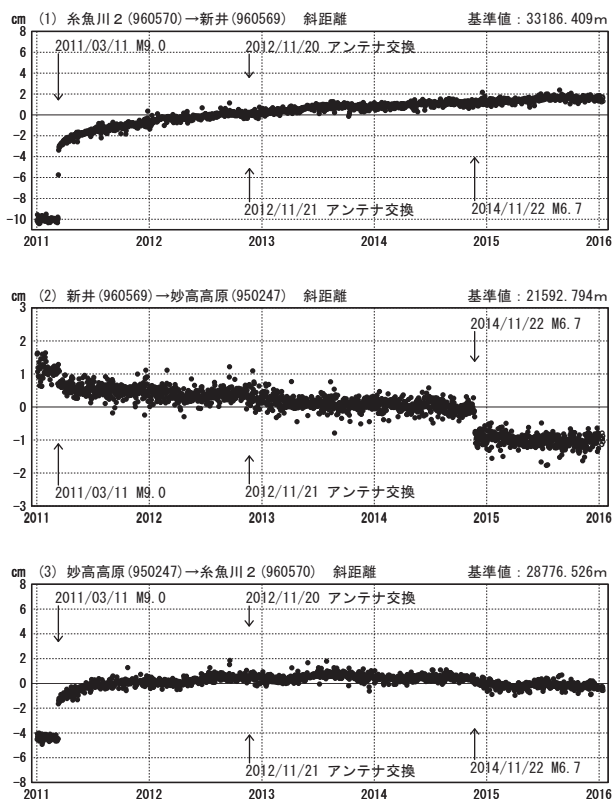
GNSS連続観測結果には特段の変化は見られません。

新潟焼山・妙高山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



基線変化グラフ

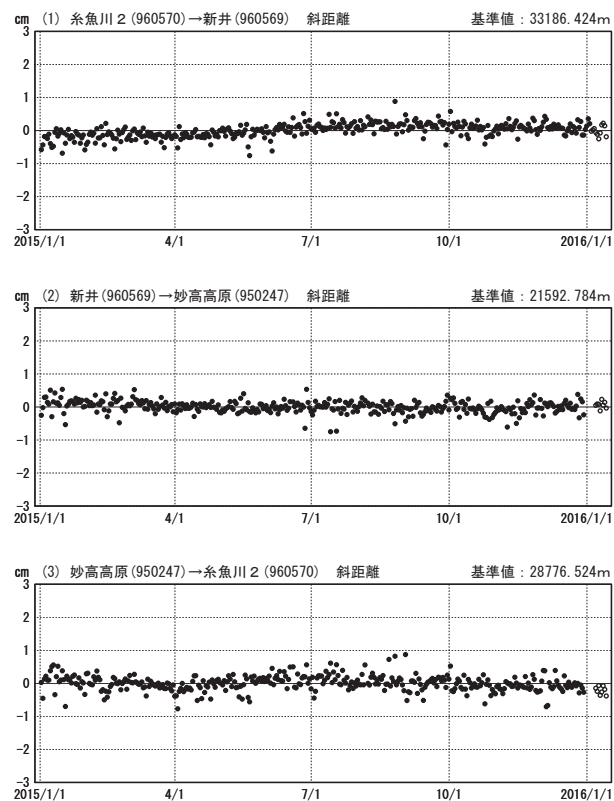
期間：2011/01/01～2016/01/13 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2015/01/01～2016/01/13 JST



※[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

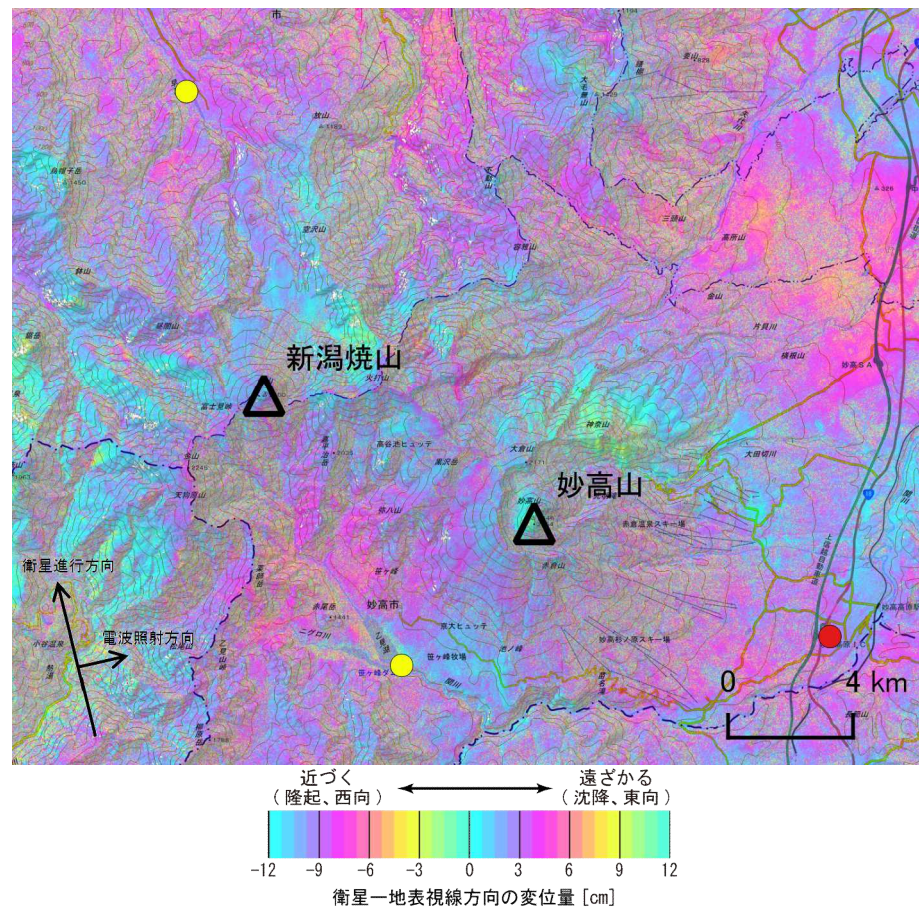
新潟焼山・妙高山

新潟焼山・妙高山の SAR 干渉解析結果について

(a)	
衛星名	ALOS-2
観測日時	2014/09/19 2015/06/26 23:44 頃 (280 日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右
観測モード*	U-U
入射角(中心)	39.9°
偏波	HH
垂直基線長	-49 m
使用 DEM	GSI10m DEHJapan (飛田, 2009)

*U: 高分解能(3m)モード

(a) 2014/09/19-2015/06/26



● 国土地理院 GNSS 観測点

背景：地理院地図 標準地図

● 国土地理院以外の GNSS 観測点

判読) ノイズレベルを超える変動は見られない。