

第 130 回
火山噴火予知連絡会資料

(その 10)

追加資料

平成 26 年 10 月 23 日

火山噴火予知連絡会資料（その10）

目次

蔵王山	3
東工大	3
草津白根山	4
東工大	4-10
御嶽山	11
北大	11-14、東工大 15-17、日大 18-19
阿蘇山	20
京大阿蘇	20-22
口永良部島	23
京大桜島	23-24

蔵王 御釜湖水の分析結果について

東京工業大学火山流体研究センター

2014年9月18日に蔵王山御釜で採水した湖水の陰イオン分析結果

pH : 3.22

F : 1.08 Cl : 2.84 SO₄ : 339 (mg/l)

硫酸酸性であるが、Cl をわずかに含む。F も検出されており、高温の火山ガスの寄与があるものと推察される。

草津白根火山の地殻変動と湯釜熱活動

2014年3月6日から10月16日までの体積膨張量は6.9万m³である。膨張率は、ピークである500m³/day(5月頃)から、10月は200m³/dayへ低下している。湯釜火口湖の水温は、4-5月頃から平年より数℃、湖面放熱量換算で約10MW程度高い。これは、湯釜湖底から湧き出している熱水の量が、地殻変動と同期して通常の1.5倍に増加していることを示唆している。

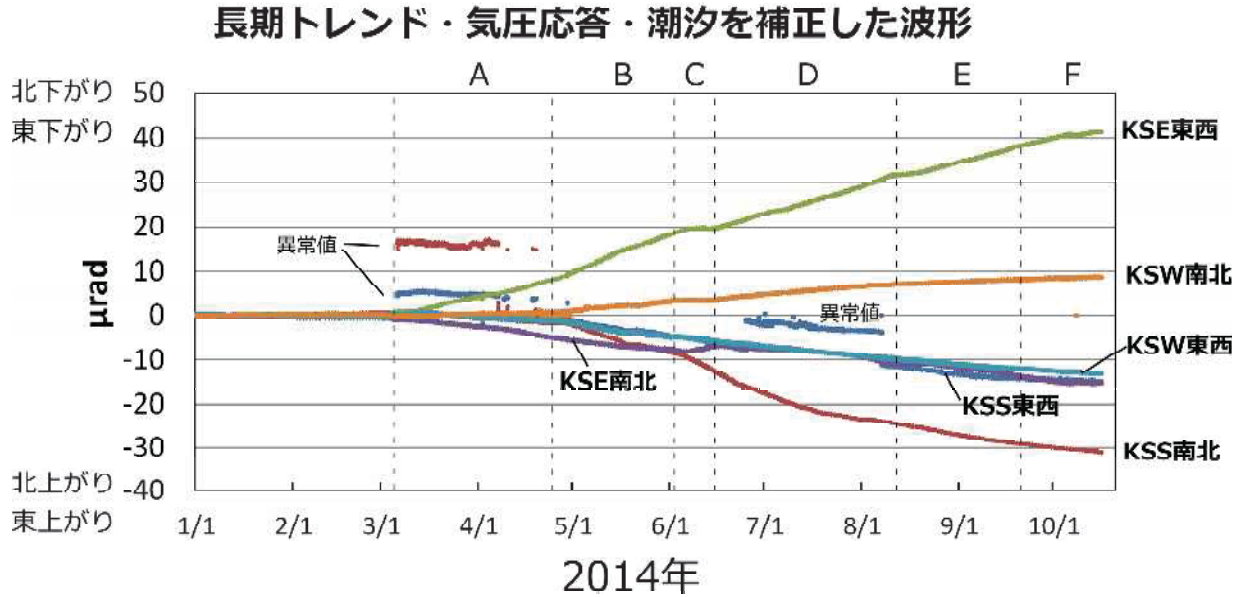


図 東工大傾斜計の変動(各補正済み)。2014年1月1日~10月16日。

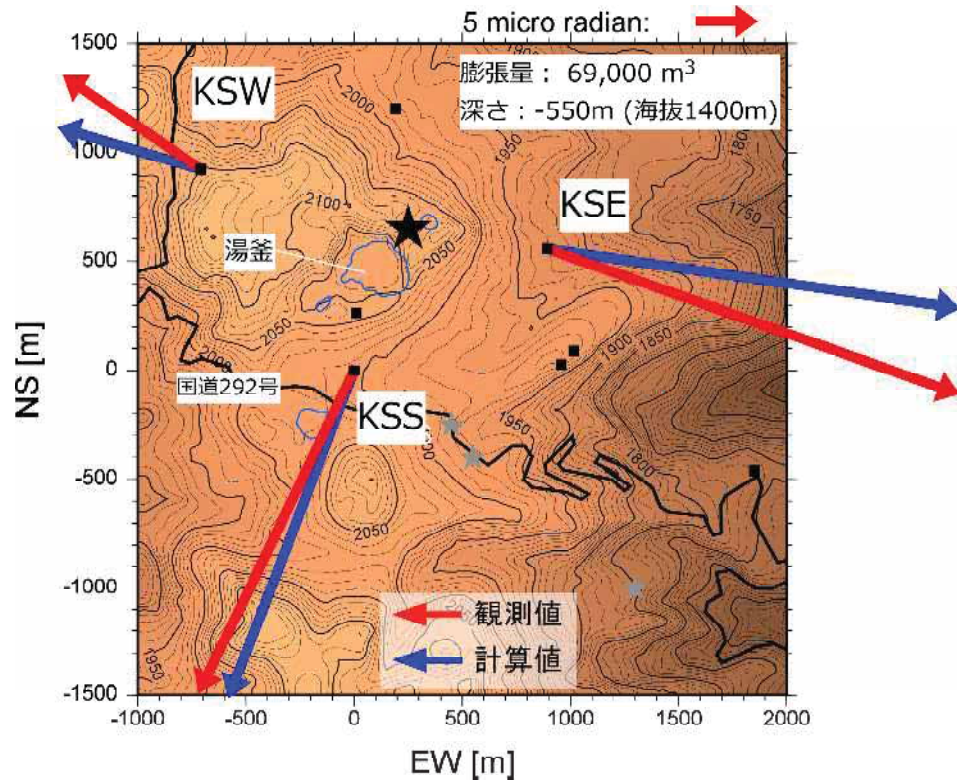


図 各種補正を施した傾斜変動について、等方力現を仮定して解析した結果。黒星印が湯釜原の水平位置(深さは地表から550m, 膨張量は6.9万m³)。灰色の星印は2011年の膨張・収縮源(寺田・他, 2011)。

草津白根山

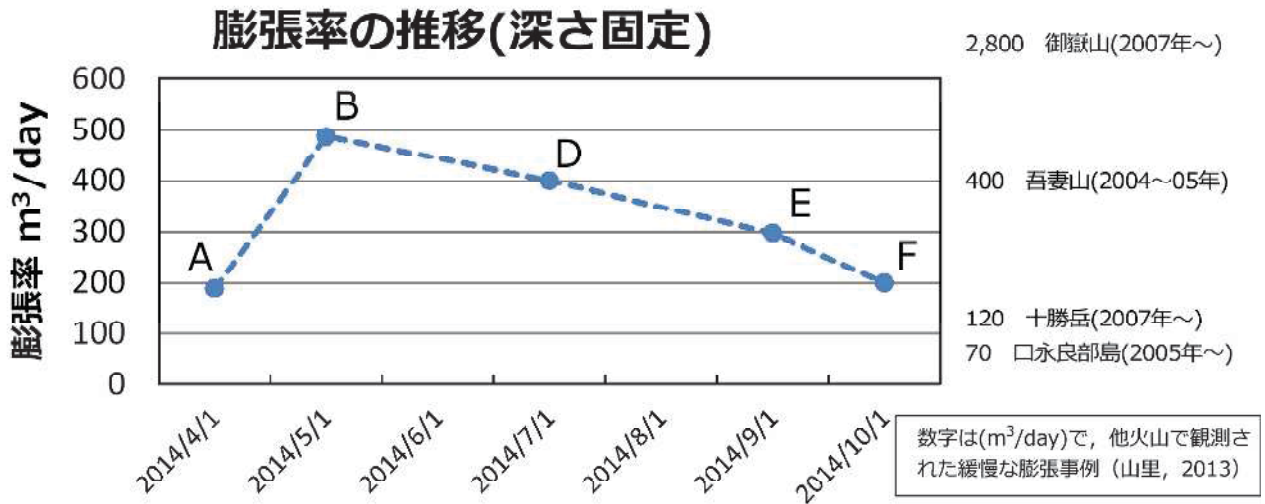


図 力現の深さを地表から深さ 550m に固定して膨張率を計算した。ここで A~F は変動の特徴に基づいて定義した。いずれも力現の水平位置は水釜付近に求められる。C は力現の位置が異なるため、ここでは表示しない。

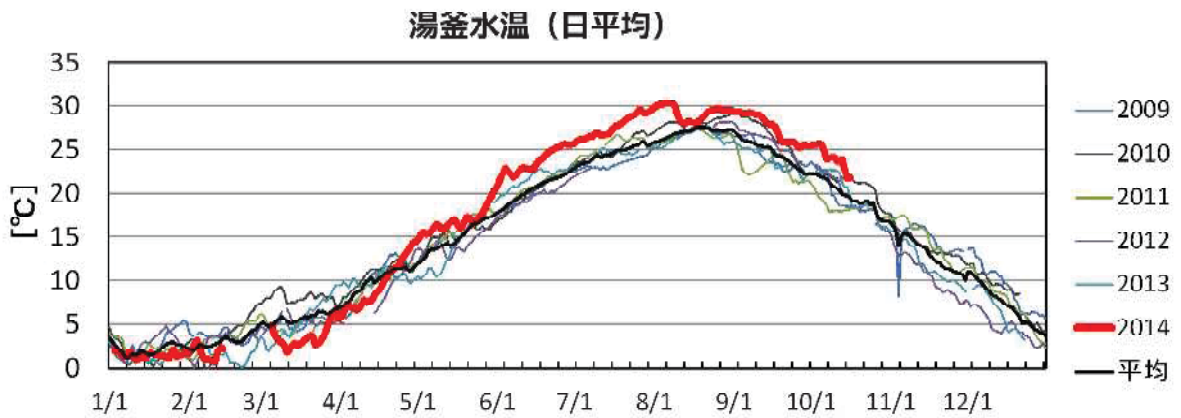
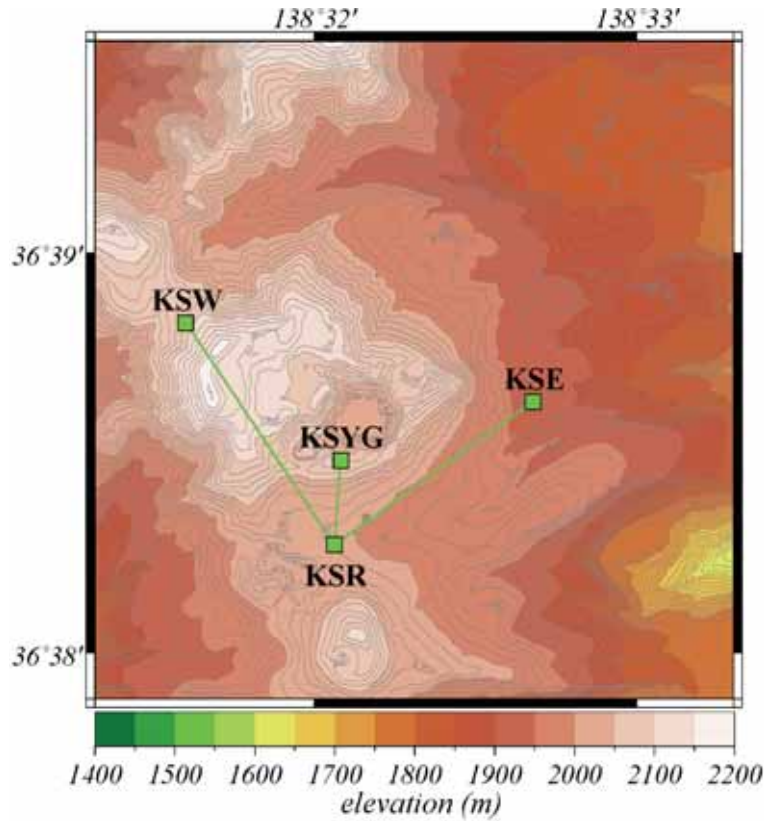


図 湯釜火口湖の水温および湖面放熱量。赤線が 2014 年の値、黒線が過去 6 年間の平均値である。

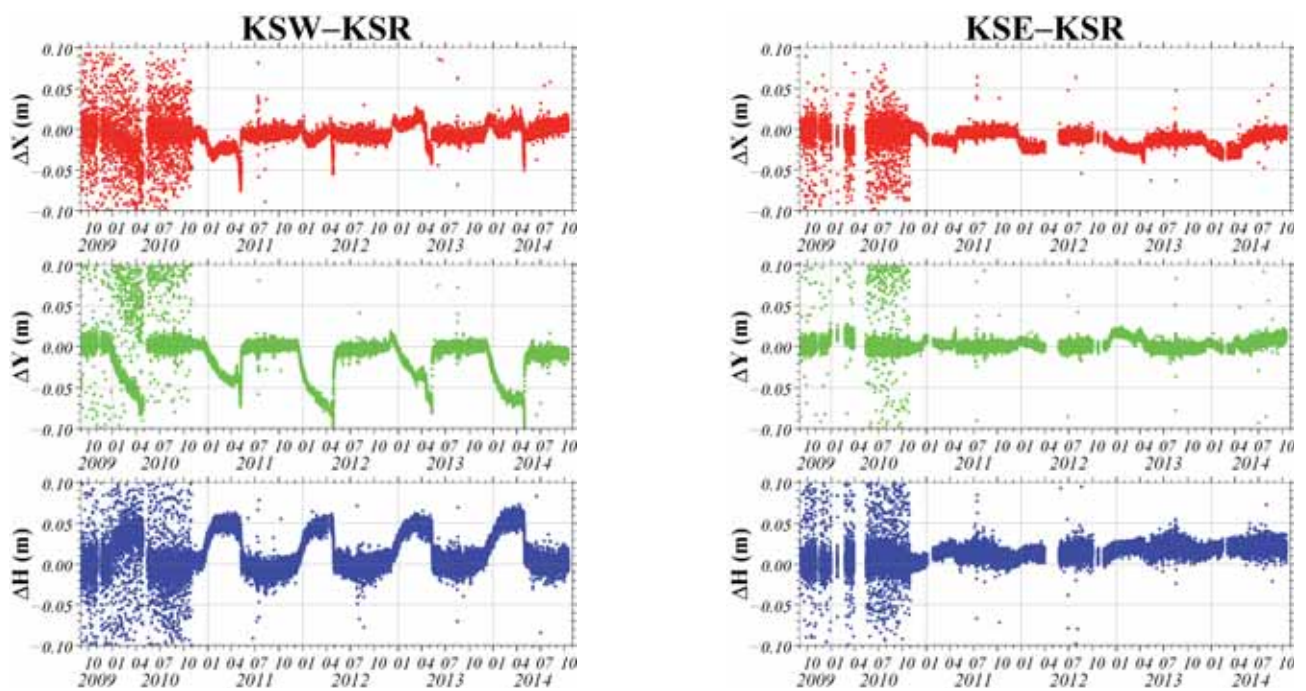
草津白根山 GNSS 及び全磁力観測結果

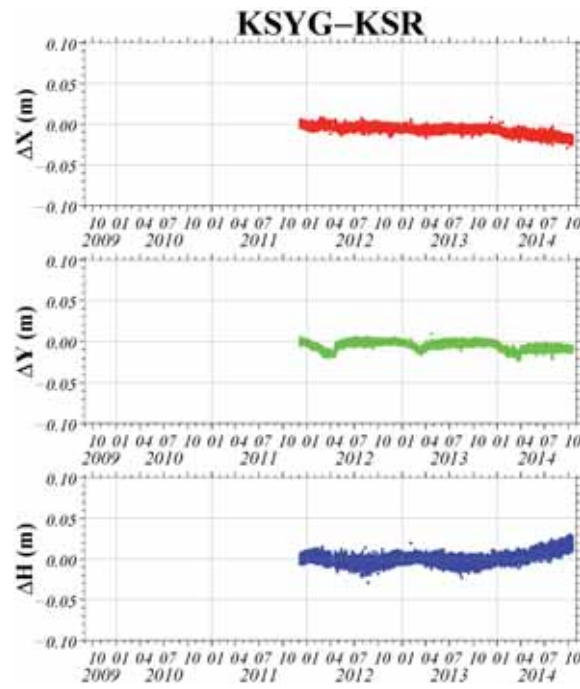
東京工業大学火山流体研究センター

観測点配置

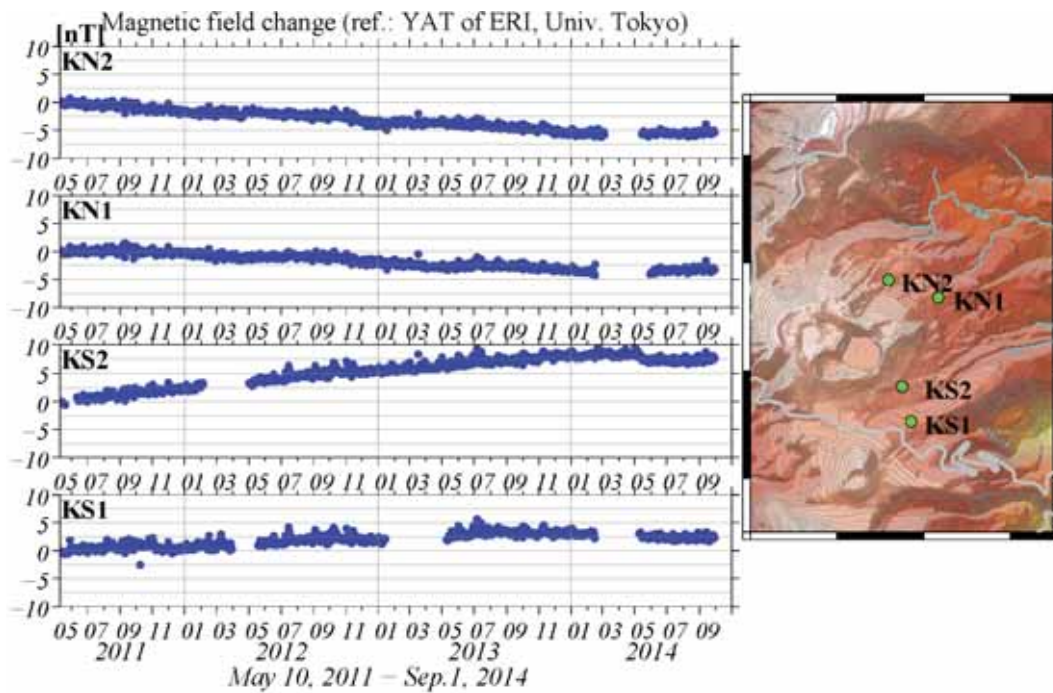


解析結果



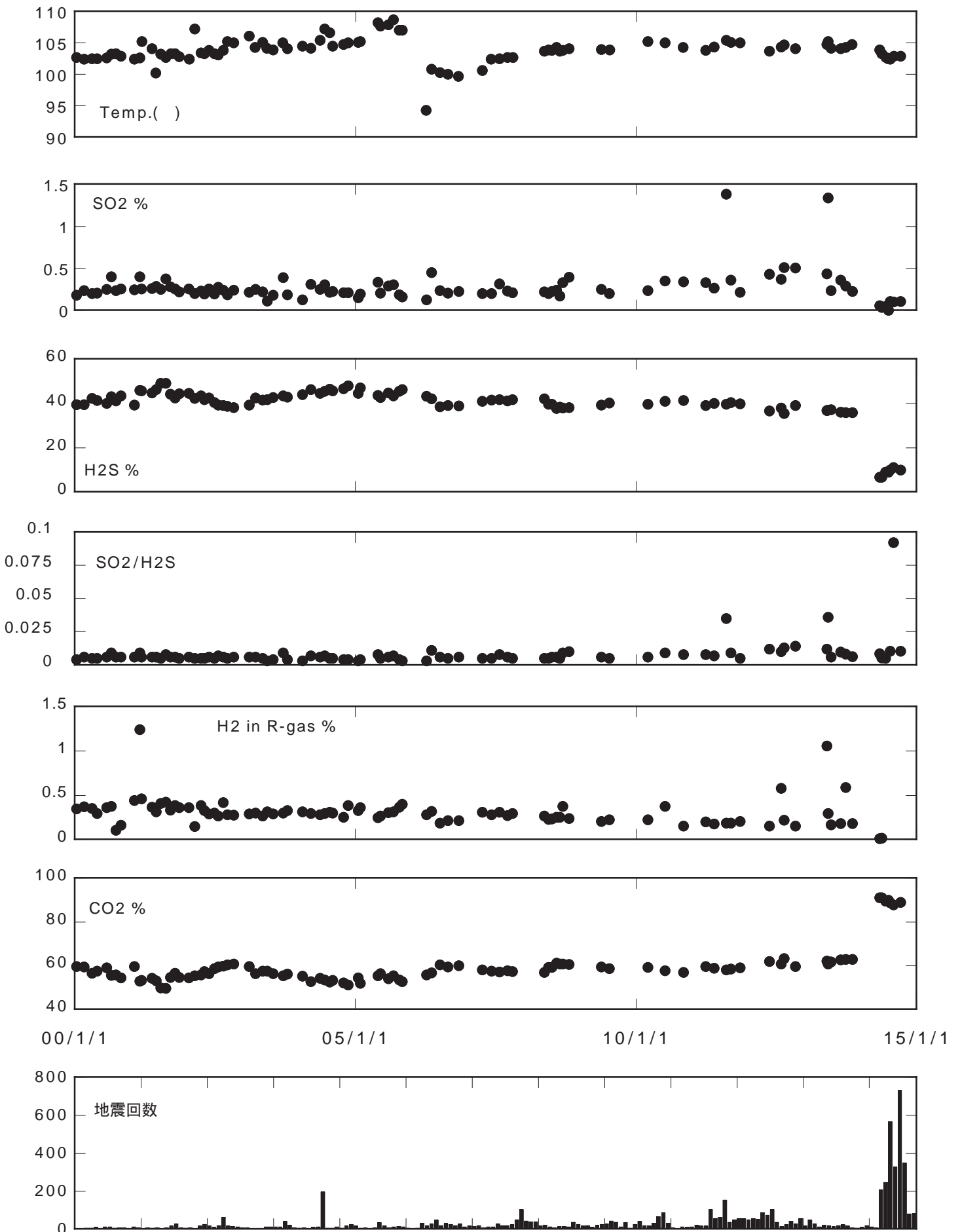


KSE-KSR 間の東西方向の伸びがみられる一方、KSW-KSR 間は南北方向の伸びが見られる。KSYG-KSR 間の南北方向の伸びは顕著であり、KSR に対して KSYG が隆起している。現在もこの傾向は変化が殆どない。



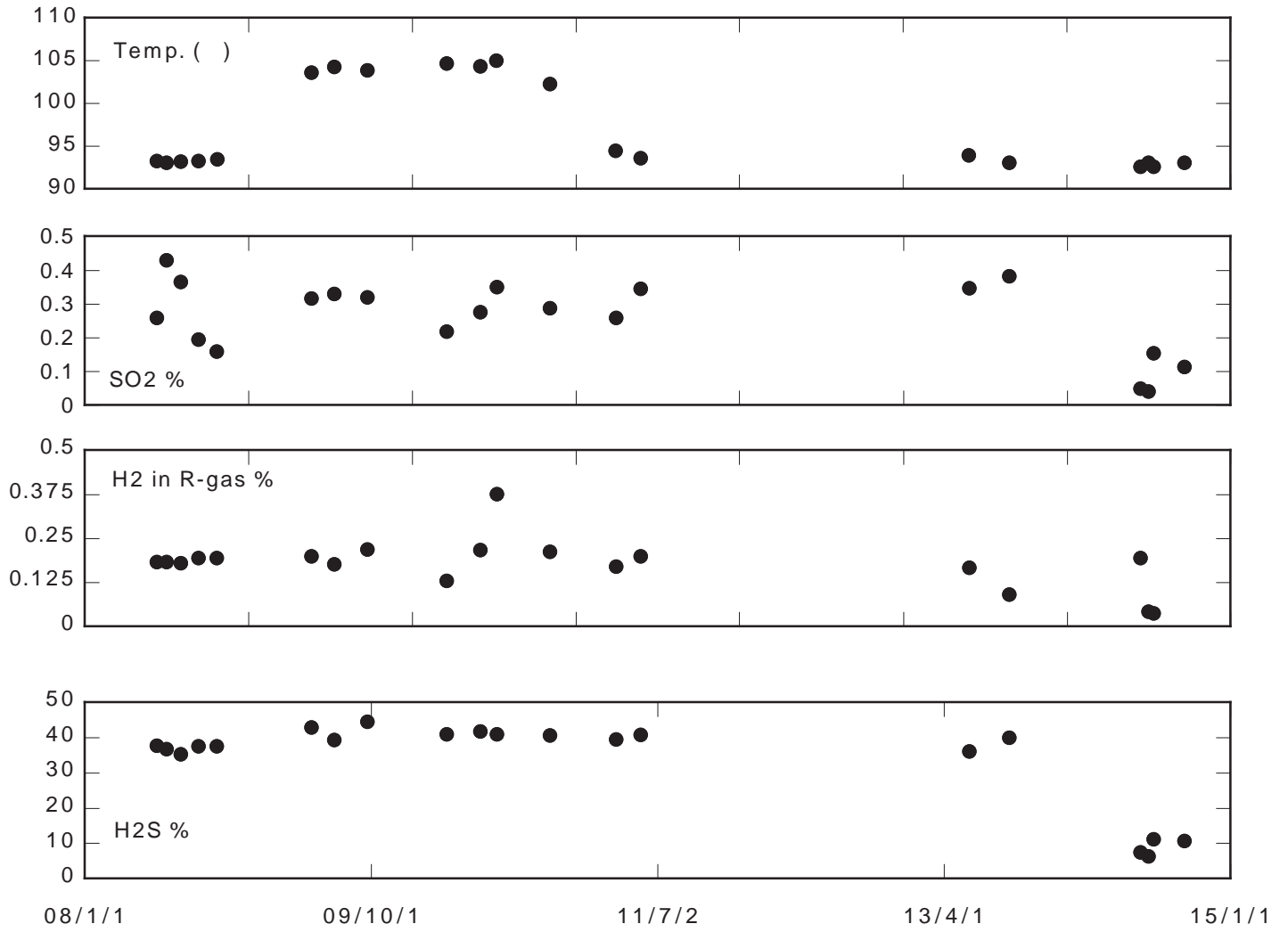
水釜南のKS2が元の帯磁トレンドに戻っているようにも見えるが、非常に微妙な変化である。

北側噴気

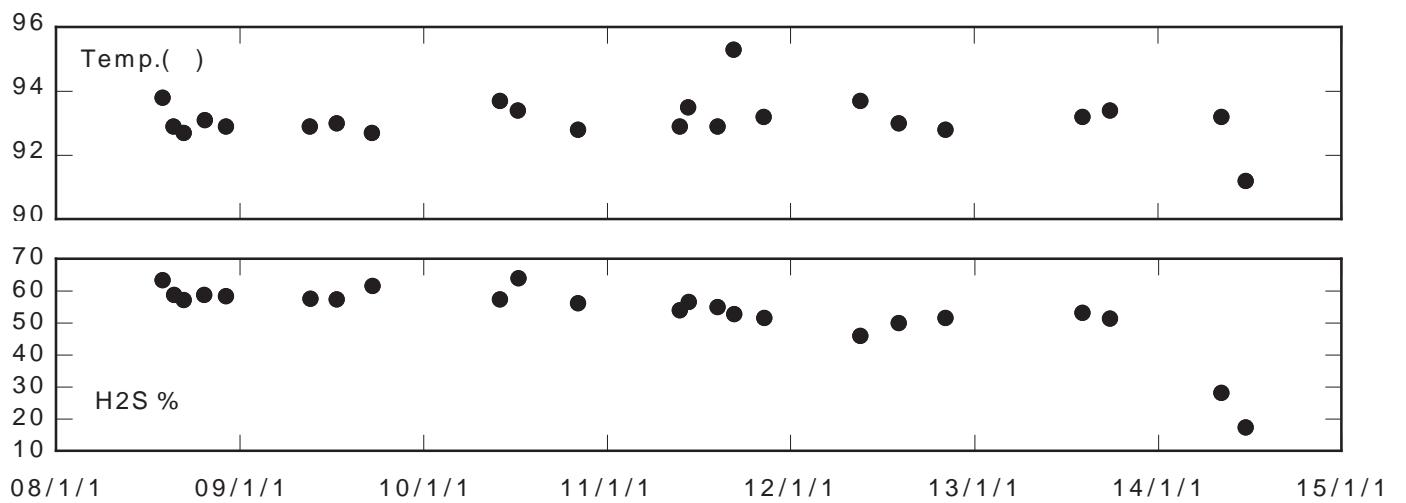


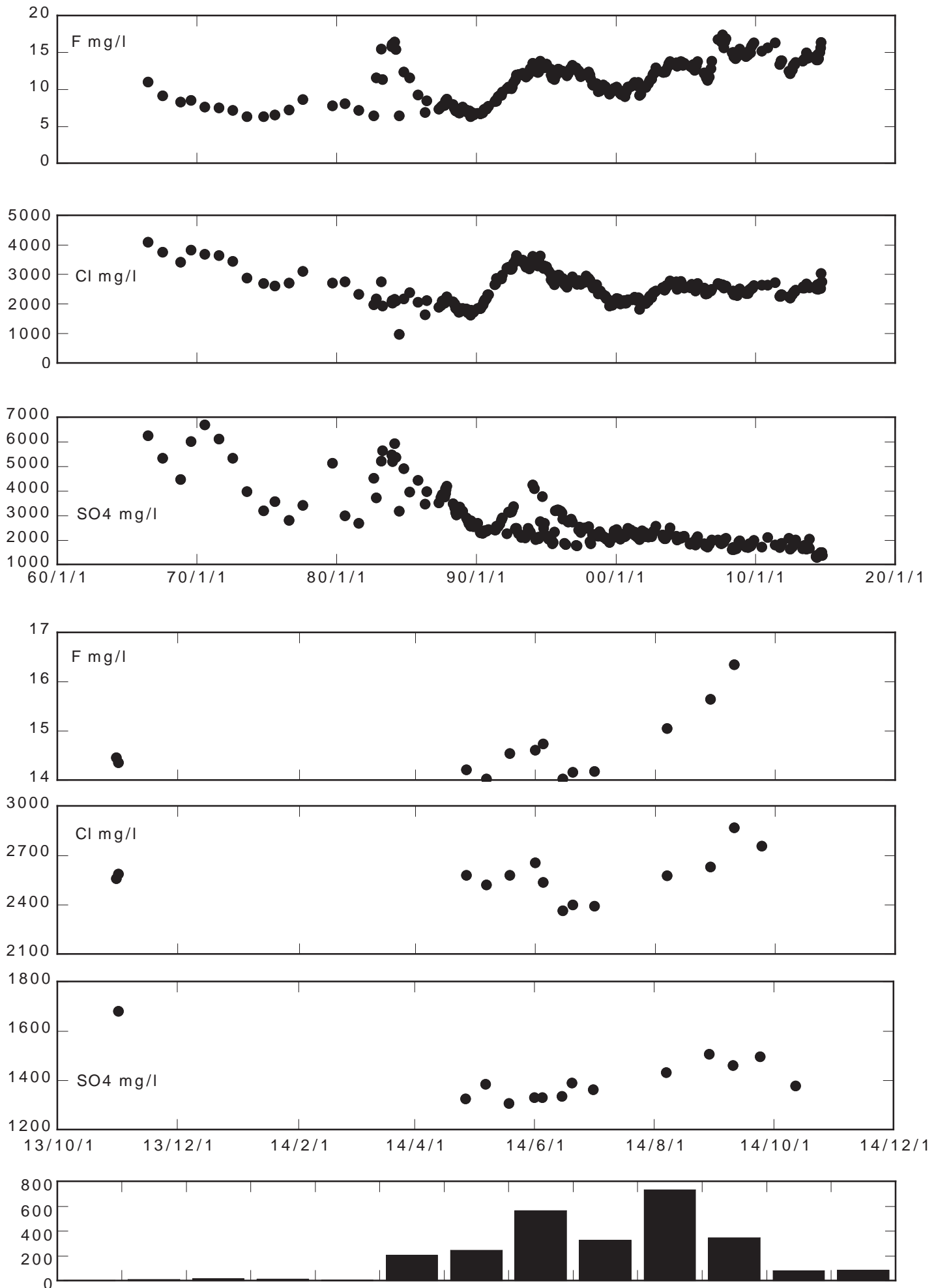
草津白根山

水釜北噴気



湯釜北東噴気





御嶽山

○ だいち 2 号(ALOS2)の合成開口レーダー(Palsar2)干渉観測結果(暫定)

ALOS2 が観測した 8/18-9/29 のデータ(北行軌道, 右観測, 入射角 53°) を利用して干渉解析を実施した. 現在は, JAXA による校正実証モード中であり, 地上電波によると考えられているノイズの影響が残っている. (JAXA 私信), そのため, S/N が本来のレベルには達していないものの, 地獄谷上部付近を中心として, 5 から 10 cm 程度の衛星視線方向短縮の傾向を示す領域が確認できた. ノイズ除去が未了のため, 変動のモデル化は行っていない. なお, 噴煙中の水蒸気による遅延による影響の可能性も考察したが, 噴煙により遅延が生じた場合は, 噴火後の LOS がより伸びるため, 干渉結果の LOS も伸張になるはずであり, 今回の観測結果とは, 逆向きの変化をもたらす.

ALOS-2 Palsar-2 08/18-09/29 InSAR 結果

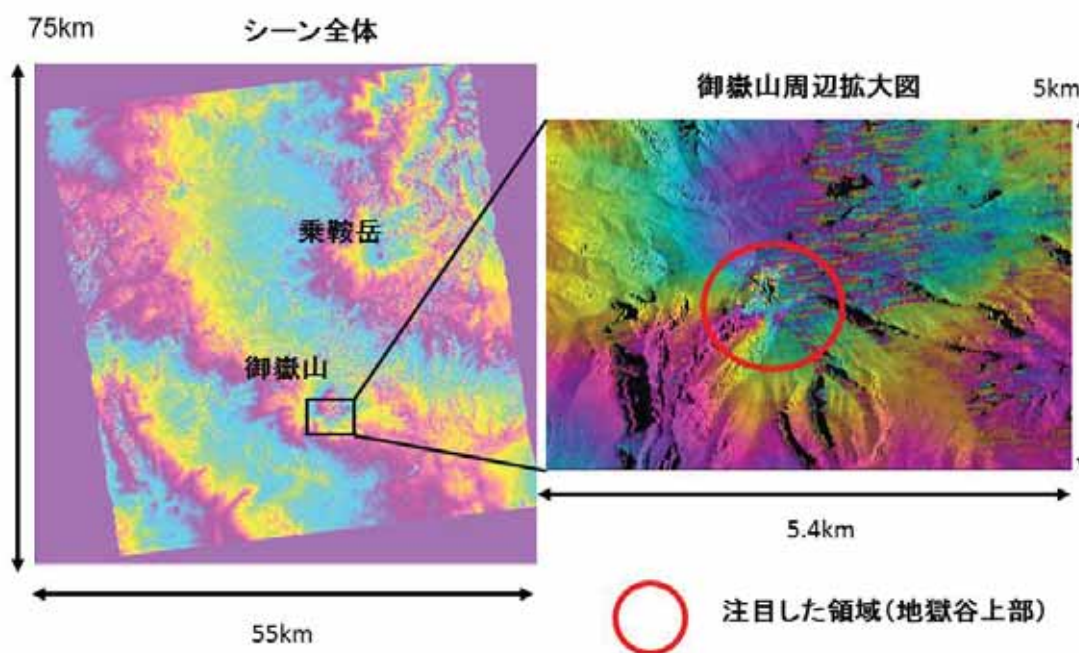


図-1 干渉結果全体図と御嶽山周辺の拡大図

地獄谷周辺に, 幾つかの側線を配置し (図-2), 視線方向距離 (LOS) の変化を測線毎にプロットした (図-3, 図-4). 測線に共通して, 中央部付近で, LOS が減少する傾向があり, 図-2 のオレンジ色の領域において, LOS が減少している (隆起 and/or 西への水平移動) と考えられる.

地獄谷周辺の測線の配置図

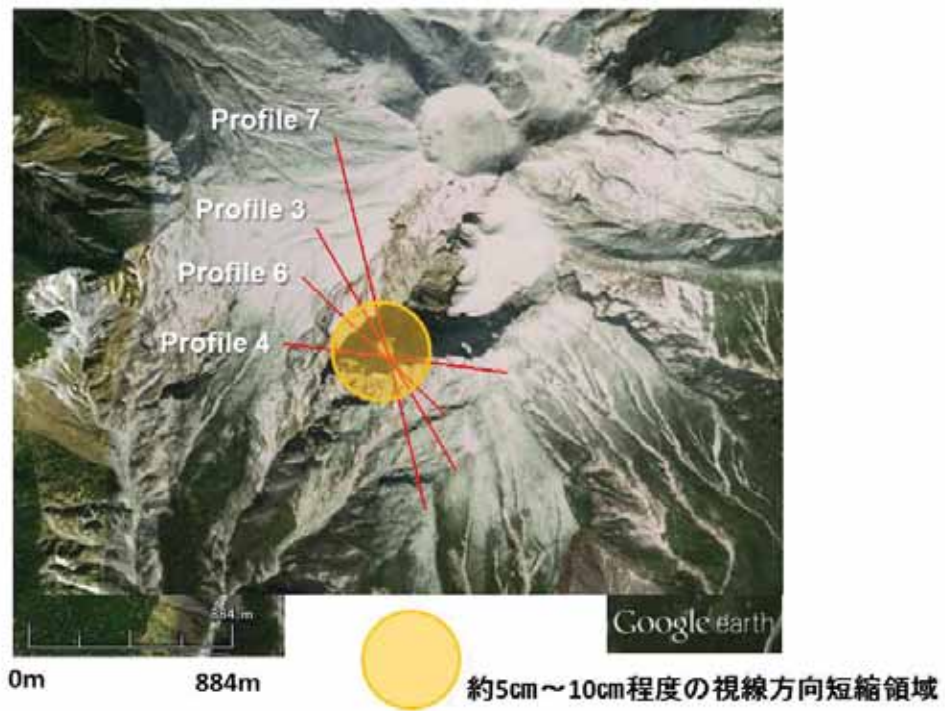


図-2 測線の配置図

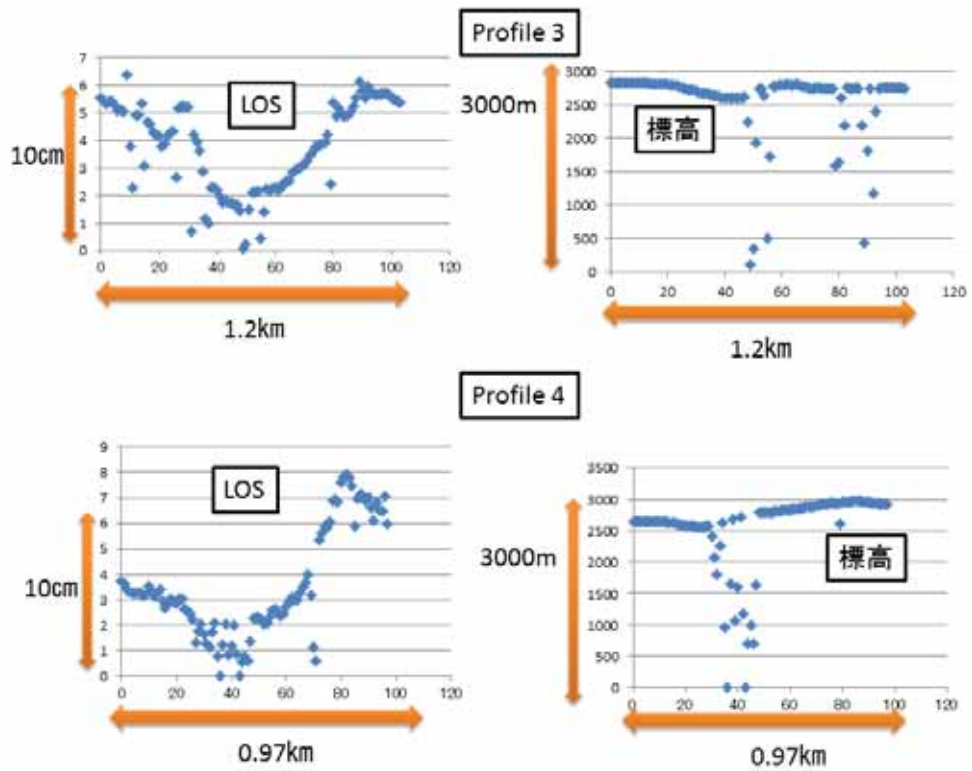


図-3 Profile3, Profile4 に沿った, LOS 及び標高変化

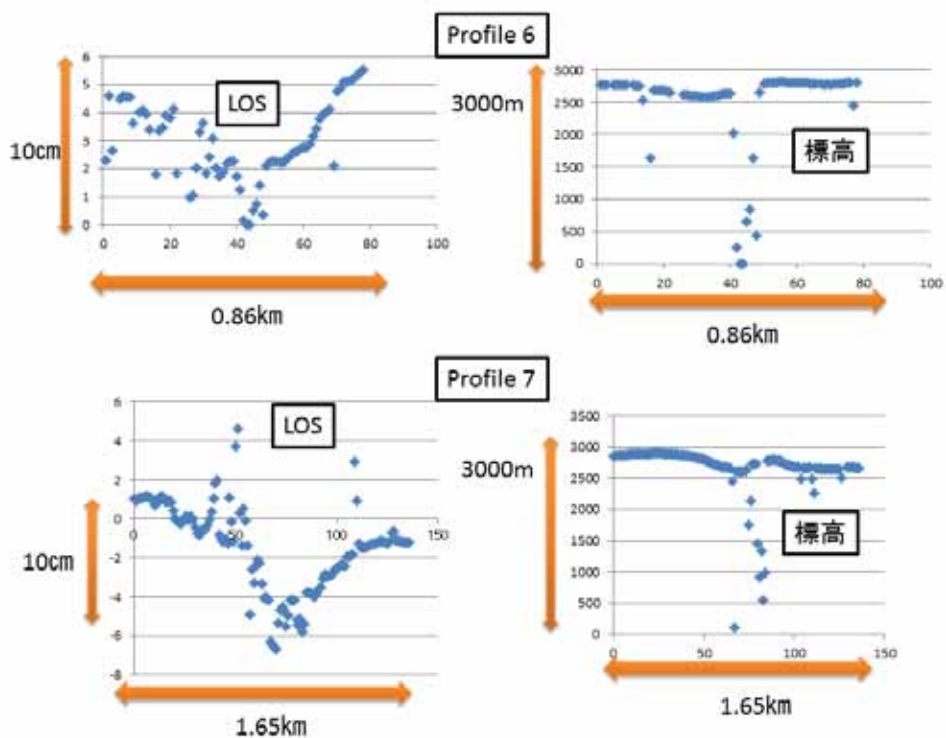


図-4 Profile6, Profile7 に沿った, LOS 及び標高変化

参考

気象の影響と考えられる, 地形と相関する成分が残存しており, 2つの測線で LOS 変化の標高依存性を確認したが, およそ標高 1000m あたり 10 cm 内外であり, 標高差が 200m 以内である地獄谷周辺の LOS 変化は, 標高依存性では説明できない。

大標高差測線の配置図



図-5 標高依存性を確認した測線配置図

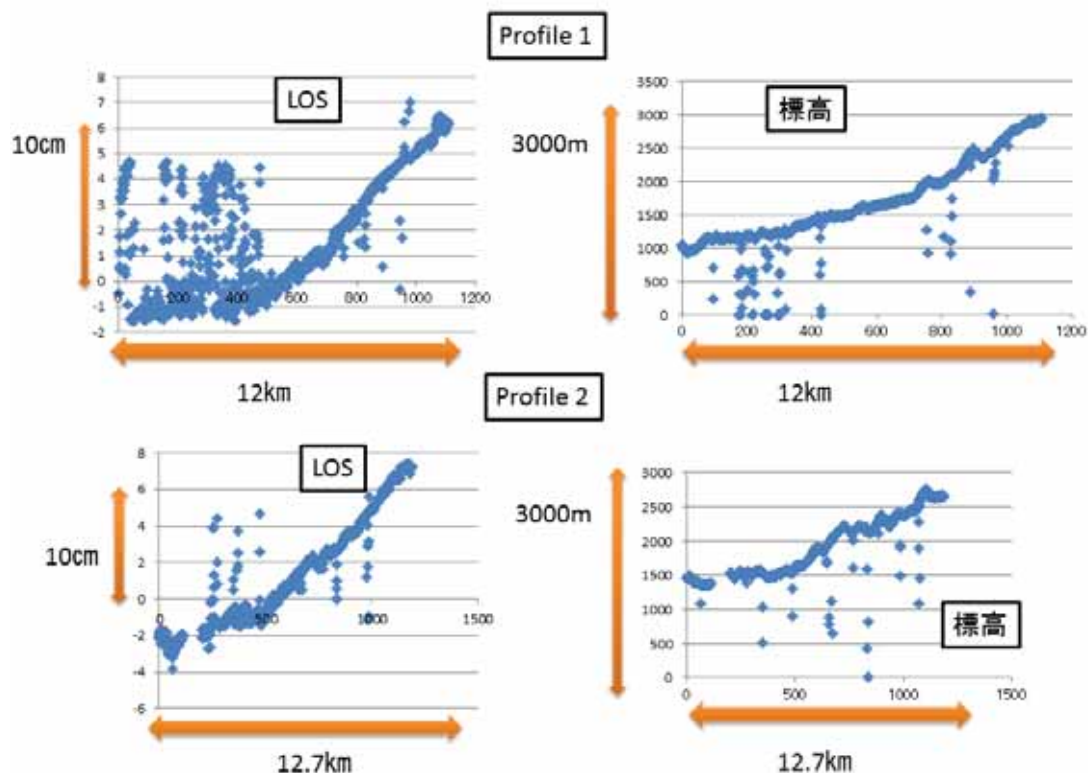


図-6 Profile 1, Profile 2 に沿った LOS 及び標高変化

謝辞： この解析に使用した ALOS2 のデータは、火山噴火予知連絡会衛星解析グループを通して宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供された。原データの著作権は JAXA にある。また、干渉解析には、小澤拓 博士が開発した RINC Ver. 0.25 および国土地理院の 10m 標高を使用した。ここに記して感謝する。

御嶽山 2014 年噴火に伴う降灰について

東京工業大学火山流体研究センター

1) 水溶性成分分析結果

採取日 9月27日

採取地点：御岳ロープウェイ～木曽温泉間

F : 26.3 CI : 1140 SO4 : 36900 (mg/kg)

CI/SO4 = 0.08

採取地点：木曽温泉

F : 36.8 CI : 2020 SO4 : 29400 (mg/kg)

CI/SO4 = 0.19

1979年噴火に伴う降灰では CI/SO4 = 0.29~1.04 (小坂・他、1983)

2) XRD による細粒部の分析 (速報)

smectite および kaoline が含まれていたが chlorite については確認できていない。

1979年噴火に伴う降灰に含まれていた gypsum, anhydrite が今回の降灰に含まれているか、精査する予定。

御嶽火山 2014 年 9 月噴火以降の熱活動

噴煙放熱量は、噴火翌日の 5,200 MW から 10 月 7 日は 1,400 MW へ減少した。また、噴煙の H₂O/SO₂ 比は 200 前後である。10 月 16 日に実施した空中赤外観測によれば、噴煙噴出口付近の温度は最高で 60℃ 前後であった。

表. 解析結果のまとめ。放熱量は東工大が山麓から撮影の 10 秒間隔の画像を用いて解析した。また、SO₂ 放出量は気象庁火山活動解説資料に基づく。ここで 9 月 28 日の SO₂ 量として記載したのは 10 月 4 日までの観測値の平均値であり、それ以後 10 月 15 日までの平均値を 10 月 7 日の値としている。

	放熱量 (MW)	放水量 (t/d)	SO ₂ 量 (t/d)	H ₂ O/SO ₂
2014.9.28	5200	1.8×10 ⁵	900	200
2014.10.7	1400	5.0×10 ⁴	300	170



図 火口から南約 1500m から撮影した御嶽火山地獄谷周辺。2014 年 10 月 16 日 13 時 30 分ごろ撮影 (毎日新聞社のご協力による)。

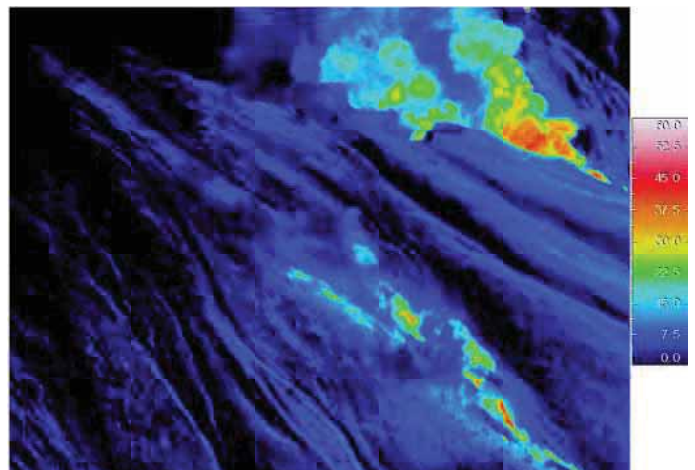
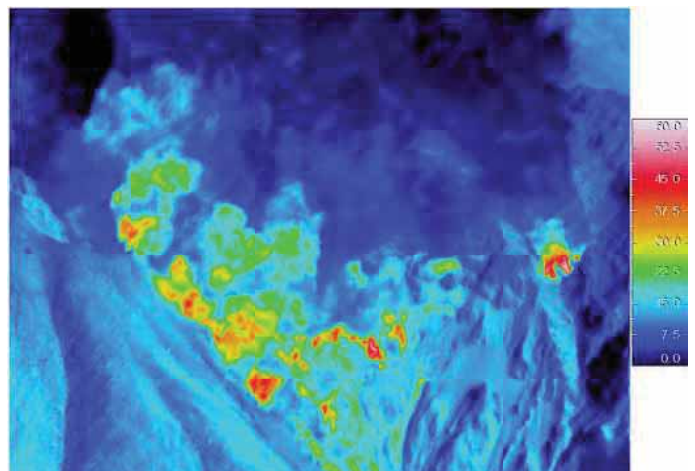
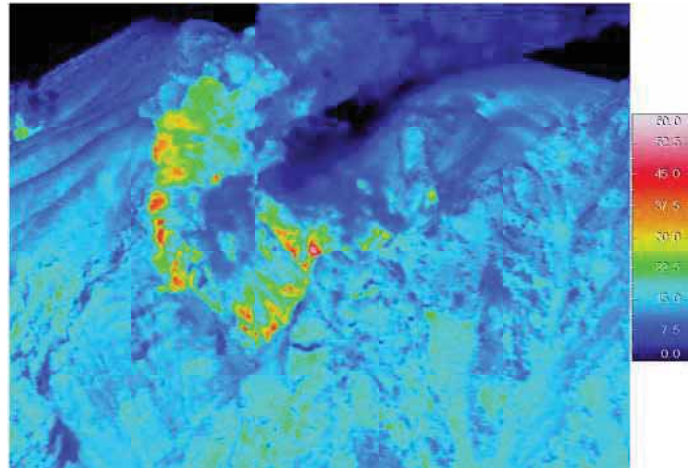


図 2014年10月16日13~14時に取得した空中赤外面像，および撮影領域に大まかに対応する可視画像（毎日新聞社のご協力による）．地表面温度は0~60℃に応じて色分けして表示している．解像度は画像により異なるが，概ね80cm/pixelである．

御嶽山

精密水準測量による御嶽山における上下変動(2006年4月-2014年10月)

日本大学文理学部・名古屋大学・京都大学・九州大学・北海道大学・東濃地震研究所

名大・他では 1990 年代後半から御嶽山東麓における路線で水準測量を実施している。2014 年噴火後の 10 月 15 日～17 日に再測量と路線の拡張をおこなった。既存の全路線の最後の測量は 2007 年 4 月であり、2007 年 4 月—2014 年 10 月の上下変動を求めた。上松 (BM34) を不動点として、木曾温泉の北西端 (BM317) で約 14 mm の沈降 (山頂方向が沈降) が検出された (図 1・2)。路線の一部だけの測量 (図 3) も加え、上下変動の時間的変化を検討すると、2006 年以降山頂方向が隆起する変動パターンになっていることが明らかとなった (図 4)。また短い区間の測量ではあるが 2013 年の測量結果から、山頂隆起が 2013 年まで継続していたことがと示唆された (図 5 (b))。今回の測量で、BM25 を不動点とした場合、2006—2009 年に山頂方向が隆起した量に相当する量の山頂方向の沈降が検出された (図 4・図 5(a))。

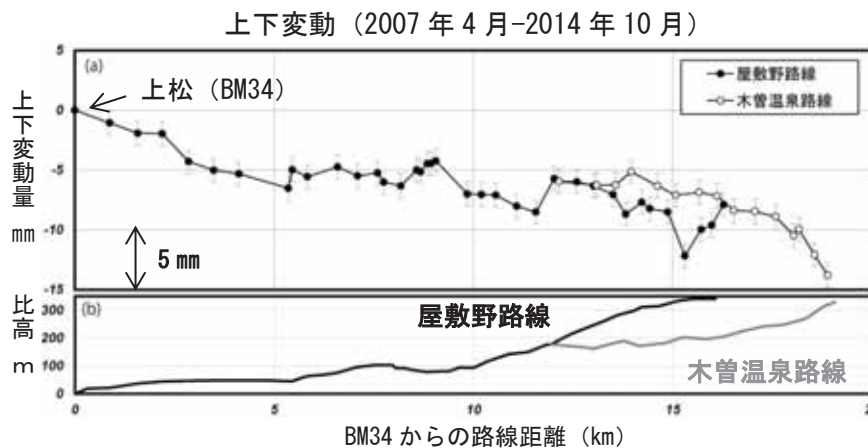


図 1. 御嶽山における 2007 年 4 月から 2014 年 10 月の上下変動 (a) と路線の比高 (b)。変動は BM34 (上松) を不動点とした。路線のほぼ全体でなだらかな沈降を示し、木曾温泉路線の北西端で 14 mm、屋敷野路線の北西端で 8 mm に達する。木曾温泉路線北西端までの往復差の積算量は ±1.7 mm である。

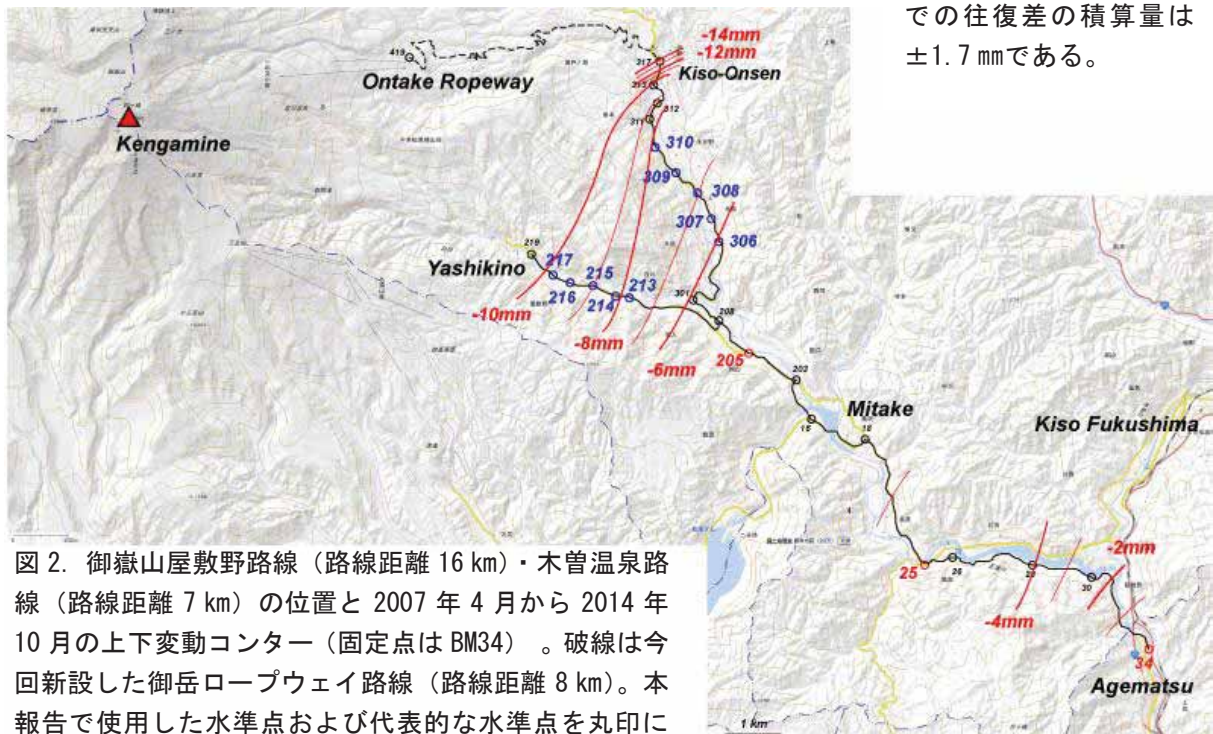


図 2. 御嶽山屋敷野路線 (路線距離 16 km)・木曾温泉路線 (路線距離 7 km) の位置と 2007 年 4 月から 2014 年 10 月の上下変動コンター (固定点は BM34)。破線は今回新設した御岳ロープウェイ路線 (路線距離 8 km)。本報告で使用した水準点および代表的な水準点を丸印にて示す。赤丸は図 1~5 にて不動点として使用した水準点、青丸は図 5 で時間変化を示した水準点である。(地図は電子国土ポータルによる)

測量担当者 (2014 年 10 月)

村瀬雅之 (日大)、山中佳子、堀川信一郎、松廣健二郎 (名大)、大倉敬宏、吉川慎、井上寛之、三島壮智、園田忠臣 (京大)、松島健、内田和也 (九大)、森濟 (北大)、木股文昭、宮島力雄 (東濃)

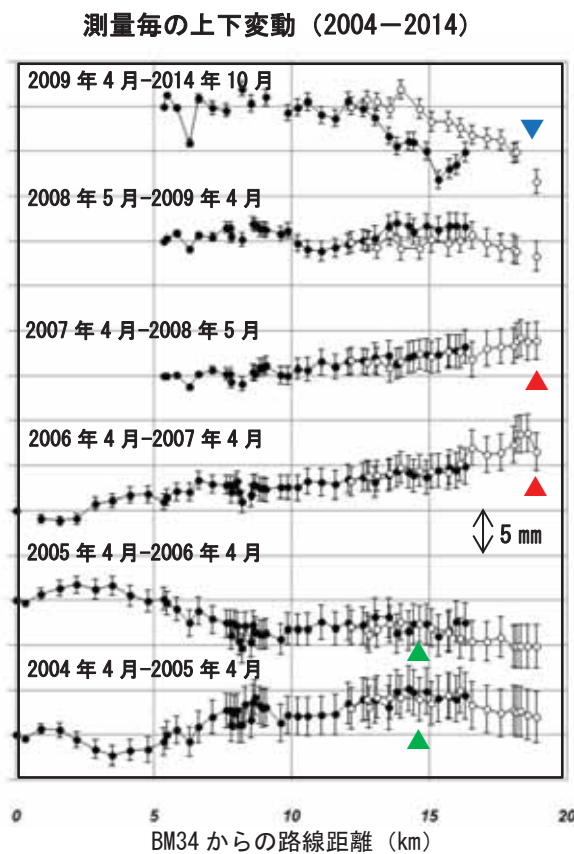


図 3. 2004 年からの測量毎の上下変動。2004 年～2006 年の変動は BM34 を 2006～2014 年の変動は BM25 を不動点とした。2006 年以前は群発地震域を中心とする隆起(▲)が検出されていたが、2006-2008 年では山頂方向が隆起する傾向(▲)に変化している。2014 年噴火をはさむ 2009-2014 年は山頂方向が沈降(▼)した。

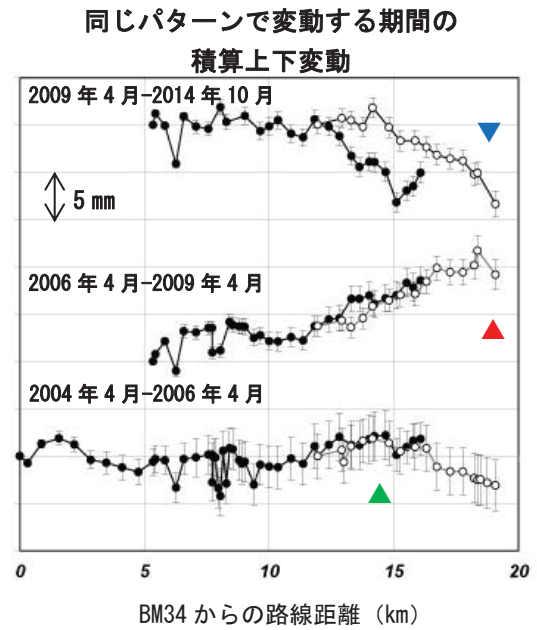


図 4. 同じパターンで変動する期間で積算した上下変動。2004 年～2006 年の変動は BM34 を 2006～2014 年の変動は BM25 を不動点とした。2004-2006 は群発地震域を中心とした約 3 mm の隆起(▲)が見られ、2006-2009 年は山頂方向が約 1 cm 隆起(▲)、2009-2014 年は山頂方向が約 1 cm 沈降(▼)している。

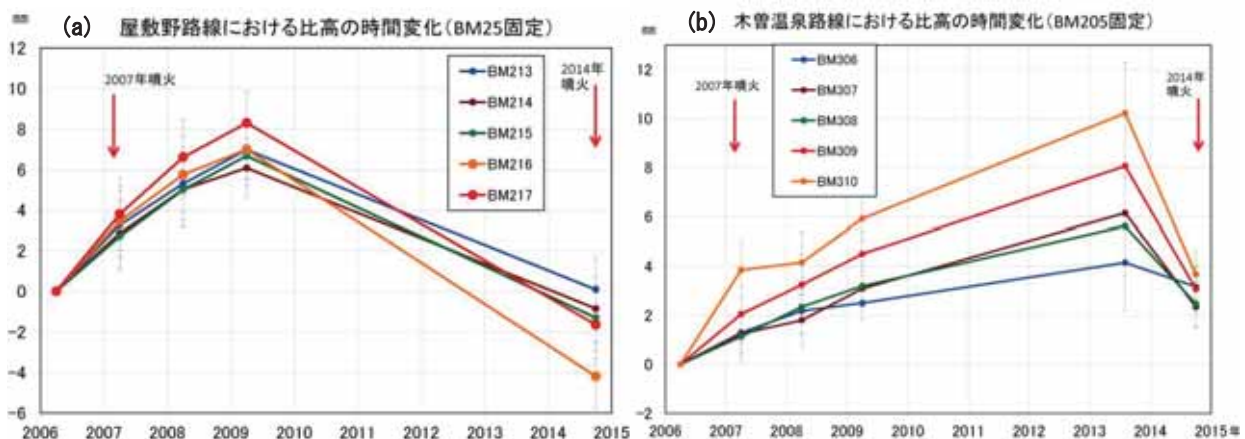
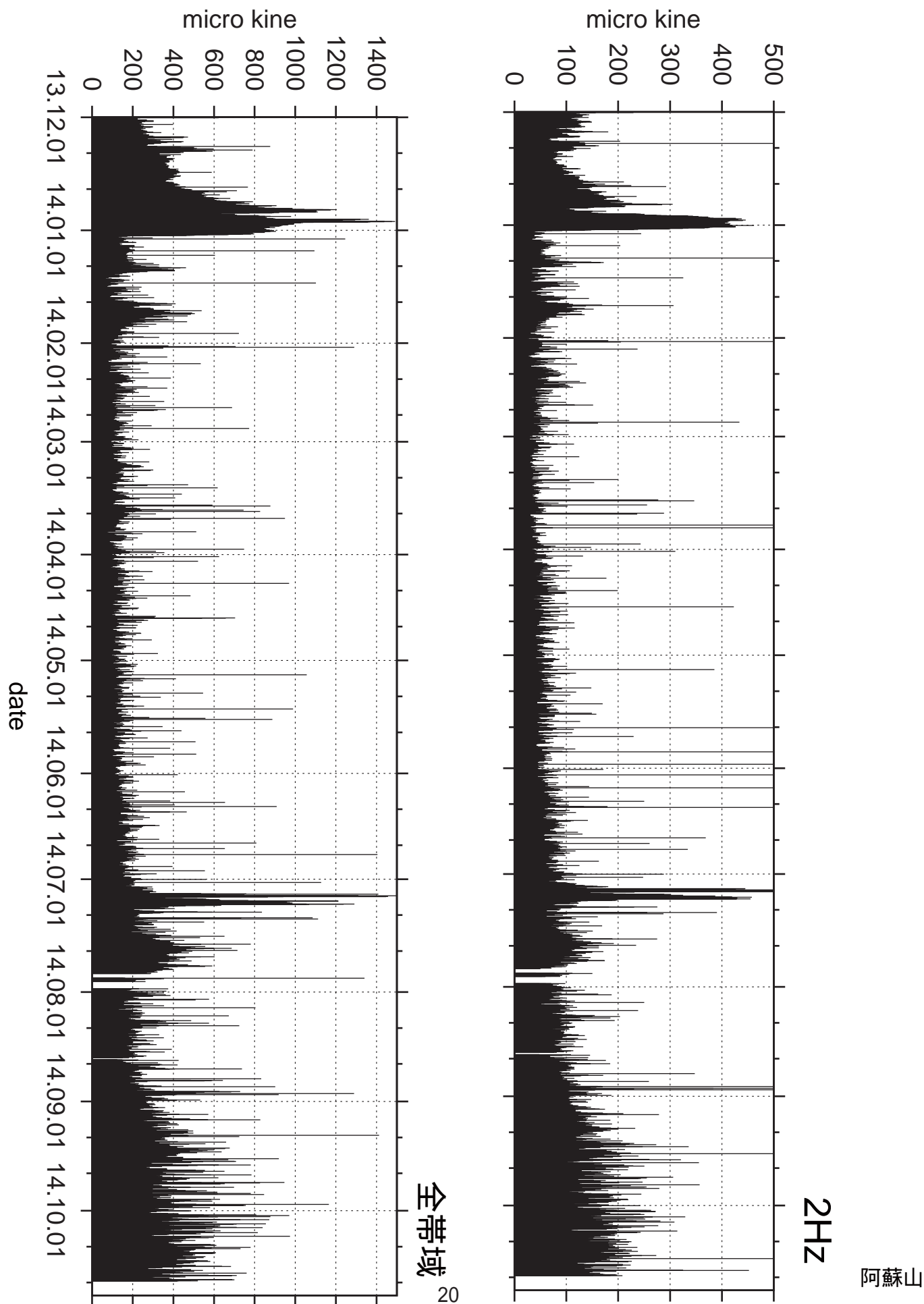


図 5. 屋敷野路線(a)および木曾温泉路線(b)における 2006 年以降の時間変化。屋敷野路線の時間変化は BM25 を不動点とした。2006—2009 年に山頂方向が隆起した量に相当する量の山頂方向の沈降が 2009-2014 年に検出された。木曾温泉路線は 2013 年 8 月にも BM205～BM310 の短い区間のみではあるが測量がおこなわれているため、木曾温泉路線は BM205 を不動点とし、2013 年 8 月の変動を加えた図を示す。2006 年から始まった山頂方向の隆起が 2013 年 8 月まで継続していた可能性がある。

砂千里観測点における微動振幅変化(30分間の最大値)

2013年12月1日～2014年10月20日

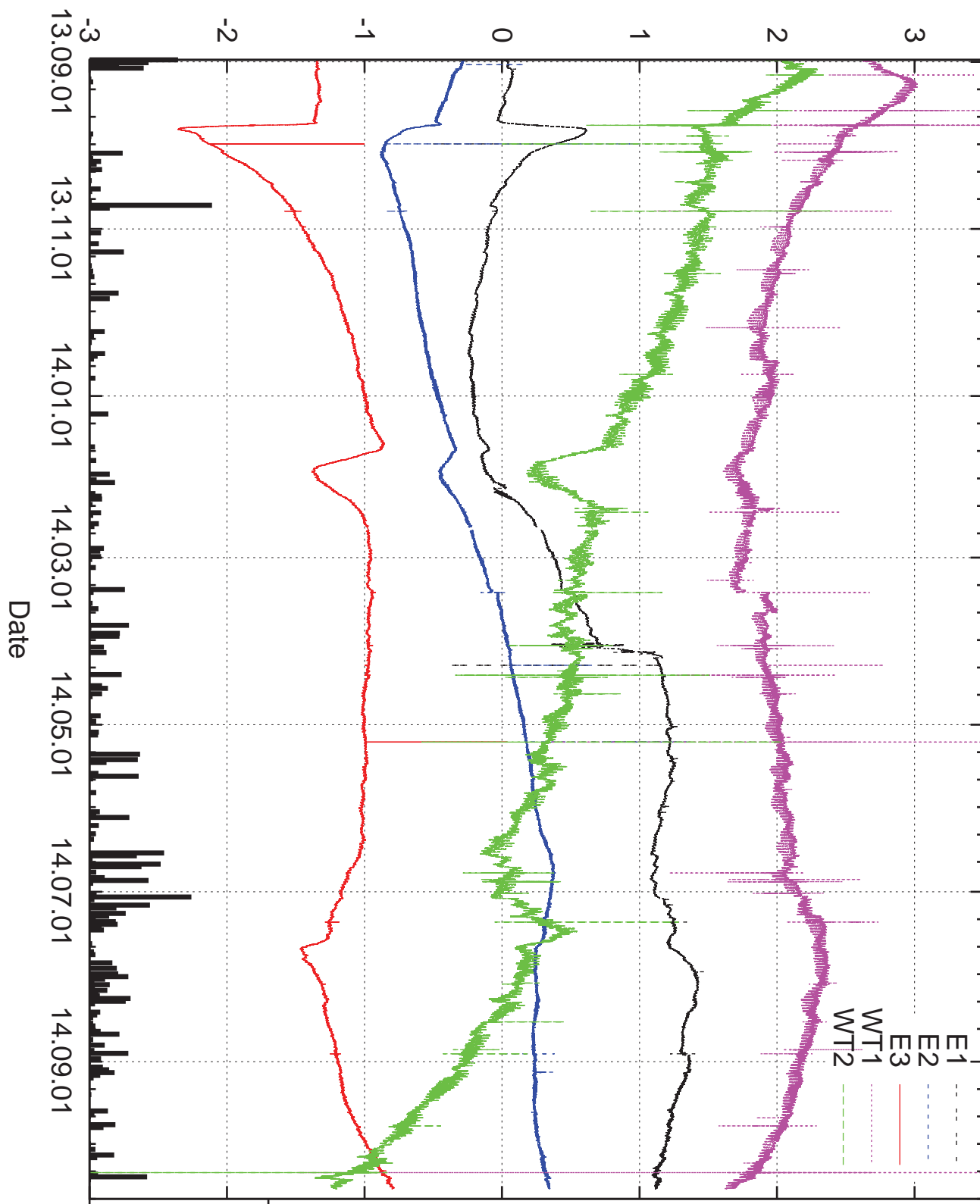


全帯域

2Hz

阿蘇山

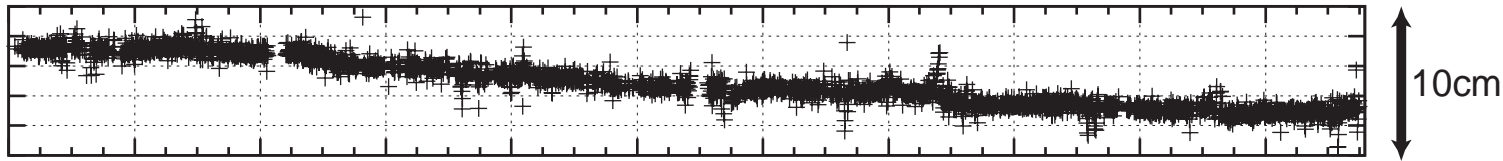
本堂観測坑道で観測された地殻変動と阿蘇山での降水量(気象庁発表)
 2013年12月1日から2014年10月20日まで(トンネルの方位訂正)
 tilt, strain(microradian, microstrain)



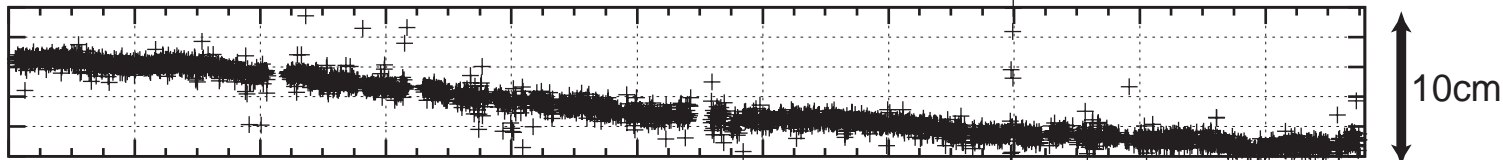
Rainfall(mm) E1:N05E WT2:S85E UP
200 E2:S85E WT1:N05E UP
E3:N50E 1μradian
Extension
1μstrain

GPS観測による基線長変化(2004年1月1日から2014年9月30日)
 (防災科学技術研究所のGPSデータを一部使用した。)

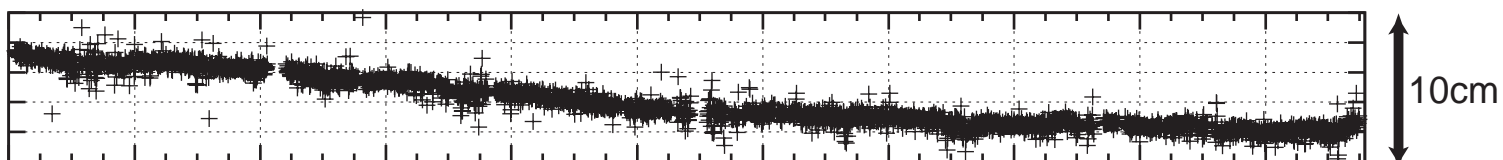
AVL1-HOND 6592.95m



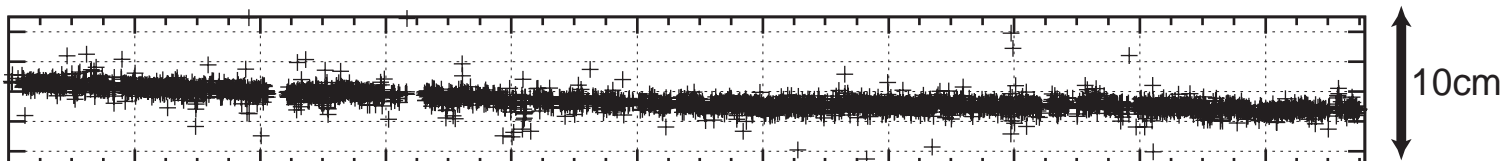
AVL1-SIKM 12369.53m



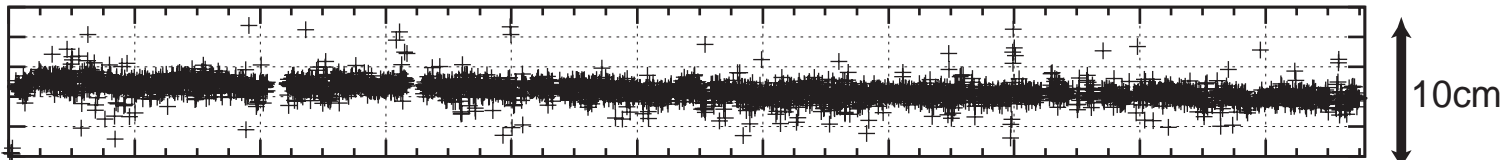
AVL1-KBMK 10660.43m



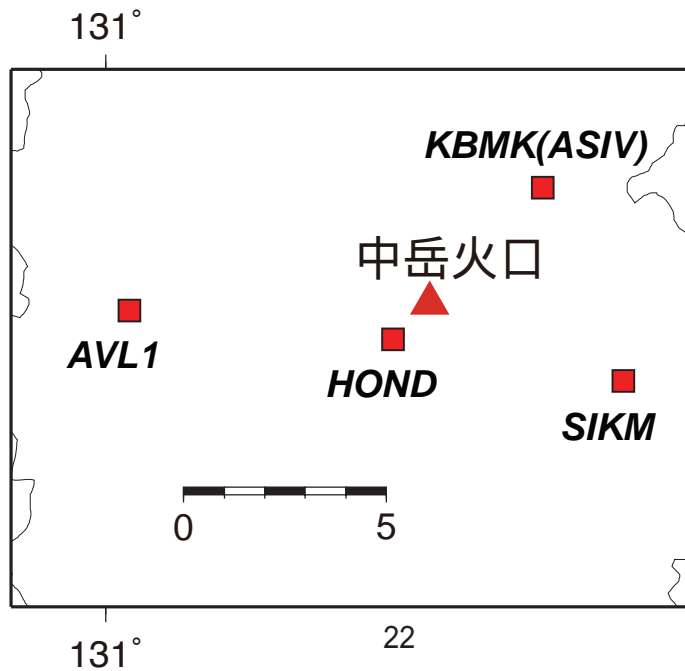
HOND-SIKM 5822.53m

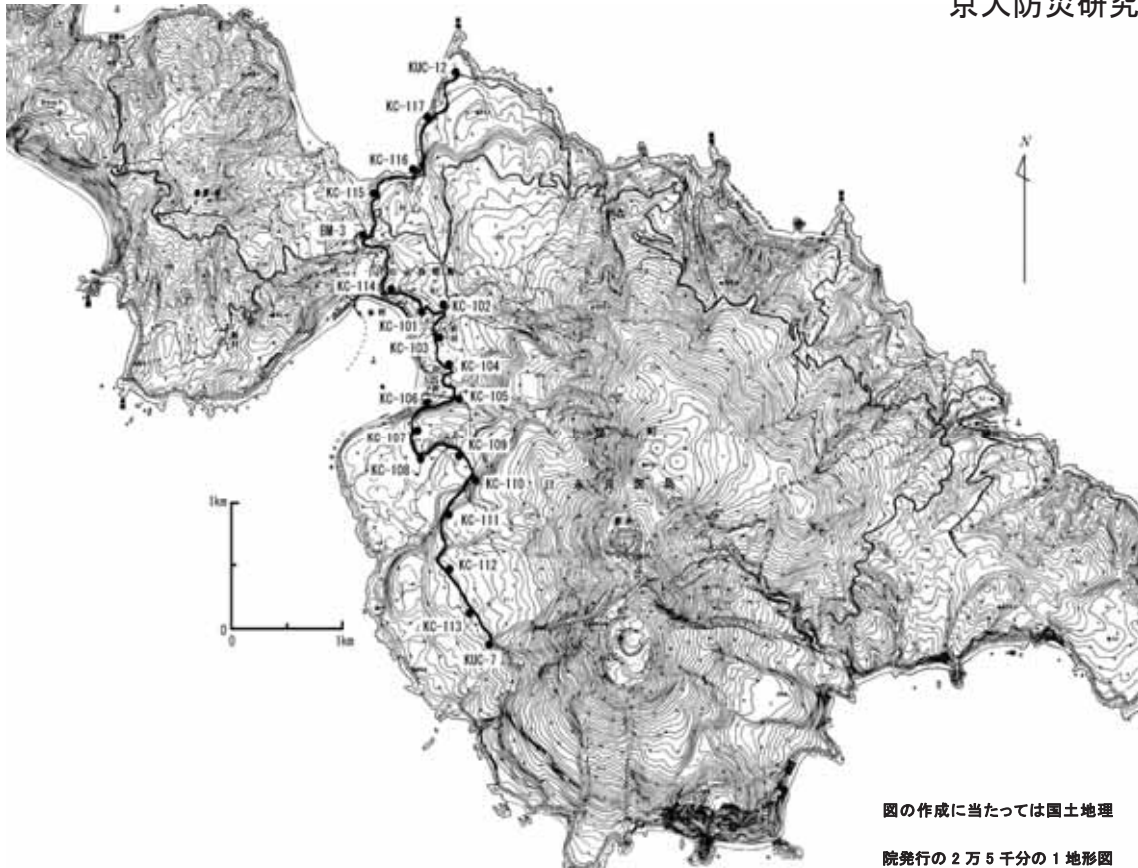


KBMK-SIKM 5450.25m



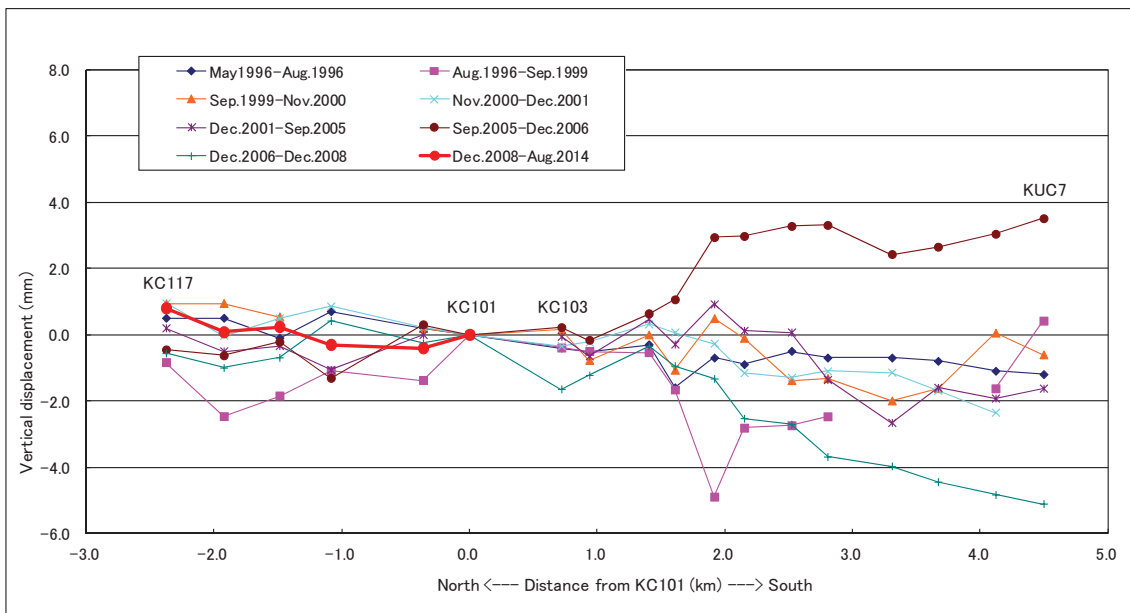
2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014





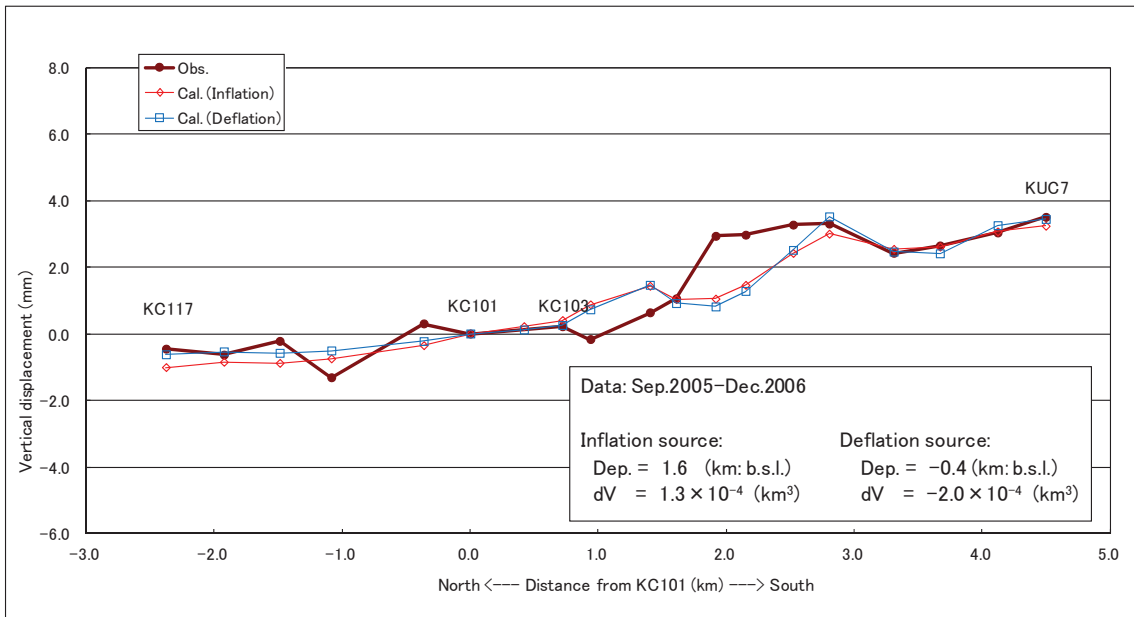
図の作成に当たっては国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 地形図 (口永良部島) を使用した

口永良部島火山の水準測量路線

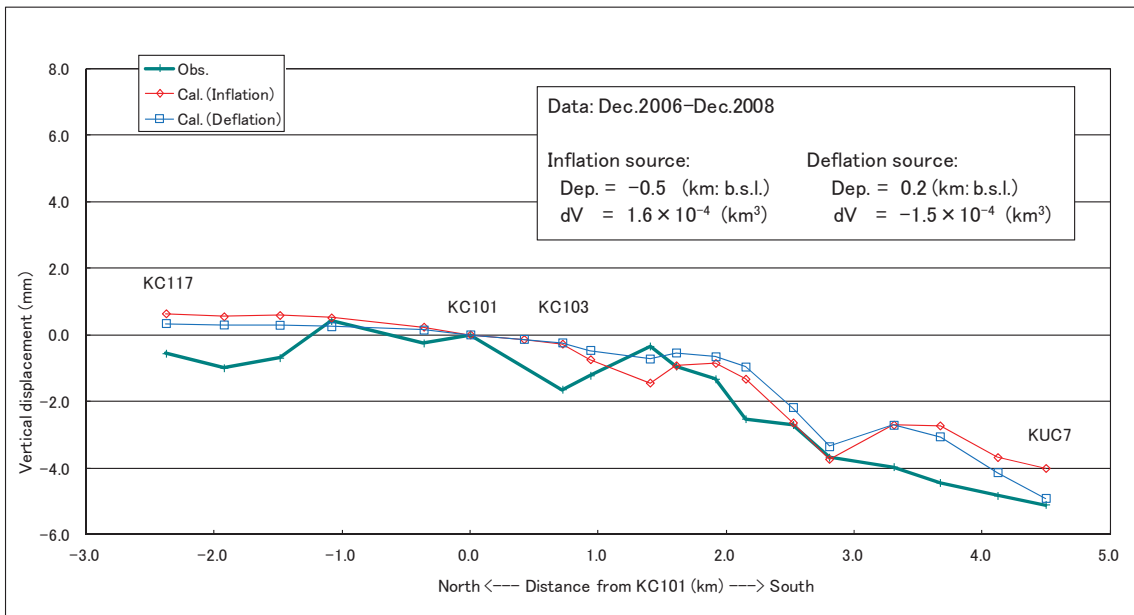


水準測量結果。最新の測量は、2014 年 8 月 19 日～21 日に実施した(路線南部については立ち入り禁止のため測量不可)。局所的な変動を示す KUC12 および KC102 についてはプロットから除外した。2008 年 12 月～2014 年 8 月の期間は、KC101 を基準として±1 mm 以下とほとんど上下変動なし。

口永良部島



水準測量結果を用いた圧力源解析(2005年9月～2006年12月)。圧力源の水平位置は新岳直下に固定し、深さを-0.5～10 km(海面下)の範囲で探索した。深さの違う増圧源あるいは減圧源のいずれによってもデータを説明できる。GPS連続観測および繰返し観測の結果を考慮すると、増圧源の存在が現実的であると考えられる。



水準測量結果を用いた圧力源解析(2006年12月～2008年12月)。圧力源の水平位置は新岳直下に固定し、深さを-0.5～10 km(海面下)の範囲で探索した。深さの違う増圧源あるいは減圧源のいずれによってもデータを説明できる。GPS連続観測および繰返し観測の結果を考慮すると、増圧源の存在が現実的であると考えられる。

口永良部島